

PROSIDING



SIKMA 10

SEMINAR ILMIAH KEHUTANAN MULAWARMAN

VOLUME 3

DESEMBER 2021

FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS MULAWARMAN

 fahutan.unmul.ac.id

 Civitas Akademika Fahutan Unmul

 Fahutan_unmul

 sekretariat@fahutan.unmul.ac.id

PROSIDING

Seminar Ilmiah Kehutanan Mulawarman 10 (SIKMA 10) 2021

Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman

Samarinda, 7 Desember 2021

Tema :

“Mencari Idealisme Konservasi Satwaliar: Antara Beban, Belenggu, Target dan Prioritas”

Pembicara :

Rachmat Budiwijaya Suba, S.Hut., M.Sc., Ph.D.

(Dosen Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman)

Fakultas Kehutanan

Universitas Mulawarman

Samarinda

PROSIDING

Seminar Ilmiah Kehutanan Mulawarman 10 (SIKMA 10) 2021

Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman

Panitia Pengarah :

Prof. Dr. R.R. Harlinda Kupradini., S.Hut., M.P.

Dr.rer.nat. Harmonis, S.Hut., M.Sc.

Dr. Erwin, S.Hut., M.P.

Dr.Hut. Yuliansyah, S.Hut., M.P.

Rachmat Budiwijaya Suba, S.Hut., M.Sc., Ph.D.

Prof. Dr. Ir. Rujehan, M.P.

Panitia Pelaksana :

Hj. Sulastri, S.Sos., M.Si.

Kusno, S.Pd., M.Pd.

Juanda, S.Sos., M.Si .

Hj. Endang Sariantina, SH.

Erika Deciarwarman, S.Hut., M.P.

Lukito Rini Damayanti, S.Hut.

Sutikno

Suhartono

Ashlikhatul Mahmudah, S.Hut.

Anderi Hasan, S.Hut.

Bambang S.

Agmi Sinta Putri, S.Si., M.Hut.

La Bano, S.H.

Ropiani

Fenny Putri Mariani Sofyan, S.Hut.

Noor Hidayatus Sa'adah

Editor :

Agmi Sinta Putri, S.Si., M.Hut.

Penyelenggara :

Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman
Kampus Gunung Kelua, Jl. Penajam Samarinda 75116
Telp : (0541) 735089, 749068
Fax : 735379
Email : sekretariat@fahutan.unmul.ac.id
Website : <https://fahutan.unmul.ac.id>

Penerbit :

Mulawarman University PRESS
Gedung LP2M Universitas Mulawarman
Jl. Krayan, Kampus Gunung Kelua
Samarinda – Kalimantan Timur – INDONESIA 75123
Telp/Fax : (0541) 747432
Email : mup.unmul@gmail.com

ISBN : 978-623-5262-03-1

Tahun terbit : 2022

Hak cipta dilindungi Undang-undang.

DAFTAR ISI

REVEGETASI LAHAN PASCA TAMBANG BATUBARA MENGGUNAKAN TANAMAN KALIANDRA MERAH (<i>Calliandra calothyrsus</i>) DENGAN INPUT LIMBAH KELAPA SAWIT PADA MEDIA TANAM (Absalom, Darul Aksa, Ibrahim).....	1
STUDI POPULASI BEKANTAN (<i>Nasalis larvtus</i>) DI AREA WADUK HUTAN LINDUNG SUNGAI WAIN BALIKPAPAN KALIMANTAN TIMUR (Andi Supriatmaja, Yaya Rayadin, Rachmat Budiwijaya Suba).....	12
PENGARUH JUMLAH LAPISAN TERHADAP SIFAT FISIKA DAN MEKANIKA KAYU LAMINA DARI JENIS KAYU RESAK (<i>Vatica rassak</i> Blume) DENGAN PEREKAT EPOXY (Andry Fransisco Alfredo Simbolon, Kusno Yuli Widiati, Irvin Dayadi).....	25
PENGARUH BEBAN DAN WAKTU KEMPA TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK PAPAN PARTIKEL SEKAM PADI DENGAN PEREKAT UREA FORMALDEHID (UF) (Cahya Primanegara, Irvin Dayadi, Rindayatno).....	34
KEHADIRAN JENIS MAMALIA TERESTRIAL PADA HABITAT RAWA GAMBUT MUARA SIRAN KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA (Andi Nur Alam, Rachmat Budiwijaya Suba).....	42
UJI KETAHANAN API KAYU SENGON (<i>Paraserianthes falcataria</i> L. Nielsen) BERDASARKAN LAMA PERENDAMAN DAN KONSENTRASI BAHAN PENGAWET BORAKS ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) (Dominikus Ahom, Irvin Dayadi, Zainul Arifin).....	51
PENGARUH DOSIS PUPUK NPK TERHADAP PERTUMBUHAN KAPUR (<i>Dryobalanops beccarii</i> Dyer) DI HUTAN PENELITIAN DAN PENDIDIKAN BUKIT SOEHARTO UNIVERSITAS MULAWARMAN (Firist Boxa Lumbanraja, Sukartiningasih, Wawan Kustiawan).....	68
PROSES PENGAWETAN TANPA TEKANAN MENGGUNAKAN BAHAN PENGAWET TEMBAGA SULFAT (CuSO_4) DENGAN KONSENTRASI YANG BERBEDA PADA KAYU KARET (<i>Hevea brasiliensis</i>) DAN UJI KETAHANAN TERHADAP RAYAP TANAH (<i>Subterranean termites</i>) (Laurensius Suhuk, Edy Budiarmo, Zainul Arifin).....	76
PENGAWETAN KAYU KETAPANG (<i>Terminalia catappa</i>) MENGGUNAKAN METODE SEDERHANA DAN BAHAN PENGAWET KAPUR BARUS DENGAN PELARUT MINYAK TANAH (Natalia Tokan Yo, Edy Budiarmo, Zainul Arifin).....	90
ANALISIS BIAYA PENYULINGAN MINYAK GAHARU BERSKALA INDUSTRI RUMAH TANGGA DI SAMARINDA (Skolastika Pebri Yani, Bernaulus Saragih, Rujehan).....	102
PEMANFAATAN DATA FOTO DRONE DALAM PEMBUATAN PETA KONTUR DI KAMPUNG LONG PAHANGAI II KECAMATAN LONG PAHANGAI KABUPATEN MAHAKAM ULU (Tomi Syaifullah, Heru Herlambang, Ali Suhardiman).....	111
PENGARUH PEMBERIAN BIOCHAR DAN BOKASHI TERHADAP PERTUMBUHAN JELAI (<i>Coix lacryma-jobi</i> L.) PADA LAHAN REHABILITASI PASCA TAMBANG BATUBARA DI SAMARINDA KALIMANTAN TIMUR (Corina Burara, Wahjuni Hartati, Syahrinudin).....	124
PRODUKTIVITAS PENYARADAN KAYU BULAT DENGAN TRAKTOR TR-015 PADA KELAS KELERENGAN BERBEDA DI PT BALIKPAPAN WANA LESTARI (Herbet, Dadang Imam Ghozali, Yosep Ruslim).....	137

PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP KEBERADAAN DAN FUNGSI HUTAN PENDIDIKAN UNIVERSITAS MULAWARMAN SAMARINDA (Ina Subiyanti, Syahrir, Bernaulus Saragih).....	146
KUALITAS PAPAN SEMEN PARTIKEL DARI SERAT SABUT KELAPA (<i>Cocos nucifera</i> L.) DENGAN VARIASI UKURAN PANJANG SERAT (Lukman Dwi Atmaja, Agus Nur Fahmi, Rindayatno)	158
KARAKTERISTIK IKLIM MIKRO DI HUTAN KOTA HOTEL MESRA SAMARINDA (Muhammad Rizki Akbar, Karyati, Muhammad Syafrudin).....	168
PENGARUH JUMLAH LAPISAN TERHADAP KUALITAS KAYU LAMINA DARI KAYU PANGSOR (<i>Ficus callosa</i> Willd.) DENGAN PEREKAT POLIVINIL ASETAT (Nixon Rumahorbo, Kusno Yuli Widiati, Irvin Dayadi)	178
KUALITAS BRIKET ARANG BERDASARKAN KOMPOSISI CAMPURAN SERBUK ARANG BATANG JAGUNG (<i>Zea mays</i>) DAN SERBUK ARANG KAYU BEKAS KEBAKARAN HUTAN SEKUNDER (Nuraeini, Rindayatno, Irvin Dayadi)	187
PENGARUH PERBEDAAN KONSENTRASI BIOCHAR DAN WAKTU PERENDAMAN BIOCHAR DALAM POC TERHADAP PH H₂O, PH KCL, KTK, DAN BULK DENSITY MEDIA TAMAN SPODOSOLS DAN ULTISOLS (Stella Serlyani, Syahrinudin, Wahjuni Hartati)	205
PEMETAAN KONDISI HIDRAULIKA SALURAN DI SUB DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) MUGIREJO (Oki Ricky Stevenly, Yohanes Budi Sulistioadi).....	218
STRUKTUR TEGAKAN DAN PENDUGAAN STOK CADANGAN KARBON PADA TAMAN DI KOTA SAMARINDA (STUDI KASUS TAMAN CERDAS, TAMAN SAMARENDAH DAN TAMAN SEJATI) (Rifaldi Salam, Fadjar Pambudhi, Hari Siswanto).....	228

PRAKATA

Puji dan Syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan Rahmat, Hidayah, dan Karunia-Nya sehingga prosiding Seminar Ilmiah Kehutanan Mulawarman 10 (SIKMA 10) tahun 2021 dapat diselesaikan.

Prosiding ini berisikan hasil penelitian yang telah diseminasikan dalam kegiatan SIKMA 10 yang telah dilaksanakan pada tanggal 7 Desember 2021. Kegiatan SIKMA dilaksanakan secara periodik untuk menyediakan wadah diseminasi atau sosialisasi hasil-hasil penelitian terutama dalam bentuk tugas akhir baik sarjana, magister, maupun doktor. Artikel dalam prosiding ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam perkembangan IPTEK khususnya di bidang kehutanan dan lingkungan, meningkatkan pemahaman organisasi/institusi bidang kehutanan terhadap prinsip kehutanan, dan meningkatkan kemitraan dengan organisasi bidang kehutanan dalam upaya pengelolaan hutan dan lingkungan.

Kami mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah berpartisipasi pada kegiatan SIKMA 10 tahun 2021, seluruh panitia yang telah bekerja keras dan membantu dalam terlaksananya kegiatan SIKMA 10 di lingkungan Fakultas Kehutanan dan penyusunan prosiding ini. Semoga prosiding ini mampu memberikan manfaat sebesar-besarnya kepada semua pihak.

Samarinda, Desember 2021

Dekan Fakultas Kehutanan

Universitas Mulawarman



Prof. Dr. RUDIANTO AMIRTA

NIP. 197210251997021001

MENCARI IDEALISME KONSERVASI SATWALIAR: ANTARA BEBAN, BELENGGU, TARGET DAN PRIORITAS

Rachmat Budiwijaya Suba
Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman
Kampus Gunung Kelua Jl. Penajam, Samarinda, Kalimantan Timur
*E-mail: rachmatsuba@gmail.com

ABSTRAK

Bagaimana model konservasi satwaliar yang ideal? Pencarian situasi yang ideal ini nampaknya akan terus berjalan seiring dengan kekhawatiran kita dan fakta bahwa proses degradasi habitat satwaliar terus berlangsung. Pendekatan spesies mungkin bisa efektif dan berhasil karena menjamin upaya yang lebih besar dan terfokus baik dari aspek finansial maupun pemikiran, walaupun di sisi lain, pendekatan spesies nampaknya hanya menjadi beban. Status perlindungan bukan belenggu bagi suatu jenis, namun memiliki motivasi besar dalam mendefinisikan eksistensi spesies dalam perspektif hukum, yang ujung-ujungnya berorientasi pada perlindungan ekosistem secara luas. Di era antroposen modern, konservasi tidak hanya mengevaluasi kelangsungan hidup spesies pada skala spasial, namun juga memperhitungkan faktor ekologi, sosial dan ekonomi yang akan diubah dan mengubah manusia pada suatu bentang alam.

Kata kunci: Model Konservasi, Pendekatan Spesies, Status Perlindungan, Bentang Alam

REVEGETASI LAHAN PASCA TAMBANG BATUBARA MENGGUNAKAN TANAMAN KALIANDRA MERAH (*Calliandra Calothyrsus*) DENGAN INPUT LIMBAH KELAPA SAWIT PADA MEDIA TANAM

Absalom, Darul Aksa*, Ibrahim

Falkultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jalan Ki Hajar Dewantara, PO Box 1013,
Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, 75119

E-mail : darulaksa18@gmail.com

ABTRACT

Coal mining activities have caused damaged land conditions, including unproductive, erosion and loss of topsoil. Then the use of palm oil waste is still not optimal, therefore it is necessary to study the use of oil palm waste as a provider of nutrients in post-coal mining land. The purpose of this study was to determine the effect of oil palm waste on soil chemical properties and plant growth of *Calliandra calothyrsus* in post-mining land. This study was designed using a completely randomized design pattern with treatment factors without treatment or only subsoil, treatment P1 subsoil 10 kg and oil palm solid waste 0.5 kg, P2 subsoil treatment 10 kg and palm oil solid waste 1 kg and treatment P3 subsoil 10. Kg and palm oil solid waste 2 kg. The results of this study indicate that the height growth of calliandra plants with the best value was found in the P3 treatment at 3 months after planting. The best diameter growth was also found at P3 at 3 months after planting. The effect of providing palm oil waste on soil properties causes the following: increasing soil pH, increasing soil organic matter content, increasing available P content, increasing N content, increasing soil CEC. This research is expected to be useful for restoring critical land after coal mining with palm oil waste at a dose of 2 kg/planting medium.

Key words: Revegetation, Post-Coal Mining Land, Palm Oil Waste, *Calliandra calothyrsus*, Red Calliandra Growth

ABSTRAK

Kegiatan penambangan batubara menyebabkan kondisi lahan rusak antara lain tidak produktif, terjadi erosi dan hilangnya lapisan top soil tanah. Kemudian pemanfaatan limbah kelapa sawit masih belum optimal, oleh sebab itu perlu dilakukan kajian pemanfaatan limbah kelapa sawit sebagai penyedia unsur hara di lahan pasca tambang batubara. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh limbah kelapa sawit terhadap sifat kimia tanah dan pertumbuhan tanaman *Calliandra calothyrsus* pada lahan pasca tambang. Penelitian ini dirancang dengan menggunakan pola Rancangan Acak Lengkap dengan faktor perlakuan tanpa perlakuan atau hanya subsoil, perlakuan P1 subsoil 10 kg dan limbah padat kelapa sawit 0,5 kg, perlakuan P2 subsoil 10 kg dan limbah padat kelapa sawit 1 kg dan perlakuan P3 subsoil 10 kg dan limbah padat kelapa sawit 2 kg. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi tanaman kaliandra merah dengan nilai terbaik terdapat pada perlakuan P3 pada 3 bulan setelah tanam. Pertumbuhan diameter terbaik juga terdapat pada P3 pada 3 bulan setelah tanam. Pengaruh pemberian limbah sawit pada sifat-sifat tanah menyebabkan hal-hal berikut: meningkatkan pH tanah, meningkatkan kandungan bahan organik tanah, meningkatkan kandungan P tersedia, meningkatkan kandungan N, meningkatkan KTK tanah. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk memulihkan lahan kritis pasca tambang batubara dengan limbah kelapa sawit dengan dosis 2 kg/media tanam.

Kata kunci: Revegetasi, Lahan Pasca Tambang Batubara, Limbah Kelapa Sawit, *Calliandra calothyrsus*, Pertumbuhan Kaliandra Merah

PENDAHULUAN

Kalimantan Timur merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki potensi sumberdaya alam yang sangat kaya termasuk bahan tambang. Salah satu hasil tambang dari Kalimantan Timur

adalah batubara. Tambang batubara merupakan salah satu produk andalan provinsi ini. Gubernur Kalimantan Timur menyebutkan di Kalimantan Timur terdapat 33 izin Perjanjian Karya Pengusahaan Penambangan Batubara (PKP2B) dan 1.386 izin Usaha Pertambangan (IUP) dengan produksi 220 juta ton per tahun.

Teknik Pertambangan batubara yang umum dilakukan di Kalimantan adalah teknik pertambangan terbuka (*open pit mining*) dengan metode gali-isi kembali (*back filling methods*). Kegiatan pertambangan terbuka menyebabkan hilangnya keanekaragaman hayati, terjadi degradasi pada daerah aliran sungai, perubahan bentuk aliran, perubahan bentuk lahan dan terlepasnya logam-logam berat yang dapat masuk ke lingkungan perairan. Hal ini menunjukkan bahwa perlu dilakukan upaya pemulihan lingkungan melalui reklamasi dan revegetasi (Luthfi, 2010).

Pelaksanaan reklamasi dan revegetasi lahan bekas tambang batubara di Kaltim telah menunjukkan kelemahan. Pertama, perbandingan luas lahan yang direklamasi dan direvegetasi terhadap lahan yang telah dibuka baru 41,56% pada izin PKP2B dan 36,70% dan 24,76% pada izin IUP (Anonim, 2015). Kedua, kualitas hasil reklamasi dan revegetasi menunjukkan hasil yang kurang memuaskan. Beberapa penelitian menunjukkan hasil yang kurang memuaskan tersebut utamanya pada usaha pertambangan batubara skala kecil.

Menurut Harjuni (2012), kegiatan reklamasi dan revegetasi lahan pasca tambang batubara, setiap 10 ha hanya mampu menurunkan limpasan permukaan sebesar 10,68%, dan menurunkan laju erosi tanah sebesar 51,15%, sehingga masih tetap terjadi degradasi lahan dan degradasi keseimbangan tata air di kawasan pertambangan batubara, kecuali pelaksanaan kegiatan reklamasi dan revegetasi diintensifkan pada lahan pasca tambang batubara tersebut.

Kaliandra merah (*Calliandra calothyrsus*) merupakan salah satu tanaman eksotik di Indonesia, termasuk jenis tanaman cepat tumbuh dan mudah tumbuh. Selain itu kaliandra merah juga merupakan jenis tanaman perintis yang dapat tumbuh di lahan miskin hara, miskin air dan bisa menyuburkan tanah melalui fiksasi nitrogen dalam tanah. *Calliandra calothyrsus* merupakan jenis yang unik dalam marganya karena penggunaannya yang luas secara internasional sebagai pohon serbaguna untuk wanatani. Jenis ini tidak tahan naungan dan cepat sekali kalah bersaing dengan vegetasi sekunder lain. Di tempat tumbuh aslinya, jenis ini hidup pada berbagai tipe tanah dan tampaknya tahan terhadap tanah yang agak masam dengan nilai pH sekitar 4,5 (Stewart dkk., 2001).

Limbah pabrik kelapa sawit mengandung bahan organik tinggi sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pembenah tanah. Menurut Maryani (2018), limbah pabrik kelapa sawit yaitu solid sangat baik untuk digunakan sebagai bahan pembenah tanah. *Decanter solid* merupakan salah satu limbah padat dari hasil pengolahan minyak sawit kasar. Limbah ini sudah dipisahkan dengan cairannya sehingga merupakan limbah padat (Mandiri, 2012). Dengan demikian diperlukan penelitian untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penggunaan limbah sawit tersebut sebagai bahan pembenah tanah pada lahan kritis pasca tambang batubara.

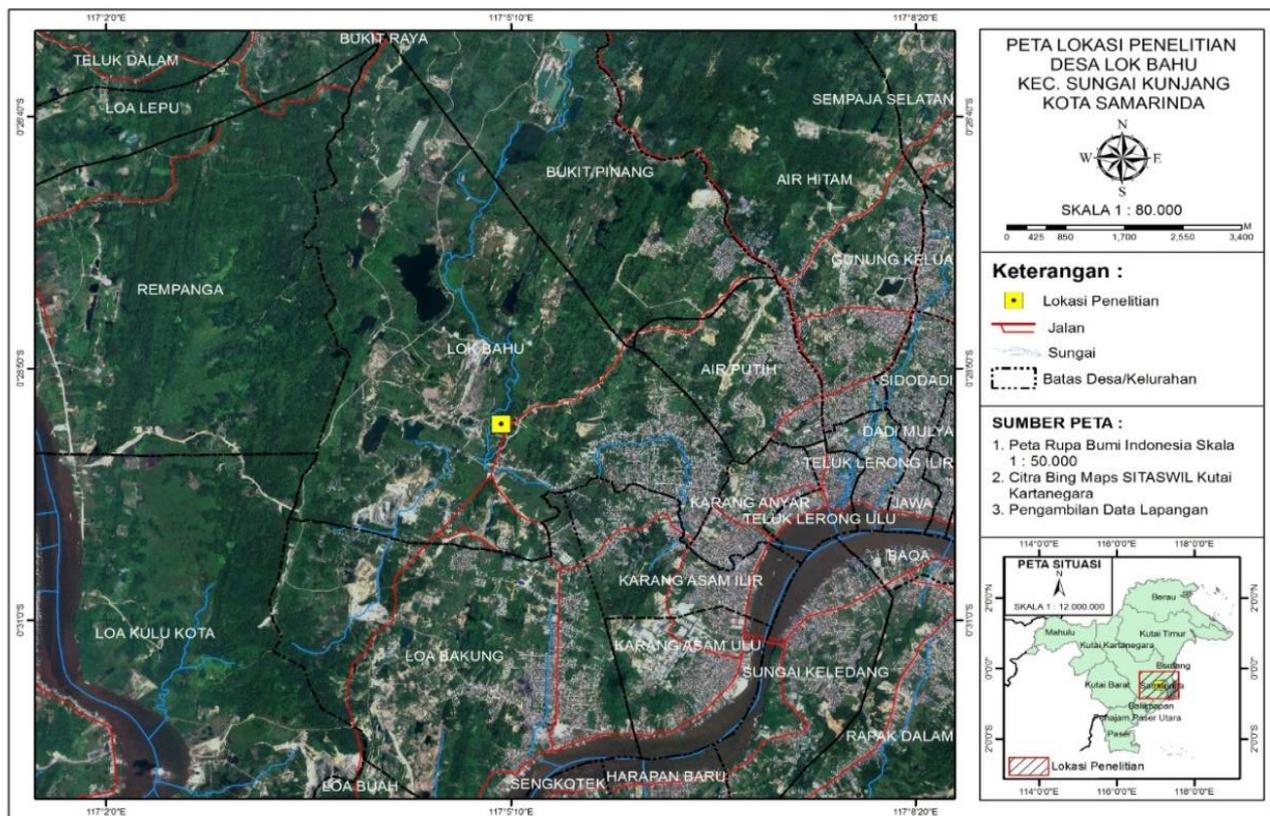
Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh limbah sawit terhadap perubahan sifat kimia tanah dengan penanaman tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*) di lahan pasca tambang batubara dan Untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah sawit terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*) di lahan pasca tambang batubara.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di area pasca tambang batubara PT. Transisi Energi Satunama yang terletak di Kelurahan Lok Bahu Kecamatan Sungai Kunjang, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan

Timur. Waktu yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah ± 5 bulan meliputi studi pustaka, persiapan alat dan bahan, pembuatan plot, penanaman, pengamatan dan pengolahan data.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di areal pasca tambang batubara PT. Transisi Energi Satunama

Prosedur Penelitian

a. Parameter pengamatan

Parameter yang berhubungan dengan kimia tanah yaitu pH, KTK, C Organik, N total, P tersedia Analisis sifat kimia tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah dan Nutrisi Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman dan parameter yang berhubungan dengan pertumbuhan tanaman Kaliandra Merah yang ditanam, meliputi pertambahan tinggi dan diameter.

b. Rancangan yang digunakan

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah RAL (Rancangan Acak Lengkap) berfaktor tunggal yakni limbah kelapa sawit yang dicampurkan dengan subsoil. Adapun rincian perlakuan tersebut sebagai berikut: P0 (Subsoil 10 kg), P1 (Subsoil 10 kg, Limbah Kelapa Sawit 0,5 kg), P2 (Subsoil 10 kg, Limbah Kelapa Sawit 1 kg), P3 (Subsoil 10 kg, Limbah Kelapa Sawit 2 kg). Selanjutnya setiap perlakuan tersebut diulang sebanyak 3 kali, sehingga menghasilkan sebanyak 12 satuan perlakuan yang diteliti.

c. Langkah kerja

Langkah kerja yang pertama adalah studi pustakan, orientasi lapangan, penentuan lokasi dan pembuatan plot, proses penelitian, pengukuran dan pengumpulan data dan pelaksanaan pengamatan

Pengamatan dilakukan pada variabel tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*), secara rinci adalah sebagai berikut : Variabel tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*), yaitu :

- 1) Tinggi pohon: cara pengukuran yaitu dengan menggunakan/penggaris dan tongkat sepanjang 200 cm. Pengukuran dilakukan dari permukaan tanah hingga pucuk daun tertinggi. Pengukuran

dilaksanakan setiap bulan setelah dilakukan penanaman.

2) Diameter pohon: cara pengukuran dengan menggunakan microkaliper. Pengukuran dilaksanakan setiap bulan setelah tanam.

Pengamatan juga dilakukan pada sifat kimia meliputi pH, KTK, C organik, N total, P tersedia, pada pra penanaman dan 3 (tiga) bulan setelah penanaman.

d. Analisis Data dan Penyajiannya

Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan diagram batang guna mempermudah dalam melakukan kajian. Selanjutnya, data yang diperoleh dari setiap perlakuan akan dianalisis dengan sidik ragam dan jika terdapat pengaruh nyata (berdasarkan uji F) akan dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf 5%.

Berikut ini gambaran mengenai penyusunan data hasil perhitungan dan pengukuran untuk masing-masing tingkat perlakuan:

Tabel 1. Data Hasil (simbolik) Pengamatan dan Pengukuran untuk Masing- masing Tingkat Perlakuan

Perlakuan (SR)	Ulangan (U)			Total (T SRU)	Rataan (\bar{y} SR)
	1	2	3		
P0R	P0R1	P0R2	P0R3	TPR ₀	\bar{y} PR ₀
P1R	P1R1	P1R2	P1R3	TPR ₁	\bar{y} PR ₁
P2R	P2R1	P2R2	P2R3	TPR ₂	\bar{y} PR ₂
P3R	P3R1	P3R2	P3R3	TPR ₃	\bar{y} PR ₃

Jumlah unit percobaan = $P \times r = 4 \times 3 = 12$

Nilai-nilai pengamatan untuk percobaan ini diberi simbol PR_{ij}, dimana :

i = Ulangan ke -i (i = 1, 2, 3, ..., r)

j = Ulangan ke-j (j = 0, 1, 2, ..., t)

Dari data yang dikumpulkan, kemudian diolah dengan menggunakan rumus-rumus berikut ini :

1. Faktor Koreksi (FK)

$$FK = T_{ij}^2 / (a \times r)$$

Dimana :

A = Jumlah perlakuan P

R = Banyaknya ulangan

2. Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JKT = \sum (\bar{y}_{ij})^2 - FK$$

$$\text{Dimana} = (P1R1)^2 + (P1R2)^2 + (P1R3)^2 + \dots + (P3R3)^2$$

3. Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$JKP = \left(\sum \frac{T_{ij}}{r} \right)^2 - FK$$

$$\text{Dimana} = [Tot P0 R]^2 + [Tot P1R]^2 + [Tot P2R]^2 + [Tot P3R]^2$$

4. Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP$$

Hasil-hasil perhitungan jumlah kuadrat semua sumber keragaman tersebut, kemudian disusun kedalam tabel analisis keragaman, seperti yang tercantum pada Tabel berikut.

Tabel 2. Model Sidik Ragam Tingkat Perlakuan

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Rataan	F _{Hitung}	F _{Tabel 0.05}
Perlakuan (a)	(a-1)	JKA	KRA/KRG	KRA/KRG	4,07
Galat	(ar-1)-(a-1)	JKG	KRG/3	-	
Total	(axr)-1	JKT	-	-	

Keterangan: a= Jumlah Perlakuan, b= Pengulangan

Berdasarkan tabel sidik ragam tersebut, disusun pengujian sebagai berikut :

- Jika $F_{Hitung} \leq F$ tabel 0.05
Efek antar tingkat faktor atau efek interaksi tingkat faktor tidak berbeda nyata.
- Jika $F_{Hitung} \geq$ tabel 0.05
Efek antar perlakuan menunjukkan perbedaan nyata dan dilanjutkan dengan uji T pada taraf 5% dengan rumus berikut.

$$BNT = t (0.05/0.01) \sqrt{\frac{2 \times KRG}{r}}$$

BNT : Uji Beda Nyata Terkecil

KRG : Kuadrat Rataan Galat

t : Tabel menurut Distribution of Probability untuk tingkat 0.05 dan 0.01

r : Jumlah Ulangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Tinggi Tanaman Kaliandra Merah

Tabel 3. Pertumbuhan Pertambahan Tinggi (cm) Tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*)

Perlakuan	Rataan Bulan ke 1 (cm)	Rataan Bulan ke 2 (cm)	Rataan Bulan ke 3 (cm)
P0	6,0a	8,2a	12,8a
P1	13,7b	32,9b	24,7ab
P2	14,1b	29,7b	19,1b
P3	23,7c	56,9c	51,1c

Keterangan : P0: Sub soil 10 kg, P1: Sub soil 10 kg limbah sawit 0,5 kg, P2: Sub soil 10 kg limbah sawit 1 kg, P3: Sub soil 10 kg limbah sawit 2 kg. R1 R2 dan R3: ulangan 1, 2, dan 3. a: berbeda nyata dengan semua perlakuan, b: tidak beda nyata antara perlakuan P1 dan P2, c: berbeda nyata dengan semua perlakuan

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan bahwa nilai rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman kaliandra merah (*Calliandra calothyrsus*) 1 bulan sejak di tanam memperlihatkan bahwa, perlakuan dengan menggunakan P3 menunjukkan nilai tertinggi yaitu 23,7 cm, diikuti oleh perlakuan P2 dengan nilai 14,1 cm, selanjutnya perlakuan P1 dengan nilai 13,7 cm, kemudian perlakuan P0 dengan nilai 6,0 cm.

Dari hasil analisis sidik ragam (Anova) untuk mengetahui pertumbuhan tinggi tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*) 1 bulan sejak ditanam. Hasilnya menunjukkan bahwa F hitung lebih besar dari F tabel yang mengindikasikan bahwa perlakuan berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tinggi tanaman. Kemudian dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk melihat perbandingan diantara semua perlakuan.

Hasil rata-rata pertumbuhan tinggi dengan perlakuan P3 (sub soil 10 kg dan limbah sawit 2 kg) berbeda nyata dengan semua perlakuan, hal ini diduga karena adanya bahan organik yang cukup sehingga dapat mendorong pertumbuhan tinggi tanaman kaliandra merah (*Calliandra Callothyrsus*) menjadi lebih baik.

Kemudian rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*) 2 bulan sejak tanam, nilai rata-rata pertumbuhan tertinggi di jumpai pada perlakuan P3 (sub soil 10 kg limbah sawit 2 kg) dengan tinggi 56,9 cm. Selanjutnya perlakuan P1 (sub soil 10 kg limbah sawit 0,5 kg) dengan tinggi 32,9 cm. Kemudian perlakuan P2 (sub soil 10 kg limbah sawit 1 kg) dengan tinggi 29,7 cm. Pertambahan pertumbuhan tinggi terendah terdapat pada perlakuan P0 (sub soil 10 kg) dengan tinggi 8,2 cm.

Hasil rata-rata pertumbuhan tinggi dengan perlakuan P3 (sub soil 10 kg dan limbah sawit 2 kg) berbeda nyata dengan semua perlakuan yang lain. Hasil ini tidak jauh berbeda dengan hasil pengukuran pada 1 bulan sejak tanam. Hal yang berbeda pada tahap ini adalah perlakuan P1 (sub soil 10 kg limbah sawit 0,5 kg) lebih tinggi daripada perlakuan P2 (sub soil 10 kg limbah sawit 1 kg) walaupun tidak berbeda nyata. Keadaan ini diduga karena ketersediaan hara yang cukup baik pada perlakuan tersebut sehingga pertambahan pertumbuhan tinggi tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*). Hal ini sejalan dengan Jenny dan Suwadi (1999), menyatakan bahwa limbah sludge atau lumpur padat dapat digunakan sebagai kompos karena memiliki bahan humus dan kandungan hara.

Dari hasil analisis sidik ragam (Anova) untuk mengetahui pengaruh tinggi tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*) 2 bulan sejak tanam. Hasilnya menunjukkan bahwa F hitung lebih besar dari F tabel yang mengindikasikan bahwa perlakuan berpengaruh signifikan terhadap pertambahan tinggi tanaman.

Hasil yang didapat setelah melakukan uji BNT menunjukkan bahwa perlakuan P0 berbeda nyata dengan semua perlakuan. Perlakuan P1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2. Kemudian perlakuan P3 berbeda nyata dengan semua perlakuan. Yang membedakan dari hasil dari pertumbuhan tinggi tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*) pada 2 bulan sejak tanam adalah perlakuan P1 lebih tinggi daripada perlakuan P2 walaupun tidak berbeda nyata antara kedua perlakuan tersebut.

Selanjutnya nilai rata-rata pertambahan pertumbuhan tinggi tanaman Kaliandra merah (*Calliandra calothyrsus*) 3 bulan setelah tanam. Nilai rata-rata tertinggi sampai dengan terendah yaitu perlakuan P3 dengan nilai 51,1 cm, perlakuan P1 dengan nilai 24,7 cm, perlakuan P2 dengan nilai 19,1 cm dan kontrol dengan nilai 12,8 cm.

Dari hasil analisis sidik ragam (Anova) untuk mengetahui pengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*) 3 bulan sejak ditanam. Hasilnya menunjukkan bahwa F hitung lebih besar dari F tabel yang mengindikasikan bahwa perlakuan berpengaruh signifikan terhadap pertambahan tinggi tanaman. Karena F hitung lebih besar dari F tabel maka uji BNT (Beda Nyata Terkecil) dilakukan untuk melihat perbandingan diantara semua perlakuan. Hasil yang didapat setelah melakukan uji BNT menunjukkan bahwa perlakuan P0 tidak berbeda nyata atau sama dengan perlakuan P2. Kemudian perlakuan P1 dan perlakuan P2 juga demikian tidak berbeda nyata. Selanjutnya pada perlakuan P3 berbeda nyata dengan semua perlakuan yang dilakukan.

Hasil nilai rata-rata pertambahan pertumbuhan tinggi tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*) 3 bulan sejak tanam sama dengan pada saat tanam 2 bulan setelah tanam. Mulai dari 1 bulan sejak tanam sampai dengan 3 bulan sejak tanam menunjukkan bahwa nilai rata-rata perlakuan P3 (sub soil 10 kg limbah sawit 2 kg) selalu konsisten atau berbeda nyata dengan perlakuan yang lain. Hal ini diduga karena dosis yang sesuai sehingga ketersediaan unsur hara cukup untuk tanaman dan dapat mempercepat laju pertumbuhan tinggi tanaman Kaliandra merah (*Calliandra calothyrsus*).

Pertambahan Diameter Tanaman Kaliandra Merah

Tabel 4. Pertumbuhan Diameter (mm) Tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*)

Perlakuan	Rataan Bulan ke 1 (mm)	Rataan Bulan ke 2 (mm)	Rataan Bulan ke 3 (mm)
P0	1,5a	1,8a	1,1a
P1	3,0a	3,6ab	1,8ab
P2	3,5b	3,2b	2,6b
P3	4,2b	6,1c	3,9c

Keterangan: P0 = Sub soil 10 kg, P1 = Sub soil 10 kg limbah sawit 0,5 kg, P2 = Sub soil 10 kg limbah sawit 1 kg, P3 = Sub soil 10 kg limbah sawit 2 kg. R1 R2 dan R3 = ulangan 1, 2, dan 3. a = tidak berbeda nyata antara perlakuan P0 dan perlakuan P1, b = tidak berbeda nyata perlakuan P2 dan perlakuan P3

Berdasarkan Tabel di atas menunjukkan bahwa nilai rata-rata diameter tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*) dengan menggunakan perlakuan P3 (sub soil 10 kg limbah sawit 2 kg) merupakan nilai rata-rata terbesar pada saat 1 bulan sejak ditanam dengan nilai 4,2 mm. Kemudian diikuti oleh perlakuan P2 (sub soil 10 kg limbah sawit 1 kg) dengan nilai rata-rata 3,5 mm. Selanjutnya perlakuan P1 (sub soil 10 kg limbah sawit 0,5 kg) memiliki nilai rata-rata 3,0 mm dan perlakuan kontrol P0 (sub soil 10 kg) merupakan nilai rata-rata terkecil yaitu 1,5 mm.

Dari hasil analisis sidik ragam (Anova) untuk mengetahui pengaruh pertambahan diameter tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*) 1 bulan sejak tanam. Hasilnya menunjukkan bahwa F hitung lebih besar dari F tabel yang mengindikasikan bahwa perlakuan berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan diameter tanaman. Dengan melihat F hitung lebih besar dari F tabel maka uji BNT (Beda Nyata Terkecil) dilakukan untuk melihat perbandingan di antara semua perlakuan.

Hasil uji BNT menunjukkan bahwa perlakuan P0 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P1, kemudian perlakuan P2 dan perlakuan P3 tidak berbeda nyata pula. Hal ini memberikan gambaran bahwa semua perlakuan yang menggunakan limbah sawit baik itu perlakuan P1, P2 dan P3 memiliki respon positif pada pertumbuhan diameter batang tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*). Hal ini diduga akar yang mulai menyerap unsur hara yang tersedia dengan cukup sehingga terjadi pembelahan sel yang berpengaruh langsung pada diameter tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*). Dugaan ini selaras dengan Sarief (1986) menyatakan bahwa ketersediaan unsur hara yang dapat diserap tanaman merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan diameter tanaman yang akan memicu pembelahan sel yang berpengaruh terhadap diameter batang.

Selanjutnya rata-rata pertambahan diameter tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*) pada perlakuan P3 (sub soil 10 kg limbah sawit 2 kg) masih merupakan nilai rata-rata terbesar pada 2 bulan sejak ditanam. Dengan nilai sebesar 6,2 mm. Kemudian diikuti oleh perlakuan P1 (sub soil 10 kg limbah sawit 0,5 kg) dengan nilai rata-rata 3,6 mm. Selanjutnya perlakuan P2 (sub soil 10 kg limbah sawit 1 kg) memiliki nilai rata-rata 3,2 mm dan perlakuan kontrol P0 (sub soil 10 kg) merupakan nilai rata-rata terkecil yaitu 1,5 mm. Dari tabel di atas dapat kita lihat bahwa perbedaan dari hasil pengukuran diameter tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*) pada bulan kedua ini terletak pada perlakuan P1 yang lebih unggul sedikit dibandingkan perlakuan P2 sedangkan pada hasil pengukuran pada 1 bulan sejak tanam perlakuan P2 lebih unggul dari pada perlakuan P1.

Dari hasil analisis sidik ragam (Anova) untuk mengetahui pengaruh terhadap diameter tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*) 2 bulan sejak ditanam. Hasilnya menunjukkan bahwa F hitung lebih besar dari F tabel yang mengindikasikan bahwa perlakuan berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan diameter tanaman. Dengan melihat F hitung lebih besar dari F tabel maka uji BNT (Beda Nyata Terkecil) dilakukan untuk melihat perbandingan di antara semua perlakuan. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa perlakuan P0 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P1. Kemudian perlakuan P1

dan perlakuan P2 juga demikian. Selanjutnya perlakuan P3 berbeda nyata dengan semua perlakuan mulai dari perlakuan P0, P1, dan P2.

Dari penjelasan dan tabel di atas dapat kita lihat bahwa perlakuan P3 masih konsisten atau masih merupakan nilai rata-rata tertinggi pada 2 bulan setelah tanam. Perlakuan P0, P1 dan P2 masih sama dengan pada saat 1 bulan sejak tanam. Walaupun ada sedikit perbedaan yaitu perlakuan P1 lebih unggul sedikit dari perlakuan P2. Meningkatnya pertumbuhan diameter tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*) pada perlakuan P3 diduga karena adanya limbah sawit sebanyak 2 kg yang dicampurkan dengan sub soil, maka media tanam menyediakan unsur hara yang cukup bagi tanaman sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan vegetatif atau diameter batang. Hal ini sejalan dengan pernyataan Soewandita (2003) yang menyatakan bahwa meningkatnya ketersediaan hara dalam tanah akibat penambahan pupuk organik dan anorganik akan merangsang pertumbuhan vegetatif menjadi lebih baik.

Kemudian nilai rata-rata tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*) dengan menggunakan perlakuan P3 (sub soil 10 kg limbah sawit 2 kg) masih tetap sama dengan pada saat 1 bulan dan 2 bulan setelah ditanam yang merupakan nilai rata-rata terbesar pada saat 3 bulan sejak ditanam dengan nilai rata-rata 3,9, mm. Kemudian perlakuan P2 (sub soil 10 kg limbah sawit 1 kg) dengan nilai rata-rata 2,6 mm. Selanjutnya perlakuan P1 (sub soil 10 kg limbah sawit 0,5 kg) memiliki nilai rata-rata 1,8 mm dan perlakuan kontrol P0 (sub soil 10 kg) merupakan nilai rata-rata terkecil yaitu 1,1 mm. Yang membedakan pada 3 bulan setelah ditanam ini dapat dilihat pada nilai rata-rata perlakuan P2 yang lebih tinggi dibanding perlakuan P1 sedangkan perlakuan pada bulan kedua setelah penanaman perlakuan P1 lebih tinggi dibandingkan perlakuan P2.

Dari hasil analisis sidik ragam (Anova) untuk mengetahui pengaruh terhadap diameter tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*) 3 bulan sejak ditanam. Hasilnya menunjukkan bahwa F hitung lebih besar dari F tabel yang mengindikasikan bahwa perlakuan berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan diameter tanaman. Dengan melihat F hitung lebih besar dari F tabel maka uji BNT (Beda Nyata Terkecil) dilakukan untuk melihat perbandingan diantara semua perlakuan. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa perlakuan P0 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P1. Kemudian perlakuan P1 dan perlakuan P2 juga tidak berbeda nyata. Selanjutnya perlakuan P3 sama pada saat 1 bulan dan 2 bulan setelah ditanam yaitu berbeda nyata dengan semua perlakuan mulai dari perlakuan P0, P1, dan P2.

Pada penjelasan yang dapat dilihat bahwa selama 3 bulan setelah tanam menunjukkan pertumbuhan diameter yang baik pada tanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*) dan perlakuan P3 (sub soil 10 kg limbah sawit 2 kg) berbeda nyata atau signifikan dengan perlakuan lainnya hal ini diduga karena dosis limbah sawit yang banyak sehingga ketersediaan hara perlakuan P3 lebih pula. Sehingga perkembangan akar lebih cepat dan mempengaruhi pertumbuhan diameter. Dugaan ini didukung dengan Vitta (2014) yang menyatakan untuk mempercepat perkembangan perakaran, maka unsur hara harus dapat memacu proses pembelahan sel dan metabolisme tanaman sehingga mendorong laju pertumbuhan tanaman diantaranya perkembangan diameter batang.

Sifat Kimia Tanah

Tabel 5. Nilai Sifat Kimia Tanah Sebelum Penanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*)

No	Kode Sampel	pH (H ₂ O)	C Organik (%)	P Tersedia (ppm)	KTK (me/100g)	N Total (%)
1	1P0	4,15	1,29	7,45	6,60	0,40
2	1P1	4,79	1,24	8,31	9,04	0,31
3	1P2	4,66	1,15	13,27	11,64	0,23
4	1P3	4,72	1,68	18,29	17,64	0,63

Tabel 6. Nilai Sifat Kimia Tanah Sesudah Penanaman Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*)

No.	Kode Sampel	pH (H ₂ O)	C Organik (%)	P Tersedia (ppm)	KTK (me/100g)	N Total (%)
1	2P0	4,31	1,20	8,98	7,80	0,15
2	2P1	4,21	2,79	10,31	10,12	0,17
3	2P2	5,09	2,10	16,19	10,56	0,14
4	2P3	5,18	3,45	21,96	11,44	0,18

Pada Tabel di atas terlihat bahwa tanah yang diambil sebelum ditanam memiliki nilai pH H₂O masing-masing perlakuan P0 = 4,15, P1 = 4,79, P2 = 4,66 dan P3 = 4,72. Kemudian nilai pH H₂O tanah 3 bulan setelah ditanam dengan tanaman *Calliandra Calothyrsus* nilai pH pada perlakuan P0 meningkat sebesar 0,16 unit sehingga nilai pH menjadi 4,31. Pada perlakuan P2 juga mengalami peningkatan nilai pH sebesar 0,43 unit sehingga nilai pH menjadi 5,09. Hal yang sama juga terjadi pada perlakuan P3 dengan nilai peningkatan pH sebesar 0,46 unit jadi nilai pH menjadi 5,18. Hal serupa juga terjadi pada perlakuan P1 dimana nilai pHnya meningkat 0,41 unit. Semua perlakuan setelah penanaman tergolong masam (berdasarkan kriteria sifat kimia tanah, PPT 1983).

Kenaikan nilai pH tanah pada perlakuan P1, P0, P2, P3 diduga karena adanya bahan organik pada media tanam. Menurut Hakim (2006) dan Mukhlis dkk (2011) pemberian bahan organik pada media tanam akan meningkatkan nilai pH tanah, karena bahan organik memiliki kemampuan mengkelat logam Al³⁺ sehingga tidak terjadi reaksi hidrolisis Al³⁺, dimana dari reaksi hidrolisis Al³⁺ menghasilkan ion H⁺ yang dapat mengasamkan tanah. Ditambahkan Pandapotan dkk (2017) menyatakan pemberian limbah lumpur padat (*sludge*) sawit dapat meningkatkan pH tanah.

Hasil analisis C organik menunjukkan bahwa setelah penanaman pada perlakuan P0 termasuk kategori rendah, perlakuan P1 dan perlakuan P2 termasuk dalam kategori sedang, perlakuan P3 termasuk kategori tinggi. Kemudian sebelum penanaman perlakuan P0, P1, P2 dan P3 termasuk dalam kategori rendah. Peningkatan kandungan C organik pada perlakuan ini diduga karena percampuran antara sub soil dan limbah sawit dengan dosis yang berbeda-beda tiap perlakuan. Semakin tinggi dosis limbah sawit yang diberikan maka semakin tinggi pula peningkatan kandungan C organiknya. Hal ini sejalan dengan pendapat Utami dan Handayani (2003) menyebutkan bahwa dengan pemberian bahan organik dapat meningkatkan kandungan C organik pada tanah. Karbon merupakan sumber makanan mikroorganisme tanah, sehingga keberadaan C organik dalam tanah akan memacu kegiatan mikroorganisme kemudian meningkatkan proses dekomposisi tanah dan juga reaksi-reaksi yang memerlukan bantuan mikroorganisme, misalnya pelarutan P dan fiksasi N.

Pada perlakuan P2 terjadi peningkatan kandungan C organik dari 1,15 % sebelum penanaman menjadi 2,10 % setelah penanaman. Perlakuan P3 juga demikian dari 1,68 % menjadi 3,45 %. Hal tersebut terjadi diduga karena kandungan bahan organik yang diberikan oleh limbah kelapa sawit tersebut masih cukup tersedia.

Kemudian nilai P tersedia sebelum penanaman termasuk dalam kategori rendah, kecuali pada perlakuan P0 dan P1 Sangat Rendah. Nilai dari setiap perlakuan masing-masing adalah P0 = 7,45, P1 = 8,31 Perlakuan P2 = 13,27, P3 = 18,29. Kemudian setelah dilakukan penanaman hasil analisis P tersedia meningkat pada setiap perlakuan walaupun tidak begitu signifikan serta masih dalam kategori yang sama yaitu rendah kecuali perlakuan P0 sangat rendah. Hasil setelah 3 bulan penanaman perlakuan P0=8,98, perlakuan P1 = 10,31, perlakuan P2 = 16,19, perlakuan P3 = 21,96.

Terjadinya peningkatan pada hasil pengukuran setelah 3 bulan penanaman diduga karena terdapat unsur P pada limbah padat kelapa sawit sehingga dapat menambah unsur P pada media tanam, kemudian P tersedia meningkat atau secara tidak langsung membantu pelepasan P yang terfiksasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Suntoro (2003) bahwa penambahan bahan organik dapat meningkatkan

ketersediaan P secara langsung melalui proses mineralisasi atau secara tidak langsung dengan membantu pelepasan P yang terfiksasi.

Selanjutnya nilai N total sebelum penanaman pada perlakuan P0, P1, P2 dengan status yang sama yaitu sedang, sedangkan perlakuan P3 berstatus tinggi. Setelah 3 bulan penanaman semua perlakuan memiliki status yang rendah. Hal ini diduga terjadi karena diserap oleh tanaman, digunakan oleh mikroorganisme dan hilang N juga mudah tercuci oleh adanya air hujan utamanya dalam bentuk NO_3^- . Fertilasi udara yang baik juga dapat terjadi proses denitrifikasi dan juga volatilisasi dalam bentuk NH_3 (Hardjowigeno, 2003). Hal ini juga dikuatkan oleh pendapat Haryatno dkk (2001) yang menyatakan diperkirakan nitrogen yang hilang, diantaranya terbawa aliran permukaan (*run-off*), menguap (*volatilization*) dan meresap ke bawah (*leaching*).

Nilai KTK sebelum penanaman pada perlakuan P0 = 6,60 me/100g, P1 = 9,04 me/100g, P2 = 11,64 me/100g, masuk dalam kategori rendah. Sedangkan perlakuan P3 = 17,64 me/100g termasuk dalam kategori sedang. Kemudian setelah penanaman nilai KTK pada perlakuan P0=7,80 me/100g, P1 = 10,12 me/100g, P2 = 10,56 me/100g, dan P3 = 11,44 me/100g. Semuanya perlakuan termasuk dalam kategori rendah.

Pada perlakuan P0 nilai KTK pada sebelum penanaman mengalami kenaikan dari 6,66 menjadi 7,80 setelah penanaman. Demikian juga perlakuan P1 yang mengalami kenaikan walaupun masih dalam kategori rendah. Terjadinya kenaikan ini diduga karena bahan organik pada tanah yang bersumber dari limbah sawit telah terurai menjadi koloid organik. Hal ini menjadi sumber muatan negatif tanah. Hal ini sejalan dengan pendapat Muyassir dkk (2017) sehingga dengan tingginya bahan organik, maka muatan koloid tanah menjadi bertambah dan meningkatkan KTK tanah.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diambil berdasarkan hasil penelitian selama 3 bulan adalah Pengaruh pemberian limbah sawit terhadap pertumbuhan tinggi Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*) menunjukkan nilai rata-rata tertinggi dijumpai pada perlakuan P3 (dengan dosis 2 kg/media tanam). Kondisi ini terjadi pada semua tahap pengukuran (1, 2 dan 3). Pengaruh pemberian limbah sawit terhadap pertumbuhan diameter Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*) serupa dengan pertumbuhan tinggi yakni, nilai rata-rata terbesar dijumpai pada perlakuan P3 (dengan dosis 2 kg/media tanam). Kondisi ini terjadi pada semua tahap pengukuran (1, 2 dan 3). Dan pengaruh pemberian limbah sawit pada sifat-sifat tanah menyebabkan hal-hal berikut: meningkatkan pH tanah, meningkatkan kandungan bahan organik tanah, meningkatkan kandungan P tersedia, meningkatkan kandungan N, meningkatkan KTK tanah. Hal ini karena limbah tersebut kaya akan bahan organik.

DAFTAR PUSTAKA

- Harjuni. 2012. Evaluasi Kondisi Hidrologi Pada Kawasan Pertambangan Batubara PT. Bukit Baiduri Energi dan PT. Mahakam Sumber Jaya di Kalimantan Timur. Disertasi. 228 Hal.
- Harjowigeno S. 2003. Ilmu Tanah Akademika Presindo. Jakarta.
- Lutfhi A. 2010. Kajian Pelaksanaan Reklamasi Lahan Bekas Tambang Pada PT. Mahakam Sumber Jaya di Kalimantan Timur.
- Mukhlis, Sarifuddin, Hanum H. 2011. Kimia Tanah. Teori dan Aplikasi. USU Press. Medan.
- Maryani AT. 2018. Efek Pemberian Decanter Solid terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dengan Media Tanah Bekas Tambang Batu Bara di Pembibitan Utama. Caraka Tani Journal of Sustainable Agriculture, 33(1): 50-56.
- Sarief ES. 1986. Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian. Pustaka Buana. Bandung
- Stewart J, Mulawarman, Roshetko JM, Powell MH. 2001. Produksi dan pemanfaatan kaliandra

(*Calliandra calothyrsus*): Pedoman lapang. International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF), Bogor, Indonesia dan Winrock International, Arkansas, AS. 63 Hal.

Suharno. 2019. Pemanfaatan Lumpur Sungai dan Serbuk Gergajian Pohon Sengon Sebagai Bahan Pembenh Tanah Pada Kegiatan Reklamasi Lahan Pasca Tambang Batubara. Skripsi Sarjana Kehutanan. Universitas Mulawarman. Samarinda.

Suntoro. 2003. Peranan Bahan Organik terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya. UNS Press. Surakarta.

Utami SN, Handayani S. 2003. Sifat Kimia Entisol pada Sistem Pertanian Organik. Ilmu Pertanian, 10(2): 63-69.

Vitta PM. 2012. Analisis Kandungan Hara N dan P Serta Klorofil Tebu Transgenik IPB 1 yang Ditanam Dikebun Percoban PG Djatitirto, Jawa Timur. Fakultas Pertanian IPB. Bogor.

STUDI POPULASI BEKANTAN (*Nasalis larvatus*) DI AREA WADUK HUTAN LINDUNG SUNGAI WAIN BALIKPAPAN KALIMANTAN TIMUR

Andi Supriatmaja, Yaya Rayadin*, Rachmat Budiwijaya Suba

Falkultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jalan Ki Hajar Dewantara, PO Box 1013,
Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, 75119

Email: thegue97@gmail.com

ABSTRACT

This research aims to study *Nasalis larvatus* population in the Dam Area of Sungai Wain Protection Forest. The research was conducted in two months. The group observation was conducted by direct observation by walking down the river. There were two occasions of data collection per day, i.e. at 05.30-07.00 CIT and at 16.30-18.00 CIT. Once encountered, the group was identified by examining at body size and physical feature differences within groups, following Yeager (1989 and 1990). Group identity then is based on the presence of distinctive individuals as markers, as well as sex and age structure of the group. Seven groups of one male group (OMG) structure were observed in the Dam Area of Sungai Wain Protection Forest, ranging from 4 to 15 individuals per group ($x = 12,57 + 3,95$ individuals). There was one band consisting of two nearest groups in the Dam Area of Sungai Wain Protection Forest. The total population of *N. larvatus* surround the Dam Area of Sungai Wain Protection Forest was about 88 individuals, comprised about 7 adult males, 17 sub-adult males, 14 adult females, 14 sub-adult females, 32 adolescents, and 4 infants. Therefore, the ratio of adults, sub-adults, adolescents and infants was about 23,86% : 35,23% : 36,36% : 4,55%, showing relatively high proportion of sub-adults and adolescents in the population structure of *N. larvatus*. Sex ratio was about 1 : 2.

Keywords: *Nasalis larvatus*, direct observation, individual marker, one male group, dam area of Sungai Wain Protection Forest

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi populasi Bekantan yang terdapat di area Waduk Sungai Wain Balikpapan. Observasi Bekantan dilakukan dengan metode pengamatan secara langsung (*direct observation*) dengan menyusuri sungai. Pengamatan ini dilakukan dalam waktu 2 bulan, identifikasi dilakukan dengan mengamati kelompok yang dijumpai, dengan cara mengamati perbedaan ukuran dan ciri fisik individu dalam kelompok. Dalam sehari dilaksanakan 2 kali pengamatan yaitu pukul 05.30-07.00 WITA dan pukul 16.30-18.00 WITA. Identifikasi kelompok mengacu pada studi yang dilakukan oleh Yeager (1989 dan 1990). Identitas kelompok didasarkan pada kehadiran individu penanda (*marker*) yang telah diketahui, ditambah komposisi jenis kelamin dan umur dari kelompok tersebut. Berdasarkan hasil penelitian, 7 Kelompok Bekantan berhasil teramati di area Waduk Sungai Wain Balikpapan, keseluruhannya merupakan one male group (OMG), dengan ukuran berkisar antara 4-15 individu ($x = 12,57 + 3,95$ individu). Ketujuh kelompok merupakan OMG "sejati". Terdapat 1 band di area waduk Sungai Wain, yang terdiri dari dua kelompok yang saling berdekatan. Ukuran populasi Bekantan yang teramati di area Waduk Sungai Wain yaitu 88 individu, terdiri dari 7 individu jantan dewasa, 17 individu jantan setengah dewasa, 14 individu betina dewasa, 14 individu betina setengah dewasa, 32 individu remaja, dan 4 individu anak/bayi. Dengan demikian, rasio individu dewasa, setengah dewasa, remaja dan anak/bayi yaitu 23,86% : 35,23% : 36,36% : 4,55%. Struktur populasi Bekantan di area waduk HLSW menunjukkan bahwa jumlah populasi yang tinggi terkonsentrasi pada kelompok usia setengah dewasa dan remaja, dengan proporsi masing-masing yang kurang lebih seimbang. Sedangkan proporsi jantan dewasa terhadap betina dewasa (*sex ratio*) yaitu rasio sebesar 1 : 2.

Kata Kunci: *Nasalis larvatus*, pengamatan langsung, individu penanda, one male group, area waduk HLSW

PENDAHULUAN

Bekantan (*Nasalis larvatus*) adalah salah satu satwa primata Borneo yang termasuk ke dalam sub-famili Colobinae. Bekantan dilindungi secara nasional maupun internasional. Secara nasional dilindungi berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor : 7 Tahun 1999 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa, dimana revisi listnya yang tercantum dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor: P.20/MENLHK/SETJEN/KUM.1/6/2018 tentang Jenis Tumbuhan dan Satwa Dilindungi dan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor: P.106/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018 tentang Perubahan Kedua atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor: P.20/MENLHK/SETJEN/KUM.1/6/2018 tentang Jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi, masih tetap mencantumkan bekantan sebagai satwa yang dilindungi. Bekantan juga termasuk dalam Appendix I Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES) (Gron, 2009) dan masuk dalam kategori endangered species berdasarkan Red List International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) (Boonratana et al., 2020).

Habitat alami bekantan hanya bisa dijumpai di Borneo, meliputi tiga negara yaitu Malaysia, Brunei Darusalam dan Indonesia (seluruh provinsi di Kalimantan). Namun, saat ini habitat dan populasi bekantan banyak mengalami kerusakan dan penurunan kualitas, khususnya yang berada di tepi sungai. Hal itu dikarenakan hutan di tepi sungai mudah dijangkau dan di alihfungsikan menjadi areal pemukiman, tambak maupun areal pertanian. Menurut McNeely dkk (1990), dari 29.500 km² habitat bekantan di Kalimantan, telah berkurang seluas 40% sedangkan yang berstatus kawasan konservasi hanya 4,1%. Pada tahun 2000, laju deforestasi habitat bekantan 3,49% per tahun. Dari 6 tipe ekosistem habitat bekantan, pada tahun 1995 telah terjadi penurunan luas habitat antara 20-88% (Meijaard dan Nijman, 2000) dan laju penurunan habitat ini, baik didalam maupun di luar kawasan adalah 2% per tahun (Manansang, 2005). Akibatnya, populasi bekantan cenderung menurun karena primata ini kurang toleran terhadap kerusakan habitat (Wilson dan Wilson, 1975; Yeager, 1992).

Penyebaran bekantan di Kalimantan Timur sendiri meliputi Tanjung Redeb, Taman Nasional Kutai, Sungai (S) Kayan, S. Sesayap, S. Sebuku, S. Sebakung, Sangkulirang, Tenggarong, Sanga-Sanga, S. Mariam, Delta Mahakam, S. Kuala Samboja, dan di Balikpapan (Yasuma, 1994; Bismark, 1995; Meijaard dan Nijman, 2000).

Salah satu habitat alami Bekantan yang masuk wilayah administrasi Kota Balikpapan adalah di Sungai Wain, meliputi habitat tepi sungai, sekitar waduk sampai ke hilir sungai yang merupakan hutan mangrove. Untuk itu dirasakan perlu mengetahui kondisi terkini dari populasi Bekantan di lokasi tersebut setelah terjadinya berbagai perubahan yang mengakibatkan perubahan kualitas dan kuantitas habitat Bekantan di area Waduk Hutan Lindung Sungai Wain Balikpapan.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian adalah tepi sungai sekitar area waduk sampai hilir sungai Hutan Lindung Sungai Wain Balikpapan Provinsi Kalimantan Timur. Sedangkan waktu untuk menyelesaikan studi ini yaitu sekitar 6 bulan, yaitu pada bulan Agustus hingga Januari 2020. Tahapan-tahapan kegiatan dalam penelitian ini adalah: observasi lapangan, pengumpulan data dan informasi, pengolahan dan analisis data.

Obyek, Alat dan Bahan Penelitian

Obyek penelitian ini adalah populasi Bekantan yang tersebar di area Waduk Hutan Lindung Sungai Wain. Sedangkan alat dan bahan yang digunakan selama melaksanakan penelitian ini antara lain:

kamera, untuk mendokumentasikan dalam pengambilan data di lapangan yaitu: teropong (binokuler) untuk melihat bekantan pada jarak yang jauh; alat tulis untuk mencatat data dan informasi di lapangan; GPS dan peta lokasi penelitian untuk panduan pengamatan di lapangan.

Prosedur Penelitian

a. Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan untuk menentukan batas-batas lokasi penelitian. Penentuan batas lokasi penelitian secara fisik di lapangan yaitu dengan menyusuri sungai sepanjang area waduk guna mengamati formasi vegetasi, degradasi lahan dan aktivitas manusia.

b. Pengumpulan Data

Identifikasi individu dan kelompok Bekantan dilakukan dengan metode pengamatan secara langsung (*direct observation*), yaitu mengamati kelompok yang dijumpai, dengan cara mengamati perbedaan ukuran dan ciri fisik individu dalam kelompok. Pengamatan ini dilakukan dalam waktu 2 bulan. Dalam sehari dilaksanakan 2 kali pengamatan yaitu pukul 05.30-07.00 WITA dan pukul 16.30-18.00 WITA. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan bantuan binokuler yang perbesarannya 131 m/1000 m. Identifikasi kelompok mengacu pada studi yang dilakukan oleh Yeager (1989 dan 1990).

Identitas kelompok didasarkan pada kehadiran individu penanda (marker) yang telah diketahui, ditambah komposisi jenis kelamin dan umur dari kelompok tersebut (Tabel 1).

Tabel 1. Klasifikasi struktur umur bekantan

Struktur Umur	Ciri-ciri
Jantan dewasa (<i>adult male</i>)	Hidung besar (telah berkembang sempurna), alat kelamin luar tampak jelas, ukuran tubuh besar, terdapat warna putih berbentuk segitiga pada bagian pinggul, adanya rambut melintang di belakang leher, lapisan lemak terlihat berkembang.
Betina dewasa (<i>adult female</i>)	Ukuran tubuh relatif lebih kecil daripada ukuran tubuh jantan dewasa, puting susu tampak lebih jelas, hidung agak kecil agak runcing.
Jantan setengah dewasa (<i>adolescent/sub-adult male</i>)	Ukuran tubuh sama atau lebih besar dari betina dewasa, alat kelamin luar tampak jelas, hidung mulai agak membesar dan tidak ada lapisan lemak di bagian punggungnya.
Betina setengah dewasa (<i>adolescent/sub-adult female</i>)	Memiliki ukuran tubuh yang hampir sama dengan betina dewasa, puting susu belum jelas.
Remaja (<i>juvenile</i>)	Ukuran tubuh setengah atau dua sepertiga dari tubuh betina dewasa. Sudah bisa berdiri sendiri (dalam berjalan), namun masih tidur dengan induknya.
Anak/bayi (<i>infant</i>)	Berumur 1,5 tahun atau kurang, bayi yang baru lahir memiliki warna yang lebih gelap tetapi terus memudar, masih dekat dan bergantung pada induknya.

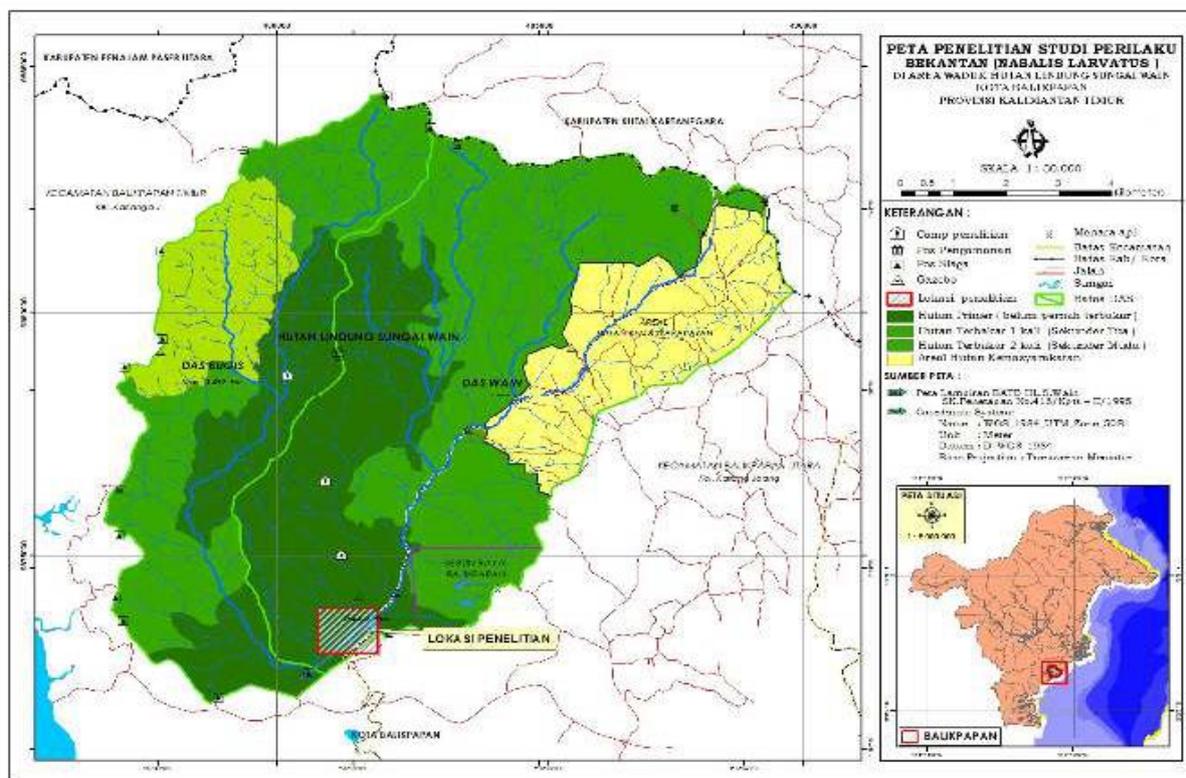
Selanjutnya penentuan rentang kelas umur bekantan menggunakan pendekatan ciri biologis, morfologi dan perilaku (Bennet dan Sebastian, 1988; Yeager, 1990; Murai, 2004; Afrilia, 2011). Klasifikasi kelas umur dalam penelitian ini dibagi dalam 3 tingkatan, yaitu anakan (bayi+anak), remaja dan dewasa (dewasa + setengah dewasa) (Tabel 2).

Tabel 2. Penentuan rentang kelas umur

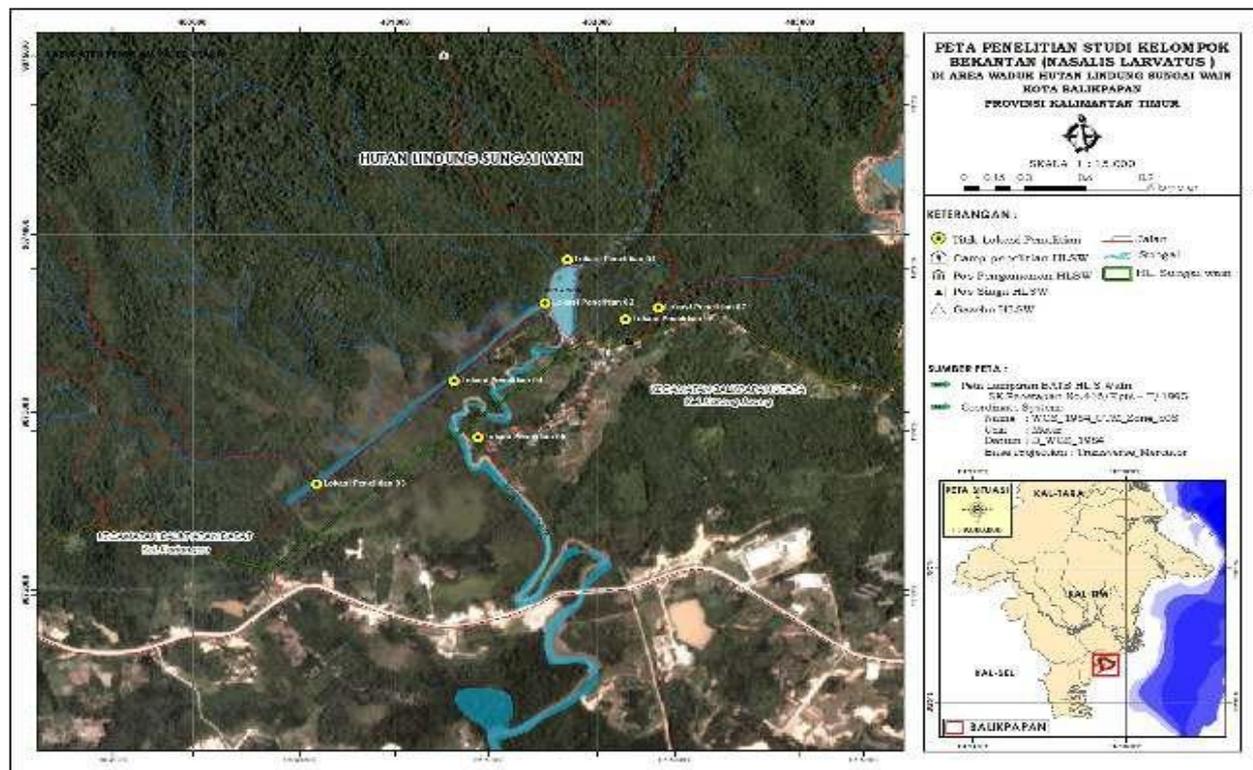
Kelas Umur	Selang Kelas Umur	Deskripsi
Anak: meliputi kelas umur anak/bayi	$0 \leq X \leq 2$ tahun	Mulai umur 0 hingga 1,5 tahun (masa laktasi) + jeda dengankelahiran berikutnya
Remaja: ukuran tubuh setengah atau dua pertiga dari ukuran tubuh betina dewasa, sudah dapat berdiri/berjalan/bermain sendiri, tapi masih tidur dengan induknya	$2 < X \leq 5$ tahun	Bekantan remaja mulai lepas dari induknya, hingga memasuki usia dewasa
Dewasa: meliputi kelas umur dewasa dan setengah dewasa	$5 < X \leq 20$ tahun	Betina mencapai kematangan seksual rata-rata umur 5 tahun dan jantan 7 tahun

Pengolahan dan Analisis Data

Data sebaran kelompok yang teridentifikasi di lokasi penelitian diplotkan pada suatu peta, sehingga dapat menjelaskan distribusi spasial antar kelompok yang teramati. Data struktur kelompok disajikan dalam tabel yang menggambarkan proporsi masing-masing kelas umur.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian studi populasi Bekantan (*Nasalis larvatus*) di area waduk Hutan Lindung Sungai Wain Balikpapan



Gambar 2. Peta sebaran populasi Bekantan di area Waduk Hutan Lindung Sungai Wain

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kepadatan Populasi, Struktur Kelompok dan Sebarannya

Jumlah individu Bekantan yang teramati secara langsung pada area waduk Hutan Lindung Sungai Wain (HLSW) adalah 88 individu (Tabel 3). Soendjoto (2003) menyatakan bahwa Bekantan sangat sensitif terhadap kerusakan habitat, sehingga besar atau kecilnya populasi Bekantan dalam suatu habitat dapat dijadikan indikasi terhadap tingkat kerusakan hutan bakau dan hutan tepi sungai. Memang tidak dapat dipastikan kondisi ideal kepadatan populasi bekantan di alam. Adanya disparitas kepadatan Bekantan di berbagai lokasi penyebarannya besar kemungkinan disebabkan oleh perbedaan tipe habitat, dimana masing- masing habitat memiliki perbedaan dalam hal pola distribusi sumber daya dan kelimpahan sumber pakan utama (Yeager, 1995).

Terdapat atribut lain yang lebih penting untuk mengindikasikan kualitas habitat Bekantan, yaitu bagaimana konstelasi kelompok terbentuk pada hamparan habitat dimana populasi mereka tersebar. Terdapat 7 kelompok OMG yang berhasil teramati di area waduk HLSW dengan komposisinya masing-masing menurut jenis kelamin dan umur (Tabel 3).

Tabel 3. Jumlah dan struktur kelompok Bekantan yang teramati di area Waduk Hutan Lindung Sungai Wain Balikpapan

No.	Tipe Kelompok	Perjumpaan Bekantan (individu)						Jumlah
		Jantan Dewasa	Jantan Setengah Dewasa	Betina Dewasa	Betina Setengah Dewasa	Remaja	Anak/ Bayi	
1	OMG	1	2	1	1	6	1	12
2	OMG	1	4	3	3	4	-	15

No.	Tipe Kelompok	Perjumpaan Bekantan (individu)						Jumlah
		Jantan Dewasa	Jantan Setengah Dewasa	Betina Dewasa	Betina Setengah Dewasa	Remaja	Anak/Bayi	
3	OMG	1	4	1	3	5	1	15
4	OMG	1	2	3	2	7	-	15
5	OMG	1	2	2	2	4	2	13
6	OMG	1	2	4	2	5	-	14
7	OMG	1	1	-	1	1	-	4
	Jumlah	7	17	14	14	32	4	88
	Rata-rata	1	2,43	2	2	4,57	0,57	12,57
	Standar deviasi	-	-	-	-	-	-	3,95

Keterangan: OMG = *One Male Group*

Pada umumnya jumlah anggota kelompok primata dalam selang waktu tertentu memiliki sistem sosial yang sama. Untuk kelompok dengan variasi jumlah 5-25 individu kemungkinan punya lebih dari satu sistem sosial. Namun dalam situasi habitat yang 'ideal', sistem sosial bekantan adalah harem, atau one male group (OMG), terdiri dari satu jantan dewasa, beberapa betina dan kelompok juvenil, yang relatif stabil sepanjang waktu (Bennett, 1986; Bennett dan Sebastian, 1988; Yeager, 1989; 1990; 1991; 1992; Boonratana, 2002), dengan kemungkinan kelompok tambahan individu-individu jantan yang membentuk all male group (AMG) (Yeager, 1990). Sedangkan Gambar 3 menunjukkan sebaran populasi dan kelompok Bekantan di area Waduk HLSW Balikpapan.

Populasi Bekantan di area waduk HLSW tersebar dalam 7 kelompok. Jumlah individu per kelompok berkisar antara 4-15 individu dengan rata-rata 12,57+ 3,95 individu. Jumlah individu penyusun sebagian besar kelompok Bekantan (6 kelompok) di area Waduk HLSW relatif merata yaitu 12-15 individu per kelompok. Terdapat satu kelompok kecil yang hanya terdiri dari 4 individu. Jumlah individu kelompok Bekantan memang cukup bervariasi pada habitatnya, yaitu antara 11-56 individu (Ruhayat, 1986), 6-16 individu (Bennet dan Sebastian, 1988), 3-17 individu (Yeager, 1992), 4-24 individu (Bismark, 1997), 10-21 individu (Soenjoto, 2003), 4-20 individu (Simamora, 2011), dan 5-59 individu (Rabiati dkk., 2016).



Gambar 3. Kelompok Bekantan yang berhasil teramati di area waduk HLSW Balikpapan

Perbedaan ukuran rata-rata OMG antar beberapa lokasi kemungkinan besar disebabkan oleh

perbedaan ketersediaan pakan (Boonratana, 2002). Dengan demikian, semakin besarnya ukuran kelompok Bekantan mengisyaratkan ketersediaan pakan yang melimpah (Wilson dan Wilson, 1975), sumber makanan yang luas (Clutton-Brock dan Harvey, 1978), fragmen sumber makanan yang masih luas dan tidak diperebutkan (Wrangham, 1987), dan sumber makanan yang besar dan menumpuk (Struhsaker dan Leland, 1987). Wrangham (1980) melanjutkan bahwa OMG 'sejati' juga seharusnya ditemukan dimana sumber makanan terdistribusi dalam situasi tidak kompak dan dipertahankan oleh kelompok tersebut. Dengan demikian, OMG seharusnya bersifat tidak teritorial. Data-data penunjang mengenai ketersediaan sumber pakan, kelimpahan dan kualitasnya sangat dibutuhkan untuk lebih menjelaskan hal tersebut, dengan komparasi di berbagai lokasi habitat Bekantan.

Lebih lanjut, sumber makanan yang menumpuk akan mendorong terbentuknya tingkatan organisasi sekunder (dalam hal ini band) dan ukurannya disebabkan oleh suatu agregasi dalam rangka mengeksploitasi sumber daya makanan yang sangat tidak dapat diprediksi, baik dalam lingkup ruang maupun waktu. Bands adalah gabungan dari beberapa OMG dan kadang-kadang diikuti oleh beberapa jantan. Situasi kelompok seperti ini terkadang dilaporkan sebagai multi male group (MMG), suatu kelompok yang memiliki anggota terdiri dari beberapa individu jantan, beberapa betina dewasa dan kelompok juvenil (Kawabe dan Mano, 1972; MacDonald, 1982; Salter et al., 1985; Sari, 2005; Novfridwiaty, 2008). Pada pengamatan di areal waduk HLSW terdapat satu band yang terdiri dari 2 OMG yaitu kelompok 6 dan 7 (Gambar 3). Asosiasi dari kedua kelompok ini relatif stabil selama periode pengamatan, yang bergantung pada lokasi tidur. Selama pengamatan, kedua kelompok ini tidak pernah berasosiasi dengan kelompok lainnya, walaupun bekantan memiliki daerah jelajah dan frekuensi perpindahan lokasi tidur yang tumpang tindih. Pada penelitian ini teramati Bekantan memilih pohon yang tingginya sekitar 8-15 m yang berada di tepi sungai yaitu jenis ketiau (*Ganua motleyana*) dan Api-api (*Avicennia alba*).

Struktur Populasi dan Atribut Lainnya

Secara keseluruhan, dari 88 ekor Bekantan yang teramati, 21 individu dewasa, 31 individu setengah dewasa, 32 individu remaja dan 4 individu anak/bayi. Dengan demikian, rasio individu dewasa, setengah dewasa, remaja, dan anak/bayi yaitu 23,86% : 35,23% : 36,36% : 4,55%. Struktur populasi Bekantan di area waduk HLSW menunjukkan bahwa jumlah populasi yang tinggi terkonsentrasi pada kelompok usiasetengah dewasa dan remaja, dengan proporsi masing-masing yang kurang lebih seimbang. Rendahnya jumlah populasikelas umur anak/bayi belum bisa diduga sebagai indikasi adanya penurunan pada natalitas. Serial data diperlukan untuk dapat menyimpulkan terjadinya penurunan atau peningkatan populasi. Sumber daya pakan yang tersedia dan nutrisi di dalamnya merupakan faktor yang menentukan reproduksi betina pada spesies yang menganut system polygyni (Alcock, 1989; Sinclair dkk., 2006), seperti halnya Bekantan. Oleh karena itu, habitat yang terganggu akan menyebabkan regenerasi Bekantan juga terganggu. Keberadaan predator Bekantan, dalam hal ini buaya muara, juga dapat mengancam eksistensi kelompok umur Bekantan yang lebih muda.

Nisbah kelamin (*sex ratio*) Bekantan dewasa pada penelitian ini adalah 1:2 (Tabel 5.1). Sex ratio bekantan di beberapa lokasi juga menunjukkan variasi, antara lain 1:3,9 (Atmoko dkk., 2013), 1:2,83 (Soendjoto, 2005), 1:8,4 (Boonratana, 2000) dan 1:5 (Agoramoorthy dan Hsu, 2005). Perbandingan jenis kelamin merupakan salah satu faktor yang menentukan ukuran populasi efektif (*effective population size/EPS*), yaitu bagian populasi yang berhasil berkembang biak (Indrawan dkk., 2007). Sex ratio bekantan dewasa pada penelitian ini belum bisa digunakan untuk menentukan EPS-nya, karena belum didasarkan pada seks rasio optimal, yaitu perbandingan jenis kelamin jantan produktif terhadap semua betina produktif yang berhasil dikawini (menghasilkan keturunan/bisaberkembangbiak). Meskipun jumlah jantan reproduktif dapat diduga dari jumlah jantan residen (*alpha male*) pada harem (OMG), namun jumlah dan batasan usia betina reproduktif di lapangan tidak bisa diketahui kecuali melalui

pengamatan intensif dalam periode waktu yang lama. Berbeda dengan jantan yang akan meninggalkan kelompoknya saat sudah tidak reproduktif dan digantikan oleh jantan residen yang baru, pada betina belum ada indikator yang dapat dijadikan acuan, namun dapat dilihat dari jumlah betina yang memelihara bayi pada waktu tertentu (Rabiati dkk., 2016). Kerentanan populasi Bekantan juga dapat disebabkan oleh predator alami bekantan yang hidup di habitat bekantan, sehingga hal ini dapat mempengaruhi populasi bekantan di alam. Salah satu predator Bekantan yang berhasil teramati di area waduk HLSW yaitu buaya muara, yang juga banyak ditemukan di sungai sekitarnya.



Gambar 4. Individu Bekantan dewasa yang teramati di area Waduk Sungai Wain Balikpapan: jantan (kiri) dan betina (kanan)



Gambar 5. Individu Bekantan remaja yang teramati di area Waduk Sungai Wain Balikpapan



Gambar 6. Individu Bekantan setengah dewasa yang teramati di area Waduk HLSW: jantan (kiri) dan betina (kanan)



Gambar 7. Individu Bekantan betina dewasa dengan Bayi yang teramati di area Waduk HLSW



Gambar 8. Salah satu predator Bekantan di area Waduk HLSW Balikpapan

KESIMPULAN

Sebagai bagian dari pemetaan penyebaran Bekantan dalam rangka upaya awal pelestarian Bekantan

secara umum di Kalimantan Timur, berikut adalah data dan informasi yang merupakan kesimpulan dari hasil penelitian studi kelompok Bekantan di area waduk Hutan Lindung Sungai Wain Balikpapan:

Terdapat 7 kelompok Bekantan yang teramati di area waduk Sungai Wain Balikpapan, dari 7 kelompok tersebut keseluruhan merupakan One Male Group (OMG), dengan ukuran berkisar antara 4-15 individu ($x = 12,57 + 3,95$ individu). Terdapat 1 band Bekantan di area waduk Sungai Wain Balikpapan, terdiri dari asosiasi atau tingkatan organisasi sekunder. Terdapat 88 individu Bekantan yang teramati di area waduk HLSW, terdiri dari 7 individu jantan dewasa, 17 individu jantan setengah dewasa, 14 individu betina dewasa, 14 individu betina setengah dewasa, 32 individu remaja, dan 4 individu anak/bayi Rasio individu dewasa, setengah dewasa, remaja dan anak/bayi yaitu 23,86% : 35,23% : 36,36% : 4,55%. Struktur populasi Bekantan di area waduk HLSW menunjukkan bahwa jumlah populasi yang tinggi terkonsentrasi pada kelompok usia setengah dewasa dan remaja, dengan proporsi masing-masing yang kurang lebih seimbang. Proporsi jantan dewasa terhadap betina dewasa (*sex ratio*) yaitu rasio sebesar 1:2.

Observasi yang dilakukan di area Waduk Hutan Lindung Sungai Wain Balikpapan menunjukkan bahwa OMG yang ada bersifat tidak territorial. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sumber makanan yang ada masih luas dan tidak diperebutkan, sehingga OMG 'sejati' masih dapat ditemukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrillia GN. 2011. Studi Reproduksi Bekantan (*Nasalis larvatus*) di Habitat Eks-situ. Skripsi Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Agoramoorthy G, Hsu MJ. 2005. Occurrence of Infanticide among wild proboscis monkeys (*Nasalis larvatus*) in Sabah, Northern Borneo. *Folia Primatology*, 76: 177-179.
- Alcock J. 1989. *Animal Behavior. An Evolutionary Approach*. Fourth Edition. Sunderland, Massachusetts (USA): Sinauer Associates, Inc.
- Alikodra HS, Yasuma S, Santoso N, Sukmadi R. 1990. Studi Ekologi Bekantan di Hutan Lindung Bukit Soeharto, Kalimantan Timur. Proyek Peningkatan Perguruan Tinggi.
- Alikodra HS. 1997. Populasi dan perilaku bekatan (*Nasalis larvatus*) di Samboja Koala, Kalimantan Timur. *Media Konservasi*, 5: 67-72.
- Atmoko T, Mardiasuti A, Iskandar E. 2013. Struktur Kelompok dan Penyebaran Bekantan (*Nasalis larvatus* Wrumb.) di Kuala Samboja, Kalimantan Timur. Seminar Ilmiah Nasional Ekologi dan Konservasi, Makassar 20 s/d 21 November 2013. Makassar.
- Bennett EL. 1986. *Proboscis Monkeys in Sarawak: Their Ecology, Status, Conservation and Management*. WWF Malaysia, Kuala Lumpur and New York Zoology Society.
- Bennett EL, Sebastian AC. 1988. Social organization and ecology of proboscis monkeys (*Nasalis larvatus*) in mixed coastal forest in Sarawak. *International Journal of Primatology*, 9: 233-25.
- Bismark M. 1980. Populasi dan Tingkah Laku Bekantan (*Nasalis larvatus*) di Suaka Margasatwa Tanjung Puting, Kalimantan Tengah. Laporan LPH No. 357. Bogor.
- Bismark M. 1987. Sosio-ekologi Bekantan (*Nasalis larvatus*) di Taman Nasional Kutai, Kalimantan Timur. Pusat Penelitian Pengembangan Hutan. Bogor.
- Bismark M. 1994. Ekologi makan dan perilaku bekatan (*Nasalis larvatus* Wurmb) di Hutan Bakau Taman Nasional Kutai, Kalimantan Timur [Disertasi]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Bismark M. 1995. Konsumsi pakan bekatan dalam penangkaran. *Buletin Penelitian Kehutanan*, 589: 27-38.
- Bismark M. 1997. Pengelolaan habitat dan populasi bekatan (*Nasalis larvatus*) di Cagar Alam Pulau Kaget. Kalimantan Selatan. Diskusi Hasil Penelitian, Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam.

- Bismark M. 2004. Daya dukung habitat dan adaptasi bekantan (*Nasalis larvatus* Wurmb). Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam, 1: 309-320.
- Bloom S. 1999. In praise of primates. Steve Bloom Images and Konemann Verlagsgesellschaft mbH. Koln, Germany.
- Boonratana R. 2000. Ranging behavior of proboscis monkey (*Nasalis larvatus*) in the Lower Kinabatangan, Northern Borneo. International Journal of Primatology 21:497-518.
- Boonratana R. 2002. Social organization of proboscis monkeys (*Nasalis larvatus*) in the Lower Kinabatangan, Sabah, Malaysia. Malayan Nature Journal 56: 57-75.
- Boonratana R, Cheyne SM, Traeholt C, Nijman V, Supriatna J. 2020. *Nasalis larvatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020. Tersedia pada <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020.2.RLTS.T14352A17945165>. Diakses pada tanggal 23 September 2020.
- Clutton-Brock TH, Harvey PH. 1978. Mammals, resources and reproductive strategies. Nature 273: 191-195.
- Edi P, Irene K. 2017. Pembelajaran dari Hutan Lindung Sungai Wain. Tropenbos Indonesia, Bogor. 2017.
- Gron KJ. 2009. Primate Factsheets: Proboscis monkey (*Nasalis larvatus*) Conservation. Tersedia pada http://pin.primate.wisc.edu/factsheets/entry/proboscis_monkey/cons. Diakses pada tanggal 9 Oktober 2010.
- Hutchins M, Kleiman DG, Geist V, McDade MC. 2003. Mammals 2nd Edition. Farmington Hills, MI: Gale Group.
- Indrawan M, Primack RB, Supriatna J. 2007. Biologi Konservasi. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Iskandar E. 2006. Habitat dan Populasi Owa Jawa (*Hylobates moloch*) Di Taman Nasional Gunung Halimun Salak Jawa Barat, Disertasi Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kawabe M, Mano T. 1972. Ecology and behavior of the wild proboscis monkey (*Nasalis larvatus*) in Sabah, Malaysia. Primates, 13: 213-228.
- Lhota S. 2010. Is there any future for proboscis monkeys? The case of failing conservation of Balikpapan Bay. Abstract International Primatology Society XXIII Congress Kyoto, Japan.
- MacDonald DW. 1982. Notes on the size and composition of groups of Proboscis monkey (*Nasalis larvatus*). Folia Primatologica, 37: 95-98.
- MacKinnon K, Hatta G, Halim H, Mangalik A. 2000. Ekologi Kalimantan. Prenhallindo. Jakarta.
- Manansang J, Traylor-Holzer K, Reed D, Leus K. 2005. Indonesian Proboscis Monkey Population and Habitat Viability Assessment. Final Report.
- Matsuda I, Tuuga A, Higashi S (2009) The feeding ecology and activity budget of proboscis monkeys. American Journal of Primatology, 71: 478-492.
- McNeely JA, Miller KR, Reid WV, Mittermeier RA, Werner TB. 1990. Conserving the world's biological diversity. IUCN, Switzerland, WRI, CI, WWF-US, and the World Bank.
- Meijaard E, Nijman V. 2000. Distribution and conservation of the proboscis monkey (*Nasalis larvatus*) in Kalimantan, Indonesia. Biological Conservation, 92: 15-24.
- Meijaard E, Sheil D, Nasi R, Augeri D, Rosenbaum B, Iskandar D, Setyawati T, Lammertink M, Rachmatika I, Wong A, Soehartono T, Stanley S, Gunawan T, O'Brien T. 2006. Hutan pasca pemanenan: Melindungi satwa liar dalam kegiatan hutan produksi di Kalimantan. CIFOR. Bogor.
- Murai T. 2004. Social behaviour of all-male proboscis monkey when joined by females. Ecological Research, 19: 451-454.
- Napier JR, Napier PH. 1967. A Hand Book of Living Primates. Academy Press. London.
- Napier JR, Napier PH. 1985. The Natural History of The Primate. The MIT Press. Cambridge Massachusetts.
- Novridwiyat C. 2008. Studi Populasi Kelompok Bekantan (*Nasalis larvatus*) di Tanjung Pangempang, Kabupaten Kutai Kartanegara. Skripsi Sarjana Kehutanan. Universitas Mulawarman. Samarinda.

- Nowak RM. 1999. *Primates of The World*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore and London.
- Payne J, Francis CM, Phillips K, Kartikasari SN. 2000. *Panduan Lapangan Mamalia di Kalimantan, Sabah, Serawak, dan Brunei Darusalam*. Wildlife Conservation Society-Indonesia Program-Bogor, The Sabah Society-Kota Kinabalu & WWF Malaysia.
- Rabiati M, Kartono AP, Masyud B. 2016. Populasi bekantan (*Nasalis larvatus*) di Suaka Margasatwa Kuala Lapuk, Kalimantan Selatan, Indonesia. *Media Konservasi*, 20: 242-251.
- Raemakers JJ, Chivers DJ. 1980. *Socioecology of Malayan Forest Primates, Malayan Forest Primates (Chivers DJ ed)*. Plenum Press. London.
- Ruhyat Y. 1986. Preliminary study of proboscis monkey (*Nasalis larvatus*) in Gunung Palung Nature Reserve, West Kalimantan, p. 59-69. In: *Kyoto University Overseas Research Report of Studies on Asian nonhuman Primates, No. 5*. Kyoto Univ. Primates Resc.Inst. Kyoto.
- Salter RE, Mackenzie NA, Nightingale N, Aken KM, Chai PPK. 1985. Habitat use, ranging behaviour and food habits of the proboscis monkey, *Nasalis larvatus* (van Wurmb), in Sarawak. *Primates*, 26: 436-451.
- Sari DF. 2005. *Penyebaran Kelompok Bekantan (Nasalis larvatus) di Sepanjang Sungai Adang, Kabupaten Paser, Kalimantan Timur*. Skripsi Sarjana Kehutanan. Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Simamora DB. 2011. *Studi Kelompok Bekantan (Nasalis larvatus Wurmb.) di Sepanjang Sungai Pemaluan Kabupaten Penajam Paser Utara*.
- Sinclair ARE, Fryxell JM, Caughley G. 2006. *Wildlife Ecology, Conservation and Management*. Second Edition. Blackwell Publishing. Sunderland, Massachusetts (US).
- Soendjoto MA. 2003. Persebaran dan status habitat bekantan (*Nasalis larvatus*) di Kabupaten Tabalong, Kalimantan Selatan. *Media Konservasi*, 8: 45-57.
- Soendjoto MA. 2005. *Adaptasi bekantan (Nasalis larvatus Wurmb) terhadap hutan karet: Studi kasus di Kabupaten Tabalong, Kalimantan Selatan*. Disertasi Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Soerianegara I, Sastradipraja D, Alikodra HS, Bismark M. 1994. *Studi Habitat, Sumber Pakan dan Perilaku Bekantan (Nasalis larvatus) sebagai Parameter Ekologi dalam Mengkaji Sistem Pengelolaan Habitat Hutan Mangrove di Taman Nasional Kutai*. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Srivathsan A, Meier R. 2011. Proboscis monkeys (*Nasalis larvatus* Wurmb. 1787) have unusually high-pitched vocalizations. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 59: 319-323.
- Struhsaker TT, Leland L. 1987. Colobines: Infanticide by adult males. In Smuts BB, Cheney DL, Seyfarth RM, Wrangham RW, Struhsaker TT (eds.), *Primate Societies*, University of Chicago Press, Chicago, pp. 83-97.
- Voris HK. 2000. Maps of Pleistocene sea levels in Southeast Asia: Shorelines, river systems and time durations. *Journal of Biogeography*, 27: 1153-1167.
- Whittaker DJ, Ting N, Melnick DJ. 2006. Molecular phylogenetic affinities of the simakobu monkey (*Simias concolor*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 39: 887-892.
- Whitten AJ. 1982. Diet and feeding behaviour of kloss gibbon on Siberut Island, Indonesia. *Folia Primatology*, 37: 177-208.
- Wilson CC, Wilson WL. 1975. The influence of selective logging on primates and some other animals in East Kalimantan. *Folia Primatology*, 23: 245-274.
- Wrangham RW. 1980. An ecological model of female bonded primate groups. *Behaviour* 75: 262-300
- WRPRC. 2000. Proboscis monkey (*Nasalis larvatus*). Tersedia pada www.primate.wisc.edu/pir/factsheets/nasalis_larvatus.html.
- Yasuma S. 1994. *An Invitation to The Mamals of East Kalimantan*. Pusrehut Special Publication No. 3. Samarinda.
- Yeager CP. 1989. Feeding ecology of the proboscis monkey (*Nasalis larvatus*). *Int. J. Primatol.*, 10: 497-

530.

- Yeager CP. 1990. Proboscis monkey (*Nasalis larvatus*) social organization: group structure. American Journal of Primatology, 20: 95-106.
- Yeager CP. 1991. Proboscis monkey (*Nasalis larvatus*) social organization: intergroup patterns of association. Amer. J. Primatol., 23: 73-86.
- Yeager CP. 1992. Changes in proboscis monkey (*Nasalis larvatus*) group size and density at Tanjung Puting National Park, Kalimantan Tengah, Indonesia. Tropical Biodiversity, 1: 49-55.

PENGARUH JUMLAH LAPISAN TERHADAP SIFAT FISIKA DAN MEKANIKA KAYU LAMINA DARI JENIS KAYU RESAK (*Vatica rassak* Blume) DENGAN PEREKAT EPOXY

Andry Fransisco Alfredo Simbolon, Kusno Yuli Widiati*, Irvin Dayadi
Laboratorium Industri dan Pengujian Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman,
Kampus Gunung Kelua, Jalan Ki Hajar Dewantara, PO Box 1013, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur,
Indonesia, 75119
E-mail : kywidiati@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to find out the physical and mechanical properties of lamina wood from resak wood using 2, 3, 4 layers using epoxy adhesive. The research was conducted in the industrial laboratory and forest results testing of the forestry faculty of mulawarman University. Tests based on DIN (Deutsches Institut Fuer Normung) standards, which were tested included the physical properties of moisture content and density of resak wood to test the properties of mechanics with a test of MoE/MoR static curved firmness, press firmness, sticky firmness and wood damage, following a statistical analysis pattern of a complete randomized design. The results of this study showed the influence between treatments (P1, P2, P3 and P4) with the highest moisture content (14.77% in the smallest P1 treatment) (11.49% in P4 treatment) and the highest density (0.594 g/cm³ in P4 treatment) the smallest (0.540 g/cm³ on P1 treatment), and the highest MoE test (10233.28 N/mm² on the smallest P1 treatment) (9595.56 N/mm² in P4 treatment) and the highest MoR (9.10 N/mm² at the smallest P2) treatment (83.24 N/mm² on P4 treatment) for the highest press firmness (49.48 N/mm² on the smallest P4 treatment) (41.40 N/mm² on P1 treatment) sticky firmness had the highest value (11.98 N/mm² on P1 treatment) the lowest (6.33 N/mm² in P2 treatment) with the percentage of wood damage in P2 treatment (19.96%). Statistical test results of the number of layers have a very significant effect on the test density, pressure firmness and insignificant on the test (MoE/MoR). Based on the classification of the strong class of lamina wood for testing the firmness of the press entered in the class of strong II, MoE entered in the class of strong III and MoR entered in the strong class II.

Keywords: lamina wood, mechanical properties, physical properties, resak wood, stickiness

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisika dan mekanika kayu lamina dari jenis kayu resak menggunakan susunan 2, 3, 4 lapis dengan menggunakan perekat epoxy. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium industri dan pengujian hasil hutan fakultas kehutanan universitas mulawarman. Pengujian berdasarkan standar DIN (*Deutsches Institut Fuer Normung*), yang diuji meliputi sifat fisika kadar air dan kerapatan dari kayu resak untuk uji sifat mekanika dengan uji keteguhan lengkung statis MoE/MoR, keteguhan tekan, keteguhan rekat serta kerusakan kayu, dengan mengikuti pola analisis statistik dari rancangan acak lengkap. Hasil penelitian ini menunjukkan pengaruh antar perlakuan (P1, P2, P3 dan P4) dengan kadar air tertinggi yaitu (14,77% pada perlakuan P1) yang terkecil (11,49% pada perlakuan P4) dan kerapatan tertinggi (0,594 g/cm³ pada perlakuan P4) yang terkecil (0,540 g/cm³ pada perlakuan P1), dan uji MoE tertinggi yaitu (10.233,28 N/mm² pada perlakuan P1) yang terkecil (9.595,56 N/mm² pada perlakuan P4) dan MoR yang tertinggi (9,10 N/mm² pada perlakuan P2) yang terkecil (83,24 N/mm² pada perlakuan P4) untuk keteguhan tekan yang tertinggi (49,48 N/mm² pada perlakuan P4) yang terkecil (41,40 N/mm² pada perlakuan P1) keteguhan rekat memiliki nilai tertinggi (11,98 N/mm² pada perlakuan P1) yang terendah (6,33 N/mm² pada perlakuan P2) dengan persentase kerusakan kayu pada perlakuan P2 (19,96%). Hasil uji statistik jumlah lapisan berpengaruh sangat signifikan pada uji kerapatan, keteguhan tekan dan tidak signifikan pada uji (MoE/MoR). Berdasarkan klasifikasi kelas kuat kayu lamina untuk pengujian keteguhan tekan masuk dalam kelas kuat II, MoE masuk dalam kelas kuat III dan MoR masuk dalam kelas kuat II.

Kata Kunci : kayu lamina, kayu resak, keteguhan rekat, sifat fisika, sifat mekanika

PENDAHULUAN

Kayu merupakan salah satu bahan yang dipakai manusia untuk memenuhi keperluan hidupnya, baik sebagai bahan bangunan, alat rumah tangga atau alat bantu lainnya. Pemakaian kayu sebagai bahan bangunan telah dikenal sejak lama, tidak saja untuk konstruksi di bawah atap, konstruksi di tempat terbuka, dalam air atau ditanam di tanah. Kebutuhan dunia akan kayu semakin bertambah seiring meningkatnya penduduk, baik dalam kayu gelondongan maupun setelah pengolahan lebih lanjut sehingga diperlukan kayu yang cukup banyak untuk memenuhi kebutuhan manusia. Hal ini akan menimbulkan masalah apabila penyediaan kayu tidak mencukupi laju permintaan. Disamping itu sifat kayu yang khas menyebabkan pemakaian kayu untuk masa mendatang masih tetap dapat digunakan, saat ini kayu sangat diperlukan dalam jumlah dan ukuran yang besar baik dalam bentuk aslinya maupun dalam bentuk kayu olahan (Pratama, 2016).

Di sisi lain kebutuhan sebagian komponen struktural memerlukan dimensi cukup besar, oleh karena itu diperlukan suatu metoda yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah dengan membuat kayu lamina, karena kayu lamina dapat memanfaatkan beberapa jenis kayu dengan ukuran yang diameternya kecil sampai ukuran pendek dan berkerapatan rendah. Dilihat dari proses pembuatan kayu lamina maka kelebihan kayu lamina diantaranya adalah dapat memperoleh ukuran dimensi kayu yang diinginkan serta bebas cacat. Kayu laminasi merupakan gabungan sejumlah kayu menjadi satu kesatuan yang utuh. Kayu laminasi mempunyai kelebihan dapat dibuat penampang yang lebih besar dan panjang. Selain itu kayu dengan mutu rendah dapat digunakan sehingga pemakaian kayu lebih efisien pemanfaatannya (Pratama, 2016).

Prinsip desain laminasi adalah memaksimalkan dimensi dengan meminimalkan material. Apabila prinsip tersebut dapat dilakukan secara simultan maka tujuan penggunaan laminasi dapat dicapai secara maksimal, sehingga laminasi merupakan desain ekonomis dengan tetap memenuhi prinsip struktural (Bodig dan Jayne, 2003). Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan uji sifat fisika dan mekanika kayu untuk menentukan pembuatan terbaik kayu lamina yang terbuat dari jenis kayu resak (*Vatica rassak* Blume), agar dapat dimanfaatkan mengingat jenis ini tergolong komersial I berukuran besar dan lurus. Dengan menggunakan perekat epoxy yang memiliki sifat mekanik yang baik sehingga, telah banyak digunakan dalam industri karena perekat ini memiliki bahan baku yang mudah didapatkan, mudah dalam penggunaan, garis perekat bersih, tahan terhadap serangan mikro organisme, dan memiliki waktu simpan yang lama.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisika dan mekanika kayu lamina dari kayu Resak (*Vatica rassak* Blume) berdasarkan jumlah lapisan dengan menggunakan perekat epoxy, sifat fisika dan mekanika tersebut meliputi kadar air, kerapatan, keteguhan lengkung statis, keteguhan tekan, keteguhan geser dan persentase kerusakan kayu.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Industri dan Pengujian Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Lama penelitian ± 6 (enam) bulan, meliputi dua bulan pembuatan sampel uji, dua bulan pengujian serta dua bulan pengolahan data.

Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kaliper untuk mengukur dimensi sampel uji, chainsaw untuk memotong log (membuat sampel uji), circular saw untuk memotong kayu membuat sampel uji, mesin serut (*planer*), mesin kempa (*press*), timbangan untuk menimbang berat sampel uji dan bahan perekat, desikator, oven untuk mengeringkan sampel uji sampai kadar air tertentu, UTM

(*Universal Testing Machine*) untuk sampel uji, alat tulis, alat pelabur perekat (kape), kalkulator, komputer dan lain-lain.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dari jenis kayu Resak (*Vatica rassak* Blume) bagian pangkal, tengah, ujung dengan panjang 2 m setiap masing-masing bagian dan memiliki diameter ± 35 hingga 40 cm, yang diambil dari satu pohon utuh dari kawasan kebun terlantar di Sambera Baru, Kec. Marang Kayu, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur, dan bahan perekat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Epoxy dengan merk dagang "Avian" resin yang seperti cairan berwarna bening sedikit kuning, serta hardener seperti cairan kental berwarna transparan kekuningan yang bisa didapat di toko-toko bangunan atau material.

Prosedur Penelitian

- a. Alur Penelitian
- b. Persiapan Bahan Penelitian
- c. Pembuatan Sampel Uji

Pengujian Penelitian

- a. Pengujian Sifat Fisika
- b. Pengujian Sifat Mekanika

Analisis Data

Analisis statistik penelitian ini menggunakan pola percobaan rancangan acak lengkap dengan 10 kali ulangan pada setiap pengujian yang diteliti. Penggunaan percobaan tersebut dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari faktor sebagai berikut :

Faktor Jumlah Lapisan :

P1 = Kayu Solid

P2 = Lamina 2 lapis

P3 = Lamina 3 lapis

P4 = Lamina 4 lapis

Model umum matematika yang dipergunakan adalah sebagai berikut:

a. Steel and Torrie (1991) :

Dimana : $Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$

Y = nilai Faktor pengamatan

μ = Rataan umum

T_i = Pengaruh jumlah lapisan

ϵ_{ij} = Kesalahan pengujian

Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh faktor di atas terhadap sifat fisika dan mekanika kayu lamina maka data dianalisis dengan ANOVA (Analysis of Variance) dengan taraf kepercayaan 95% dan 99%, jika hasil ANOVA menunjukkan $F\text{-hit} \geq F\text{-tab}$ perlakuan jumlah lapisan berpengaruh signifikan terhadap sifat fisika dan mekanika kayu lamina dan jika $F\text{-hit} \leq F\text{-tab}$ maka faktor jumlah lapisan tidak berpengaruh signifikan terhadap pengujian sifat fisika dan mekanika kayu lamina, dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Penghitungan Analysis of variance ANOVA

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung
Kolom (K)	$JKK = \sum_{i=1}^k \frac{T_i^2}{n_i} - \frac{T_{..}^2}{N}$	db JKK = k-1	KTK = JKK / db JKK	F hitung = KTK / KTG
Galat (G)	JKG = JKT - JKK	db JKG = N-k	KTG = JKG / db JKG	
Total (T)	$JKT = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 - \frac{T_{..}^2}{N}$	db JKT = N-1		

Dari perhitungan di atas, apabila pengujian menunjukkan hasil yang signifikan ($F_{hit} > F_{tab}$), maka dapat diadakan uji lanjutan dengan menggunakan uji LSD (*Least Significant Difference*). Rumus untuk menghitung LSD adalah sebagai berikut :

$$LSD = t_{tabel} \sqrt{\frac{2KTE}{r}}$$

Dimana :

KTE = kuadrat tengah error

T_{tabel} = nilai pada tabel t 0,05 dan 0,01

r = banyaknya ulangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisika Kayu Lamina

Pengujian sifat fisika kayu lamina meliputi kadar air dan kerapatan kayu solid dan kayu lamina Resak (*Vatica rassak* Blume).

a. Kadar Air Kayu Solid dan Kayu Lamina

Kadar air merupakan faktor yang mempengaruhi sifat fisika, mekanika, dan teknologi kayu. Karena itu untuk mengetahui nilai kadar air pada lamina maka dilakukan pengujian untuk mengetahui nilai rata-rata kadar air kayu lamina, dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai Rataan Kadar Air Kayu Solid dan Kayu Lamina Sebelum dan Setelah Uji Sifat Fisika

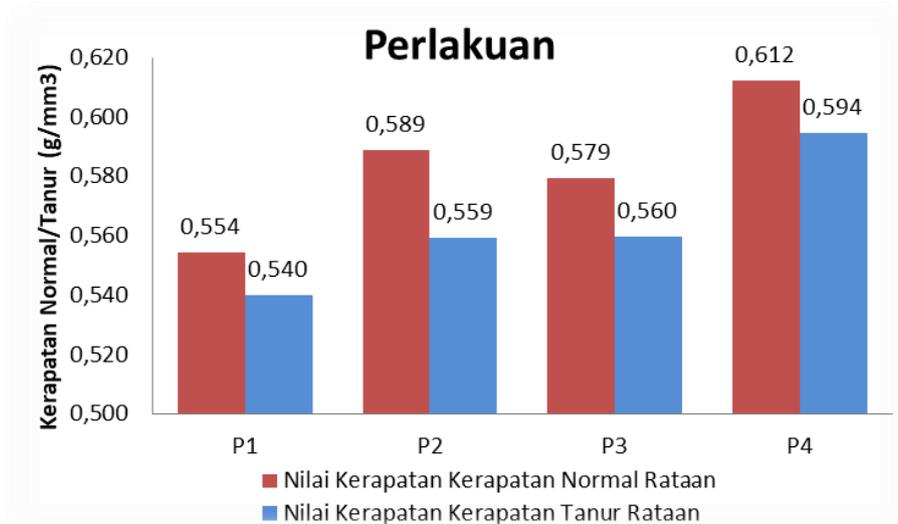
Perlakuan	Ulangan	Sebelum Uji		Setelah Uji	
		Rataan %	KV %	Rataan %	KV %
P1	10	14,77	1,28	14,38	3,71
P2	10	12,09	3,41	11,92	4,13
P3	10	11,85	4,49	11,49	3,85
P4	10	11,49	4,52	11,21	3,32

Keterangan: P1 = Kayu solid, P2 = Lamina 2 lapis, P3 = Lamina 3 lapis, P4 = Lamina 4 lapis

Berdasarkan hasil rata-rata kadar air di atas menurut standar lamina sudah memenuhi syarat untuk dilakukan pengujian terhadap kayu lamina karena sudah mencapai $\pm 12\%$. Namun apabila dibandingkan dengan standar SNI 7533.2:2011, untuk papan blok penggunaan secara umum data di atas sesuai dengan syarat kadar air yaitu di bawah 15%.

b. Kerapatan Kering Tanur Kayu Solid dan Kayu Lamina

Dari hasil pengujian kerapatan normal dan kerapatan kering tanur kayu solid serta kayu lamina dapat dilihat pada pada diagram berikut ini.



Gambar 1. Diagram Nilai Rataan Kerapatan Normal dan Kerapatan Kering Tanur Kayu Solid dan Kayu Lamina

Dari nilai rata-ran di atas dapat disimpulkan bahwa nilai rata-ran pada kerapatan kering tanur maka dapat dilihat adanya kecenderungan dengan semakin banyak lapisan maka kerapatan akan semakin tinggi, begitu pula dibandingkan dengan solid maka kerapatan kayu lamina akan lebih tinggi dari solidnya. Semakin banyak lapisan maka nilai rata-ran semakin meningkat hasil ini juga sesuai dengan penelitian Sitompul (2009) hal ini dikarenakan semakin banyak jumlah lapisan akan membuat massa kayu lamina semakin bertambah tetapi volume kayu lamina tetap sehingga membuat kerapatan kayu menjadi meningkat.

Sifat Mekanika Kayu Lamina

a. Keteguhan Geser Sejajar Serat Kayu Solid dan Kayu Lamina

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan maka didapatkan nilai rata-ran keteguhan geser dan kerusakan kayu pada kayu solid dan kayu lamina dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 3. Nilai Rataan Keteguhan Geser Kayu Solid dan Kayu Lamina

Perlakuan	Ulangan	Rataan N/mm ²	KV %	% Kerusakan Kayu
P1	10	11,98	9,02	19,96
P2	10	6,33	15,18	

Keterangan: P1 = Kayu solid, P2 = Lamina 2 lapis

Pada Tabel 3 nilai rata-ran keteguhan geser pada perlakuan P1 memiliki nilai rata-ran lebih tinggi yaitu sebesar 11,98 N/mm² sedangkan pada perlakuan P2 lebih rendah yaitu 6,33 N/mm². Hasil pengujian menunjukkan bahwa penyebab terjadinya perbedaan nilai keteguhan geser terhadap perlakuan P1 dan P2 diduga terletak pada daerah kontak antara permukaan kayu dengan perekat, proses pelaburan perekat pada kayu yang direkatkan.

b. Keteguhan Tekan Sejajar Serat Kayu Solid dan Kayu Lamina

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada kayu lamina didapatkan nilai rata-ran keteguhan tekan sejajar serat kayu lamina yang disajikan kembali pada diagram berikut ini.

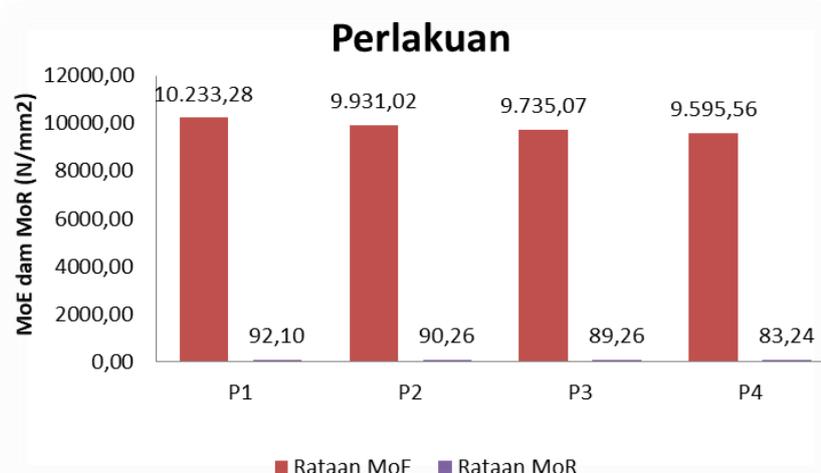


Gambar 2. Diagram Nilai Rataan Keteguhan Tekan Kayu Solid dan Kayu Lamina

Dari diagram di atas dapat dilihat bahwa nilai rata-ran keteguhan tekan kayu lamina tertinggi terdapat pada perlakuan P4 49,48 N/mm² dan yang terendah terdapat pada perlakuan P1 41,40 N/mm². Berdasarkan klasifikasi kayu Indonesia menurut Anonim (2020), bahwa untuk kayu solid yang memiliki nilai 30,00-42,50 N/mm² masuk kedalam kelas kuat III, sedangkan untuk kayu laminanya memiliki nilai keteguhan tekan sejajar serat antara 42,50-65,00 N/mm² termasuk dalam kelas kuat II.

c. Keteguhan Lengkung Statis (MoE dan MoR)

Pengujian keteguhan lengkung statis dilakukan dalam dua bentuk pengujian yaitu pengujian modulus elastisitas (MoE) dan keteguhan patah (MoR). Hasil nilai rata-ran keteguhan lengkung statis kayu solid dan kayu lamina dapat dilihat pada diagram berikut ini.



Gambar 3. Diagram Nilai Rataan Modulus Elastisitas (MoE) dan Modulus Rupture (MoR) Kayu Solid dan Kayu Lamina

Hasil nilai rata-ran MoE kayu lamina pada Gambar 3 menunjukkan rata-ran dengan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan P1 dengan nilai 10.233,28 N/mm² sedangkan nilai terendah terdapat pada rata-ran perlakuan P4 dengan nilai 9.595,56 N/mm². Berdasarkan klasifikasi kayu Indonesia menurut Anonim (2020), bahwa untuk MoE kayu solid yang memiliki nilai 9.000-11.200 N/mm² termasuk kedalam kelas kuat III, setelah dibuat menjadi lamina MoE masuk kedalam kelas kuat III. Pada rata-ran

pengujian keteguhan patah (MoR) dapat dilihat pada diagram bahwa nilai rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan P1 92,10 N/mm² dan rata-rata terendah terdapat pada perlakuan P4 83,24 N/mm². Berdasarkan Klasifikasi Kayu Indonesia menurut Anonim (2020), bahwa kayu solid dan kayu lamina Resak memiliki nilai MoR dalam rentang 72,50- 110,00 N/mm² termasuk dalam kelas kuat II.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman H, Nurwati H. 2009. Sifat Fisik dan Mekanik Kayu Lamina Campuran Kayu Mangium dan Sengon. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 27(3): 191-200. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Yani A. 2013. Keteguhan Sambungan Kayu Resak (*Vatica rassak* Blume) Berdasarkan Bentuk Sambungan dan Jumlah Paku. Jurusan Kehutanan Universitas Tanjungpura.
- Anonim. 1988. Sifat Mekanika Kayu *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* Volume 7.
- Anonim. 2011. Produk kayu olahan-Bagian 12: Papan blok penggunaan umum. SNI 7533.2:2011. Jakarta: Badan Standar nasional.
- Anonim. 2020. *Vademecum Kehutanan Indonesia*. 2020. Departemen Pertanian. Direktorat Jenderal Kehutanan. Jakarta.
- Badrunasar A, Yayang N. 2012. *Pertelaan Jenis Pohon Koleksi Arboretum Balai Penelitian Teknologi Agroforestry*.
- Bodiq J, Jayne BA. 2003. *Mechanics of Wood and Wood Composites*, NewYork: Van Nostrand Reinhold Company, Hal: 335.
- Brown HPAJ, Panshin CC, Forsaith. 1952. *Textbook of Wood Technology, Volume II*. Mc Grow Hill. New York.
- Cheng J, Li J, Zhang JY. 2009. Curing behavior and thermal properties of trifunctional epoxy resin cured by 4, 4-diaminodiphenyl sulfone. *eXPRESS Polymer Letters*, 3(8): 501-509.
- Desch HE. 1941. *Manual of Malayan Timbers*. Vol.1. Catatan Hutan Malaya No.15.
- Dumanaw JF. 1990. *Mengenal Kayu*. Yogyakarta: Kanisius.
- Dulsalam, Gustan P, Adi S, Djarwanto, Krisdianto. 2013. *Prosiding Ekspose Hasil Penelitian Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengelolaan Hasil Hutan*. Bogor.
- Sastradimadja E. 1999. *Diktat Kayu Lamina*, Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fak.Kehutanan Unmul.
- Epigen. 2011. Epoxy Resin. *Technical Bulletin: Performance Resin & Composite systems*. Tersedia pada <https://core.ac.uk/download/pdf/289790945.pdf>. Diakses pada tanggal 11 Mei 2021.
- Fajriani E. 2010. *Aplikasi Perekat Dalam Pembuatan Kayu Laminasi*. Laporan Akhir Praktikum. Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Handayani S. 2009. Metode Perekatan Dengan Lem Pada Sambungan Pelebaran Kayu. Semarang: *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*. Nomer 1, Volume 11 – Januari 2009. Universitas Negeri Semarang.
- Haygreen JG, Bowyer JL. 1982. *Forest Product and Wood Science. An Introduction*. Iowa State University.
- Haygreen JG, Bowyer JL. 1989. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu. Suatu Pengantar*. Diterjemahkan oleh Sudjipto A. Hadi Kusumo. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Heyne K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia, Volume II*. Yayasan Sarana Wana Jaya, Badan Litbang Kehutanan, Jakarta.
- Huesgen T, Lenk G, Albrecht B, Vulto P, Lemke T, Woias P. 2010. Optimization and characterization of wafer-level adhesive bonding with patterned dry-film photoresist for 3D MEMS integration. *Sensors and Actuators A*, 162: 137-144.
- Julaihi LCJ, Julia S, Vilma B. 2016. *Tanaman Sarawak Dipterocarpaceae Daftar Merah: Seri II: Anisoptera, Cotylelobium, Hopea, Parashorea, Upuna & Vatica*. Perusahaan Kehutanan Sarawak Sdn. Bhd., Malaysia. hlm.105

- Kelly MW. 1977. Critical Literatur Review of Relationship Between Processing and Physical Properties of Particleboard. V. S. Departemen of Agriculture Forest Service Forest Product Laboratory Madison, Wis.
- Kollmann E. 1975. Principles of Wood Science and Technology. Vol 11. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. New York. Pp. 1-34
- Kollmann FFP, Cote WA. 1984. Principle Of Wood Science and Technologi. Volume I. Solid Wood. Springer-Vergo, Berlin.
- Lansky EP, Paavilainen HM. 2011. Traditional Herbal Medicines for Modern Times Figs The Genus Ficus. Taylor and Francis Group, LLC. New York.
- Lim SC. 1982. Timbers Malaysia - Resak. Leaflet Perdagangan Dinas Kehutanan Malaysia No. 62. Dewan Industri Kayu Malaysia dan Institut Penelitian Kehutanan Malaysia, Kuala Lumpur. 9 hal.
- Mardikanto TR. 1979. Sifat-sifat Mekanika Kayu. Falkutas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Moody RC, Roland H. 1997. Glued-Laminated Timber. Forest Product Laboratory. USDH Forest Service. Madison, Winconsin.
- Moody RC, Hermandes R, Liu JY. 1999. Glued structural members. Di dalam: Wood Handbook, Wood as an Engineering Material. Madison, WI: USDA Forest Service, Forest Product Laboratory.
- Pratama AB. 2016. Sifat Fisika dan Mekanika Kayu Lamina Kombinasi Kayu Pinus (*Merkusii Jungh et de Vr.*) dan Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) dengan Perekat Melamine Urea Formaldehide. Skripsi Fakultas Kehutanan. Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Prayitno TA. 1984. Perekatan Kayu. Bagian Penerbitan Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.
- Prayitno TA. 1986. Perilaku Tolok Ukur Penelitian Kayu. Duta Rimba, 73-74 (XII): 27-31
- Prayitno TA. 1996. Perekat Kayu. Bagian Penerbitan Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Peterson J. 1993. The Furniture Adhesive : Meeting New Challenges. Asian Timber Volume 5. Universitas Station. Mandison. Wisconsin.
- Ruhendi S, Koroh DN, Syamani FA, Yanti H, Nurhaida SS, Sucipto T. 2007. Analisis Perekatan Kayu. Institut Pertanian Bogor. Bogor (ID).
- Sari NM, EE Praja. 2006. Pengaruh Pola Sambungan dan Banyaknya Jumlah Lapisan Terhadap Sifat Fisika dan Mekanika Papan Lamina Kayu Meranti Merah (*Shorea leprosula* Miq). Jurnal Hutan Tropis Borneo No. 18, Maret 2006. Halaman: 33-38.
- Sastradimadja E. 1999. Diktat Kayu Lamina (laminated Wood). Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Jurusan THH, Unmul Samarinda.
- Selbo ML. 1975. Adhesive Bonding of Wood. Technical Bulletin No. 1512. US Forest Service Departement of Agriculture. Washington. USA.
- Serrano E. 2003. Mechanical Performance and Modeling of Glulam. Di dalam : Thelanddesson S, HJ Larsen, editor. Timber Engineering. New York: Jhon Wiley & Sons, Ltd.
- Silvester FD. 1967. Timber, Its Mechanical Properties and Factors Affecting Its Structural Use. Pergamon Press. Oxford.
- Simbolon M. 1998. Pengaruh Banyaknya Lapisan terhadap Sifat Mekanis Papan Lamina dari Jenis Bayur dan Ketapang dengan Perekat PVA. Skripsi Fakultas Kehutanan Unmul, Samarinda.
- Sitompul NA. 2009. Sifat Fisis Mekanis Balok Laminasi dari Batang Kelapa (*Cocos nucifera* L.) dan Kayu Kemiri (*Aleurites moluccana* Wild.). Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Steel RGD, Torrie JH. 1991. Prinsip dan Prosedur Statiska. Diterjemahkan oleh Bambang Sumantri. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Suprptono B. 1988. Diktat Mekanika Kayu. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Jurusan Teknologi Hasil Hutan UNMUL. Samarinda.
- Suprptono B. 1995. Dikta Kuliah Perekatan Kayu Peranan dalam Indrustri Kayu untuk Program Pasca

Sarjana Magister Program Studi Ilmu Kehutanan UNMUL. Samarinda.

- Sutigno P, Masano. 1986. Pengaruh Banyaknya Lapisan Terhadap Sifat Kayu Lamina Meranti Merah (*Shorea leptrosula* Miq). Duta Rimba, 73-74 (XII): 22-24.
- Sutigno P. 1988. Perakat dan Perakatan. Puslitbanghut. Departemen Kehutanan. Bogor.
- Sutigno P. 1998. Pengaruh Campuran Terigu dan Tapioka Sebagai Ekstender Perakat Urea Formaldehyde terhadap Daya Rekat Kayu Lapis Meranti dan Keruing. Tesis Fakultas Pasca Sarjana, Institut Bogor.
- Tazelinur. 1997. Pengaruh Jumlah Lapisan Kayu Lamina dari Jenus Jelutung (*Dyera* spp) dan Arau (*Elmerilla stimpacca*) dengan perakat Polivinil Asetat terhadap Sifat Mekanikanya. Skripsi Fakultas Kehutanan. Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Tano E. 1993. Alternatif Perakat Sintetis. CV. Armico. Bandung.
- Syamsuhidayat SS, Hutapea JR. 1993. Inventaris Tanaman Obat Indonesia, Jilid II. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Valencia LEC, Alonso E, Manzano A, Pe´rez J, Contreras ME, Signoret C. 2007. Improving the Compressive Strengths of Cold-Mix Asphalt Using Asphalt Emulsion Modified by Polyvinyl Acetate, Construction and Building Materials, 21: 583-589.
- Van Stenis CGC, Bloemberg S, Eymu, PJ. 1975. Flora untuk Sekolah Indonesia. PT. Pradnya Paramita. Jakarta Pusat.
- Veneklaas EJ, Santos-Silva MPRM, Ouden F. 2002. Determinants of Growth Rate in Ficus
- Violet, Agustina. 2018. Variasi Arah Aksial Batang (Pangkal dan Ujung) Terhadap Sifat Mekanika Papan Laminasi Kayu Kelapa (*Cocos nucifera* L) dan Kayu Nangka (*Artocarpus heterophyllus* L). Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat. Jurnal Hutan Tropis, 6(1): 20-27.
- Wahyudi YA. 2006. Sifat Fisika dan Lengkung Statis Papan Lamina Bambu Wulung (*Gigantochloa atroviola* Widjaja) Dalam Sebatang Kayu Meranti Merah (*Shorea* sp) Dengan Perakat Polivinil Asetat (PVA). Skripsi Fakultas Kehutanan. Universitas Mulawarman. Samarinda. (Tidak Dipublikasikan).
- Wintara A. 2009. Sifat Fisika dan Mekanika Kayu Lamina Kombinasi Jenis Kayu Sengon (*Paraseriant falcataria* (L.) Nielsen) dan Jenis Kayu Kapuk (*Ceiba pentandra* Gaertn). Skripsi Fakultas Kehutanan. Universitas Mulawarman. Samarinda. (Tidak Dipublikasikan).
- Wijaya A. 2001. Pengaruh Variasi Kerapatan Papan dan Jenis Perakat Terhadap Keteguhan Rekat dan Persentase Kerusakan Papan Laminasi Kayu Kelapa. Skripsi. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor. Reporsitory IPB.
- Yuliarti. 1999. Perngaruh Jumlah Lapisan terhadap Keteguhan Lengkung Statis Papan Lamina dari Jenis Meranti Merah dan Meranti Kuning. Skripsi Fakultas Kehutanan. Universitas Mulawarman. Samarinda (Tidak Dipublikasikan).

PENGARUH BEBAN DAN WAKTU KEMPA TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK PAPAN PARTIKEL SEKAM PADI DENGAN PEREKAT UREA FORMALDEHID (UF)

Cahaya Primanegara, Irvin Dayadi*, Rindayatno
Laboratorium Industri dan Pengujian Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman
Kampus Gunung Kelua, Jalan Ki Hajar Dewantara, PO Box 1013, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur,
Indonesia, 75119
E-mail: irvindayadi.mp@gmail.com

ABSTRACT

Rice Husk in the form of particles is not utilized by the wood industry so it needs to be processed into particle board in order to provide added value and is economical. The purpose of this study was to determine the quality of the mechanical physical properties of particle board with cold-pressed urea formaldehyde adhesive and to determine the effect of the applied load and compression time on the quality of its mechanical physical particle board based on the JIS-A-5908 (2003) standard. The study used a factorial study with a completely randomized pattern followed by ANOVA and LSD tests (Least Significant Difference). The treatments used were compression load of 30 bar, 40 bar, 50 bar with a compression time of 1 hour, 2 hours, 3 hours. The results showed that the moisture content was quite uniform and had a very significant effect on the compression load on physical properties, namely density and thickness expansion, as well as on mechanical properties, namely Modulus of Elasticity (MoE), Modulus of Rupture (MoR), and Internal Bonding Strength (IBS). The significant effect on compression time is the Modulus of Rupture (MoR), and Internal Bonding Strength (IBS). However, the water absorption properties did not show a very significant or significant effect. The difference between the load and the best compression time on the mechanical physical properties of rice husk particle board with urea formaldehyde adhesive is with a compression load of 50 bar and a compression time of 3 hours. However, all physical mechanical tests meet the standards of JIS-A-5908 (2003).

Key words: Rice Husk, Urea Formaldehyde, Particle Board, Physical and Mechanical Properties

ABSTRAK

Sekam padi berupa partikel tidak dimanfaatkan oleh industri kayu sehingga perlu diolah menjadi papan partikel agar memberikan nilai tambah dan ekonomis. Tujuan penelitian ini mengetahui kualitas sifat fisik mekanik pada papan partikel dengan perekat urea formaldehid kempa dingin dan Mengetahui pengaruh beban dan waktu kempa yang diberikan terhadap kualitas papan partikel fisik mekaniknya berdasarkan standar JIS-A-5908 (2003). Penelitian menggunakan Faktorial Dengan Pola Acak Lengkap dilanjutkan Uji ANOVA dan LSD (*Least Significant Difference*). Adapun perlakuan yang digunakan yaitu pemberian beban kempa 30 bar, 40 bar, 50 bar dengan waktu kempa 1 jam, 2 jam, 3 jam. Hasil penelitian menunjukkan dengan kadar air cukup seragam serta berpengaruh sangat signifikan pada beban kempa terhadap sifat fisik yaitu kerapatan, dan pengembangan tebal, serta terhadap sifat mekanik yaitu *Modulus of Elasticity* (MoE), *Modulus of Rupture* (MoR), dan *Internal Bonding Strength* (IBS). Adapun berpengaruh signifikan pada waktu kempa yaitu *Modulus of Rupture* (MoR), dan *Internal Bonding Strength* (IBS). Namun pada sifat penyerapan air tidak menunjukkan pengaruh yang sangat signifikan maupun signifikan. Pengaruh beban dan waktu kempa terbaik pada sifat fisik mekanik papan partikel sekam padi dengan perekat urea formaldehid yaitu dengan beban kempa 50 bar dan waktu kempa 3 jam. Namun dengan demikian semua pengujian fisik mekanik memenuhi standar JIS-A-5908 (2003).

Kata Kunci: Sekam Padi, Urea Formaldehid, Papan Partikel, Sifat Fisik dan Mekanik

PENDAHULUAN

Papan partikel merupakan papan tiruan yang tersusun dari partikel-partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya yang dapat terikat secara simultan (Adibrata, 2001). Dibandingkan dengan

kayu asalnya, papan partikel mempunyai beberapa kelebihan seperti bebas mata kayu, pecah, retak, ukuran dan kerapatan papan partikel dapat disesuaikan dengan kebutuhan, tebal dan kerapatan papan partikel seragam serta mudah dikerjakan, mempunyai sifat isotropis serta sifat dan kualitasnya dapat diatur. Kualitas papan partikel merupakan fungsi dari beberapa faktor yang berinteraksi dalam proses pembuatan papan partikel tersebut. Sifat fisik dan mekanik papan partikel seperti kerapatan, modulus patah, modulus elastis dan keteguhan rekat internal serta pengembangan tebal merupakan parameter yang cukup baik untuk menduga kualitas papan partikel yang dihasilkan (Fuadi, 2009) sedangkan kelemahan dari papan partikel itu sendiri adalah stabilitas dimensi yang rendah (Haygreen dan Bowyer, 2002).

Pada sebagian besar masyarakat, sekam padi masih belum dimanfaatkan secara maksimal. Sekam seringkali dimusnahkan dengan cara dibakar pada temperatur tinggi yang tidak dikontrol sehingga menimbulkan polusi pada lingkungan. Kandungan bahan pada sekam padi banyak mengandung bahan lignoselulosa sehingga menyebabkan timbulnya sifat kuat dan kaku. Berdasarkan sifat kaku dan kuat dari sekam padi ini dapat dibuat sebagai bahan komposit (Hermawan, 2016). Menurut hasil dari analisis kimia sekam padi dari Adibrata (2001) menghasilkan 46,77% C organik, 0,32% N total, 0,06% P total, 0,25% K, 1,00% Ca, 0,07% Mg dan pH 6,6, 33,01% SiO₃ total dan di dalam sekam terkandung 40% selulosa, 30% lignin dan 20% abu. Umumnya kayu yang digunakan untuk bahan baku papan partikel di Eropa mempunyai kandungan selulosa 44% dan kandungan lignin rata-rata 27%. Kandungan selulosa dan lignin yang cukup merupakan syarat utama suatu bahan untuk dapat dijadikan papan partikel. Selulosa dapat dinyatakan sebagai polimer linier dengan struktur rantai yang seragam karena selulosa merupakan struktur dasar sel-sel tanaman dan merupakan komponen penting yang dibuat oleh organisme hidup. Selulosa terdiri dari unit-unit anhidroglukopiranososa yang bersambung membentuk rantai molekul. Sedangkan lignin merupakan suatu zat organik polimer yang berperan penting dalam meningkatkan kekuatan mekanik. Kandungan lignin antar tumbuhan berbeda dan cukup bervariasi, dalam kebanyakan penggunaan kayu, lignin digunakan sebagai bagian integral.

Salah satu bagian yang sangat penting dalam pembuatan papan partikel adalah perekat. Perekat yang biasa digunakan yaitu urea formaldehid (UF) karena keuntungan dari perekat urea formaldehid (UF) antara lain, warnanya putih sehingga tidak memberikan warna gelap pada waktu penggunaannya, relatif tidak mudah terbakar, dan sifat panasnya baik. Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian mengenai pembuatan papan partikel sekam padi menggunakan perekat urea formaldehid (UF) dengan perbandingan waktu dan pengempaan. Dalam penelitian ini pengempaan akan dilakukan menggunakan kempa dingin.

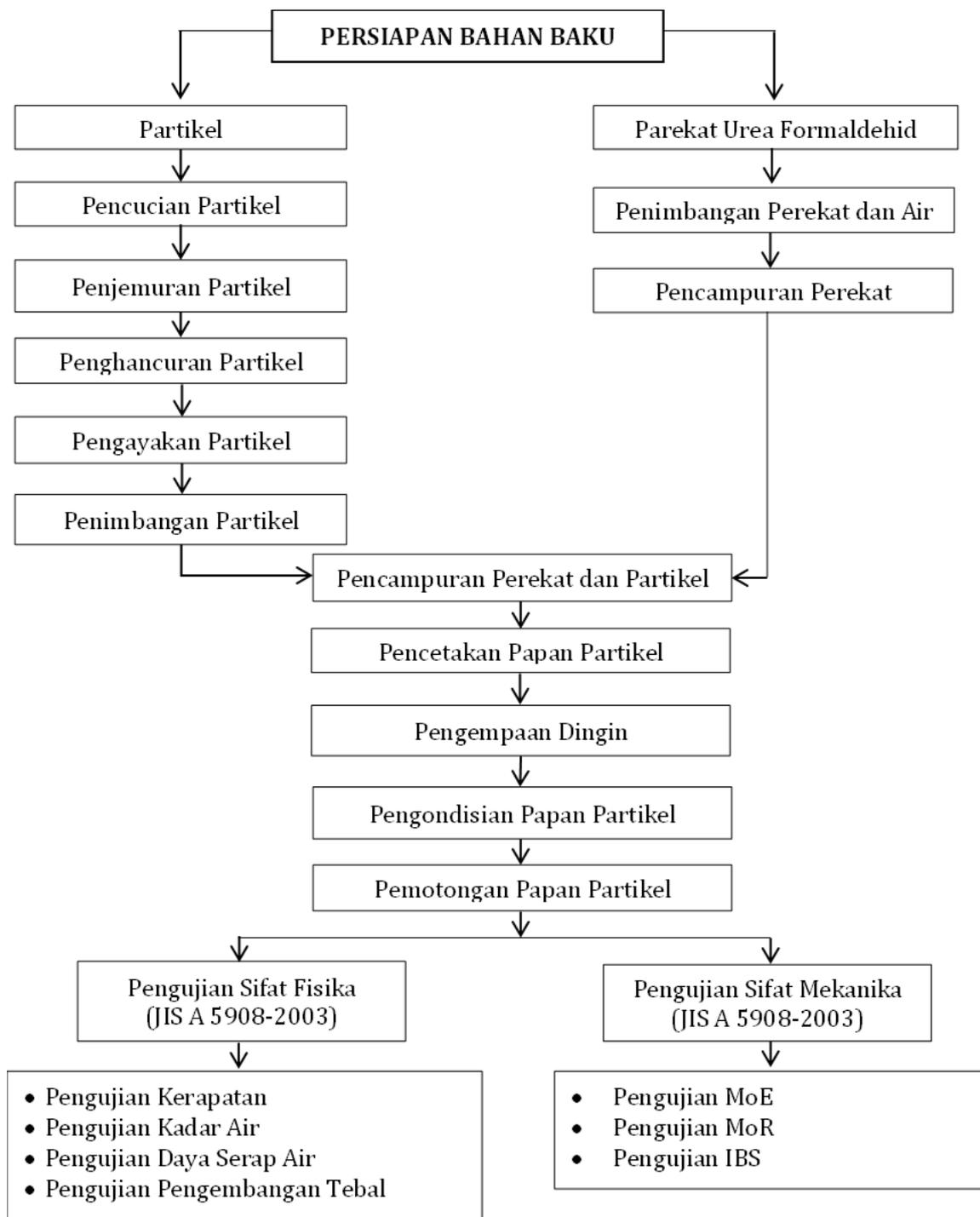
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas sifat fisik mekanik pada papan partikel dengan perekat urea formaldehid kempa dingin dan untuk mengetahui pengaruh beban dan waktu kempa yang diberikan terhadap kualitas papan partikel fisik mekaniknya berdasarkan standar JIS-A-5908 (2003).

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Pembuatan Papan partikel dan pengujian sifat fisik dan mekanik papan partikel sekam padi akan dilaksanakan di Laboratorium Industri dan Pengujian Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman.

Prosedur Penelitian



Gambar 1. Diagram alir pembuatan papan partikel

Analisis Data

Model rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan faktorial 3 x 3 dengan pola acak lengkap. Model yang digunakan tersusun dari 2 faktor perlakuan. Faktor A adalah beban kempa dan Faktor B adalah waktu kempa. Untuk mendapatkan sifat fisik dan mekanik yang diuji yaitu kadar air, kerapatan, daya serap air, pengembangan tebal, *Modulus of Elasticity* (MoE), *Modulus of Rupture* (MoR), *Internal Bonding Strength* (IBS).

Faktor perlakuan pada penelitian ini berupa perbedaan beban kempa dan waktu kempa yang diberikan pada papan partikel. Perbedaan beban dan waktu kempa terdiri atas dua faktor dengan ulangan sebanyak 3 kali taraf yaitu :

Tabel 1. Faktor penelitian

A = Faktor perbedaan beban kempa	B = Faktor perbedaan waktu kempa
A ₁ = 30 bar	B ₁ = 1 jam
A ₂ = 40 bar	B ₂ = 2 jam
A ₃ = 50 bar	B ₃ = 3 jam

Model umum rancangan percobaan yang digunakan adalah sebagai berikut (Haloho, 2019).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan :

- Y_{ijk} = Nilai respon dari unit percobaan yang mendapatkan perlakuan waktu kempa ke-i, beban kempa ke-j, pada ulangan ke-k
- k = Ulangan ke-1, 2 dan 3
- μ = Nilai rata-rata sebenarnya
- α_i = Pengaruh perlakuan beban kempa ke-i
- β_j = Pengaruh perlakuan waktu kempa ke-j
- (αβ)_{ij} = Pengaruh interaksi dari percobaan perlakuan waktu kempa ke-i dan beban kempa ke-j
- ε_{ijk} = Nilai galat (kesalahan percobaan) dari unit percobaan yang mendapatkan perlakuan waktu kempa ke-i, dan beban kempa ke-j, pada ulangan ke-k.

Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh perlakuan terhadap sifat fisik dan mekanik papan partikel, maka data dianalisis dengan ANOVA (*Analysis of Variance*). Analisis keragaman ANOVA dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini.

Analisis Keragaman (ANOVA)

Jika hasil ANOVA menunjukkan F-hit > F-tab maka pemberian perlakuan berpengaruh signifikan terhadap sifat fisik dan mekanik papan partikel dan jika F-hit < F-tab, maka pemberian perilaku tidak berpengaruh signifikan terhadap pengujian sifat fisik dari mekanik papan partikel. Apabila uji F menunjukkan hasil yang signifikan (F-hit > F-tab), maka diadakan uji lanjutan dengan menggunakan uji LSD (*Least Significant Difference*). Rumus untuk menghitung LSD adalah sebagai berikut :

$$LSD = t_{tab} \cdot \sqrt{2KRE/r}$$

Keterangan :

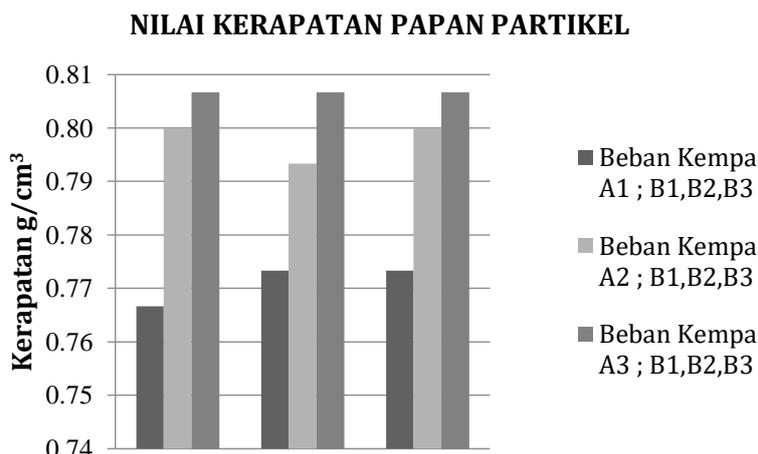
- KRE = Kuadrat Rataan error
- R = Ulangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerapatan

Hasil analisis keragaman (ANOVA) kerapatan menunjukkan bahwa beban kempa yang diberikan berpengaruh sangat signifikan terhadap nilai kerapatan papan partikel sekam padi dan non signifikan terhadap waktu kempa yang diberikan terhadap nilai analisis keragaman kerapatan papan partikel sekam padi. Hasil beban kempa yang diberikan mempengaruhi nilai kerapatan papan partikel sekam padi hal tersebut dikarenakan adanya penambahan beban kempa membuat ikatan antar partikel

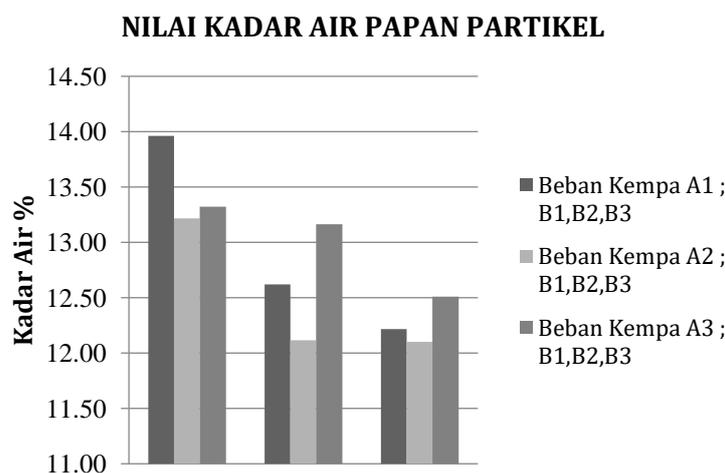
menjadi lebih baik. Grafik rata-rata nilai kerapatan papan partikel disajikan dalam gambar dibawah ini.



Gambar 2. Grafik rata-rata nilai kerapatan papan partikel

Kadar Air

Penambahan beban dan waktu kempa sesuai grafik di bawah ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu beban dan semakin tinggi beban kempa yang diberikan tidak mempengaruhi kadar air papan partikel. Standar JIS-A-5908 (2003) mensyaratkan kadar air papan partikel yaitu 5% - 13%, maka rata-rata kadar air papan partikel sekam padi dengan perbedaan beban dan waktu kempa memenuhi standar.

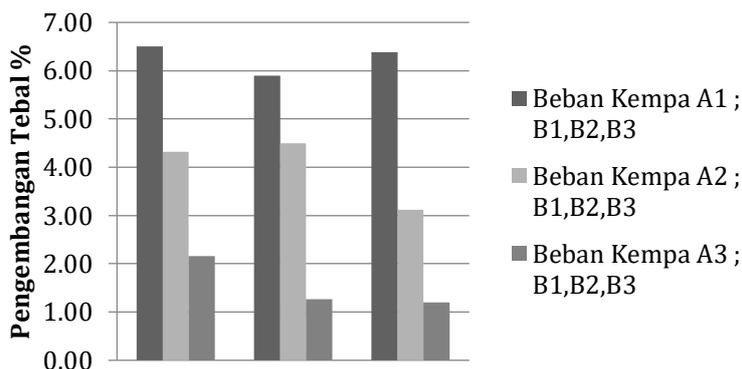


Gambar 3. Grafik rata-rata nilai kadar air papan partikel

Pengembangan Tebal

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa beban kempa berpengaruh sangat signifikan dan non signifikan pada waktu kempa terhadap nilai pengembangan tebal papan partikel sekam padi, pengempaan pada papan partikel yang berasal dari sekam padi dengan berkerapatan tinggi akan menyebabkan pengembangan tebal yang rendah begitu juga pada waktu kempa yang semakin lama akan menghasilkan pengembangan tebal papan partikel yang lebih rendah. Grafik nilai rata-rata pengembangan tebal papan partikel disajikan dalam gambar berikut ini.

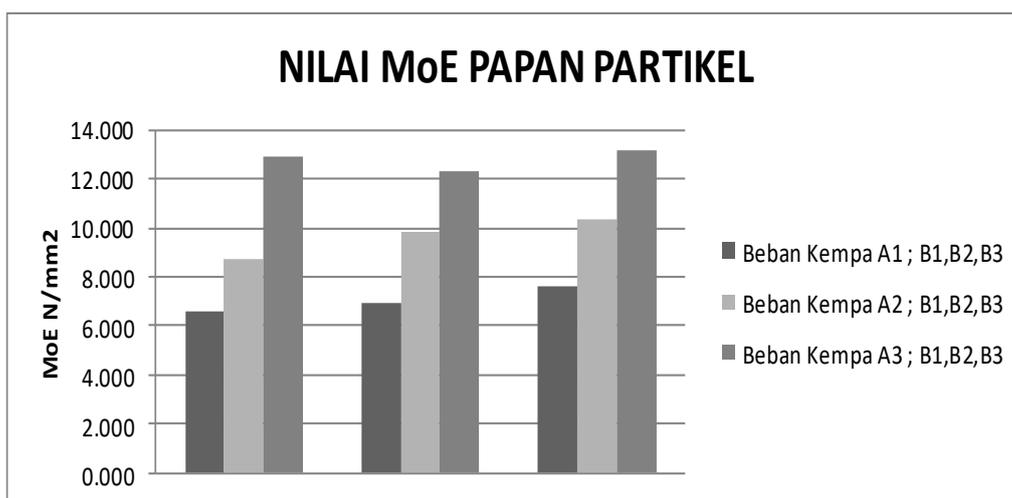
NILAI PENGEMBANGAN TEBAL PAPAN PARTIKEL



Gambar 4. Grafik rata-rata nilai pengembangan tebal papan partikel

Modulus Elastisitas (MoE)

Nilai rata-rata Modulus Elastisitas papan partikel sekam padi tertinggi dengan perlakuan A3 ; B3 sebesar 12.792 N/mm² dan nilai rata-rata terendah dengan perlakuan A1 ; B1 sebesar 7.041 N/mm². Elastisitas (MoE) papan partikel sekam padi dengan perbedaan beban kempa menunjukkan bahwa Modulus Elastisitas (MoE) berbeda sangat signifikan dan signifikan. Hal ini terjadi karena penambahan beban dan waktu kempa yang diberikan mempengaruhi kerapatan papan partikel sekam padi. Fenomena ini sesuai dengan nilai rata-rata daya serap air dan pengembangan tebal yang penurunan akibat peningkatan beban dan waktu kempa. Adapun grafik Modulus Elastisitas (MoE) papan partikel sekam padi yang disajikan pada gambar berikut.



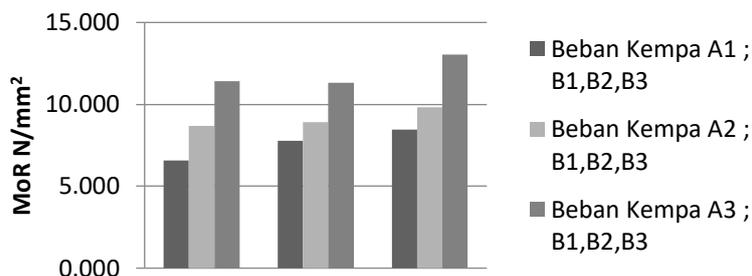
Gambar 5. Grafik rata-rata nilai Modulus Elastisitas (MoE) papan partikel

Modulus Rupture (MoR)

Rata-rata Modulus Rupture (MoR) partikel sekam padi secara keseluruhan terbilang sedang. Adapun nilai rata-rata Modulus Rupture (MoR) dari seluruh perlakuan dengan perbedaan beban dan waktu kempa memenuhi standar. Hal ini sejalan dengan nilai Modulus Elastisitas (MoE) sehingga mempengaruhi nilai Modulus Rupture (MoR). Namun grafik di atas menunjukkan bahwa semakin tinggi beban dan waktu kempa yang diberikan maka nilai MoR akan semakin meningkat, hal ini diduga akibat

pengaruh besar Beban yang meningkat sehingga daya ikat perekat antar partikel semakin tinggi (Maloney, 1993).

NILAI MoR PAPAN PARTIKEL

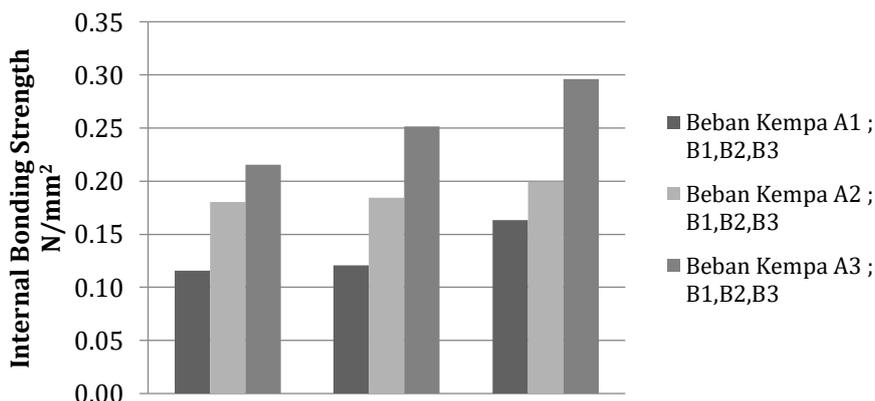


Gambar 6. Grafik rata-rata nilai Modulus Rupture (MoR) papan partikel

Internal Bonding Strength (IBS)

Standar JIS-A-5908 (2003) mensyaratkan internal bonding strength papan partikel yaitu minimal 0,15 N/mm². Pada penelitian ini, papan partikel sekam padi yang tidak memenuhi standar terdapat pada perlakuan A1 ; B1, B2. Grafik rata-rata internal bonding strength menunjukkan semakin bertambah beban dan waktu kempa maka nilai internal bonding strength semakin tinggi. Berdasarkan hal tersebut beban dan waktu optimal dan terbaik yang dapat digunakan dari penelitian ini yaitu pada perlakuan dengan A3 ; B3, karena nilai internal bonding strength yang didapat tinggi.

NILAI INTERNAL BONDING STRENGTH PAPAN PARTIKEL



Gambar 7. Grafik rata-rata nilai Internal Bonding Strength (IBS) papan partikel

DAFTAR PUSTAKA

- Adibrata AS. 2001. Pemanfaatan Sekam Padi Dan Sabut Kelapa Sebagai Bahan Pembuatan Papan Partikel Skripsi Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fuadi. 2009. Kualitas Papan Partikel Tandan Kosong Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Menggunakan Perekat Aminoplast. Departemen Hasil Hutan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Haloho KS. 2019. Pengaruh Kadar Perekat Urea Formaldehida Terhadap Sifat Fisika dan Mekanika Papan Partikel Limbah Gergaji Kayu Alau (*Dacrydium* spp.) Skripsi. Universitas Palangka Raya. Palangka Raya.
- Haygreen JG, Bowyer JL. 2002. Forest Product and Wood Science an Introduction. The Iowa State

University Press. Iowa.

Hermawan. 2016. Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Bahan Baku Papan Partikel dengan Menggunakan Perekat Urea Formaldehid. Skripsi. Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. Samarinda.

Maloney TM. 1993. Modern Particleboard and DryProcess Fiberboard Manufacturing. Miller Freeman Inc. San Francisco. USA.

Standar JIS A 5908. 2003. Standar Mutu Papan Partikel.

KEHADIRAN JENIS MAMALIA TERESTRIAL PADA HABITAT RAWA GAMBUT MUARA SIRAN KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA

Andi Nur Alam, Rachmat Budiwijaya Suba*

Falkultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jalan Ki Hajar Dewantara, PO Box 1013,
Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, 75119

E-Mail : rb_suba@hotmail.com

ABSTRACT

This research aims to find important mammal species in the peat swamp forest in Muara Siran village and predict threats to their existence. The camera traps result indicated the presence of seven mammal species, i.e., rats (Muridae), squirrel (Sciuridae), Moonrat *Echinosorex gymnura* (Erinaceidae), Sunbear *Helarctos malayanus* (Ursidae), Banded linsang *Prionodon linsang* (Prionodontidae), Bearded pig *Sus barbatus* (Suidae), and Sambar deer *Rusa unicolor* (Cervidae). Three species are listed as protected nationally, i.e., Sunbear *Helarctos malayanus*, Banded linsang *Prionodon linsang*, and Sambar deer *Rusa unicolor*. The level of area exposure and the existence of human activities affect the presence of mammal species. This fact is shown by the relative density difference between two sites, in Kane and Sebelanja river. Sunbear *Helarctos malayanus*, Sambar deer *Rusa unicolor*, and Bearded pig *Sus barbatus* were present more in Sungai Kane. The absence of those species in the Sebelanja river was explained by human activities such as logging and fish trawling by villages people; therefore, such activities interfere with mammal communities through loud noise and habitat destruction caused by logging and furtherly affect food availability.

Keywords : Peat swamp, Camera trap, Mammal, Relative density

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis mamalia penting pada hutan rawa gambut di Desa Muara Siran dan memprediksi ancaman terhadap keberadaannya. Hasil kamera jebak mengindikasikan kehadiran 7 jenis mamalia, antara lain kelompok jenis Tikus (famili Muridae), kelompok jenis Bajing (famili Sciuridae), Rindil Bulan (*Echinosorex gymnura* dari famili Erinaceidae), Beruang Madu (*Helarctos malayanus* dari famili Ursidae), Linsang-linsang (*Prionodon linsang* dari famili Prionodontidae), Babi Berjenggot (*Sus barbatus* dari famili Suidae), dan Rusa Sambar (*Rusa unicolor* dari famili Cervidae). Terdapat 3 jenis yang dilindungi secara nasional, yaitu *Helarctos malayanus* (Beruang madu), *Rusa unicolor* (Rusa sambar), dan *Prionodon linsang* (Linsang-linsang). Tingkat keterbukaan areal dan adanya aktifitas manusia mempengaruhi kehadiran mamalia, dimana hal ini ditunjukkan oleh perbedaan kerapatan relatif jenis mamalia di Sungai Kane dan Sungai Sebelanja. Mamalia di Sungai Kane lebih banyak dijumpai seperti Beruang madu, Rusa sambar, Babi Berjenggot. Tidak hadirnya jenis-jenis tersebut di Sungai Sebelanja diasumsikan karena di lokasi ini terdapat aktifitas manusia seperti penebangan pohon dan pemasangan pukat ikan oleh masyarakat, sehingga mengganggu satwa liar karena suara yang bising dan kerusakan habitat akibat penebangan yang mempengaruhi kesediaan pakan.

Kata Kunci : Rawa gambut, Kamera jebak, Mamalia, Kerapatan relatif

PENDAHULUAN

Rawa gambut merupakan kawasan yang memiliki karakteristik menarik. Rawa gambut mengandung air sekitar 90% dan mempunyai kemampuan menyerap air sampai sembilan kali dari volumenya sendiri. Oleh karena itu, pada saat tidak ada hujan, kawasan gambut dapat menjadi sumber air bagi kawasan yang lebih rendah dan berperan sebagai penyangga hidrologi. Karena pentingnya peranan gambut dalam menjaga ketersediaan dan keseimbangan air, maka pengelolaannya telah diatur

dalam Keppres No. 32 tahun 1990 (Mistar, 2008).

Hutan rawa gambut Kalimantan tidak saja penting sebagai penyangga hidrologi, penyerap karbon, tetapi juga merupakan tempat tinggal bagi banyak fauna. Hasil survei yang telah dilakukan oleh Borneo Orangutan Survival Foundation (BOSF) di areal Mawas Kalimantan Tengah memperoleh mamalia sebanyak 49 jenis, burung 201 jenis dari 41 famili, ikan 44 jenis dari 13 famili, amfibi 15 jenis dari 4 famili, dan reptil 43 spesies dari 15 famili (Mistar, 2008).

Salah satu kawasan gambut di Kalimantan Timur adalah lahan basah Mahakam Tengah. Desa Muara Siran yang berada di Kecamatan Muara Kaman, Kabupaten Kutai Kartanegara merupakan salah satu lokasi yang berada pada kompleks lahan basah tersebut dengan luasan 42.201 Ha. Namun, saat ini belum banyak dilakukan penelitian fauna khususnya mamalia yang berada di hutan gambut yang termasuk dalam wilayah Desa Muara Siran.

Mamalia berperan penting dalam ekosistem hutan sebagai penyubur tanah, penyerbuk bunga, pemencar biji, serta pengendali hama. Mamalia merupakan salah satu kelas dalam kerajaan Animalia yang memiliki beberapa keistimewaan baik dalam hal fisiologi maupun susunan saraf dan tingkat intelegensianya sehingga taksa ini memiliki sebaran hidup yang luas. Kekayaan jenis mamalia di pulau-pulau besar seperti Kalimantan lebih besar dari pada pulau-pulau kecil lainnya. Saat ini Kalimantan memiliki 266 jenis mamalia dan 44 jenis diantaranya endemik (Mustari dkk., 2010).

Keberadaan mamalia dapat diketahui berdasarkan perjumpaan langsung di lapangan. Keberadaan mamalia dapat dipastikan dengan melakukan inventarisasi secara periodik sehingga baik jenis maupun kelimpahannya dapat diketahui. Namun metode tersebut mempunyai kekurangan seperti waktu yang diperlukan lebih lama dan tenaga yang diperlukan lebih banyak. Selain itu, manusia mempunyai kemampuan yang terbatas untuk melakukan pengamatan secara terus-menerus. Untuk itu dikembangkan suatu alat yang dapat merekam keberadaan satwaliar di suatu kawasan seperti kamera jebakan (*camera trap*) (Mohamad dan Darmaraj, 2009). Dalam rangka memperkuat basis pengelolaan sumber daya hayati di lahan gambut Muara Siran, data dan informasi mengenai kekayaan fauna sangatlah diperlukan. Penelitian ini memfokuskan pada jenis-jenis mamalia yang terdapat di lahan gambut Muara Siran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis mamalia terestrial penting pada kawasan gambut di Desa Muara Siran dan memprediksi ancaman terhadap keberadaannya.

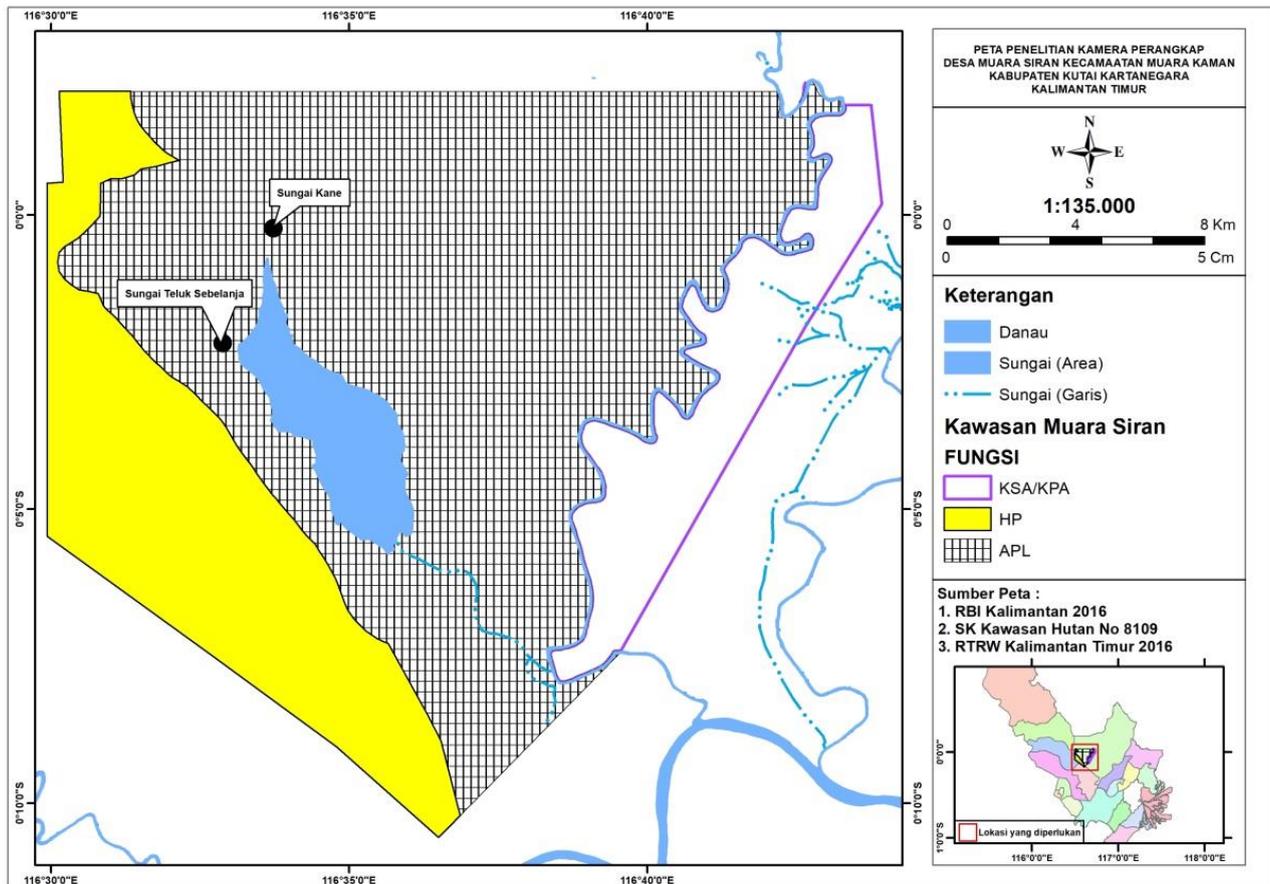
BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di areal hutan gambut yang termasuk dalam wilayah Desa Muara Siran, Kutai Kartanegara Kalimantan Timur, dengan letak geografis berada pada 0°5'5,17" LS dan 116°35'5,2" BT. Lokasi atau titik pengamatan/pemasangan kamera jebak berdasarkan fungsi kawasannya yaitu Areal Penggunaan Lain (APL) (SK Menhut No. 718/Menhut-II/2014 tentang Kawasan Hutan Provinsi Kalimantan Timur dan Provinsi Kalimantan Utara). Sedangkan berdasarkan rencana pola ruang pada Rencana Tata Ruang Wilayah Desa (RTRWDes) Muara Siran 2015-2035, lokasi pengamatan termasuk dalam alokasi untuk pemanfaatan kayu rakyat. Pertimbangan pemasangan kamera jebak selanjutnya adalah intensitas pemanfaatan, dimana pada saat penelitian berlangsung, tingkat pemanfaatan di Sungai Teluk Sebelanja lebih tinggi dibandingkan dengan Sungai Kane.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: peta lokasi penelitian, kamera jebak merk Bushnell, *Global Positioning System* (GPS), kamera digital, alat tulis, dan buku panduan lapangan untuk mamalia (Payne dkk., 2000; Phillipps dan Phillipps, 2016).



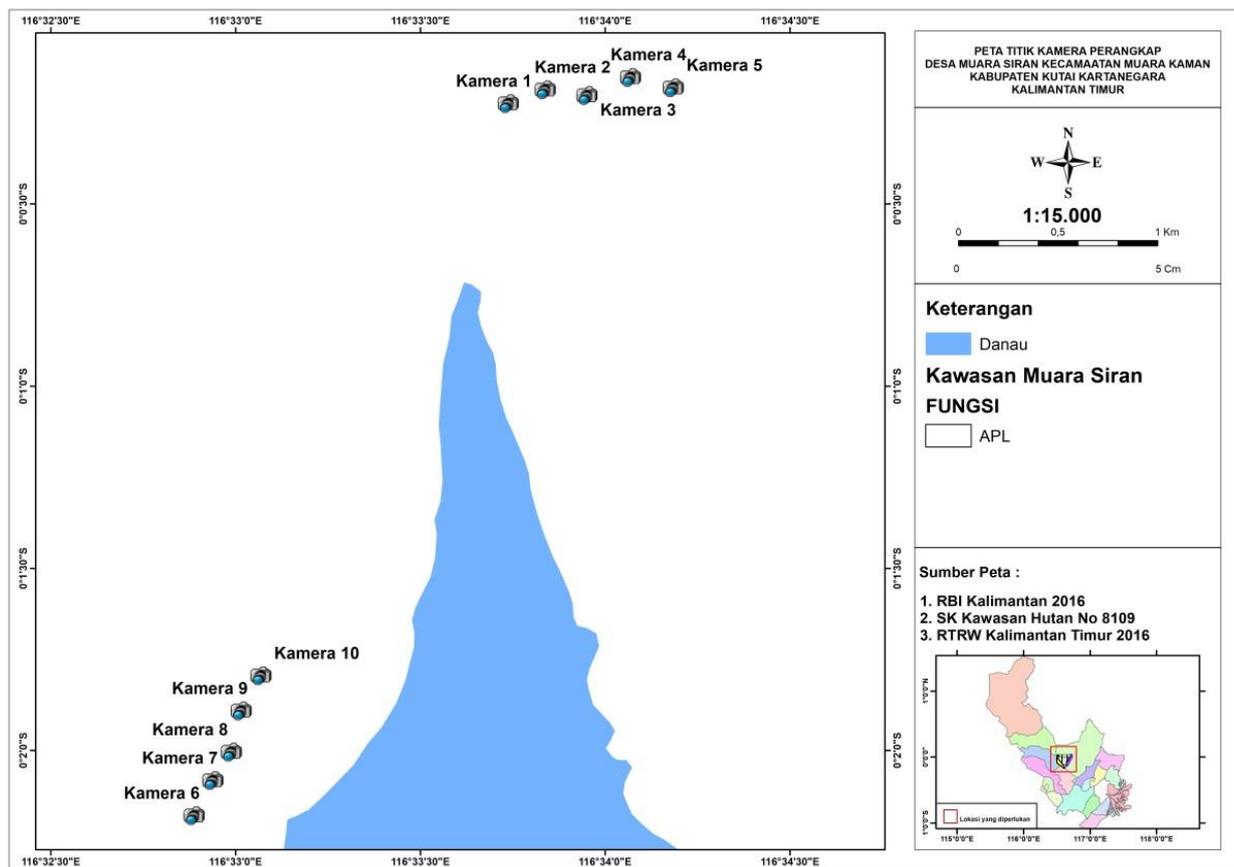
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Rawa Gambut Muara Siran

Keterangan: KSA/KPA = Kawasan Suaka Alam/Kawasan Pelestarian Alam,
 HP = Hutan Produksi,
 APL = Areal Penggunaan Lain

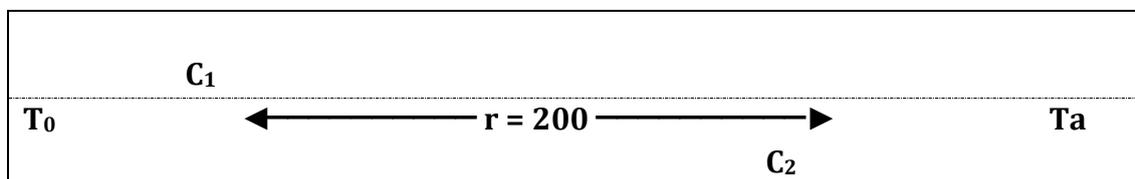
Prosedur Penelitian

Studi pustaka dimaksudkan untuk memperoleh bahan masukan yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian, berupa informasi-informasi dari berbagai sumber tentang keadaan areal penelitian serta hal lainnya yang berhubungan dengan penelitian ini. Sedangkan studi lapangan dilakukan untuk memperoleh data primer yang dilakukan melalui penempatan kamera jebak pada lokasi yang diduga merupakan habitat mamalia, dengan mengamati tanda-tanda kehadiran mamalia seperti jejak, cakar, dan kotoran.

Pemasangan 10 unit kamera jebak di hutan rawa gambut Muara Siran dilakukan di Sungai Kane dan Sungai Teluk Sebelanja, masing-masing 5 unit (Gambar 1), dimana setiap jalur pemasangan memiliki panjang 1 km dengan jarak 200 meter antar kamera (Gambar 2 dan 3). Kamera jebak dipasang pada kiri kanan jalur dan setiap kamera jebak diberikan umpan berupa ikan, buah sawit, dan terasi.



Gambar 2. Lokasi Titik Kamera Jebak yang Dipasang di Lokasi Penelitian



Gambar 3. Pemasangan Perangkat Kamera pada Jalur

Keterangan: T0 = Titik awal jalur,
 Ta = Titik akhir jalur,
 r = Jarak antar kamera,
 C = Posisi perangkat kamera

Analisis Data

Data jenis mamalia yang berhasil diidentifikasi ditabulasi berdasarkan ordo, famili, dan spesies. Sebagai informasi tambahan, ditambahkan keterangan mengenai status jenis mamalia yang teridentifikasi di lokasi studi berdasarkan Permen LHK No. 106 tahun 2018 tentang jenis tumbuhan dan satwa yang dilindungi. Penelitian ini juga diarahkan untuk mengkaji status keberadaan dan informasi ekologis jenis-jenis mamalia yang berhasil diidentifikasi kehadirannya di hutan rawa gambut Muara Siran. Data dan informasi ekologis masing-masing jenis tersebut diperoleh dari berbagai pustaka dan kajian-kajian ekologis jenis bersangkutan yang telah dilakukan sebelumnya di berbagai lokasi studi. Pembahasan dan diskusi dilakukan per jenis atau secara umum untuk tiap kelompok jenis yang teridentifikasi.

Penghitungan frekuensi kehadiran berdasarkan hasil foto kamera otomatis memerlukan beberapa atribut yang harus diidentifikasi terlebih dahulu diantaranya jenis, waktu rekam dan tanggal serta klasifikasi foto apakah merupakan suatu kejadian terikat (dependent event) atau kejadian bebas (independent event). O'Brien dkk (2003) menjelaskan bahwa foto independen didefinisikan sebagai: (1) foto-foto berurutan dari individu-individu yang berbeda dari jenis yang sama ataupun berbeda; (2) foto-foto berurutan dari individu-individu dari jenis yang sama yang terambil dengan jeda lebih dari 0,5 jam; (3) foto-foto yang tidak berurutan dari individu-individu dari jenis yang sama. Jumlah foto independen suatu jenis dari kejadian-kejadian bebas kemudian digunakan untuk menghitung frekuensi kehadirannya. Jumlah foto independen digunakan untuk sebagai indeks kerapatan relatif jenis yang terekam kamera otomatis. Dalam hal ini ada dua indeks kerapatan relatif (*Relative Abundance Indices* = RAI) yang dihitung. Jumlah hari yang dibutuhkan untuk memperoleh satu foto independen suatu jenis (RAI₁) menyatakan upaya sampling dan upaya ini diasumsikan berkurang seiring bertambahnya kerapatan (O'Brien dkk., 2003). Kebalikan dari nilai RAI₁ ini adalah jumlah foto independen suatu jenis yang diperoleh per hari-rekam (RAI₂) dan meningkat seiring dengan meningkatnya kerapatan, suatu indeks yang lebih mudah untuk diinterpretasi. Satuan dari RAI₂ adalah jumlah foto per 100 hari-rekam. Formulasnya dapat ditulis sebagai berikut:

$$RAI_1 = \frac{\text{jumlah hari rekam}}{\text{jumlah foto independen suatu jenis}}$$

$$RAI_2 = \frac{1}{RAI_1} \times 100$$

RAI₂ (jumlah foto independen per 100 hari-rekam) digunakan untuk membandingkan kerapatan relatif jenis-jenis mamalia per periode pengamatan dan pada kedua lokasi yang diamati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis Mamalia Terrestrial pada Hutan Rawa Gambut

Pemasangan kamera jebak telah memperoleh 7 famili dan 4 ordo dari kelas mamalia di habitat rawa gambut Muara Siran, Kabupaten Kutai Kartanegara (Tabel 1). Dalam penelitian ini jenis-jenis dari ordo Rodentia sulit untuk diidentifikasi. Tahapan identifikasi jenis hanya sampai kelompok familinya saja dan dituliskan sebagai famili Muridae untuk merepresentasikan kelompok jenis tikus dan famili Sciuridae untuk merepresentasikan kelompok jenis bajing.

Tabel 1. Kehadiran Jenis Mamalia Terrestrial di Lahan Basah Muara Siran, Kabupaten Kutai Kartanegara

Ordo	Famili	Jenis		Status Konservasi		
		Nama Latin	Nama Lokal	IUCN	CITES	Nasional
Rodentia	Muridae		Tikus			
	Sciuridae		Bajing			
Eulipotyphla	Erinaceidae	<i>Echinosorex gymnura</i>	Rindil bulan	LC		
Carnivora	Ursidae	<i>Helarctos malayanus</i>	Beruang madu	Vu	I	Dilindungi
	Prionodontidae	<i>Prionodon linsang</i>	Linsang linsang	LC	II	Dilindungi
Cetartiodactyla	Suidae	<i>Sus barbatus</i>	Babi	Vu		
	Cervidae	<i>Rusa unicolor</i>	Rusa sambar	Vu		Dilindungi

Keterangan: Kriteria IUCN Red List = Vu: Vulnerable (rawan), LC: Least Concern (tidak teperhatikan); Kriteria CITES = App I: Spesies terancam punah; App II: diijinkan untuk diperdagangkan dengan pengawasan ketat; Status Nasional = PP No. 7 tahun 1999; PermenLHK No: P.106 tahun 2018 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwalian yang Dilindungi.

Di hutan rawa gambut Muara Siran terdapat 3 jenis yang dilindungi secara nasional, yaitu *Helarctos malayanus* (Beruang madu), *Rusa unicolor* (Rusa sambar), dan *Prionodon linsang* (Linsang-linsang). Dua jenis yang disebut pertama juga dikategorikan kategori rentan (*vulnerable*) berdasarkan Daftar Merah IUCN, ditambah *Sus barbatus* (Babi Berjenggot).

Implikasi Konservasi dan Prediksi Ancaman Kelestarian Hutan Rawa Gambut Muara Siran

Beberapa jenis mamalia memang masih dapat dijumpai di hutan rawa gambut, meskipun tidak ada satu pun yang khas untuk tipe habitat ini (Payne dkk., 2000). Satwaliar yang berasosiasi dengan lahan basah seringkali memperlihatkan adaptasi khusus untuk dapat bertahan, diantaranya mengembangkan strategi untuk dapat mengikuti pola tinggi-rendahnya permukaan air yang terjadi pada lahan basah. Mereka dapat mencari makan pada permukaan tanah pada saat permukaan air rendah (kering), dan beberapa jenis akan lebih arboreal pada saat permukaan air tinggi (Nowak, 2007), terutama linsang linsang, rindil bulan, tikus dan bajing.

Lahan-lahan basah, termasuk hutan rawa gambut, dapat berpeluang menyediakan tempat untuk 'melarikan diri' (refuge) bagi satwa liar pada situasi habitat-habitat terestrial terfragmentasi dan terancam eksistensinya (Nowak, 2012).

Keragaman jenis mamalia akan berubah seiring dengan gangguan, mengingat mamalia merupakan satwa yang sensitif terhadap gangguan. Gangguan yang ada di lokasi penelitian antara lain penebangan pohon, alih fungsi kawasan menjadi perkebunan sawit, dan aktifitas manusia lainnya. Tingkat keterbukaan areal dan adanya aktifitas manusia mempengaruhi kehadiran mamalia, dimana hal ini ditunjukkan oleh perbedaan kerapatan relatif jenis mamalia di Sungai Kane dan Sungai Teluk Sebelanja (Tabel 2).

Tabel 2. Kelimpahan Relatif Berdasarkan Frekuensi Kehadiran Jenis Mamalia Hasil Kamera Otomatis di Rawa Gambut Muara Siran, Kabupaten Kutai Kartanegara

No.	Jenis	Sungai Kane			Sungai Sebelanja		
		Jumlah Foto Independen	RAI ₁	RAI ₂	Jumlah Foto Independen	RAI ₁	RAI ₂
1	Sciuridae (Bajing)	19	3,16	31,7	97	0,35	162
2	Muridae (Tikus)	25	2,4	41,7	18	3,33	30
3	<i>Helarctos malayanus</i> (Beruang madu)	7	8,57	11,66	-	-	-
4	<i>Prionodon linsang</i> (Linsang linsang)	1	60	1,66	3	20	5
5	<i>Echinosorex gymnura</i> (Rindil bulan)	3	20	5	1	60	1,66
6	<i>Sus barbatus</i> (Babi berjenggot)	3	20	5	-	-	-
7	<i>Rusa unicolor</i> (Rusa sambar)	1	60	1,66	-	-	-

Mamalia yang hadir pada jalur Sungai Kane lebih banyak dibandingkan dengan Sungai Sebelanja, dimana di Sungai Kane masih dapat dijumpai *Helarctos malayanus* (Beruang madu), *Sus barbatus* (Babi berjenggot), dan *Rusa unicolor* (Rusa sambar). Tidak hadirnya jenis-jenis tersebut di Sungai Sebelanja diasumsikan karena di lokasi ini masih terdapat aktifitas manusia seperti penebangan pohon dan pemasangan pukat ikan oleh masyarakat. Aktivitas penebangan pohon dapat mengganggu satwa liar karena suara yang bising dan kerusakan habitat yang mempengaruhi kesediaan pakan. Berbeda dengan

lokasi Sungai Kane yang tidak terdapat aktivitas manusia sehingga tingkat kehadiran jenis mamalia cukup tinggi, kondisi hutan masih cukup baik sebagai habitat satwa karena banyak dijumpai sarang atau tempat berlindung (*cover*) satwa.

Pada kondisi alami, lahan gambut tidak mudah terbakar karena sifatnya yang menyerupai spons, yakni menyerap dan menahan air secara maksimal sehingga pada musim hujan dan musim kemarau tidak ada perbedaan kondisi yang ekstrim. Namun, apabila kondisi lahan gambut tersebut sudah mulai terganggu akibatnya adanya konversi lahan atau pembuatan kanal, maka keseimbangan ekologisnya akan terganggu. Ancaman paling tinggi terhadap lahan gambut adalah kebakaran. Pada musim kemarau, lahan gambut akan sangat kering sampai kedalaman tertentu dan mudah terbakar. Gambut mengandung bahan bakar (sisa tumbuhan) sampai di bawah permukaan, sehingga api di lahan gambut menjalar di bawah permukaan tanah secara lambat dan sulit dideteksi, dan menimbulkan asap tebal. Api di lahan gambut sulit dipadamkan sehingga bisa berlangsung lama (berbulan-bulan). Api baru bisa mati total setelah adanya hujan yang intensif (MacKinnon dkk., 2000).

Terdesaknya lahan basah gambut oleh budaya agraris dan pengembangan demi kebutuhan manusia yang terus meningkat mendorong beberapa daerah penting untuk pelestarian sumber daya lahan basah gambut. Namun demikian, kelangsungan lahan basah gambut yang dilindungi sangat bergantung pada penggunaan lahan yang tepat di luar lahan basah gambut itu sendiri, karena penggunaan lahan tersebut mempengaruhi kualitas dan kuantitas aliran air. Dalam kerangka yang lebih besar, selain untuk manusia, lahan basah gambut merupakan ekosistem yang penting bagi satwa liar.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih untuk Yayasan Bumi yang telah membantu pendanaan selama penelitian, dan Kepala Desa Muara Siran serta masyarakat yang telah banyak membantu penelitian di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus F, Subiksa IGM. 2008. Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF), Bogor.
- Alikodra HS. 2002. Pengelolaan Satwa Liar Jilid 1. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Calhoun A. 1999. Forested wetlands. In: Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystem (Hunter ML, ed.), pp 300-332. Cambridge University Press. Cambridge.
- Cassola F. 2016. *Echinosorex gymnura*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T40603A22326807. Tersedia pada <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T40603A22326807.en>. Diakses pada tanggal 06 Juni 2021.
- Chotimah CNEH. 2009. Tanggapan Morfologi Tanaman Lidah Buaya pada Tanah Mineral Masam terhadap Amelioran Gambut. Tesis Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Francis CM. 2008. Panduan Lapangan untuk Mamalia di Asia Tenggara. New Holland Publishers (UK) Ltd.
- Scotson L, Fredriksson G, Augeri D, Cheah C, Ngoprasert D, Wai-Ming W. 2017. *Helarctos malayanus* (errata version published in 2018). The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T9760A123798233. Tersedia pada <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T9760A45033547.en>. Diakses pada tanggal 06 Juni 2021.
- Jennings AP, Veron G. 2015. Prediksi distribusi, perbandingan relung, dan status konservasi Spotted Linsang (*Prionodon pardicolor*) dan Banded Linsang (*Prionodon linsang*). Penelitian Mamalia, 60: 107-116.
- Lamin P. 1997. Pengaruh Penebangan Hutan terhadap Keanekaragaman Jenis Mamalia. Skripsi Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- MacKinnon K, Hatta G, Halim H, Mangalik A. 2000. Ekologi Kalimantan. Seri Ekologi Indonesia. Buku III. Prenhalindo. Jakarta.
- Meijaard E, Sheil D, Nasi R, Augeri D, Rosenbaum B, Iskandar D, Setyawati T, Lammertink M, Rachmatika I, Wong A, Soehartono T, Stanley S, O'Brien T. 2006. Hutan Pasca Pemanenan; Melindungi Satwaliar dalam Kegiatan Hutan Produksi di Kalimantan. Center for International Forestry Research. Bogor.
- Mistar. 2008. Panduan Lapang Amfibi dan Reptil di Areal Mawas Provinsi Kalimantan Tengah (Catatan di Hutan Lindung Beratus). BOS Foundation. Kalimantan Tengah.
- Mohamad SW, Darmaraj MR. 2009. A General Guide to Camera-trapping Large Mammals in Tropical Rainforests with Particular Reference to Tigers. WWF Malaysia.
- Mustari HA, Surono H, Fatimah NA, Setiawan A, Febria R. 2010. Keanekaragaman Jenis Mamalia di Taman Nasional Sebangau, Kalimantan Tengah. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mustari HA, Manshur A, Masyud B. 2012. Jenis Pakan dan Daya Dukung Habitat Rusa Sambar (*Cervus Unicolor* Kerr, 1972) di Resort Teluk Pulai, Taman Nasional Tanjung Puting, Kalimantan Tengah.
- Najiyati S, Muslihat L, Suryadiputra INN. 2005. Panduan Pengelolaan Lahan Gambut untuk Pertanian Berkelanjutan. Proyek Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia. Wetlands International-Indonesia Programme and Wildlife Habitat Canada. Bogor.
- Nowak RM. 1999. Walker's Mammals of the World, 6th edition. Johns Hopkins University Press. Baltimore, USA.
- Nowak K. 2007. Behavioural Flexibility and Demography of *Procolobus kirkii* across Floristic and Disturbance Gradients. PhD Thesis. University of Cambridge. Cambridge.
- Nowak K. 2012. Mangrove and peat swamp forests: Refuge habitat for primates and felids. *Folia Primatology*, 83: 361-376.
- O'Brien T, Wibisono HT, Kinnaird M. 2003. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey population in a tropical forest landscape. *Animal Conservation*, 6: 131-139.
- Payne J, Francis CM, Phillipps K, Kartikasari SN. 2000. Panduan Mamalia di Kalimantan, Sabah, Sarawak dan Brunei Darussalam. WCS Indonesia Program, The Sabah Society, World Wildlife Fund Malaysia.
- Phillipps Q, Phillipps K. 2016. Mammals of Borneo and Their Ecology: Sabah, Sarawak, Brunei and Kalimantan. John Beaufoy Publishing Ltd. Oxford.
- Purnama D. 2006. Indonesia Miliki Spesies Mamalia Terbanyak. *Tempo*, 03 Mei. Tersedia pada <http://www.tempointeraktif.com/hg/iptek/brk.id.html>. Diakses pada tanggal 5 Juli 2019.
- Ross J, Hearn AJ, Macdonald DW. 2013. Recent camera-trap records of Malay weasel *Mustela nudipes* in Sabah, Malaysian Borneo. *Small Carnivore Conservation*, 49: 20-24.
- Samosir R. 2009. Identifikasi Fungi Dekomposer Jaringan Kayu Mati yang Berasal dari Tegakan Lahan Gambut. Skripsi Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Seidensticker J. 1976. Ungulate population in Chitawan Valley Nepal. *Journal of Biological Conservation*, 10: 293-308.
- Siregar AP, Sitorus P, Radjaguguk BPA, Santoso, Sabrani M, Soedirman S, Iskandar T, Kalsid E, Batubara LP, Situmorang H, Syarifudin A, Saleh A, Wiluto. 1983. Kemungkinan Pembudidayaan Satwaliar di Indonesia. Dalam: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (BP3), editor, Prosiding Seminar Satwaliar. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Bogor, 12 September. Bogor.
- Solichin. 1997. Studi Keanekaragaman Jenis Mamalia di Kawasan Pelestarian Plasma Nuftah Areal Pengusahaan Hutan Terpadu Kayu Mas Provinsi Kalimantan Tengah. Skripsi Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Tropenbos Internasional Indonesia Programme (TIIP). 2010. Penilaian Menyeluruh Nilai Konservasi Tinggi PT RAPP Ring Semenanjung Kampar (Buku III). Tidak Dipublikasikan.
- Van Hove IB. 1992. Ensiklopedi Indonesia Seri Fauna (Mamalia 1). Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KTD).
- Wong ST, Servheen C, Ambu L. 2004. Home range, movement and activity patterns, and bedding sites of Malayan sun bears, *Helarctos malayanus* in the rainforest of Borneo. *Biological Conservation*, 119: 169-181.

**UJI KETAHANAN API KAYU SENGON (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen)
BERDASARKAN LAMA PERENDAMAN DAN KONSENTRASI BAHAN PENGAWET BORAKS
($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)**

Dominikus Ahom, Irvin Dayadi*, Zainul Arifin
Falkultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jalan Ki Hajar Dewantara, PO Box
1013, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, 75119
E-mail: irvindayadi.mp@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this study is to find out the effectiveness of fire resistance from borax preservatives ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) in sengon wood based on different immersion and concentration periods. The parameters measured are retention, burn intensity, maximum temperature and length of repair. The treatment used is the length of immersion of 1 day, 3 days and 5 days and concentrations of 5%, 10% and 15%. The results of this study showed that the average value of dry water content of air in Sengon wood obtained a value of 14.081%, the dry density of air 0.326 g/cm³ and the dry density of the furnace 0.295 g/cm³. The highest retention average value at 5-day immersion with a concentration of 15% of 38.044 kg/m³ and lowest in 1-day immersion with a concentration of 5% of 5.999 kg/m³. The highest burn intensity value on 1-day immersion with a concentration of 5% of 20.933% and the lowest in 5-day immersion with a concentration of 10% of 11.405%. Zincon wood preservation using Borax at concentrations of 5%, 10% and 15% and 1 day, 3 days and 5 days soaking is less effective in withstanding the rate of fire. The highest value of fire resistance effectiveness in W2K3 treatment (2-day immersion with a concentration of 15%) is 5.249 and the lowest value in W1K1 (1-day immersion with a concentration of 5%) is 1.280. The lowest wetting maximum temperature at W1K1 (1-day immersion treatment with a concentration of 5%) was 179.0°C and the highest at W3K3 (5-day immersion with a concentration of 15%). For the lowest wetting length in W1K1 (1-day immersion with a concentration of 5%) 276.0 seconds, the highest wetting length in W2K2 (3-day immersion treatment with a concentration of 10%) 520.9 seconds, while the control treatment was 209.6 seconds.

Key Word: Borax, Different immersion, Sengon wood

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui efektivitas ketahanan terhadap api dari bahan pengawet boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) pada kayu sengon berdasarkan lama perendaman dan konsentrasi yang berbeda. Parameter yang diukur adalah retensi, intensitas bakar, suhu maksimum dan lama pembaraan. Perlakuan yang digunakan adalah lama perendaman 1 hari, 3 hari dan 5 hari dan konsentrasi 5%, 10% dan 15%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai rata-rata kadar air kering udara pada kayu sengon diperoleh nilai 14,081%, kerapatan kering udara 0,326 g/cm³ dan kerapatan kering tanur 0,295 g/cm³. Nilai rata-rata retensi tertinggi pada perendaman 5 hari dengan konsentrasi 15% sebesar 38,044 kg/m³ dan terendah pada perendaman 1 hari dengan konsentrasi 5% sebesar 5,999 kg/m³. Nilai intensitas bakar tertinggi pada perendaman 1 hari dengan konsentrasi 5% sebesar 20,933% dan terendah pada perendaman 5 hari dengan konsentrasi 10% sebesar 11,405%. Pengawetan kayu sengon menggunakan boraks pada konsentrasi 5%, 10% dan 15% serta perendaman 1 hari, 3 hari dan 5 hari kurang efektif menahan laju api. Nilai tertinggi efektivitas ketahanan terhadap api pada perlakuan W2K3 (perendaman 2 hari dengan konsentrasi 15%) yaitu 5,249 dan nilai terendah pada W1K1 (perendaman 1 hari dengan konsentrasi 5%) yaitu 1,280. Suhu maksimum pembaraan terendah pada W1K1 (perlakuan perendaman 1 hari dengan konsentrasi 5%) sebesar 179,0°C dan tertinggi pada W3K3 (perendaman 5 hari dengan konsentrasi 15%). Untuk lama pembaraan terendah pada W1K1 (perendaman 1 hari dengan konsentrasi 5%) 276,0 detik, lama pembaraan tertinggi pada W2K2 (perlakuan perendaman 3 hari dengan konsentrasi 10%) 520,9 detik.

Kata Kunci: Boraks, Kayu Sengon, Ketahanan Api

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan kayu semakin meningkat tidak hanya segi kuantitas melainkan juga segi kualitas, dilain pihak kebutuhan kayu yang berkualitas tidak dapat memenuhi laju permintaan yang terus meningkat, akibat langsung adalah semakin mahalnya harga kayu, sehingga sebagian masyarakat banyak yang menggunakan kayu dengan kualitas yang lebih rendah dengan usia pakai yang relatif pendek. Kiranya perlu menjadi bahan pemikiran bersama, bagaimana cara memenuhi kebutuhan kayu berkualitas tanpa merusak ekosistem lingkungan atau tidak semata-mata melakukan penebangan untuk mencari keuntungan tanpa memberi solusi melalui penelitian. Salah satu cara untuk meningkatkan usia pakai kayu adalah dengan proses pengawetan yang sekaligus dapat berfungsi meningkatkan ketahanan kayu terhadap api, melalui cara perlakuan bahan penghambat api terhadap kayu (Effendi, 2007). Mudah terbakarnya kayu adalah salah satu alasan utama bahwa terlalu banyak peraturan dan standar bangunan yang sangat membatasi penggunaan kayu sebagai bangunan bahan. Syarat utama untuk peningkatan penggunaan kayu untuk bangunan yaitu membuat kayu yang tahan api/menghambat api yang memadai untuk memberikan rasa aman (Östman dkk., 2001).

Salah satu bahan penghambat api yang mudah didapat, murah dan aman bagi lingkungan adalah boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Perlunya suatu penelitian untuk menguji efektifitas penggunaan boraks sebagai bahan penghambat api pada kayu sengon dengan variasi perlakuan lama perendaman dan konsentrasi menjadi penting untuk menentukan sejauh mana optimasi penggunaan boraks pada kayu sengon sebagai bahan penghambat/tahan api.

Tujuan dari penelitian untuk mengetahui efektifitas bahan pengawet boraks sebagai bahan pengawet penghambat/tahan api terhadap kayu sengon dengan perlakuan lama perendaman dan konsentrasi yang berbeda. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi berbagai pihak khususnya masyarakat pengguna kayu dalam rangka pemanfaatan kayu secara efektif dan efisien dalam penggunaan boraks sebagai bahan penghambat/tahan api, serta pengembangan produk kayu tahan api di masa mendatang.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biologi dan Pengawetan Kayu, Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman, Samarinda. Penelitian ini dilaksanakan selama kurang lebih 4. Tempat pengujian contoh uji kayu berlokasi di Laboratorium Biologi dan Pengawetan Kayu, Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman, Samarinda.

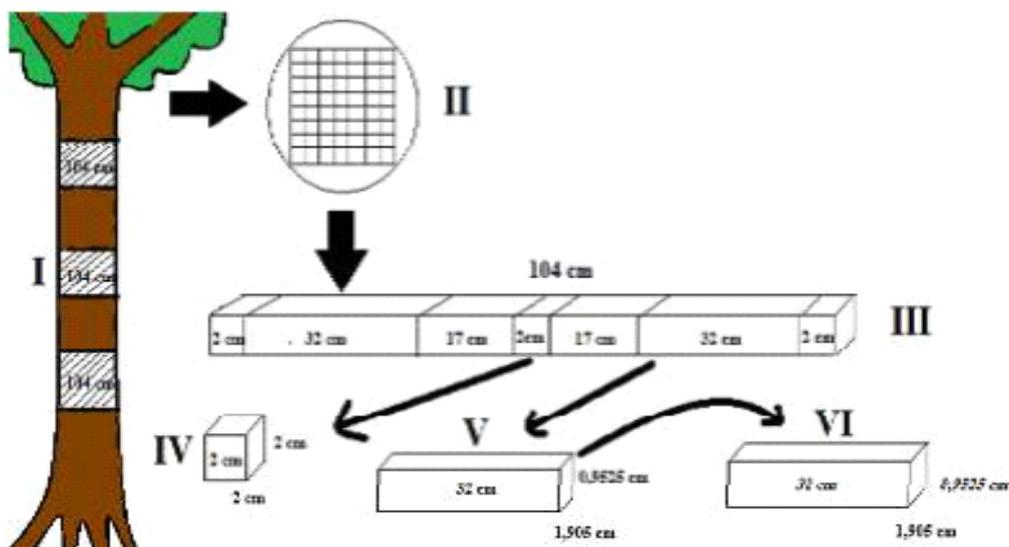
Prosedur Penelitian

a. Pembuatan Contoh Uji

Dalam penelitian ini menggunakan kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) sebagai bahan yang akan diawetkan dengan bahan pengawet boraks yang telah dipersiapkan. Pelaksanaan pembuatan contoh uji diuraikan sebagai berikut.

- 1) Pohon sengon dengan diameter ± 42 cm, dan tinggi bebas cabang 8 m, kemudian dipotong panjangnya menjadi 3 bagian (mewakili bagian pangkal, tengah dan ujung batang) dengan ukuran panjang masing-masing ± 104 cm.
- 2) Potongan tersebut kemudian dibuat menjadi stik dengan ukuran 2 cm x 2 cm x 104 cm.
- 3) Kemudian stik kayu dibuat menjadi contoh uji berdasarkan Standar ASTM E69 untuk contoh uji tahan api berukurannya yaitu 3/8" x 3/4" x 40" (0,9525 cm x 1,905 cm x 101,6 cm), namun dilakukan sedikit modifikasi untuk penelitian ini sesuai dengan penelitian Fouladi dkk (2015) menjadi berukuran 0,9525 cm x 1,905 cm x 32 cm sebanyak 100 buah.

- 4) Dari stik kayu tersebut juga dibuat contoh uji kadar air dan kerapatan kayu kering udara berukuran 2 cm x 2 cm x 2 cm sebanyak 30 buah.
- 5) Lalu semua contoh uji dilakukan proses pengeringan alami di bawah naungan (tidak terkena sinar matahari dan hujan secara langsung) sampai mencapai kadar air kesetimbangan kering udara.
- 6) Proses pembuatan contoh uji secara jelas dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 1. Cara Pengambilan dan Pembuatan Contoh Uji

Keterangan:

- I : Pembagian batang pohon sengon untuk bahan baku.
- II : Cara menggergaji menjadi stik kayu ukuran 2 cm x 2 cm x 104 cm
- III : Pembagian stik menjadi contoh uji
- IV : Contoh uji kadar air dan kerapatan kering udara ukuran 2 cm x 2 cm x 2 cm
- V : Contoh uji retensi bahan pengawet boraks 0,9525 cm x 1,905 cm x 32 cm
- VI : Contoh uji ketahanan api 0,9525 cm x 1,905 cm x 31 cm

b. Pengukuran Kadar Air dan Kerapatan Kayu

Prosedur pengukuran kadar air dan kerapatan kering udara contoh uji menurut Standar DIN 52183-77 sebagai berikut.

- 1) Contoh uji ukuran 2 cm x 2 cm x 2 cm yang telah mencapai kondisi kering udara ditimbang dan diukur dimensinya untuk mengetahui massa kering udara (M_u) dan volume kering udara (V_u).
- 2) Lalu contoh uji dimasukkan ke dalam oven pada suhu $103 \pm 2^\circ\text{C}$ selama 48 jam.
- 3) Setelah mencapai kondisi kering tanur contoh uji dikeluarkan dari oven, kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit sampai kondisi stabil. Selanjutnya contoh uji ditimbang beratnya (M_o) dan diukur dimensinya (V_o).

Kadar air kering udara dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$K_u = \frac{M_u - M_o}{M_o} \times 100\%$$

Dimana:

- K_u = Kadar air kering udara (%)
- M_u = Massa kering udara (g)
- M_o = Massa Kering tanur (g)

Kerapatan kering udara dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\rho_u = \frac{M_u}{V_u}$$

Dimana:

ρ_u = Kerapatan udara (g/cm^3)

M_u = Massa kering udara (g)

V_u = Volume kering udara (cm^3)

Kerapatan kering tanur dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\rho_o = \frac{M_o}{V_o}$$

ρ_o = Kerapatan Kering Tanur (g/cm^3)

M_o = Massa Kering Tanur (g)

V_o = Volume Kering Tanur (cm^3)

c. Persiapan Larutan Pengawet

Dalam penelitian ini disiapkan bahan pengawet berupa boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) untuk dibuat larutan pengawet dengan cara mencampurkan bahan pengawet dengan pelarut air, menjadi tiga (3) konsentrasi bahan pengawet yaitu: 5%, 10% dan 15%.

Ketiga konsentrasi larutan pengawet Boraks tersebut disiapkan dengan cara sebagai berikut: (1) Konsentrasi larutan pengawet 5% dalam satu liter air dibuat dengan mencampurkan 50 g boraks dalam 950 ml air, (2) Konsentrasi larutan pengawet 10% dalam satu liter air dibuat dengan mencampurkan 100 g boraks dalam 900 ml air, dan (3) Konsentrasi larutan pengawet 15% dalam satu liter air dibuat dengan mencampurkan 150 g boraks dalam 850 ml air.

d. Proses Pengawetan

Proses pengawetan contoh uji kayu sengon dengan larutan pengawet boraks menggunakan metode perendaman dingin dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) Sebelum diawetkan contoh uji ukuran 0,9525 cm x 1,905 cm x 32 cm dicat permukaan transversalnya lalu disimpan dalam ruangan pada suhu kamar sampai tercapai kondisi kering udara.
- 2) Setelah tercapai kadar air kering udara, kemudian ditimbang dan diukur dimensinya, diperoleh massa atau berat sebelum pengawetan (B_1) dan volume kayu (V).
- 3) Contoh uji disusun dalam bak-bak pengawet dengan stik kecil sebagai bantalan di antara contoh uji agar bahan pengawet dapat meresap ke seluruh permukaan contoh uji dan diberi pemberat di atasnya.
- 4) Larutan pengawet dimasukkan ke dalam masing-masing bak sesuai dengan konsentrasi dan lama waktu perendaman 1, 3 dan 5 hari yang digunakan pada penelitian ini.
- 5) Setelah lama perendaman tercapai, contoh uji diangkat dan ditiriskan (tidak menunggu sampai kayu kering).
- 6) Contoh uji ditimbang untuk mengetahui berat setelah diawetkan (B_2).

e. Pengujian Contoh Uji

1. Pengujian Retensi Bahan Pengawet Tahan Api

Retensi dihitung berdasarkan selisih berat contoh uji setelah diawetkan dan sebelum contoh uji diawetkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut: (Peek, 1989)

$$R = \frac{B_2 - B_1}{V} \times \frac{C}{100}$$

Dimana:

R = Retensi bahan pengawet (kg/m^3)

B1 = Berat contoh uji sebelum diawetkan (kg)

B2 = Berat contoh uji setelah diawetkan (kg)

C = Konsentrasi bahan pengawet (%)

V = Volume kayu yang diawetkan (m³)

2. Pengujian Sifat Ketahanan Api

Pengujian sifat ketahanan api berdasarkan standar ASTM E69 (2002) yang telah dimodifikasi mengikuti Fouladi dkk (2015), pengujian dilakukan dengan menggunakan alat pembakaran (burner alkohol) dan alat tabung/sungkup pembakaran untuk mengetahui nilai Intensitas Bakar (α), Efektifitas bahan pengawet tahan api (W), Suhu Pembaraan, dan Lama Pembaraan.

Tahap pengujian sifat ketahanan api sebagai berikut:

- 1) Contoh uji yang telah dilakukan pengujian retensi bahan pengawet tahan api dibuang/dipotong di bagian ujung-ujungnya (penampang transversal) untuk menghilangkan bagian yang telah dicat sehingga ukuran akhir contoh uji menjadi 0,9525 cm x 1,905 cm x 31 cm.
- 2) Contoh uji dikeringkan dalam oven pada suhu 103 ±2°C (kering tanur) selama 48 jam agar memperoleh kondisi kadar air kering tanur, lalu didinginkan dalam desikator sampai kondisi stabil (±15 menit).
- 3) Timbang contoh uji untuk mengetahui berat awal sebelum pengujian (mb).
- 4) Masukkan contoh uji ke dalam tabung/sungkup pembakaran pada posisi tegak lurus atau vertikal terhadap sungkup pembakaran.
- 5) Lalu pasang kabel sensor probe termokopel pada contoh uji kayu yang akan dibakar dan pada posisi lidah api dari burner alkohol.
- 6) Suhu pembakaran yang digunakan dalam penelitian yaitu ±700°C. Dengan lama pembakaran selama 4 menit dengan tinggi titik api dengan ujung bawah contoh uji sejauh 4 cm.
- 7) Setelah 4 menit pembakaran dihentikan, catat suhu maksimum pada termokopel dan catat lamapembaraan tiap contoh uji menggunakan stopwatch.
- 8) Timbang berat contoh uji setelah pembakaran (ms) serta dilakukan perhitungan data intensitas bakar (persen pengurangan berat).
- 9) Intensitas bakar dapat dihitung dari selisih antara berat sesudah pengujian dengan berat sebelum kayu diujikan dengan rumus ASTM E69 (2002).

$$\alpha = \frac{mb - ms}{mb} \times 100\%$$

Dimana :

α = Kehilangan berat (%)

mb = Massa contoh uji sebelum pengujian (g)

ms = Massa contoh uji sesudah pengujian (g)

- 10) Untuk mengetahui efektifitas bahan pengawet, maka dilakukan perhitungan jika nilai $W \geq 7,5$ maka perlakuan pengawetan tahan api dapat dikatakan efektif. Rumus perhitungan efektifitas bahan pengawet tahan api menurut standar ASTM E69 (2002) sebagai berikut:

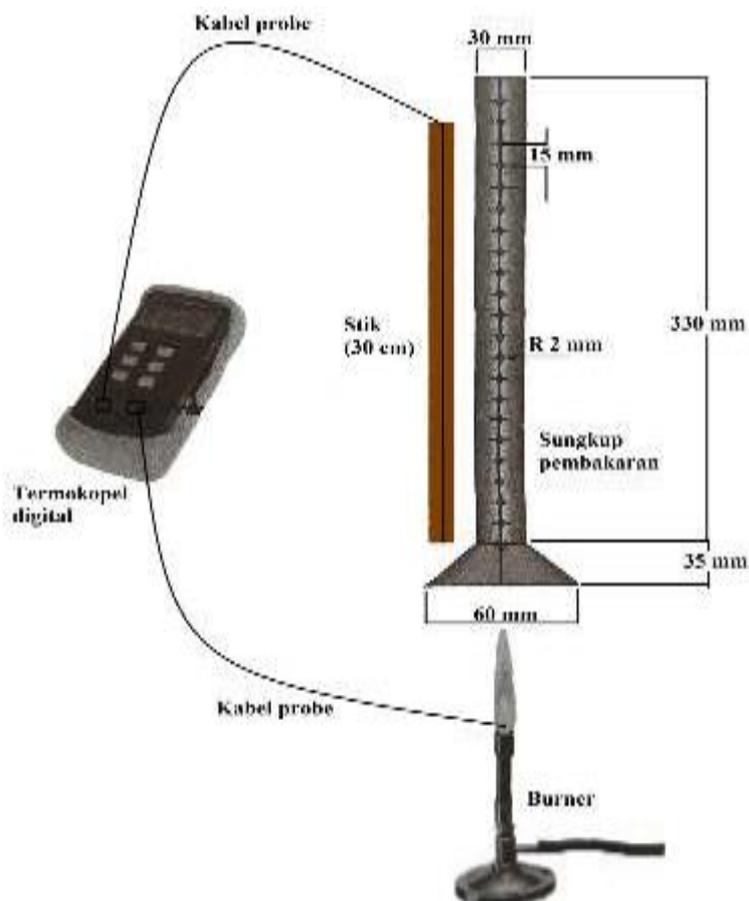
$$W = 10 \times \left(1 - \frac{E}{A}\right)$$

Dimana :

W = Efektivitas bahan pengawet tahan api ($\geq 7,5$)

E = Rataan kehilangan berat (diberi perlakuan)

A = Rataan kehilangan berat (kontrol)



Gambar 2. Termokopel Digital, Kabel Probe, Stik (31), Sungkup Pembakaran Dan Burner

Pengolahan Data

Dalam penelitian ini dianalisis pengaruh lama perendaman (W) dan konsentrasi bahan pengawet (K) terhadap retensi dan intensitas bakar. Analisis data penelitian menggunakan Rancangan Percobaan Faktorial Acak Lengkap 3×3 dengan dua faktor perlakuan yaitu faktor lama perendaman (W) dan konsentrasi bahan pengawet (K) masing-masing 3 level dengan 10 kali ulangan dengan faktor-faktor sebagai berikut:

1. Faktor lama perendaman (W) yang terdiri dari :
 - W1 : Perendaman 1 hari
 - W2 : Perendaman 3 hari
 - W3 : Perendaman 5 hari
2. Faktor konsentrasi bahan pengawet boraks (K) yang terdiri dari :
 - K1 : Konsentrasi 5 %
 - K2 : Konsentrasi 10 %
 - K3 : Konsentrasi 15 %

Model Model umum matematika yang digunakan Haeruman (1972) adalah :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dimana :

Y_{ijk} = Nilai faktor pengamatan

μ = Rataan umum populasi

- α_i = Pengaruh Lama Perendaman (W)
- β_j = Pengaruh Konsentrasi Bahan Pengawet (K)
- $(\alpha\beta)_{ij}$ = Pengaruh interaksi
- ϵ_{ijk} = Kesalahan pengujian

Data-data hasil penelitian yang diperoleh akan dianalisis keragamannya dengan menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis Sidik Ragam (ANOVA)

Sumber Variasi	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Rataan (KR)	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Lama Perendaman (W)	DBW =W-1	JKW	KRW= JKW/DBW	KRW/KRE		
Konsentrasi (K)	DBK=K-1	JKK	KRK= JKK/DBK	KRK/KRE		
Interaksi (WK)	DBWK=(W-1)(K-1)	JKWK	KRWK= JKWK/DBWK	KRWK/KRE		
Error	DBTotal-(W-1)- (K-1)-(W-1)(K-1)	JKE	KRE= JKE/DBE	-		
Total	(M.W.r)-1	JKT	-	-		

Jika dalam perhitungan analisis sidik ragam (ANOVA) terdapat pengaruh yang signifikan (F hitung > F tabel), maka diadakan dengan uji lanjut beda signifikan terkecil (*Least Significant Difference/LSD*) pada taraf kepercayaan 95% dan 99% untuk mengetahui selisih/perbedaan nilai rata-rata antara perlakuan dan menentukan perlakuan yang terbaik. Perhitungan Uji lanjut LSD menggunakan rumus (Haeruman, 1972) berikut:

$$LSD = t (DBE). Se$$

Keterangan:

- LSD = Beda Signifikan Terkecil
- t (DBE) = Nilai t-tabel untuk pengujian pada taraf beda nyata dengan derajat bebas kekeliruan percobaan DBE
- Se = Kekeliruan baku (Standar error) sesuai dengan pengaruh yang di selidiki signifikansinya, yaitu:

1. Pengaruh faktor lama perendaman (W)
 $Se = \sqrt{2KRE/(r.k)}$
2. Pengaruh faktor Konsentrasi Bahan Pengawet (K)
 $Se = \sqrt{2KRE/(r.w)}$
3. Pengaruh faktor Interaksi (WK)
 $Se = \sqrt{2KRE/r}$

Dimana:

- KRE = Kuadrat rata-rata error percobaan yang diselidiki
- k = Banyaknya perlakuan pada W
- b = Banyaknya perlakuan pada K
- r = Banyaknya ulangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air dan Kerapatan

Hasil dari penelitian pada kayu sengon diperoleh rata-rata kadar air kayu kering udara, kerapatan kering udara dan kering tanur seperti pada tabel berikut:

Tabel 2. Nilai Rataan Kadar Air dan Kerapatan Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen)

Sifat	Rataan	Koefisien Variasi (%)
Kadar air kering udara (%)	14,081	3,552
Kerapatan kering udara (g/cm ³)	0,326	6,074
Kerapatan kering tanur (g/cm ³)	0,295	6,211

Berdasarkan Tabel 2 di atas dapat dilihat bahwa nilai rata-rata kadar air kering udara pada kayu sengon sebelum dilakukan proses pengawetan adalah 14,081%, nilai kadar air ini masih berada di bawah kadar air titik jenuh serat (<30%), sehingga sangat baik jika dilakukan proses pengawetan karena bahan pengawet akan lebih mudah masuk ke dalam kayu. Sejalan dengan itu Suprptono dan Bahrnun (1981), menyatakan kadar air kayu untuk dapat diawetkan dengan baik harus berada di bawah titik jenuh serat atau di bawah 30%, sedangkan menurut Martawijaya dkk (1974), bahwa kadar air memegang peranan penting dalam penembusan bahan pengawet ke dalam kayu.

Nilai kadar air kayu di bawah titik jenuh serat sangat dianjurkan untuk mencapai retensi pengawet yang baik, dimana menurut Yoesoef (1977), bahwa umumnya bahan pengawet akan terhalang masuk ke dalam kayu apabila rongga-rongga sel masih banyak mengandung air. Apabila kadar air masih tinggi maka semakin sedikit bahan pengawet yang akan masuk ke dalam kayu karena rongga-rongga sel masih terisi air, sebaiknya apabila air di dalam rongga sel telah keluar atau hanya berjumlah sedikit maka bahan pengawet akan dengan mudah masuk ke dalam kayu.

Sedangkan berdasarkan pengukuran nilai kerapatan kayu menunjukkan bahwa nilai kerapatan menunjukkan bahwa nilai rata-rata kerapatan kering udara dan kerapatan kering tanur kayu sengon masing-masing sebesar 0,326 g/cm³ dan 0,295 g/cm³, ini menunjukkan bahwa kerapatan kayu sengon termasuk kedalam kelas kayu berkerapatan rendah. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Dumanauw (1984), bahwa kayu yang memiliki berat jenis kurang dari 0,6 g/cm³ termasuk dalam klasifikasi kayu dengan berat jenis rendah.

Kerapatan kayu sangat mempengaruhi penyerapan bahan pengawet. Kayu yang memiliki kerapatan rendah umumnya tersusun atas sel yang besar dibandingkan dengan kayu-kayu yang berkerapatan tinggi sehingga dapat menerima lebih baik peresapan bahan pengawet (Haygreen dan Bowyer, 1989).

Bahan pengawet akan sangat mudah menembus kayu-kayu yang memiliki kerapatan rendah, sehingga kelompok kayu ini memiliki tingkat permeabilitas yang baik, hal ini didukung oleh Hunt dan Garrat (1986), bahwa kayu yang berkerapatan rendah mempunyai pembuluh-pembuluh yang terbuka dan besar sehingga kayu ini memiliki kemampuan menyerap bahan pengawet lebih baik jika dibandingkan dengan kayu yang berkerapatan tinggi.

Retensi Bahan Pengawet

Hasil penelitian diperoleh nilai rata-rata retensi pengawet boraks pada kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) dapat dilihat dari Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Nilai Rataan Retensi Pengawet Boraks pada Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen)

Lama Perendaman (hari)	Konsentrasi Larutan (%)						Rataan (kg/m ³)
	K ₁ (5%)		K ₂ (10%)		K ₃ (15%)		
	Rataan (kg/m ³)	KV (%)	Rataan (kg/m ³)	KV (%)	Rataan (kg/m ³)	KV (%)	
W ₁ (1hari)	5,999	17,616	10,833	26,965	13,629	10,555	10,154
W ₂ (3hari)	13,943	13,119	23,599	27,744	27,640	20,217	21,727
W ₃ (5hari)	19,018	15,255	33,162	14,561	38,044	11,648	30,074
Rataan	12,986	-	22,531	-	26,437	-	-

Keterangan: KV = Koefisien Variasi

Berdasarkan Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa nilai retensi bahan pengawet boraks berdasarkan konsentrasi dan lama perendaman yang berbeda mempunyai nilai retensi yang berbeda pula. Semakin besar konsentrasi bahan pengawet dan semakin lama perendaman yang dilakukan maka semakin tinggi nilai retensi yang didapat. Nilai rataan retensi tertinggi terdapat pada konsentrasi 15% dengan lama perendaman 5 hari (W3K3) sebesar 38,044 kg/m³, sedangkan nilai rataan retensi terendah terdapat pada konsentrasi 5% dengan lama perendaman selama 1 hari (W1K1) sebesar 5,999 kg/m³. Selanjutnya untuk melihat signifikansi pengaruh perlakuan dan interaksinya dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA) seperti terlihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Analisis Sidik Ragam (ANOVA) Nilai Retensi Bahan Pengawet Boraks pada Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen)

Sumber Variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rataan	F. Hitung	F. Tabel	
					0,05	0,01
Lama Perendaman (W)	2	6.004,860	3.002,430	192,288**	3,109	4,877
Konsentrasi (K)	2	2.872,762	1.436,381	91,992**	3,109	4,877
Interaksi (WK)	4	368,657	92,164	5,902**	2,484	3,559
Error/Galat	81	1.264,748	15,614	-	-	-
Total	89	10.511,028	-	-	-	-

Keterangan: ** = Berpengaruh sangat signifikan

Setelah dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA) diperoleh hasil bahwa lama perendaman (W), konsentrasi bahan pengawet (K), dan interaksinya (WK) menunjukkan adanya pengaruh yang sangat signifikan terhadap nilai retensi. Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan maka dilakukan uji lanjut LSD (*Least Significant Difference*) sebagai berikut.

a. Pengaruh Lama Perendaman (W) Terhadap Retensi

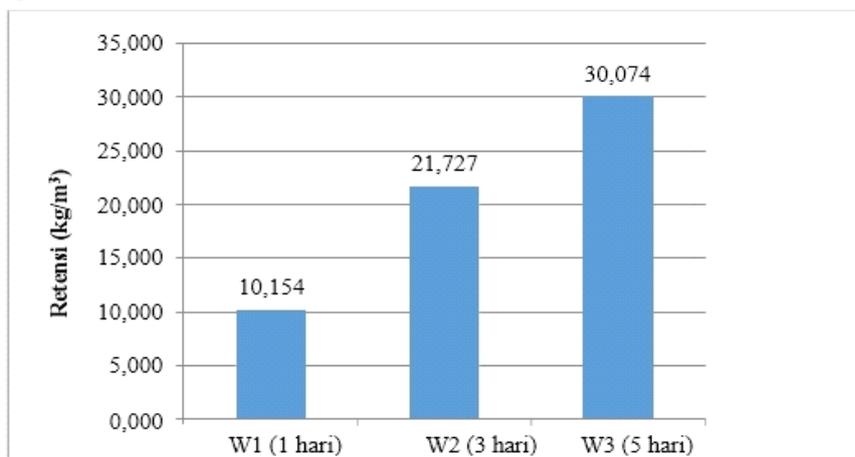
Untuk mengetahui perbedaan lama perendaman (W) terhadap retensi maka dilakukan uji beda signifikan terkecil yang dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Uji Beda Signifikan Terkecil (LSD) Pengaruh Lama Perendaman (W) yang Berbeda Terhadap Nilai Retensi

Lama Perendaman (W)	Rataan (kg/m ³)	Selisihperlakuan(kg/m ³)			LSD	
		W ₁	W ₂	W ₃	0.05	0.01
W ₁ (1Hari)	10,154	-	11,574**	19,921**		
W ₂ (3Hari)	21,727	-	-	8,347**	0,847	2,079
W ₃ (5Hari)	30,074	-	-	-		

Keterangan: ** = berbeda sangat signifikan

Hasil uji lanjut LSD pada Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai rata-rata retensi bahan pengawet boraks pada kayu sengon berdasarkan lama perendaman berbeda sangat signifikan, yaitu nilai rata-rata tertinggi pada W3 menghasilkan nilai retensi sebesar 30,074 kg/m³ kemudian pada W2 sebesar 21,727kg/m³, dan nilai terendah pada W1 sebesar 10,154 kg/m³. Untuk dapat melihat gambaran rata-rata nilai retensi yang diberikan karena adanya pengaruh lama perendaman pada bahan pengawet boraks pada Kayu sengon dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Nilai Rataan Retensi Pada Lama Perendaman (W) yang Berbeda dari bahan pengawet Boraks

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin lama kayu direndam maka semakin tinggi juga nilai retensinya. Hal ini dikarenakan banyak udara yang keluar dari rongga-rongga sel pada saat perendaman, maka akan menyebabkan nilai retensi bahan pengawet akan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan Hunt dan Garrat (1986), yang menyatakan bahwa semakin lama kayu dapat tetap di dalam larutan bahan pengawet maka semakin baik pengawetan yang diperoleh.

b. Pengaruh Konsentrasi (K) Bahan Pengawet Terhadap Retensi

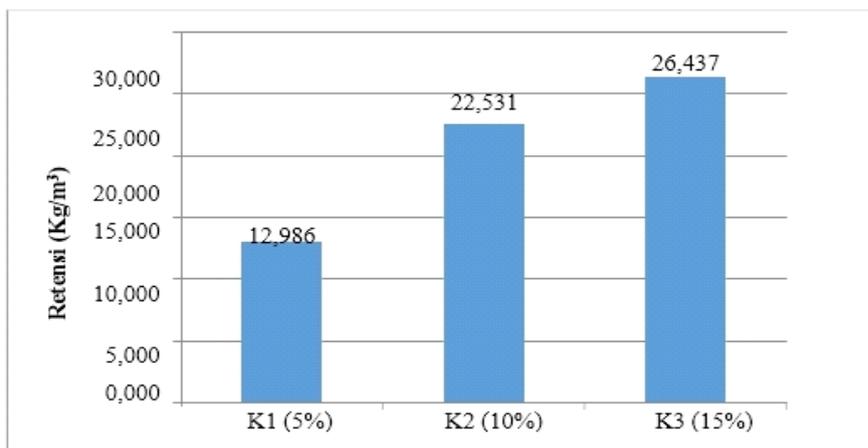
Untuk mengetahui perbedaan konsentrasi bahan pengawet terhadap retensi maka dilakukan uji beda signifikan terkecil yang dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Uji Beda Signifikan Terkecil (LSD) Pengaruh Konsentrasi Bahan Pengawet (K) Boraks Terhadap Nilai Retensi

Konsentrasi (K)	Rataan (kg/m ³)	Selisihperlakuan(kg/m ³)			LSD	
		K ₁	K ₂	K ₃	0,05%	0,01%
K ₁ (5%)	12,986	-	9,544**	13,451**		
K ₂ (10%)	22,531	-	-	3,907**	0,847	2,079
K ₃ (15%)	26,437	-	-	-		

Keterangan: ** = Berbeda sangat signifikan

Menurut hasil uji lanjut LSD yang tercantum pada Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai rata-rata retensi bahan pengawet boraks pada kayu sengon berdasarkan masing-masing konsentrasi (5%, 10%, dan 15%) berbeda sangat signifikan, yaitu nilai rata-rata tertinggi pada konsentrasi K3 (15%) menghasilkan nilai retensi sebesar 26,437 kg/m³ kemudian pada konsentrasi K2 (10%) 22,531 kg/m³ dan nilai terendah pada konsentrasi K1 (5%) sebesar 12,986 kg/m³. Untuk melihat gambaran rata-rata nilai retensi yang diberikan karena adanya pengaruh konsentrasi pada bahan pengawet boraks pada kayu sengon dengan masing-masing konsentrasi (5%, 10%, dan 15%) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Nilai Rataan Retensi Pada Konsentrasi (K) yang Berbeda dari Bahan Pengawet Boraks

Berdasarkan Gambar 4 tersebut terlihat bahwa nilai rata-ran retensi pada konsentrasi (K) bahan pengawet boraks yang berbeda menghasilkan nilai retensi yang berbeda. Dapat dikatakan bahwa semakin besar konsentrasi dan semakin banyak udara yang keluar dari rongga-rongga sel kayu maka akan menyebabkan nilai retensi bahan pengawet semakin tinggi. Selanjutnya didukung oleh pernyataan Nicholas (1987) bahwa bahan pengawet dengan konsentrasi tinggi dapat lebih meningkatkan laju retensi, sehingga pada waktu yang sama bahan pengawet dengan konsentrasi tinggi akan lebih banyak masuk ke dalam kayu dibandingkan dengan bahan pengawet konsentrasi rendah. Begitu pula dinyatakan oleh Hunt dan Garratt, (1986) bahwa semakin rendah konsentrasi pengawet akan memudahkan dan mempercepat bahan pengawet masuk ke dalam kayu, konsekuensinya adalah pencapaian nilai retensinya kecil walaupun penetrasinya besar, namun bila pemakaian konsentrasi yang tinggi maka nilai retensi yang tercapai akan semakin tinggi tetapi memerlukan waktu yang lama.

c. Pengaruh Interaksi Lama Perendaman (W) dengan Konsentrasi Bahan Pengawet (K) Terhadap Retensi

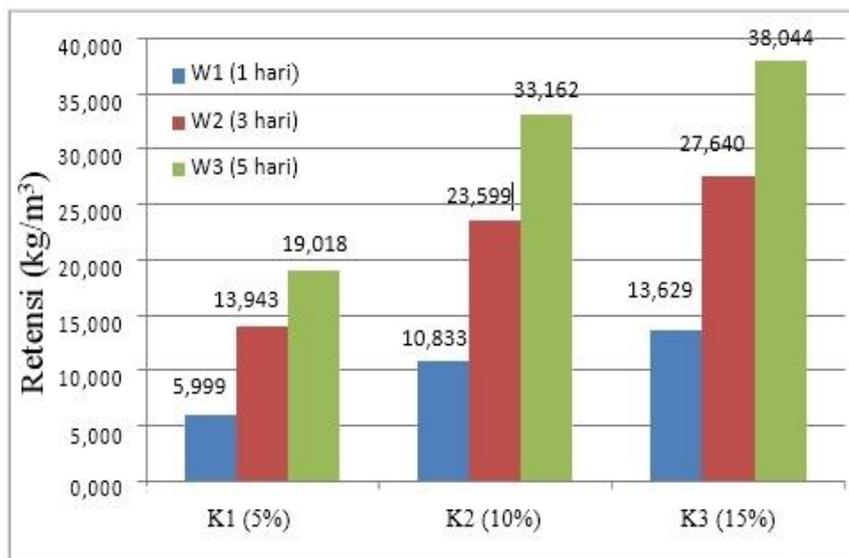
Untuk mengetahui perbedaan lama perendaman dan konsentrasi bahan pengawet terhadap nilai retensi, maka dilakukan uji beda signifikan terkecil yang dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Uji Beda Signifikan Terkecil (LSD) Pengaruh Interaksi Lama Perendaman (W) dan Konsentrasi (K) Terhadap Retensi

Interaksi	Nilai Rataan	Perbandingan Perlakuan (W) & (K)									LSD	
		W1K1	W2K1	W3K1	W1K2	W2K2	W3K2	W1K3	W2K3	W3K3	0,05	0,01
W1K1	5,999	-	7,943**	13,018**	4,833**	17,599**	27,162**	7,629**	21,640**	32,044**		
W2K1	13,943	-	-	5,075**	3,110*	9,655**	19,219**	0,314ns	13,697**	24,100**		
W3K1	19,018	-	-	-	8,185**	4,580**	14,144**	5,389**	8,622**	19,025**		
W1K2	10,833	-	-	-	-	12,765**	22,329**	2,796*	16,807**	27,210**		
W2K2	23,599	-	-	-	-	-	9,563**	9,969**	4,041**	14,445**	1,466	3,601
W3K2	33,162	-	-	-	-	-	-	19,533**	5,522**	4,881**		
W1K3	13,629	-	-	-	-	-	-	-	14,011**	24,414**		
W2K3	27,640	-	-	-	-	-	-	-	-	10,403**		
W3K3	38,044	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Keterangan : ** = Berbeda sangat signifikan, * = Berbeda signifikan, ns = Tidak berbeda signifikan, W1 = Lama Perendaman 1 hari, W2 = Lama Perendaman 3 hari, W3 = Lama Perendaman 5 hari, K1 = Konsentrasi Boraks 5%, K2 = Konsentrasi Boraks 10%, K3 = Konsentrasi Boraks 15%

Berdasarkan Tabel 7 terlihat bahwa interaksi antara perlakuan lama perendaman (W) dan konsentrasi bahan pengawet boraks (K) menghasilkan retensi yang berbeda sangat signifikan pada sebagian besar perlakuan, berbeda signifikan ada dua perlakuan dan non signifikan hanya ada satu perlakuan. Untuk dapat melihat gambaran rata-rata nilai retensi yang diberikan karena adanya pengaruh interaksi antara lama perendaman dan konsentrasi bahan pengawet boraks pada kayu sengon dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Grafik Nilai Retensi Rataan Pengaruh Interaksi Lama Perendaman (W) dan Konsentrasi (K) Bahan Pengawet Boraks

Secara umum interaksi antara lama perendaman dan konsentrasi memberikan pengaruh terhadap nilai retensi, dimana semakin lama kayu direndam dan semakin tinggi konsentrasi maka menyebabkan retensi akan semakin tinggi. Ini sesuai dengan pendapat Yoesoef (1977), bahwa konsentrasi yang tinggi dari suatu bahan pengawet meningkatkan absorpsi kayu yang diawetkan, sehingga nilai retensinya akan lebih besar. Ini didukung oleh pernyataan Nicholas (1987), bahwa bahan pengawet dengan konsentrasi tinggi dapat lebih meningkatkan laju retensi, sehingga pada waktu yang sama bahan pengawet dengan konsentrasi tinggi akan lebih banyak masuk ke dalam kayu dibandingkan dengan bahan pengawet dengan konsentrasi rendah. Nilai retensi yang diperoleh belum memenuhi standar *American Wood Preserver's Association* (AWPA) sebesar 2,5-3,0 pcf atau setara 42-50 kg/m³. Karena pada penelitian ini hanya menggunakan metode pengawetan tanpa tekanan, maka retensi yang diperoleh tidak besar yaitu 5,999 kg/m³ - 38,044 kg/m³.

Intensitas Bakar, Efektifitas Bahan Tahan Api, Suhu Maksimum dan Lama Pembaraan

Berikut ini dapat dilihat nilai rata-rata persentase intensitas bakar, perhitungan efektifitas bahan pengawet tahan api, Suhu Maksimum Pembaraan, dan Lama Pembaraan pada contoh uji tanpa perlakuan (kontrol) dan contoh uji yang diberi perlakuan pengawetan rendaman dingin menggunakan bahan pengawet boraks pada lama perendaman (W) dan konsentrasi bahan pengawet boraks (K) yang berbeda.

a. Intensitas Bakar dan Efektifitas Bahan Tahan Api

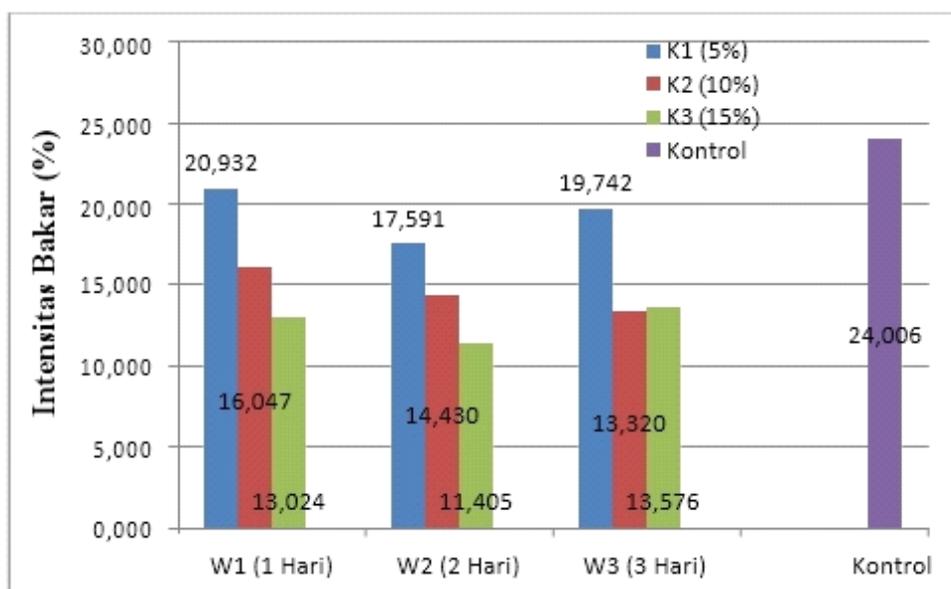
Nilai pengujian intensitas bakar pada contoh uji perlakuan perendaman dingin bahan pengawet boraks pada lama perendaman (W) dan konsentrasi (K) yang berbeda serta pada contoh uji tanpa pengawetan (kontrol) dapat dilihat pada Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Nilai rata-ran Persentase Intensitas Bakar pada Kontrol dan Contoh Uji Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) berdasarkan Lama Perendaman (W) dan Konsentrasi Bahan Pengawet Boraks (K)

Lama Perendaman (hari)	Konsentrasi (%)						Rataan Rataan Kontrol (%)	KV (%)	
	K1 (5%)		K2 (10%)		K3 (15%)				
	Rataan (%)	KV (%)	Rataan (%)	KV (%)	Rataan (%)	KV (%)			
W1 (1 hari)	20,932 (0,472)	24,760	16,047 (0,430)	17,620	13,024 (0,458)	37,952	16,668 (0,421)	24,006	6,797
W2 (3 hari)	17,591 (0,411)	25,189	14,430 (0,383)	35,970	11,405 (0,361)	25,546	14,475 (0,390)		
W3 (5 hari)	19,742 (0,360)	24,489	13,320 (0,342)	42,365	13,576 (0,374)	29,189	15,546 (0,405)		
Rataan (%)	19,422 (0,456)	-	14,599 (0,392)	-	12,668 (0,364)	-	-		

Keterangan: Nilai dalam kurung kurung adalah nilai transformasi % ke arc-sin $\sqrt{\%}$

Berdasarkan Tabel 8 di atas dapat dilihat nilai rata-ran dari persentase intensitas bakar (%) yang diperoleh dari pengujian contoh uji sengon baik kontrol maupun yang sudah diberi perlakuan pengawetan tahan api. Nilai persentase intensitas bakar paling besar adalah pada contoh uji yang tidak diberi perlakuan bahan pengawet boraks (Kontrol) sebesar 24,006%, sedangkan nilai intensitas bakar terkecil dari perlakuan pengawetan perendaman dingin menggunakan bahan pengawet Boraks yaitu pada perlakuan W2K3 sebesar 11,405% dan nilai intensitas bakar yang tertinggi pada perlakuan W1K1 sebesar 20,932%. Untuk dapat melihat lebih jelas perbedaan nilai intensitas bakar dari contoh uji kontrol dan contoh uji yang diperlakukan pengawetan dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Grafik Persentase Intensitas Bakar pada Kontrol dan Contoh Uji Pengujian Ketahanan Api berdasarkan Lama Perendaman (W) dan Konsentrasi Bahan Pengawet Boraks (K)

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat nilai rata-ran persentase intensitas bakar (%) pada contoh uji kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) kontrol merupakan yang tertinggi dibandingkan

contoh uji dari perlakuan pengawetan rendaman dingin dengan bahan pengawet boraks. Hal ini sesuai pernyataan Hunt dan Garrat (1986), bahwa kayu yang tidak diawetkan akan lebih mudah terbakar daripada kayu yang diawetkan, terutama pada kondisi-kondisi saat berlangsungnya kebakaran seperti angin kencang atau terus bersentuhan dengan bahan-bahan lain yang mudah menyala.

Selanjutnya untuk melihat masing-masing faktor (perlakuan) dan interaksinya apakah menunjukkan pengaruh yang signifikan atau tidak terhadap nilai intensitas bakar maka dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA) pada Tabel 9 berikut ini.

Tabel 9. Analisis Sidik Ragam (ANOVA) Nilai Intensitas Bakar Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) Berdasarkan Lama Perendaman (W) dan Konsentrasi Bahan Pengawet (K)

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rata-rata	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Lama Perendaman (W)	2	0,013	0,006	1,310ns	3,109	4,877
Konsentrasi (K)	2	0,143	0,072	14,581**	3,109	4,877
Interaksi (WK)	4	0,014	0,004	0,714ns	2,484	3,560
Error/Galat	81	0,399	0,005	-	-	-
Total	89	0,569	-	-	-	-

Setelah dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA) terlihat bahwa perlakuan lama perendaman (W) dan perlakuan Interaksi (WK) pengaruhnya tidak signifikan, sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut lanjut LSD (*Least Significant Difference*). Pada perlakuan konsentrasi (K) bahan tahan api menunjukkan pengaruh yang sangat signifikan terhadap nilai intensitas bakar sehingga perlu dilakukan uji lanjut LSD (*Least Significant Difference*).

b. Pengaruh Konsentrasi Bahan Tahan Api (K) Terhadap Intensitas Bakar

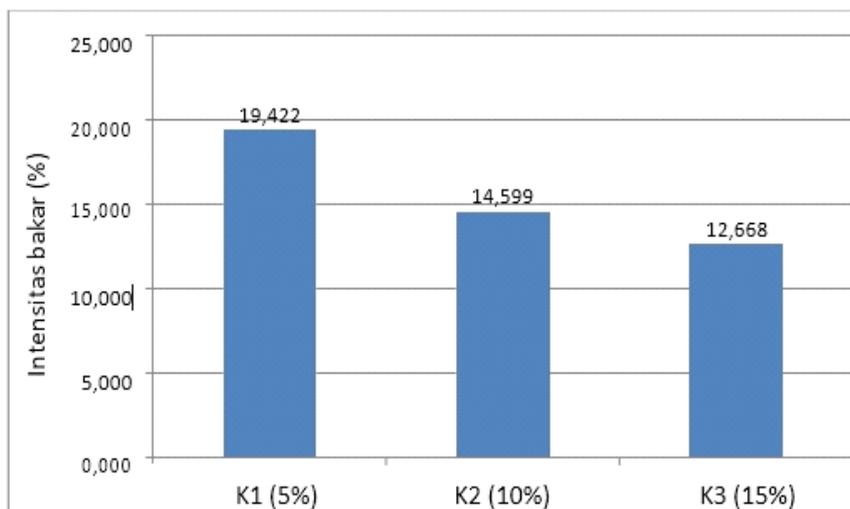
Untuk mengetahui perbedaan konsentrasi terhadap intensitas bakar, maka dilakukan uji beda signifikan terkecil (*Least Significant Difference/LSD*) yang dapat dilihat pada Tabel 10 berikut ini.

Tabel 10. Uji Beda Signifikan Terkecil (LSD) Pengaruh Konsentrasi (K) Bahan Pengawet Boraks Terhadap Intensitas Bakar

Konsentrasi (K)	Rataan (kg/m ³)	Selisih perlakuan (kg/m ³)			LSD	
		K1	K2	K3	0,05	0,01
K1(5%)	0,456	-	0,064**	0,092**		
K2(10%)	0,392	-	-	0,028*		
K3(15%)	0,364	-	-	-	0,015	0,036

Keterangan : ** = Berbeda sangat signifikan, * = Berbeda signifikan

Hasil uji lanjut LSD pada Tabel 10 menunjukkan bahwa nilai rata-rata intensitas bakar pada Konsentrasi 5% (K1) berbeda sangat signifikan terhadap Konsentrasi 10% (K2) dan Konsentrasi 15% (K3), sedangkan nilai rata-rata intensitas bakar pada Konsentrasi 10% (K2) berbeda signifikan terhadap Konsentrasi 15% (K3). Untuk lebih jelas melihat perbedaan rata-rata nilai intensitas bakar karena adanya pengaruh konsentrasi bahan pengawet boraks pada kayu sengon dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Nilai Rataan Intensitas Bakar pada Konsentrasi (K) Boraks yang Berbeda

Berdasarkan Gambar 8 nilai rata-rata intensitas bakar pada Konsentrasi 5%, 10% dan 15% menghasilkan nilai intensitas bakar yang selisihnya cukup besar. Secara umum konsentrasi bahan pengawet tahan api memberikan peran terhadap penurunan intensitas bakar, dimana semakin tinggi konsentrasi akan menghasilkan nilai retensi yang besar sehingga intensitas bakar akan menurun. Selain pengujian intensitas bakar perlu dilakukan perhitungan efektifitas bahan pengawet boraks sebagai bahan pengawet tahan api, dimana hasil perhitungannya dibandingkan terhadap nilai Standar ASTM E69 yang dapat dilihat pada Tabel 11 berikut ini.

Tabel 11. Perhitungan Efektifitas Bahan Pengawet Boraks Sebagai Bahan Pengawet Tahan Api Menurut Standar ASTM E69 (2002)

Perlakuan	Rataan Intensitas bakar		Efektifitas Perlakuan (W)
	Perlakuan (%)	Kontrol (%)	
W1K1	20,932		1,280
W1K2	16,047		3,315
W1K3	13,024		4,575
W2K1	17,591		2,672
W2K2	14,340	24,006	4,026
W2K3	11,405		5,249
W3K1	19,742		1,776
W3K2	13,320		4,451
W3K3	13,576		4,345

Keterangan: Standar nilai uji efektifitas ketahanan api menurut Standar ASTM E69 (2002) adalah $W \geq 7,5$

Berdasarkan Tabel 11 tidak ada nilai efektifitas perlakuan pengawetan tahan api dengan bahan pengawet boraks dengan lama perendaman (W) dan konsentrasi boraks (K) yang nilainya $\geq 7,5$ untuk memenuhi standar ASTM E69 (2002). Nilai efektifitas tertinggi didapatkan pada perlakuan W2K3 yaitu 5,249 dan nilai efektifitas terendah pada perlakuan W1K1 yaitu 1,280. Ini berarti hasil perlakuan pengawetan perendaman bahan tahan api menggunakan boraks pada lama perendaman (W) dan konsentrasi (K) yang diberikan tidak/belum efektif untuk menghambat terbakarnya contoh uji kayu sengon, walaupun dalam pengujian intensitas bakar semua perlakuan yang dilakukan nilainya lebih rendah daripada kontrol (tanpa pengawetan).

Hal ini diduga juga disebabkan oleh nilai retensi yang didapatkan dari perlakuan yang diberikan juga belum memenuhi syarat, hanya berkisar antara 5,999-38,044 kg/m³, sedangkan syarat pada standar *American Wood Preserver's. Association (AWPA)* harus mencapai 2,5-3,0 pcf atau setara 42-50 kg/m³.

c. Suhu Maksimum Lama Pembaraan

Hasil pengujian Suhu Maksimum dan Lama Pembaraan pada contoh uji perlakuan bahan pengawet tahan api dengan perendaman dingin menggunakan boraks berdasarkan perbedaan lama perendaman (W) dan konsentrasi (K) bahan tahan api dapat dilihat pada Tabel 12 berikut ini.

Tabel 12. Nilai Rataan Suhu Maksimum dan Lama Pembaraan Perlakuan Pengawetan Tahan Api dan Kontrol

Perlakuan	Suhu Maksimum (°C)	Lama Pembaraan (detik)	Suhu Maksimum Kontrol (°C)	Lama Pembaraan Kontrol (detik)
W1K1	179,0	276,0		
W1K2	202,4	368,1		
W1K3	223,8	512,4		
W2K1	193,5	342,7		
W2K2	197,8	520,9	291,2	209,6
W2K3	210,1	512,0		
W3K1	197,5	422,6		
W3K2	223,0	404,5		
W3K3	226,7	437,5		

Berdasarkan Tabel 12 diperoleh nilai rataan Suhu Maksimum dari semua perlakuan pengawetan sebagai bahan tahan api yang lebih rendah daripada Suhu Maksimum Kontrol (291,2°C). Hal ini menunjukkan bahwa bahan pengawet boraks mampu menurunkan suhu maksimum pembaraan contoh uji kayu sengon saat uji bakar.

Bahan pengawet tahan api yang baik diindikasikan dengan kemampuan untuk menurunkan suhu pembakaran maksimal (Santoso dan Hamidah, 2012). Sedangkan untuk lama pembaraan (detik) nilai rataan kontrol lebih pendek waktunya yaitu 209,6 detik, sedangkan untuk yang diberi perlakuan pengawetan menunjukkan lama pembaraan yang lebih panjang. Hal ini menunjukkan bahwa walaupun boraks mampu menurunkan suhu maksimum pembaraan namun lama pembaraan justru lebih panjang dibandingkan Kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa sifat boraks sebagai bahan pengawet tahan api adalah menyebabkan kayu terbakar secara perlahan pada suhu yang lebih rendah, sesuai yang dinyatakan oleh Friedman (1996) bahwa bahan penghambat api dapat mengubah sifat terbakarnya suatu bahan, dimana bahan tersebut menjadi lebih lama tersulut (*ignited*), dan bila tersulut bahan akan terbakar secara perlahan, dibandingkan dengan bahan yang tidak diberi perlakuan bahan penghambat api. Hadikusumo (2003) menyatakan bahwa boraks mengurangi nyala tanpa dekomposisi permulaan, tetapi tidak mencegah pembaraan kayu.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM. 2002. ASTM E69: Standard Method for Combustible Properties of Treated Wood by The Fire-Tube Apparatus. ASTM International. West Conshohocken. United States.
- Barlydan S. 2010. Kajian industri dan kebijakan pengawetan kayu: sebagai upaya mengurangi tekanan terhadap hutan, T(1): 63-80. Pusat Penelitian Perubahan Iklim dan Kebijakan. Bogor.
- Effendi AH. 2007. Boraks dan Unsur Boron Sebagai Bahan Penghambat Api Aman Lingkungan. E-Jurnal

Balitbang PU, 2(2).

- Friedman R. 1996. Principles of Fire Protection Chemistry, Association, NewYork.
- Hadikusumo S. 2003. Pengawetan Kayu. Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Haeruman H. 1972. Prosedur Analisa Rancangan Percobaan Bagian I. Bagian Manajemen Fakultas Kehutanan. Bogor. IPB. Bogor.
- Hunt GM, Garrat GA. 1986. Pengawetan Kayu. Edisi 1 cetakan 1: Penerjemah Mohamad Yusuf. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Kasmudjo. 2010. Teknologi Hasil Hutan. Cakrawala Media. Yogyakarta. 60 hal.
- Kollmann FFP, Cote WA. 1968. Principle of Wood Science and Technology I. Solid Wood. Springer Verlag New York Heidelberg. Berlin.
- Lyons JW. 1995. The Chemistry and Uses of Fire Retardant. John Wiley and Sons Inc., New York.
- Martawijaya A, Kartasujana I, Mandang YI, Prawira SA, Kadir K. 1987. Atlas Kayu jilid II. Balai Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- Nicholas DD. 1987. Kemunduran (Deteriorasi) Kayu dan Pencegahannya dengan Perlakuan-perlakuan Pengawetan Jilid I dan II. Airlangga University Press. Yogyakarta.
- Nugroho TA, Salamah Z. 2015. Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi Biji Sengon (*Paraserianthes falcataria* L.). JUPEMASIPBIO, 9(3). Reports (tema khusus). Winrock International, Morrilton, Arkansas, AS.
- Nurhayati T. 1999. Pengaruh jenis kayu dan dahan penghambat api terhadap sifat perambatan api. Buletin Penelitian Hasil Hutan, 16(4): 209-218.
- Östman B, Voss A, Hughes A, Hovde PJ, Grexa O. 2001. Durability of fire retardant treated wood products at humid and exterior conditions – review of literature. Fire Mater, 25: 95-104.
- P3HH. 2008. Petunjuk Praktis Sifat-Sifat Dasar Jenis Kayu Indonesia.
- Pandit IKN, Ramdan H. 2002. Anatomi Kayu Pengantar Sifat Kayu Sebagai Bahan Baku. Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Peek RD. 1989. Wood Protection in Indonesia with Reference to Special Conditions in East Kalimantan.
- Santoso M, Hamidah N. 2012. Efektivitas Natrium Silikat Sebagai Bahan Pengawet Anti Api dan Anti Rayap Pada Kayu Meranti Merah. Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Palangka Raya.
- Soerianegara I, Lemmens RHMJ. 1993. Plant resources of South-East Asia 5(1): Timber trees: major commercial timbers. Pudoc Scientific Publishers. Wageningen, Belanda.
- Subyakto, Prasetyo KW. 2006. Kayu Tahan Api. UPT Biomaterial LIPI.
- Suprpto B, Bahrin MR. 1981. Studi tentang Penembusan Tanalith CT 106 terhadap 15 Jenis Kayu yang Dipergunakan oleh Masyarakat Samarinda dan Sekitarnya. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Suranto Y. 2002. Bahan dan Metode Pengawetan Kayu, Kanisius. Yogyakarta.
- Truax T. 1956. Making wood fire retardant. Forest product laboratory, forest service, U.S. Departement of agriculture, Madison 5, Wiscosin.
- Yamaguchi H. 2001. Silicic Acid: Boric Acid Complexes as Wood Preservatives: Ability of Treated Wood Resist to Termites and Combustion. Journal of Wood Science and Technology, 37(2003): 287-297, Springer – Verlag.
- Yoesoef. 1977. Pengawetan Kayu I. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

PENGARUH DOSIS PUPUK NPK TERHADAP PERTUMBUHAN KAPUR (*Dryobalanops beccarii* Dyer) DI HUTAN PENELITIAN DAN PENDIDIKAN BUKIT SOEHARTO UNIVERSITAS MULAWARMAN

Firist Boxa Lumbanraja, Sukartiningsih*, Wawan Kustiawan
Falkultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jalan Ki Hajar Dewantara, PO Box 1013, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, 75119
E-mail: sukartiningsih1@gmail.com

ABSTRACT

The lime tree (*Dryobalanops beccarii* Dyer) is a Borneo endemic plant with a potential commercial wood producer, a cosmetic and medicinal plant that exists in nature already endangered. The growth of the lime tree (*Dryobalanops beccarii* Dyer) requires fertilizer to support growth and to supplement plant nutrition. The study aims to know the different effects of fertilization of the NPK with a different dose of diameter growth, height and number of lime leaves (*Dryobalanops beccarii* Dyer) and a good dose of NPK fertilizer for the growth of the lime plant (*Dryobalanops beccarii* Dyer) is +1 years old for 3 months of sighting. Research is being conducted on HPPBS UNMUL. The study was designed using a randomized block design pattern (RBD). Studies show that the growth of the lime plant (*Dryobalanops beccarii* Dyer) is best obtained from the treatment of the NPK '125-ounce dose (125 g) with a 100% living, 0.45 mm/month diameter growth, 4.41 cm/month height, and leaves amount to 8.5 sheet/month during the three-month period of observation.

Keyword: *Dryobalanops beccarii*, Growth, NPK fertilizer, Randomized Block Design

ABSTRAK

Pohon kapur (*Dryobalanops beccarii* Dyer) merupakan tumbuhan endemik Kalimantan yang berpotensi sebagai penghasil kayu komersial, bahan kosmetik dan obat namun keberadaannya di alam sudah terancam kepunahan. Pertumbuhan pohon kapur (*Dryobalanops beccarii* Dyer) membutuhkan pupuk untuk mendukung pertumbuhan dan menambah nutrisi terhadap tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemupukan NPK dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan diameter, tinggi dan jumlah daun kapur (*Dryobalanops beccarii* Dyer) dan dosis pupuk NPK yang baik bagi pertumbuhan tanaman kapur (*Dryobalanops beccarii* Dyer) berumur +1 tahun selama 3 bulan pengamatan. Penelitian dilaksanakan di HPPBS UNMUL. Penelitian ini dirancang dengan menggunakan pola Rancangan Acak Kelompok (RAK). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman kapur (*Dryobalanops beccarii* Dyer) terbaik diperoleh dari perlakuan pemupukan NPK dengan dosis 125 g dengan persen hidup 100%, pertumbuhan diameter sebesar 0,45 mm/bulan, tinggi sebesar 4,41 cm/bulan dan jumlah daun sebanyak 8,5 helai/bulan selama kurun waktu 3 bulan pengamatan.

Kata kunci: *Dryobalanops beccarii*, Pertumbuhan, Pupuk NPK, Rancangan Acak Kelompok

PENDAHULUAN

Pertumbuhan diartikan sebagai suatu proses dalam kehidupan tumbuhan yang mengakibatkan perubahan ukuran tumbuhan yang semakin bertambah besar dan sangat menentukan produktivitas tanaman. Perubahan bentuk dan ukuran tubuh tanaman secara keseluruhan merupakan hasil dari

pertambahan ukuran bagian-bagian (organ-organ) tanaman akibat dari penambahan jaringan dan ukuran sel (Sitompul dan Guritno, 1995). Pertumbuhan suatu tumbuhan dipengaruhi oleh 2 faktor yaitu faktor genetik dan faktor lingkungan. Salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan suatu tanaman adalah ketersediaan unsur hara seperti pupuk.

Manfaat pupuk secara umum adalah menyediakan unsur hara yang kurang atau bahkan tidak tersedia di tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Pemupukan adalah penambahan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman yang dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil tanaman. Kekurangan unsur hara pada tanaman akan memperlambat pertumbuhan dan bahkan akan menimbulkan kematian pada tanaman. Dalam mendukung upaya pembangunan hutan yang lestari dan berkelanjutan Hutan Penelitian dan Pendidikan Universitas Mulawarman Bukit Soeharto bekerja sama dengan beberapa perusahaan yang ada di Kalimantan Timur untuk melakukan rehabilitasi Daerah Aliran Sungai. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan revegetasi/penanaman bibit unggul dari jenis-jenis tanaman niagawi, serta tindakan silvikultur yang tepat sehingga dapat menunjang keberhasilan suatu kegiatan rehabilitasi Daerah Aliran Sungai yang salah satunya adalah melalui pemupukan (Marsono dan Sigit, 2002).

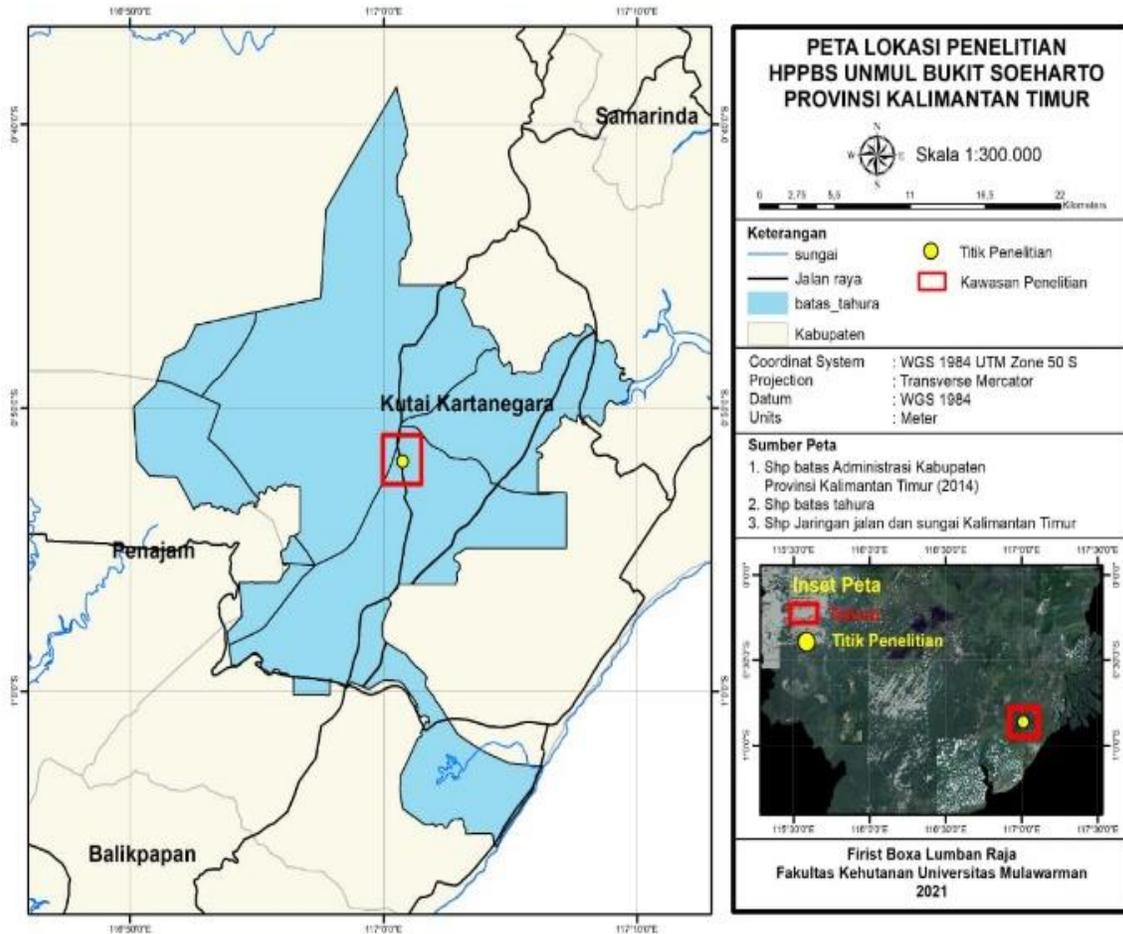
Tanaman kapur merupakan salah satu tanaman lokal asli Kalimantan yang biasa tumbuh pada hutan. Selain itu tumbuhan kapur juga memiliki banyak manfaat bagi masyarakat sekitar hutan yang biasa digunakan sebagai bahan bangunan, perahu, perabotan dan lain-lain. Beberapa penelitian tentang pemupukan tanaman kapur di beberapa lokasi telah dilaporkan oleh (Suferwandi, 2000) yang meneliti pengaruh pemupukan NPK dan lebar larikan yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman kapur (*Dryobalanops lanceolata* Burck) tingkat pancang di Hutan Pendidikan Lempake Samarinda. Hasil pertumbuhan tanaman kapur yang diberi dosis pupuk NPK 100 g dapat menghasilkan pertumbuhan yang optimal, baik dari segi diameter, tinggi dan jumlah daun. Heryanto (2002) yang meneliti pengaruh pemupukan NPK, TSP dan Guano dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan *Shorea roxburghii* umur 7 bulan pada lahan alang-alang. Menunjukkan hasil pertumbuhan tanaman *Shorea roxburghii* dengan dosis 10, 50, dan 100 g per tanaman, dosis TSP 10, 50 dan 100 gram per tanaman dan pupuk Guano dosis 50, 100 dan 200 g per tanaman serta kontrol, berpengaruh tidak signifikan terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman *Shorea roxburghii* setelah pemupukan selama 7 bulan.

Mengingat belum diketahuinya dosis pupuk NPK yang optimal untuk pertumbuhan tanaman kapur (*Dryobalanops beccarii* Dyer) di lapangan untuk umur ± 1 tahun, maka dari penelitian tersebut penulis tertarik melakukan penelitian tentang pemupukan NPK terhadap tanaman kapur umur ± 1 tahun dengan dosis yang berbeda-beda.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Hutan Penelitian dan Pendidikan Bukit Soeharto Universitas Mulawarman (HPPBS UNMUL), Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Prosedur Penelitian

Tahapan kegiatan yang dilakukan yaitu: (1) Studi Pustaka, (2) Orientasi Lapangan, (3) Pembuatan Plot, (4) Pengukuran Awal Sebelum Pemupukan, (5) Persiapan dan Pemberian Pupuk.

Parameter Penelitian

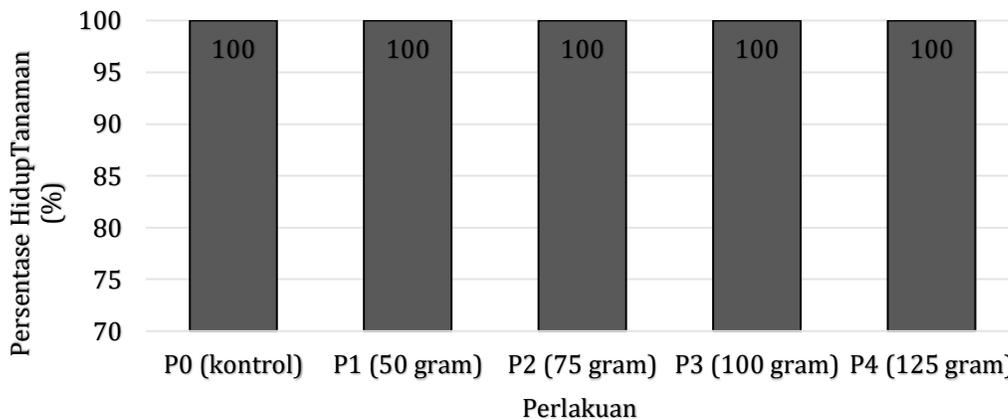
Parameter penelitian yang diamati dalam penelitian ini yaitu: (1) parameter utama yang terdiri atas: persentase hidup tanaman (%), diameter tanaman (mm), tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai). (2) parameter penunjang yang terdiri atas: intensitas cahaya (lux), suhu ($^{\circ}$ C), dan kelembapan (%).

Analisis Data

Untuk menguji pengaruh perlakuan serta interaksinya, digunakan Uji F (Sidik Ragam). Bila hasil sidik ragam terhadap perlakuan berbeda tidak nyata (non signifikan) yang menunjukkan $F_{hitung} < F_{tabel}$ 0,05 maka tidak dilakukan uji lanjutan, tetapi bila hasil sidik ragam terhadap perlakuan berbeda nyata (signifikan) yang menunjukkan $F_{hitung} > F_{tabel}$ 0.05, maka untuk membandingkan dua rata-rata perlakuan dilakukan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf 5% dan 1%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

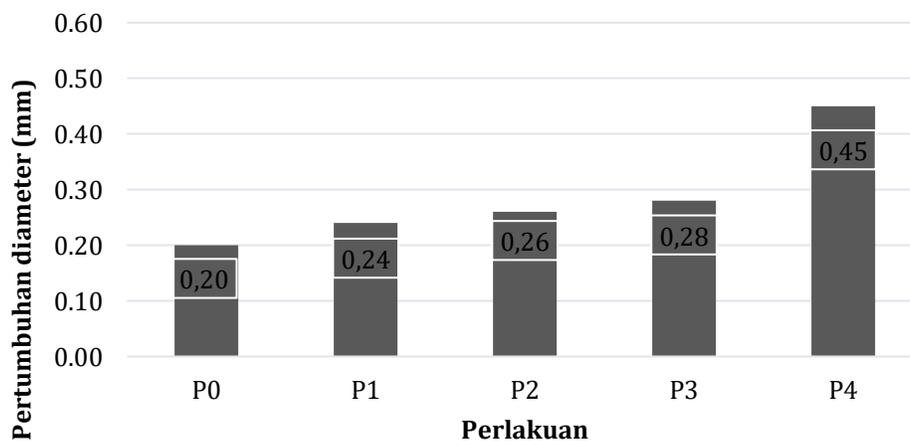
Persen Hidup Tanaman



Gambar 2. Persentase Hidup (%) Tanaman Kapur (*Dryobalanops beccarii* Dyer) Berdasarkan Pengaruh Pemberian Dosis Pupuk NPK yang Berbeda

Secara keseluruhan persentase hidup tanaman kapur (*Dryobalanops beccarii* Dyer) termasuk kategori berhasil. Hal ini menunjukkan dengan kondisi yang ada (tanpa pemberian perlakuan) telah mampu memenuhi kebutuhan tanaman untuk tetap hidup. Kemampuan hidup tanaman yang tinggi menunjukkan bahwa faktor lingkungan telah memberikan berbagai sarana yang cukup bagi tanaman, seperti air, hara dan udara serta bebas dari gangguan hama dan penyakit yang potensial menyerang tanaman.

Pertumbuhan Diameter Tanaman



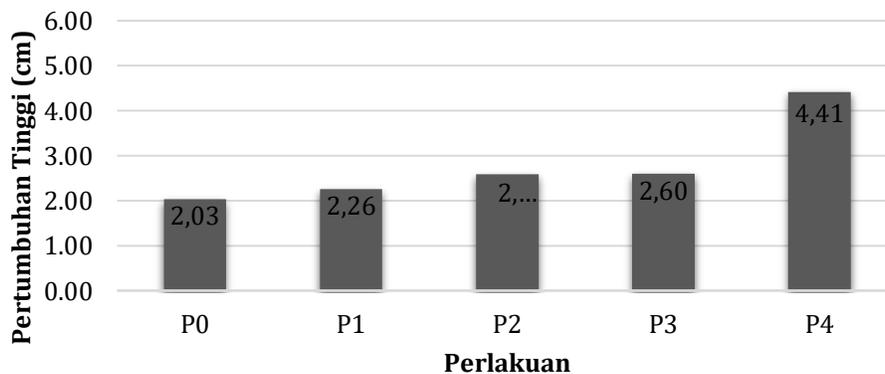
Gambar 3. Pertumbuhan Diameter (mm/bulan) Tanaman Kapur (*Dryobalanops beccarii* Dyer) Berdasarkan Pengaruh Pemberian Dosis Pupuk NPK yang Berbeda

Pemberian perlakuan dosis pupuk NPK yang berbeda memberikan pengaruh terhadap

pertumbuhan diameter batang kapur (*Dryobalanops beccarii* Dyer). Unsur hara di dalam tanah sudah membantu pertumbuhan tanaman kapur (*Dryobalanops beccarii* Dyer), sehingga tanaman kapur yang diberi perlakuan pupuk mendapatkan dua sumber unsur hara yaitu dari pupuk dan unsur hara tanah itu sendiri, oleh karena itu tanaman kapur (*Dryobalanops beccarii* Dyer) yang diberi pupuk memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Hal ini terjadi karena dosis pupuk yang ditingkatkan dapat memenuhi kebutuhan unsur hara NPK yang dibutuhkan oleh tanaman. Semakin besar dosis pupuk NPK yang diberikan pada tanaman maka semakin besar pula pertambahan diameter yang dihasilkan oleh tanaman untuk melakukan proses metabolisme, dibandingkan dengan tanaman yang tidak diberi pupuk.

Unsur N, P dan K yang diberikan menyediakan unsur hara yang cukup untuk pertumbuhan dan memenuhi kebutuhan optimal dari tanaman. Unsur nitrogen diperlukan untuk sintesis protein dan bahan-bahan penting lainnya. Bila unsur nitrogen terpenuhi maka pembentukan klorofil, sintesa protein, pembentukan sel-sel baru dapat dicapai sehingga mampu menambah diameter batang. Unsur P akan merangsang perakaran tanaman sehingga akar lebih baik dalam menyerap unsur hara yang dimanfaatkan tanaman dalam pembentukan jaringan baru termasuk pertambahan diameter batang (Satria dkk., 2015).

Pertumbuhan Tinggi Tanaman



Gambar 4. Pertumbuhan Tinggi (cm/bulan) Tanaman Kapur (*Dryobalanops beccarii* Dyer) Berdasarkan Pengaruh Pemberian Dosis Pupuk NPK Yang Berbeda

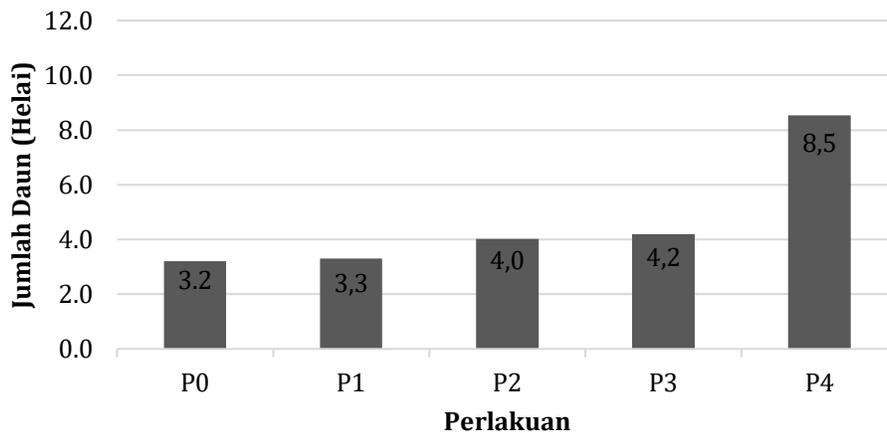
Pertumbuhan tinggi juga mengalami pengaruh yang sama dimana semakin besar dosis pupuk NPK yang diberikan pada tanaman maka semakin besar pula pertumbuhan tinggi yang dihasilkan, dibandingkan dengan tanaman yang tidak diberi pupuk. Hal ini diduga terjadi karena dengan pemberian dosis pupuk NPK yang semakin banyak terhadap tanaman, semakin dapat memberikan unsur hara NPK yang diperlukan oleh tanaman untuk melakukan proses metabolisme.

Hasil penelitian ini didukung juga oleh Suferwandi (2000) dimana pada tanaman pada pemberian pupuk NPK 100 g dalam berbagai lebar larikan tanam 4 m dan 2 m berpengaruh nyata terhadap riap tinggi dan diameter tanaman. Hasil diatas didukung oleh pendapat Iskandar (2003) menyatakan bahwa tanaman akan tumbuh dengan baik apabila unsur hara tersedia cukup bagi tanaman. Pemberian nutrisi merupakan salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan hara, tujuan ini baru akan tercapai apabila memperhatikan konsentrasi dalam pemberian nutrisi dan unsur hara yang dikandung. Sama halnya dengan penelitian

tersebut pemberian pupuk NPK dengan dosis 125 g memberikan unsur N yang cukup sehingga dalam pembentukan asam amino yang diubah menjadi protein bersama karbohidrat akan memacu pertumbuhan (pembelahan dan pemanjangan sel). Hal ini sesuai dengan pendapat Sulistyowati (2011) bahwa pertumbuhan tinggi tanaman disebabkan oleh aktivitas meristem apikal yaitu bagian pucuk tanaman yang aktif membelah, sehingga tanaman akan bertambah tinggi. Aktivitas meristem apikal sangat tergantung pada ketersediaan karbohidrat yang diperoleh dari hasil fotosintesis.

Selain hal tersebut, penambahan laju pertumbuhan tinggi tanaman pada setiap perlakuan juga dipengaruhi oleh perbedaan tinggi awal tanaman saat sebelum dilakukan perlakuan hal ini mengakibatkan tanaman kapur yang telah memiliki ukuran yang lebih tinggi memiliki laju pertumbuhan yang lebih cepat. Hal ini didukung oleh pendapat Marjenah (2012) yang menyatakan bahwa perbedaan laju pertumbuhan tinggi maupun diameter dapat disebabkan oleh perbedaan ukuran tanaman sejak awal penelitian, perbedaan umur tanaman, perbedaan jenis tanaman dan perbedaan asal tanaman (provenans).

Pertambahan Jumlah Daun



Gambar 5. Pertambahan Helai Daun (Helai/bulan) Tanaman Kapur (*Dryobalanops beccarii* Dyer) Berdasarkan Pengaruh Pemberian Dosis Pupuk NPK yang Berbeda

Syekhfani (1995), menyatakan bahwa nitrogen adalah unsur yang mempunyai pengaruh relatif cepat terhadap pertumbuhan tanaman. Ditambah lagi oleh Lingga (2008), bahwa unsur nitrogen berperan utama dalam pembentukan jaringan meristem, merangsang pembentukan cabang, daun dan tunas pucuk. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian dimana semakin banyak dosis pupuk yang diberikan pada perlakuan dosis pupuk NPK 125 g (P4) semakin banyak juga pertambahan helai daun yang dihasilkan tanaman kapur (*Dryobalanops beccarii* Dyer).

Dijelaskan juga oleh Fahrudin (2009) menyatakan jumlah daun dipengaruhi oleh unsur hara N, P dan K yang ada didalam tanah. Unsur hara N dari pupuk NPK yang tersedia dalam pembentukan daun, dimana unsur N membantu proses pembelahan dan pembesaran sel yang menyebabkan daun muda lebih cepat mencapai bentuk yang sempurna. Selain disebabkan ketersediaan unsur hara nitrogen pada tanah, unsur P juga berpengaruh dalam proses pembentukan daun.

Suhu, Kelembapan dan Intensitas Cahaya

Tabel 1. Data Rata-rata Suhu, Kelembapan Udara dan Intensitas Cahaya Selama Penelitian

Bulan	Parameter		
	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Intensitas Cahaya (Lux)
0	29,1	78,0	11.625
1	28,7	78,8	13.291
2	30,8	79,3	13.008
3	28,1	82,7	10.909
Rata-rata	29,2	79,7	12.208

Dijelaskan oleh Lakitan (2012) faktor lingkungan juga mempengaruhi laju pertumbuhan. Faktor-faktor lingkungan yang penting adalah ketersediaan air, CO₂, cahaya, hara mineral, dan suhu. Faktor lingkungan yang berpengaruh adalah intensitas cahaya, keadaan rata-rata intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman kapur selama 3 bulan penelitian adalah 12.208 Lux. Intensitas cahaya tersebut bisa mempercepat proses metabolisme dan fotosintesis, sehingga karbohidrat yang dihasilkan dapat membantu proses pertumbuhan diameter tanaman. Hal ini sesuai dengan penelitian Agustin (2019) yang menyatakan intensitas cahaya 12.994,3 Lux adalah yang terbaik untuk pertumbuhan tanaman kapur umur 1,5 tahun yang terbaik di lapangan.

KESIMPULAN

Semakin tinggi dosis pupuk NPK yang diberikan maka semakin mempengaruhi laju pertumbuhan tanaman baik pada pertumbuhan diameter, tinggi dan jumlah daun tanaman kapur (*Dryobalanops beccarii* Dyer) berumur ± 1 tahun selama kurun waktu 3 bulan pengamatan. Pertumbuhan tanaman kapur (*Dryobalanops beccarii* Dyer) berumur ± 1 tahun yang terbaik di lapangan adalah pada dosis pemupukan NPK 125 g selama kurun waktu 3 bulan pengamatan.

Pemupukan NPK dengan dosis 125 g merupakan yang paling optimal terhadap tanaman kapur (*Dryobalanops beccarii* Dyer) umur ± 1 tahun di HPPBS UNMUL. Pada awal penelitian perlu keseragaman ukuran tanaman awal supaya menghindari faktor lain yang mempengaruhi laju pertumbuhan tanaman seperti perbedaan awal ukuran tanaman.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada pihak UPT. PUSREHUT UNMUL yang sudah memberikan izin untuk penelitian, dan pihak-pihak yang banyak membantu pengambilan data di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin R. 2019. Pertumbuhan *Dryobalanops aromatic* C.F.Gaertn Pada Intensitas Cahaya yang Berbeda Di Hutan Pendidikan Penelitian Bukit Soeharto Unmul. Skripsi Program Studi Ilmu Kehutanan. Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Fahrudin F. 2009. Budidaya Caisim (*Brassica juncea* L.) Menggunakan Ekstrak The dan Pupuk Kascing. Skripsi. Fakultas Pertanian. Jurusan Studi Agronomi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

- Heryanto I. 2002. Pengaruh Pemupukan NPK, TSP dan Guano dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Meranti Putih (*Shorea roxburghii*) Umur 7 Bulan pada Lahan Alang-alang. Skripsi Program Studi Ilmu Kehutanan. Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Iskandar D. 2003. Pengaruh Dosis Pupuk N, P, K, Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jagung Manis di Lahan Kering. Prosiding Seminar Teknologi untuk Negeri 2003, 2(1): 1-5.
- Lakitan B. 2012. Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan. Rajagrafindo Persada. Jakarta.
- Lingga, P. 2008. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Marsono, Sigit P. 2002. Pupuk Akar, Jenis dan Aplikasi. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Satria NW, Wardati, Khoiri MA. 2015. Pengaruh Pemberian Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Gaharu (*Aquilaria malaccensis*). JOM Faperta, 2(1): 1-14.
- Sitompul SM, Guritno B. 1995. Analisis pertumbuhan tanaman.
- Suferwandi E. 2000. Pengaruh Pemupukan NPK dan Lebar Larikan yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kapur (*Dryobalanops lanceolata* Burck.) Tingkat Pancang di Hutan Pendidikan Unmul Lempake. Skripsi Program Studi Ilmu Kehutanan. Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Sulistiyowati H. 2011. Pemberian bokasi ampas sagu pada medium aluvial untuk pembibitan jarak pagar. Jurnal Tek. Perkebunan & PSDL, 1: 8-12.
- Syekhfani. 1995. Hara, Tanah, Air dan Tanaman. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.

PROSES PENGAWETAN TANPA TEKANAN MENGGUNAKAN BAHAN PENGAWET TEMBAGA SULFAT (CuSO_4) DENGAN KONSENTRASI YANG BERBEDA PADA KAYU KARET (*Hevea brasiliensis*) DAN UJI KETAHANAN TERHADAP RAYAP TANAH (*Subterranean termites*)

Laurensius Suhuk, Edy Budiarmo*, Zainul Arifin
Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jalan Ki Hajar Dewantara, PO
Box 1013, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, 75119
E-mail: edybudiarmo1@gmail.com

ABSTRACT

This research aimed to investigate the influence of the concentration of copper sulfate (CuSO_4) preservative and non-pressure preservation method on rubberwood (*Hevea brasiliensis*) towards preservative retention value and the effectiveness test against subterranean termites' attack. All data were processed using Completely Randomized Design (CRD) with 3 x 3 factorial analysis and 10 replications. The parameters measured in the research were the retention and resistance test against subterranean termites by using cold soaking, dipping, and brushing preservation methods with 6%, 8%, and 10% concentration. The method of preservation with high concentration preservatives and long period of time will produce high preservative retention value. The highest retention value was produced by the process of cold soaking with 10% concentration level that was able to produce 3.673 kg/m³ retention value, while the lowest retention value was produced by the process of brushing with 6% concentration that produced 0.999 kg/m³. Referring to Classification of Wood Resistance against Subterranean Termites based on Weight Loss SNI 01-7207-2006, rubberwood without any treatment (control) is classified into class V category or very poor, while rubberwood preserved by soaking it into copper sulfate is classified into class III (moderate) for 6% concentration, and class II (resistant) for 8% to 10% concentration. For the dipping method, an upgrade for 6% concentration was observed, reaching class IV (poor) and class III (moderate) for 8% to 10% concentration, while brushing method reached class IV (poor) for 6% to 10% concentration.

Keywords: Non-pressure preservation, Copper sulfate (CuSO_4) preservative, Rubberwood (*Hevea brasiliensis*), Subterranean termites.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi bahan pengawet tembaga sulfat (CuSO_4) dan metode pengawetan tanpa tekanan pada jenis kayu Karet (*Hevea brasiliensis*) terhadap nilai retensi bahan pengawet dan uji efektivitasnya terhadap serangan rayap tanah. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan analisis faktorial 3 x 3 dengan 10 kali ulangan. Parameter yang diukur adalah retensi dan uji ketahanan terhadap rayap tanah dengan metode pengawetan perendaman dingin, pencelupan, pemulsaan dengan konsentrasi 6%, 8%, 10%. Metode pengawetan dengan konsentrasi bahan pengawet yang tinggi dan waktu yang lama maka nilai retensi bahan pengawet yang dihasilkan akan semakin tinggi. Nilai retensi terbesar adalah pada proses perendaman dingin dengan konsentrasi 10% dapat menghasilkan nilai retensi sebesar 3,673 kg/m³ sedangkan nilai retensi terkecil adalah pada proses pemulsaan dengan konsentrasi 6% menghasilkan nilai retensi sebesar 0,999 kg/m³. Berdasarkan Klasifikasi Ketahanan Kayu Terhadap Rayap Tanah Berdasarkan Kehilangan Berat SNI 01-7207-2006, kayu karet tanpa perlakuan (kontrol) masuk dalam katagori kelas V atau sangat buruk, sedangkan yang diawetkan dengan tembaga sulfat dengan cara perendaman menjadi kelas awet III (sedang) untuk konsentrasi 6% dan kelas II (tahan) untuk konsentrasi 8 sampai 10%. Untuk cara pencelupan naik ke kelas IV (buruk) untuk konsentrasi 6%, dan kelas III (sedang) untuk konsentrasi 8% sampai 10%, sedangkan untuk pemulsaan naik menjadi kelas IV (buruk) pada konsentrasi 6% sampai 10%.

Kata Kunci: Kayu karet (*Hevea brasiliensis*), Pengawetan tanpa tekanan, Pengawet tembaga sulfat (CuSO_4), Rayap tanah

PENDAHULUAN

Menurut Hunt dan Garratt (1986) bahwa metode pengawetan tanpa tekanan lebih murah, mudah diterapkan, peralatan yang digunakan sederhana sehingga mudah dioperasikan seperti metode perendaman, pemulasan, dan pencelupan. Salah satu kegunaan kayu yang tidak kalah pentingnya yaitu sebagai bahan bangunan berupa rumah yang merupakan kebutuhan primer sehingga merupakan kebutuhan pokok yang harus dipenuhi. Membangun rumah, bangunan pasti membutuhkan kayu. Sebagian besar jenis kayu memiliki tingkat keawetan yang rendah, dimana menurut Duljafar (1996) saat ini Indonesia tercatat 4,000 jenis kayu yang tersebar diseluruh nusantara, 15-20% dari jumlah tersebut termasuk jenis kayu dengan keawetan tinggi (kelas I dan II). Ditinjau dari sifat fisik dan mekanis kayu, kayu karet tergolong kayu kelas kuat II yang berarti setara dengan kayu hutan alam seperti kayu ramin, perupuk, akasia, mahoni, pinus, meranti, durian, ketapang, keruing, sungkai, gerunggang, dan nyatoh, sedangkan untuk kelas awetnya, kayu karet tergolong kelas awet V.

Kayu mempunyai sifat-sifat unggul, tetapi juga mempunyai kelemahan yaitu dapat dirusak oleh berbagai faktor baik biologis, fisik, mekanis maupun kimia. Kenyataan menunjukkan bahwa faktor biologis paling banyak menimbulkan kerusakan terhadap kayu. Faktor biologis perusak kayu yang terpenting adalah jamur, bakteri, serangga, binatang laut. Kerusakan kayu ini menyebabkan kerugian yang sangat besar baik dalam penurunan jumlah kayu maupun harga kayu yang mencapai milyaran rupiah tiap tahunnya.

Berdasarkan hal tersebut diatas, bahwa jenis kayu awet sedikit jumlahnya sementara penggunaannya sangat banyak, sedangkan kayu yang tidak awet sangat banyak sementara penggunaannya masih terbatas, sehingga perlu dipikirkan bagaimana cara meningkatkan nilai keawetan kayu agar pemanfaatan kayu tidak terfokus pada jenis yang awet saja. Oleh karena itu pengawetan kayu penting artinya karena dikhawatirkan produksi jenis kayu yang awet dalam masa mendatang tidak akan terpenuhi lagi (Dumanauw, 2001).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi dan Pengawetan Kayu Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman Samarinda. Waktu yang diperlukan dalam penelitian ini kurang lebih 5 bulan yang terdiri dari persiapan contoh uji, penelitian, dan pengolahan data.

Bahan dan Peralatan Penelitian

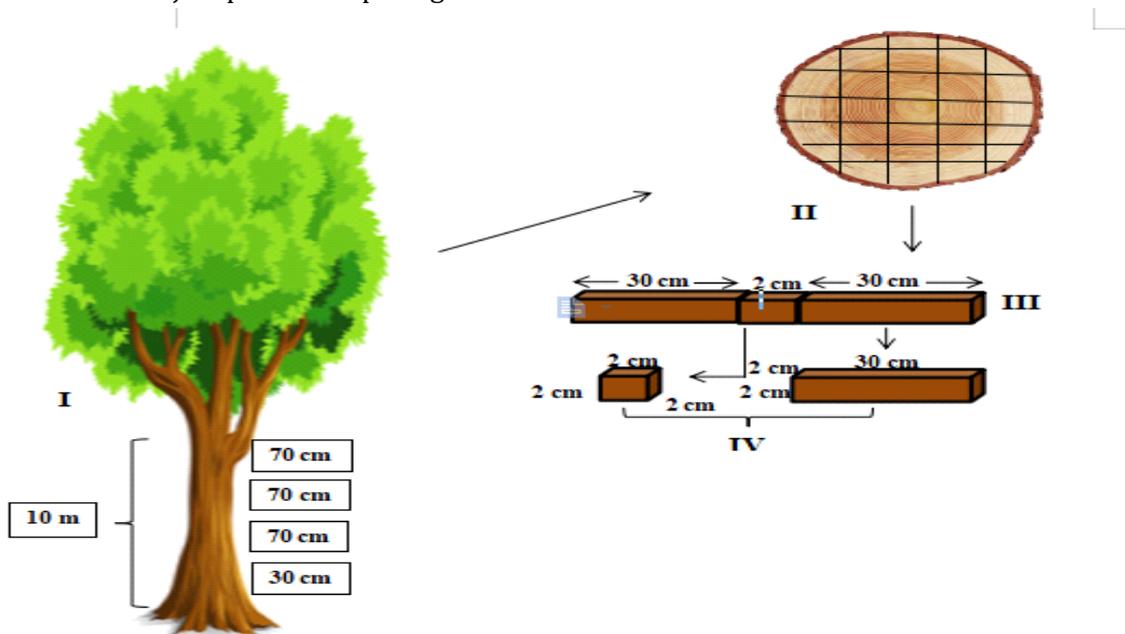
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu karet (*Hevea brasiliensis*) dengan diameter 30 cm dan tinggi pohon 10 m. Bahan diambil dari kebun warga Samarinda. Bahan pengawet yang digunakan adalah tembaga sulfat (CuSO_4) berbentuk serbuk yang dilarutkan dengan air. Sedangkan peralatan yang digunakan meliputi: bak pengawet, gergaji potong, kaliper, timbangan digital, gelas ukur, oven listrik, desikator, masker, kuas, alat penyemprotan, kaos tangan, pengaduk, kalkulator dan alat tulis menulis.

Prosedur Penelitian

a. Pembuatan Contoh Uji

Contoh uji berasal dari pohon karet yang berdiameter ± 30 cm dengan panjang bebas cabang ± 10 m. Pembuatan contoh uji diupayakan dapat mewakili seluruh bagian batang pohon, mulai dari pangkal, tengah dan ujung. Pohon yang dipotong menjadi 3 bagian, panjang masing-masing bagian batang ± 70 cm (Gambar 1.I), potongan tersebut kemudian dibuat stik dengan ukuran 2 cm x 2 cm x 70 cm (Gambar 1.II), stik tersebut kemudian dipotong dan diambil bagian tengahnya dengan ukuran 2 cm x 2 cm x 2 cm dan

dibuat contoh uji untuk mengukur kadar air dan kerapatan masing-masing sebanyak 10 buah (Gambar 1.III) Kemudian dua bagian tepinya dibuat contoh uji yang berukuran 2 cm x 2 cm x 30 cm digunakan sebagai contoh uji yang diawetkan sebanyak 10 buah untuk masing-masing perlakuan dan dicat minyak pada permukaan trasversalnya bagian ujung (Gambar 1.IV). proses pembuatan contoh uji dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Cara Pengambilan dan Pemetongan Contoh Uji

Keterangan:

- I : Cara Pengambilan batang pohon karet
- II : Pola pembelahan pada tiap batang
- III : Cara pengambilan contoh uji pada tiap stik
- IV : Ukuran contoh uji 2cm x 2cm x 2cm untuk pengukuran kadar air dan kerapatan dan contoh uji 2cm x 2cm x 30cm untuk pengukuran nilai retensi dan kehilangan berat

Contoh uji diberi kode konsentrasi dengan perlakuan penelitian yang akan dilakukan. Semua contoh uji dikeringudarkan hingga mencapai kadar air keseimbangan (kering udara).

b. Pengukuran Kadar Air Kering Udara dan Kerapatan Kayu

Contoh uji keringudarkan hingga diperoleh kadar air keseimbangan/kering udara. Selanjutnya dilakukan pengukuran kadar air kering udara dan kerapatan kayu contoh uji sebelum diawetkan. Pengukuran kadar air kering udara kayu (DIN 51283-77) dan kerapatan kayu kering tanur (DIN 52182-76). Contoh uji kering udara dengan ukuran 2 cm x 2 cm x 2 cm ditimbang dan diukur dimensinya untuk mengetahui massa kering udara (m_{μ}) dan volume kering udara (v_{μ}). Selanjutnya dimasukan ke dalam oven ($103 \pm 2^{\circ}\text{C}$) selama 48 jam. Contoh uji dikeluarkan dari oven, kemudian dimasukan kedalam desikator selama 15 menit. Selanjutnya contoh uji ditimbang dan diukur dimensinya untuk memperoleh masa kering tanur (m_o) dan volume kering tanur (v_o). Selanjutnya kadar air kering udara, kerapatan kering udara, dan kerapatan kering tanur, contoh uji dapat dihitung dengan menggunakan rumus-rumus berikut.

$$\text{Ka kering udara} = \frac{m_{\mu} - m_o}{m_o} \times 100 (\%)$$

Dimana:

Ka = Kadar air kering udara (%)

m_n = massa kering udara (g)

m_o = massa kering tanur (g)

Nilai kerapatan kering udara dan kering tanur dihitung dengan rumus:

$$P_n = \frac{m_n}{v_n}$$

Dimana:

P_n = Kerapan kering udara (g/cm³)

m_n = massa kering udara (g)

V_n = volume kering udara (cm³)

Untuk kerapatan kering tanur dihitung dengan rumus:

$$P_o = \frac{m_o}{v_o}$$

Dimana:

P_o = Kerapatan kering tanur (g/cm³)

m_o = massa kering tanur (g)

V_o = volume kering udara (cm³)

c. Persiapan Larutan Pengawet

Dalam penelitian ini disiapkan tiga (3) konsentrasi pengawet tembaga sulfat (CUSO₄) yaitu 6%, 8%, 10%. Kemudian dari konsentrasi tersebut akan dibuat larutan pengawet dengan mencampurkan larutan pengawet dengan air dengan perbandingan sebagai berikut:

- 1) Konsentrasi 6% : 6 g tembaga sulfat (CUSO₄) dalam 94 ml air
- 2) Konsentrasi 8% : 8 g tembaga sulfat (CUSO₄) dalam 92 ml air
- 3) Konsentrasi 10% : 10 g tembaga sulfat (CUSO₄) dalam 90 ml air

d. Prosedur Pengawetan

- 1) Perendaman Dingin

Contoh uji sebanyak 10 buah untuk tiap-tiap perlakuan yang sudah berupa stik di cat kedua permukaan transversalnya. Setelah cat kering lalu ditimbang untuk mengetahui berat contoh uji sebelum diawetkan (B1) dan diukur dimensinya. Contoh uji dimasukkan dalam bak pengawet dan diberi stik kecil untuk bantalan yang diletakkan antara contoh uji, agar bahan pengawet dapat meresap ke semua permukaan dan juga diberi pemberat di atasnya. Larutan pengawet dimasukkan ke dalam bak sesuai dengan konsentrasi (6%; 8%; dan 10%) serta waktu perendaman 1 jam telah ditentukan sebelumnya. Contoh uji diangkat dan dikeringkan/ dilap dengan kain kemudian contoh uji ditimbang untuk mengetahui masa contoh uji setelah diawetkan (B2)

- 2) Pemulasan

Contoh uji sebanyak 10 buah untuk tiap-tiap perlakuan yang sudah berupa stik diberi cat minyak dengan menggunakan kuas pada bidang transversalnya, ditimbang untuk mengetahui berat sebelum diawetkan (B1) dan diukur dimensinya. Contoh uji dengan jumlah perlakuan pemulasan hanya sekali kemudian dipisahkan dan ditiriskan. Pemulasan yang kedua dilakukan setelah bahan pengawet meresap ke dalam kayu (tidak menunggu sampai kayu mengering) setelah contoh uji ditiriskan. Selanjutnya dilakukan penimbangan terhadap semua contoh uji untuk mengetahui berat setelah diawetkan (B2).

- 3) Pencelupan

Contoh uji sebanyak 10 buah untuk tiap-tiap perlakuan yang sudah berupa stik diberikan cat minyak pada bidang transversalnya, ditimbang untuk mengetahui berat sebelum diawetkan (B1) dan diukur dimensinya. Contoh uji dicelupkan selama 3 menit dalam bak-bak pengawetan yang sebelumnya berisi bahan pengawet dengan konsentrasi (6%, 8%, 10%) dari *National Woodwork Manufacturers Association* yang dikutip oleh Hunt dan Garratt (1986). Contoh uji pencelupan lalu diangkat dan dilap dengan kain.

Kemudian contoh uji ditimbang untuk mengetahui berat yang telah diawetkan (B₂). Retensi dihitung menggunakan rumus (Peek, 1989).

$$R = \frac{B_2 - B_1}{v} \times \frac{C}{100}$$

Dimana:

- R : Retensi bahan pengawetan (kg/m³)
- B₂ : Berat contoh uji setelah diawetkan (kg)
- B₁ : Berat contoh uji sebelum diawetkan (kg)
- C : Konsentrasi bahan pengawet (%)
- V : Volume kayu yang diawetkan (m³)

e. Pengujian Daya Tahan Terhadap Serangan Rayap Tanah

Seluruh sampel baik yang sudah diawetkan maupun control (tidak diawetkan) akan dilakukan pengujian ketahanannya terhadap rayap tanah dengan menggunakan metode kuburan (Grave Yard Test). Metode kuburan mengacu pada modifikasi penelitian Priadi dan Parwiyati (2001). Contoh yang telah diawetkan dan kontrolnya diangkat dan diangin-anginkan selama 1 jam, kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 103±20C selama 48 jam. Kemudian contoh uji dimasukkan ke dalam desikator selama ± 15 menit sampai berat stabil. Ditimbang untuk memperoleh berat contoh uji sebelum pengujian (uji rayap) (W₀). Pengujian contoh uji dilakukan di area kampus Fakultas Kehutanan tepatnya di sarang rayap tanah atau temposo dengan jarak antara contoh uji ± 5- 10 cm. Contoh uji diambil setelah 3 bulan, kemudian contoh uji dibersihkan dari kotoran-kotoran selama pengujian dengan menggunakan kuas. Contoh uji di oven dengan suhu 103±20C selama 48 jam. Kemudian contoh uji dimasukkan ke dalam desikator selama ± 15 menit sampai beratnya stabil. Contoh uji ditimbang untuk mengetahui masa contoh uji setelah diujikan (W₁). Ketahanan (daya tahan) contoh uji terhadap serangan rayap didasarkan pada nilai kehilangan berat yang terjadi dan dihitung dari selisih antara berat sebelum pengujian dengan berat sesudah kayu diujikan dengan rumus:

$$w = \frac{W_0 - W_1}{w_0} \times 100 (\%)$$

Dimana :

- w : Persentase kehilangan berat kayu (%)
- W₀ : Berat kering tanur sebelum uji rayap (g)
- W₁ : Berat kering tanur setelah uji rayap (g)

f. Pengolahan Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan analisis faktorial 3 x 3 dengan 10 kali ulangan. Dengan faktor-faktor sebagai berikut:

- 1) Faktor konsentrasi (K) yang terdiri dari:
 - K1 = konsentrasi 6%
 - K2 = konsentrasi 8%
 - K3 = konsentrasi 10%
- 2) Metode Pengawetan (M) yang terdiri dari:
 - M1 = Perendaman dingin
 - M2 = Pencelupan
 - M3 = Pemulasan

Model umum matematika yang digunakan (Haeruman, 1972) adalah:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan:

- Y_{ijk} = Nilai faktor pengamatan
- μ = Rataan umum populasi
- α_i = Pengaruh konsentrasi bahan pengawet (K)

β_j = Pengaruh faktor metode pengawetan (M)
 $(\alpha\beta)_{ij}$ = Pengaruh interaksi
 e_{ijk} = Kesalahan pengujian

Tabel 1. Analisis Sidik Ragam (ANOVA) data

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rata-rata	F hitungan	F Tabel	
					5 %	1 %
Konsentr	K-1	JKP	KRK	KRC/KR	-	-
Metode	M-1	JKM	KRM	KRM/K	-	-
Interaksi	(K-1) (M-1)	JKKM	KRKM	KRCM/	-	-
Error	DBTotal	JKE	KRE	-	-	-
	Db(seluruh					
Total	(K.M.P.r	JKT	-	-	-	-

Jika dalam perhitungan lebih lanjut dengan sidik ragam terdapat pengaruh yang berbeda ($F_{hitung} > F_{tabel}$), maka diadakan uji lanjut dengan uji beda nyata terkecil (LSD) 5% dan 1% untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan antara perlakuan dan menentukan perlakuan yang terbaik dengan menggunakan rumus:

$$LSD = t (DBE) \cdot Se$$

Keterangan:

LSD = Beda nyata terkecil

$t (DBE)$ = Nilai t-tabel untuk pengujian pada taraf beda nyata dengan derajat bebas kekeliruan percobaan DBE;

S = kekeliruan baku (standar error) sesuai dengan pengaruh yang diselidiki nyatanya, yaitu:

a) Pengaruh faktor M

$$Se = \sqrt{2KRE / r \cdot k}$$

b) Pengaruh faktor K

$$Se = \sqrt{2KRE / r \cdot m}$$

c) Pengaruh interaksi faktor KM

$$Se = \sqrt{2KRE / r}$$

Keterangan:

KRE : kuadrat rata-rata error percobaan yang diselidiki

M : banyak perlakuan pada M;

k : Banyaknya perlakuan pada K;

r : Banyaknya ulangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air dan Kerapatan

Berdasarkan hasil penelitian pada kayu karet diperoleh nilai rata-rata kadar air kering udara, kerapatan kering udara, dan kerapatan kering tanur seperti yang terlihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Nilai Rataan Kadar Air dan Kerapatan Kayu Karet (*Havea brasiliensis*)

Sifat	Rataan	Koefisien Variasi (%)
Kadar Air Kering Udara (%)	13,89	2,77
Kerapatan Kering Udara (g/cm ³)	0,665	7,205
Kerapatan Kering Tanur (g/cm ³)	0,633	13,783

Tabel tersebut menunjukkan nilai rata-rata kadar air kering udara kayu karet (*Hevea brasiliensis*) adalah 13,89% dan koefisien variasinya adalah 2,77g/m³, nilai dari kerapatan kering udara adalah 0,665g/m³ dan koefisien variasinya sebesar 7,205% sedangkan untuk kerapatan kering tanur adalah 0,633g/m³ dan koefisien variasi 13,783%. Dari nilai tabel di atas berarti kadar air contoh uji di bawah kadar air titik jenuh serat (30%), sehingga sangat baik untuk dilakukan pengawetan karena bahan pengawet lebih mudah masuk dan menghilangkan pengaruh kadar air. Pernyataan ini sesuai dengan pendapat Supratono dan Bahrin (1981), menyatakan kadar air kayu untuk dapat diawetkan dengan baik harus berada di bawah titik jenuh serat atau di bawah 30%. Menurut Martawijaya (1974) kadar air memegang peran penting dalam penembusan bahan pengawet.

Hasil pengujian rata-rata nilai kerapatan contoh uji kayu karet dalam kondisi kering udara adalah 0,665 g/m³ sedangkan kerapatan dalam kondisi kering tanur adalah 0,633 m/g³. Hal ini menunjukkan bahwa kayu karet termasuk dalam kayu yang berkerapatan sedang, hal ini sesuai yang dikemukakan oleh Dumanaw (2001), bahwa kayu yang memiliki berat lebih dari 0,6 g/m³ termasuk dalam klasifikasi kayu dengan berat jenis sedang.

Nilai Retensi

Hasil dari penelitian ini diperoleh nilai rata-rata retensi pengawet Tembaga Sulfat (CuSO₄) pada kayu karet (*Hevea brasiliensis*) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Nilai Retensi Bahan Pengawet Tembaga Sulfat (CuSO₄) pada kayu Karet (*Hevea brasiliensis*) Menggunakan Metode Pengawetan dan Konsentrasi yang Berbeda

Metode Pengawetan	Konsentrasi Larutan (%)						Rataan (kg/m ³)
	K1 (6%)		K2 (8%)		K3 (10%)		
	Rataan (kg/m ³)	KV (%)	Rataan (kg/m ³)	KV (%)	Rataan (kg/m ³)	KV (%)	
M1	2,021	16,894	2,706	6,587	3,673	15,034	2,800
M2	1,283	12,489	2,010	14,399	2,747	22,951	2,013
M3	0,999	15,078	1,947	10,296	2,612	18,688	1,853
Rataan	1,434		2,221		3,011		2,222

Keterangan: M1 = Perendaman Dingin, M2 = Pencelupan, M3 = Pemulasan, K1 = Konsentrasi 6%, K2 = Konsentrasi 8%, K3 = Konsentrasi 10%, KV = Koefisiensi Variasi (%)

Selanjutnya untuk melihat masing-masing faktor dan interaksinya menunjukkan pengaruh yang signifikan atau tidak terhadap nilai retensi maka dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA) seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 4. Analisis Sidik Ragam (ANOVA) Nilai Retensi Tembaga Sulfat (CuSO₄) Pada Kayu Karet (*Hevea brasiliensis*) berdasarkan Metode Pengawetan dan Konsentrasi yang Berbeda

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rata-rata	F. Hitung	F. Tabel	
					F. Tabel 95%	F. Tabel 99%
Metode (M)	2	15,411	7,706	54,985**	3,109	4,877
Konsentrasi (K)	2	37,259	18,630	132,936**	3,109	4,877
Interaksi (MK)	4	0,367	0,092	0,654 ^{ns}	2,484	3,560
Error/Galat	81	11,351	0,140	-	-	-
Total	89	64,388	-	-	-	-

Keterangan: ** = Berpengaruh sangat signifikan, ns = tidak berpengaruh

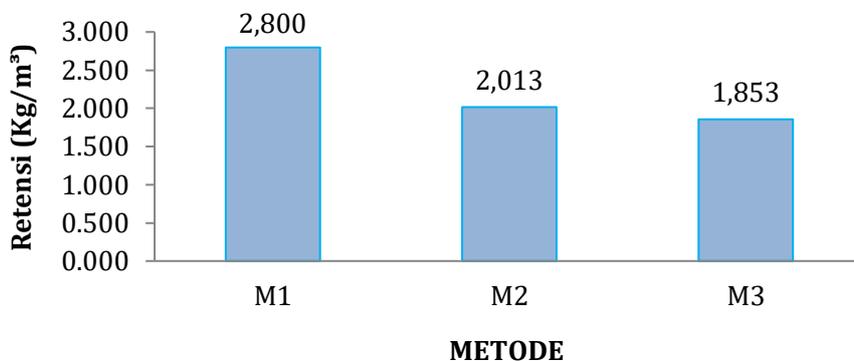
Setelah dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA) dihasilkan bahwa metode pengawetan (M), konsentrasi bahan pengawet Tembaga Sulfat (K) dan interaksi antara metode pengawetan dengan konsentrasi bahan pengawet Tembaga Sulfat menunjukkan pengaruh yang sangat signifikan terhadap nilai retensi. Untuk mengetahui perbedaan nilai retensi pada metode pengawetan yang berbeda maka dilakukan uji beda nyata terkecil atau Least Significant Difference (LSD) yang dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Uji Beda Signifikan Terkecil (LSD) Pengaruh Metode Pengawetan Tembaga Sulfat (CuSO₄) Terhadap Nilai Retensi

Metode (M)	Rataan (kg/m ³)	Metode			LSD	
		M1	M2	M3	0,05	0,01
M1	2,800		0,947**	0,786**		
M2	2,013			0,160*	0,065	0,161
M3	1,853					

Keterangan: ** = Berbeda sangat signifikan, M1 = Perendaman Dingin, M2 = Pencelupan, M3 = Pemulasan

Berdasarkan uji lanjut LSD pada Tabel 4 diketahui bahwa nilai retensi pada semua perlakuan pengawetan berbeda sangat signifikan. Nilai rata-rata retensi tertinggi sebesar 2,800 (kg/cm³) pada metode pengawetan perendaman dingin dan nilai terendah sebesar 1,853 (kg/cm³) pada metode pencelupan.



Gambar 2. Grafik Nilai Rataan Retensi Pengawetan Tembaga Sulfat (CuSO₄) Pada Konsentrasi yang Berbeda

Berdasarkan hasil yang terlihat bahwa metode pengawetan telah memberikan nilai retensi yang berbeda dimana metode perendaman dingin (M1) menunjukkan nilai retensi tertinggi disusul oleh metode pencelupan (M2) dan terendah metode pemulasan (M3). Apabila membandingkan ketiga metode pengawetan dalam penelitian ini, maka metode perendaman dingin lebih efektif karena kayu lebih lama berada dalam larutan bahan pengawet dan juga dan juga udara yang ada di dalam rongga-rongga sel banyak keluar dan langsung diisi oleh cairan bahan pengawet dibandingkan dengan metode sederhana lainnya, yang hanya dicelupkan selama 3 menit dan pemulasan yang sebagian besar hanya menempel permukaan kayu saja.

Hal ini sesuai dengan Hunt dan Garratt (1986) yang menyatakan bahwa semakin lama kayu dapat tetap didalam larutan bahan pengawet maka semakin baik pengawetan yang diperoleh, ditambahkan oleh Abdurrohman (1994), bahwa pada metode perendaman, kesempatan contoh uji berhubungan dengan larutan bahan pengawet lebih lama dibandingkan metode pengawetan dengan pencelupan dan pemulasan dengan konsentrasi tertentu dapat meningkatkan retensi yang lebih tinggi.

Untuk mengetahui perbedaan masing-masing konsentrasi terhadap retensi maka dilakukan uji beda signifikan terkecil yang dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Uji Beda Signifikan Terkecil (LSD) Pengaruh Konsentrasi Bahan Pengawet Terhadap Nilai Retensi

Konsentrasi (K)	Rataan (kg/m ³)	Selisih Perlakuan (kg/m ³)			LSD	
		6%	8%	10%	0,05%	0,01%
K1 (6%)	1,434	-	0,787**	1,576**		
K2 (8%)	2,221			0,790**	0,065	0,161
K3 (10%)	3,011			-		

Keterangan : ** = Berbeda sangat signifikan

Berdasarkan hasil uji LSD di atas terlihat bahwa pada konsentrasi bahan pengawet berbeda menghasilkan nilai retensi yang sangat signifikan. Semakin tinggi konsentrasi bahan pengawet akan semakin tinggi nilai retensi, hal ini dikarenakan larutan pengawet dalam jumlah yang sama umumnya kandungan senyawa kimia bahan pengawet akan lebih banyak terakumulasi pada konsentrasi yang lebih tinggi dibanding dengan konsentrasi yang rendah, sehingga lebih banyak bahan pengawet yang diserap pada konsentrasi tinggi.

Hasil tersebut sejalan dengan Nicholas (1987), bahwa bahan pengawet dengan konsentrasi tinggi dapat meningkatkan laju retensi, sehingga pada waktu yang sama bahan pengawet dengan konsentrasi tinggi akan lebih banyak masuk kedalam kayu dibandingkan konsentrasi rendah.

Uji Daya Tahan Terhadap Serangan Rayap

Berdasarkan pengujian pada kayu karet didapat persentase kehilangan berat contoh uji selama 3 bulan di sarang rayap tanah. Berikut ini merupakan nilai rata-rata persentase kehilangan berat pada contoh uji yang diberi perlakuan pengawetan dan tanpa perlakuan (kontrol) dengan menggunakan metode penguburan (*Grave Yard Test*).

Tabel 7. Nilai Rataan Persentase Kehilangan Berat pada Contoh Uji yang Diawetkan Menggunakan Tembaga Sulfat (CuSO₄) dengan Metode Pengawetan dan Konsentrasi yang Berbeda dan Kontrol

Metode	Konsentrasi Larutan (%)						Rataan (%)	Rataan Kontrol	KV (%)
	K1 (6%)		K2 (8%)		K3 (10%)				
	Rataan (%)	KV (%)	Rataan (%)	KV (%)	Rataan (%)	KV (%)			
M1	10,858	5,267	6,780	9,250	5,457	15,582	7,698		
M2	14,095	25,597	9,892	9,286	8,599	7,162	10,862	32,626	18,003
M3	13,483	5,663	12,721	6,658	11,697	10,268	12,634		
Rataan	12,812		9,798		8,584		10,398		

Keterangan: M1 = Perendaman Dingin; M2 = Pencelupan; M3 = Pemulasan

Untuk mengetahui pengaruh metode dan konsentrasi bahan pengawet Tembaga Sulfat (CuSO₄) terhadap nilai kehilangan berat dilakukan analisis sidik ragam yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Analisis Sidik Ragam (ANOVA) Nilai Kehilangan Berat Contoh Uji

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rata-rata	F. Hitung	F. Tabel	
					F. Tabel 95%	F. Tabel 99%
Metode (M)	2	375,088	187,544	258,661**	3,109	4,877
Konsentrasi (K)	2	284,312	142,156	196,062**	3,109	4,877
Interaksi (MK)	4	55,407	13,852	19,104**	2,484	3,560
Error/Galat	81	58,730	0,725			
Total	89	773,536				

Keterangan: ** = Berpengaruh Sangat Signifikan

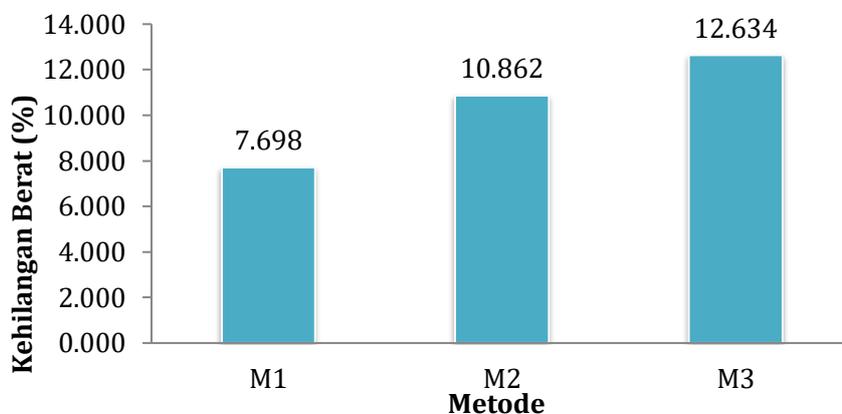
Setelah dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA) dihasilkan bahwa metode pengawetan (M), konsentrasi bahan pengawet (K) dan interaksi (MK) menunjukkan pengaruh yang sangat signifikan terhadap nilai kehilangan berat, ini menunjukkan bahwa degradasi/kehilangan berat yang terjadi relatif tidak seragam (beda), sehingga perlu diadakan uji lanjut dengan uji beda nyata terkecil. Untuk mengetahui uji beda nyata terkecil berdasarkan metode pengawetan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 9. Uji Beda Signifikan Terkecil (LSD) Pengaruh Metode Pengawetan Terhadap Kehilangan Berat

Metode (M)	Rataan (%)	Metode			LSD	
		M1	M2	M3	0,05	0,01
M1	7,698		3,164**	4,936**		
M2	10,862			1,772**	0,163	0,469
M3	12,634					

Keterangan: ** = Beda Sangat Signifikan

Dari hasil uji lanjut LSD diatas menunjukkan bahwa pada konsentrasi yang berbeda menghasilkan nilai kehilangan berat yang berbeda sangat signifikan. Dari nilai rata-rata pada tabel tersebut, metode pemulasan memiliki rata-rata kehilangan berat yang tertinggi disusul pada metode pencelupan kemudian yang terendah pada metode perendaman dingin. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Grafik Nilai Kehilangan Berat Contoh Uji pada Metode Pengawetan yang Berbeda

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa metode perendaman dingin menunjukkan nilai rata-rata kehilangan berat terendah sedangkan yang paling tinggi pada metode pemulasan. Secara umum dapat

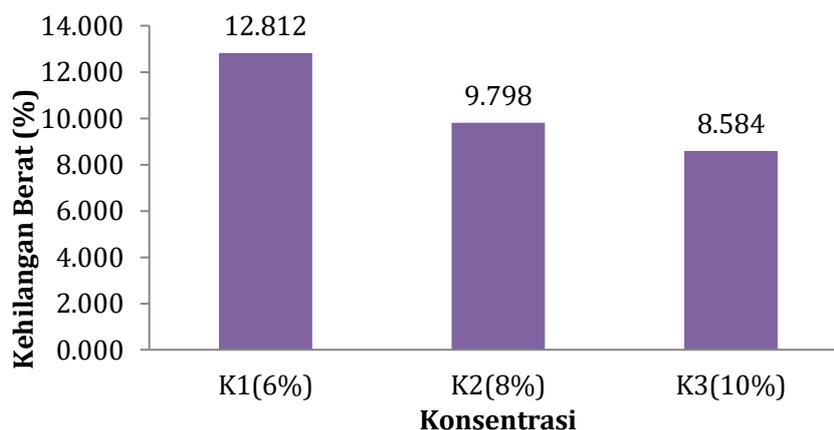
dikatakan bahwa semakin lama kayu direndam dan semakin banyak udara yang keluar dari rongga-rongga sel maka akan menyebabkan nilai retensi bahan pengawet akan semakin tinggi. Jadi apabila membandingkan 3 metode pengawetan dalam penelitian ini, maka metode perendaman dingin lebih efektif karena kayu lebih lama berada didalam larutan bahan pengawet dan juga udara yang ada di dalam rongga-rongga sel banyak keluar dan langsung diisi oleh cairan bahan pengawet dibandingkan dengan pencelupan, pemulasan. Banyaknya bahan pengawet yang masuk (retensi) akan berdampak pada peningkatan daya tahan terhadap serangan rayap tanah, yang dibuktikan dengan rendahnya kehilangan berat akibat serangan rayap tanah. Hal ini sesuai dengan Hunt dan Garratt (1986), yang menyatakan semakin lama kayu dapat tetap di dalam larutan bahan pengawet maka semakin baik pengawetan yang diperoleh. Untuk mengetahui uji beda signifikan terkecil berdasarkan konsentrasi bahan pengawet dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Uji Beda Signifikan Terkecil (LSD) Pengaruh Konsentrasi Bahan Pengawet Tembaga Sulfat (CuSO₄) Terhadap Kehilangan Berat

Konsentrasi (K)	Rataan (%)	Selisih Perlakuan (%)			LSD	
		6%	8%	10%	0,05%	0,01%
K1(6%)	12,812		3,014**	4,227**		
K2(8%)	9,798			1,213**	0,163	0,469
K3(10%)	8,584					

Keterangan:** = Berbeda Sangat Signifikan

Dari hasil uji lanjut LSD di atas menunjukkan bahwa pada konsentrasi yang berbeda menghasilkan nilai kehilangan berat yang berbeda sangat signifikan. Dari nilai rataan pada tabel tersebut, konsentrasi 6% memiliki rataan kehilangan berat tertinggi disusul pada konsentrasi 8% kemudian yang terendah pada konsentrasi 10%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. Grafik Nilai Kehilangan Berat Contoh Uji pada Beda Konsentrasi Bahan Pengawet

Berdasarkan hasil LSD diatas tersebut dapat dikatakan bahwa semakin tinggi tingkat konsentrasi bahan pengawet yang digunakan, maka nilai kehilangan berat yang dihasilkan akan semakin rendah, ini dikarenakan dalam jumlah kandungan senyawa kimia bahan pengawet akan lebih banyak terakumulasi pada konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan konsentras yang rendah sehingga akan berdampak pada peningkatan daya tahannya terhadap rayap tanah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Prasetyo dan Yusuf (2005) bahwa penggunaan kayu yang awet atau telah diawetkan dengan bahan pengawet anti rayap dapat mencegah serangan rayap, sebagai besar, jenis kayu yang ada (tersedia di

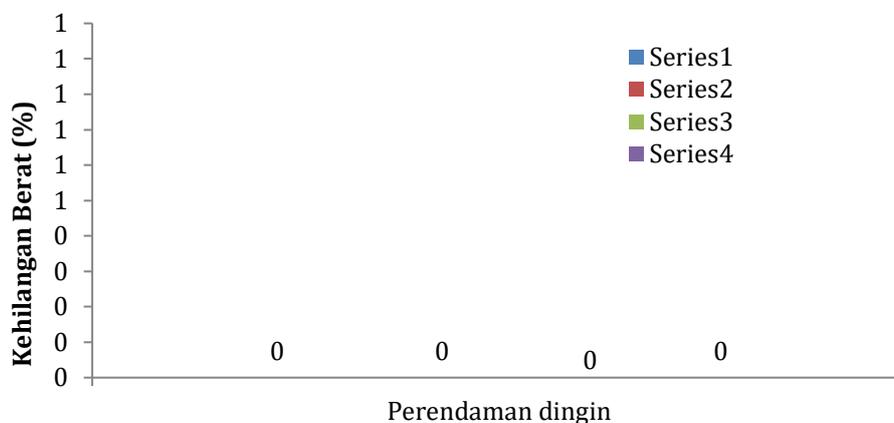
pasaran) adalah kayu yang kurang awet dan rentan serangan rayap. Kayu yang kurang awets sebenarnya bisa menjadi lebih awet dan tahan terhadap serangan rayap jika diberi perlakuan pengawetan kayu. Untuk mengetahui perbedaan metode pengawetan dan konsentrasi bahan pengawet terhadap nilai kehilangan berat, maka dilakukan uji beda terkecil dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Uji Beda Signifikan Terkecil (LSD) Pengaruh Interaksi Metode Pengawetan dan Konsentrasi Bahan Pengawet Tembaga Sulfat (CuSO₄) Terhadap Kehilangan Berat

Interaksi	Nilai Rataan	Perbandingan Perlakuan (M) & (K)									LSD	
		M1K1	M1K2	M1K3	M2K1	M2K2	M2K3	M3K1	M3K2	M3K3	0,05	0,01
M1K1	10,857		4,077**	5,401**	3,237**	0,965**	2,258**	2,625**	1,863**	0,839**		
M1K2	6,78			1,323**	7,314**	3,111**	1,818**	6,702**	5,941**	4,916**		
M1K3	5,456				8,638**	4,435**	3,142**	8,026**	7,264**	6,240**		
M2K1	14,095					4,203**	5,496**	0,6123*	1,373**	2,398**		
M2K2	9,892						1,293**	3,590**	2,829**	1,804**	0,282	0,812
M2K3	8,598							4,883**	4,122**	3,097**		
M3K1	13,482								0,761*	1,785**		
M3K2	12,721									1,024**		
M3K3	11,696											

Keterangan: ** = sangat signifikan, * = Berbeda signifikan, M1 = Perendaman dingin, M2 = Pencelupan, M3 = Pemulasan, K1 = Konsentrasi 6%, K2 = Konsentrasi 8%, K3 = Konsentrasi 10%

Berdasarkan Tabel 11 diatas terlihat bahwa interaksi anatar perlakuan metode pengawetan dan konsentrasi bahan pengawet menghasilkan kehilanagn berat yang berbeda sangat signifikan pada sebagian besar perlakuan, berbeda signifikan 2 hanya ada dua perlakuan.



Gambar 5. Grafik Persentase Kehilangan Berat (%) Contoh Uji Pengujian Pengawetan Kayu Berdasarkan Metode Pengawetan dan Konsentrasi Bahan Pengawet Tembaga Sulfat (CuSO₄)

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat nilai rata-rata dari persentase kehilangan berat diperoleh hasil contoh uji yang diberi perlakuan menghasilkan kehilangan berat yang lebih rendah dibandingkan contoh uji yang tidak diberikan perlakuan. Namun demikian contoh uji yang diberi perlakuan kurang efektif mencegah serangan rayap berdasarkan standar kehilangan berat berikut ini.

Tabel 12. Klasifikasi Ketahanan Kayu Terhadap Rayap Tanah Berdasarkan Kehilangan Berat

Kelas	Ketahanan	Penurunan berat (%)
I	Sangat tahan	<3,52
II	Tahan	3,52 – 7,50
III	Sedang	7,51 – 10,96
IV	Buruk	10,96 – 18,94

Kelas	Ketahanan	Penurunan berat (%)
V	Sangat buruk	18,94 – 31,89

Sumber: SNI 01-7207-2006

Berdasarkan Tabel 12 dapat disimpulkan bahwa kayu karet tanpa perlakuan (kontrol) masuk dalam katagori kelas V atau sangat buruk. Sedangkan yang diawetkan dengan tembaga sulfat dengan cara perendaman menjadi kelas awet III (sedang) untuk konsentrasi 6% dan kelas II (tahan) untuk konsentrasi 8 sampai 10%. Untuk cara pencelupan naik ke kelas IV (buruk) untuk konsentrasi 6%, dan kelas III (sedang) untuk konsentrasi 8% sampai 10%. Sedangkan untuk pemulasan naik menjadi kelas IV (buruk) pada konsentrasi 6% sampai 10%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson RF. 1960. Forest and Shade Tree Entomology. Jhon and Sons. New York.
- Anonim. 2005. Pengawetan Ramah Lingkungan. Skripsi Sarjana Kehutanan. Samarinda. (Tidak Dipublikasikan).
- Anonim. 2006. Mengenal Sifat-Sifat Kayu Indonesia dan Penggunaannya. Kanisius, Yogyakarta
- Becker G. 1976. Consecering Termites and Wood. Unosilv. Volume 28.No.III. FAO. Rome.
- Borrer DJ, De Long 1975. An Introduction to Study Insect Reinhartand Wiston, Now York
- Darmawan OT. 1980. Studi Tentang Penelitian Serangga Rayap pada Bangunan Rumah Kayu di Kotamadya Samarinda dan Sekitarnya. Skripsi Fakultas Kehutanan. Universitas Mulawarman. Samarinda. (Tidak Dipublikasikan)
- Duljapar K. 1996. Pengawetan Kayu. PT Penebar Swadaya. Jakarta
- Dumanauw JF. 2001. Mengenal Kayu. PT Gramedia. Jakarta.
- Dumanauw JF. dan Virsarany. T. 1981. Mengenal Sifat-Sifat Kayu Indonesia dan Penggunaannya. Gramedia. Jakarta.
- Fitrony, Fauzi R, Qoduriyah L, Mahfud. 2013. Pembuatan Kristal Tembaga Sulfat Petrahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) Dari Tembaga Sulfat Bekas Kumparan. Jurnal Teknik Pomits.
- Haeruman H. 1972. Rancangan Percobaan Bagian Pertama. Bagian perencanaan Departemen Manajemen Hutan. Fakultas Kehutanan Bogor. IPB. Bogor.
- Hunt GM, Garratt GA. 1986. Pengawetan Kayu. CV Akademika Pressindo. Jakarta.
- Kadir K. 1973. Kadar Air Kayu Kering Udara di Bogor, Laporan No. 12 Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- Kollmann FFP, Cote WA. 1968. Principle of Wood Science and Technologi I: Solid Wood Springerverlag New York.
- Mandang YI, Pandit IKN. 1997. Pedoman Identifikasi Kayu di Lapangan. Yayasan PROSEA. Bogor
- Martawijaya A. 1974 Masalah Pengawetan Kayu di Indonesia Kehutanan Indonesia Tahun I. Direktorat Jendral Kehutanan, Jakarta.
- Martawijaya A, Kartasujana I, Kadir K, Prawira. 1989. Atlas Kayu Indonesia. Jilid II. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Lembaga Penelitian Hutan, Bogor.
- Nandika D. 1995. Rayap dan Serangannya pada Bangunan Gedung Makalah Penataran Supervisor Pengendalian Hama. Dinas Kesehatan-IPHAMI. Bogor.
- Nicholas.D.D. 1987. Kemunduran (Deteriosasi) Kayu dan Pencegahannya Dengan Perlakuan-Perlakuan Pengawetan. Airlangga University Press.Surabaya.
- Peek. R.D. 1989. Wood Protection in Indonesia with Reference to Special Conditions in East Kalimantan.
- Prasetyo A, Kartasujana I, Kadir K, Prawira. 1989. Atlas Kayu Indonesia. Jilid II. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Lembaga Penelitian Hutan, Bogor.

- Prasetyo KW, Yusuf S. 2005. Mencegah dan Membasmi Rayap Secara Ramah Lingkungan dan Kimiawi. PT Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Priadi T, Parwiyati. 2001. Keawetan dan Stabilitas Demensi Kayu yang Dimpregnaasi dengan Ekstrak Kulit Kayu Acacia mangium. Jurnal Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Setyahamidjaja D. 1993 Budidaya dan Pengelola Karet. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Suheryanto D. 2010. Pengaruh Konsentrasi Cupri sulfat terhadap Keawetan Kayu Karet, 1-12. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses.
- Supraptono B, Bahrun MR. 1981. Studi Tentang Penembusan Tanalith CT 106 Terhadap 15 Jenis Kayu yang Dipergunakan oleh Masyarakat Samarinda dan Sekitarnya. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman Samarinda.
- Supriana N. 1983. Ekologi Rayap Perusak Kayu. Risalah pada Diskusi Pecegahan dan Penanggulangan Bahaya Rayap pada Bangunan dan Ikatan Arsitek Indonesia. Jakarta.
- Suranto Y. 2002. Pengawetan Kayu, Bahan dan Metode. Kanisius. Yogyakarta.
- Tarumingkeng RC. 1971. Biologi dan Mengenal Rayap Perusak Kayu di Indonesia. Laporan No: 38. LPHH Bogor.
- Yoesoef M. 1977. Pengawetan Kayu I. Yayasan Pembina Faktultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

PENGAWETAN KAYU KETAPANG (*Terminalia catappa*) MENGGUNAKAN METODE SEDERHANA DAN BAHAN PENGAWET KAPUR BARUS DENGAN PELARUT MINYAK TANAH

Natalia Tokan Yo, Edy Budiarmo*, Zainul Arifin

Laboratorium Biologi dan Pengawetan Kayu, Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jalan Ki Hajar Dewantara, PO Box 1013, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, 75119

Email : edybudiarmo1@gmail.com

ABSTRACT

Wood with a low durability class can be optimized by means of preservation treatment, so as to avoid attacks by wood destroyers such as fungi, insects, bacteria and marine animals. This study aims to determine the retention value and effectiveness of camphor preservatives against subterranean termites (Subterranean termites) attack on Ketapang wood (*Terminalia catappa*) with different preservation methods and concentrations of preservatives. All data were processed using a 3 x 3 experimental pattern in a completely randomized factorial design with 10 replications. The parameters measured were retention, weight loss percentage test as an indicator of the effectiveness of camphor preservatives with kerosene as a solvent in preventing subterranean termite attacks. Preservation process using cold immersion, immersion, staining with a concentration of 1%, 3% and 5%. The results showed that the method of preservation, concentration of preservatives and their interactions had a very significant effect on the retention value. Based on the preservation method, cold immersion resulted in the highest retention value. The greatest retention was obtained in the cold immersion method with a concentration of 5%, namely 8.11 kg/m³ and the smallest retention in the staining method with a concentration of 1%, namely 1.73 kg/m³. The preservation method had no significant effect on weight loss in the subterranean termite test, while the concentration of camphor preservative with kerosene solvent and its interaction had a very significant effect on the weight loss value of the preserved test samples. At concentrations of preservatives 1%, 3% and 5%, the weight loss values were 16.73%, 20.12% and 20.53%, respectively. This shows that preservation with camphor with kerosene as a solvent at concentrations of 1%, 3% and 5% is not effective for the prevention of subterranean termites.

Keywords: Camphor, Kerosene, Ketapang wood, Wood preservation

ABSTRAK

Kayu yang kelas keawetannya rendah dapat dioptimalkan dengan cara pemberian perlakuan pengawetan, sehingga terhindar dari serangan perusak kayu seperti, jamur, serangga, bakteri dan binatang laut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai retensi dan keefektifan bahan pengawet kapur barus terhadap serangan rayap tanah (Subterranean termites) pada kayu Ketapang (*Terminalia catappa*) dengan metode pengawetan dan konsentrasi bahan pengawet yang berbeda. Seluruh data diolah menggunakan pola percobaan 3 x 3 dalam rancangan faktorial acak lengkap dengan 10 kali ulangan. Parameter yang diukur adalah retensi, uji persentase kehilangan berat sebagai indikator efektifitas bahan pengawet kapur barus dengan pelarut minyak tanah dalam mencegah serangan rayap tanah. Proses pengawetan dengan menggunakan metode perendaman dingin, pencelupan, pemulasan dengan konsentrasi 1%, 3% dan 5%. Hasil penelitian menunjukkan metode pengawetan, konsentrasi bahan pengawet dan interaksinya berpengaruh sangat signifikan terhadap nilai retensi. Berdasarkan metode pengawetan, perendaman dingin menghasilkan nilai retensi yang tertinggi. Retensi terbesar diperoleh pada metode perendaman dingin dengan konsentrasi 5% yaitu 8,11 kg/m³ dan retensi terkecil pada metode pemulasan dengan konsentrasi 1% yaitu 1,73 kg/m³. Metode pengawetan tidak berpengaruh signifikan terhadap kehilangan berat pada uji rayap tanah, sedangkan konsentrasi bahan pengawet kapur barus dengan pelarut minyak tanah dan interaksinya berpengaruh sangat signifikan terhadap nilai kehilangan berat dari contoh uji yang diawetkan. Pada konsentrasi bahan pengawet 1%, 3% dan 5% diperoleh nilai kehilangan berat masing-masing 16,73%, 20,12% dan 20,53%. Hal ini menunjukkan pengawetan dengan kapur barus dengan minyak tanah sebagai pelarut pada konsentrasi 1%, 3% dan 5% tidak efektif untuk pencegahan serangan rayap tanah.

Kata Kunci : Kapur barus, Kayu ketapang, Minyak tanah, Pengawetan kayu

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya dengan sumber alamnya. Kita patut bangga akan hasil-hasil yang kita dapatkan dari sumber daya alam tersebut, di antaranya yang berasal dari hutan yaitu berupa kayu. Kayu merupakan salah satu sumber daya alam yang paling banyak digunakan dalam kehidupan manusia sejak dahulu kala hingga sekarang. Dengan pertumbuhan penduduk yang demikian cepat, maka kebutuhan kayu sebagai bahan bangunan, perkantoran, perumahan, perabotan rumah tangga maupun keperluan lainnya semakin meningkat. Kayu banyak digunakan dikarenakan kayu memiliki sifat-sifat yang menguntungkan dibandingkan material lainnya seperti baja, besi, batu bata, dan produk-produk sejenis lainnya. Namun disamping memiliki sifat-sifat yang menguntungkan kayu juga memiliki kelemahan yaitu dapat rusak akibat berbagai macam faktor biologis, fisik, kimia maupun mekanis. Dari empat faktor tersebut pada kenyataannya faktor biologislah yang paling banyak menimbulkan kerusakan pada kayu, faktor biologis yang terpenting diantaranya adalah serangga, jamur, bakteri, dan binatang laut. Martawijaya (1974) menyatakan bahwa dari berbagai macam jenis kayu yang kita miliki tidak semua jenis kayu memiliki tingkat keawetan yang sama. Tingkat keawetan kayu sangat beragam menurut jenis dan umurnya. Dari sedemikian banyak jenis kayu yang ada di Indonesia hanya sebagian kecil saja yang mempunyai tingkat keawetan yang tinggi yaitu 15% sampai 20% termasuk kelas awet I dan II, dan 80% sampai 85% yang kurang awet, yaitu termasuk kelas kurang awet III, IV, dan V.

Pada penelitian ini menggunakan jenis kayu ketapang (*Terminalia catappa*) yang termasuk kelas awet yang cukup rendah (kelas awet IV-V) sehingga rentan terhadap serangan organisme perusak kayu seperti rayap dan jamur, oleh karena itu biasanya diberikan perlakuan pengawetan agar dalam penggunaannya lebih optimal. Proses pengawetan kayu terdapat banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilannya, diantaranya adalah metode pengawetan dan bahan pengawet. Kedua faktor tersebut menentukan besaran nilai retensi bahan pengawet serta efektifitas terhadap menahan organisme perusak kayu, sehingga dalam penelitian ini pengaruh dua faktor tersebut menjadi bahan diangkat sebagai pokok bahasan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pengawetan sederhana dengan 3 metode yaitu perendaman dingin, pencelupan, dan pemulasan, serta menggunakan bahan pelarut minyak tanah, dan bahan pengawet kapur barus dengan konsentrasi 1%, 3%, 5%.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai retensi dan mengetahui keefektifan bahan pengawet kapur barus dengan pelarut minyak tanah untuk mencegah serangan rayap tanah (*Subteranian termites*).

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan yaitu kayu ketapang (*Terminalia catappa*) yang memiliki diameter 40 cm dengan tinggi bebas cabang 6 m, yang diperoleh dari sekitar Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Bahan pengawet yang digunakan yaitu kapur barus unicon berbentuk bulat berwarna putih padat pada permukaannya, dan minyak tanah sebagai bahan pelarut dalam proses pengawetan kayu. Cat minyak digunakan untuk menutup kedua permukaan transversal contoh uji. Rayap yang digunakan adalah rayap tanah (*Subteranean termites*) yang berada di sarang rayap/temposo sebagai tempat pengujiannya. Peralatan yang digunakan antara lain bak perendaman, cutter, gergaji bundar, oven listrik, cat minyak, desikator, kaliper, timbangan digital, stopwatch, masker, kaos tangan, gelas ukur, kuas cat, sikat kecil, alat tulis menulis, komputer.

Pembuatan Contoh Uji

Pohon ketapang dengan diameter + 40 cm, diambil log panjang 3 m dari pangkal batang pohon dipotong menjadi 3 bagian dengan panjang + 100 cm. Kemudian potongan tersebut digergaji berbentuk

stik ukuran 2 cm x 2 cm x 100 cm. Dari stik tersebut dibuat contoh uji berukuran 2 cm x 2 cm x 2 cm untuk pengukuran kadar air, kerapatan kering udara dan kering tanur sebanyak 25 contoh uji. Contoh uji pengawetan dibuat dengan ukuran 2 cm x 2 cm x 30 cm sebanyak 130 buah. Semua contoh uji dikering-udarkan selama + 3 minggu hingga diperoleh kadar air keseimbangan (kering udara), kemudian bidang transversal pada contoh uji pengawetan dicat dengan cat minyak sebanyak dua kali.

Prosedur Penelitian

Pengukuran kadar air menggunakan standard DIN 52183 sedangkan kerapatan (kering udara dan kering tanur) menggunakan standard DIN 52182. Kadar air kering udara dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$Ka \text{ udara} = \frac{Mu - Mo}{Mo} \times 100(\%)$$

Untuk menghitung kerapatan kering udara menggunakan rumus:

$$\rho_n = \frac{Mu}{Vu}$$

dan untuk menghitung kerapatan kering tanur menggunakan rumus:

$$\rho_o = \frac{Mo}{Vo}$$

yang mana:

Ka = Kadar air kering udara (%)

ρ_n = Kerapatan kering udara (g/cm^3)

ρ_o = Kerapatan kering tanur (g/cm^3)

Mu = Massa kering udara (g)

Mo = Massa kering tanur (g)

Vu = Volume kering udara (cm^3)

Vo = Volume kering tanur (cm^3)

Proses pengawetan dilakukan dengan 3 metode pengawetan sederhana yaitu : perendaman selama 1 jam, pencelupan selama 5 menit dan pemulasan dengan menggunakan kuas sebanyak 2x. Masing-masing metode menggunakan bahan pengawet kapur barus yang dilarutkan dalam minyak tanah dengan konsentrasi 1%, 3% dan 5%, sehingga ada 9 kombinasi perlakuan masing-masing dengan 10 ulangan. Untuk mengetahui apakah minyak tanah juga berperan dalam pencegahan serangan rayap tanah, maka dilakukan perendaman, pencelupan dan pemulasan dengan minyak tanah masing-masing dengan 10 ulangan, selain itu ada 10 contoh uji tanpa perlakuan sebagai control.

Retensi dihitung berdasarkan rumus:

$$R = \frac{B_2 - B_1}{V} \times \frac{C}{100}$$

Yang mana:

R = Retensi bahan pengawet (kg/m^3)

B1 = Berat contoh uji sebelum diawetkan (kg)

B2 = Berat contoh uji setelah diawetkan (kg)

C = Konsentrasi bahan pengawet (%)

V = Volume kayu yang diawetkan (m^3)

Pengujian daya tahan terhadap serangan rayap tanah dilakukan dengan proses pengumpanan. Contoh uji yang telah diawetkan dan contoh uji kontrol dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 30°C

dengan waktu 14 hari sehingga tercapai kadar air keseimbangan. Kemudian contoh uji dimasukkan ke dalam desikator selama ± 15 menit agar contoh uji dingin. Ditimbang berat sebelum dilakukan pengujian terhadap rayap tanah (mb). Contoh uji ditancapkan secara acak pada sarang rayap tanah, dengan kedalaman contoh uji yang terkubur $\frac{2}{3}$ dari panjangnya. Setelah 3 bulan contoh diambil dan dibersihkan dari tanah yang menempel. Contoh uji dioven dengan suhu 30°C hingga tercapai kadar air keseimbangan. Setelah dioven contoh uji dimasukkan ke dalam desikator selama ± 15 menit sampai dingin. Contoh uji ditimbang untuk mengetahui berat contoh uji setelah serangan rayap tanah (ms). Kehilangan berat contoh uji karena serangan rayap tanah dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$a = \frac{mb - ms}{mb} 100\%$$

Yang mana:

- α = % kehilangan berat
- ms = Massa contoh uji sesudah diujikan (g)
- mb = Massa contoh uji sebelum diujikan (g)

Pengolahan Data

Pada penelitian menggunakan percobaan rancangan faktorial 3×3 dalam rancangan acak lengkap dengan 10 kali ulangan dengan faktor-faktor sebagai berikut: Faktor Metode Pengawetan (M) yang terdiri dari perendaman 1 jam (M1), pencelupan 5 menit (M2), pemulasan (M3). Faktor konsentrasi bahan pengawet yang terdiri dari konsentrasi 1% (K1), konsentrasi 3% (K2) dan konsentrasi 5% (K3). Data dianalisa dengan menggunakan Analisis Sidik Ragam (ANOVA), jika ada pengaruh dari faktor yang diamati, dilakukan uji lanjut dengan uji beda nyata terkecil (LSD) (Haeruman, 1972).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Kadar Air dan Kerapatan

Nilai rata-rata kadar air kering udara, kerapatan kering udara, dan kerapatan kering tanur kayu ketapang (*Terminalia catappa*) tercantum pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Nilai Rataan Kadar Air dan Kerapatan Kayu Ketapang (*Terminalia catappa*)

Sifat	Rataan	Koefisien Variasi (%)
Kadar Air Kering Udara (%)	13,25	4,60
Kerapatan Kering Udara (g)	0,67	14,14
Kerapatan Kering Tanur (g)	0,63	15,87

Pada tabel di atas terlihat bahwa kadar air kering udara contoh uji relatif seragam, hal ini ditunjukkan oleh nilai koefisien variasi yang kecil 4,6% sehingga pengaruh kadar air dalam penelitian ini dapat diabaikan. Sedangkan nilai kerapatan contoh uji terlihat sangat bervariasi, hal ini karena contoh uji diambil pada lokasi yang berbeda dalam batang, yang mana yang diambil dari bagian dekat empulur biasanya lebih rendah kerapatannya dibanding bagian sebelah luarnya yang mendekati kulit.

Nilai Retensi

Hasil penelitian diperoleh nilai rata-rata retensi bahan pengawet kapur barus dengan pelarut minyak tanah seperti tercantum pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Nilai Rataan Retensi Bahan Pengawet Kapur Barus dengan Pelarut Minyak Tanah pada Kayu Ketapang (*Terminalia catappa*)

Metode Pengawetan	Konsentrasi (%)						Rataan (kg/m ³)
	1		3		5		
	Rataan (kg/m ³)	KV (%)	Rataan (kg/m ³)	KV (%)	Rataan (kg/m ³)	KV (%)	
M1	1,84	14,46	4,29	14,26	8,11	15,21	4,74
M2	1,75	12,56	2,89	13,20	7,53	14,11	4,06
M3	1,73	10,88	4,01	11,98	4,06	12,01	3,27
Rataan	1,77	-	3,73	-	6,57	-	4,04

Keterangan: M1 = Perendaman Dingin, M2 = Pencelupan, M3 = Pemulasan, KV = Koefisiensi Variasi (%)

Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa nilai retensi bahan pengawet bervariasi berdasarkan metode pengawetan dan konsentrasi bahan pengawet yang berbeda, semakin besar konsentrasi yang digunakan semakin tinggi nilai rataan yang diperoleh. Nilai retensi rataan tertinggi terdapat pada konsentrasi 5% dengan nilai 8,11 kg/m³ dengan menggunakan metode perendaman dingin atau (M1), sedangkan nilai retensi terendah terdapat pada konsentrasi 1% dengan nilai 1,73 kg/m³ pada pemulasan (M3). Selanjutnya untuk melihat apakah masing-masing faktor dan interaksinya berpengaruh signifikan atau tidak terhadap nilai retensi maka dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA) seperti pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Analisis Sidik Ragam (ANOVA) Nilai Retensi Bahan Pengawet Kapur Barus dan Pelarut Minyak Tanah pada Kayu Ketapang (*Terminalia catappa*) Berdasarkan Metode Pengawetan dan Konsentrasi Bahan Pengawet yang Berbeda

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rataan	F. Hitung	F. Tabel	
					F. Tabel 95%	F. Tabel 99%
Metode (M)	2	36,27	18,14	43,16**	3,11	4,88
Konsentrasi (K)	2	337,37	168,68	401,46**	3,11	4,88
Interaksi (MK)	4	82,11	20,53	48,85**	2,48	3,56
Error/Galat	81	34,03	0,42	-	-	-
Total	89	489,78	-	-	-	-

Keterangan: ** = Berpengaruh sangat signifikan

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa metode pengawetan, konsentrasi bahan pengawet dan interaksinya berpengaruh sangat signifikan terhadap nilai retensi. Selanjutnya untuk mengetahui perbedaan nilai retensi pada metode pengawetan (M) yang berbeda maka dilakukan uji beda signifikan terkecil atau *Least Significant Difference* (LSD) yang hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut.

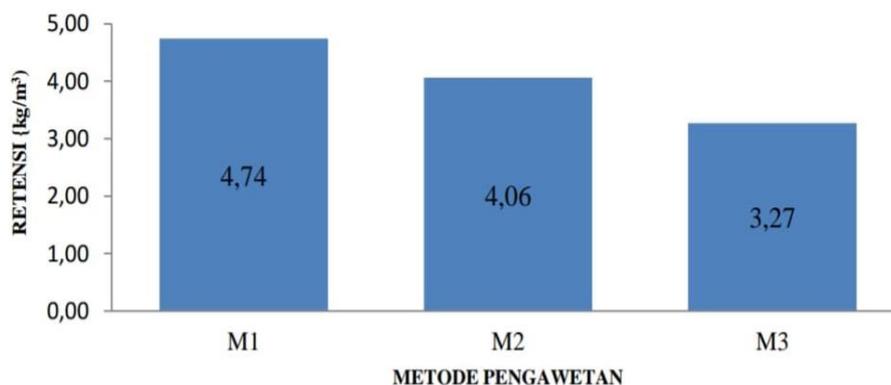
Tabel 4. Uji Beda Signifikan Terkecil (LSD) Pengaruh Metode Pengawetan (M) yang Berbeda Terhadap Nilai Retensi

Metode pengawetan	Rataan (kg/m ³)	Selisih Perlakuan (kg/m ³)			LSD	
		M1	M2	M3	0,05%	0,01%
M1	4,74	-	0,68**	1,47**		
M2	4,06	-	-	0,79**	0,11	0,27
M3	3,27	-	-	-		

Keterangan: ** = Berbeda sangat signifikan, M1 = Perendaman dingin, M2 = Pencelupan, M3 = Pemulasan

Menurut hasil uji lanjut LSD yang tercantum pada Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai rata-ran retensi pengawetan kapur barus dan pelarut minyak tanah pada kayu Ketapang (*Terminalia catappa*) berdasarkan metode pengawetan pada masing-masing metode perendaman dingin, pencelupan, dan pemulasan berbeda sangat signifikan yaitu nilai rata-ran tertinggi pada metode perendaman dingin menghasilkan nilai retensi 4,74 kg/m³, kemudian pada metode pencelupan dengan nilai rata-ran retensi 4,06 kg/m³ dan pada metode pemulasan dengan nilai terendah 3,27 kg/m³.

Gambar 1 memperlihatkan grafik rata-ran nilai retensi yang diperoleh karena adanya pengaruh metode pengawetan (perendaman dingin, pencelupan, pemulasan) pada bahan pengawet kapur barus dan pelarut minyak tanah pada kayu Ketapang (*Terminalia catappa*).



Gambar 1. Grafik Nilai Rataan Retensi pada Metode Pengawetan yang Berbeda dengan Bahan Pengawet Kapur Barus dengan Pelarut Minyak Tanah

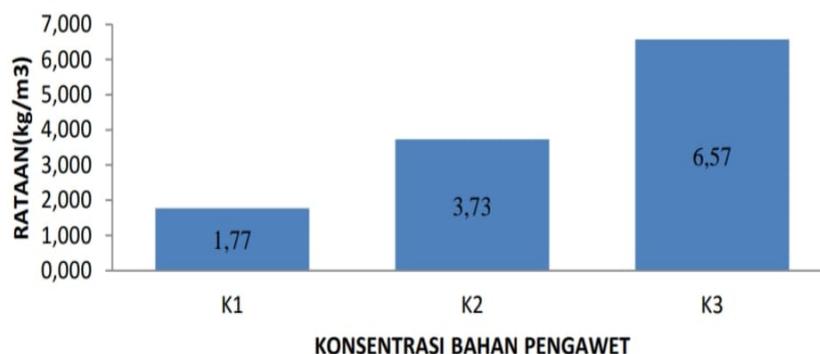
Berdasarkan Gambar 1 di atas menunjukkan bahwa nilai rata-ran retensi pada perlakuan atau metode yang berbeda M1, M2, M3 menghasilkan nilai retensi yang berbeda, pada perlakuan metode perendaman dingin (M1) menghasilkan nilai rata-ran retensi yang lebih tinggi sedangkan nilai rata-ran terendah terdapat pada metode pemulasan (M3). Apabila dibandingkan ketiga metode pengawetan dalam penelitian ini, maka metode perendaman dingin lebih tinggi nilai retensinya dibanding metode lainnya karena kayu lebih lama berada di dalam larutan bahan pengawetan dan juga udara yang berada di dalam rongga sel banyak keluar dan langsung diisi oleh cairan bahan pengawetan. Selanjutnya untuk mengetahui perbedaan nilai retensi pada masing-masing konsentrasi maka dilakukan uji beda signifikan terkecil yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Uji Beda Signifikan Terkecil (LSD) Pengaruh Konsentrasi Bahan Pengawet (K) yang Berbeda Terhadap Nilai Retensi

Konsentrasi (K)	Rataan (kg/m ³)	Selisih Perlakuan (kg/m ³)			LSD	
		K1	K2	K3	0,05%	0,01%
K1	1,77		1,96**	4,72**		
K2	3,73			2,76**	0,11	0,28
K3	6,57					

Keterangan: ** = Berbeda sangat signifikan, K1 = Konsentrasi 1%, K2 = Konsentrasi 3%, K3 = Konsentrasi 5%

Berdasarkan hasil LSD di Tabel 5 terlihat bahwa pada konsentrasi bahan pengawet yang berbeda menghasilkan nilai retensi yang berbeda sangat signifikan satu sama lainnya. Semakin tinggi konsentrasi bahan pengawet maka akan semakin tinggi nilai retensi. Dan dapat dilihat nilai retensi tertinggi pada K3 dengan nilai rata-ran 6,57 kg/m³.



Gambar 2. Grafik Nilai Rataan Retensi pada Konsentrasi Bahan Pengawet yang Berbeda dengan Bahan Pengawet Kapur Barus dan Pelarut Minyak Tanah

Berdasarkan Gambar 2 diatas menunjukkan bahwa nilai rataan retensi pada konsentrasi bahan pengawet (K) yang berbeda menghasilkan nilai retensi yang berbeda. Konsentrasi 5% (K3) menghasilkan nilai retensi yang tertinggi sedangkan nilai rataan retensi terendah terdapat pada konsentrasi 1% (K1). Berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan pengawet yang digunakan, maka nilai retensi yang dihasilkan akan semakin tinggi, hal ini dikarenakan dalam jumlah larutan yang sama umumnya kandungan senyawa kimia bahan pengawet akan lebih banyak terakumulasi pada konsentrasi yang lebih tinggi di bandingkan konsentrasi yang lebih rendah, sehingga lebih banyak bahan pengawet yang diserap pada konsentrasi tinggi.

Untuk mengetahui perbedaan nilai retensi pada interaksi antara metode pengawetan dan konsentrasi bahan pengawet dilakukan uji LSD yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut.

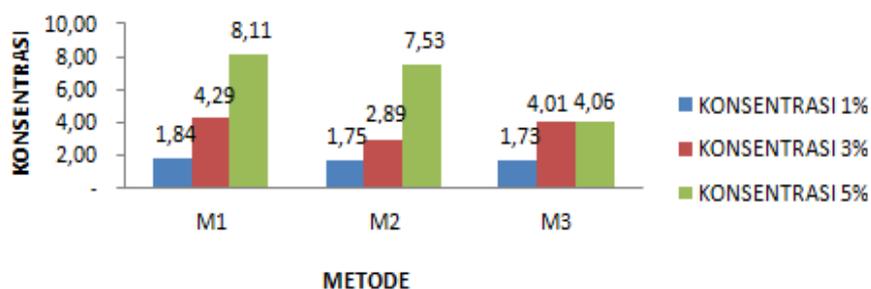
Tabel 6. Uji Beda Signifikan Terkecil (LSD) Pengaruh Interaksi Antara Metode Pengawetan dan Konsentrasi Bahan Pengawet Terhadap Nilai Retensi

Interaksi	Nilai Rataan	Perbandingan Perlakuan (M) & (K)									LSD	
		K1.M1	K2.M1	K3.M1	K1.M2	K2.M2	K3.M2	K1.M3	K2.M3	K3.M3	0,05	0,01
K1.M1	1,84	-	2,46**	6,27**	0,09ns	1,06**	5,70**	0,11ns	2,18**	2,00**		
K2.M1	4,29	-	-	3,81**	2,54**	1,40**	5,70**	2,56**	0,28**	0,46*		
K3.M1	8,11	-	-	-	6,35**	5,21**	0,57**	6,37**	4,09**	4,27**		
K1.M2	1,75	-	-	-	-	1,14**	5,78**	0,02ns	2,26**	2,09**		
K2.M2	2,89	-	-	-	-	-	4,64**	1,16**	1,12**	0,95**	0,20	0,48
K3.M2	7,53	-	-	-	-	-	-	5,80**	3,52**	3,70**		
K1.M3	1,73	-	-	-	-	-	-	-	2,28**	2,33**		
K2.M3	4,01	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04ns		
K3.M3	4,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Keterangan: NS = Berbeda non signifikan, * = Berbeda signifikan, ** = Berbeda sangat signifikan, K1M1 = Konsentrasi 1% metode perendaman dingin, K2M1 = Konsentrasi 3% metode perendaman dingin, K3M1 = Konsentrasi 5% metode perendaman dingin, K1M2 = Konsentrasi 1% metode pencelupan, K2M2 = Konsentrasi 3% metode pencelupan, K3M2 = Konsentrasi 5% metode pencelupan, K1M3 = Konsentrasi 1% metode pemulasan, K2M3 = Konsentrasi 3%, metode pemulasan, K3M3 = Konsentrasi 5%, metode pemulasan

Menurut hasil uji LSD pada Tabel 6 diketahui bahwa interaksi antara metode pengawetan yaitu perendaman dingin, pencelupan, dan pemulasan dengan konsentrasi bahan pengawet yang berbeda 1%, 3%, 5% kebanyakan memberikan nilai retensi yang berbeda sangat signifikan. Pada interaksi antar konsentrasi bahan pengawet dan metode pengawetan yang berbeda, diperoleh nilai retensi tertinggi 8,11 kg/m³ pada metode perendaman dingin dengan konsentrasi 5%, dan nilai retensi terendah pada konsentrasi bahan pengawet 1% dengan nilai 1,73 kg/m³ pada metode pemulasan. Hal ini menunjukkan interaksi metode pengawetan dan konsentrasi bahan pengawet telah memberikan nilai retensi bahan pengawet yang berbeda sangat signifikan. Berikut adalah nilai rataan retensi dari yang terendah hingga

tertinggi. Nilai retensi yang tertinggi pada metode perendaman dingin dengan konsentrasi 5%.



Gambar 3. Grafik Nilai Retensi Pengaruh Interaksi Metode Pengawetan dan Konsentarsi Bahan Pengawet Kapur Barus

Secara umum interaksi antara konsentrasi dan metode pengawetan memberikan pengaruh terhadap nilai retensi, dimana semakin tinggi konsentrasi dan lama kayu direndam di dalam larutan pengawet maka menyebabkan retensi bahan pengawet ke dalam kayu berlangsung terus secara bertahap.

Bahwa bahan pengawet dengan konsentrasi tinggi dapat lebih meningkat laju retensi, sehingga pada waktu yang sama bahan pengawet dengan konsentrasi tinggi akan lebih banyak masuk ke dalam kayu dibandingkan dengan bahan pengawet konsentrasi rendah (Nicholas,1987).

Uji Daya Tahan Terhadap Serangan Rayap Tanah

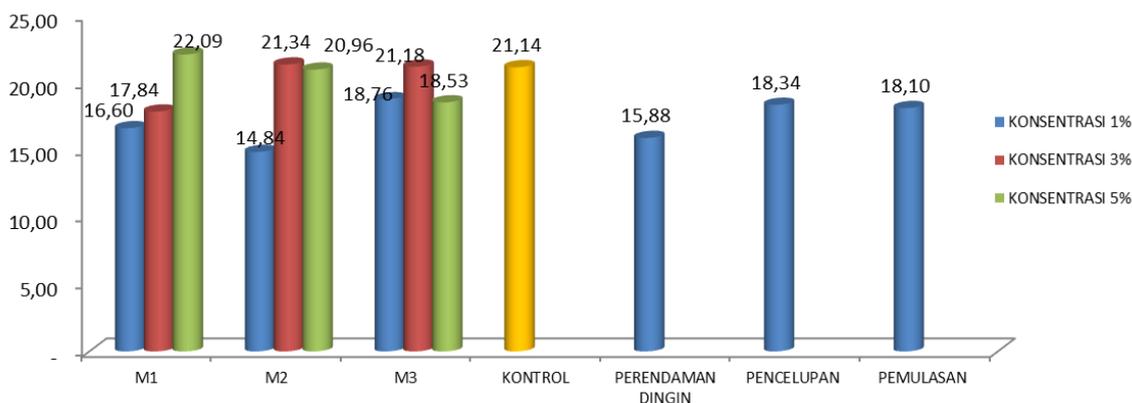
Berdasarkan hasil pengujian selama 3 bulan di sarang rayap tanah, pada contoh uji kayu terlihat bercak hitam dan jamur berwarna putih, dan kayu tersebut berubah warna coklat kehitaman. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, semua contoh uji yang ditancapkan di sarang rayap tanah mengalami kerusakan, baik pada contoh uji yang diawetkan menggunakan bahan pengawet kapur barus dengan pelarut minyak tanah maupun contoh uji tanpa perlakuan (kontrol).

Tabel 7. Nilai Rataan Persentase Kehilangan Berat Contoh Uji Kayu Ketapang (*Terminalia catappa*) pada Metode Pengawetan (M) dan Konsentrasi Bahan Pengawet (K) yang Berbeda serta Kontrol

Metode pengawetan	Konsentrasi Larutan (%)						Rataan (%)	Rataan Kontrol	KV (%)
	1%	3%		5%					
	Rataan (%)	KV (%)	Rataan (%)	KV (%)	Rataan (%)	KV (%)			
M1	16,60	21,68	17,84	19,13	22,09	19,69	18,85		
M2	14,84	20,84	21,34	20,16	20,96	15,81	19,05	21,25	13,40
M3	18,76	21,26	21,18	21,97	18,53	20,33	19,49		
Rataan	16,73	-	20,12	-	20,53	-	19,13		

Keterangan: M1 = Perendaman Dingin, M2 = Pencelupan, M3 = Pemulasan, KV = Koefisien variasi

Berdasarkan Tabel 7 di atas dapat dilihat nilai rata-rata dari persentase kehilangan berat (%) yang diperoleh dari pengujian contoh uji Kayu Ketapang (*Terminalia catappa*) baik kontrol maupun yang sudah diberi perlakuan pengawetan pada rayap tanah. Nilai persentase atau kehilangan berat paling besar adalah pada contoh uji yang diberi perlakuan bahan pengawet kapur barus dan minyak tanah sebesar 22,09%. Sedangkan nilai kehilangan berat terkecil adalah 14,84% pada konsentrasi 1,0%. Nilai kehilangan berat tanpa bahan pengawet (kontrol) adalah 21,14%, perendaman dengan minyak tanah 15,88%, pencelupan dengan minyak tanah 18,34% dan pemulasan dengan minyak tanah 18,10%.



Gambar 4. Grafik Presentase Kehilangan Berat (%) Contoh Uji Karena Serangan Rayap Tanah Berdasarkan Metode Pengawetan dan Konsentrasi Bahan Pengawet yang Berbeda

Berdasarkan Gambar 4 di atas dapat dilihat nilai rata-rata dari persentase kehilangan berat (%) yang diperoleh dari pengujian contoh uji kayu ketapang (*Terminalia catappa*) baik kontrol maupun yang sudah diberi perlakuan pengawetan setelah diujikan pada rayap tanah.

Selanjutnya untuk melihat masing-masing faktor (perlakuan) dan interaksinya menunjukkan pengaruh yang signifikan atau tidak terhadap nilai kehilangan berat maka dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA) seperti terlihat pada Tabel 8 berikut ini:

Tabel 8. Analisis Sidik Ragam (ANOVA) Nilai Kehilangan Berat Contoh Uji Kayu Ketapang (*Terminalia catappa*) Berdasarkan Metode Pengawetan (M) dan Konsentrasi Bahan Pengawet (K) yang Berbeda

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rata-rata	F. Hitung	F. Tabel	
					0,05	0,01
Metode (M)	2	6,511	3,256	0,218ns	3,109	4,877
Konsentrasi (K)	2	260,377	130,189	8,723**	3,109	4,877
Interaksi (MK)	4	215,033	53,758	3,602**	2,484	3,560
Error/Galat	81	1208,930	14,925	-	-	-
Total	89	1690,851	-	-	-	-

Keterangan: ** = Berpengaruh Sangat Signifikan, ns = Berpengaruh non signifikan

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa metode pengawetan berpengaruh tidak signifikan terhadap nilai kehilangan berat, sedangkan konsentrasi bahan pengawet dan interaksinya menunjukkan pengaruh yang sangat signifikan terhadap nilai kehilangan berat sehingga perlu dilakukan uji lanjut LSD yang dapat dilihat pada Tabel 9 dan 10 berikut.

Tabel 9. Uji Beda Signifikan Terkecil (LSD) Pengaruh Konsentrasi Bahan Pengawet (K) Kapur Barus dan Pelarut Minyak Tanah Terhadap Kehilangan Berat

Konsentrasi	Rataan (%)	Selisih Perlakuan (%)			LSD	
		K1	K2	K3	0,05	0,01
K1	16,73	-	3,39**	3,79**	-	-
K2	20,12	-	-	0,40**	0,37	0,90
K3	20,53	-	-	-	-	-

Keterangan: ** = Berbeda Sangat Signifikan, K1 = Konsentrasi 1%, K2 = Konsentrasi 3%, K3 = Konsentrasi 5%

Menurut hasil uji lanjut LSD yang tercantum pada Tabel 9 menunjukkan bahwa pada konsentrasi bahan pengawet yang berbeda menghasilkan nilai kehilangan berat yang berbeda sangat signifikan, yang mana makin tinggi konsentrasi bahan pengawet makin tinggi pula nilai kehilangan beratnya, seperti terlihat jelas pada gambar berikut.



Gambar 5. Grafik Nilai Rataan Kehilangan Berat pada Konsentrasi Bahan Pengawet yang Berbeda dengan Bahan Pengawet Kapur Barus dan Pelarut Minyak Tanah

Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi kapur barus hingga 5% tidak cukup mempunyai efek racun terhadap rayap tanah sehingga tidak dapat mencegah serangan rayap tanah. Kemungkinan lainnya adalah bahwa selama proses pengujian di sarang rayap selama 3 bulan, kapur barus yang ada di contoh uji menguap/hilang. Untuk mengetahui perbedaan nilai kehilangan berat pada interaksi antara metode pengawetan dan konsentrasi bahan pengawet dilakukan uji LSD yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 10 sebagai berikut.

Tabel 10. Uji Beda Signifikan Terkecil (LSD) Pengaruh Interaksi Antara Metode Pengawetan dan Konsentrasi Bahan Pengawet Terhadap Kehilangan Berat

Interaksi	Nilai Rataan	Perbandingan Perlakuan (M) & (K)									LSD	
		K1.M1	K2.M1	K3.M1	K1.M2	K2.M2	K3.M2	K1.M3	K2.M3	K3.M3	0,05	0,01
K1.M1	14,84	-	3,91**	1,76**	6,50**	6,34**	3,00**	6,12**	3,68**	7,25**		
K2.M1	18,76	-	-	2,15**	2,58**	2,42**	3,00**	2,20**	0,23ns	3,33**		
K3.M1	16,60	-	-	-	4,73**	4,58**	1,23**	4,35**	1,92**	5,48**		
K1.M2	21,34	-	-	-	-	0,15ns	3,49**	0,38ns	2,81**	0,75*		
K2.M2	21,18	-	-	-	-	-	3,34**	0,22ns	2,65**	0,90*	0,48	1,18
K3.M2	17,84	-	-	-	-	-	-	3,11**	0,68*	4,24**		
K1.M3	20,96	-	-	-	-	-	-	-	2,43**	1,13*		
K2.M3	18,53	-	-	-	-	-	-	-	-	3,56**		
K3.M3	22,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Keterangan: NS = Berbeda non signifikan, * = Berbeda signifikan, ** = Berbeda sangat signifikan, K1M1 = Konsentrasi 1% metode perendaman dingin, K2M1 = Konsentrasi 3% metode perendaman dingin, K3M1 = Konsentrasi 5% metode perendaman dingin, K1M2 = Konsentrasi 1% metode pencelupan, K2M2 = Konsentrasi 3% metode pencelupan, K3M2 = Konsentrasi 5% metode pencelupan, K1M3 = Konsentrasi 1% metode pemulasan, K2M3 = Konsentrasi 3%, metode pemulasan, K3M3 = Konsentrasi 5%, metode pemulasan

Menurut hasil uji LSD pada Tabel 10 diketahui bahwa interaksi antara metode pengawetan yaitu cara perendaman dingin, pencelupan, dan pemulasan dengan konsentrasi bahan pengawet yang berbeda 1%, 3%, 5% umumnya menghasilkan nilai kehilangan berat yang berbeda sangat signifikan satu sama lain.

Tabel 11. Klasifikasi Ketahanan Kayu Terhadap Rayap Tanah Berdasarkan Kehilangan Berat

Kelas	Ketahanan	Penurunan berat (%)
I	Sangat tahan	<3,52
II	Tahan	3,52 – 7,50
III	Sedang	7,51 – 10,96
IV	Buruk	10,96 – 18,94
V	Sangat buruk	18,94 – 31,89

Sumber: SNI 01-7207-2006

Berdasarkan SNI tahun 2006 tentang uji ketahanan kayu dan produk kayu terhadap rayap tanah (Tabel 11), persentase kehilangan berat contoh uji yang dihasilkan baik pada kontrol maupun yang diawetkan dengan kapur barus dan minyak tanah sebagai pelarut, termasuk dalam kelas IV-V (buruk sampai sangat buruk). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan pengawetan dengan bahan pengawet kapur barus dan pelarut minyak tanah, dengan metode perendaman dingin, pencelupan, pemulasan dengan konsentrasi 1%, 3% dan 5% semuanya tidak efektif untuk pencegahan dari serangan rayap tanah.

KESIMPULAN

Nilai rata-rata kadar air kering udara pada kayu Ketapang (*Terminalia catappa*) adalah 13,25%, kerapatan kering udara 0,67 g/m³ dan nilai kerapatan kering tanur 0,63 g/m³. Metode pengawetan, konsentrasi bahan pengawet dan interaksinya berpengaruh sangat signifikan terhadap nilai retensi. Makin tinggi konsentrasi bahan pengawet maka nilai retensi bahan pengawet yang dihasilkan semakin tinggi. Berdasarkan metode pengawetan, perendaman dingin menghasilkan nilai retensi yang tertinggi, disusul metode pencelupan dan yang terendah metode pemulasan. Nilai retensi terbesar diperoleh pada metode perendaman dingin dengan konsentrasi 5% menghasilkan nilai 8,11 kg/m³ dan metode pemulasan pada konsentrasi 1% menghasilkan nilai retensi terkecil dengan nilai 1,73 kg/m³. Metode pengawetan tidak berpengaruh signifikan terhadap kehilangan berat pada uji rayap tanah, sedangkan konsentrasi bahan pengawet kapur barus dengan pelarut minyak tanah dan interaksinya berpengaruh sangat signifikan terhadap nilai kehilangan berat dari contoh uji yang diawetkan, yang mana makin besar konsentrasi kapur barus makin besar nilai kehilangan beratnya. Pada konsentrasi bahan pengawet 1%, 3% dan 5% diperoleh nilai kehilangan berat masing-masing 16,73%, 20,12% dan 20,53%. Berdasarkan SNI tahun 2006 tentang uji ketahanan kayu dan produk kayu terhadap rayap tanah, persentase kehilangan berat contoh uji yang dihasilkan baik pada kontrol maupun yang diawetkan dengan kapur barus dan minyak tanah sebagai pelarut, termasuk dalam kelas IV-V (buruk sampai sangat buruk). Hal ini menunjukkan bahwa pengawetan dengan kapur barus dengan minyak tanah sebagai pelarut pada konsentrasi 1%, 3% dan 5% tidak efektif untuk pencegahan serangan rayap tanah.

Penggunaan bahan pengawet kapur barus dan minyak tanah sebagai pelarut untuk mencegah serangan rayap tanah tidak disarankan, karena terbukti tidak efektif. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan mengujikan ke jenis perusak kayu yang lain seperti rayap kayu kering dan bubuk kayu.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1981. Mengenal Sifat-sifat Kayu Indonesia dan Penggunaannya. Kanisius. Yogyakarta.
- Anonim. 1999. Standar Nasional Indonesia Bidang Kehutanan. Pengawetan Kayu untuk Perumahan dan Gedung. Direktorat Jendral Pengusahaan Hutan Indonesia. Jakarta.
- Anonim. 2017. Ciri-ciri pohon ketapang dan beberapa manfaat bagi manusia. PT. Omni Digintama Internusa. Indonesia.
- Anonim. 2011. Pohon kapur barus *Dryobalanops aromatica* penghasil kapur barus. Alamenda. Sumatra Barat
- Duljapar K. 1996. Pengawetan Kayu. PT Penebar Swadaya. Jakarta.
- Dumanauw JF. 2001. Mengenal Kayu. PT Gramedia . Jakarta.
- Hunt GM, Garrat GA. 1986. Pengawetan Kayu. CV. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Hidayat S, Napitupulu RM. 2015. Kitab tumbuhan obat. Agriflo. Jakarta
- Kollman FFP, Cote WA. 1968. Principle of Wood Science and Technology I. Solid Wood Springer Verlag. New York, Heidelberg, Berlin.
- Martawijaya A. 1974. Masalah Pengawetan Kayu di Indonesia. Kehutanan Indonesia Timur I. Direktorat Jenderal Kehutanan. Jakarta.

- Meullenhoff LWM. 1971. Teknologi Kayu. Direktorat Perdagangan dan Distribusi Hasil Hutan. Jakarta.
- Nicholas DD. 1987. Kemunduran (Deteriorasi) Kayu dan Pencegahannya dengan Perlakuan-perlakuan Pengawetan Jilid I dan II. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Peek RD 1989. Wood Protection in Indonesia with Reference to Special Conditions in East Kalimantan. Mulawarman University. Samarinda.
- Suprpto B, Bahrun MR. 1981. Studi tentang Penembusan Tanalith CT 106 terhadap 15 Jenis Kayu yang Dipergunakan oleh Masyarakat Samarinda dan Sekitarnya. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Suranto Y. 2002. Bahan dan Metode Pengawetan Kayu. Kanisius. Yogyakarta.
- Yoesoef M. 1977. Pengawetan Kayu I. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Yoesoef M. 1979. Teknologi Kayu II (Pengawetan Kayu). Pusat Pendidikan Kehutanan Cepu. Direksi Perum Perhutani.

ANALISIS BIAYA PENYULINGAN MINYAK GAHARU BERSKALA INDUSTRI RUMAH TANGGA DI SAMARINDA

Skolastika Pebri Yani, Bernaulus Saragih*, Rujehan
Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jalan Ki Hajar Dewantara, PO Box 1013,
Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, 75119
E-mail: saragihbernaulus@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian ini dilakukan upaya untuk mengetahui proses penyulingan minyak gaharu pada skala usaha rumah tangga dan mengetahui biaya produksi dan titik impas usaha penyulingan minyak gaharu pada skala rumah tangga. Penelitian ini dilaksanakan di usaha penyulingan minyak gaharu berskala kecil atau industri rumah tangga yang terletak di Jalan Gerilya, Kelurahan Sungai Pinang Kecamatan Samarinda Utara Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. Metode pengambilan data pada penelitian ini adalah dengan melakukan observasi dan pengambilan data primer melalui wawancara dan observasi langsung di lapangan dan data sekunder yang diperoleh melalui pengumpulan data atau dokumen yang ada. Berdasarkan hasil penelitian, proses penyulingan dengan metode pengukusan terdiri dari tiga tahap yaitu persiapan bahan baku, persiapan peralatan dan pelaksanaan penyulingan. Titik impas (*Break Even Point*) usaha penyulingan minyak gaharu adalah dengan biaya tetap Rp 37.340.000, biaya variabel Rp. 142.080.000, total pendapatan Rp 1.982.400.000, titik impas pada volume 160,98 ml dengan harga jual Rp 5.105 per ml.

kata kunci: Gaharu, Penyulingan, Titik Impas

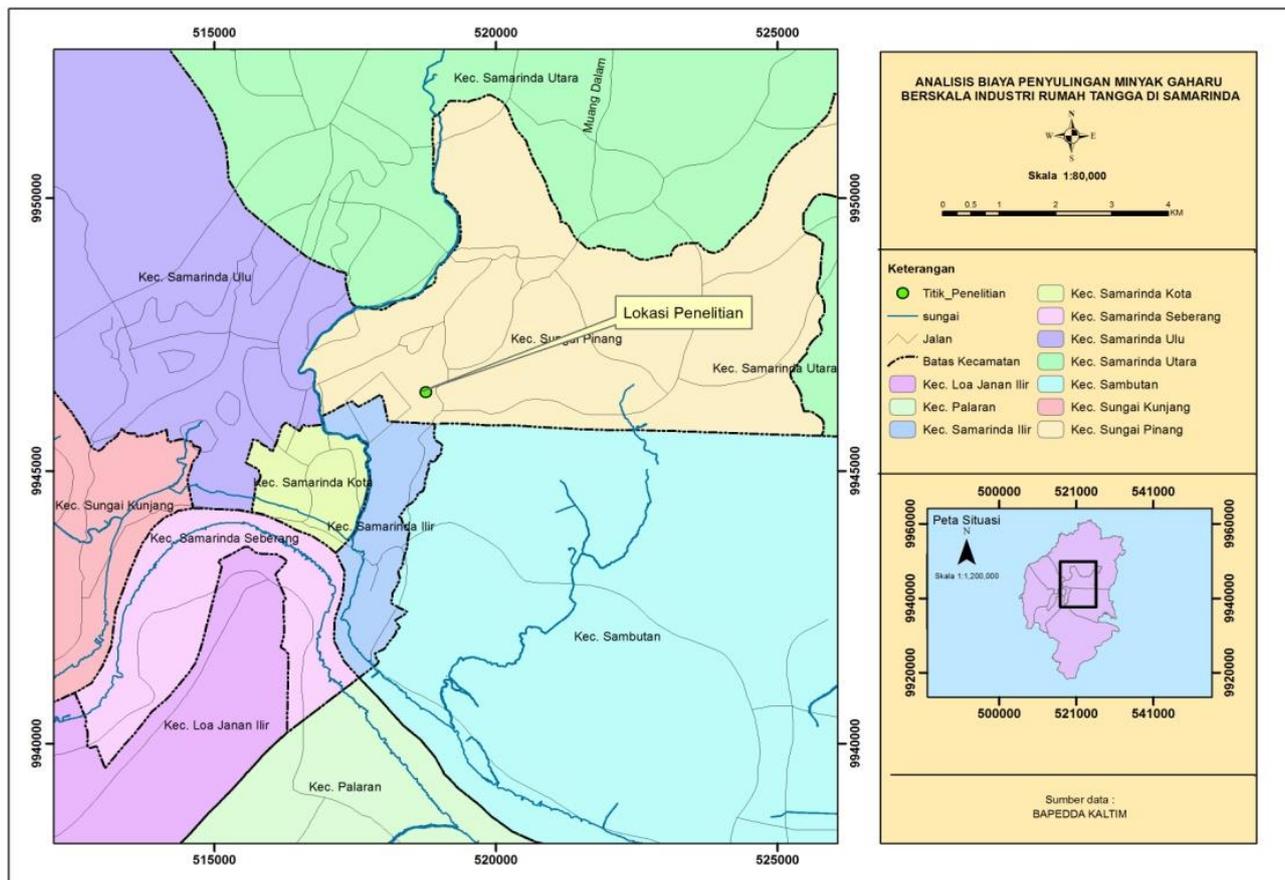
PENDAHULUAN

Gaharu adalah salah satu komoditas Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) yang bernilai jual tinggi dan nilai komersial gaharu sangat ditentukan oleh keharuman yang dapat diketahui melalui warna serta aroma kayu bila di bakar, masyarakat mengenal kelas dan kualitas dengan nama gubal kemedangan dan bubuk. Selain dalam bentuk bahan mentah berupa serpihan kayu, saat ini melalui proses penyulingan dapat diperoleh minyak atsiri gaharu yang juga bernilai jual tinggi. Salah satu persoalan yang dihadapi dalam upaya untuk mempertahankan peran hasil hutan sebagai sumber pendapatan bagi negara maupun masyarakat adalah dengan memberikan data dan informasi yang benar akan potensi pengembangan hasil hutan kayu dan bukan kayu baik skala kecil atau level masyarakat maupun swasta mengenai ketersediaan sumber bahan baku maupun pengolahannya menjadi sebuah produk yang bernilai jual, seperti informasi dan data mengenai usaha penyulingan minyak gaharu yang selama ini kurang banyak diketahui, mengingat bahwa budidaya gaharu telah diketahui dan telah dilakukan oleh banyak pihak, namun bagaimana pengolahan atau penyulingan dilakukan serta bagaimana prospek usaha tersebut dapat memberikan keuntungan masih kurang diketahui, terlebih terhadap usaha kecil skala rumah tangga. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan sebagai upaya untuk menjawab persoalan tersebut dengan tujuan penelitian untuk mengetahui proses penyulingan minyak gaharu pada skala usaha rumah tangga dan mengetahui biaya produksi serta titik impas usaha penyulingan minyak gaharu pada skala rumah tangga.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di usaha penyulingan minyak gaharu berskala kecil atau industri rumah tangga yang terletak di Jalan Gerilya, Kelurahan Sungai Pinang Kecamatan Samarinda Utara Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur dengan waktu penelitian selama 5 bulan meliputi studi pustaka, orientasi lapangan, pengumpulan data lapangan, pengolahan dan analisis data. Untuk lebih jelas terkait lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Petal Lokasi Penelitian Usaha Penyulingan Minyak Gaharu Berskala Rumah Tangga di Jalan Gerilya Samarinda

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

- Alat tulis yang digunakan dalam proses catat mencatat.
- Lembar kuisioner sebagai pemandu dalam memperoleh keterangan diinginkan oleh responden.
- Kamera untuk dokumentasi.
- Laptop untuk mengolah data.
- Printer untuk pencetakan hasil akhir

Prosedur Penelitian

- Studi Pustaka: yang dimaksud untuk mempelajari teori-teori baik berupa informasi tentang penelitian, buku-buku acuan, referensi dan masukan-masukan dari dosen pembimbing yang berhubungan dengan penelitian ini.

- b. Orientasi penelitian: bertujuan untuk mengetahui gambaran tentang objek yang diteliti dan kemungkinan yang dapat dilakukan sebelum penelitian dilaksanakan.
- c. Pengumpulan Data: data primer yang diperoleh melalui wawancara dan observasi langsung di lapangan mencakup antara lain: harga bahan baku gaharu dan harga peralatan penyulingan yang digunakan, proses penyulingan minyak, serta harga jual minyak. Data sekunder diperoleh melalui pengumpulan data atau dokumen yang ada, baik dari kepustakaan, maupun informasi yang diperoleh dari lembaga terkait dalam keperluan penelitian.

Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh hasil yang diinginkan dari cara analisa yang digunakan, dalam hal ini untuk mengetahui besarnya biaya dan nilai Break Even Point dengan rumus sebagai berikut:

Untuk mencari BEP dalam unit dihitung berdasarkan:

$$BEP (q) = \frac{FC}{P - \left[\frac{VC}{Q}\right]}$$

Keterangan

- BEP(q) : Break Even Point
- FC : Biaya tetap total
- VC : Total biaya variabel
- P : Harga jual per unit
- Q : Jumlah unit yang dihasilkan

Soehardi (1990) juga mengemukakan rumus untuk menghitung *Break Even Point* dalam rupiah adalah:

$$BEP (Rp) = \frac{FC}{1 - \left[\frac{VC}{S}\right]}$$

Keterangan

- BEP(Rp) : Break Even Point
- FC : Biaya tetap total
- VC : Total biaya variabel
- S : Harga pendapatan
- Q : Harga jual perunit

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan Dalam Usaha Penyulingan Gaharu

Berdasarkan hasil pengamatan di lokasi penelitian dan wawancara terhadap pemilik usaha penyulingan gaharu (Bapak Jailani), dapat diuraikan tahapan-tahapan dan usaha penyulingan minyak gaharu sebagai berikut:

a. Penyiapan Tempat Usaha

Berdasarkan keterangan dari pak Jailani bahwa dengan luas dan ukuran rumah yang dipergunakan saat ini untuk usaha penyulingan minyak gaharu maka setidaknya memerlukan biaya sewa sebesar Rp 1.500.000 per bulan. Dengan demikian penelitian ini mengasumsikan bahwa biaya untuk pengadaan tempat usaha adalah sebesar Rp 1.500.000 per bulan.

b. Pengadaan Alat-alat Penyulingan

Pengadaan alat penyulingan (Ketel) terdiri dari 1 set barang dengan harga Rp 9.500.000. untuk pembelian alat ini dapat dilakukan dengan cara pemesanan khusus atau juga secara *online*. Adapun masa pakai alat suling ini adalah 10 tahun. Kemudian pengadaan drum terdiri dari 3 unit dengan harga masing-

masing Rp 140.000 per unit. Untuk pembelian drum ini dapat dilakukan di toko terdekat, dengan daya tahan drum air ini umumnya sekitar 10-15 tahun. Kemudian pengadaan jaringan Air yaitu menggunakan PDAM dengan konsumsi air untuk penyulingan sebesar Rp 300.000 per bulan. Kemudian pengadaan listrik dengan konsumsi listrik rata-rata Rp 500.000 per bulan. Kemudian pengadaan kompor gas baik berupa pembelian tabung maupun gas dimana diperlukan biaya sebesar Rp 11.310.000.

c. Pengadaan Bahan Baku

Harga gubal atau kemedangan gaharu bervariasi tergantung mutu, misalnya yang dari Mahulu dengan harga Rp 150.000/kg, Dari Malinau harga Rp 200.000/kg, dari Berau dengan harga Rp 150.000/kg, dari Bulungan dengan harga Rp 150.000/kg dan Kalimantan Tengah dengan harga jualnya Rp 150.000/kg. Untuk kualitas dari daerah Long Bagun, Malinau, Berau, Bulungan dan Palangkaraya kualitasnya bagus. Namun demikian terdapat juga gubal gaharu berkualitas rendah dengan harga Rp 50.000 /kg.

d. Pencincangan

Bongkahan kemedangan kayu atau gubal gaharu terlebih dahulu dijemur selama 1 sampai 2 hari ditempat terbuka untuk mengurangi kadar air yang terdapat dalam gubal gaharu. Kemudian dilakukan pemotongan atau pencincangan dengan menggunakan parang sehingga menjadi serpih yang memiliki ukuran panjang 3 cm sampai 4 cm dengan lebar 1 cm sampai 2 cm sampai 3 cm dan kemudian dilanjutkan dengan pencacahan serpihan gaharu menjadi serpihan halus kemudian dileburkan dengan mesin penggiling sampai berbentuk serbuk kayu.

e. Penyiapan Penyulingan

Setelah gubal dicincang dan kemudian digiling menjadi serbuk halus kemudian dilakukan proses penyulingan. Proses penyulingan dilakukan dengan terlebih dahulu memasukan air pada batas saringan yang ada pada ketel kurang lebih sebanyak 40 L untuk sekali proses penyulingan. Proses kemudian dilanjutkan dengan memasukan serpihan kasar gaharu pada bagian dasar ketel dan kemudian ditaburi serbuk halus pada lapisan atas. Penempatan serpihan kasar pada bagaian paling bawah bertujuan untuk membuat rongga atau ruang bagi uap air lebih mudah menembus kebagian atas yaitu pada lapisan serbuk halus.

Banyaknya serpihan gaharu sebanyak 2 kg sedangkan Serbuk halus gaharu yang akan dipakai sebanyak 6 kg untuk proses penyulingan. Setelah serpihan dan serbuk diisi kedalam ketel kemudian ketel ditutup rapat dan menyambungkannya dengan kondensor lalu mengencangkan baut pada tutup ketel sampai benar-benar tertutup rapat agar tidak terjadi kebocoran uap diluar sambungan ke kondensor. Kemudian menyalakan kompor untuk mengukus serpih dan serbuk gaharudalam ketel. Proses pengukusan memakan waktu 2 hari 2 malam berturut-berturut pada suhu ruang ketel 90°C.

Proses pembakaran ketel bertujuan untuk menghasilkan uap air panas yang mengandung minyak gaharu yang mengalir kedalam selang dan kemudian mengalami kondensasi sehingga meneteskan minyak dan air. Campuran uap ini kemudian mengalir melalui pipa atau selang pendingin sehingga terjadi pengembunan sehingga uap air yang merupakan campuran air dan minyak gaharu dapat dipisahkan. Pemisahan air dan minyak gaharu melalui proses pendinginan sehingga tetesan minyak gaharu berada pada bagian atas sedangkan air berada pada lapisan bawah pada botol atau bejana penampungan. Kemudian dilakukan pemisahan minyak gaharu dengan air. Proses destilasi atau penyulingan memerlukan waktu yaitu selama 2 hari 2 malam. Setelah proses penyulingan selesai kemudian sisa atau ampas serpih maupun serbuk dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan dupa atau hio.

Besarnya biaya untuk penyediaan bahan baku gaharu dalam satu kali proses penyulingan adalah Rp 700.000 dan harga 2 kg serpih berkualitas rendah dengan harga Rp 50.000 per kg, dan sebagai alas dengan harga Rp 600.000 per kg, untuk biaya serbuk berkualitas baik dengan harga Rp 100.000 per kg.

Setelah proses pengukusan selesai kemudian dilakukan pemisahan minyak gaharu dengan air yang

telah terkumpul dalam bejana penampungan. Pemisahan ini dilakukan dengan menuangkan air kedalam botol lain dan menyisakan minyak gaharu. Air dalam bejana penampungan berada dalam posisi atas dari lapisan minyak gaharu sehingga mudah untuk dipisahkan karena memang memiliki berat jenis yang berbeda. Berdasarkan hasil pengamatan saat penelitian dilakukan diperoleh volume hasil penyulingan berupa minyak gaharu untuk satu kali proses penyulingan adalah sebanyak 82 ml atau 82 g.

Tindakan selanjutnya adalah memasukkan minyak gaharu kedalam botol kecil berukuran 6 ml. Terdapat dua jenis botol yang dipakai. Sebelum mengisi botol dengan minyak gaharu, terlebih dahulu dilakukan penimbangan pada masing-masing botol untuk mengetahui berat masing-masing botol, sehingga kemudian ketika botol diisi dengan minyak gaharu memiliki takaran yang jelas. Misalnya, 1 botol kosong 23 g kemudian setelah diisi minyak gaharu menjadi 44 g artinya banyaknya minyak gaharu adalah 21 g, botol ke-2 yang kosong 34 g kemudian diisi minyak gaharu menjadi 89 g berarti dalam botol tersebut berat minyak gaharu adalah 67 g. Botol yang diisi tadi masih terdapat serbuk-serbuk gaharu yang terperangkap dalam minyak. Untuk membersihkannya, minyak cukup dijemur dipanas matahari selama 10-15 menit dalam botol tertutup setelah minyak bersih maka, minyak siap dipasarkan, atau disimpan terlebih dahulu supaya minyak lebih tua dan menghasilkan aroma yang lebih baik lagi.



(1) Proses pemasukan serpihan kasar dalam ketel



(2) Proses pemasukan serbuk gaharu (6 kg)



(3) Proses pemasukan serbuk gaharu (6 kg)



(4) Proses pemasukan serbuk gaharu (6 kg)



(5) Proses pemasukan serbuk gaharu (6 kg)



(6) Proses pemasukan serbuk gaharu (6 kg)



(7) Proses pemasukan serbuk gaharu (6 kg)



(8) Proses pemasukan serbuk gaharu (6 kg)



(9) Proses pemasukan serbuk gaharu (6 kg)

Gambar 2. Proses Penyulingan Minyak Gaharu

Analisis Biaya Penyulingan

a. Asumsi-sumsi dalam Analisis Biaya Penyulingan

Dalam melakukan analisis biaya dalam proses penyulingan ini perlu dicatat beberapa asumsi penting agar kemudian perhitungan terhadap Titik Impas dapat dilakukan. Asumsi-Asumsi yang digunakan dalam analisis biaya penyulingan minyak gaharu tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Kapasitas ketel atau tabung penyulingan adalah 6 kg bahan baku.
- 2) Penyulingan dilakukan sebanyak 8 kali dalam satu bulan atau 2 kali dalam satu minggu.
- 3) Produktifitas penyulingan adalah 82 ml dalam satu kali penyulingan.
- 4) Harga jual minyak gaharu adalah Rp 250.000 per ml, sehingga dalam satu kali penyulingan diperoleh nilai penjualan sebesar Rp 20.500.000 ditambah Rp 150.000 penjualan ampas sekali total pendapatan dalam satu kali penyulingan adalah Rp 20.650.000.
- 5) Harga jual ampas serbuk adalah Rp.150.000/penyulingan dengan per kg 150.000/6, Rp 25.000/kg.
- 6) Penjualan serbuk bekas penyulingan Rp 150.000 per kg.
- 7) Pembelian 4 tabung gas 1 tabung harga Rp 140.000, jadi 4 tabung Rp 560.000.
- 8) Proses penyulingan dilakukan 2 kali dalam seminggu atau 8 kali dalam satu bulan, sehingga dalam satu tahun terdapat 96 kali penyulingan.
- 9) Masa pakai atau berlaku alat penyulingan adalah 10 tahun.
- 10) Sewa tempat usaha 10 tahun dengan sewa perbulan adalah Rp 1.500.000.
- 11) Biaya pembelian Ketel, Pendingin, Penampung (Kondensasi) Rp 9.500.000.
- 12) Alat Pencincang/Mesin Giling Rp 8.000.000.

b. Biaya-biaya dalam Penyulingan

Biaya penyulingan minyak gaharu terdiri dari semua biaya yang dikeluarkan untuk mengolah gaharu sampai menghasilkan minyak gaharu. Biaya tersebut meliputi:

- 1) Biaya mesin produksi dan peralatan
Biaya yang dikeluarkan karena nilai suatu aset dalam hal ini adalah mesin giling, parang, drum, mesin pompa, selang, pipa, sambungan paralon, selang panjang, regulator dan satu set alat suling yaitu berupa ketel penyulingan, pendingin, penampung kondensasi dan kompor.
- 2) Biaya sewa tempat usaha
Biaya yang dikeluarkan sewa tempat usaha dengan masa berlaku 10 tahun.
- 3) Biaya listrik
Biaya listrik digolongkan menjadi biaya tidak tetap dan biaya tetap digolongkan menjadi biaya tidak tetap ketika listrik digunakan selama proses produksi berlangsung. Namun akan menjadi biaya tetap jika proses produksi sedang tidak berjalan.
- 4) Biaya bahan baku
Pembelian bahan baku gaharu dengan harga Rp 700.000 per satu kali penyulingan.
- 5) Biaya bahan bakar
1 kali penyulingan 4 tabung, 1 tabung harga Rp 28.000, total 4 tabung Rp 112.000, 1 bulan 4x2x4 = 32 tabung Rp 896.000 jadi 1 tahun adalah Rp 10.752.000. Tabung dan gas 1 tahun adalah Rp 10.752.000 + Rp 650.000 = Rp 11.310.000.
- 6) Upah tenaga kerja
Besarnya upah yang dikenakan dalam proses penyulingan adalah untuk membayar upah tenaga kerja dua, 1 orang yaitu Rp 2.200.000 per bulan sehingga 1 bulan upah Rp 4.400.000.

c. Analisis Titik Impas Penyulingan Minyak Gaharu

Sesuai dengan tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui proses penyulingan minyak gaharu dan untuk mengetahui titik impas dalam proses penyulingan minyak gaharu maka perhitungan Break Even Point dilakukan.

Masing-masing biaya produksi, besarnya diperhitungkan secara terperinci baik biaya langsung (*fixed cost*) dan biaya tidak langsung (*variabel cost*), tujuan dari penggolongan itu sendiri adalah untuk menghitung dan membuat analisis peluang pokok atau titik impas (*Analisis Break Even Point*).

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan diketahui bahwa total biaya tetap yang dikeluarkan untuk penyulingan minyak gaharu selama satu tahun atau 12 bulan adalah Rp 37.340.000, sedangkan biaya variabel adalah Rp 142.080.000 sehingga total biaya adalah Rp 293.160.000. Dari tabel tersebut juga diketahui bahwa dalam setiap kali proses penyulingan dilakukan memerlukan biaya variabel sebesar Rp 11.840.000 yang merupakan pembiayaan untuk pembelian bahan baku gubal gaharu, upah tenaga kerja, pembiayaan listrik dan air, maupun penyediaan botol kecil dan pencincangan gaharu. Dalam setiap penyulingan dihasilkan banyaknya minyak gaharu sebanyak 82 ml. dengan harga jual Rp 250.000 per ml maka dalam satu kali penyulingan diperoleh nilai penjualan sebesar Rp 164.000.000, tambah dengan Rp 1.200.000 dari sisa ampas hasil penyulingan. Dengan demikian dalam satu tahun atau 12 bulan diperlukan biaya tetap sebesar Rp 37.340.000 biaya variabel Rp 142.080.000, dan total pendapatan sebesar Rp 1.982.400.000. Mengetahui titik impas dari usaha penyulingan minyak gaharu dilakukan perhitungan akumulasi dari pendapatan dikurangi dengan pengeluaran dalam rangka mengetahui pada saat kapan pendapatan telah melampaui pengeluaran.

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa kumulatif pendapatan dan pengeluaran menunjukkan positif atau pendapatan melampaui pengeluaran diperoleh pada bulan kedua. Demikian seterusnya sampai bulan ke 12 pendapatan selalu lebih besar dari pengeluaran yang pada bulan ke-12 mencapai kumulatif pendapatan sebesar Rp 1.568.560.000. Dengan memperhatikan data tersebut maka usaha penyulingan minyak gaharu merupakan usaha yang sangat menguntungkan.

1. Analisis Titik Impas Unit Produksi ($BEP_{(q)}$)

Dengan menggunakan data biaya dan pendapatan sebagaimana yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat dilakukan perhitungan terhadap titik impas unit produksi untuk satu tahun proses penyulingan dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$BEP_{(q)} = \frac{FC}{P - \left[\frac{VC}{Q}\right]}$$

Perhitungan Titik Impas unit produksi usaha penyulingan minyak gaharu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} BEP_{(q)} &= \frac{37.340.000}{250.000 - \left[\frac{142.080.000}{7.872}\right]} \\ &= 37.340.000 / 250.000 - 18.048,78 \\ &= \frac{37.340.000}{231.951,22} \\ &= 160,98 \text{ ml} \end{aligned}$$

Hal ini berarti bahwa untuk dapat mencapai titik impas dalam unit produksi diperlukan banyaknya produksi sebesar 160,98 ml minyak gaharu. Memiliki arti bahwa usaha penyulingan minyak gaharu minimal menghasilkan produksi minyak gaharu sebanyak 160,98 ml barulah usaha tersebut mencapai titik impas dari segi pembiayaan. Jika melihat volume produksi olahan rata-rata sebesar 82 ml sekali penyulingan maka titik impas tersebut baru akan diperoleh pada penyulingan ketiga.

2. Analisis Titik Impas dalam Harga Jual ($BEP_{(Rp)}$)

Berdasarkan data sebelumnya, maka akan diketahui harga jual yang semestinya, untuk mengetahui titik impas harga jual tersebut menggunakan formula sebagai berikut:

$$BEP_{(Rp)} = \frac{FC}{1 - \left[\frac{VC}{S}\right]}$$

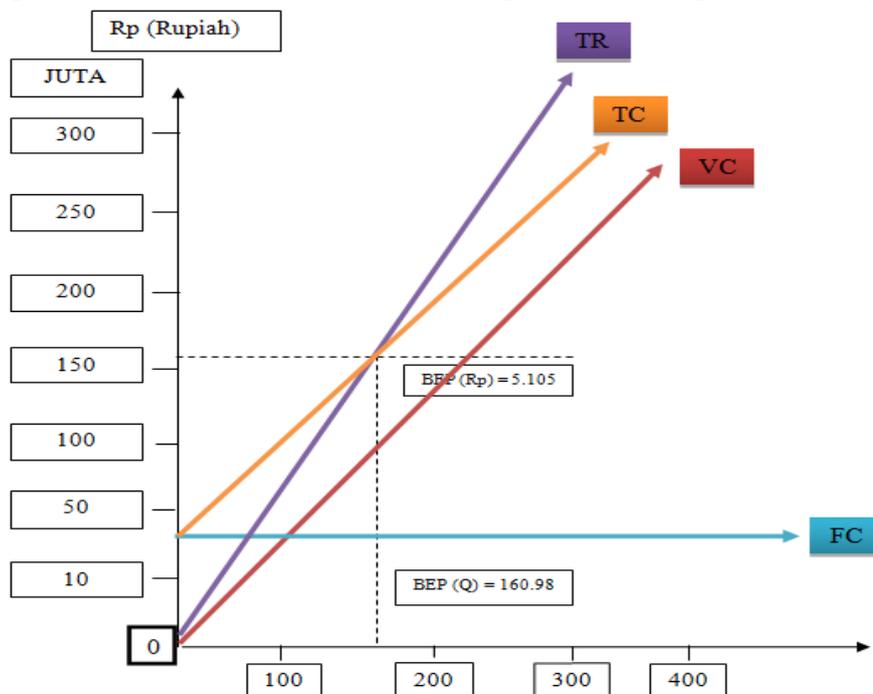
Perhitungan Titik Impas harga jual untuk penyulingan minyak gaharu dengan produksi 82 ml selama satu periode yaitu:

$$\begin{aligned} \text{BEP}_{(\text{Rp})} &= \frac{37.340.000}{1 - \left[\frac{142.080.000}{1.982.400.000} \right]} \\ &= \frac{142.080.000}{1 - 0,071} \\ &= \frac{37,340.000}{0,929} \\ &= \text{Rp } 40.193.756,727 \end{aligned}$$

Sehingga besarnya Titik Impas harga jual per unit adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{BEP Rupiah}_{\text{perunit}} &= \frac{40.193.756,727}{7.872} \\ &= \text{Rp } 5.105 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan tersebut diketahui bahwa usaha penyulingan minyak gaharu akan mencapai titik impas apabila setidaknya harga jual per ml nya adalah Rp 5.105. Ini mengandung pengertian bahwa harga jual yang dilakukan oleh pak Jailani yakni sebesar Rp 250.000 per ml tergolong sangat jauh diatas harga minimal yaitu Rp 5.105 per ml. Harga yang tinggi tersebut memberikan penyulingan minyak gaharu sangat cepat dalam mengembalikan modal serta memberikan keuntungan kepada pak Jailani. Yaitu pada proses pengolahan ketiga, sedangkan apabila dengan menggunakan harga jual Rp 5.105, maka titik impas akan diperoleh pada pengolahan ke-9 atau bulan ke-5, tidak seperti dengan harga Rp 250.000 per ml bahwa pada pengolahan ke dua atau bulan ke-1 sudah diperoleh titik impas antara biaya dan pendapatan.



Gambar 3. Grafik Titik Impas Penyulingan Minyak Gaharu dalam 12 bulan

Keterangan:

FC = Total Biaya Tetap

VC = Total Biaya Variabel

TC = Biaya Total

TR = Total Revenue

Dari grafik di atas terlihat bahwa titik keseimbangan atau *break even point* terlihat pada perpotongan garis total cost dengan total revenue (TR pada produksi 160,98 ml atau pada harga jual Rp 5.105 per ml).

Kendala-kendal dalam Usaha Penyulingan Minyak Gaharu

Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik usaha penyulingan gaharu diketahui kendala-kendala yang dihadapi dalam usaha penyulingan minyak gaharu adalah sebagai berikut:

- 1) Semakin sulitnya dapat gubal gaharu. Hal ini disebabkan karena adanya penurunan bahan baku kayu alam yang sudah hampir susah didapatkan.
- 2) Mutu bahan baku (gubal) gaharu yang semakin menurun sehingga menurunkan kualitas hasil penyulingan.
- 3) Pengolahan dan peralatan (limbah) untuk pengolahannya sendiri sangat susah apa lagi bahan baku yang sulit didapat untuk mengolahan, untuk peralatan kurang lengkap dalam proses limbah.
- 4) Minyak gaharu terlalu sedikit yang didapatkan selama penyulingan.
- 5) Pemasaran dan penjualan tergantung adanya kebutuhan pelanggan.

DAFTAR PUSTAKA

- Humairo A. 2010. Analisis Biaya Penyulingan Minyak Gaharu dan Produk Sampingannya Pada Industri Rumah Tangga Di Samarinda. *Jurnal Kehutanan Tropika Humida*, 3(2).
- Setyaningrum HD, Saparinto C. 2014. *Panduan Lengkap Gaharu*. Buku Penebar Swadaya. Semarang 172 p.
- Siran SA, Turjaman M. 2010. *Pengembangan Teknologi Produksi Gaharu Berbasis Pemberdayaan Masyarakat*. Kementrian Kehutanan. Bogor.
- Soehardi S. 1990. *Analisa Break Even*. Penerbit BPEE. Yogyakarta.
- Sumarma Y. 2002. *Budidaya Gaharu*. Seri Agribisnis. Penelitian Penebar Swadaya. Jakarta. 78 h
- Valkenburg JLCH. 1997. *Non-Timber Forest products of East Kalimantan. Potential for Sustainable Use*. Kalimantan tropenbos Program Series 16.
- Yusliansyah. 2005. *Penyulingan Gaharu Mutu Rendah dengan Cara Pengukusandi Kalimantan Timur*. Makalah Disampaikan pada Seminar Nasional Gaharu; Bogor, 1-2 Desember 2005. Badan Litbang Kehutanan. Bogor.

PEMANFAATAN DATA FOTO *DRONE* DALAM PEMBUATAN PETA KONTUR DI KAMPUNG LONG PAHANGAI II KECAMATAN LONG PAHANGAI KABUPATEN MAHAKAM ULU

Tomi Syaifullah, Heru Herlambang*, Ali Suhardiman

Lab. Perencanaan dan Pemanenan Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jalan Ki Hajar Dewantara, PO Box 1013, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, 75119

E-mail: heru.h1973@gmail.com

ABSTRACT

Mahakam Ulu is the result of the expansion of the West Kutai in 2013. It has 45,057 citizens spread across five kecamatan (sub-districts) and has 50 villages with a 15,315 km² land area. Long Pahangai II is one of the villages located in the Long Pahangai, Mahakam Ulu. It has an area of $\pm 4,732$ ha. The Long Pahangai II village population is 254 people consisting of 135 men and 119 women spread across 2 Rukun Tetangga (neighbourhood). This research aims to create contour maps using drone photo data obtained from PT Raja Borneo Abadi as data and information supporting the construction plan of a new settlement area for Long Pahangai II village in Long Pahangai Mahakam Ulu. The research used a method to capture altitude points using GPS. Then the writer creates contour maps using FastStone Photo Resizer, Agisoft Metashape, PCI Geomatica, and ArcGIS applications. Then the writer compares the altitude data from GPS and contour maps by 20 points using Wilcoxon Signed Rank average result test. The calculation using the average results test obtained that the p-value value (0.00015) smaller than the alpha value (0.05) then the resulting data does not have a strong relationship between GPS data and contour data, so both data are less supportive to be used as a high predictor of the actual elevation to be used in Long Pahangai II village. This research suggests further research using various other applications to improve the better accuracy results in the use of drone photos.

Keywords: Drone Photo Data, GPS, Long Pahangai II Area, Contour Map

ABSTRAK

Kabupaten Mahakam Ulu merupakan hasil pemekaran dari kabupaten Kutai Barat pada tahun 2013, memiliki penduduk sebanyak 45.057 jiwa yang tersebar di lima kecamatan dan 50 kampung serta memiliki wilayah darat seluas 15.315 km². Kampung Long Pahangai II adalah salah satu kampung yang berada di kecamatan Long Pahangai kabupaten Mahakam Ulu yang memiliki luas sebesar ± 4.732 Ha. Penduduk kampung Long Pahangai II berjumlah 254 jiwa yang terdiri dari 135 pria dan 119 wanita yang tersebar di 2 RT. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat peta kontur menggunakan data foto *drone* yang diperoleh dari PT Raja Borneo Abadi sebagai data dan informasi pendukung pembangunan rencana pemukiman baru kampung Long Pahangai II kecamatan Long Pahangai kabupaten Mahakam Ulu. Metode yang digunakan adalah pengambilan titik ketinggian menggunakan GPS dan melakukan proses pembuatan peta kontur menggunakan aplikasi *FastStone Photo Resizer*, *Agisoft Metashape*, *PCI Geomatica* dan ArcGIS serta membandingkan data ketinggian dari GPS dan peta kontur sebanyak 20 titik menggunakan uji hasil beda rata-rata *Wilcoxon Signed Rank*. Namun demikian, perhitungan menggunakan uji hasil beda rata-rata didapatkan bahwa nilai *p-value* (0,00015) jauh lebih kecil dari nilai alpha (0,05) kemudian data yang dihasilkan tidak memiliki hubungan yang kuat antara data GPS dan data kontur, sehingga kedua data tersebut kurang mendukung untuk digunakan sebagai prediktor tinggi elevasi sebenarnya yang akan digunakan di kampung Long Pahangai II. Penelitian ini menyarankan penelitian lanjutan dengan menggunakan berbagai aplikasi lainnya untuk meningkatkan hasil ketelitian yang lebih baik dalam penggunaan foto *drone*.

Kata Kunci: Data Foto *Drone*, Kampung Long Pahangai II, Peta Kontur

PENDAHULUAN

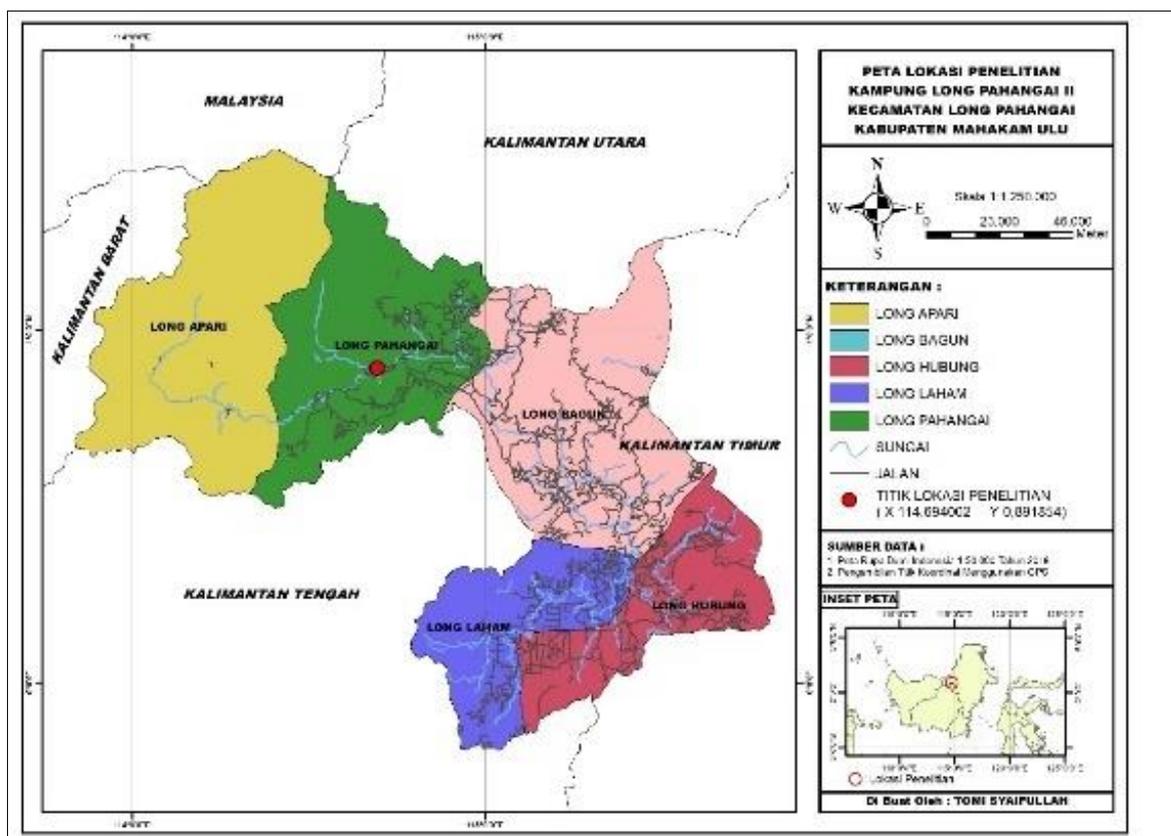
Peta secara sederhana didefinisikan sebagai gambar wilayah yang dimana informasi diletakkan dalam bentuk simbol-simbol. Perkembangan peta sendiri didasari pada kebutuhan manusia yang semakin banyak macamnya mulai dari peta biasa, peta topografi dan peta kontur. Peta kontur yang di dalamnya memuat garis kontur yang banyak dipergunakan dibidang rekayasa perencanaan perkotaan dan regional, manajemen lingkungan, kontruksi, konservasi, pertanian, geologi hingga pembangunan rel kereta api yang dibuat dengan kemiringan tertentu. Provinsi Kalimantan Timur mempunyai topografi bergelombang dari kemiringan landai hingga curam, dengan ketinggian berkisar antara 0-1.500 m di atas permukaan laut. Kondisi topografi tersebut sangat berpengaruh terhadap peluang budidaya suatu jenis komoditi, potensi dan persediaan air, dinamika hidrologi dan kerentanan terhadap erosi. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2013 tentang pembentukan kabupaten Mahakam Ulu di provinsi Kalimantan timur, kabupaten Mahakam Ulu merupakan hasil pemekaran dari kabupaten Kutai Barat. Secara fisiografis, kabupaten Mahakam Ulu mempunyai wilayah pegunungan di perbatasan sebelah utara yang membujur dari utara ke selatan. Luas kabupaten Mahakam Ulu adalah 15.315 km² dan memiliki penduduk sebanyak 45.057 jiwa yang tersebar di lima kecamatan dan lima puluh desa. Kecamatan Long Pahangai adalah satu dari lima kecamatan di kabupaten Mahakam Ulu. Secara administrasi, wilayah kecamatan Long Pahangai terbagi menjadi 13 kampung, dan satu diantaranya adalah kampung Long Pahangai II yang diketahui belum memiliki rencana tata ruang pembangunan kampung mengingat kampung ini baru terjadi pemekaran. Dari sisi lokasi permukiman, kampung Long Pahangai I dan kampung Long Pahangai II tinggal berbaur dalam satu areal permukiman tanpa batas – batas yang jelas meskipun secara administratif wilayah kampung Long Pahangai II terpisah dari kampung Long Pahangai I. Untuk itu, petinggi atau kepala kampung Long Pahangai II dalam Musyawarah Perencanaan Pembangunan Tingkat Kampung telah merencanakan pembuatan dokumen RTR (Rencana Tata Ruang). Dalam hal ini petinggi atau kepala kampung Long Pahangai II sepakat menggunakan pihak ketiga dan memilih PT Raja Borneo Abadi selaku konsultan pembuatan dokumen RTR (Rencana Tata Ruang).

Untuk menyusun dokumen RTR kampung yang baik, perlu didukung dengan ketersediaan data dan informasi yang terbaru dan bersifat lokal baik kondisi biogeofisik maupun sosial, ekonomi dan budaya masyarakat. Dengan kondisi fisiografi kampung Long Pahangai II yang berbukit-bukit, dukungan data topografi menjadi penting untuk menyusun dokumen RTR kampung ini. Keberadaan data topografi ini diharapkan dapat memastikan pembangunan infrastruktur di Kampung Long Pahangai II terhindar dari kondisi kelerengan yang tidak ideal (curam). Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat peta kontur kampung Long Pahangai II dengan memanfaatkan data foto *drone* yang diperoleh dari PT Raja Borneo Abadi dan menguji data elevasi atau ketinggian yang diperoleh dari data kontur hasil pengolahan foto *drone* dengan data elevasi dari GPS.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di kampung Long Pahangai II, kecamatan Long Pahangai, kabupaten Mahakan Ulu yang terletak pada posisi 114° 62' - 114° 72' Bujur Timur dan 0° 86' - 0°95' Lintang Utara.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan antara lain GPS seri Garmin, laptop/komputer, aplikasi *FastStone Photo Resizer*, aplikasi *Agisoft Metashape*, aplikasi *PCI Geomatica*, dan aplikasi *ArcMap GIS*. Bahan yang digunakan antara lain foto *drone* kawasan kampung Long Pahangai II yang diperoleh dari PT Raja Borneo Abadi selaku konsultan pembuat dokumen RTR kampung Long Pahangai II, file *Digital Terrain Model* untuk membuat data kontur, file *Orthomosaic* berformat, tiff untuk membuat peta kontur, titik ketinggian dari GPS untuk validasi ketinggian peta dari foto *drone*, dan peta administrasi kabupaten Mahakam Ulu.

Prosedur Penelitian

a. Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan kegiatan untuk mencari dan mempelajari teori-teori berupa hasil-hasil penelitian terdahulu maupun keterangan lisan dari berbagai sumber yang relevan sesuai dengan topik penelitian yang telah diteliti.

b. Orientasi Lapangan

Orientasi lapangan merupakan kegiatan yang dilakukan di lapangan dengan tujuan untuk mencari dan mempelajari situasi dan kondisi tempat/daerah yang telah diteliti.

c. Tahap Pengumpulan Data

Pengambilan titik ketinggian secara langsung di kawasan kampung Long Pahangai II menggunakan GPS seri Garmin yang bertipe 76csx. Pertimbangan untuk menentukan titik GPS adalah:

- 1) Menentukan titik rencana pembangunan infrastruktur yang berada pada lembah, puncak bukit/gunung serta simpang jalan sebanyak 20 titik.
- 2) Aksesibilitas yang mudah dijangkau.

3) Konfigurasi lahan.

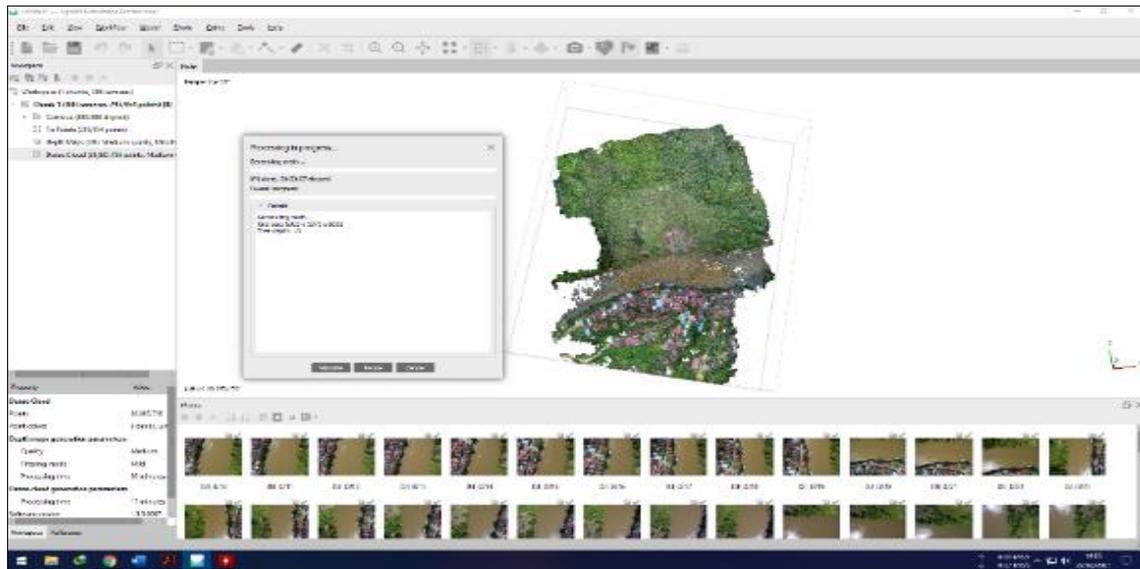
Data foto *drone* sebagian kampung Long Pahangai II yang diperoleh dari PT Raja Borneo Abadi yang telah melakukan pengambilan foto udara pada tanggal 9 Desember 2019 sebagaimana ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 2. Foto udara *drone* kampung Long Pahangai II

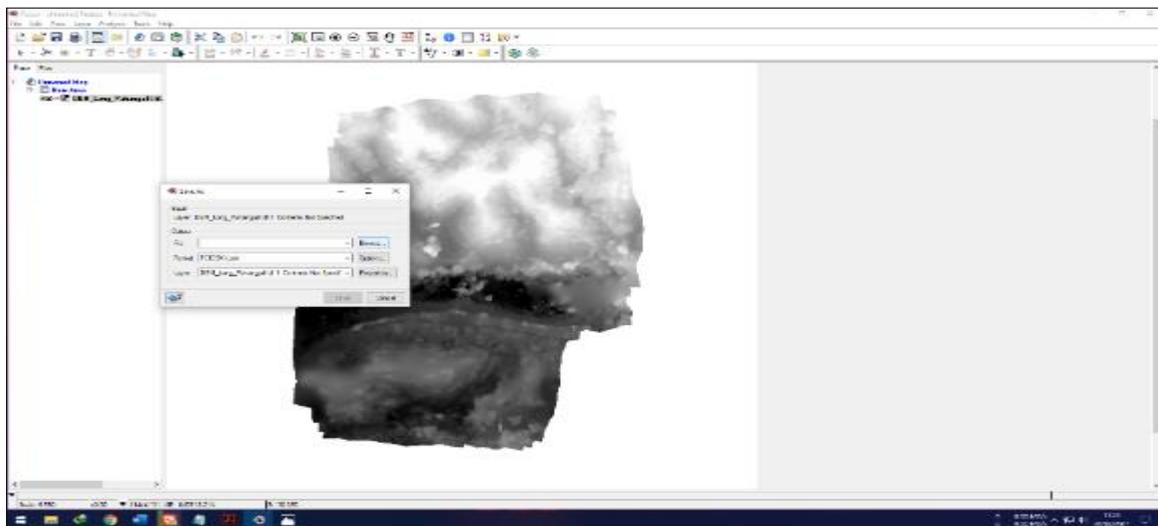
d. Pengolahan Data Foto Drone

Proses pertama pengolahan foto *drone* adalah merubah ukuran kapasitas gambar menggunakan aplikasi *FastStone Photo Resizer*. Selanjutnya foto udara tersebut diolah menggunakan aplikasi Agisoft Metashape yang bertujuan untuk pengelolaan data fotogrametri gambar digital dan menghasilkan data spasial untuk selanjutnya digunakan kedalam aplikasi GIS lainnya sebagaimana terlihat pada gambar berikut.



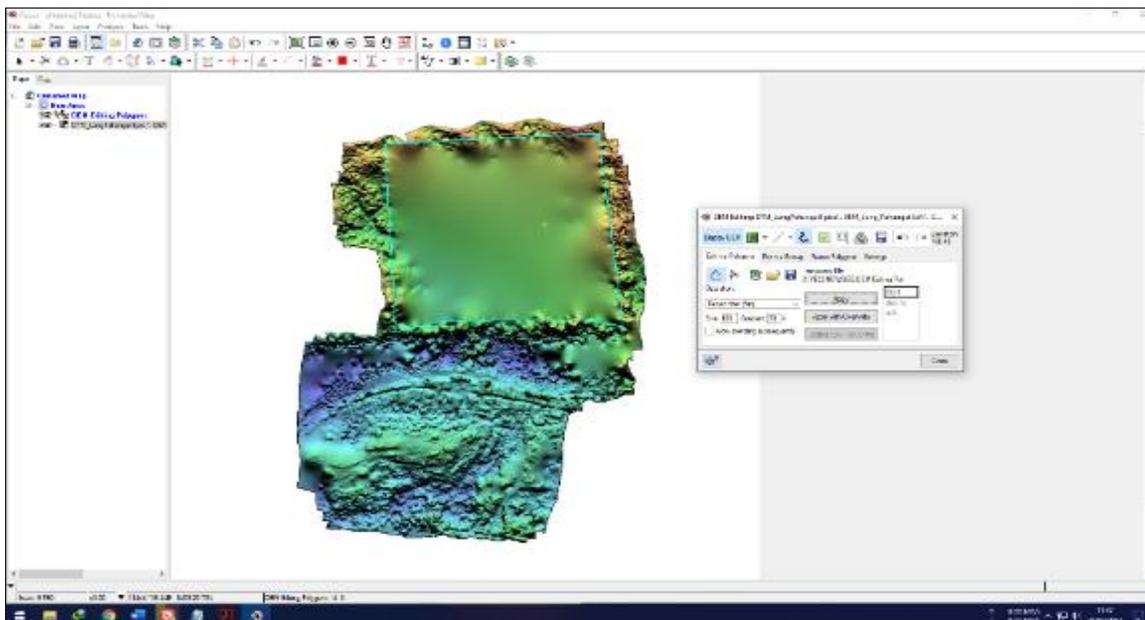
Gambar 3. Proses *Build Mesh* bertujuan untuk membangun model 3D

Proses selanjutnya adalah mengubah data dari hasil proses *Build DEM (Digital Elevation Model)* menjadi data *Digital Terrain Model (DTM)*, yang artinya data ketinggian tempat sudah tidak menghitung objek-objek di atas permukaan tanah menggunakan aplikasi *PCI Geomatica*.



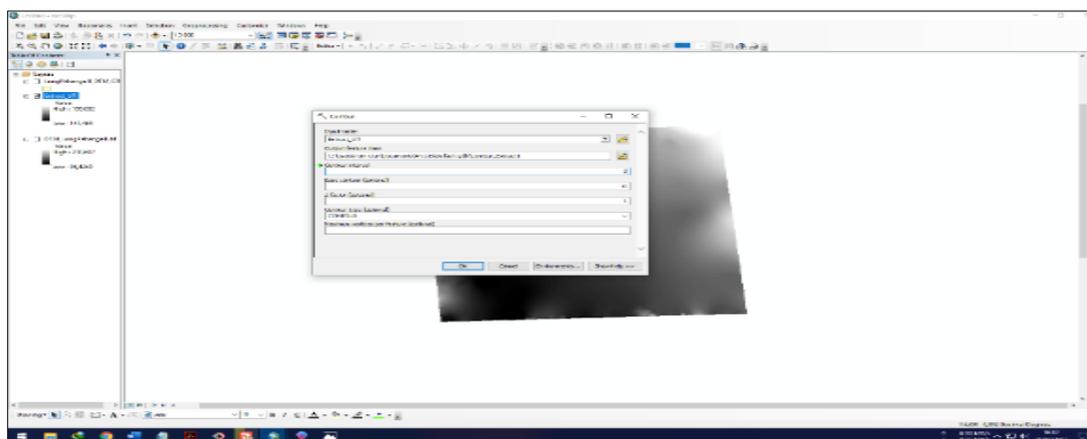
Gambar 4. Proses merubah data dari proses *Build DEM*

Dilanjutkan proses digitasi objek/areal yang rencananya akan dibuat areal kawasan pemukiman kampung Long Pahangai II dan proses ini bertujuan untuk menghilangkan objek objek diatas permukaan tanah menggunakan tools yang bernama *Terrain Filter (Flat)* pada aplikasi *PCI Geomatica*.



Gambar 5. Terlihat kenampakan pada proses perubahan data dari hasil *Build DEM* menjadi data DTM (*Digital Elevation Model*) ditandai dengan gambar yang blur

Setelah hasil data dari proses *Build DEM* telah dirubah menjadi data DTM (*Digital Terrain Model*) menggunakan aplikasi *PCI Geomatica*, selanjutnya data tersebut diolah menggunakan aplikasi *ArcGIS* untuk menghasilkan peta kontur Kampung Long Pahangai II. Peta kontur dibuat dengan interval 2 m menggunakan *tools* yang bernama *Contour* pada aplikasi *ArcGIS*. Setelah data kontur didapatkan, proses selanjutnya adalah menumpangsusunkan data kontur ke dalam data *Orthomosaic*. *Orthomosaic* adalah foto udara yang telah dikoreksi geometrik menggunakan data *Digital Elevation Model* sehingga dapat dimanfaatkan untuk pembuatan peta kontur (Krisologus, 2019).



Gambar 6. Pembuatan data kontur dengan interval 2 m menggunakan aplikasi *ArcGIS*

Kemudian Data Elevasi dari data kontur yang dibuat dengan interval 2 m menggunakan *tools* yang bernama *Contour* ditabulasikan ke dalam tabel berikut. Koordinat titik ditulis dalam format geografis (lintang dan bujur) dengan satuan derajat desimal (ddd,dddddd).

Tabel 1. Contoh tabel pengukuran ketinggian dari data kontur

No Titik	Koordinat		Elevasi (m dpl)
	X	Y	

e. Pengolahan Data Elevasi GPS

Data Elevasi dari GPS ditabulasikan ke dalam Tabel 2. Koordinat titik ditulis dalam format geografis (lintang dan bujur) dengan satuan derajat desimal (ddd,dddddo).

Tabel 2. Contoh tabel pengukuran ketinggian elevasi menggunakan GPS

No Titik	Koordinat		Elevasi (m dpl)
	X	Y	

Analisis Data

Setelah foto *drone* selesai diolah dan menjadi peta kontur, proses selanjutnya adalah menumpangsusunkan peta kontur dengan titik elevasi dari GPS dan menyusunnya ke dalam tabel untuk kemudian dilakukan uji beda rata-rata *Wilcoxon Signed Rank* terhadap 20 titik elevasi. Uji *Wilcoxon Signed Rank* merupakan uji statistik nonparametrik yang digunakan untuk membandingkan rata-rata dua kelompok sampel data yang tidak berdistribusi normal (Stephanie, 2020). Hasil uji *Wilcoxon Signed Rank* akan memutuskan apakah data elevasi dari GPS dan peta kontur dari lokasi pengukuran dianggap sama atau berbeda. Hipotesis awal adalah data elevasi keduanya akan bernilai sama secara statistik. Rumus perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$z = \frac{W - \frac{n(n + 1)}{4}}{\sqrt{\frac{n(n + 1)(2n + 1)}{24}}}$$

Nilai z yang diperoleh dari rumus di atas kemudian dikonversi ke nilai probabilitas (*p-value*) menggunakan Microsoft Excel dengan rumus sebagai berikut:

$$p\text{-value} = \text{norm.s.dist}(z, \text{true})$$

Nilai *p-value* selanjutnya dibandingkan dengan level signifikansi (*alpha*) yang dipilih sebesar 5% (0,05).

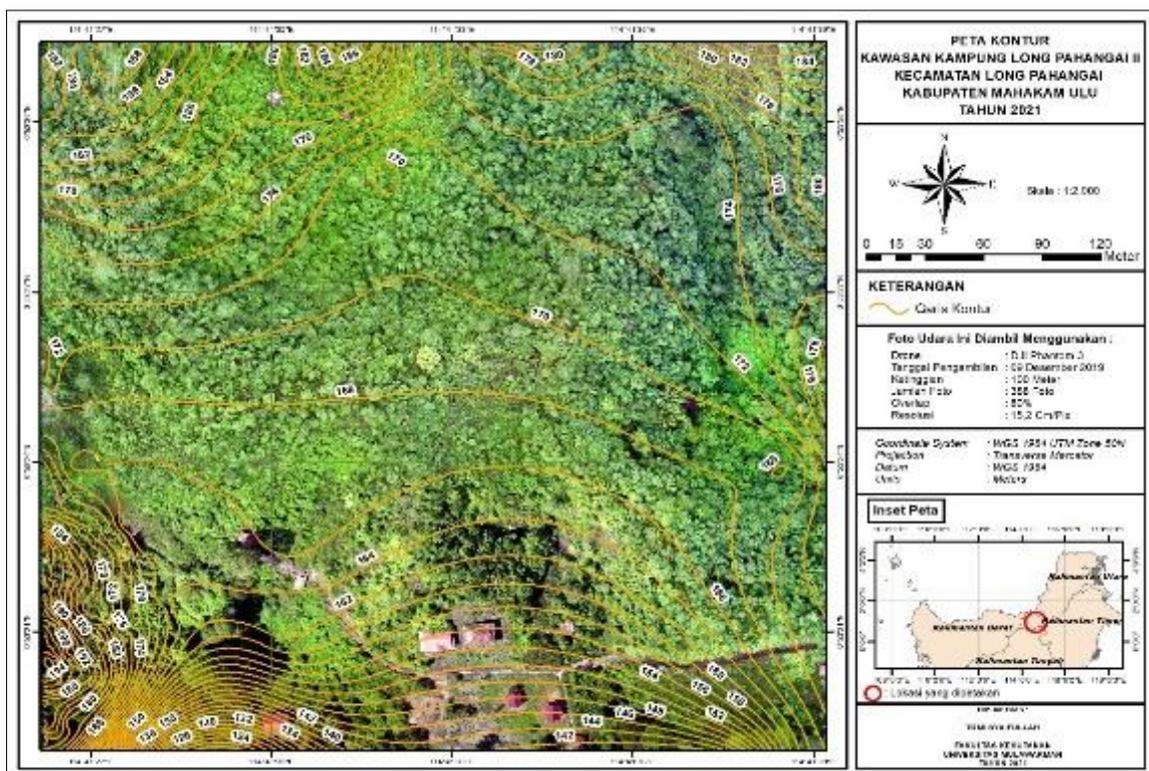
Apabila nilai *p-value* lebih kecil dari nilai *alpha* (0,05) maka kedua sampel data elevasi yang diuji dapat disimpulkan berbeda nyata secara statistik. Sebaliknya apabila nilai *p-value* lebih besar dari nilai *alpha* (0,05) maka kedua data yang diuji tidak berbeda nyata. Di dalam penelitian ini diharapkan nilai elevasi dari data GPS dan data *Digital Terrain Model* yang didapat dari pengolahan foto *drone*, tidak berbeda nyata dikarenakan pengukuran dilakukan pada objek penelitian yang sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Data Foto Drone

Hasil foto udara yang didapatkan dari PT Raja Borneo Abadi dengan proses pengambilan foto menggunakan *drone DJI Phantom 3* pada ketinggian 100 meter, dengan jumlah 388 foto menghasilkan gambar permukaan bumi dengan resolusi 0,152 meter. Hasil peta kontur dari proses pengolahan data

foto *drone* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 7. Peta kontur kawasan kampung Long Pahangai II dengan luas ± 16,45 Hektar

Pengolahan Data Elevasi GPS

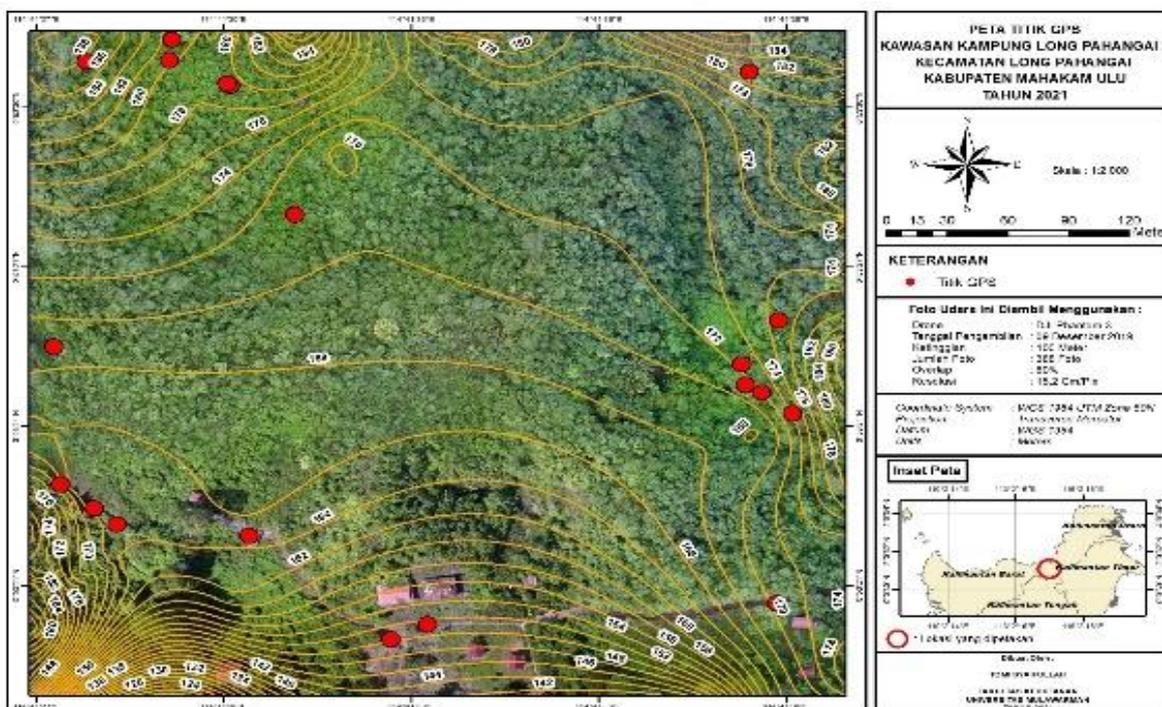
Berdasarkan hasil pengumpulan titik di lapangan menggunakan GPS, terdapat 20 titik yang ditabulasikan dengan tabel berikut.

Tabel 3. Pengukuran Ketinggian Elevasi Menggunakan GPS

No Titik	Koordinat		Elevasi GPS (m dpl)
	X	Y	
1	114,694194	0,890067	146,49
2	114,694056	0,890175	146,00
3	114,693984	0,890216	147,93
4	114,693967	0,890325	147,69
5	114,694133	0,890553	146,97
6	114,694002	0,891854	171,25
7	114,691695	0,89178	143,85
8	114,691679	0,891792	145,30
9	114,691053	0,891906	173,17
10	114,691423	0,891914	143,84
11	114,691436	0,892021	145,30
12	114,69091	0,890416	143,85
13	114,691981	0,891106	147,22
14	114,690939	0,889695	145,28
15	114,691089	0,88957	146,25

No Titik	Koordinat		Elevasi GPS (m dpl)
	X	Y	
16	114,69119	0,889487	145,78
17	114,691777	0,889425	149,37
18	114,692408	0,888885	158,74
19	114,69257	0,888963	161,15
20	114,694122	0,889074	160,18

Nilai ketinggian tertinggi terletak pada koordinat X 114,691053 dan Y 0,891906 dengan nilai ketinggian mencapai 173,174683 m dengan keterangan fisik berupa puncak gunung, sedangkan nilai ketinggian terendah terletak pada koordinat X 114,691423 dan Y 0,891914 dengan nilai ketinggian mencapai 143,841919 m dengan kondisi fisik berupa ladang warga. Terdapat sumber mata air yang terletak pada ketinggian 145,764526 m memiliki koordinat X 114,691436 dan Y 0,892021. Pada data ketinggian yang diambil oleh GPS, ketinggian rata-rata yang dihasilkan adalah 150,2497743 m.



Gambar 8. Sebaran 20 titik GPS yang merekam lokasi dan elevasi pada setiap titik yang diamati

Data Elevasi dari data Kontur

Berdasarkan hasil pembuatan peta kontur menggunakan aplikasi ArcGIS, terdapat 20 titik data kontur yang ditabulasikan dengan tabel berikut.

Tabel 4. Data Ketinggian Berdasarkan Data Kontur

No Titik	Koordinat		Ketinggian dari data kontur (m dpl)
	X	Y	
1	114,694194	0,890067	174
2	114,694056	0,890175	172
3	114,693984	0,890216	172

No Titik	Koordinat		Ketinggian dari data kontur (m dpl)
	X	Y	
4	114,693967	0,890325	172
5	114,694133	0,890553	176
6	114,694002	0,891854	180
7	114,694194	0,890668	172
8	114,691679	0,891792	174
9	114,691053	0,891906	188
10	114,691423	0,891914	166
11	114,691436	0,892021	180
12	114,69091	0,890416	176
13	114,691981	0,891106	172
14	114,690939	0,889695	170
15	114,691089	0,88957	150
16	114,69119	0,889487	152
17	114,691777	0,889425	152
18	114,692408	0,888885	151
19	114,69257	0,888963	158
20	114,694122	0,889074	165

Hasil Uji Beda Rata-Rata

Tujuan dilakukan uji beda rata-rata *Wilcoxon Signed Rank* adalah untuk membandingkan rata-rata elevasi dari data GPS dan data kontur yang telah dibuat. Uji ini menggunakan 20 titik pengukuran yang ditabulasikan seperti disajikan pada tabel dibawah ini. Secara manual uji *Wilcoxon Signed Rank* dimulai dengan menghitung selisih data elevasi GPS dan data kontur pada setiap titik pengukuran.

Tabel 5. Perbandingan Selisih Data GPS dan Data Kontur

Titik Koordinat		Data GPS	Data kontur	Selisih
X	Y	(m dpl)	(m dpl)	(m dpl)
114,694194	0,890067	146,49	174	27,51
114,694056	0,890175	146,00	172	26,00
114,693984	0,890216	147,93	172	24,07
114,693967	0,890325	147,69	172	24,31
114,694133	0,890553	146,97	176	29,03
114,694002	0,891854	171,25	180	8,75
114,691695	0,89178	143,85	172	28,15
114,691679	0,891792	145,30	174	28,70
114,691053	0,891906	173,17	188	14,83
114,691423	0,891914	143,84	166	22,16
114,691436	0,892021	145,30	180	34,70
114,69091	0,890416	143,85	176	32,15
114,691981	0,891106	147,22	172	24,78
114,690939	0,889695	145,28	170	24,72
114,691089	0,88957	146,25	150	3,75
114,69119	0,889487	145,78	152	6,22
114,691777	0,889425	149,37	152	2,63

Titik Koordinat		Data GPS	Data kontur	Selisih
X	Y	(m dpl)	(m dpl)	(m dpl)
114,692408	0,888885	158,74	151	-7,74
114,69257	0,888963	161,15	158	-3,15
114,694122	0,889074	160,18	165	4,82

Setelah diketahui selisih jarak antara data elevasi dari GPS dan data kontur, selanjutnya adalah membuat tabel peringkat dari nilai selisih terkecil hingga nilai selisih terbesar dan ditabulasikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 6. Tabel Peringkat Nilai Selisih Terkecil Hingga Terbesar

Peringkat	Selisih (m dpl)	Keterangan
1	2,63	plus
2	3,15	minus
3	3,75	plus
4	4,82	plus
5	6,22	plus
6	7,74	minus
7	8,75	plus
8	14,83	plus
9	22,16	plus
10	24,07	plus
11	24,31	plus
12	24,72	plus
13	24,78	plus
14	26,00	plus
15	27,51	plus
16	28,15	plus
17	28,70	plus
18	29,03	plus
19	32,15	plus
20	34,70	plus

Dari tabel peringkat nilai selisih terkecil hingga terbesar di atas, selanjutnya dihitung nilai jumlah rangking dari selisih yang bernilai positif maupun yang bernilai negatif (W). Hasil perhitungan W adalah sebagai berikut:

$$W- = 2 + 6 = 8$$

$$W+ = 1 + 3 + 4 + 5 + 7 + 8 + 9 + 10 + 11 + 12 + 13 + 14 + 15 + 16 + 17 + 18 + 19 + 20 = 202$$

Dengan memasukkan nilai W terkecil yakni $W- = 8$ dan nilai $n = 20$ pada rumus perhitungan maka nilai z diperoleh sebagaimana perhitungan berikut ini.

$$\begin{aligned} Z &= \frac{8 - \frac{20 \times 21}{4}}{\sqrt{\frac{20 \times 21 \times 41}{24}}} = \frac{8 - 105}{\sqrt{717,5}} \\ &= \frac{8 - 105}{26,78} \\ &= \frac{-97}{26,78} \\ &= -3,6221 \end{aligned}$$

Nilai $z = -3,6221$ selanjutnya dikonversi menjadi nilai probabilitas (p -value) menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* dan diperoleh nilai p -value = 0,000146. Selanjutnya nilai p -value tersebut dibandingkan dengan level signifikansi ($Alpha$) yang dipilih sebesar 5% (0,05). Karena nilai p -value (0,000146) jauh lebih kecil dari $alpha$ (0,05), maka data elevasi dari data GPS dan data kontur disimpulkan berbeda sangat nyata pada level signifikansi 5%. Sehingga data GPS dan data kontur tidak dapat digunakan sebagai prediktor tinggi elevasi sebenarnya di kampung Long Pahangai II. Hal ini disebabkan bahwa adanya sumber kesalahan/*Error Resources* yang kemungkinan berpotensi dari berbagai macam sumber, potensi error dalam penelitian ini disebabkan oleh beberapa faktor, seperti pengaruh GPS dan data *drone*.

Error GPS disebabkan karena tidak adanya proses kalibrasi altimeter terhadap GPS yang digunakan dalam pengambilan titik, sehingga pada saat GPS berada dilokasi kampung Long Pahangai II, ketinggian yang dideteksi oleh sensor altimeter menjadi kurang akurat. Posisi GPS yang berada dibawah tajuk dan benda tinggi lainnya membuat GPS tidak dapat menerima sinyal dari satelit secara optimal karena efek pantulan (*Multipath*). Pengaruh pengolahan data (kompresi) terhadap hasil foto *drone* sebanyak 25% menggunakan *software FastStone Photo Resizer* mengakibatkan resolusi menjadi menurun sehingga data kontur yang dihasilkan menjadi kurang akurat. Proses kompresi dilakukan sebanyak 25% yang bertujuan untuk membantu laptop/komputer yang digunakan untuk mengolah data dengan lancar dikarenakan proses pengolahan foto *drone* membutuhkan spesifikasi laptop/komputer yang tinggi.

Sementara *error* yang dihasilkan dari data *drone* disebabkan karena pengambilan gambar melalui *drone* dengan tipe *DJI Phantom 3 Professional (Multicopter)* menggunakan rencana jalur terbang merupakan metode *Timer Shoot*, sehingga pada saat *drone* terkena angin, *drone* menjadi lebih tidak stabil dan membuat sensor Accelerometer (Sensor untuk mengukur kecepatan) menjadi terganggu dan dapat membuat foto yang diambil bisa saja menumpuk atau jarak foto yang dihasilkan menjadi renggang (Pamungkas, 2018). Pengaruh angin juga dapat mengganggu sensor barometer (Sensor tekanan untuk mengukur ketinggian *drone*) yang bersumber pada acuan tinggi permukaan tanah. Sehingga pada saat pengambilan foto *drone*, level ketinggian yang diberi batas oleh sensor barometer pada ketinggian tertentu menjadi terganggu, akibatnya data ketinggian dari *drone* pada saat pengambilan foto menjadi tidak akurat (Lema, 2016). Serta hal lain yang dapat menghasilkan sumber *error* adalah cuaca, cuaca cerah dan tidak berawan dapat membantu hasil foto *drone* menjadi lebih baik sehingga pencahayaan alami diperlukan untuk menghasilkan foto yang tajam dan jernih. Kemungkinan sumber potensi *error* tersebut mengakibatkan hasil pengukuran elevasi dari data GPS dan data kontur menjadi berbeda secara statistik sedangkan pengambilan data dilakukan pada objek yang sama (topografi yang sama).

KESIMPULAN

Peta kontur dapat dihasilkan dari foto *drone* setelah diolah menggunakan beberapa aplikasi dan dapat digunakan untuk menghasilkan data topografi pada skala lokal yang berguna untuk keperluan perencanaan, pemanfaatan, dan penggunaan ruang di tingkat desa atau kampung. Hasil uji statistik beda rata-rata *Wilcoxon Signed Rank* menyimpulkan bahwa data elevasi GPS dan elevasi dari data kontur

berbeda nyata karena memiliki selisih yang cukup lebar. Hal ini diperkirakan karena adanya sumber kesalahan dari GPS maupun data *drone*.

Sebelum melakukan pengambilan data ketinggian menggunakan *drone*, sebaiknya dilakukan proses GCP dan ICP. Perlu penelitian lanjutan terkait data foto *drone* untuk pemanfaatan dalam pengelolaan yang lebih baik serta perlu dilakukannya kalibrasi GPS yang akan digunakan dalam penelitian lanjutan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada PT. Raja Borneo Abadi selaku konsultan yang telah memfasilitasi segala bentuk data dan materi.

DAFTAR PUSTAKA

- Admoko D. 2015. Kajian Pembuatan DEM Menggunakan *Software Agisoft* dan *Pix4DMapper* dari data pemotretan Uav, Institut Teknologi Nasional. Malang. Tersedia pada <http://eprints.itn.ac.id/1294/2/Jurnal%20Dwi%20Admoko.pdf>. Diakses pada tanggal 24 Maret 2021.
- Alfeno S, Devi C. 2017. Implementasi *Global Positioning System* (GPS) dan *Location Based Service* (LSB) pada Sistem Informasi Kereta Api untuk Wilayah Jabodetabek. Hlm. 28. Tersedia pada <https://journal.stmikglobal.ac.id/index.php/sisfotek/article/viewFile/146/150>. Diakses pada tanggal 24 Juni 2021.
- Amiruddin A. 2012. Praktikum *PCI Geomatics* – Triangulasi Fotogrametri. Tersedia pada <https://aliamirrudin.wordpress.com/2012/06/27/praktikum-pci-geomatics-triangulasi-fotogrametri/an-dsm-dem-dan-dtm-dalam-model-digital-muka-bumi/>. Diakses pada tanggal 24 Maret 2021.
- Aronoff S. 1989. *Geographic Information System a Management Perspective* (Terjemahan). WDL Publication. Ottawa, Canada.
- Ashadi I. 2018. Sejarah Kalimantan Timur. Tersedia pada <https://wartawisata.id/2018/05/22/kalimantan-timur/>. Diakses pada tanggal 22 Juli 2020.
- Barnard Microsystems Limited. 2011. *Developing Unmanned Aircraft System to benefit Mankind*.
- Fidera MMA, Ihsan M. 2020. Pemanfaatan Fotogrametri Untuk Model 3 Dimensi dengan Visualisasai Menggunakan Teknologi Augmented Reality (AR). *Jurnal ENMAP*, 1(2). Hlm 67-77. Tersedia pada [https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/ENMAP/article /view/28170/16442](https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/ENMAP/article/view/28170/16442). Diakses pada tanggal 10 Februari 2021.
- Mardiyadi Z. 2020. Pelatihan Pemetaan Menggunakan *Drone* Tingkat Dasar, Papua Mapping Center, Manokwari. Papua Barat.
- Mardiyadi Z. 2020. Pemetaan Menggunakan Pesawat Tanpa Awak (UAV/*Drone*). Laboratorium GIS Fakultas Kehutanan Universitas Papua. Papua.
- Muhajir A. 2011. Pengertian Foto Udara dan Fotogrametri. Tersedia pada <https://belajargeomatika.wordpress.com/2011/06/15/interpretasi-foto-udara/>. Diakses pada tanggal 24 Maret 2021.
- Nurdian W. 2019. Pengertian peta menurut para ahli dan Badan Resmi. Tersedia pada <https://www.idebebas.com/pengertian-peta/>. Diakses pada tanggal 20 Juli 2020.

PENGARUH PEMBERIAN BIOCHAR DAN BOKASHI TERHADAP PERTUMBUHAN JELAI (*Coix lacryma-jobi* L.) PADA LAHAN REHABILITASI PASCA TAMBANG BATUBARA DI SAMARINDA KALIMANTAN TIMUR

Corina Burara, Wahjuni Hartati*, Syahrinudin

Lab. Budidaya Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jalan Ki Hajar Dewantara, PO Box 1013, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, 75119

E-mail: wahyunihartati@yahoo.com

ABSTRACT

Post-mining land that has been reclaimed should be re-used immediately. Nutrients in post-mining soil are certainly not as intact as they were before. Therefore, it is necessary to provide soil amendments such as biochar and bokashi. This utilization can be done by cultivating seasonal food crops both in the KBK area and in the KBNK. Barley (*Coix lacryma-jobi* L.) is an annual food crop that grows in clumps which can be used as an alternative as a cover crop to reduce runoff and erosion. The purpose of this study was to determine the effect of different doses of biochar treatment combined with bokashi on the percentage of sprouts, number of leaves, percent live and biomass of barley (*Coix lacryma-jobi* L.) and evaluate the growth of barley plants on post-coal mining land with its growth on land. other. This study was designed using a completely randomized design pattern consisting of 1 factor, namely the provision of biochar with 2 levels and the provision of bokashi with 1 level. The results of this study showed that the two treatments did not provide a significant difference to the growth of barley. However, a good growth rate occurred at a dose of 150gr biochar with a percentage of 10.22% germination, 102 leaves at the beginning of the observation, and 80% survival rate. The growth of barley in post-mining land in this study was not different from that of barley in other fields, this was due to the low germination of barley seeds.

Key words: Biochar, Barley (*Coix lacryma-jobi* L.), Growth

ABSTRAK

Lahan pasca tambang yang telah direklamasi sebaiknya segera dimanfaatkan kembali. Unsur hara pada tanah pasca tambang tentunya sudah tidak utuh seperti semula. Oleh karena itu perlu dilakukan pemberian pembenah tanah seperti biochar dan bokashi. Pemanfaatan tersebut dapat dilakukan dengan budidaya tanaman pangan semusim baik di areal KBK maupun di KBNK. Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) merupakan tanaman pangan semusim tumbuh dalam bentuk rumpun yang dapat dijadikan salah satu alternatif sebagai tanaman penutup tanah (*cover crop*) untuk mengurangi laju air larian dan erosi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan pemberian dosis perlakuan biochar yang dipadukan dengan bokashi terhadap persen kecambah, jumlah daun, persen hidup dan biomassa jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) dan mengevaluasi pertumbuhan tanaman jelai pada lahan pasca tambang batubara dengan pertumbuhannya pada lahan lainnya. Penelitian ini dirancang dengan menggunakan pola Rancangan Acak Lengkap terdiri dari 1 faktor yaitu pemberian biochar dengan 2 taraf dan pemberian bokashi dengan 1 taraf. Hasil dari penelitian ini menunjukkan jika pada kedua perlakuan tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap pertumbuhan jelai. Akan tetapi angka pertumbuhan yang baik terjadi pada dosis biochar 150 g dengan angka persen kecambah 10,22%, jumlah daun 102 helai pada awal pengamatan, dan persen hidup 80%. Pertumbuhan jelai di lahan pasca tambang dalam penelitian ini tidak berbeda dibanding pertumbuhan jelai di lahan lain, hal ini disebabkan karena daya kecambah benih jelai yang kecil.

Kata Kunci: Biochar, Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.), Pertumbuhan

PENDAHULUAN

Penambangan batubara menimbulkan masalah lingkungan yang berat sehingga harus dilakukan pengelolaan lingkungan mulai dari pembersihan lahan, penanganan tanah pucuk, pengelolaan limbah, hingga reklamasi. Rona lahan pasca tambang batubara umumnya berupa timbunan material lapisan penutup dalam kondisi agregat hancur, adanya rongga-rongga pada bongkahan tanah, fragmen-fragmen batuan tercampur batubara serta kurangnya lapisan bahan organik. Di samping itu juga drainase yang sangat buruk, tanah tidak mampu memegang air, serta kondisi kepadatan tanah dan temperatur yang tinggi (Triyono dan Hartati, 2013).

Berdasarkan Peraturan Menteri ESDM Nomor 7 Tahun 2014 dan Peraturan Pemerintah Nomor 78 Tahun 2010, areal bekas pertambangan diharuskan untuk dilakukan kegiatan reklamasi yang bertujuan untuk mengembalikan keadaan lahan sesuai peruntukannya. Unsur hara pada tanah pasca tambang tentunya sudah tidak utuh seperti semula. Oleh karena itu perlu dilakukan pemberian pembenah tanah seperti biochar dan bokashi, guna memperbaiki karakteristik fisik, kimia dan biologi lahan yang bersangkutan.

Biochar berpotensi digunakan sebagai pembenah tanah karena dapat meningkatkan kadar C tanah. Selain itu, pemberian biochar dapat mempercepat perkembangan mikroba, meningkatkan serapan hara dalam tanah dan memperbaiki kesuburan tanah sehingga meningkatkan produksi tanaman. Peran biochar terhadap peningkatan produktivitas tanaman dipengaruhi oleh jumlah yang ditambahkan, terbukti pemberian sebesar 40-80 g biochar/polybag (4-8 ton biochar/ha) dilaporkan dapat meningkatkan produktivitas padi secara nyata antara 20–220% (Gani, 2010).

Bokashi adalah pupuk organik yang dihasilkan dari fermentasi bahan-bahan organik dengan memanfaatkan bantuan mikroorganisme pengurai. Hasilnya berupa pupuk padat dalam kondisi sudah terurai sehingga mengandung lebih banyak unsur hara. Bokashi juga mengandung efektif mikroorganisme yang bermanfaat untuk menekan pertumbuhan pathogen dalam tanah (Witarsa, 2018).

Lahan pasca tambang yang telah direklamasi sebaiknya segera dimanfaatkan kembali, dengan melakukan budidaya tanaman pangan semusim baik di areal KBK maupun di KBNK. Dalam hal ini jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) merupakan tanaman pangan semusim yang dapat dijadikan salah satu alternatif sebagai tanaman penutup tanah (*cover crop*). Jelai tumbuh dalam bentuk rumpun, sehingga tanaman ini dapat berperan sebagai tanaman penutup tanah (*cover crop*) di lahan pasca tambang, terutama untuk menjaga terjadinya erosi yang sering terjadi pada lahan pasca tambang. Wijayanti (2021) menyatakan jika tanaman jelai sangat cocok sebagai tanaman *cover crop*, karena dapat mengurangi laju air larian dan lebih efektif dalam pengurangan laju erosi di lapangan.

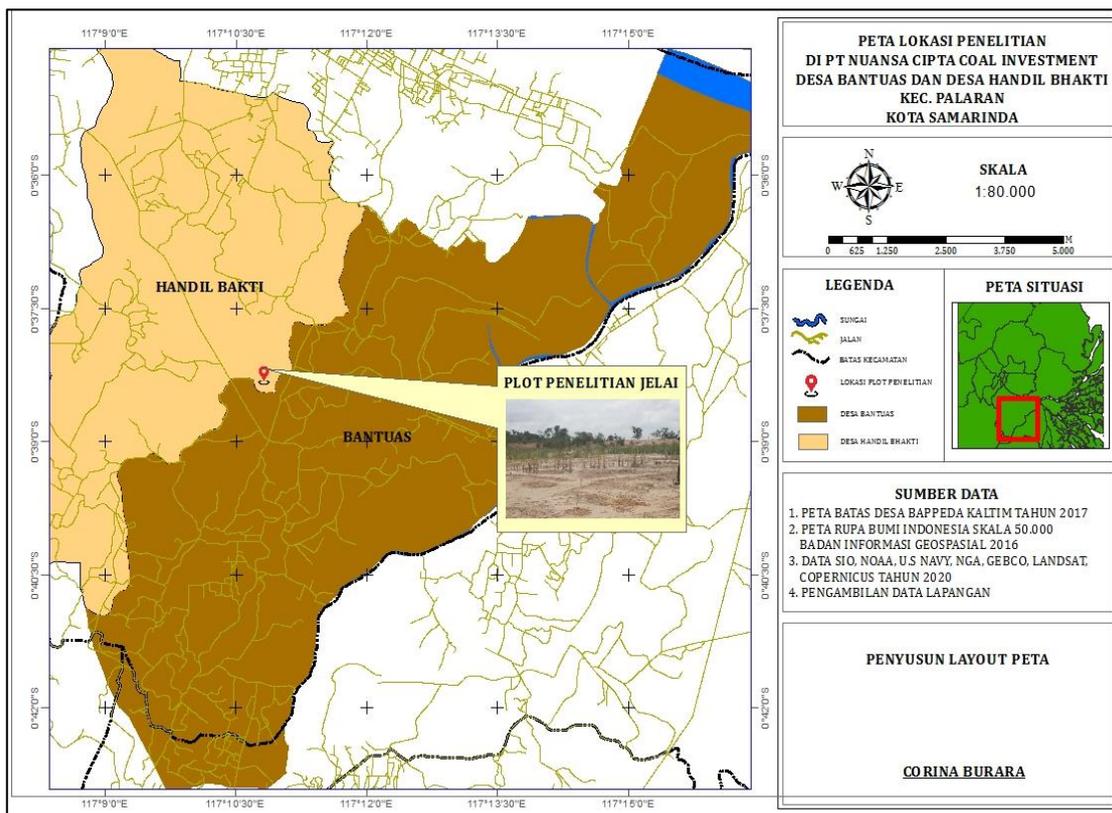
Selain itu jelai juga dapat tumbuh pada suhu yang tinggi. Ruminta dan Nurmala (2016) menyatakan jika tanaman jelai berpotensi untuk dikembangkan sebagai tanaman adaptif terhadap perubahan iklim karena tahan terhadap kekeringan ataupun tergenang air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan pemberian dosis biochar yang dipadukan dengan bokashi terhadap persen kecambah, jumlah daun, persen hidup dan biomassa jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) dan mengevaluasi pertumbuhan tanaman jelai pada lahan pasca tambang batubara dengan pertumbuhannya pada lahan lainnya.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batubara (LRPT) PT Nuansacipta Coal Investment di Kelurahan Handil Bhakti dan Bantuas, Kecamatan Palaran, Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Perusahaan ini merupakan perusahaan yang berstatus Area Penggunaan Lain, sehingga tanaman pangan seperti jelai dapat ditanam di lahan tersebut. Waktu yang diperlukan dalam

penelitian ini adalah selama kurang lebih 11 bulan efektif meliputi studi pustaka, orientasi lapangan, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data serta penyusunan skripsi. Penelitian di lapangan mulai dari bulan Desember 2018 hingga Oktober 2019.



Gambar 1. Peta Lokasi penelitian

Alat dan bahan penelitian

a. Alat penelitian

Alat yang digunakan adalah GPS, *clinometer*, oven, timbangan, laptop, kamera, meteran, cangkul, parang, Alat Tulis Kantor (ATK), spidol, tali nylon, *tally sheet*, ember, wadah sampel, tali raffia, plastik gula, gelas plastik, pita *survey*.

b. Bahan penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih jelai (*Coix lacryma-jobi* L), biochar, bokashi, pupuk npk, biomassa batang, biomassa akar, reagen.

Prosedur Penelitian

a. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk memperoleh informasi dan data yang bersumber dari literatur yang ada seperti buku-buku, jurnal maupun masukan-masukan dari berbagai sumber untuk menunjang penelitian.

b. Orientasi Lapangan

Orientasi lapangan dilakukan untuk melihat secara langsung kondisi di lapangan agar dapat menentukan lokasi penelitian dengan maksud sesuai dengan tujuan penelitian. Seluruh lokasi yang dipilih telah dipertimbangkan serta memperhitungkan keselamatan dan mudahnya akses menuju lokasi penelitian.

c. Penetapan Rancangan Penelitian

Penelitian dirancang dengan pola Rancangan Acak Lengkap terdiri dari 1 faktor yaitu pemberian biochar dengan 2 taraf dan pemberian bokashi dengan 1 taraf sebagai berikut:

A1 = Campuran Bokashi 50 g dan Biochar 50 g/lubang tanam

A2 = Campuran Bokashi 50 g dan Biochar 150 g/lubang tanam

Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga diperoleh sebanyak 6 petak tanam yang masing-masing terdiri dari 50 lubang tanam, sehingga total untuk seluruhnya sebanyak $6 \times 50 = 300$ lubang tanam.

Pengolahan Data

a. Persen Kecambah

Persentase daya berkecambah menunjukkan jumlah kecambah normal yang dihasilkan oleh benih pada kondisi lingkungan tertentu dalam jangka waktu yang telah ditentukan.

b. Jumlah Daun

Jumlah daun yang dihitung merupakan keseluruhan daun yang ada pada jelai dari awal penelitian dan diakhir penelitian.

c. Persen Hidup

Penentuan keberhasilan ini dilihat berdasarkan persen hidup yang didasarkan pada jumlah individu tanaman hidup (Sutiono dan Sugama, 1999 dalam Marthen, 2017) yang terdiri atas nilai $> 75\%$ = sangat baik, nilai 50% s/d 75% = baik, nilai 36% s/d 49% = sedang, nilai $< 35\%$ = gagal.

Analisa Data

a. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk menguji sebaran data apakah berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas yang digunakan adalah uji Lilifours.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh bersifat homogen atau tidak dengan rumus sebagai berikut:

$$F \text{ hitung} = \frac{\text{Varian besar}}{\text{Varian kecil}}$$

Proses perhitungan uji homogenitas digunakan taraf signifikan 5% yang berarti jika F hitung lebih kecil dari F tabel pada taraf signifikan 5% maka kedua kelompok memiliki kelompok varian yang homogen. Sebaliknya jika F hitung lebih besar dari F tabel pada taraf signifikansi 5% maka kedua kelompok memiliki kelompok varian tidak homogen.

c. Uji T

Uji t merupakan uji perbedaan rata-rata untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan secara nyata atau tidak antar perlakuan. Uji t yang digunakan adalah uji t independent sampel t-test, yang menggunakan program excel dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Menghitung simpangan baku gabungan (S) dengan rumus:

$$S^2 = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Keterangan:

S = Simpangan baku gabungan

n1 = Jumlah perlakuan 1

n2 = Jumlah perlakuan 2

S1 = Varians perlakuan 1
S2 = Varians perlakuan 2

2) Selanjutnya kita dapat menghitung t hitung dengan langkah-langkah berikut:

$$T \text{ hitung} = \frac{\bar{X}1 - \bar{X}2}{\sqrt{s^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Diketahui:

$\bar{X}1$ = Rata - rata perlakuan 1

$\bar{X}2$ = Rata - rata perlakuan 2

n1 = Total Perlakuan 1

n2 = Total Perlakuan 2

S = Simpangan baku gabungan

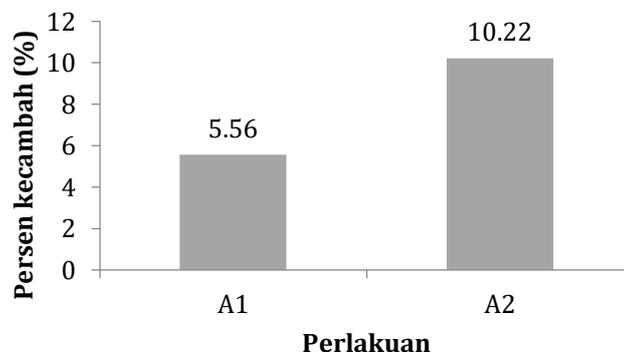
Pengambilan keputusan: Jika thitung > $t_{\text{tabel}} 0,025$ maka terdapat perbedaan yang nyata

Jika thitung < $t_{\text{tabel}} 0,025$ maka tidak terdapat perbedaan yang nyata

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persen Kecambah

Hasil pengamatan persen kecambah pada jelai dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Persentase kecambah jelai (*Coix lacryma-jobi* L) berdasarkan perbedaan perlakuan

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan pemberian dosis biochar yang berbeda terhadap persen kecambah Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) maka dilakukan uji statistik yaitu uji normalitas, uji homogenitas dan uji t, sebagai hasil ditampilkan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Uji Normalitas Persen Kecambah Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.)

Variabel	Lo	$L_{\text{tabel}} (0,05)$	Keterangan
A1	0,26	0,36	Normal
A2	0,28	0,36	

Berdasarkan hasil uji normalitas bahwa nilai Lo baik perlakuan 50 g maupun 150g L tabel dapat diartikan bahwa data dalam penelitian ini menyebar/terdistribusi normal sehingga analisis data penelitian dapat dilanjutkan dengan uji homogenitas.

Tabel 2. Uji F Persen Kecambah Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.)

Variabel	F _{hitung}	F _{tabel} (0,05)	Keterangan
A1 & A2	16,67	18,51	Homogen

Berdasarkan hasil uji homogenitas diperoleh nilai $F_{hitung} 16,6 < F_{tabel} 18,51$, maka dapat dikatakan jika data memenuhi asumsi homogenitas, sehingga dapat dilanjutkan dengan Uji T.

Tabel 3. Uji T Persen Kecambah Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.)

Variabel	T _{hitung}	F _{tabel} (0,025)	Keterangan
A1 & A2	2,25	3,18	Tidak terdapat perbedaan yang nyata

Dari hasil uji t pada Tabel 4.3. di atas dapat diketahui jika dari kedua perlakuan dosis biochar menunjukkan jika nilai $T_{hitung} 2,25 < T_{tabel} 3,18$, maka dapat dikatakan bahwa perlakuan pemberian dosis biochar yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap persen kecambah.

Walaupun hasil analisis menyatakan bahwa pengaruh pemberian dosis biochar pada persen kecambah Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) tidak memberikan perbedaan yang nyata, namun hasil dari penelitian menunjukkan bahwa persen kecambah pada perlakuan 150 g menunjukkan angka yang cukup baik dibandingkan 50 g yaitu rata-rata persentase kecambah 10,22% dengan status rendah, dan 150 g dengan rataan kecambah 5,56% dikatakan gagal. Hal ini menandakan jika perlakuan dengan dosis biochar 150 g merupakan yang paling efektif digunakan karena dengan dosis biochar 150 g benih dapat berkecambah walau dengan status yang rendah.

Tabel 4. Pengamatan Terhadap Viabilitas Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.)

Bak Semai	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Rataan
Biji Semai	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Biji Tumbuh	14	9	17	20	19	20	28	6	35	10	6	6	15,84

Keterangan: Penelitian Irwanto dkk (2017)

Dalam penelitian Irwanto dkk (2017) menyatakan bahwa perkecambahan biji jelai membutuhkan waktu 1-2 minggu, tergantung kadar air pada media tanam, jelai tidak memerlukan banyak perawatan, dalam penelitian Irwanto dkk (2017) diketahui jika dari 100 benih yang disemai yang berkecambah hanya sebanyak 28 benih.

Penelitian yang dilakukan pada lahan pasca tambang, dari 150 benih yang ditanam pada setiap sub plot jelai yang berkecambah paling banyak 17 benih. Percobaan penanaman jelai juga dilakukan dengan menggunakan media kapas dan dari 12 benih yang ditanam hanya beberapa yang berkecambah. Sehingga rendahnya nilai persen kecambah pada penelitian ini kemungkinan besar disebabkan oleh daya kecambah benih jelai yang kurang baik, serta cuaca dan suhu yang meningkat, karena pada saat penanaman sudah masuk dalam musim kemarau sehingga menghambat proses perkecambahan yang membuat benih mati sebelum berkecambah serta diduga terjadinya dormansi pada benih jelai yang membuat benih sulit berkecambah. Hal ini menandakan jika perkecambahan jelai pada lahan pasca tambang dan di lahan lainnya tidak memberikan perbedaan, dan apabila biji tidak disimpan dengan baik, maka daya viabilitasnya akan menurun dengan cepat.

Penyebab terjadinya dormansi adalah rendahnya atau tidak ada proses imbibisi air, proses respirasi tertekan atau terhambat. Marjenah (2015) menyatakan bahwa ada kalanya biji yang disemai lambat berkecambah. Bahkan tidak berkecambah sama sekali, walau media semai itu sudah cocok. Hal ini

disebabkan oleh dormansi, yaitu keadaan terbungkusnya lembaga biji oleh lapisan kulit atau senyawa tertentu.

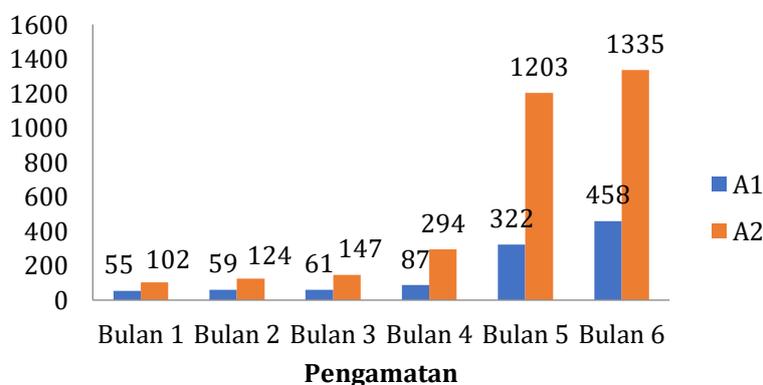
Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat dikatakan jika perlakuan yang paling baik dalam proses perkecambahan jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) adalah perlakuan dengan dosis 150 g. Hal ini serupa dengan pernyataan Prasetyo dkk (2014) yang menyatakan jika biochar dengan dosis 150 g memberikan respon pertumbuhan yang paling baik dalam pertumbuhan jagung.

Meskipun nilai persentase hidup perkecambahan masih masuk dalam kriteria keberhasilan berkecambah namun tetap saja nilainya menunjukkan rata-rata rendah. Hal ini diperkuat oleh Suriatna (1980) bahwa untuk menentukan kriteria keberhasilan perkecambahan dapat digambarkan sebagai berikut:

- 1) Perkecambahan dikatakan gagal bila persentase berkecambah berkisar antara 0% sampai 9%
- 2) Perkecambahan dikatakan rendah bila persentase berkecambah berkisar antara 10% sampai 39%
- 3) Perkecambah dikatakan cukup baik bila persentase berkecambah berkisar anantara 40% sampai 69%
- 4) Perkecambahan dikatakan baik bila persentase berkecambah berkisar antara 70% sampai 100%.

Jumlah Daun

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan selama penelitian pada penambahan jumlah daun Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) dengan 2 perlakuan yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Persentase jumlah daun jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) berdasarkan perbedaan perlakuan

Berdasarkan diagram batang tersebut, dapat dilihat bahwa jelai dengan perlakuan yang berbeda menunjukkan angka yang berbeda juga. Pada awal pengamatan, jumlah daun pada perlakuan biochar 50 g memiliki 55 helai daun dan pada perlakuan biochar 150 g memiliki 102 helai daun. Dari diagram di atas hasil menunjukkan perlakuan 150 g memiliki nilai jumlah daun yang cukup baik pada bulan ke 2 yaitu menjadi 124 helai, kemudian pada perlakuan 50 g memiliki nilai jumlah daun yang kurang yaitu menjadi 59 helai.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang berbeda terhadap jumlah daun jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) maka dilakukan uji statistik menggunakan uji homogenitas, uji normalitas untuk mengetahui data bersifat normal atau tidak sehingga selanjutnya dapat dilakukan uji T, sebagai hasil ditampilkan pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Uji F Jumlah Daun Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) di setiap bulannya

Bulan	Variabel	F _{hitung}	F _{tabel (0,05)}	Keterangan
1	A1 & A2	9,56	18,51	Homogen
2	A1 & A2	3,55	18,51	Homogen
3	A1 & A2	1,68	18,51	Homogen
4	A1 & A2	17,8	18,51	Homogen
5	A1 & A2	1,13	18,51	Homogen
6	A1 & A2	1,97	18,51	Homogen

Tabel 6. Uji Normalitas Jumlah Daun Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) di setiap bulan

Bulan	Variabel	Lo	L _{tabel (0,05)}	Keterangan
1	A1	0,2	0,36	Normal
	A2	0,19	0,36	
2	A1	0,26	0,36	Normal
	A2	0,20	0,36	
3	A1	0,26	0,36	Normal
	A2	0,20	0,36	
4	A1	0,26	0,36	Normal
	A2	0,23	0,36	
5	A1	0,26	0,36	Normal
	A2	0,19	0,36	
6	A1	0,26	0,36	Normal
	A2	0,17	0,36	

Ket: Lo=liliefors

Berdasarkan hasil uji homogenitas dan normalitas pada Tabel 5 dan Tabel 6 di atas, diketahui jika data homogen dan berdistribusi normal, maka data memenuhi asumsi normalitas, sehingga dapat dilanjutkan dengan uji T. Perhitungan uji T dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 7. Uji T Jumlah Daun Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) di setiap bulannya

Bulan	Variabel	Rata-rata	T _{hitung}	T _{tabel (0,025)}	Keterangan
1	A1 & A2	31,4	1,3	3,18	Tidak terdapat perbedaan yang nyata
2	A1 & A2	36,6	2,23	3,18	Tidak terdapat perbedaan yang nyata
3	A1 & A2	41,6	4,75	3,18	Terdapat perbedaan yang nyata
4	A1 & A2	76,2	4,61	3,18	Terdapat perbedaan yang nyata
5	A1 & A2	305	3,64	3,18	Terdapat perbedaan yang nyata
6	A1 & A2	359	4,07	3,18	Terdapat perbedaan yang nyata

Berdasarkan Tabel 7 di atas, dapat dilihat bahwa pemberian dosis biochar yang berbeda menunjukkan nilai Thitung lebih kecil dari T_{tabel} 0,025 pada bulan pertama dan kedua, hal ini dikarenakan kurangnya curah hujan sehingga proses penguapan air menjadi tinggi sehingga menghambat pertumbuhan daun, namun pada bulan ke-3 hingga ke-6 memberikan perbedaan yang nyata, hal ini disebabkan karena cuaca mulai membaik dan hujan mulai turun sehingga air kembali tersedia pada tanah, dan proses penguapan mulai berkurang sehingga pertumbuhan daun mulai membaik, serta jarak

tanam yang mendukung pertumbuhan daun, sesuai dengan penelitian Irwan dkk (2017) yang menyatakan jarak tanam memberikan pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan jumlah daun. Data hasil penelitian Irwanto dkk (2017) dapat dilihat pada Tabel 8 di bawah ini.

Tabel 8. Pengaruh Jarak Tanam dan Dosis Pupuk Kandang Ayam Terhadap Jumlah Daun Tanaman Hanjeli 3, 5, 7, 9 dan 11 MST

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)				
	3 MST	5 MST	7 MST	9 MST	11 MST
A	1,92 a	6,17 a	17,08 a	40,92 a	79,17 a
B	2,00 a	6,08 a	16,67 a	40,58 a	78,25 a
C	2,25 a	6,33 a	16,83 a	40,92 a	79,92 a
D	2,00 a	6,17 a	16,83 a	41,33 b	80,50 b
E	2,08 a	6,25 a	16,92 a	42,00 b	80,83 b
F	2,33 a	6,25 a	17,33 a	44,17 b	84,67 b
G	2,17 a	6,33 a	17,33 a	49,67 b	94,50 b
H	2,25 a	6,50 a	17,25 a	51,17 b	99,92 b
I	2,50 a	6,42 a	17,25 a	52,50 b	101,08 b

Dari Tabel 8 pada penelitian Irwanto dkk (2017) diketahui jika pada fase awal pertumbuhan kurang lebih 2 bulan penanaman, daun jelai tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap pertumbuhan jumlah daun, tetapi pada umur 9 dan 11 MST, di mana perlakuan dengan jarak tanam 100cm x 50cm memberikan perbedaan yang nyata, hal ini karena jarak tanam yang lebih luas. Menurut Pambayun (2008), jumlah daun dan jumlah cabang meningkat pada jarak tanam yang lebar dikarenakan kompetisi yang terjadi antar tanaman lebih rendah sehingga masing-masing tanaman mempunyai ruang tumbuh yang lebih besar dan tajuk dapat berkembang dengan baik.

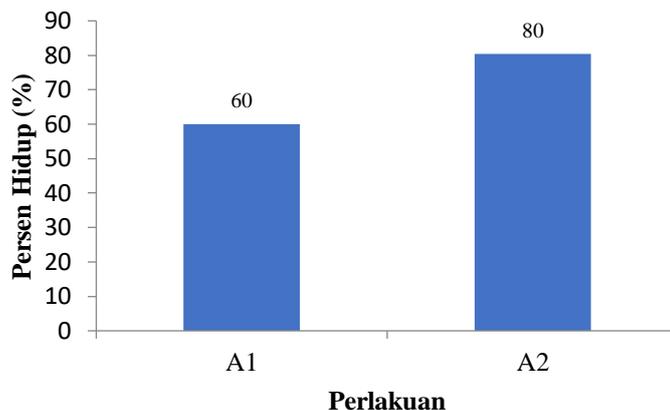
Irwanto dkk (2017) menyatakan bahwa perkecambahan jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) termasuk tipe hypogeal dengan waktu 7-18 hst, di mana daun pertama yang muncul memiliki masa tumbuh sekitar 30-65 hari, setelah itu kuning dan mengering. Setelah daun pertama muncul akan disusul daun kedua dengan kisaran waktu 7 hari, kemudian daun ketiga muncul 5 hari berikutnya, dan setelah itu 3 hari kemudian muncul pada hari keempat, dan pada saat jelai berumur 3 bulan jelai memiliki 3-10 helai daun. Maka dapat dipastikan jika pertumbuhan daun pada jelai dengan lahan lainnya tidak begitu berbeda mengetahui jika jelai termasuk pada tipe *hypogeal*.

Rata-rata jumlah daun yang sangat meningkat terjadi pada bulan 5 dan 6, hal ini karena pemberian pupuk NPK yang membantu pertambahan jumlah daun sehingga unsur hara nitrogen dan fosfor tercukupi. Lingga (2003) menyatakan bahwa salah satu unsur mutlak yang dibutuhkan tanaman adalah unsur nitrogen, yang dapat membantu dalam pembentukan protein dan bahan-bahan penting lainnya dalam pembentukan sel-sel baru serta berperan dalam pembentukan klorofil.

Kurangnya pemeliharaan dan penyiraman diduga salah satu faktor utama rendahnya jumlah daun yang tumbuh, juga pengaruh tanaman yang terpapar sinar matahari secara langsung yang membuat daun tidak tumbuh dengan baik dan subur. Hal ini sesuai dengan pernyataan Asriyani dkk (2015) pertambahan jumlah daun akan lebih banyak apabila tumbuhan berada pada tempat ternaung daripada tempat terbuka, karena tempat yang ternaung akan meningkatkan laju fotosintesis di antaranya menambah jumlah daun.

Persen Hidup

Persentase hidup tanaman jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) mulai dihitung pada awal berkecambah hingga penelitian selesai. Grafik persen hidup tanaman jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Persentase jumlah daun jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) berdasarkan perbedaan perlakuan

Dari Gambar 4 di atas terlihat bahwa persentase hidup Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) selama penelitian pada perlakuan 50 g mengalami perbedaan kematian disetiap perlakuannya. Pada perlakuan biochar 50 g memiliki persentase hidup yaitu 60% dan pada perlakuan biochar 150 g memiliki persentase hidup 80%.

Selama penelitian berlangsung, Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) pada perlakuan biochar 50 g mulai mengalami kematian pada bulan ke-2 hingga bulan ke-6 pengamatan, sehingga persen hidup yang didapat selalu menurun, sedangkan pada perlakuan A2 mengalami kematian pada bulan ke-2 sampai bulan ke-3 pengamatan.

Kematian yang terjadi setiap bulan pada perlakuan biochar 50 g dan biochar 150 g diduga karena kurangnya pemeliharaan terhadap tanaman seperti penyiraman yang menyebabkan beberapa jelai mati, serta tidak adanya naungan untuk mengurangi kenaikan suhu dan intensitas cahaya. Irwanto dkk (2017) menyatakan jika bibit jelai pada umur 1-3 bulan memerlukan air yang cukup dan naungan. Serta adanya limpasan permukaan air pada plot A1 yang membuat tanah tercuci menyebabkan unsur hara hilang yang membuat tanaman tidak memiliki nutrisi sehingga mati, juga membuat tanaman ikut terbawa air.

Ketersediaan air yang cukup untuk memenuhi kebutuhan air bagi tanaman sangat penting. Peranan air pada tanaman sebagai pelarut bagi senyawa molekul organik (unsur hara) dari dalam tanah ke dalam tanaman. Apabila air kurang bagi tanaman maka, akibatnya air sebagai bahan baku fotosintesis akan terhambat ke daun dan berdampak pada pertumbuhan tanaman (Salisbury dan Ross, 1997 dalam Septari, 2019).

Hasil dari pengamatan yang diperoleh pada perlakuan biochar 50 g menunjukkan tingkat persen hidup yang kurang berhasil dengan angka 60% dan pada perlakuan biochar 150 g dikatakan berhasil dengan angka mencapai 80%. Sebagaimana kriteria ini menurut Dinas Kehutanan Kalimantan Timur (2003) dalam Ernayanti 2007, dimana persen hidup yang mencapai nilai lebih dari 85% disebut sangat berhasil, persen hidup 75% sd/ 85% disebut berhasil, persen hidup 65% s/d < 75% disebut cukup berhasil, persen hidup 55% s/d < 65% disebut kurang berhasil dan persen hidup < 55% disebut gagal.

Biomassa

Hasil pengukuran biomassa Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) yang meliputi berat basah dan berat kering tanaman jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) dapat dilihat pada Tabel 9 di bawah ini.

Tabel 9. Rataan Biomassa Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) Setiap Perlakuan

Perlakuan	Biomassa (ton/ha)		Jumlah (ton/ha)
	Batang	Akar	
A1U1	1,02	0,52	1,54
A1U2	1,18	0,34	1,52
A2U1	1,62	0,62	2,24
A2U2	2,18	0,47	2,65
A2U3	1,49	0,65	2,14
Jumlah	7,49	2,6	10,09
Rataan	1,50	0,52	2,02

Dari tabel biomassa di atas dapat dilihat bahwa nilai biomassa batang pada perlakuan A2U2 memiliki nilai 2,18 ton/ha, dan nilai biomassa akar pada perlakuan A2U3 memiliki nilai yang cukup tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu 0,65 ton/ha.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan dosis biochar yang berbeda terhadap biomassa jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) maka dilakukan uji statistik menggunakan uji normalitas, uji homogenitas dan uji t, sebagai hasil ditampilkan pada Tabel 10 dan Tabel 11 di bawah ini.

Tabel 10. Uji Normalitas Biomassa Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.)

Bagian	Variabel	Lo	L _{tabel} (0,05)	Keterangan
Batang	A1	0,26	0,36	Normal
	A2	0,32	0,36	
Akar	A1	0,26	0,36	Normal
	A2	0,24	0,36	

Berdasarkan hasil uji normalitas pada Tabel 10 di atas, dapat dilihat jika bagian batang dan akar memiliki nilai $Lo > L_{tabel}$, maka data memenuhi asumsi normalitas, sehingga dapat dilanjutkan dengan uji homogenitas.

Tabel 11. Uji F Pada Biomassa Tanaman Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.)

Bagian	Variabel	F _{hitung}	F _{tabel} (0,05)	Keterangan
Batang	A1 & A2	10,5	18,51	Homogen
Akar	A1 & A2	1,74	18,51	Homogen

Berdasarkan hasil uji homogenitas yang telah dilakukan dapat dilihat jika bagian batang memiliki nilai $F_{hitung} 10,5 < F_{tabel} 18,51$ dan pada bagian akar memiliki nilai $F_{hitung} 1,74 < 18,51$ maka dapat dikatakan jika data memenuhi asumsi homogenitas, sehingga dapat dilanjutkan dengan Uji T.

Tabel 12. Uji T Pada Biomassa Tanaman Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.)

Variabel	T _{hitung}	T _{tabel} (0,025)	Keterangan
Batang	2,37	3,18	Tidak terdapat perbedaan yang nyata
Akar	1,53	3,18	Tidak terdapat perbedaan yang nyata

Berdasarkan hasil pada tabel tersebut, dapat diketahui jika pemberian dosis biochar yang berbeda menunjukkan nilai T_{hitung} lebih kecil dari $T_{tabel} 0,025$ dari kedua bagian tanaman, maka dapat dikatakan bahwa perlakuan pemberian dosis biochar tidak memberi pengaruh nyata terhadap biomassa Jelai (*Coix*

lacryma-jobi L.). Hal ini menandakan kurangnya unsur hara yang terserap oleh tanaman. Walaupun hasil analisis menyatakan bahwa pengaruh pemberian dosis biochar tidak signifikan, tetapi dari hasil penelitian menunjukkan bahwa biomassa batang memiliki nilai rata-rata yang tinggi dari pada biomassa bagian akar yaitu 1,50 ton/ha.

Nilai bobot kering akar yang rendah dapat menggambarkan bahwa akar berada dalam kondisi kurang optimal untuk penyerapan air dan unsur hara. Semakin besar bobot kering akar, menggambarkan akar berada dalam kondisi yang semakin optimal dalam penyerapan air dan unsur hara.

Suyadi (2020) menyatakan jika berdasarkan hasil ekstrapolasi komponen produksi, diketahui produktivitas masing-masing jelai yang dikarakterisasi adalah K1 = 4,905 ton/ha, K2 = 2,480 ton/ha, K3 = 4,797 ton/ha dan K4 = 5,306 ton/ha. Dari data tersebut dapat dilihat jika jelai memberikan peluang yang besar dalam produktivitas bahan pangan. Hanya saja permasalahan utama tanaman jelai adalah masih rendahnya produksi yang disebabkan karena kurangnya informasi mengenai manfaat serta teknik budidaya jelai pada masyarakat.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji T pemberian bokashi 50 g yang di campur dengan biochar dengan dosis yang berbeda yaitu 50 g dan 150 g, tidak memberikan perbedaan terhadap persen kecambah, jumlah daun, persen hidup dan biomassa akar dan biomassa batang. Pencampuran bokashi dengan dosis biochar lebih tinggi 150 g biochar dibanding 50 g biochar hanya meningkatkan nilai persen kecambah, jumlah daun, dan persen hidup. Penyebab rendahnya angka pertumbuhan tanaman jelai pada dosis 50 g biochar, disebabkan karena tingginya fraksi pasir yang membuat tanah tidak baik agregasinya sehingga massa tanah mudah tererosi dan tidak menjadi tempat yang baik untuk akar berjangkar. Pertumbuhan jelai di lahan pasca tambang dalam penelitian ini tidak berbeda dibanding pertumbuhan jelai di lahan lain dalam hal jumlah benih yang berkecambah, jumlah daun.

Perlu dilakukan penelitian lanjut untuk mengetahui berapa kisaran dosis aplikasi pembenah tanah maupun pemupukan dengan kondisi tanah yang tidak seragam di lahan rehabilitasi pasca tambang. Disarankan pada saat melakukan penanaman di lahan pasca tambang agar membuat tempat penampungan air sehingga saat musim kemarau air tetap tersedia untuk tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Gani A. 2010. Multiguna Arang – Hayati Biochar. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. SINAR TANI Edisi 13 – 19 Oktober 2010.
- Irwanto R, Dewi AL, Hendrian R. 2017. Jali (*Coix lacryma-jobi* L.): Biji, perkecambahan, dan Potensinya. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon, 3(1): 151.
- Jelita IN. 2021. Cadangan Batu Bara Indonesia Saat Ini Capai 38,84 Miliar Ton. Tersedia pada <https://mediaindonesia.com/ekonomi/421497/cadangan-batu-bara-indonesia-saat-ini-capai-3884-miliar-ton>.
- Kaya E. 2013. Pengaruh Kompos Jerami dan Pupuk NPK Terhadap N-Tersedia Tanah, Serapan-N, Pertumbuhan, dan Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa* L). *Agrologia*, 2(1): 44.
- Kusmana C, Setiadi Y, Al-Anshary MAL. 2013. Studi Pertumbuhan Tanaman Hasil Revegetasi di Lahan Pasca Tambang Batubara PT. Arutmin Indonesia Site Batulicin Kalimantan Selatan. *Jurnal Silviculture Tropika*, 4(3): 161.
- Lingga P, Marson. 2003. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Lisdianti RM. 2017. Pertumbuhan Anakan *Shorea leprosula* Miq., Di Persemaian Pada Media Tanam Campuran Tanah Pasca Tambang dan Biochar dari Limbah Kelapa Sawit. Skripsi Fakultas

Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.

- Marjenah. 2015. Manajemen Pembibitan (Edisi Revisi). Mulawarman University Press. Samarinda.
- Marthen S. 2017. Pertumbuhan Semai Johar (*Cassia seamea* Lamk) Menggunakan Media Tanah Pasca Tambang dengan Penambahan Biochar Serbuk Gergaji dan Biochar Sekam Padi. Skripsi Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Munawar A. 2011. Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman. IPB Press. Bogor.
- Novizan. 2005. Petunjuk Pemupukan yang Efektif. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Nugroho AE, Arista D. 2016. Analisis Usaha Tani Jelai (*Coix lacryma-jobi* L) Studi Kasus di Desa Loh Sumber Kecamatan Loa Kulu Kabupaten Kutai Kartanegara. Magrobisnis Jurnal, 16(1).
- Nurmala. 2003. Serealia Sumber Karbohidrat. Rineka Cipta. Jakarta.
- Pambayun R. 2008. Pengaruh Jarak Tanam terhadap Produksi Beberapa Sayuran Indigenus. Skripsi. Program Studi Hortikultura. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. (Tidak dipublikasikan)
- Prasetyo Y, Herru D, Niken S. 2014. Pengaruh Kombinasi Bahan Baku dan Dosis Biochar Terhadap Perubahan sifat Fisika Tana Pasiran Pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). Berkala Ilmiah Pertanian, 1(1): xx-xx.
- Puspadewi S, W Sutari, dan Kusumiyati. 2016. Pengaruh konsentrasi pupuk organik cair (POC) dan dosis pupuk N, P, K terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays* L. var Rugosa Bonaf) kultivar Talenta. Jurnal Kultivasi, 15(3): 208-216.
- Ruminta, Nurmala T. 2016. Dampak Perubahan Pola Curah Hujan Terhadap Tanaman Pangan Lahan Tadah Hujan di Jawa Barat. Agrin, 20(2): 155-168.
- Septari T. 2019. Pengaruh Perbeaan Naungan Terhadap Pertumbuhan Semai *Shorea multiflora* (Burck) Sym. Skripsi pada Fakultas Kehutanan Universitas Mulawaman. Samarinda.
- Sudarmadji T, Hartati W. 2013. Upaya Pemulihan dan Potensi Keterpulihan Lahan Pasca Tambang Batu Bara. Balitek-ksda.or.id>uploads>2018/08PDF Reklamasi Lahan Pasca Tambang-Balitek KSDA.
- Sudjana. 2005. Metode Statistika. Tarsito. Bandung.
- Suriatna. 1980. Persemaian Untuk Penghijauan. Gema Rimba Majalah Bulanan Perum Perhutani No. 41-42/VI. Tersedia pada <http://repository.politanisamarinda.ac.id>. Diakses pada tanggal 22 Maret 2021.
- Suyadi. 2020. Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) Bahan Pangan Pokok Alternatif dan Fungsional. CV Budi Utama. Yogyakarta.
- Wijayanti IA. 2021. Pengamatan Erosi Pada Lahan Pasca Tambang Batubara dengan Metode Visual di PT Nuansacipta Coal Investment Samarinda. Skripsi Fakultas Kehutanan Universitas Mulawaman. Samarinda.
- Witarsa U. 2018. Bokashi. Tersedia pada <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://dlhk.bantenprov.go.id/upload/article/TulisanBokashi.pdf&ved=2ahUKEwiRmOv13eXzAhXO8HMBHQYZAPIQFnoECAQQAQ&usg=AOvVaw1WfLH9Me2SL59GHQYAWp0W>.

PRODUKTIVITAS PENYARADAN KAYU BULAT DENGAN TRAKTOR TR-015 PADA KELAS KELERENGAN BERBEDA DI PT BALIKPAPAN WANA LESTARI

Herbet, Dadang Imam Ghozali*, Yosep Ruslim

Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Kampus, Gunung Kelua, Jalan Ki Hajar Dewantara, PO Box 1013,
Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia 75119

E-mail: dimamghozali@yahoo.com

ABSTRACT

This study aims to determine how skidding works using a tractor and to determine the productivity of skidding on different slope classes. This research was conducted in the area of PT Balikpapan Wana Lestari. The object under study is the skidding activity using the TRtractor 015 by calculating the skidding time using the method non-stop as many as 90 trips on 3 different slope classes and calculating the volume of skidded wood. How skidding works includes the elements of finding logs, going to the wood, maneuvering, pulling slings, installing hooks, pulling slings, skidding, removing hooks and arranging logs in the TPn. The difference in the way of working is in the work element skidding round logs, in the slope class > 25%, the tractor needs to stretch the sling while going up an incline and then pull the logs with Winching, while on slopes < 12% and 12.5-25% it is not necessary. Productivity greatest skidding contained in slope class < 12.5% amounting to 18.76 m³/h or 18.57 m³/hr/hm, with an average time of 19.83 minutes/trip and a speed of 3.43 hm/hour. Class slope of 12.5 to 25% amounting to 14.45 m³/hour or 15,90 m³/hr/hm with an average time of 23.24 minutes/trip and a speed of 3.28 hm/h. While the smallest one is in class productivity gradients of > 25%, ie 12.52 m³/h or 13.52 m³/hr/hm with an average time of 27.56 minutes/trip and a speed of 2.66 hm/h. The results of the two-factor anova test without replication between productivity in each class of different slopes with a calculated F value of 79.050 and an F table of 5.143 show a significant difference because the calculated F is greater than the F table.

Keywords: Tractor, Skidding, Slope, Productivity

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara kerja penyaradan menggunakan traktor dan mengetahui produktivitas penyaradan pada kelas kelerengan berbeda. Penelitian ini dilaksanakan di areal PT Balikpapan Wana Lestari. Obyek yang diteliti adalah kegiatan penyaradan menggunakan traktor TR-015 dengan menghitung waktu penyaradan menggunakan metode non stop sebanyak 90 trip pada 3 kelas kelerengan berbeda dan menghitung volume dari kayu yang disarad. Cara kerja penyaradan meliputi elemen kerja : mencari kayu bulat, menuju kayu, manuver, menarik sling, memasang hook, menarik sling, menyarad, melepas hook dan mengatur kayu bulat di TPn. Perbedaan cara kerja terdapat pada elemen kerja menyarad kayu bulat, pada kelas kelerengan > 25%, traktor perlu mengulur sling sambil naik tanjakan kemudian menarik kayu bulat dengan Winching, sementara pada kelerengan < 12% dan 12,5-25% tidak perlu dilakukan. Produktivitas penyaradan paling besar terdapat pada kelas kelerengan < 12,5 % yaitu sebesar 18,76 m³/jam atau 18,57 m³/jam/hm, dengan waktu rata-rata 19,83 menit/trip dan kecepatan 3,43 hm/jam. Kelas kelerengan 12,5-25 % sebesar 14,45 m³/jam atau 15,90 m³/jam/hm dengan waktu rata-rata 23,24 menit/trip dan kecepatan 3,28 hm/jam. Sementara produktivitas terkecil terdapat pada kelas kelerengan > 25 % yaitu 12,52 m³/jam atau 13,52 m³/jam/hm dengan waktu rata-rata 27,56 menit/trip dan kecepatan 2,66 hm/jam. Hasil uji Anova dua faktor tanpa replikasi antara produktivitas pada setiap kelas kelerengan berbeda dengan nilai F hitung 79,050 dan F tabel 5,143 menunjukkan memiliki perbedaan yang signifikan karena F hitung lebih besar dari F tabel.

Kata kunci: Traktor, Penyaradan, Kelerengan, Produktivitas

PENDAHULUAN

Kegiatan pembalakan di Kalimantan Timur yang umum dilakukan oleh unit manajemen adalah dengan ground based skidding atau menggunakan bulldozer/traktor sebagai alat utama dalam proses penyaradan kayu. Pemanenan hutan merupakan bagian penting bagi setiap perusahaan dalam pengelolaan hutan dimana hanya dalam kegiatan inilah pihak perusahaan dapat mengembalikan segala biaya-biaya yang dikeluarkan guna memperoleh keuntungan dari hasil penjualan hasil hutan yang dikelola.

Kegiatan pemanenan kayu dimaksudkan untuk mempersiapkan dan memindahkan kayu dari tempat tebangan ke tempat penggunaan atau pengolahan. Kegiatan pemanenan sendiri dilakukan melewati tahap penebangan, penyaradan, muat bongkar dan pengangkutan. Penyaradan kayu memegang peranan yang cukup penting sebagai salah satu tahap utama dalam kegiatan pemanenan kayu. Pentingnya penyaradan ini menuntut adanya perhatian yang besar terhadap aspek ekologi, teknis, ekonomis, dan sosial. Kebutuhan manusia terhadap kayu selalu ada dan bahkan cenderung selalu meningkat. Sehubungan dengan itu maka azas kelestarian perlu dijaga dengan baik yang meliputi kelestarian hutan maupun kelestarian produksi. Pengusaha hutan berdasarkan azas kelestarian merupakan satu cara pengusaha sehingga bisa dipanen secara berkelanjutan dan berkesinambungan (Mulyono, 1987).

Menurut Mulyono (1991), kondisi topografi yang bervariasi akan mempengaruhi total waktu penyaradan untuk jarak sarad yang sama dan akan mempengaruhi produktivitas penyaradan per unit waktu dan jarak sarad, dengan demikian produktivitas penyaradan dipengaruhi oleh kelerengan dan jarak sarad. Menurut Haryanto (1997) dalam aturannya penyaradan sebaiknya diarahkan sedapat mungkin menuruni bukit sehingga tempat pengumpulan kayu terletak di bawah. Bila traktor berjalan menuruni lereng maka muatan yang dapat ditarik akan lebih besar. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara kerja penyaradan menggunakan traktor dan produktivitas penyaradan pada setiap kelas kelerengan berbeda.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di lokasi areal kerja HPH PT Balikpapan Wana Lestari. Penelitian ini dilakukan \pm 6 bulan, yang meliputi kegiatan studi pustaka, orientasi lapangan, pengambilan dan pengolahan data serta penyusunan skripsi. Khusus di lapangan dibutuhkan 6 hari untuk orientasi sekaligus pengambilan data.

Alat dan Bahan

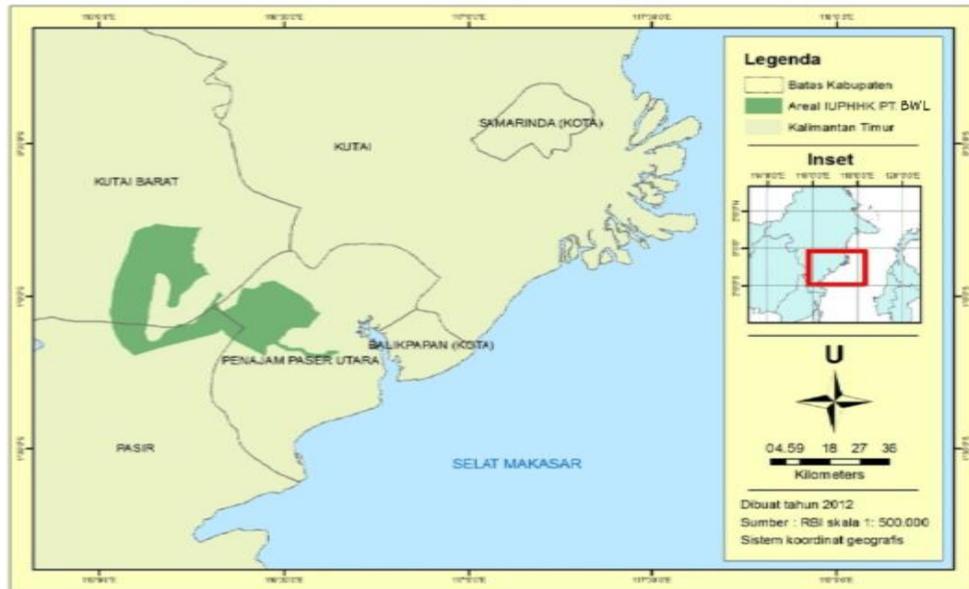
Alat yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain *Stopwatch*, *Clinometer*, Meteran, Kamera, *Tallysheet*, Kalkulator, Alat tulis.

Prosedur Penelitian

a. Persiapan

1. Orientasi Lapangan

Orientasi lapangan dilakukan untuk mengamati cara kerja alat dan menentukan elemen kerja penyaradan serta menentukan kegiatan apa saja yang berhubungan langsung dengan kegiatan pokok dan mana yang tidak. Ini berguna untuk menentukan waktu umum (WU) dan waktu kerja murni (WKM).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

b. Penentuan Elemen Kerja

1. Waktu kerja murni
 - a) Persiapan
 - b) Mencari batang
 - c) Menuju batang
 - d) Manuver
 - e) Mengulur sling
 - f) Memasang hook
 - g) Menarik sling
 - h) Menyarad
 - i) Melepas hook
 - j) Meyusun kayu di TPn
2. Waktu umum terdiri dari elemen kerja
 - a) Sling sangkut
 - b) Alat rusak
 - c) Diam/berhenti
 - d) Amblas

c. Penentuan kelas kelerengan menurut Hartog (1970), dibagi menjadi tiga kelas, yaitu:

1. Kondisi ringan kurang dari 12,5%
2. Kondisi sedang 12,5 – 25%
3. Kondisi berat lebih dari 25%

d. Pengumpulan Data

1. Data Sekunder
 - a) Data Umum Lokasi Penelitian
2. Data Primer
 - a) Mengukur waktu kerja murni dan waktu umum dengan metode non stop
 - b) Mengukur diameter dan panjang kayu yang di sarad
 - c) Mengukur kemiringan tanjakan jalan sarad

d) Mengukur jarak sarad

Analisis Data

a. Menghitung diameter pohon dengan rumus:

$$\bar{D} = \frac{\bar{D}1 + \bar{D}2}{2}$$

Keterangan:

\bar{D} = Diameter rata-rata (cm)

$\bar{D}1$ = Diameter rata-rata pangkal (cm)

$\bar{D}2$ = Diameter rata-rata ujung (cm)

b. Untuk menghitung volume kayu yang akan disarad (Sukadarti, 2001) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{4} \times \pi \times \bar{D}^2 \times P$$

Keterangan:

V = Volume kayu bulat (m³)

π = Konstanta Phi (3,14)

\bar{D} = Diameter rata-rata (m)

p = Panjang kayu bulat (m)

c. Menghitung waktu kerja total untuk masing-masing elemen kerja

$$WKT = WKM + WU$$

Keterangan:

WKT = Waktu Kerja Total (menit)

WKM = Waktu Kerja Murni (menit)

WU = Waktu Umum (menit)

d. Menghitung efisiensi waktu kerja

$$E = \frac{WKM}{WKT} \times 100 \%$$

Keterangan:

E = Efisiensi (%)

WKM = Waktu Kerja Murni (jam)

WKT = Waktu Kerja Total (jam)

e. Menghitung produktivitas dengan rumus Brown (1958):

$$P = \frac{V}{WKT}$$

Keterangan:

P = Produktivitas (m³/jam)

V = Volume kayu yang disarad (m³)

WKM = Waktu kerja total yang digunakan dalam penyaradan (jam)

f. Menghitung produktivitas waktu kerja total Syafrizal (1986), dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{JS}{100} \times PWKT$$

Keterangan:

P = Produktivitas (m³/jam/hm)

PWKT = Produktivitas Waktu Kerja Total (m³/jam)

JS = Jarak Sarad (m)

g. Menghitung produktivitas waktu kerja murni dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{JS}{100} \times PWKM$$

Keterangan:

P = Produktivitas (m³/jam/hm)

PWKM = Produktivitas Waktu Kerja Murni (m³/jam)

JS = Jarak Sarad (m)

h. Uji anova dua faktor tanpa replikasi

Untuk mengetahui tingkat perbedaan produktivitas pada tiga kelas kelerengan berbeda, maka dilakukan uji perbandingan dengan uji anova tanpa replikasi menggunakan program *Microsoft excel*. Dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Kumpulkan sampel dan kelompok berdasarkan kategori tertentu
2. Menentukan tipe anova
3. Menghitung variabilitas dari seluruh sampel
4. Menghitung derajat kebebasan
5. Menghitung variance antar kelompok dan variance dalam kelompok
6. Menghitung F hitung
7. Menghitung F tabel
8. Membandingkan F hitung dan F tabel
 - a) Jika F hitung > F tabel : tolak H₀
 - b) Jika H hitung ≤ F tabel : terima H₀
9. Buat kesimpulan

Kesimpulan didapatkan dengan parameter menggunakan indikator sebagai berikut;

- a) Jika H₁ diterima maka memiliki perbedaan yang signifikan
- b) Jika H₀ diterima maka tidak memiliki perbedaan yang signifikan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Kegiatan Penyaradan

Dari hasil pengamatan diperoleh teknis/cara penyaradan dengan menggunakan traktor *Catterpillar* TR-015 sebagai berikut:

a. Persiapan

Kegiatan persiapan diantaranya terdiri dari memanaskan mesin, pengisian bahan bakar dan pemberian oli pada sling yang dilakukan oleh *helper*.

b. Mencari kayu

Mencari kayu bulat yang sudah ditebang dan siap disarad, dilakukan oleh operator traktor untuk mengetahui letaknya dan menentukan arah jalan sarad.

c. Menuju batang

Kegiatan ini dilakukan dari TPn atau dari pingir jalan menuju batang sambil membuat jalan sarad.

d. Manuver

Mengatur posisi mengikat batang (*manuver*) adalah kegiatan memutar badan traktor untuk memasang hook dan bersiap untuk menyarad batang.

e. Menggulur sling

Kegiatan ini dilakukan oleh *helper* dan dibantu oleh operator menggulur *sling* hingga sling sampai pada kayu.

f. Memasang hook

Kegiatan ini untuk mengikat bagian pangkal atau ujung batang yang akan disarad dengan menggunakan *hook* tergantung posisinya.

g. Winching

Setelah *hook* terpasang kemudian mulai menarik hingga pangkal atau ujung batang pada belakang traktor terangkat dan tidak menyentuh tanah.

h. Menyarad batang

Kegiatan ini merupakan kegiatan menyarad kayu dari tempat tebangan menuju ke Tempat Pengumpulan Kayu (TPn).

i. Melepas hook

Setelah sampai di TPn helper kemudian melepas hook dari batang.

j. Mengatur batang di TPn

Kegiatan ini dilakukan agar batang tersusun rapi dan tidak memakan tempat di TPn. Serta memudahkan untuk pekerjaan selanjutnya seperti pemasangan label, paku s dan pengukuran kayu.

Waktu kerja rata-rata pada setiap elemen kerja

Hasil pengukuran waktu kerja pada setiap elemen kerja penyaradan pada ketiga kelas kelerengan ditampilkan pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Waktu Kerja Rata-rata Setiap Elemen Kerja

Kelerengan (%)	Rata-rata Waktu Kerja (menit)													
	Waktu Kerja Murni								Waktu Kerja Umum					
	mn	mk	Mb	mnv	ms	mh	msg	md	Mls	mtp	ss	rsk	dm	amb
< 12,5	1,29	0,69	4,60	2,49	0,69	0,51	0,72	4,90	0,65	0,74	0,14	0,00	2,43	0,00
12,5-25	0,77	1,63	5,26	2,07	0,70	0,57	0,64	6,09	0,60	1,05	0,12	0,00	3,65	0,09
> 25	1,34	1,71	6,47	2,76	0,70	0,57	0,64	8,16	0,87	0,89	0,11	0,00	3,13	0,20

Dari tabel di atas dapat dilihat rata-rata waktu kerja penyaradan pada setiap elemen kerja di tiga kelas kelerengan yang berbeda. Kelas kelerengan < 12,5 % untuk waktu kerja murninya yaitu waktu persiapan 1,29 menit, mencari kayu 0,69 menit, menuju batang 4,60 menit, *manuver* 2,49 menit, mengulur sling 0,59 menit, memasang *hook* 0,51 menit, menarik *sling* 0,72 menit, menyarad 4,90 menit, melepas *hook* 0,65 menit, mengatur kayu di TPn 0,74 menit. Waktu kerja umum yaitu *sling* sangkut 0,14 menit, mesin rusak 0,0 menit, diam/berhenti 2,43 menit, amblas 0,0 menit.

Pada kelerengan 12,5-25 % untuk waktu kerja murninya yaitu waktu persiapan 0,77 menit, mencari kayu 1,63 menit, menuju batang 5,26 menit, *manuver* 2,07 menit, mengulur *sling* 0,70 menit, memasang *hook* 0,57 menit, menarik *sling* 0,64 menit, menyarad 6,09 menit, melepas *hook* 0,60 menit, mengatur kayu di TPn 1,05 menit. Dan waktu kerja umum yaitu *sling* sangkut 0,12 menit, mesin rusak 0,0 menit, diam/berhenti 3,63 menit, amblas 0,9 menit.

Pada kelas kelerengan > 25 % untuk waktu kerja murninya yaitu waktu persiapan 1,34 menit, mencari kayu 1,71 menit, menuju batang 6,47 menit, *manuver* 2,76 menit, mengulur *sling* 0,70 menit, memasang *hook* 0,57 menit, menarik *sling* 0,64 menit, menyarad 8,16 menit, melepas *hook* 0,87 menit, mengatur kayu di TPn 0,89 menit. Waktu kerja umum yaitu *sling* sangkut 0,11 menit, mesin rusak 0,0 menit, diam/berhenti 3,13 menit, amblas 0,20 menit.

Dari cara kerja penyaradan pada setiap kelas kelerengan terdapat perbedaan pada cara dan waktu menyarad kayu bulat ke TPn. Pada kelas datar dan sedang traktor dapat menyarad kayu bulat secara langsung hingga sampai ke TPn, berbeda dengan cara kerja pada kelas kelerengan curam, traktor terlebih dulu naik sambil mengulur sling pada tanjakan kemudian berhenti lalu menarik kayu dengan *winching*.

Rata-Rata Waktu Kerja Pada Setiap Kelas Kelerengan

Tabel 2. Rata-rata Waktu Kerja, Jarak sarad dan Kecepatan dari 30 sampel penelitian pada ketiga kelas kelerengan

No	Kelerengan (%)	WKM (menit)	WKU (menit)	Rata-rata		
				WKT (menit)	Jarak sarad (hm)	Kecepatan (hm/jam)
1	< 12,5	17,26	2,57	19,83	0,99	3,43
2	12,5-25	19,38	3,87	23,24	1,10	3,28
3	> 25	24,12	3,44	27,56	1,08	2,66

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa pada kelas kelerengan < 12,5 % memiliki waktu kerja yang lebih cepat dan kecepatan yang lebih tinggi per *trip*, dengan rata-rata waktu kerja waktu total sebesar 19,83 menit, pada jarak 0,99 hm dengan kecepatan 3,43 hm/jam. Pada kelas kelerengan 12,5-25% memiliki rata-rata waktu kerja murni sebesar 19,38 menit dan waktu kerja umum 3,87 menit, dengan waktu kerja total sebesar 23,24 menit, pada jarak 1,10 dengan kecepatan 3,28 hm/jam. Sedangkan pada kelas kelerengan > 25% memiliki waktu kerja yang lebih lama dan kecepatan yang lebih rendah, dengan rata-rata waktu kerja murni sebesar 24,12 menit dan waktu kerja umum 3,44 menit, dengan waktu kerja total 27,56 menit, pada jarak 1,08 hm dengan kecepatan 2,66 hm/jam. Murni adalah 17,27 menit dan waktu kerja umum adalah 2,57 menit, dengan

Nilai Efisiensi Waktu Kerja Penyaradan

1. kelas kelerengan <12,5% adalah 87,04 %
2. kelas kelerengan 12,5 - 25% adalah 83,34 %
3. kelas kelerengan >25% adalah 87,52 %

Dari hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan pada waktu kerja penyaradan kayu bulat, diperoleh efisiensi waktu kerja penyaradan pada kelas kelerengan <12,5% mencapai 87,04 %. Pada kelas kelerengan 12,5-25% mencapai 83,34 %. Dan pada kelas kelerengan >25% mencapai 87,52%. Maka kegiatan penyaradan kayu bulat pada tiga kelas kelerengan berbeda tersebut dapat dikatakan produktif, karena masing-masing memiliki nilai yang melebihi standar minimum yaitu 80%, menurut Syamsi (1994), dikutip Qibtiyah (2002).

Data kayu bulat yang disarad

Tabel 3. Rata-Rata Diameter, Panjang, dan Volume Kayu Bulat dari 30 Sampel Pada Setiap Kelas Kelerengan

No	Kelerengan (%)	Rata-rata		
		Diameter (cm)	Panjang (m)	volume (m ³)
1	<12,5	64	18,10	6,19
2	12,5-25	61	17,90	5,64
3	>25	61	18,40	5,76

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa pada kelas kelerengan > 12,5 % memiliki rata-rata volume kayu bulat yang lebih besar yaitu sebesar 6,19 m³. Pada kelas kelerengan 12,5-25% memiliki rata-rata volume yang paling kecil yaitu 5,64 m³ dan pada kelas kelerengan > 25 % memiliki rata-rata volume kayu bulat yaitu 5,76 m³. Diameter rata-rata kayu log tidak terlalu besar dikarenakan sudah masuk pada rotasi ke-2 produksinya.

Produktivitas Penyaradan

Berdasarkan dari hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan maka produktivitas penyaradan pada tiga kelas kelerengan berbeda ditampilkan sebagai berikut.

Tabel 4. Rata-rata Produktivitas Pada Tiga Kelas Kelerengan Berbeda

No	Kelerengan (%)	Produktivitas			
		WKM (m ³ /jam)	WKT (m ³ /jam)	WKM (m ³ /jam/hm)	WKT (m ³ /jam/hm)
1	< 12,5	21,34	18,76	21,13	18,57
2	12,5-25	17,63	14,45	19,39	15,90
3	> 25	14,40	12,52	15,55	13,52

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa berdasarkan waktu kerja total penyaradan pada kelas kelerengan <12,5 % memiliki produktivitas paling tinggi dengan sebesar 18,76 m³/jam atau 18,57 m³/jam/hm dan produktivitas waktu kerja murni 21,34 m³/jam atau 21,13 m³/jam/hm. Pada kelerengan 12,5-25% produktivitas waktu kerja total 14,45 m³/jam atau 15,90 m³/jam/hm dan produktivitas waktu kerja murni 17,63 m³/jam atau 19,39 m³/jam/hm. Sedangkan pada kelerengan > 25% memiliki produktivitas paling rendah, yaitu sebesar 12,52 m³/jam atau 13,52 m³/jam/hm dan produktivitas waktu kerja murni adalah 14,40 m³/jam atau 15,55 m³/jam/hm.

Uji Anova Dua Faktor Tanpa Replikasi

Tabel 5. Hasil Uji Anova Dua Faktor Tanpa Replikasi

Sumber Variasi	F Hitung	Nilai-P	F Tabel
Baris	79,050	0,000	5,143
Kolom	16,840	0,003	4,757
Kesalahan			
Total			

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa f hitung (79,050) lebih besar dari f tabel (5,143) pada taraf signifikansi 5%. Maka kelerengan berpengaruh signifikan terhadap produktivitas penyaradan.

KESIMPULAN

Kegiatan penyaradan meliputi, persiapan, mencari kayu, menuju batang, manuver, menarik sling, memasang hook, menarik sling, menyarad, melepas hook dan mengatur kayu di TPn. Perbedaan cara kerja terdapat pada elemen kerja menyarad kayu bulat pada kelas kelerengan > 25%, karena perlu mengulur sling sambil naik tanjakan kemudian menarik kayu bulat dengan Winching sementara pada kelerengan < 12% dan 12,5-25% tidak perlu dilakukan. Produktivitas penyaradan paling besar terdapat pada kelas kelerengan < 12,5% yaitu sebesar 18,76 m³/jam atau 18,57 m³/jam/hm, dengan waktu rata-rata 19,83 menit/trip dan kecepatan 3,43 hm/jam. Kelas kelerengan 12,5-25% sebesar 14,45 m³/jam atau 15,90 m³/jam/hm dengan waktu rata-rata 23,24 menit/trip dan kecepatan 3,28 hm/jam. Sementara produktivitas terkecil terdapat pada kelas kelerengan > 25 % yaitu 12,52 m³/jam atau 13,52 m³/jam/hm dengan waktu rata-rata 27,56 menit/trip dan kecepatan 2,66 hm/jam. Maka semakin curam kelerengan, produktivitas akan semakin kecil. Hasil uji Anova dua faktor tanpa replikasi antara produktivitas pada setiap kelas kelerengan berbeda diketahui bahwa f hitung (79,050) lebih besar dari f tabel (5,143) pada taraf signifikansi 5%. Maka kelerengan berpengaruh signifikan terhadap produktivitas penyaradan.

Proses penyaradan membutuhkan peta topografi untuk mempermudah menuju kayu bulat yang akan disarad, sehingga dapat meningkatkan produktivitas penyaradan serta mengurangi keterbukaan lahan dan kerusakan vegetasi yang berlebihan. Dapat dilakukan penelitian lanjutan untuk melihat pengaruh kelas kelerengan dan kelas jarak jalan sarad pada produktivitas penyaradan kayu bulat menggunakan traktor.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari H. 1986. Manajemen Produksi BPFE Yokyakarta.
- Anonim. 1974. Logging and transport in tropical hight forest ini FAO Forestry Development. FAO. Rome Italy.
- Anonim. 1975. Penelitian Kerja Dan Pengukurran Kerja. Seri Manajemen No 15 A. Erlangga. Jakarta.
- Anonim. 1980. Proceeding lokakarya Pengupahan dan Ketenagakerjaan. Perum Perhutani. Jakarta. 325 hlm.
- Dipodigrat S. 1978. Sistem Analisa Prestasi Kerja Traktor Sarad. Majalah Kehutanan Indonesia No. 9 Tahun V.
- Elias. 1998. Pembukaan Wilayah Hutan, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Haryanto. 1978. Diklat Kuliah Pemungutan Hasil Hutan. Yayasan Pembina UGM. Yogyakarta.
- Mulyono S. 1986. Ilmu kerja hutan. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Mulyono S. 1987. Analisa Biaya Eksploitasi Hutan. Diktat Kuliah Jurusan Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Samarinda.
- Mulyono S. 1987. Ekpolitasi Hutan. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Mulyono S. 1988. Studi Tentang Produksi dan Biaya Relogging dengan Traktor Carterpillar C7G pada Lokasi Kegiatan Pembangunan Hutan Taman Industri di PT ITCI Kenangan Balikpapan. Faktor Unmul dan Indonesia-Geman Forestry Projec. Samarinda.
- Mulyono S. 1998. Penggunaan Traktor di Dalam Kehutanan Program Pasca Sarjana Magistas Ilmu Kehutanan Universitas Mulawarman Samarinda.
- Qibtiyah M. 2002. Analisis Waktu Dan Biaya Angkutan Kayu Bulat (log) dengan Logging Truck PT. Inhutani I Adm. Berau Kalimantan Timur. Fakultas Kehutanan. Unuversitas Mulawarman, Samarinda.
- Rachmat M. 2005. Peningkatan Produktivitas Kerja. Fakultas Kehutanan Unmul Samarinda.
- Rulim Y, Hinrichs, Sulistioadi B. 2000. Studi Implementasi Reduced Impact Tracor Logging – Proyek Pengembangan Sistem Manajemen Hutan Lestari. SFMP Document NO. 016 (2000) Samarinda.
- Ruslim Y. 2011. Aspek Teknis dan Ekonomis Penyaradan Dengan Menggunakan Pancang tarik (monocable winch) di PT Belayan River Timber.
- Salim H. 1976. Studi Tentang Produktivitas Tentang Alat-Alat Mekanis Pada PT Inhutani Unit II Kalimantan Timur. Skripsi Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman Samarinda. (Tidak dipublikasikan)
- Sanyoto. 1976. Metodik Penyelidikan Waktu Kerja Elementer. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.
- Sarwani. 1990. Studi Tentang Produktivitas Penyaradan Dengan Skindder Clark Ranger 668 D di Areal HPH PT ITCI Balikpapan. Skripsi FAHUTAN UNMUL. Samarinda.

PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP KEBERADAAN DAN FUNGSI HUTAN PENDIDIKAN UNIVERSITAS MULAWARMAN SAMARINDA

Ina Subiyanti, Syahrir*, Bernaulus Saragih

Falkultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jalan Ki Hajar Dewantara, PO Box 1013,
Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, 75119

E-mail: syahriryusuf2@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persepsi masyarakat terhadap keberadaan Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman, mengetahui fungsi Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman bagi masyarakat sekitar. Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Sampel yang digunakan sebanyak 30 responden yaitu 20% dari 150 KK yang berada di kelurahan Tanah Merah melalui metode purposive sampling. Analisis data yang digunakan adalah analisis secara deskriptif kualitatif. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa persepsi masyarakat terhadap keberadaan Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman bahwa masyarakat sangat mengetahui tentang keberadaan Hutan Pendidikan, karena masyarakat tinggal dikawasan lingkungan Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman masyarakat mengetahui jika kawasan tersebut sangat terkenal dengan obyek wisatanya. Hasil ini menunjukkan bahwa persepsi masyarakat terhadap fungsi Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman bagi masyarakat sekitar menjelaskan bahwa masyarakat mengetahui tentang fungsi Hutan Pendidikan sebagai obyek wisata yang sekaligus berfungsi sebagai sarana pendidikan dan juga penelitian bagi pelajar atau mahasiswa Universitas Mulawarman. Masyarakat juga mengetahui fungsi lain yaitu sebagai tempat pelestarian beberapa satwa dan tumbuhan, dapat mengurangi tingkat penguapan air didalam tanah, mencegah erosi atau longsor dan mendapatkan udara segar dan asri. Serta saran yang saya dapatkan selama penelitian adalah sebaiknya pengelola mengikut sertakan masyarakat dengan adanya penyuluhan atau sosialisasi sehingga dapat bekerja sama dalam memelihara dan melestarikan Hutan Pendidikan dengan baik dan benar.

Kata Kunci: Persepsi, Masyarakat, Hutan Pendidikan

PENDAHULUAN

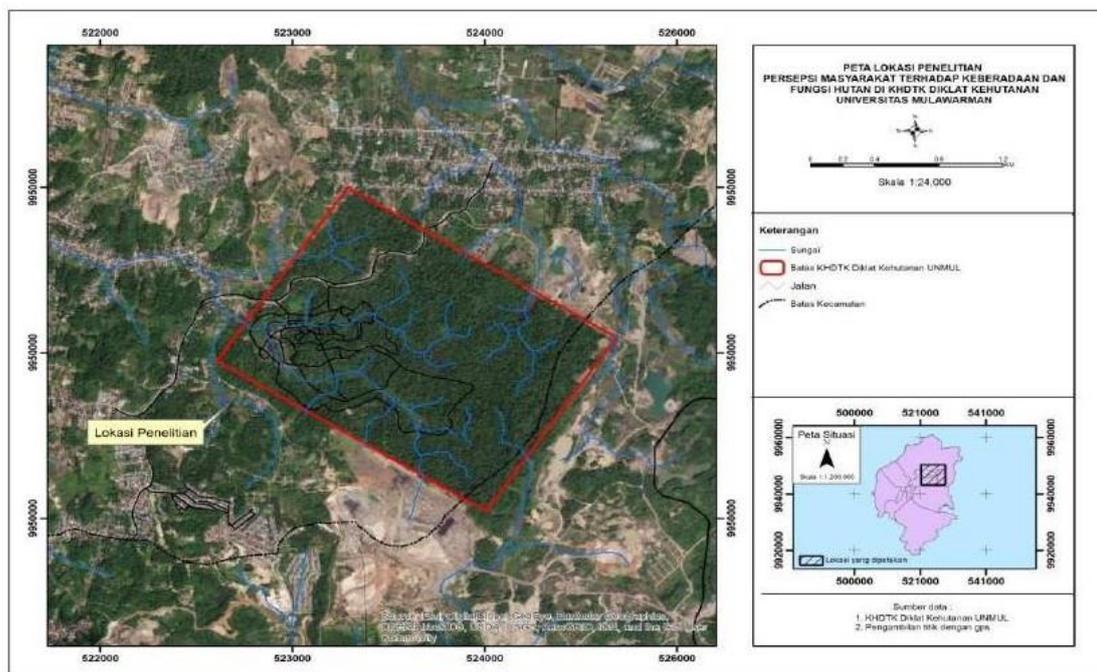
Hutan merupakan penyangga kehidupan manusia diantaranya berfungsi sebagai paru-paru bumi, tempat berbagai satwa hidup, hasil tambang dan berbagai sumberdaya lainnya yang bisa kita dapatkan dari hutan yang tidak ternilai harganya bagi manusia.

Universitas Mulawarman sebagai salah satu lembaga pendidikan tinggi yang ada di Kalimantan Timur, sejak pendiriannya berusaha untuk menempatkan diri pada posisi dimana hutan sebagai lingkungan yang mewarnainya, sehingga pola ilmiah pokoknya adalah hutan tropis lembab dan lingkungannya, berkaitan dengan hal tersebut maka Fakultas Kehutanan sebagai salah satu Fakultas yang ada di Universitas Mulawarman menjadi ujung tombak dalam memberikan warna pengelolaan hutan di Kalimantan Timur, dan hutan tropis lembab pada umumnya. Salah satu laboratorium alam yang dimiliki adalah Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman (KRUS sebutan lainnya). Keberadaannya yang strategis di kota Samarinda sebagai keterwakilan hutan tropis lembab, menarik perhatian tidak saja lembaga dalam negeri tapi juga luar negeri untuk bekerjasama khususnya dengan tujuan pendidikan dan penelitian. Dalam perjalanannya terjadi beberapa kali pergantian status kelembagaan dan penamaannya, dimana hal ini terkait erat dengan dinamika hutan serta kebijakan kehutanan yang berkembang (Siswanto dkk., 2017).

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di permukiman warga sekitar Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman, Samarinda. Tepatnya di Jalan Rimbawan Dalam RT.08 Kelurahan Tanah Merah. Penentuan lokasi ini dilakukan karena daerah tersebut berpotensi besar terhadap keberadaan dan fungsi Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman. Waktu penelitian kurang lebih 2 (dua) bulan meliputi studi pustaka, observasi lapangan, pengumpulan data lapangan, pengolahan dan analisis data. Untuk lebih jelas terkait lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat tulis menulis untuk pencatatan data, kamera untuk dokumentasi saat pelaksanaan penelitian, dan laptop untuk pengolahan data. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu peta dasar lokasi untuk mengetahui gambaran umum lokasi penelitian, dan kuisisioner untuk pengambilan data/informasi dari responden.

Prosedur Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode survei melalui wawancara secara langsung dan pengisian kuisisioner. Data yang dikumpulkan adalah data primer dan data sekunder. Pemilihan responden dilakukan dengan cara Teknik Nonprobability Sampling dengan metode *Purposif Sampling*. *Purposif Sampling* adalah teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2010). Pengambilan responden dilakukan pada kawasan Kelurahan Tanah Merah RT.08 atau masyarakat yang tinggal disekitar kawasan Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman. Responden yang dipilih adalah masyarakat umum yang berdomisili di Kelurahan Tanah Merah RT.08 karena masyarakat tersebut bersinggungan dengan Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman yang berada didekat Hutan Pendidikan tersebut. Jumlah responden di Jl. Rimbawan RT.08 adalah 30 responden yaitu 20% dari 150 KK yang berada di kelurahan tersebut.

Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan atau diperoleh, selanjutnya dianalisis secara deskriptif kualitatif sesuai dengan tujuan penelitian, guna memperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai metode dan teknik pengumpulan data. Pengolahan data dilakukan dengan cara menterjemahkan data ke dalam bentuk tabel agar lebih mudah dimengerti, data yang ada di dalam tabel kemudian dilakukan pengolahan sesuai dengan aspek yang dikaji. Hasil dari pengolahan data berupa persentase atas jawaban yang telah diberikan oleh setiap responden.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Persepsi adalah suatu proses untuk membuat penilaian mengenai berbagai macam hal yang terdapat di lapangan penginderaan seseorang. Persepsi masyarakat sekitar merupakan faktor yang penting dalam pengembangan dan keterlibatan untuk menjaga lingkungan dan kelestarian dari Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman atau yang saat ini akan diusulkan menjadi Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK). Masyarakat sekitar mempunyai persepsi yang baik dalam pengetahuan, hal ini disebabkan karena dekatnya Hutan Pendidikan dengan pemukiman warga sekitar sehingga masyarakat sekitar dapat merasakan dampak positif dan juga dampak negatif yang disebabkan dari Hutan Pendidikan tersebut.

Ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi sebuah persepsi seseorang terhadap sesuatu, faktor individu diantaranya adalah kecerdasan, emosi, minat, pendidikan, pendapatan, dan kapasitas indera. Sedangkan faktor diluar dari individu yang dapat mempengaruhi persepsi adalah pengaruh kelompok, pengalaman masa lalu, dan latar belakang sosial budaya (Sandi dalam Rahmawati, 2018).

Hal ini dipengaruhi oleh tingkat pengetahuan dimana masyarakat sekitar Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman memiliki persepsi yang baik dan yang paling kuat dalam menghubungkan suatu persepsi masyarakat di Jl. Rimbawan dalam RT.08 Kelurahan Tanah Merah adalah pada karakteristik tingkat pendidikan.

a. Tingkat Pendidikan Responden

Tingkat pendidikan menjelaskan tentang kemampuan seseorang serta perilaku seseorang, semakin tinggi tingkat pendidikan seseorang akan memiliki daya adaptasi yang cepat terhadap perubahan yang ada. Semakin tinggi pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki seseorang maka semakin produktif untuk melakukan penilaian (Mempun, 2008). Karakteristik responden untuk tingkat pendidikan dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Karakteristik Responden Berdasarkan Pendidikan Terakhir

No.	Tingkat Pendidikan	Jumlah	Persentase (%)
1.	SD	7	23,33
2.	SMP	6	20
3.	SMA	14	46,67
4.	Sarjana	3	10
	Jumlah	30	100

Sumber: Data Primer, 2020

Berdasarkan Tabel 1 pada umumnya tingkat pendidikan pada masyarakat sekitar Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman yaitu SMA sebesar 46,67%. Hal ini menggambarkan bahwa tingkat pendidikan responden tergolong tinggi. Tingkat pendidikan yang tergolong tinggi tersebut akan dihubungkan dengan tingkat persepsi masyarakat terhadap keberadaan hutan yang dikaji. Tingkat pendidikan menunjukkan hubungan yang cukup erat terhadap persepsi masyarakat. Hubungan tersebut

menunjukkan semakin tinggi tingkat pendidikan maka persentase nilai persepsi semakin besar. Hal ini dikarenakan terdapat hubungan antara informasi dengan tingkat persepsi bahwa semakin banyak informasi yang diterima oleh masyarakat tingkat persepsi akan semakin tinggi.

b. Umur Responden

Umur merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kemampuan seseorang dalam mengemukakan suatu pandangan atau ide dalam hal ini bagaimana persepsinya tentang suatu keberadaan Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman. Tingkat usia responden secara rinci dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Jumlah Responden Berdasarkan Usia

No.	Usia	Jumlah	Persentase (%)
1.	20-35	9	30
2.	36-50	15	50
3.	51-65	3	10
4.	>66	3	10
	Jumlah	30	100

Sumber: Data Primer, 2020

Pada Tabel 2 tingkat umur responden bervariasi tingkat umur tertinggi berada pada kelas umur 36-50 tingkat umur responden tersebut dapat dikatakan bahwa responden secara umum tergolong sudah berpengalaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Surata (1993) yang menyebutkan bahwa persepsi individu salah satunya dibatasi oleh perbedaan pengalaman.

c. Jenis Pekerjaan

Pekerjaan merupakan salah satu faktor yang juga berpengaruh terhadap kemampuan seseorang dalam mengemukakan suatu pandangan atau ide. Karakteristik pekerjaan responden secara rinci dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Karakteristik responden berdasarkan jenis pekerjaan

No.	Jenis Pekerjaan	Jumlah	Persentase (%)
1.	Mahasiswa	3	10
2.	Karyawan Swasta	15	50
3.	Buruh/Tani	4	13,33
4.	Wiraswasta/Pedagang	5	16,67
5.	IRT	3	10
	Jumlah	30	100

Sumber: Data Primer, 2020

Berdasarkan Tabel 3 mata pencaharian penduduk yang ada disekitar Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman sangat beragam diantaranya yang merupakan pekerjaan mayoritas adalah karyawan swasta dan wiraswasta/pedagang. Secara umum struktur perekonomian masyarakat di Kelurahan Tanah Merah yang sebagian besar berjualan didalam areal rekreasi pada Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman.

Persepsi Masyarakat Terhadap Keberadaan Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman

Persepsi masyarakat terhadap keberadaan Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman yang bermaksud untuk menggunakan hutannya yang dapat digolongkan ke dalam kategori persepsi baik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ngakan dkk (2006) yang mengatakan bahwa persepsi baik, apabila

mereka memahami dengan baik bahwa dirinya bergantung hidup dari sumberdaya hayati hutan dan menginginkan agar sumberdaya tersebut dikelola dengan baik atau secara lestari.

Tabel 4. Persepsi Responden Tentang Keberadaan HPUM

No.	Persepsi keberadaan HPUM	Jumlah responden	Persentase (%)
1.	Tahu	26	86,67
2.	Tidak tahu	4	13,33
	Jumlah	30	100

Setelah data disajikan dalam bentuk tabel, maka data yang ada kemudian dibentuk dalam grafik seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 2. Persentase persepsi responden tentang keberadaan HPUM

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tingkat umur tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan persepsi masyarakat. Hasil menunjukkan pada usia muda masyarakat belum memiliki pemahaman sepenuhnya terhadap keberadaan Hutan Pendidikan sedangkan pada usia dewasa tengah (masa paruh baya) dengan jumlah 26 responden dengan persentase 86,67% masyarakat sudah memiliki pemahaman yang baik tentang keberadaan Hutan Pendidikan dengan berbagai informasi yang didapat dan pengetahuan yang responden miliki.

Tabel 5. Persepsi Responden Terhadap Permasalahan Keberadaan HPUM

No.	Persepsi Permasalahan Terhadap Keberadaan HPUM	Jumlah Responden	Persentase (%)
1.	Ada	7	23,33
2.	Tidak ada	23	76,67
	Jumlah	30	100

Berikut adalah grafik dari data tabel di atas, yang telah disajikan sebagai berikut



Gambar 3. Persentase persepsi responden terhadap permasalahan yang menyangkut keberadaan HPUM

Dari Tabel 5 mengatakan bahwa responden tidak mempermasalahkan adanya keberadaan Hutan Pendidikan dari 23 responden dengan perentase 76,67% berpendapat bahwa masyarakat tidak akan mempermasalahkan keberadaan Hutan Pendidikan selagi tidak merugikan atau mengancam akan tetapi jika keberadaan hutan tersebut dapat mengakibatkan dampak negatif atau hal buruk yang akan merugikan masyarakat sekitar maka masyarakat akan menindak lanjuti untuk mencegah hal buruk tersebut. Namun, dari persepsi yang berpendapat bahwa adanya permasalahan keberadaan Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman yaitu 23,33% permasalahan yang menyangkut dengan adanya objek wisata saat ini yang kurang menarik sehingga pengunjung tidak merasa puas dan tidak seimbang dengan tarif/biaya tiket masuk, adanya aktivitas tambang yang langsung berbatasan dengan Hutan Pendidikan yang dapat menyebabkan kerawanan longsor sehingga terdapat salah satu dari rumah warga terkena dampaknya dengan kondisi jalan terputus sehingga tidak dapat ditempatkan lagi.

Tabel 6. Persepsi Responden Dengan Kondisi Lingkungan HPUM

No.	Persepsi tentang kondisi lingkungan HPUM	Jumlah responden	Persentase (%)
1.	Baik	8	26,66
2.	Kurang baik	11	36,67
3.	Biasa saja	11	36,67
	Jumlah	30	100

Berdasarkan dari hasil tabel diatas telah disajikan grafik sebagai berikut.



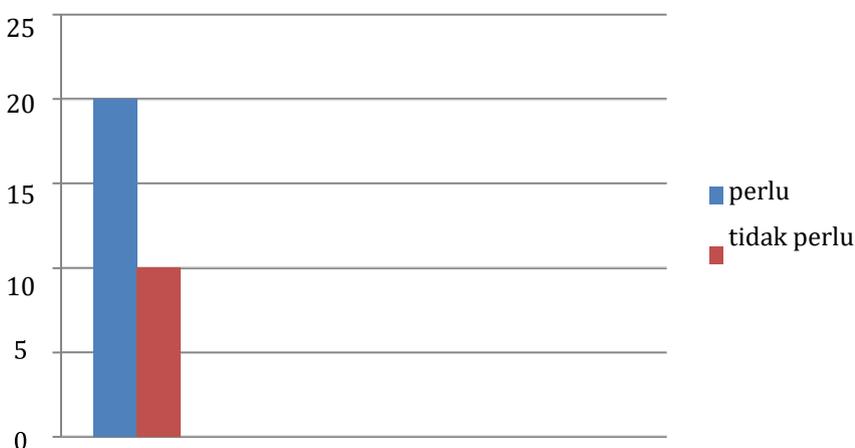
Gambar 4. Persentase persepsi responden tentang kondisi lingkungan HPUM

Pada pertanyaan mengenai kondisi lingkungan Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman yang dapat dilihat pada Tabel 6 bahwa terdapat 11 responden dengan persentase 36,67% memiliki persepsi bahwa kondisi Hutan Pendidikan kurang baik dan biasa saja. Masyarakat mengatakan kondisi HPUM kurang baik karena kurangnya perawatan yang masih kurang baik dan pengawasan terhadap kondisi lingkungan, kurangnya pemeliharaan dalam pengelolaan hutan yang dapat menyebabkan kawasan hutan tersebut masih kurang baik. Masyarakat mengharapkan adanya peran aktif dari instansi ataupun dari pengelola untuk memperhatikan keberadaan Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman.

Tabel 7. Persepsi Responden Dalam Keterlibatan Masyarakat HPUM

No.	Persepsi keterlibatan masyarakat dalam menjaga HPUM	Jumlah Responden	Persentase (%)
1.	Perlu	20	66,67
2.	Tidak Perlu	10	33,33
	Jumlah	30	100

Berdasarkan tabel diatas telah dilihat dari histogram pada gambar berikut.



Gambar 5. Persentase persepsi responden dalam keterlibatan masyarakat dalam menjaga HPUM

Keterlibatan masyarakat dalam menjaga dan pengelolaan Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman dapat dilihat pada Tabel 7 yaitu sebanyak 20 responden dengan persentase 66,67%

responden yang menjelaskan bahwa kelestarian hutan bukan saja menjadi tanggung jawab pemerintah atau pengelola, namun kesadaran atau peran

partisipasi aktif masyarakat juga sangat menentukan kelestarian hutan hal ini dikarenakan masyarakat hutanlah yang berhubungan langsung dengan keberadaan hutannya. Masyarakat juga berpendapat bahwa kawasan Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman memberikan manfaat terhadap lingkungan sekitar, sehingga akan menjadi bersih, aman dan nyaman.

Berdasarkan informasi dari informan penelitian ini diketahuibahwa pengelola memberikan kesempatan kepada masyarakat untuk ikut terlibat dalam pengelolaan KHDTK/ Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman. Keterlibatan masyarakat selain melakukan kerjasama dalam pemanfaatan kawasan juga sebagai pengelola kedua yang artinya selain pengelola Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman masyarakat juga diikuti sertakan dalam mengelola dan kebanyakan karyawan yang ada merupakan masyarakat sekitar Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman akan tetapi saat ini ada lahan yang dikuasi oleh masyarakat untuk digunakan berkebun dan untuk kedepannya masyarakat akan diarahkan untuk melakukan pertanian dengan sistem *agroforestry*.

Tabel 8. Persepsi Responden Terhadap Dampak Keberadaan HPUM

No.	Persepsi terhadap dampak keberadaan HPUM	Jumlah responden	Persentase (%)
1.	Ada	7	23,33
2.	Tidak ada	23	76,67
	Jumlah	30	100

Hasil tabel persepsi terhadap dampak keberadaan HPUM yang disajikan pada tabel diatas digambarkan dalam grafik berikut.



Gambar 6. Persentase persepsi responden terhadap dampak keberadaan HPUM

Dalam pandangan masyarakat terhadap dampak dari keberadaan Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman dapat dilihat dari banyaknya responden yang tidak merasakan dampak yaitu sebanyak 23 responden dengan persentase 76,67% dengan jumlah responden yang tertinggi, sedangkan 23,33% responden mengatakan bahwa masyarakat merasakan dampak yang ditimbulkan dari adanya keberadaan Hutan Pendidikan di sekitarnya baik dampak positif maupun dampak negatif. Dampak positif seperti menjadi sarana objek wisata bagi warga sekitar sehingga masyarakat juga ikut serta menikmati adanya objek dan hiburan-hiburan yang ada didalamnya, adanya peluang usaha untuk berjualan dan berdagang didalam objek wisata. Adapun dampak negatif yang masyarakat rasakan seperti pada musim buah banyak hewan-hewan yang berkeliaran atau bermunculan seperti monyet yang mengganggu warga sekitar, ular yang memangsa ayam warga dan buaya yang masuk ke

permukiman warga.

Persepsi Masyarakat Terhadap Fungsi Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman

Tanggapan masyarakat mengenai tujuan adanya kawasan Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman menurut responden yaitu sebagai pemanfaatan lingkungan dan hutannya melalui peningkatan fungsi dan peranan hutan, upaya konservasi sumber daya alam dan sumber penghasilan bagi sebagian masyarakat sekitar dengan keberadaan Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman yang dapat dijadikan objek wisata yang terdapat didalamnya.

Fungsi hutan pendidikan sangat penting terutama sebagai sarana pendidikan dan penelitian bagi Universitas Mulawarman maupun peneliti nasional, selain hutan pendidikan sebagai pemanfaatan hutan bagi masyarakat sekitar, sebagian juga berupa area perlindungan yang masih memiliki keanekaragaman hayati yang alami baik flora maupun fauna yang ada didalamnya, disamping itu fungsi utamanya sebagai lokasi praktek (pendidikan, penelitian, perlindungan) keberadaan Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman juga berfungsi sebagai kawasan rekreasi. Adapun data yang diperoleh berdasarkan persepsi masyarakat terhadap fungsi Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman seperti pada Tabel 9 dibawah ini:

Tabel 9. Persepsi Responden Terhadap Fungsi HPUM

No.	Persepsi Terhadap Fungsi HPUM	Jumlah Responden	Persentase (%)
1.	Tahu	18	60
2.	Tidak Tahu	6	20
3.	Tidak Jawab	6	20
	Jumlah	30	100

Telah disajikan pula dalam bentuk grafik sebagai berikut.



Gambar 7. Persentase persepsi responden terhadap fungsi HPUM

Tingkat persepsi responden mengenai fungsi dan manfaat Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman dapat dikatakan tergolong cukup baik dikarenakan bahwa hampir semua responden mengetahui bahwa hutan tersebut sangat bermanfaat dan memiliki fungsi baik secara langsung maupun tidak langsung. Sebanyak 18 responden dengan persentase 60% memiliki persepsi yang kuat dan cukup jelas mengenai fungsi dan manfaat sumber daya hutan yaitu pengaturan tata air, paru-paru dunia, mencegah bencana alam, mengurangi polusi, atau pencemaran bahkan dapat dijadikan sebagai objek wisata (fungsi ekonomi), dan juga dapat sebagai sarana pendidikan dan penelitian untuk mahasiswa yang melakukan penelitian. Namun 20% responden tidak tahu apakah Hutan Pendidikan

bermanfaat atau tidak. Hal ini dipengaruhi oleh faktor pendidikan yaitu minimnya pengetahuan dan sikap peduli terhadap hutan disekitarnya.

Tabel 10. Persepsi Responden Dalam Persetujuan Untuk Penelitian dan Pengembangan dibidang Pendidikan

No.	Persepsi Masyarakat Tentang Persetujuan jika HPUM Diperuntukkan Sebagai Penelitian dan Bidang Pendidikan	Jumlah Responden	Persentase (%)
1.	Setuju	7	23,33
2.	Sangat Setuju	17	56,67
3.	Tidak Setuju	6	20
	Jumlah	30	100

Menurut KHDTK Diklat Fahutan Unmul (2018) pada dasarnya menunjang kepentingan pendidikan dan penelitian sesuai dengan ajuan kurikulum Fakultas Kehutanan yang mencakup aspek/ pengetahuan dasar, perencanaan pembangunan hutan, aspek pemanenan dan pengelolaan hasil hutan (HHK dan HHBK) serta aspek konservasi hutan terutama hutan alam yang masih ada.

Fungsi pendidikan dikembangkan untuk meningkatkan pengetahuan pengunjung mengenai kawasan dan alam serta diharapkan dapat meningkatkan keinginan untuk turut serta dalam upaya-upaya pelestarian kawasan.

Berdasarkan dari data tabel diatas, dapat dilihat dari grafik penelitian di bawah ini:



Gambar 8. Persentase persepsi responden dalam persetujuan HPUM untuk penelitian dan pengembangan dibidang Pendidikan

Pada Tabel 10 diketahui dari 17 responden dengan persentase 56,67% mengatakan bahwa masyarakat sangat setuju jika hutan diperuntukkan sebagai sarana pengembangan pendidikan dan juga penelitian jika hal itu positif maka harus dilakukan karena masih banyak mahasiswa yang membutuhkan hutan sebagai lokasi penelitian dan untuk sarana edukasi pendidikan agar lebih bermanfaat. Namun ada juga masyarakat yang tidak setuju sebanyak 6 responden dengan persentase 20% dan tidak mau memberikan alasan yang tepat bahwa responden tidak mengerti dan memahami akan keberadaan hutan maupun fungsinya.

Berdasarkan hasil penelitian tanggapan masyarakat tentang hutan pendidikan sebagai penelitian dan pengembangan dibidang pendidikan responden sangat antusias jika kawasan hutan tersebut diperuntukkan sebagai kawasan hutan pendidikan karena bukan hanya semakin bermanfaat bagi pelajar dan mahasiswa hutan akan lebih terawat dan terjaga sehingga hutan selalu menghasilkan fungsi dan

dampak positif bagi yang memanfaatkannya.

Tabel 11. Persepsi Responden Atas Pemanfaatan Hasil HPUM

No.	Persepsi Masyarakat Terhadap Pemanfaatan Hasil HPUM	Jumlah Responden	Persentase (%)
1	Memanfaatkan Hasil Hutan	9	30
2	Tidak Pernah Memanfaatkan	16	53,33
3	Belum Ada Memanfaatkan Hasil Hutan	5	16,67
	Jumlah	30	100

Adapun grafik yang telah disajikan dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 9. Persentase persepsi responden dalam pemanfaatan hasil HPUM

Masyarakat mengatakan manfaat dari Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman yang dapat dimanfaatkan terhadap kenyamanan keindahan dan kesejukan. Pada Tabel 11 menunjukkan bahwa masyarakat/responden 16 responden dengan persentase 53,33% mengatakan bahwa tidak pernah memanfaatkan hasil Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman dikarenakan sudah banyaknya para pendatang yang tinggal di kawasan hutan dan tidak sempat untuk memanfaatkan hasil hutannya. Namun ada 30% responden memanfaatkan dari Hutan Pendidikan yaitu manfaat terhadap kesejukan udara yang ada disekitar hutan, dengan adanya Hutan Pendidikan akan memberikan kesegaran, kesejukan sehingga udara menjadi lebih fresh dan sejuk. Sebelum Hutan Pendidikan dialih fungsikan menjadi taman rekreasi warga bisa memanfaatkan untuk mencari ranting, sebagai bahan bakar, buah-buahan, dan memancing, akan tetapi sesudah adanya perubahan-perubahan yang ada pada saat ini dan adanya faktor perekonomian warga tidak lagi memanfaatkan hasil hutan karena untuk saat ini memasuki area Hutan Pendidikan dapat dikenakan biaya tiket masuk karena terdapat taman rekreasi didalamnya yaitu Taman Borneo, sedangkan dari pemanfaatan memiliki potensi objek dan daya tarik wisata alam yang cukup tinggi untuk menghasilkan aspek keunikan, keindahan dan kenyamanan yang cukup tinggi.

Tabel 12. Persepsi Responden Tentang pengelola HPUM

No.	Persepsi masyarakat tentang upaya pengelola HPUM	Jumlah responden	Persentase (%)
1.	Baik	5	16,67
2.	Kurang Baik	15	50

No.	Persepsi masyarakat tentang upaya pengelola HPUM	Jumlah responden	Persentase (%)
3.	Cukup Baik	4	13,33
4.	Tidak Tahu	6	20
	Jumlah	30	100

Adapun grafik yang telah disajikan dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 10. Persentase persepsi responden tentang pengelola HPUM

Tabel 12 menunjukkan bahwa persepsi masyarakat terkait dengan upaya pengelola Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman sebanyak 50% menyatakan bahwa pengelola Hutan Pendidikan masih kurang baik dan perlu adanya peningkatan. Masyarakat menyatakan bahwa peran pemerintah dan pengelola harus ditingkatkan dengan membuat program-program penanaman pohon pada daerah-daerah hutan yang kritis (gundul) di Hutan Pendidikan. Berdasarkan hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa masyarakat ingin pengelola lebih memperhatikan kawasan Hutan Pendidikan Universitas Mulawarman agar tidak menimbulkan dampak negatif bagi yang merasakan dampaknya.

DAFTAR PUSTAKA

- KRUS. 2014. Laporan Tahunan Kebun Raya Unmul Samarinda (KRUS) Tahun 2014. Samarinda Universitas Mulawarman.
2018. Rencana Pengelolaan Hutan Jangka Panjang KHDTK Pendidikan Pelatihan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman.
- Surata SPK. 1993. Persepsi Seniman Lukis Tradisi Bali Terhadap Konservasi Burung. Tesis Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor. (Tidak dipublikasikan)
- Siswanto H, Arifin Z, Ariyanto. 2017. Dinamika Menuju Kesatuan Pengelolaan Hutan Produksi (KPHP) Samarinda "Sebuah Tantangan dan Harapan".

KUALITAS PAPAN SEMEN PARTIKEL DARI SERAT SABUT KELAPA (*Cocos nucifera* L.) DENGAN VARIASI UKURAN PANJANG SERAT

Lukman Dwi Atmaja, Agus Nur Fahmi*, Rindayatno

Falkultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jalan Ki Hajar Dewantara, PO Box 1013,
Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, 75119

E-Mail : agusnf@gmail.com

ABSTRACT

Along with the increasing population in Indonesia, the need for wood as a building material is also increasing. Meanwhile, the availability of wood with large diameter and free from defects in nature has been decreasing. This study aims to determine the optimal length of coconut coir fibers on producing the best quality cement particle board. This research was conducted for four months consisting of one month for literature study and preparation of raw materials, one month for manufacturing and testing cement boards and two months for data processing and thesis preparation. Based on the research that has been done regarding the quality of cement particle board from coconut fiber (*Cocos nucifera* L.), It is known that the overall value of research results matches the expected results because the cement board's robust value corresponds to the established value of 1.2 g/cm^3 . This is because the thick cement beams produced have increased density along with the length of the fibers. Based on the results of hydration tests, each has a temperature of the highest 43°C and lowest 39°C . The highest density occurs at D 1.38 g/cm^3 treatment and at least A 1.23 g/cm^3 treatment. The highest moisture content levels are at A 12.55% percent treatment and the lowest treatment D 10.98%. The highest water permeability absorption of water is at A 27.18% treatment and lower treatment of D 18.41%. The highest thickness swelling bold development occurred at A 6.01% treatment and at the lowest treatment D 4.48%. MoE is the highest at D 24.65 N/mm^2 and lower at B 19.46 N/mm^2 . MoR the highest at D 16.25 N/mm^2 treatment and the lowest at A 10.51 N/mm^2 treatment. IBS are the highest at C 0.54 N/mm^2 treatment and the lowest on D 0.33 N/mm^2 treatment.

Keywords: Fiber length, Cement particle board, Coco fiber

ABSTRAK

Seiring dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia, maka kebutuhan akan kayu sebagai bahan baku bangunan juga semakin meningkat. Sementara itu, ketersediaan kayu yang berdiameter besar dan bebas cacat di alam sudah semakin berkurang. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui ukuran panjang optimal dari serat sabut kelapa untuk menghasilkan kualitas papan semen partikel yang terbaik. Penelitian ini dilaksanakan selama empat bulan terdiri dari satu bulan untuk studi literatur dan persiapan bahan baku, satu bulan untuk pembuatan dan pengujian papan semen dan dua bulan untuk pengolahan data dan penyusunan skripsi. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan mengenai kualitas papan semen partikel dari serat sabut kelapa (*Cocos nucifera* L.), diketahui bahwa nilai secara keseluruhan hasil penelitian sesuai dengan hasil yang diharapkan karena nilai kerapatan papan semen yang ada sesuai dengan ketentuan nilai kerapatan yang telah ditetapkan yaitu $1,2 \text{ g/cm}^3$. Hal ini terjadi dikarenakan tebal papan semen yang dihasilkan terjadi peningkatan kerapatan seiring dengan peningkatan panjang serat. Berdasarkan hasil pengujian suhu hidrasi didapatkan suhu masing-masing 43°C tertinggi dan terendah 39°C . Kerapatan yang tertinggi terdapat pada perlakuan D $1,38 \text{ g/cm}^3$ dan yang terendah perlakuan A $1,23 \text{ g/cm}^3$. Kadar air yang tertinggi terdapat pada perlakuan A 12,55% dan yang terendah perlakuan D 10,98%. Penyerapan air yang tertinggi terdapat pada perlakuan A 27,18% dan yang terendah pada perlakuan D 18,41%. Pengembangan tebal yang tertinggi terdapat pada perlakuan A 6,01% dan yang terendah pada perlakuan D 4,48%. MoE yang tertinggi pada perlakuan D $24,65 \text{ N/mm}^2$ dan yang terendah pada perlakuan B $19,46 \text{ N/mm}^2$. MoR yang tertinggi pada perlakuan D $16,25 \text{ N/mm}^2$ dan yang terendah pada perlakuan A $10,51 \text{ N/mm}^2$. IBS yang tertinggi terdapat pada perlakuan C $0,54 \text{ N/mm}^2$ dan yang terendah pada perlakuan D $0,33 \text{ N/mm}^2$.

Kata Kunci: Panjang serat, Papan semen partikel, Serat sabut kelapa

PENDAHULUAN

Seiring dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia, maka kebutuhan akan kayu sebagai bahan baku bangunan juga semakin meningkat. Sementara itu, ketersediaan kayu yang berdiameter besar dan bebas cacat di alam sudah semakin berkurang. Oleh karena itu perlu dikembangkan teknologi pembuatan panil kayu agar dapat mensubstitusi penggunaan kayu sebagai bahan baku bangunan. Salah satu jenis produk panil kayu adalah papan komposit dari bahan berlignoselulosa.

Berdasarkan data *Asia Pasific Coconut Community* (APCC) luas kebun kelapa di Indonesia tahun 2010 seluas 3.859.000 hektar adalah yang terluas di dunia dengan produksi 15,4 miliar butir (Basri, 2008). Serat sabut kelapa merupakan bahan yang potensial sebagai substitusi partikel kayu dalam proses pembuatan papan semen.

Penelitian-penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Masri (1998) menyebutkan bahwa serat sabut kelapa dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan papan semen, walaupun papan semen serat sabut kelapa yang dihasilkan masih belum cukup baik kualitasnya sehingga diperlukan upaya lebih lanjut untuk meningkatkan kualitasnya. Dalam penelitian ini, untuk meningkatkan kualitas serat sabut kelapa pengujian papan semen partikel harus dilakukan pengujian dengan mengetahui uji sifat dan mekanis dari serat sabut kelapa.

Sifat fisis dan mekanis papan serat dipengaruhi oleh salah satu faktor yang berpengaruh terhadap papan semen partikel salah satunya adalah bentuk dan ukuran partikel, selanjutnya berdasarkan penelitian yang dilakukan Badejo (1998) dalam Safitri (2008) bahwa menggunakan kayu keras dengan ukuran partikel tebal 0,25 mm – 0,55 mm, lebar 12,5 mm – 2,5 mm, serta panjang 37,5 mm menyimpulkan bahwa penggunaan partikel yang lebih panjang terbukti meningkatkan MoE dan MoR, dan dimensi papan relatif stabil terhadap penyerapan air dan pengembangan tebal. Berdasarkan pertimbangan di atas, maka dalam penelitian ini dipilih tema kualitas papan semen partikel dari serat sabut kelapa (*Cocos nucifera* L.) dengan variasi ukuran panjang serat yang dimana dapat lebih dikembangkan dan ditingkatkan secara luas untuk penggunaan partikel yang lebih optimal. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ukuran panjang optimal dari serat sabut kelapa untuk menghasilkan kualitas papan semen partikel yang terbaik.

Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi kepada masyarakat untuk penggunaan alternatif lain dari serat sabut kelapa dalam meningkatkan nilai guna serat sabut kelapa yang selama ini dijadikan sampah pabrik atau perkebunan yang kurang memiliki nilai ekonomis jika dibandingkan dengan papan yang berasal dari kayu alam yang ketersediaannya mulai berkurang serta diharapkan bisa bermanfaat dalam pengembangan teknologi papan semen partikel dari serat sabut kelapa.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama empat bulan terdiri dari satu bulan untuk studi literatur dan persiapan bahan baku, satu bulan untuk pembuatan dan pengujian papan semen dan dua bulan untuk pengolahan data. Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Industri dan Pengujian Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Bengkel kerja Industri Hasil Hutan dan Laboratorium Rekayasa dan Pengujian Bahan Berkayu untuk pengujian sifat dan mekanika papan semen partikel.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: peta lokasi penelitian, kamera jebak merk Bushnell, *Global Positioning System* (GPS), kamera digital, alat tulis, dan buku panduan

lapangan untuk mamalia (Payne dkk., 2000; Phillipps dan Phillipps, 2016).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat sabut kelapa (*Cocos nucifera* L.) yang diperoleh dari tempat penjualan serabut kelapa dari Kota Samarinda. Bahan perekat yang akan digunakan berupa Semen *Portland* merk dagang Tonasa dan Katalisator $MgCl_2$ sebanyak 3% dari berat semen serta diperlukan air untuk melarutkan katalisator.

Peralatan yang digunakan meliputi:

- 1) Peralatan penyiapan bahan baku yaitu karung/plastik, terpal plastik dan ayakan partikel.
- 2) Peralatan pembuatan lembaran papan dan contoh uji yaitu timbangan, ember plastik, alat pembuat campuran partikel dengan semen (*mixer*), alat pencetak, dan mesin *press*.
- 3) Peralatan penguji yaitu termos, *thermometer oven*, desikator, *caliper/micrometer*, timbangan, *Universal Testing Machine* (UTM), bak perendam, kertas millimeter, kalkulator, dan alat tulis-menulis.

Prosedur Penelitian

a. Persiapan Bahan Baku

Semen sebelum digunakan diayak terlebih dahulu untuk mendapatkan ukuran yang seragam dan tidak menggumpal, kemudian serbuk semen yang halus ditimbang sesuai dengan kebutuhan pembuatan papan. Akselerator yang akan digunakan ditimbang sesuai dengan keperluan kemudian dilarutkan dalam air terlebih dahulu sebelum dicampurkan semen dengan partikel serat sabut kelapa. Serat sabut kelapa yang telah terurai (*cocofiber*) terlebih dahulu harus direndam di dalam air dingin selama 24 jam untuk menurunkan zat ekstraktif yang terdapat dalam serat sabut kelapa. Setelah direndam, serat sabut kelapa tersebut kemudian di potong-potong dengan menggunakan pisau pemotong sehingga diperoleh partikel serat dengan panjang yang di harapkan yaitu 2 cm, 4 cm, 6 cm, dan 8 cm. selanjutnya partikel dikeringkan di udara terbuka sehingga nampak kering sampai kadar air seragam yaitu dibawah 30% selama 1 setengah minggu.

b. Pengukuran Suhu Hidratasi

Pengukuran suhu hidratasi dilakukan dengan menggunakan *styrofoam* yang ke dalamnya dimasukkan tabung reaksi berisikan campuran adonan partikel sabut kelapa, campuran semen dan air dengan perbandingan 20 g (partikel); 200 g (semen); 100 g (air). Katalis $MgCl_2$ 5% berdasarkan berat semen yaitu 10 g bahan baku. Kenaikan suhu dicatat tiap jam selama 24 jam.

c. Pembuatan Papan Semen Partikel

Menimbang berat masing-masing bahan baku kemudian dilakukan pencampuran. Partikel serat sabut kelapa dan semen diaduk sehingga tercampur rata, sambil diaduk campuran tersebut kemudian dicampur dengan akselerator yang telah dilarutkan dalam air. Pengadukan menggunakan mesin *mixer*, pengadukan terus dilakukan sampai seluruh bahan baku tercampur rata. Hasil pencampuran bahan baku (adonan) tersebut kemudian dimasukkan di dalam cetakan kayu dengan ukuran 30 cm x 30 cm x 1,2 cm dan diratakan secara manual sehingga diperoleh hamparan mat yang memenuhi cetakan dengan penyebaran yang merata. Kemudian cetakan yang berisi mat tersebut ditutupi bagian atasnya dengan plat penutup yang dilengkapi penjepit kemudian dipres awal selama 5 menit. Lembaran papan semen yang masih basah diberi stik pada setiap sisinya kemudian dipres dengan menggunakan mesin kempa dengan tekanan 40 bar selama kurang lebih 3 jam. Setelah itu tekanan dihentikan, mesin dimatikan dan lembaran papan dibiarkan terjepit selama 24 jam. Papan semen yang telah mengalami proses pengerasan selama 24 jam kemudian diangkat dan disusun secara vertikal pada rak kayu untuk dikeringkan selama 18 hari. Selanjutnya dilakukan pemotongan contoh uji di Bengkel Kerja (*Work Shop*) sesuai dengan ukuran contoh uji yang telah ditentukan untuk masing-masing jenis pengujian. Sebelum pengujian dilakukan, contoh uji terlebih dahulu dimasukkan didalam ruang konstan selama 14 hari dengan suhu 22oC dan kelembaban 65% hingga mencapai kondisi kadar air normal kemudian

dilakukan pengujian.

d. Pengujian Sifat Fisika dan Mekanika Papan Semen Partikel

Contoh uji di oven selama 24 jam dengan temperatur 105°C. Kemudian contoh uji dikeluarkan dan dimasukkan di dalam desikator selama ± 15 menit, kemudian ditimbang lagi beratnya untuk mengetahui kerapatan kering tanur. Contoh uji ditimbang beratnya dan dimasukkan kedalam oven dengan suhu 105°C ± 3 °C selama 24 jam sehingga mencapai berat yang konstan. Setelah itu contoh uji dikeluarkan dan dimasukkan didalam desikator selama ± 15 menit dan ditimbang kembali beratnya untuk mengetahui kadar airnya. Contoh uji diukur tebalnya, kemudian direndam dalam air selama 24 jam dalam suhu kamar. Setelah itu diangkat dan dibiarkan agar air yang tertinggal pada permukaan contoh uji mengering, kemudian ditimbang lagi beratnya untuk diketahui besar penyerapan air. Contoh uji diukur tebalnya, kemudian direndam dalam air selama 24 jam dalam suhu kamar. Setelah perendaman dilakukan maka langkah selanjutnya adalah mengukur ketebalan contoh uji setelah terlebih dulu diangkat dan dibiarkan selama beberapa menit untuk menghilangkan air pada permukaan contoh uji untuk mengetahui pengembangan tebal.

Contoh uji diukur dimensinya (tebal dan lebar) kemudian diletakkan diantara dua penyangga. Pengujian dilakukan dengan memberikan tekanan pada bagian tengah contoh uji. Nilai elastisitas atau MoE (*Modulus of Elasticity*) dan keteguhan patah atau MoR (*Modulus of Rupture*) dari papan semen yang terbentuk untuk mengetahui keteguhan lentur statis. Contoh uji ukur panjang dan tebalnya. Lalu direkatkan pada yokes dengan menggunakan perekat (*Hotmelt*) yang dipanaskan. Setelah itu dibiarkan selama ± 1 jam, kemudian contoh diuji dengan mesin penguji universal. Pengujian dilakukan sampai contoh uji rusak (terputus). Beban maksimum yang dicapai dicatat untuk diketahui keteguhan tarik tegak lurus permukaan.

Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian diolah dan dilakukan analisis statistik dengan menggunakan rancangan percobaan acak lengkap 8 kali ulangan. Sebagai faktor perlakuan dipergunakan untuk ukuran panjang serat bahan baku pada proses pembuatan lembaran papan semen partikel dengan 4 tingkatan, yaitu:

A = Serat sabut kelapa dengan panjang 2 cm

B = Serat sabut kelapa dengan panjang 4 cm

C = Serat sabut kelapa dengan panjang 6 cm

D = Serat sabut kelapa dengan panjang 8 cm

Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh perbedaan perlakuan terhadap sifat fisika dan mekanika papan semen partikel, maka data dianalisis dengan analisis sidik ragam (ANOVA). Apabila uji F menunjukkan hasil yang signifikan ($F\text{-hit} > F\text{-tab}$), maka diadakan uji lanjutan dengan menggunakan uji LSD (*Least Significant Difference*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu Hidratasi

Pengukuran suhu hidratasi fiber cement board dalam jangka waktu pengukuran 24 jam dengan metode Sandermann disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengukuran Suhu Hidratasi

Jam ke-	Perlakuan (°C)			
	1	2	3	4
1	29	30	31	29
2	30	31	31	29
3	31	31	32	29
4	32	32	32	30
5	33	32	33	30
6	34	33	34	31
7	36	34	35	32
8	37	34	36	32
9	39	35	38	33
10	41	36	39	34
11	43	36	39	36
12	43	37	40	37
13	43	38	40	38
14	43	39	40	39
15	43	40	39	39
16	43	41	39	39
17	42	42	39	39
18	42	43	39	39
19	42	42	38	39
20	41	42	38	39
21	41	41	38	39
22	40	41	37	38
23	40	40	37	38
24	39	39	37	37

Keterangan:

Perlakuan 1 = 200 g semen : 100 g air : 10 g serat sabut kelapa 2 cm

Perlakuan 2 = 200 g semen : 100 g air : 10 g serat sabut kelapa 4 cm

Perlakuan 3 = 200 g semen : 100 g air : 10 g serat sabut kelapa 6 cm

Perlakuan 4 = 200 g semen : 100 g air : 10 g serat sabut kelapa 8 cm

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa suhu maksimum pada perlakuan 1, 2, 3 dan 4 berbeda-beda. Pada perlakuan 1 suhu maksimum hidratasi mencapai 43°C, pada perlakuan 2 suhu maksimum hidratasi mencapai 43°C, pada perlakuan 3 suhu maksimum hidratasi mencapai 40°C, dan pada perlakuan 4 suhu maksimum hidratasi mencapai 39°C. Hasil pengamatan suhu maksimum hidratasi dilakukan dengan metode Sandermann dan ternyata suhu yang dicapai tersebut memenuhi kriteria baik dan sedang yang telah ditetapkan Indonesia untuk suhu maksimum hidratasi. Yaitu perlakuan 1 dan 2 dengan suhu 43°C mendapat predikat baik sedangkan perlakuan 3 dan 4 dengan suhu masing-masing 40°C dan 39°C mendapat predikat sedang.

Hal ini sesuai dengan pendapat Kamil (1970) yang menyatakan bahwa batas maksimum suhu hidratasi kategori baik diatas 41°C, kategori sedang antara 36-41°C dan kategori kurang baik dibawah dari 36°C. sehingga serat sabut kelapa dapat dikatakan baik untuk digunakan sebagai bahan baku papan semen partikel.

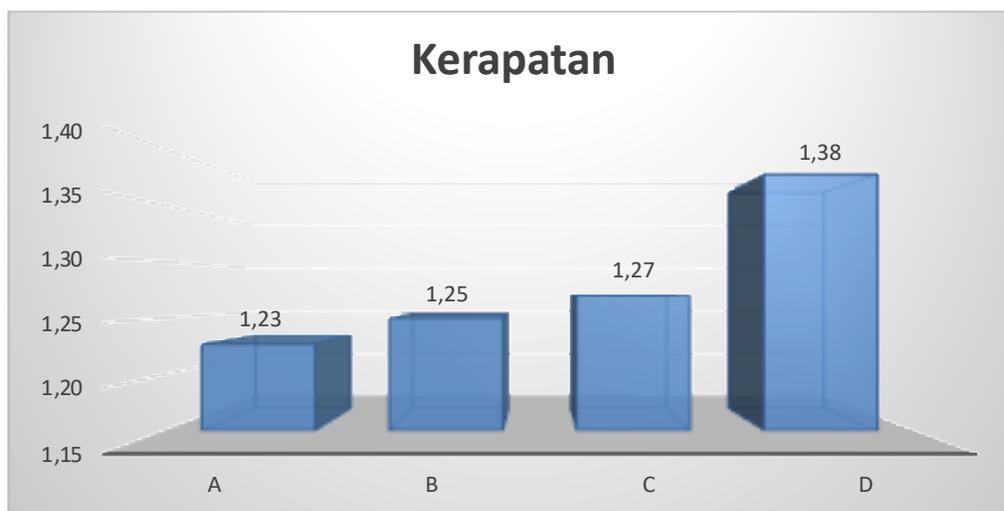
Sifat Fisika Papan Semen Partikel (*Cocos nucifera* L.)/Sabut Kelapa

Pengujian sifat papan semen partikel meliputi Kerapatan Kering Tanur, Kadar Air, Pengembangan Tebal dan Penyerapan Air. Nilai rata-rata hasil pengujian fisika dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 1. Nilai Rataan Hasil Pengujian Fisika Papan Semen Partikel (*Cocos nucifera* L.)

Perlakuan	Kerapatan (g/cm ³)	Kadar Air (%)	Pengembangan Tebal (%)	Penyerapan Air (%)
A	1,23	12,55	6,01	27,18
B	1,25	12,44	5,74	25,79
C	1,27	11,51	4,86	23,53
D	1,38	10,98	4,48	18,41
SNI 03-2105-2006	0,4-0,9	Maks 14%	Maks 12%	-

Nilai kerapatan yang diperoleh secara keseluruhan tidak mencapai target kerapatan yang telah ditetapkan yaitu 1,2 g/cm³. Hasil ini serupa dengan penelitian yang dilakukan Sulastiningsih dkk (2006) mengenai papan semen partikel. Hal ini terjadi dikarenakan tebal papan semen yang dihasilkan rata-rata mencapai 1,5 cm sementara tebal yang ditargetkan adalah 1 cm. Akibatnya volume papan semen menjadi lebih besar sehingga kerapatan yang dihasilkan juga besar dan tidak mencapai target. Nilai kerapatan papan semen yang rendah disebabkan karena ketebalan papan semen melebihi target ketebalan yang telah ditetapkan. Untuk lebih jelasnya perbedaan nilai rata-rata kerapatan setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Nilai Rata-rata Kerapatan Papan Semen Partikel

Berdasarkan Gambar 1 di atas dapat dilihat nilai kerapatan tertinggi terdapat pada perlakuan D yaitu 1,38 g/cm³ dan yang terendah pada perlakuan A yaitu 1,23 g/cm³. Nilai kerapatan mengacu dengan standar yaitu 1,2 g/cm³. Pada hasil pengujian dapat dilihat adanya peningkatan nilai kerapatan. Semakin panjang serat sabut kelapa yang digunakan berdampak semakin kecilnya spring back yang terjadi terutama pada dimensi panjang dan dimensi tebal sehingga volume papan akan mengecil oleh karena itu maka terjadi peningkatan kerapatan seiring dengan peningkatan panjang serat sabut kelapa. Selain itu, diduga semakin panjang serat kelapa maka semakin sedikit pula rongga pada papan dibandingkan dengan rongga lebih pendek dan akan meningkatkan nilai kerapatan papan. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan terhadap kerapatan papan semen partikel dari serat

sabut kelapa yang dihasilkan maka perlu dilakukan analisis keragaman seperti terlihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Analisis Sidik Ragam (ANOVA) Kerapatan Papan semen partikel sabut kelapa

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rata-rata	F _{hitung}	F _{tabel} 0,05	0,01
Perlakuan	3	0,06753	0,02251	5,38**	3,24	5,29
Galat	16	0,06692	0,00418			
Total	19	0,13445				

Keterangan: ** = sangat signifikan

Karena pengaruh perlakuan pada papan semen partikel serat sabut kelapa yang sangat signifikan terhadap nilai kerapatan maka perlu dilakukan uji *Least Significant Difference* (LSD) yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji LSD Perlakuan Papan Semen Sabut Kelapa terhadap Kerapatan

Perlakuan	Rataan	Selisih perlakuan				LSD	
		A	B	C	D	0,05	0,01
A	1,23	-	0,02 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,15**	0,10	0,14
B	1,25	-	-	0,02 ^{ns}	0,13**		
C	1,27	-	-	-	0,11**		
D	1,38	-	-	-	-		

Keterangan: ns = non signifikan * signifikan ** sangat signifikan

Hasil dari uji LSD pada Tabel 4 menunjukkan bahwa selisih nilai rata-rata perlakuan A terhadap B dan perlakuan C menunjukkan hasil yang tidak signifikan, sedangkan perlakuan A terhadap perlakuan D menunjukkan perbedaan hasil yang sangat signifikan. Selisih nilai rata-rata perlakuan B terhadap Perlakuan C memberikan hasil yang tidak signifikan sedangkan perlakuan B terhadap perlakuan D menunjukkan perbedaan yang signifikan dan selisih nilai rata-rata perlakuan C terhadap perlakuan D menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Nilai rata-rata kadar air papan semen partikel sabut kelapa yang tertinggi dihasilkan pada perlakuan A dengan nilai 12,55% kemudian perlakuan B dengan nilai 12,44% kemudian diikuti perlakuan C dengan nilai 11,51% dan terendah pada perlakuan D dengan nilai 10,98%. Nilai kadar air yang didapatkan telah memenuhi standar dimana menurut standar SNI 03-2105-2006 untuk nilai kadar air tidak diperkenankan lebih dari 14%. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan terhadap kadar air papan semen serat sabut kelapa yang dihasilkan, maka dilakukan perhitungan analisis sidik ragam seperti terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisis Sidik Ragam (ANOVA) Kadar Air Papan Semen Sabut Kelapa

Sumber Variasi (SV)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Rataan (KR)	F _{hitung}	F _{tabel}	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	6,778	2,259	7,35**	3,24	5,29
Galat	16	4,915	0,307			
Total	19	11,6934				

Keterangan: ** = sangat signifikan

Perlakuan berpengaruh sangat signifikan terhadap nilai kadar air papan semen. Karena

memberikan hasil yang sangat signifikan terhadap analisis sidik ragam kadar air serat sabut kelapa maka diperlukan uji LSD yang dapat di lihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji LSD Perlakuan Papan Semen Sabut kelapa Terhadap Kadar Air

Perlakuan	Rataan	Selisih Perlakuan				LSD	
		A	B	C	D	0,05	0,01
A	12,55	-	0,11 ^{ns}	1,04 ^{**}	1,57 ^{**}	0,743	1,024
B	12,44	-	-	0,93 [*]	1,46 ^{**}		
C	11,51	-	-	-	0,53 ^{ns}		
D	10,98	-	-	-	-		

Keterangan: ns = non signifikan * signifikan ** sangat signifikan

Dari hasil uji LSD pada Tabel 6 menunjukkan bahwa selisih nilai rataan perlakuan A terhadap perlakuan B memberikan hasil yang signifikan, perlakuan A terhadap perlakuan C memberikan hasil yang sangat signifikan begitu pula perlakuan A terhadap D memberikan hasil yang sangat signifikan. Selisih nilai rataan perlakuan B terhadap perlakuan C memberikan hasil yang berbeda signifikan dan perlakuan B terhadap D memberikan lagi hasil yang berbeda sangat signifikan akan tetapi di selisih nilai rataan perlakuan C terhadap perlakuan D memberikan hasil yang berbeda tidak signifikan.

Untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh terhadap sifat penyerapan air pada papan semen sabut kelapa dikarenakan adanya perbedaan perlakuan dari variasi panjang sabut kelapa maka dilakukan analisis keragaman yang nilainya dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Analisis Sidik Ragam (ANOVA) Penyerapan Air Papan Semen Sabut Kelapa

Sumber Variasi (SV)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Rataan (KR)	F _{hitung}	F _{tabel}	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	105,53	35,18	3,68 ^{**}	3,24	5,29
Galat	16	152,87	9,55			
Total	19	258,41				

Keterangan: ** = sangat signifikan

Berdasarkan hasil analisis keragaman pengaruh perlakuan variasi panjang serat sabut kelapa memberikan hasil yang sangat signifikan terhadap nilai penyerapan air yang dihasilkan maka perlu dilakukan uji Least Significant Difference (LSD) yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Uji LSD Perlakuan Papan Semen Partikel Sabut Kelapa Terhadap Penyerapan Air

Perlakuan	Rataan	Selisih Perlakuan				LSD	
		A	B	C	D	0,05	0,01
A	27,18	-	1,39 ^{ns}	3,65 ^{ns}	8,77 ^{**}	4,14	5,71
B	25,79	-	-	2,26 ^{ns}	7,38 ^{**}		
C	23,53	-	-	-	5,12 [*]		
D	18,41	-	-	-	-		

Keterangan: ns = non signifikan * signifikan ** sangat signifikan

Hasil uji LSD menunjukkan bahwa perlakuan A menunjukkan perbedaan selisih nilai rataan yang tidak signifikan terhadap perlakuan B dan C akan tetapi perlakuan D memberikan hasil yang sangat signifikan. Pada perlakuan B menunjukkan perbedaan selisih nilai rataan yang tidak signifikan terhadap

perlakuan C sedangkan perlakuan B terhadap Perlakuan D memberikan hasil yang sangat signifikan. Perlakuan C terhadap perlakuan D memberikan hasil perbedaan selisih nilai rata-rata yang signifikan.

Untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh terhadap sifat pengembangan tebal papan semen sabut kelapa karena adanya pengaruh dari variasi panjang serat sabut kelapa maka dilakukan analisis keragaman yang nilainya dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Analisis Sidik Ragam (ANOVA) Pengembangan Tebal Papan Semen Sabut Kelapa

Sumber Variasi (SV)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Rataan (KR)	F _{hitung}	F _{tabel}	
					0.05	0.01
Perlakuan	3	13,45	4,48	0,70 ^{ns}	3,24	5,29
Galat	16	102,67	6,42			
Total	19	116,12				

Keterangan: ns = non signifikan

Berdasarkan hasil analisis keragaman pengaruh terhadap perlakuan pengembangan tebal papan semen sabut kelapa tidak signifikan maka tidak perlu dilakukan uji Least Significant Difference (LSD).

Sifat Mekanika Papan Semen Partikel (*Cocos nucifera* L.)/Sabut Kelapa

Pengujian sifat papan semen partikel meliputi keteguhan lentur/MoE, keteguhan patah/MoR, keteguhan tarik tegak lurus permukaan. Nilai rata-rata hasil pengujian mekanika dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai Rataan Pengujian Sifat Mekanika Papan Semen Partikel

Perlakuan	MoE (N/mm ²)	MoR (N/mm ²)	IBS (N/mm ²)
A	21,15	10,51	0,37
B	19,46	12,04	0,42
C	20,96	13,96	0,54
D	24,65	16,25	0,33
SNI 03-2105-2006	Min 2,04. 10 ⁴ kgf/cm ²	Min 82 kgf/cm ²	Min 1,5 kgf/cm ²
	2000,56 N/mm ²	8,04 N/mm ²	0,15 N/mm ²

Keterangan: 1 kgf/cm² = 0,0980665 N/mm²

Menurut Sulastiningsih dkk (2006) bahwa jumlah perekat yang banyak akan meningkatkan ikatan antar partikel. dengan meningkatnya ikatan partikel sifat papan partikel semakin keras, kekuatan papan partikel semakin tinggi. Ternyata keteguhan lentur (MOE) papan partikel kayu yang dihasilkan juga semakin meningkat. Pada pengujian ini pencampuran papan semen dan serat sabut kelapa tidak merata sehingga data yang didapatkan rendah akan tetapi ketika panjang serat lebih panjang sangat berpengaruh terhadap ikatan antar partikel sangat kuat pada pengujian MoE.

Berdasarkan hasil pengujian ada pengaruh kenaikan MOR papan semen seiring dengan semakin panjangnya serat sabut kelapa. Kenaikan MOR diduga terkait dengan kenaikan kerapatan papan yang meningkat dengan penggunaan dimensi serat yang lebih panjang hal ini sesuai dengan penelitian Badejo (1998) yang menyatakan kenaikan nilai MOR seiring dengan kenaikan kerapatan semen.

DAFTAR PUSTAKA

- Badejo SOO. 1988. Effect of Flake Geometry on Properties of Cement Bonded Particleboard from Mixed Tropical Hardwoods. Wood Sci. Technol., 22: 357-370.
Basri H. 2008. Grand Strategi. Dewan Kelapa Indonesia.

- Kamil RN. 1970. Prospek Pendirian Industri Papan Wol Kayu di Indonesia. Laporan No. 95. LPHH. Bogor.
- Masri S. 1998. Pengaruh Panjang Sabut, Katalisator dan Kadar Semen Terhadap Sifat Papan Semen Serat sabut kelapa (*Cocos nucifera* L.). Skripsi. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Safitri Y. 2008. Sifat Fisika dan Mekanika Papan Semen Partikel dengan Perbedaan Rasio Antara Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) dan Sekam Padi (*Oryza sativa* Linn.). Skripsi Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda. (Tidak dipublikasikan)
- Sulastiningsih. 2006. Pengaruh Kadar Perekat Terhadap Sifat Papan Partikel Bambu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 24(1): 5.

KARAKTERISTIK IKLIM MIKRO DI HUTAN KOTA HOTEL MESRA SAMARINDA

Muhammad Rizki Akbar, Karyati*, Muhammad Syafrudin
Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jalan Ki Hajar Dewantara, PO Box 1013,
Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, 75119
E-Mail : karyati@fahatan.unmul.ac.id ; karyati.hanapi@yahoo.com

ABSTRACT

The City Forest of Hotel Mesra Samarinda has many functions, including improving the microclimate, absorbing carbon monoxide and carbon dioxide, and improving the quality of the environment. This study aims to determine the characteristics of the microclimate on three different land covers (vegetated land, sloping land, and open area), in the City Forest of Hotel Mesra Samarinda. The data collection of microclimate elements (light intensity, air temperature, and relative humidity) and noise level done by using the Environment meter. The microclimate elements were measured three times a day, namely in the morning (07:00-08:00 WITA), at noon (12:00-13:00 WITA), and in the afternoon at (17:00-18:00 WITA) for 30 days. The results showed that the average light intensity on vegetated land was 603.3 lux, sloping land was 669.7 lux, and open area was 1,013.2 lux. The average temperature in vegetated land, sloping land, and open area were 29.3°C, 29.5°C, and 30.3°C, respectively. The averages of relative humidity were 70.7%, 70.5%, and 68.0% in vegetated land, sloped land, and open land. The highest noise level (58.4 dB) was measured in open land followed by vegetation (54.9 dB) and sloping land (52.3 dB). The comfort index (Temperature Humidity Index) in vegetated and sloped land is in the comfortable category, while in open land it is the uncomfortable category. The information on microclimate elements in forest city could be consideration to manage an urban forest.

Keywords: Urban forest, Microclimate, Comfort index, Noise level

ABSTRAK

Hutan Kota Hotel Mesra Samarinda memiliki banyak fungsi diantaranya adalah memperbaiki iklim mikro, penyerapan karbon monoksida dan karbon dioksida, serta peningkatan kualitas lingkungan hidup. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik iklim mikro pada tiga tutupan lahan berbeda (lahan bervegetasi, lahan berlereng, dan lahan terbuka) di Hutan Kota Hotel Mesra Samarinda. Pengambilan data unsur iklim mikro (intensitas cahaya, suhu udara, dan kelembapan relatif) dan tingkat kebisingan dilakukan dengan menggunakan alat *Environment meter*. Unsur-unsur iklim mikro diukur tiga kali sehari yaitu pada pagi hari (pukul 07:00-08:00 WITA), siang hari (pukul 12:00-13:00 WITA), dan sore hari (pukul 17:00-18:00 WITA) selama 30 hari. Hasil menunjukkan intensitas cahaya rata-rata pada lahan bervegetasi sebesar 603,3 lux, lahan berlereng sebesar 669,7 lux, dan lahan terbuka sebesar 1.013,2 lux. Suhu udara rata-rata pada lahan bervegetasi, lahan berlereng, dan lahan terbuka masing-masing sebesar 29,3°C, 29,5°C, dan 30,3°C. Kelembapan udara rata-rata sebesar 70,7%, 70,5%, dan 68,0% di lahan bervegetasi, lahan berlereng, dan lahan terbuka. Tingkat kebisingan tertinggi (58,4 dB) terukur di lahan terbuka diikuti oleh lahan bervegetasi (54,9 dB) dan lahan berlereng (52,3 dB). Indeks kenyamanan (*Temperature humidity index*) di lahan bervegetasi dan lahan berlereng termasuk kategori nyaman, sedangkan di lahan terbuka kategori tidak nyaman. Informasi tentang unsur iklim mikro di hutan kota dapat menjadi dasar pertimbangan dalam pengelolaan suatu hutan kota.

Kata Kunci: Hutan kota, Iklim mikro, Indeks kenyamanan, Tingkat kebisingan

PENDAHULUAN

Klimatologi merupakan kajian ilmiah yang membahas tentang penganalisaan unsur cuaca seperti temperatur, tekanan udara, dan lain sebagainya (Fadholi, 2013). Timbulnya iklim mikro bisa diakibatkan oleh adanya perbedaan-perbedaan dari kondisi cuaca dan iklim yang cukup besar atau

nyata terutama proses sifat fisik lapisan atmosfer (Sabaruddin, 2012). Iklim mikro (suhu udara, kelembapan udara, dan radiasi matahari) ditentukan banyak faktor, baik faktor dalam skala lokal maupun dalam skala global, perubahan yang cukup signifikan disebagian belahan bumi dapat mempengaruhi suhu dan kelembapan dibelahan lainnya (Murdiyarto, 2003).

Kelembapan adalah jumlah kandungan uap air dalam suatu volume udara (Sankertadi, 2013). Kandungan uap air dalam atmosfer tidak selamanya tetap namun senantiasa berubah menurut waktu, tempat, dan musim (Sabaruddin, 2012). Angka kelembapan diukur dengan dua pendekatan yakni kelembapan udara mutlak atau rasional dengan satuan kg (uap air) atau kg (udara kering) dan gram (udara kering), sedangkan kelembapan relatif dengan satuan persen (%) (Sankertadi, 2013). Umumnya kelembapan tertinggi berada di khatulistiwa dan kelembapan terendah berada pada lintang 40oC daerah ini disebut horse latitude, dengan curah hujan kecil, perpindahan masa udara yang bergerak dari maksimum ke minimum akan menyebabkan kekosongan di daerah maksimum. Di Indonesia kelembapan udara tertinggi dicapai pada musim hujan dan terendah pada musim kemarau (Kartasapoetra, 2006).

Intensitas cahaya adalah jumlah energi yang dipancarkan oleh matahari per satuan waktu per satuan luas. Intensitas cahaya disebut juga kerapatan fluks radiasi (Sabaruddin, 2012). Radiasi matahari adalah energi panas radiatif yang dihasilkan oleh benda langit berpijar yang dinamakan matahari (Lek, dkk., 2014).

Hutan kota merupakan multi fungsi sebagai identitas kota, pelestarian plasma nutfah, penahan dan penyaring partikel padat dari udara, penyerap dan penjerap partikel timbal dan debu industri, peredam kebisingan, mengurangi bahaya hujan asam, penyerap karbondioksida dan penghasil oksigen, penahan angin, penyerap dan penapis bau, mengatasi penggenangan, mengatasi intrusi air laut, produksi terbatas, ameliorasi iklim, pengelolaan sampah, pelestarian air tanah, penapis cahaya silau, meningkatkan keindahan, habitat burung, mengurangi stres, mengamankan pantai terhadap abrasi, merupakan daya tarik domestik maupun mancanegara, serta sarana hobi, dan mengisi waktu luang (Samsuudin dkk., 2006).

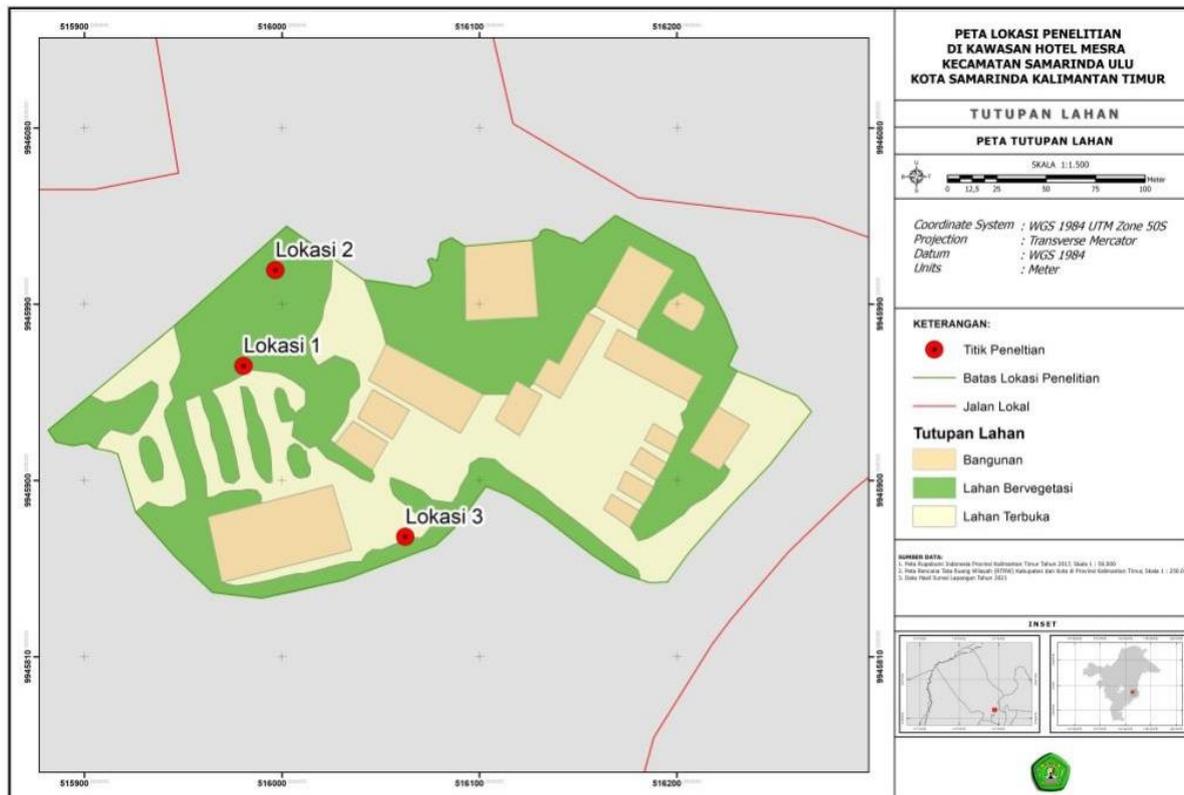
Indeks kenyamanan dalam kondisi nyaman ideal berada pada kisaran THI 21-27. Nilai THI ini dipengaruhi oleh besarnya suhu udara (°C) dan kelembapan udara (%). Semakin tinggi suhu udara maka kelembapan udara harus diturunkan untuk mendapatkan nilai THI yang sama, dan begitu pula sebaliknya. Hutan kota memiliki indeks kenyamanan yang lebih nyaman dibandingkan dengan indeks kenyamanan kota yang penuh permukiman. Hal yang dipengaruhi oleh tutupan kanopi tajuk pohon dan penilaian pengunjung (Hadi dkk., 2012). Beberapa penelitian terdahulu tentang iklim mikro pada berbagai tipe tutupan lahan telah dilaporkan (Anisa, 2015; Evert, 2016; Karyati dkk., 2016; Setiawan, 2014). Namun penelitian tentang karakteristik iklim mikro pada hutan kota masih sangat terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik iklim mikro dan indeks kenyamanan di Hutan Kota Hotel Mesra Kota Samarinda.

Tujuan dilaksanakan penelitian ini adalah untuk mengetahui unsur-unsur cuaca (intensitas cahaya, suhu udara, dan kelembapan udara) dan tingkat kebisingan pada tiga tutupan lahan (lahan bervegetasi, lahan berlereng, dan lahan terbuka) di Hutan Kota Hotel Mesra Samarinda, untuk menghitung indeks kenyamanan pada tiga tutupan lahan (lahan bervegetasi, lahan berlereng, dan lahan terbuka) di Hutan Kota Hotel Mesra Samarinda, untuk menganalisis perbedaan unsur-unsur cuaca (intensitas cahaya, suhu udara, dan kelembapan udara,) dan tingkat kebisingan pada tiga tutupan lahan (lahan bervegetasi, lahan berlereng, dan lahan terbuka) di Hutan Kota Hotel Mesra Samarinda.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Hutan Kota Hotel Mesra Kota Samarinda meliputi di dalam hutan kota hotel Mesra, dan di bagian parkir Hutan Kota Mesra dengan waktu Penelitian pada bulan Desember 2020 Hingga bulan Mei 2021 yang terletak di Jalan Pahlawan No. 1, Kelurahan Dadi Mulya, Kecamatan Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian di Hutan Kota Hotel Mesra Samarinda Jalan Pahlawan No. 1, Kelurahan Dadi Mulya, Kecamatan Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur

Prosedur Penelitian

Pengambilan data iklim mikro (intensitas cahaya, suhu udara, dan kelembapan udara) dan tingkat kebisingan dilakukan dengan menggunakan *Environment meter* selama 30 hari pengamatan. Pengukuran diambil sebanyak 3 (tiga) kali setiap hari yaitu pada pagi hari (pukul 07.00-08.00 WITA), siang hari (pukul 12.00-13.00 WITA), dan sore hari (pukul 17.00-18.00 WITA).

Analisis Data

Hasil pengukuran suhu udara, kelembapan udara, intensitas cahaya, dan tingkat kebisingan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar serta dijelaskan secara deskriptif dan kuantitatif.

Rumus menghitung intensitas cahaya adalah:

$$IC_{\text{harian}} = \frac{IC_{\text{pagi}} + IC_{\text{siang}} + IC_{\text{sore}}}{3}$$

Keterangan:

IC_{rataan} = Intensitas cahaya matahari harian

IC_{pagi} = Intensitas cahaya matahari pada pengukuran pagi hari

IC_{siang} = Intensitas cahaya matahari pada pengukuran siang hari

IC_{sore} = Intensitas cahaya matahari pada pengukura sore hari

Rumus menghitung suhu udara adalah:

$$T_{\text{harian}} = \frac{2T_{\text{pagi}} + T_{\text{siang}} + T_{\text{sore}}}{4}$$

Keterangan:

T_{harian} = Suhu rata-rata harian

- T_{pagi} = Suhu pengukuran pagi hari
- T_{siang} = Suhu pengukuran siang hari
- T_{sore} = Suhu pengukuran sore hari

Rumus menghitung kelembapan udara adalah:

$$RH_{\text{harian}} = \frac{2RH_{\text{pagi}} + RH_{\text{siang}} + RH_{\text{sore}}}{4}$$

Keterangan:

- RH_{rataan} = Kelembapan rata-rata harian
- RH_{pagi} = Kelembapan pengukuran pagi hari
- RH_{siang} = Kelembapan pengukur siang hari
- RH_{sore} = Kelembapan pengukur sore hari

Rumus menghitung tingkat kebisingan adalah:

$$K_{\text{harian}} = \frac{K_{\text{pagi}} + K_{\text{siang}} + K_{\text{sore}}}{3}$$

Keterangan:

- K_{rataan} = Kebisingan harian
- K_{pagi} = Kebisingan pada pengukuran pada pagi hari
- K_{siang} = Kebisingan pada pengukuran pada siang hari
- K_{sore} = Kebisingan pada pengukuran pada sore hari

Adapun rumus menghitung indeks kenyamanan (*Temperature Humidity Index*, THI) adalah:

$$THI = 0,8 T \times \frac{RH \times T}{500}$$

Keterangan:

- THI = *Temperature Humidity Index* (Indeks kenyamanan)
- T = Suhu udara (°C)
- RH = Kelembapan nisbi udara (%)

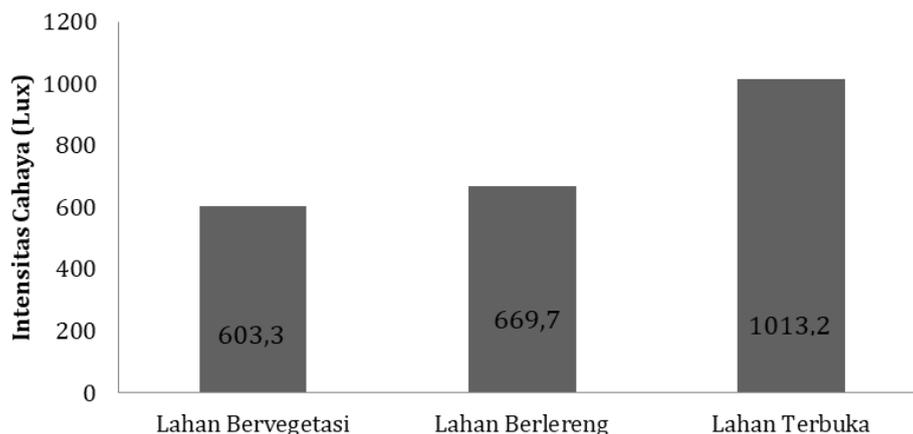
HASIL DAN PEMBAHASAN

Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya matahari rata-rata pada tiga tutupan lahan berbeda lahan bervegetasi, lahan berlereng, dan lahan terbuka. Berdasarkan tiga kali waktu pengukuran, pagi hari (pukul 07:00-08:00 Wita), siang hari (pukul 12:00-13:00 WITA), dan sore hari (pukul 17:00-18:00 WITA) di lapangan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Intensitas cahaya matahari rata-rata pada tiga tutupan lahan berbeda

Titik Pengukuran	Intensitas Cahaya Matahari (Lux)		
	Pagi Hari	Siang Hari	Sore Hari
Lahan Bervegetasi	361	1000	448
Lahan Berlereng	364	1094	551
Lahan Terbuka	530	1746	764



Gambar 2. Intensitas cahaya rata-rata di tiga tutupan lahan berbeda

Intensitas cahaya matahari pada tiga tutupan lahan berbeda lebih rendah di lahan bervegetasi yang ditunjukkan pada Tabel 1 dimana Intensitas cahaya matahari rata-rata di lahan bervegetasi pada pagi hari adalah 361 lux, pada siang hari sebesar 1.000 lux, dan pada sore hari sebesar 448 lux. Intensitas cahaya matahari pagi hari pada lahan berlereng sebesar 364 lux, pada siang hari sebesar 1.094 lux, dan pada sore hari sebesar 551 lux. Sedangkan pada lahan terbuka rata-rata intensitas cahaya matahari pada pagi hari sebesar 530 lux, pada siang hari sebesar 1.746 lux, dan pada sore hari sebesar 764 lux.

Perbandingan nilai rata-rata pada pengukuran harian intensitas cahaya pada tiga tutupan lahan berbeda disajikan pada Gambar 2. Lokasi pertama lahan bervegetasi intensitas cahaya lebih rendah dengan nilai 603,3 lux, kemudian pada lokasi kedua lahan berlereng intensitas cahaya matahari meningkat dibandingkan di lokasi lahan bervegetasi dengan nilai 669,7 lux, dan lokasi ke tiga lahan terbuka rata-rata intensitas cahaya matahari lebih meningkat dibandingkan kedua lokasi yakni dengan nilai 1.013,2 lux.

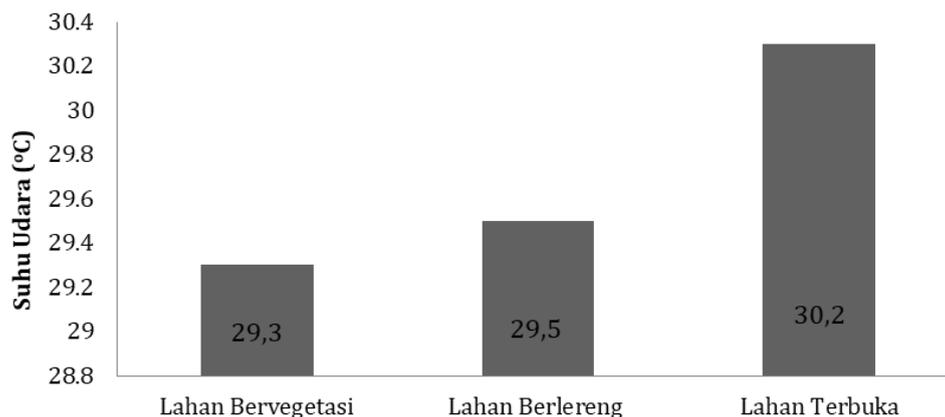
Penerimaan radiasi matahari di permukaan bumi sangat bervariasi menurut tempat dan waktu. Menurut tempat khususnya disebabkan oleh perbedaan letak lintang serta keadaan atmosfer terutama awan. Arah lereng sangat menentukan jumlah radiasi yang diterima pada skala mikro. Dan menurut waktu perbedaan radiasi terjadi dalam sehari pagi hingga sore maupun secara musim dari hari ke hari (Handoko, 2005).

Suhu Udara

Suhu udara rata-rata pada tiga tutupan lahan berbeda lahan bervegetasi, lahan berlereng, dan lahan terbuka. Berdasarkan pada tiga kali waktu pengukuran, pagi hari (pukul 07:00-08:00 WITA), siang hari (pukul 12:00-13:00 WITA), dan sore hari (pukul 17:00-18:00 WITA) di lapangan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Suhu udara rata-rata pada tiga tutupan lahan berbeda

Titik Pengukuran	Suhu Udara (°C)		
	Pagi hari	Siang hari	Sore hari
Lahan Bervegetasi	28,2	31,1	29,7
Lahan Berlereng	28,5	31,3	29,7
Lahan Terbuka	29,1	32,4	30,7



Gambar 3. Suhu udara rata-rata di tiga tutupan lahan berbeda

Suhu udara rata-rata pada lahan bervegetasi di pagi hari memiliki rata-rata 28,2°C, suhu udara pada siang hari memiliki rata-rata 31,1°C, dan suhu udara pada sore hari memiliki rata-rata 29,7°C. Suhu udara pada lahan berlereng di pagi hari memiliki rata-rata 28,5°C, suhu udara pada siang hari memiliki rata-rata 31,3°C, dan suhu udara pada sore hari memiliki rata-rata 29,7°C. Sedangkan pada lokasi lahan terbuka di pagi hari memiliki rata-rata 29,1°C, suhu udara pada siang hari memiliki rata-rata 32,4°C, dan suhu udara pada sore hari memiliki rata-rata 30,7°C.

Hasil pengamatan suhu udara pada tiga tutupan lahan yang berbeda dengan waktu selama 30 hari yang memiliki rata-rata tidak begitu berbeda antara lahan bervegetasi, lahan berlereng, dan lahan terbuka. Lahan bervegetasi memiliki rata-rata sebesar 29,3°C kemudian pada lahan berlereng suhu udara mengalami kenaikan rata-rata sebesar 29,5°C dan pada lahan terbuka mengalami kenaikan rata-rata sebesar 30,3°C.

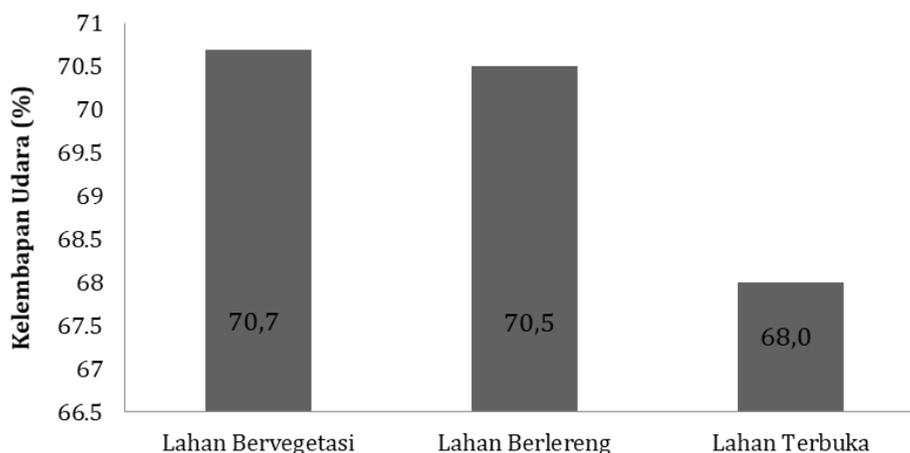
Kawasan yang ditumbuhi pepohonan memberikan efek tajuk pohon yang radiasi matahari secara langsung sehingga suhu dibawah teduhan akan lebih rendah dibandingkan ruang terbuka (Annisa dkk., 2015).

Kelembapan Udara

Kelembapan udara rata-rata pada tiga tutupan lahan berbeda lahan bervegetasi, lahan berlereng, dan lahan terbuka. Berdasarkan pada tiga kali waktu pengukuran, pagi hari (pukul 07:00-08:00 WITA), siang hari (pukul 12:00-13:00 WITA), dan sore hari (pukul 17:00-18:00 WITA) di lapangan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kelembapan udara rata-rata pada tiga tutupan lahan berbeda

Titik Pengukuran	Kelembapan Udara Relatif (%)		
	Pagi hari	Siang hari	Sore hari
Lahan Bervegetasi	82,4	55,7	62,3
Lahan Berlereng	82,2	55,4	62,1
Lahan Terbuka	79,9	55,2	60,1



Gambar 4. Kelembapan udara rata-rata di tiga tutupan lahan berbeda

Lahan bervegetasi kelembapan udara pagi hari memiliki rata-rata sebesar 82,4%, pada siang hari memiliki rata-rata sebesar 55,7% dan pada sore hari memiliki rata-rata sebesar 62,3%. Lokasi lahan berlereng kelembapan udara pada pagi hari memiliki rata-rata sebesar 82,2%, pada siang hari memiliki rata-rata sebesar 55,4% dan pada sore hari memiliki rata-rata sebesar 62,1%. Kelembapan udara pada pagi hari di lahan terbuka memiliki rata-rata sebesar 79,9%, pada siang hari memiliki rata-rata sebesar 55,2% dan pada sore hari memiliki rata-rata sebesar 60,1%.

Hasil pengamatan kelembapan udara pada tiga tutupan lahan berbeda dengan waktu selama 30 hari yang memiliki rata-rata yang masing-masing lokasi berbeda-beda. Lokasi lahan bervegetasi memiliki rata-rata sebesar 70,7%, kemudian pada lahan berlereng memiliki rata-rata sebesar 70,5% dan pada lokasi lahan terbuka memiliki rata-rata sebesar 68,0%.

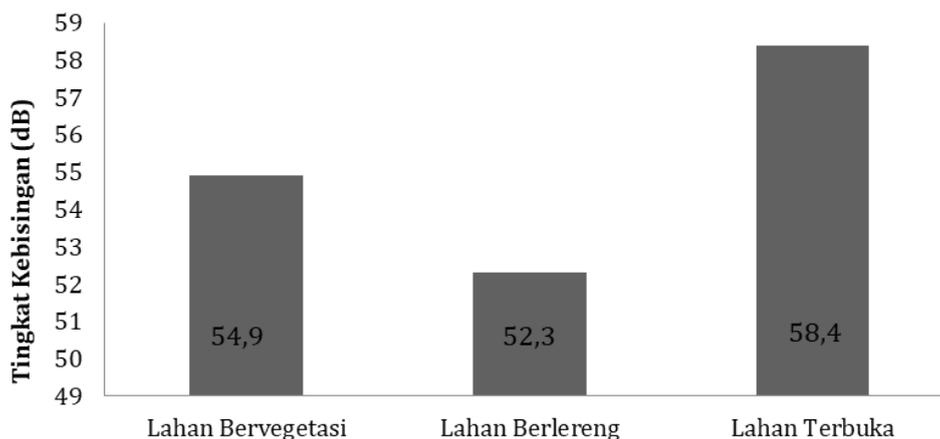
Kelembapan udara sangat dipengaruhi oleh suhu udara, apabila suhu udara meningkat maka kelembapan udara akan menurun. Variasi harian kelembapan udara adalah bertentangan dengan variasi suhu, tetapi kelembapan udara dipengaruhi oleh suhu udara. Penurunan suhu udara menyebabkan defisit tekanan uap manurun sehingga kapasitas udara dalam menampung uap air menurun, dan menyebabkan kelembapan udara semakin meningkat (Prasetio, 2012).

Kebisingan

Tingkat Kebisingan rata-rata pada tiga tutupan lahan berbeda lahan bervegetasi, lahan berlereng, dan lahan terbuka. Berdasarkan pada tiga kali waktu pengukuran, pagi hari (pukul 07:00-08:00 Wita), siang hari (pukul 12:00-13:00 WITA), dan sore hari (pukul 17:00-18:00 WITA) di lapangan ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Tingkat kebisingan rata-rata pada tiga tutupan lahan berbeda

Titik Pengukuran	Tingkat Kebisingan (dB)		
	Pagi hari	Siang hari	Sore hari
Lahan Bervegetasi	45,7	56,9	62,1
Lahan Berlereng	46,0	50,0	60,9
Lahan Terbuka	49,0	59,3	66,8



Gambar 5. Tingkat Kebisingan Rata-rata di Tiga Tutupan Lahan Berbeda

Hasil pengukuran rata-rata tingkat kebisingan dengan waktu pengambilan data sebanyak tiga kali di tempat tutupan lahan berbeda lahan bervegetasi, lahan berlereng, dan lahan terbuka. Lahan bervegetasi tingkat kebisingan di pagi hari memiliki rata-rata 45,7 dB, pada siang hari tingkat kebisingan memiliki rata-rata 56,9 dB, dan pada sore hari tingkat kebisingan memiliki rata-rata 62,1 dB. Lahan berlereng tingkat kebisingan di pagi hari memiliki rata-rata 46,0 dB, pada siang hari tingkat kebisingan memiliki rata-rata 50,0 dB, dan pada sore hari tingkat kebisingan memiliki rata-rata 60,9 dB. Lahan terbuka tingkat kebisingan memiliki rata-rata pada pagi hari 49,0 dB, pada siang hari tingkat kebisingan memiliki rata-rata 59,3 dB, dan pada sore hari tingkat kebisingan memiliki rata-rata 66,8 dB.

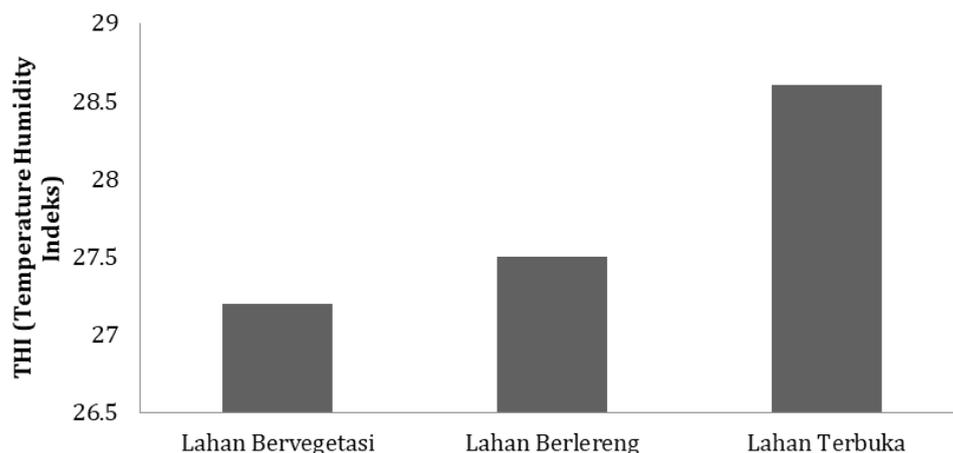
Tingkat kebisingan pada tiga tutupan lahan berbeda dengan waktu selama 30 hari memiliki perbandingan rata-rata antara tingkat kebisingan pada lahan bervegetasi, lahan berlereng, dan lahan terbuka yang berbeda. Lahan bervegetasi tingkat kebisingan memiliki rata-rata sebesar 54,9 dB, sedangkan pada lahan berlereng tingkat kebisingan memiliki rata-rata sebesar 52,3 dB, dan pada lokasi lahan terbuka tingkat kebisingan memiliki rata-rata sebesar 58,4 dB.

Tingkat kebisingan minimum terjadi pada pagi hari pukul (07:00-08:00 WITA) dan tingkat kebisingan maksimum terjadi pada sore hari pukul (17:00- 18:00 WITA). Tingkat kebisingan tersebut sesuai dengan keadaan lokasi yang berdekatan langsung dengan kondisi keramaian aktivitas baik itu aktivitas pengunjung Hotel Mesra Samarinda maupun aktivitas jalan raya dan penduduk di sekitar lokasi Hotel Mesra Samarinda sehingga faktor tersebut yang mempengaruhi tingkat kebisingan di suatu tempat.

THI (*Temperature Humidity Index*)

Indeks kenyamanan pada tiga tutupan lahan berbeda yaitu lahan bervegetasi, lahan berlereng dan lahan terbuka dengan waktu pengambilan data selama 30 hari memiliki perbandingan data rata rata yang disajikan pada Gambar 6.

Pengukuran unsur iklim yaitu suatu udara yang semakin meningkat merupakan yang paling cepat dirasakan dengan berpengaruh terhadap tingkat kenyamanan manusia. Selain mengetahui perbedaan iklim mikro antara lokasi yang berbeda, juga dapat dianalisis tingkat kenyamanan yang ditentukan dari hasil rata-rata pengukuran iklim mikro pada tiga tutupan lahan yang berbeda. Lingkungan yang nyaman dapat dirasakan pengguna untuk memenuhi fisik pengguna. Untuk menyatakan rasa nyaman tersebut secara kuantitatif maka diperlukan THI (*Temperature Humidity Index*). Berdasarkan hasil pengukuran THI pada tiga tutupan lahan yang berbeda.



Gambar 6. THI (*Temperature Humidity Index*) rata-rata harian pada tiga tutupan lahan

THI (*Temperature Humidity Index*) rata-rata THI pada lahan bervegetasi sebesar 27,2, pada lahan berlereng sebesar 27,5, dan pada lahan terbuka sebesar 28,6. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan indeks kenyamanan pada tiga tutupan lahan yang berbeda. Dengan demikian bahwa lahan bervegetasi dan lahan berlereng indeks kenyamanannya terasa lebih nyaman karena banyak terdapat vegetasi yang ada di lokasi dan mempunyai kelembapan dan suhu yang stabil.

Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kenyamanan antara lain: kepadatan bangunan, jarak antar pusat industri, jarak antar pusat perdagangan, jarak terhadap jalan utama, daerah permukiman, liputan vegetasi di daerah permukiman dalam radius 100 m (Sugiasi, 2013). Daerah perkotaan umumnya berkorelasi negatif terhadap tingkat kenyamanan artinya akan semakin memperbesar penerimaan energi matahari, memperkecil evaporasi dan melemahkan gerakan angin. Proses tersebut akan menaikkan suhu disekitarnya. Kawasan industri dapat menimbulkan pencemaran di daerah sekitarnya. Biasanya kawasan tersebut sebagian besar tertutup lahannya berupa bangunan dengan jenis material bangunan memiliki konduktivitas termal yang tinggi sehingga pada siang hari akan panas.

Iklim mikro pada tiga tutupan lahan berbeda memiliki perbandingan yang berbeda. Hal tersebut dapat dikarenakan tutupan vegetasi pada masing-masing lahan atau lokasi yang tidak sama. Lahan bervegetasi mempunyai iklim mikro yang lebih baik dibandingkan dengan lereng dan lahan terbuka, yang ditunjukkan dengan suhu udara yang menurun, kenaikan kelembapan udara dan berkurangnya intensitas cahaya matahari yang masuk. THI (*Temperature Humidity Index*) pada tiga tutupan lahan yang berbeda dapat disimpulkan bahwasanya pada tiga tutupan lahan bervegetasi, lereng, dan lahan terbuka memiliki tingkat kenyamanan yang berbeda-beda. Pada lahan yang sesuai dengan tingkat kenyamanan dengan suhu udara dan kelembapan yang relatif seimbang terdapat pada lokasi lahan bervegetasi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada pihak pemilik dan pengelola Hotel Mesra Samarinda atas izin yang diberikan dan Abdul Halim yang telah bersama-sama dalam membantu pengambilan data di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa N, Ahmad K, Eko RI, Setia BP. 2015. Iklim Mikro dan Indeks Ketidaknyamanan Taman Kota di Kelurahan Komet Kota Banjarbaru. *Enviro Science*, 4(11): 143-151.
- Fadholi A. 2013. Studi Pengaruh Suhu dan Tekanan Udara Terhadap Penerbangan di Bandara H.A.S.

- Hanan Joeddin Bulu Tumbang Belitung Priode 1980-2010. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, 3(1): 1-10.
- Handoko. 2005. *Klimatologi Dasar*. Pustaka Jaya. Bogor.
- Hadi R, Lila KA, Gunadi IGA. 2012. Evaluasi Indeks kenyamanan Tanaman Kota (Lapangan Puputan Bandung I Gusti Ngurah Made Agung Denpasar, Bali). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 2(1): 44-45.
- Kartasapoetra AG. 2006. *Klimatologi: Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Lek Y, Sangkertadi, Moniaga IL. 2014. *Kepadatan Bangunan dan Karakteristik Iklim Mikro Kecamatan Wenang Kota Manado*. Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Murdiyarsa. 2003. *Pemodelan Sistem Iklim*. Badan Klimatologi dan Geofisika. Jakarta.
- Prasetyo AT. 2012. *Pengaruh Ruang Terbuka Hijau (RTH) Terhadap Iklim Mikro di Kota Pasuruan*. Skripsi Jurusan Geografi. Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Malang.
- Samsudin I, Subandiono E. 2006. *Pembangunan dan Pengelolaan Hutan Kota*. Makalah Utama pada Ekspose Hasil-hasil Penelitian: Konservasi dan Rehabilitasi Sumberdaya Hutan. Padang.
- Sangkartadi. 2013. *Kenyamanan Termis di Ruang Luar Beriklim Tropis Lembah*. Alfabeta. Bandung.
- Sabaruddin L. 2012. *Agroklimatologi Aspek-aspek Klimatik Untuk Sistem Budi Daya Tanaman*. Alfabeta. Bandung.
- Sugiasih 2013. Rumus Indeks Kenyamanan Suatu Wilayah. *FOURIER*, 2(1): 24-33.

PENGARUH JUMLAH LAPISAN TERHADAP KUALITAS KAYU LAMINA DARI KAYU PANGSOR (*Ficus callosa* Willd.) DENGAN PEREKAT POLIVINIL ASETAT

Nixon Rumahorbo, Kusno Yuli Widiati*, Irvin Dayadi

Laboratorium Industri dan Pengujian Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jalan Ki Hajar Dewantara, PO Box 1013, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, 75119

E-mail: kywidiati@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to determine the physical and mechanical properties of lamina wood in the type of Pangsor wood using an arrangement of 2, 3, 4 layers by testing the moisture content and density and ability of the wood with a static bending firmness test (MoE)/(MoR) and knowing the adhesion and damage wood using adhesive (PVAc) on pangsor wood. The research was carried out in the industrial laboratory and forest product testing at the Forestry Faculty of Mulawarman University. Testing based on German standards DIN (*Deutsches Institut Fuer Normung*) by following the Completely Randomized Design (CRD) pattern. The effect between treatments (P1, P2, P3, and P4) with the highest rate water (13,63% treatment P4), the lowest (11,21% treatment P3), and the highest density (0,29 g/cm³ treatment P3), the lowest (0,23 g/cm³ treatment P2) with statistical test results (P3 treatment has a very significant effect), (treatment P2 has no significant effect). and the highest MoE test (4.253,37 N/mm² P2 treatment), the lowest (4.102,60 N/mm² treatment P3) with statistical test results (P2, P3 treatment, P4 has no significant effect), and the highest MoR test (33,90 N/mm² treatment P3), the lowest (29,76 N/mm² treatment P2) with statistical test results (treatment P2, P3, P4 did not have a significant effect). To test the adhesiveness of treatment P2 with P1 with a value (3,29 N/mm² treatment P1), and (3,07 N/mm² treatment P2) with the percentage wood damage in treatment P2 (74,4%). The results of this study are expected to be used as information material in the utilization and use of Pangsor (*Ficus callosa* Willd) wood which is used as laminated wood using Polyvinyl acetate (PVAc) adhesive, as well as supporting data for similar research in the future.

Keywords: Pangsor, Lamina, Physical properties, Mechanical properties, Shear strength

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisika dan mekanika kayu lamina jenis kayu Pangsor menggunakan susunan 2, 3, 4 lapis dengan uji kadar air serta kerapatan dan kemampuan kayu dengan uji keteguhan lengkung statis (MoE)/(MoR) serta mengetahui keteguhan rekat dan kerusakan kayu menggunakan perekat (PVAc) pada kayu. Penelitian dilaksanakan di laboratorium industri dan pengolahan hasil hutan fakultas kehutanan universitas mulawarman. Pengujian berdasarkan standar Jerman DIN (*Deutsches Institut Fuer Normung*) dengan mengikuti pola rancangan acak lengkap (RAL) Completely Randomized Design (CRD). Pengaruh antar perlakuan (P1, P2, P3, dan P4) dengan kadar air tertinggi (13,63% perlakuan P4), terendah (11,21% perlakuan P3), dan kerapatan tertinggi (0,29 g/cm³ perlakuan P3), terendah (0,23 g/cm³ perlakuan P2) dengan hasil uji statistik (perlakuan P3 berpengaruh sangat signifikan), (perlakuan P2 tidak berpengaruh signifikan). dan uji MoE tertinggi (4.253,37 N/mm² perlakuan P2), terendah (4.102,60 N/mm² perlakuan P3) dengan hasil uji statistik (perlakuan P2, P3, P4 tidak berpengaruh signifikan), serta uji MoR tertinggi (33,90 N/mm² perlakuan P3), terendah (29,76 N/mm² perlakuan P2) dengan hasil uji statistik (perlakuan P2, P3, P4 tidak berpengaruh signifikan). Untuk uji keteguhan rekat terhadap perlakuan P2 dengan P1 dengan nilai (3,29 N/mm² perlakuan P1), dan (3,07 N/mm² perlakuan P2) dengan persentase kerusakan kayu pada perlakuan P2 (74,4%). Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi dalam pemanfaatan dan penggunaan kayu dari jenis Pangsor (*Ficus callosa* Willd) yang dijadikan kayu lamina dengan menggunakan perekat Polivinil Asetat (PVAc), serta sebagai data penunjang untuk penelitian sejenis di masa yang akan datang.

Kata Kunci: Pangsor, Lamina, Sifat fisika, Sifat mekanika, Keteguhan rekat

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan kayu semakin meningkat dengan berkembangnya pembangunan di Indonesia. Kayu dibutuhkan manusia dalam banyak penggunaan, diantaranya sebagai komponen struktur rumah, jembatan, peralatan rumah tangga, alat-alat olah raga, komponen kapal serta komponen peralatan kesenian.

Kondisi seperti ini harus diantisipasi dengan mencari pengganti penggunaan kayu dengan bahan berkayu lain yang memiliki potensi cukup besar dan dapat dimanfaatkan dengan baik, salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu memanfaatkan jenis-jenis kayu yang tergolong lesser used species atau lesser used species (jenis-jenis kayu yang jarang digunakan). Banyak hasil penelitian yang menunjukkan bahwa jenis-jenis kayu yang tergolong lesser used species memiliki sifat-sifat yang sangat baik digunakan sebagai bahan baku industri pengolahan kayu, misalnya dengan penggunaan produk seperti kayu laminasi (Moody dan Roland, 1997).

Prinsip desain laminasi adalah memaksimalkan dimensi dengan meminimalkan material, apabila prinsip tersebut dapat dilakukan secara simultan maka tujuan penggunaan laminasi dapat dicapai secara maksimal, sehingga teknik laminasi merupakan solusi serta desain ekonomis dengan tetap memenuhi prinsip struktural (Bodig dan Jayne, 2003).

Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan uji sifat fisika mekanika kayu untuk menentukan pembuatan terbaik terhadap kayu lamina dengan jumlah lapisan yang berbeda dari jenis kayu Pangsor (*Ficus callosa* Willd), agar dapat dimanfaatkan mengingat jenis ini tergolong lesser used species (jenis kayu yang jarang digunakan) yang mempunyai potensi cukup tinggi, berukuran besar dan berbatang lurus.

Perekat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Polivinil Asetat (PVAc) yang memiliki sifat termoplastik yang cocok digunakan untuk produk interior, karena perekat ini memiliki bahan baku yang mudah didapatkan, mudah dalam penggunaan, garis perekat bersih, tahan terhadap serangan mikro organisme, dan memiliki waktu simpan yang lama.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Industri dan Pengolahan Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Waktu penelitian dilakukan selama ± 6 bulan yang terdiri dari persiapan bahan baku dan pembuatan contoh uji, pengujian sifat fisika dan mekanika, dan pengolahan data.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kaliper dan penggaris untuk mengukur dimensi sampel uji, *chainsaw* untuk memotong log (membuat contoh uji), *circular saw* untuk memotong kayu (membuat contoh uji), mesin serut (*planer*), mesin kempa (*pressing machine*), timbangan untuk menimbang berat contoh uji dan bahan perekat, desikator, oven untuk mengeringkan contoh uji sampai kadar air tertentu, UTM (Universal Testing Machine) untuk pengujian contoh uji, alat tulis, komputer dan lain-lain.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu Pangsor (*Ficus callosa* Willd) yang memiliki tinggi bebas cabang ± 8 m dengan diameter 40 cm dan panjang 2 m pada bagian pangkal, tengah, ujungnya. Dan bahan perekat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Polivinil Asetat (PVAc) dengan merk dagang Rajawali "Lem Putih" yang terdapat di toko-toko bangunan atau material.

Prosedur Penelitian

Pengambilan bahan baku kayu Pangsor dari satu pohon utuh yang memiliki tinggi bebas cabang ± 8 m kemudian ditebang dan dipotong kembali pada bagian pangkal ± 2 m, tengah ± 2 m, ujung ± 2 m serta memiliki diameter ± 40 cm. Bahan kayu yang masih berbentuk bulat dibelah menjadi 4 bagian pada bidang tangensial kayu menggunakan teknik *Quarter Sawn* dengan ukuran $70 \times 70 \times 900$ mm dan menggunakan contoh uji kayu secara acak tanpa membedakan bagian pangkal, tengah, ujung, kemudian dikeringudarkan selama ± 1 bulan.

Setelah kering udara contoh uji kayu dibelah dan dengan ukuran $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$ untuk pengujian kadar air dan kerapatan kayu dan ukuran $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 360 \text{ mm}$ untuk pengujian lengkung statis (MoE dan MoR), dan ukuran $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ untuk pengujian keteguhan geser sejajar serat. Kemudian ukuran yang akan dibuat kayu lamina kayu dibelah menjadi ukuran $25 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ untuk keteguhan geser 2 lapis, untuk keteguhan lengkung statis ukuran $10 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 360 \text{ mm}$ untuk 2 lapis, ukuran $6,6 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 360 \text{ mm}$ untuk 3 lapis dan ukuran $5 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 360 \text{ mm}$ untuk 4 lapis. Setelah itu contoh uji kayu disimpan pada ruang konstan dengan temperatur 20 ± 1 °C dan kelembapan 65 ± 3 % hingga kadar air dapat dianggap cukup untuk proses perekatan dengan kadar air contoh uji kayu mencapai ± 12 %.

Setelah kadar air normal tercapai dilakukan pembuatan contoh uji yang selanjutnya akan dilakukan proses perekatan yang dilakukan sebelum melakukan pengepresan. Pertama menyiapkan kayu dan perekat, setelah itu kayu disusun pada meja sesuai dengan susunan kayu yang akan dibuat dan diukur luasan permukaan pada kayu, kemudian dilakukan penimbangan berat labur dengan timbangan digital dengan berat labur $\pm 0,02 \text{ gr/cm}^2$ pada dua sisi bidang permukaan yang akan direkatkan. Perekat kemudian dilaburkan pada setiap permukaan lapisan bidang rekat. Kemudian perekat diratakan dengan menggunakan kape agar perekat merata pada setiap permukaan kayu.

Selanjutnya dilakukan pengempaan atau pengepresan dingin dengan besarnya tekanan 10 bar (1 N/mm^2) dengan waktu pengempaan selama ± 45 menit, setelah itu kayu yang sudah dipres diklem selama ± 4 jam, kemudian diambil dan disimpan kembali di ruang konstan selama ± 24 jam untuk mencapai pengerasan perekat yang baik dan memenuhi kadar air normal agar syarat pengujian dapat dilaksanakan yaitu kadar air kayu mencapai $\pm 12\%$ dengan mengikuti standar pengujian untuk kayu solid.

Pengujian dilakukan melalui 2 jenis pengujian yaitu: Pengujian Sifat Fisika meliputi pengukuran kadar air, kerapatan normal, dan kerapatan kering tanur. Pengujian sifat fisika untuk kadar air berdasarkan Standar DIN 52182 - 76 dan kerapatan berdasarkan standar DIN 52183 - 77.

Pengujian Sifat Mekanika Modulus elastisitas (*Modulus of Elasticity*) dan Keteguhan patah (*Modulus of Rupture*) dilakukan berdasarkan standar (DIN 52186 - 78), dan Keteguhan rekat dengan menghitung persentase kerusakan kayu pada bidang rekat.

Penelitian ini menggunakan pola percobaan rancangan acak lengkap dengan 10 kali ulangan pada setiap pengujian yang diteliti. Penggunaan percobaan tersebut dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan yaitu P1 (Kayu Solid), P2 (Lamina 2 lapis), P3 (Lamina 3 lapis), P4 (Lamina 4 lapis).

Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh faktor diatas terhadap sifat fisika dan mekanika kayu lamina maka data dianalisa dengan ANOVA (*Analysis of Variance*). Apabila perlakuan menunjukkan ada perbedaan yang signifikan terhadap setiap pengujian, maka dilanjutkan dengan uji LSD (*Least Significant Difference*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisika Kayu

Sifat fisika kayu yang diteliti dalam penelitian ini meliputi kadar air dan kerapatan kayu solid dan

kayu lamina Pangsor (*Ficus callosa* Willd).

a. Kadar Air Kayu Solid dan Kayu Lamina Pangsor

Kadar air kayu solid dan kayu lamina sebelum dan setelah uji dapat dilihat pada tabel berikut.

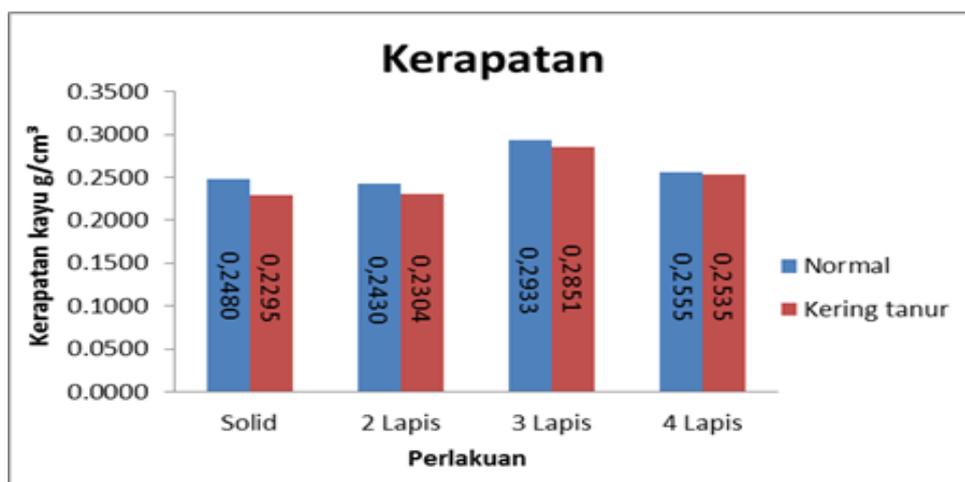
Tabel 1. Kadar Air Kayu Solid dan Kayu Lamina Pangsor

Perlakuan	Ulangan	Sebelum Uji		Setelah Uji	
		Rataan %	KV %	Rataan %	KV %
P1	10	13,59	4,47	12,30	32,43
P2	10	11,24	11,44	11,22	25,03
P3	10	11,21	3,37	11,15	13,50
P4	10	13,63	3,68	12,75	2,95

Berdasarkan hasil rata-rata kadar air di atas menurut standar lamina sudah memenuhi syarat untuk dilakukan pengujian terhadap kayu lamina karena sudah mencapai ± 12%. Namun apabila dibandingkan dengan standar SNI 01-5008.12.2002, untuk papan blok penggunaan secara umum data di atas sesuai dengan syarat kadar air maksimal 14 %.

b. Kerapatan Kering Tanur Kayu Solid dan Kayu Lamina

Hasil pengujian kerapatan kering tanur kayu solid dan kayu lamina dapat dilihat pada diagram sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram Kerapatan Kayu Solid dan Kayu Lamina Pangsor

Dari nilai rata-rata untuk kerapatan kering tanur tertinggi terdapat pada perlakuan P3 0,2851 g/cm³ dan yang terendah terdapat pada perlakuan P1 0,2295 g/cm³ dan P2 0,2304 g/cm³. Untuk perlakuan P4 berada diantara nilai-nilai tersebut yaitu 0,2535 g/cm³. dimana pada perlakuan P1 yang memiliki kerapatan rendah sebelum dibuat menjadi kayu lamina, setelah dibuat menjadi kayu lamina kerapatan lebih tinggi dari kayu solid.

Tabel 2. Analisis Keragaman (ANOVA) Kerapatan Kering Tanur Kayu Pangsor

SV	JK	DB	KR	F Hit	F Tab 0,05*	F Tab 0,01**
Perlakuan	0,02	3	0,0068	11,63**		
Galat	0,02	36	0,0005		2,86	4,37
Total	0,04	39				

Keterangan: Pengaruh Sangat Signifikan (**)

Untuk melihat perbedaan masing-masing perlakuan maka dilakukan uji lanjut (LSD) yang dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Uji Lanjut (LSD) Kerapatan Kering Tanur Kayu Pangsor

Perlakuan	Rataan	P1 0,2295	P2 0,2304	P3 0,2851	P4 0,2535	LSD 0,05*	LSD 0,01**
P1	0,2295	-	0,0008 ^{ns}	0,0556**	0,0240*		
P2	0,2304	-	-	0,0547**	0,0231*	0,0220	0,0295
P3	0,2851	-	-	-	0,0316**		
P4	0,2535	-	-	-	-		

Keterangan: Ada Pengaruh Sangat Signifikan antar perlakuan (**), Ada pengaruh signifikan antar perlakuan (*), Tidak ada pengaruh signifikan antar perlakuan (ns)

Pada Tabel 3 di atas pada perlakuan P3 memiliki nilai rataaan yang berbeda sangat signifikan terhadap perlakuan P1 kecuali, pada perlakuan P2 cenderung mendekati nilai rataaan dari perlakuan P1. Kemudian pada perlakuan P4 memiliki nilai signifikan terhadap perlakuan P1. Adanya perbedaan antara kayu lamina dengan kayu solid disebabkan karena adanya penambahan jumlah lapisan sehingga komposisi perekat juga akan semakin bertambah dan meningkatkan berat jenis pada kayu. Seperti yang dinyatakan oleh Wahyudi (2006) yang menyatakan perbedaan kerapatan yang terjadi disebabkan oleh perbedaan jumlah lapisan dan struktur anatomi dari bahan penyusunnya. Artinya makin banyak lapisan maka makin tinggi kerapatannya, hal ini karena pengaruh adanya penambahan perekat yang akan menambah berat kayu lamina dengan dimensi yang sama, jadi semakin banyak lapisan maka semakin tinggi penambahan beratnya. Lebih lanjut oleh Abdurachman dan Nurwati (2009) mengemukakan bahwa komposisi perekat pada setiap lapisan kayu lamina berpengaruh nyata dan sangat nyata terhadap kerapatan kayu.

Sedangkan perbedaan antara perlakuan P2, P3 dan P4 dapat disebabkan karena pembuatan setiap lapisan kayu lamina dengan menggunakan bagian pangkal, tengah, ujung secara acak, sehingga terdapat bagian yang dominan terhadap kayu lamina. Seperti dikemukakan (Tsoumis, 1991; Bowyer dkk., 2007; Cahyono, 2018) bahwa nilai kerapatan kayu pada bagian pangkal lebih tinggi dibandingkan pada bagian tengah dan ujung, semakin ke ujung nilai kerapatan semakin menurun. Kayu yang berasal dari bagian pangkal umumnya sudah terbentuk kayu dewasa, yaitu massa kayu yang didominasi oleh kayu akhir dengan sel-sel penyusunnya memiliki dinding sel yang tebal dan rongga sel yang kecil, sehingga kerapatannya juga lebih tinggi. Selain itu kayu pada bagian pangkal juga sudah terbentuk kayu teras yang lebih banyak dibandingkan dengan bagian ujung.

Sifat Mekanika Kayu Lamina

a. Uji Keteguhan Rekat Geser

Hasil uji keteguhan geser kayu solid dan kayu lamina dapat dilihat pada Tabel berikut ini.

Tabel 4. Hasil Uji Keteguhan Geser Kayu Pangsor

Perlakuan	Ulangan	Rataan	KV%	% Kerusakan Kayu lamina	
				Rataan %	KV%
Solid	10	3,29	10,11	74,4	17,58
Lamina	10	3,07	17,10		

Pada Tabel 4 nilai rataaan keteguhan rekat geser pada kayu lamina memiliki nilai rataaan lebih rendah dari kayu solid yaitu sebesar 3,07 N/mm² kemudian nilai rataaan pada kayu solid yaitu 3,29 N/mm². Apabila ditinjau dari klasifikasi kelas kuat kayu berdasarkan Den Berger (1923), untuk nilai keteguhan

rekat geser pada kayu solid termasuk pada kelas kuat IV dan untuk kayu lamina termasuk kedalam kelas kuat IV.

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa penyebab terjadinya perbedaan nilai keteguhan rekat terhadap kayu solid dan kayu lamina adalah lamanya waktu pengempaan seperti dijelaskan oleh (Herawati dkk., 2008) yang menyatakan bahwa kualitas perekatan dapat dipengaruhi oleh proses pengempaan.

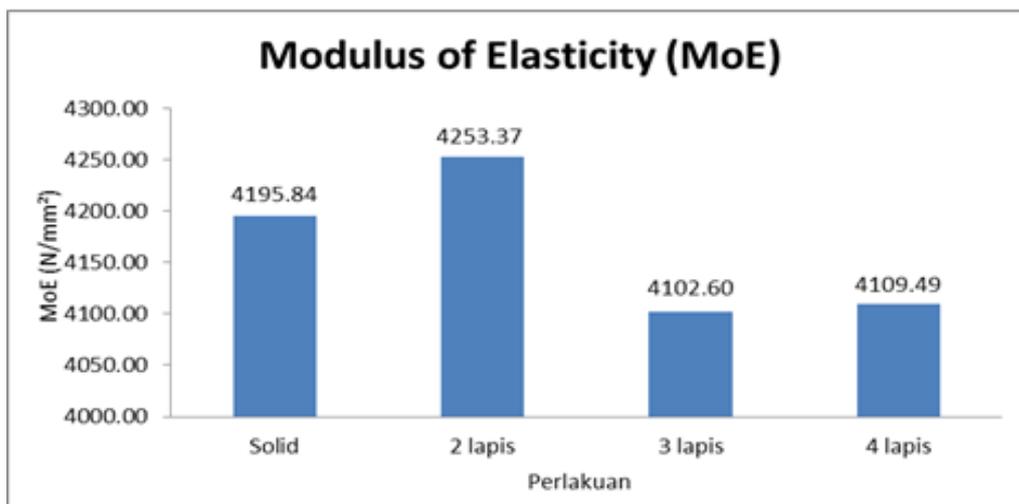
Berdasarkan besarnya nilai keteguhan rekat yang diperoleh besar dan waktu kempa kemungkinan belum cukup. Hal ini jelas akan mengakibatkan ikatan antara perekat dengan papan akan menjadi lemah yang akan berakibat keteguhan rekat papan laminasi akan semakin rendah.

Dari pengujian keteguhan rekat geser didapatkan nilai kerusakan kayu dengan nilai rata-rata 74,40 %. Berdasarkan persentase kerusakan kayu pada kayu lamina dari hasil pengujian menunjukkan bahwa penyebab terjadinya perbedaan nilai keteguhan rekat diduga terletak pada daerah kontak antara permukaan kayu dengan perekat, proses pelaburan perekat pada kayu yang direkatkan. Menurut Sugiarti, (2010) juga menyebutkan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kekuatan rekat antara lain, keadaan permukaan yang direkat, kadar air kayu, tekanan dan waktu kempa.

Sitompul (2009) menyatakan bahwa nilai persentase kerusakan kayu yang diperoleh memenuhi kriteria apabila diperoleh angka kerusakan kayu $\geq 90\%$ maka perekat tersebut termasuk kategori sangat baik, bila kerusakan kayu diantara 70-90 % maka perekat tersebut termasuk kategori baik, bila kerusakan kayu $\leq 70\%$ maka perekat tersebut tidak memenuhi syarat. Dari hasil persentase kerusakan kayu pangsor termasuk ke dalam kategori baik dengan nilai di atas 70 %.

b. Modulus Elastisitas (*Modulus of Elasticity/ MoE*)

Hasil uji modulus elastisitas kayu solid dan kayu lamina dapat dilihat diagram berikut ini.



Gambar 2. Diagram uji Modulus Elastisitas (MoE) Kayu Pangsor

Hasil nilai rata-rata MoE kayu solid dan kayu lamina pada Gambar 2 menunjukkan rata-rata dengan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan P2 dengan nilai 4.253,37 N/mm². Sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan P3 dengan nilai rata-rata 4.102,60 N/mm², lebih rendah dibandingkan perlakuan P1 dengan nilai 4.195,84 N/mm². Dan pada perlakuan P4 mendapatkan nilai 4.109,49 N/mm². Hal ini menunjukkan rata-rata uji modulus elastisitas pada perlakuan P3 dan P4 lebih rendah dibandingkan perlakuan P1 sedangkan untuk rata-rata pada perlakuan P2 meningkat. Apabila ditinjau dari klasifikasi kelas kuat kayu berdasarkan Den Berger (1923), untuk hasil modulus elastisitas kayu solid termasuk ke dalam kelas kuat (V) dan untuk kayu lamina pangsor tetap termasuk ke dalam kelas kuat (V) sehingga tidak ada peningkatan terhadap kayu lamina.

Tabel 5. Analisis Keragaman (ANOVA) Modulus Elastisitas (MoE) Kayu Pangsor

SV	JK	DB	KR	F Hit	F Tab 0,05*	F Tab 0,01**
Perlakuan	157361,44	3	52453,81	0,06 ^{ns}	2,87	4,38
Galat	31733327,13	36	881481,31			
Total	31890688,57	39				

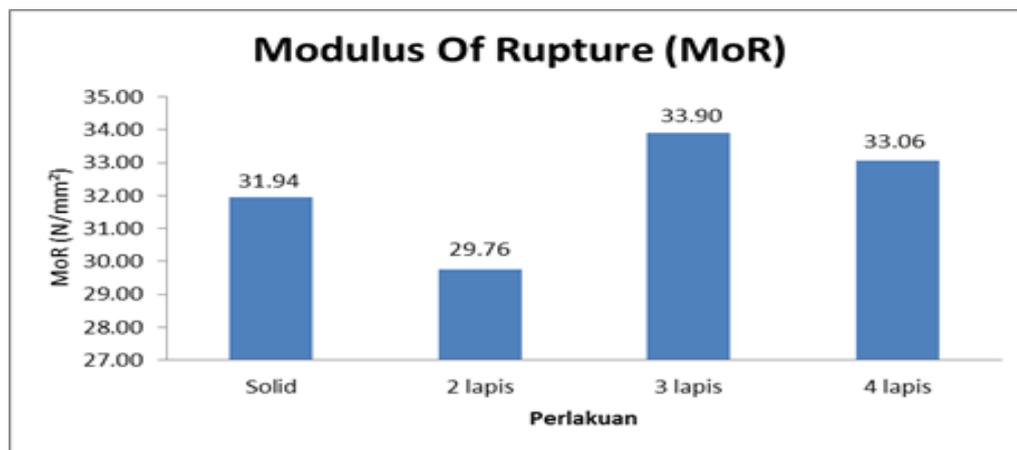
Keterangan: Tidak ada pengaruh signifikan antar perlakuan (ns)

Apabila dilihat dari nilai rata-rata untuk modulus elastisitas kayu lamina dengan nilai terendah pada perlakuan P3 dan perlakuan P4, yang menunjukkan bahwa pada perlakuan P3 dan P4 dengan ukuran tebal lamina 20 mm itu sudah termasuk banyak yang mengakibatkan ketebalan lapisannya menjadi terlalu tipis (hanya 6,6 mm untuk perlakuan P3 dan 5 mm untuk perlakuan P4) sehingga menurunkan nilai elastisitas terhadap kayu lamina. Namun apabila ketebalan kayu laminanya misal 40 mm/lebih maka perlakuan P3 dan P4 kemungkinan masih menunjukkan kenaikan pada nilai elastisitas kayu (karena ketebalan lapisannya tidak terlalu tipis yaitu 10 hingga 13 mm).

Dari hasil ini dapat diketahui bahwa pengaruh yang terjadi antara kayu solid dan kayu lamina dapat disebabkan oleh banyaknya jumlah lapisan yang menyebabkan ketebalan kayu lamina semakin tipis pada setiap penambahan lapisan-lapisan, sehingga kelenturan patahnya sebagian bertumpu pada garis perekat kayu. Sesuai dengan pernyataan Violet dan Agustina (2018), yang mengemukakan bahwa semakin banyak lapisan maka keteguhan lentur yang didapat semakin menurun, karena ketebalan pada setiap lapisan akan semakin tipis dan menyebabkan elastisitas bertumpu pada garis perekat. Hal ini juga dapat disebabkan karena pemberian tekanan pengempaan pada kayu lamina sehingga dinding-dinding sel kayu semakin rapat.

c. Keteguhan Patah (*Modulus of Rupture/MoR*)

Hasil nilai rata-rata keteguhan lengkung statis kayu solid dan kayu lamina dapat dilihat pada diagram berikut ini.



Gambar 3. Diagram uji Keteguhan Patah (MoR) Kayu Pangsor

Pada rata-rata pengujian keteguhan Patah (MoR) dapat dilihat bahwa nilai rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan P3 yaitu 33,90 (N/mm²) dan rata-rata terendah terdapat pada perlakuan P2 dengan nilai 29,76. Berbeda dengan pengujian (MoE) yang cenderung menghasilkan nilai rata-rata yang lebih rendah dibandingkan perlakuan P1. Untuk pengujian (MoR) baik pada perlakuan P3 dan P4 yang mendapatkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan P1, kecuali perlakuan P2 nilai MoR lebih rendah dari pada

perlakuan P1 yang memiliki nilai 31,86 (N/mm²). Apabila ditinjau dari klasifikasi kelas kuat kayu berdasarkan Den Berger (1923), hasil untuk keteguhan patah kayu solid pangsor termasuk ke dalam kelas kuat (IV) dan setelah dibuat menjadi kayu lamina keteguhan patah kayu lamina pangsor tetap termasuk ke dalam kelas kuat (IV).

Tabel 6. Analisis Keragaman (ANOVA) Keteguhan Patah (MoR) Kayu Pangsor.

SV	JK	DB	KR	F Hit	F Tab 0,05*	F Tab 0,01**
Perlakuan	96,50	3	32,17	1,36 ^{ns}		
Galat	852,42	36	23,68		2,87	4,38
Total	948,93	39				

Keterangan: Tidak ada pengaruh signifikan antar perlakuan (ns)

Apabila dilihat dari nilai rata-rata untuk Modulus of Rupture (MoR) kayu lamina terendah pada perlakuan P2 dan tertinggi pada perlakuan P3, kemudian menurun lagi pada perlakuan P4, mengingat kayu ini memiliki kerapatan yang rendah kemudian diberikan proses pengempaan yang menyebabkan berkurangnya struktur penyusun terhadap kayu Pangsor, serta adanya penambahan perekat yang menyebabkan menurunnya kekakuan terhadap kayu lamina pada setiap penambahan jumlah lapisan. sesuai dengan pernyataan (Sutigno dan Masano, 1986) yang mengemukakan bahwa penambahan jumlah lapisan tidak selalu meningkatkan kekakuan kayu lamina.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman H, Nurwati, H. 2009. Sifat Fisik dan Mekanik Kayu Lamina Campuran Kayu Mangium dan Sengon. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 27(3):191-200. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Anonim. 2002. Produk kayu olahan-Bagian 12: Papan Blok Penggunaan Secara Umum. SNI 01-5008. 12-2002. Badan Standar nasional. Jakarta.
- Bodiq J, Jayne BA. 2003. *Mechanics of Wood and Wood Composites*. Van Nostrand Reinhold Company. New York, Toronto, London, Melbourne.
- Bowyer JL, Shmulsky R, Haygreen JG. 2007. *Forest Product and Wood Science an Introduction Fifth Edition*. IOWA State University. IOWA (US).
- Cahyono TD. 2018. *Mengupas Sifat Dasar Kayu Sebagai Material Istimewa*. Penerbit Ikatan Dosen RI.
- Den Berger LG. 1923. *De Grondslagen voor de Classificatie van Nederlansch Indische Timmerhoutsoorten*. Tectona, XVI.
- Herawati E, Massijaya, MY, Nugroho N. 2008. Karakteristik balok laminasi dari kayu Mangium (*Acacia mangium Willd.*). *Journal Ilmu Kayu dan Terknologi Hasil Hutan*, 1(1): 1-8.
- Moody RC, Roland H. 1997. *Glued-Laminated Timber*. Forest Product Laboratory. USDH Forest Service. Madison, Winconsin.
- Ruhendi S, Koroh DN, Syamani FA, Yanti H, Nurhaida SS, Sucipto T. 2007. *Analisis Perekatan Kayu*. Institut Pertanian Bogor. Bogor (ID).
- Sitompul NA. 2009. Sifat Fisik Mekanis Balok Laminasi dari Batang Kelapa (*Cocos nucifera L.*) dan Kayu Kemiri (*Aleurites moluccana Wild.*) Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sutigno P, Masano. 1986. Pengaruh Banyaknya Lapisan Terhadap Sifat Kayu Lamina Meranti Merah (*Shorea leptrosula Miq.*). *Duta Rimba* 73-74 (XII): 22-24.
- Tsoumis G. 1991. *Science and Technology of Wood. Structure, properties, utilization*. Van Nostrand Reinhold. New York, USA.
- Violet, Agustina. 2018. Variasi Arah Aksial Batang (Pangkal dan Ujung) Terhadap Sifat Mekanika Papan

Laminasi Kayu Kelapa (*Cocos nucifera* L) dan Kayu Nangka (*Artocarpus heterophyllus* L). Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat. Jurnal Hutan Tropis, 6(1): 20-27.

Wahyudi YA. 2006. Sifat Fisika dan Lengkung Statis Papan Lamina Bambu Wulung (*Gigantochloa atroviola* Widjaja) Dalam Sebatang Kayu Meranti Merah (*Shorea* sp) Dengan Perekat Polivinil Asetat (PVA). Skripsi Fakultas Kehutanan. Universitas Mulawat. (Tidak Dipublikasikan).

KUALITAS BRIKET ARANG BERDASARKAN KOMPOSISI CAMPURAN SERBUK ARANG BATANG JAGUNG (*Zea mays*) DAN SERBUK ARANG KAYU BEKAS KEBAKARAN HUTAN SEKUNDER

Nuraeini, Rindayatno*, Irvin Dayadi

Falkultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jalan Ki Hajar Dewantara, PO Box 1013, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, 75119

E-mail: rinda_yatno@yahoo.com

ABSTRACT

Alternative energy can be produced from appropriate technologies such as charcoal briquettes by utilizing biomass waste from corn stalks and charcoal from wood charcoal from secondary forest fires. This study aims to find the best combination of raw material composition of charcoal briquettes from a mixture of corn stalk charcoal powder (*Zea mays*) with wood charcoal powder from secondary forest fires that can produce the best quality charcoal briquettes. The process of making charcoal briquettes is done by mixing the two ingredients of charcoal powder with adhesive then printing and pressing. Data processing in this study used RAL (completely randomized design) with 5 treatments (A) 100% corn stalks and 0% secondary forest wood, (B) 75% corn stalks and 25% secondary forest wood, (C) 50% corn stalks and 50% secondary forest wood, (D) 25% corn stalks and 75% secondary forest wood (E. 0% corn stalks and 100% secondary forest wood) with 5 replications each. If the results obtained have a significantly different effect, a further LSD (Least Significant Differences) test will be carried out. The composition of the best treatment on the quality of charcoal briquettes was found in treatment E with a density value range of 0.514 g/cm³, water content 7.720%, compressive strength 54.224 kg/cm², volatile matter content 35.030%, ash content 4.064%, bound carbon content 60.934% and calorific value 6,371 cal/g. Some test results have met the quality reference of charcoal briquettes according to the Center for Research and Development of Forest Products (P3HH) and SNI (No. 01-6235-2000).

Keywords: Charcoal briquettes, Corn stems, Charcoal from secondary forest fires

ABSTRAK

Energi alternatif dapat dihasilkan dari teknologi tepat guna seperti briket arang dengan memanfaatkan limbah biomassa dari batang jagung dan arang dari arang kayu kebakaran hutan sekunder. Penelitian ini bertujuan untuk mencari kombinasi terbaik dari komposisi bahan baku briket arang dari campuran serbuk arang batang jagung (*Zea mays*) dengan serbuk arang kayu bekas kebakaran hutan sekunder yang dapat menghasilkan kualitas briket arang yang terbaik. Proses pembuatan briket arang dilakukan dengan mencampurkan kedua bahan serbuk arang dengan perekat lalu dilakukan pencetakan dan pengepresan. Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan RAL (rancangan acak lengkap) dengan 5 perlakuan (A) 100% batang jagung dan 0% kayu hutan sekunder, (B) 75% batang jagung dan 25% kayu hutan sekunder, (C) 50% batang jagung dan 50% kayu hutan sekunder, (D) 25% batang jagung dan 75% kayu hutan sekunder dan (E. 0% batang jagung dan 100% kayu hutan sekunder) dengan masing 5 kali ulangan. Jika hasil yang didapatkan memiliki perbedaan pengaruh yang signifikan maka akan dilakukan uji lanjut LSD (Least Significant Differences). Komposisi perlakuan terbaik terhadap kualitas briket arang terdapat pada perlakuan E dengan kisaran nilai kerapatan 0,514 g/cm³, kadar air 7,720%, keteguhan tekan 54,224 kg/cm², kadar zat mudah menguap 35,030%, kadar abu 4,064%, kadar karbon terikat 60,934% dan nilai kalor 6.371 kal/g. Beberapa hasil pengujian telah memenuhi acuan kualitas briket arang menurut Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan (P3HH) dan SNI (No. 01-6235-2000).

Kata kunci: Briket arang, Batang jagung, Arang bekas kebakaran hutan sekunder

PENDAHULUAN

Energi alternatif dapat dihasilkan dari teknologi tepat guna yang sederhana dan sesuai untuk daerah pedesaan seperti briket dengan memanfaatkan limbah biomassa dari batang jagung dan arang bekas kebakaran hutan sekunder dan belum dimanfaatkan secara maksimal.

Biomassa secara umum lebih dikenal sebagai bahan kering material organik atau bahan yang tersisa setelah suatu tanaman atau material organik yang dihilangkan kadar airnya. Biomassa tersebut dapat diolah menjadi bioarang, yang merupakan bahan bakar dengan tingkat nilai kalor yang cukup tinggi dan dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari (Wandi, 2015).

Briket arang merupakan salah satu sumber energi alternatif yang dapat dikembangkan untuk menjawab tantangan semakin menipisnya sumber energi yang berasal dari minyak bumi, yaitu sebagai bahan bakar untuk memasak. Bahan baku briket arang biomassa berasal dari arang biomassa seperti kayu, tempurung kelapa, maupun limbah industri perkayuan dan limbah agroindustri seperti limbah batang jagung dan arang bekas bakaran hutan sekunder (Yuniarti dkk., 2019).

Setiap tiba musim panen, masalah terbesar petani di Indonesia pada umumnya adalah limbah pertanian yang tidak dimanfaatkan, khususnya di daerah Bendungan Benanga Lempake Samarinda. Misalnya panen padi, kedelai ataupun jagung. Untuk menanggulangi limbah ini, batang jagung muda biasa digunakan sebagai pakan ternak, namun batang jagung yang sudah kering biasanya dibakar. Hal ini menimbulkan cemaran udara yang setiap tahun terjadi jika musim panen tiba (Suhendra dkk., 2010 dalam Fikri, 2019).

Pemanfaatan arang kayu bekas kebakaran hutan sekunder oleh masyarakat juga kurang maksimal, masyarakat pedesaan yang tergolong ekonomi rendah saja yang masih memanfaatkan arang sebagai bahan bakar untuk memasak namun, bagi mereka yang sudah tidak menggunakan arang sebagai bahan bakar untuk memasak arang sudah tidak lagi dipedulikan padahal arang bekas kebakaran hutan dapat dimanfaatkan lagi dengan menambah nilai ekonominya menjadi briket arang, arang aktif, dan masih banyak lainnya. Arang dapat dihaluskan kemudian dikempa menjadi briket arang dalam berbagai bentuk. Briket arang lebih praktis penggunaannya daripada kayu bakar.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Industri dan Pengujian Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman dan Laboratorium Hasil Hutan Non Kayu Jurusan Teknologi Pertanian Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini meliputi beberapa tahapan yang dimulai dari studi pustaka, persiapan bahan baku, pembuatan dan pengujian, serta pengolahan data.

a. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari limbah pertanian yaitu batang jagung dan arang kayu bekas kebakaran hutan sekunder yang telah berupa arang. Pada proses pengarangan bahan baku yakni batang jagung dan arang bekas kebakaran hutan sekunder dikumpulkan dan dilakukan pengeringan secara terpisah dengan cara dikeringkan dengan penjemuran di bawah sinar matahari selama \pm 3 hari. Kemudian dilakukan pengukuran kadar air bahan baku sebelum dilakukan pengarangan.

b. Pengarangan Bahan Baku

Bahan baku yang telah dikeringkan secara terpisah selanjutnya dilakukan proses pengarangan menggunakan tungku pengarangan, bahan dimasukkan ke dalam tungku pengarangan dengan metode pembakaran secara tidak langsung, dimana sumber api (bahan bakar dari briket arang) tidak langsung

membakar bahan baku. Pada proses pengarangan berlangsung selama 8 jam dengan suhu maksimal 400°C. Pada proses pengarangan batang jagung ketika tungku sudah mengeluarkan banyak asap penutup tungku dibuka dan secara perlahan diaduk dengan tujuan agar batang jagung terbakar secara menyeluruh kemudian ditutup kembali. Batang jagung yang sudah dilakukan pengarangan dikeluarkan dari dalam tungku pengarangan dan dilakukan pendinginan selama 1 hari. Selanjutnya batang jagung yang belum menjadi arang sepenuhnya dilakukan proses pengarang ulang dengan pengarang tidak langsung yaitu diarangkan diatas plat besi dengan api dibawahnya selama 1 jam setelah itu didinginkan kembali. Sedangkan untuk arang kayu hutan sekunder diarangkan kembali dengan proses yang sama selama ±30 menit

c. Pembuatan Serbuk Arang

Arang batang jagung dan arang kayu bekas kebakaran hutan sekunder yang dihasilkan kemudian dihancurkan menjadi serbuk arang dengan cara ditumbuk dan kemudian diayak menggunakan ayakan 40 – 60 mesh (lolos diayakan 40 mesh dan tertahan diayakan 60 mesh).

d. Pengayakan Serbuk Arang

Pengayakan serbuk arang dilakukan untuk memisahkan serbuk arang atas dasar ukurannya (halus, sedang atau kasar) dan untuk memperoleh serbuk arang dengan ukuran yang relatif seragam. Pengayakan dilakukan menggunakan ayakan berukuran 40 mesh dan 60 mesh. Serbuk arang yang akan digunakan untuk pembuatan briket arang yaitu serbuk yang lolos 40 mesh dan tertahan pada ayakan ukuran 60 mesh.

e. Pencampuran Serbuk Arang

Penelitian yang dilakukan pembuatan briket arang dengan menggunakan serbuk arang batang Jagung (*Zae mays*) dan arang kayu bekas kebakaran hutan sekunder menggunakan beberapa komposisi yang dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 1. Komposisi Campuran Serbuk Arang Batang Jagung dengan Serbuk Arang Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder

Perlakuan	Komposisi Campuran Serbuk Arang %	
	Batang Jagung (<i>Zea mays</i>)	Arang Kayu Bekas KebakaranHutan Sekunder
A	100	0
B	75	25
C	50	50
D	25	75
E	0	100

f. Pembuatan Bahan Perekat

Perekat dibuat dengan mencampur tepung tapioka dengan air dengan perbandingan antara tapioka dengan air sebesar 1 : 15. Sebanyak 5% tepung tapioka dari berat serbuk arang. Kemudian tepung tapioka dicampurkan dengan air lalu diaduk sampai merata lalu dipanaskan pada suhu 60 °C setelah itu diaduk secara perlahan.

g. Pembuatan Briket Arang

Komposisi campuran serbuk arang batang jagung dengan arang kayu bekas kebakaran hutan sekunder, tepung tapioka dan air disajikan dalam Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Komposisi Campuran Berat Serbuk Arang Batang Jagung (*Zea mays*), Serbuk Arang Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder dan Bahan Perekat

Perlakuan	Batang Jagung (<i>Zea mays</i>) (g)	Arang Hutan Sekunder(g)	Tepung Tapioka(g)	Air(ml)
A	(100%) 36,70	(0%) 0		
B	(75%) 27,52	(25%) 8,78		
C	(50%) 18,35	(50%) 17,56	1,73	25,95
D	(25%) 9,17	(75%) 26,34		
E	(0%) 0	(100%)35,12		

h. Pengeringan Briket Arang

Briket arang yang diperoleh masih dalam keadaan relatif basah, oleh karena itu briket harus dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama ± 24 jam.

i. Pengkondisian

Briket yang telah dikeringkan kemudian dimasukkan kedalam desikator selama ± 30 menit. Kemudian ditaruh di dalam ruangan konstan dengan suhu ruangan (20 ± 1°C dan kelembaban relatif 65 ± 3% selama 14 hari (sampai kondisi konstan), kemudian dimasukkan dalam plastik, diberi kode dan dilakukan pengujian.

Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian kemudian diolah menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 5 perlakuan dengan 5 kali ulangan untuk pengujian kerapatan, kadar air, keteguhan tekan, kadar zat mudah menguap, kadar abu dan kadar terikat sedangkan untuk pengujian nilai kalor dilakukan sebanyak 5 perlakuan dengan 3 kali ulangan. Kelima perlakuan bahan dalam pembuatan briket arang tersebut adalah :

1. Perlakuan A yaitu serbuk arang batang jagung 100% dan serbuk arang kayu bekas kebakaran hutan sekunder 0%
2. Perlakuan B yaitu serbuk arang batang jagung 75% dan serbuk arang kayu bekas kebakaran hutan sekunder 25%
3. Perlakuan C yaitu serbuk arang batang jagung 50% dan serbuk arang kayu bekas kebakaran hutan sekunder 50%
4. Perlakuan D yaitu serbuk arang batang jagung 25% dan serbuk arang kayu bekas kebakaran hutan sekunder 75%
5. Perlakuan E yaitu serbuk arang batang jagung 0% dan serbuk arang kayu bekas kebakaran hutan sekunder 100%

Model matematikanya adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_i = Nilai pengamatan pada perlakuan ke-i dan ke-j

μ = Nilai rata-rata populasi

τ_i = Pengaruh perlakuan ke-i

ϵ_{ij} = Kesalahan percobaan pada perlakuan ulangan ke-i dan ulangan ke-j

Untuk membandingkan ada atau tidaknya pengaruh perlakuan komposisi bahan baku terhadap kualitas (tahap pengujian) briket arang, dilakukan analisis sidik ragam (*Analysis of Variance/ ANOVA*).

Tabel 3. Analisis Sidik Ragam

Sumber Variasi (SV)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Rataan (KR)	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	(t-1)	JKP	JKP / DBP	KRP/KRG		
Galat	t (r-1)	JKG	JKG / DBG	-		
Total	(tr-1)	JKT	-	-		

Pengaruh perbedaan perlakuan masing-masing komposisi campuran serbuk arang dapat diketahui dengan membandingkan antara F hitung terhadap F tabel, apabila uji F signifikan ($F_{hitung} > F_{tabel}$) maka dilanjutkan dengan uji beda terkecil (LSD) dengan rumus sebagai berikut (Stell dan Torrie, 1960 dalam Kurniati, 2001):

$$LSD = t (a/2.db) \times \frac{\sqrt{2 \times KRE}}{n}$$

dimana:

LSD = Beda nyata terkecil tingkat nyata 5% dan 1%

t (a/2.db) = Nilai t dapat dicari pada tabel t dua arah

KRG = Kuadrat rata-rata galat

n = banyaknya ulangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini hasil yang diperoleh dari pengujian yang terdiri dari sampel arang kayu hutan sekunder dan batang jagung (*Zea mays*) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Pengujian Kerapatan dan Kadar Air Bahan Baku

Ulangan	Batang jagung (<i>Zea mays</i>)		Arang Kayu Hutan Sekunder	
	Kerapatan (g/cm ³)	Kadar Air (%)	Kerapatan (g/cm ³) (Mansur, 2011)	Kadar Air (%)
1	0,32	6,38	0,92	1,52
2	0,26	6,38	0,91	1,52
3	0,28	5,82	0,72	2,04
Total	0,86	18,58	2,55	5,08
Rataan	0,29	6,19	0,85	1,69

Nilai kerapatan batang jagung dengan rata-rata 0,29 (g/cm³) dengan nilai kadar air 6,19% dan arang kayu hutan sekunder dengan rata-rata 0,85 (g/cm³) dengan nilai kadar air 1,69%.

Penelitian ini hasil yang diperoleh dari lima kombinasi komposisi yang terdiri dari campuran serbuk arang jagung (*Zea mays*) dengan serbuk arang kayu hutan sekunder adalah sebagai berikut.

Kerapatan Briket Arang

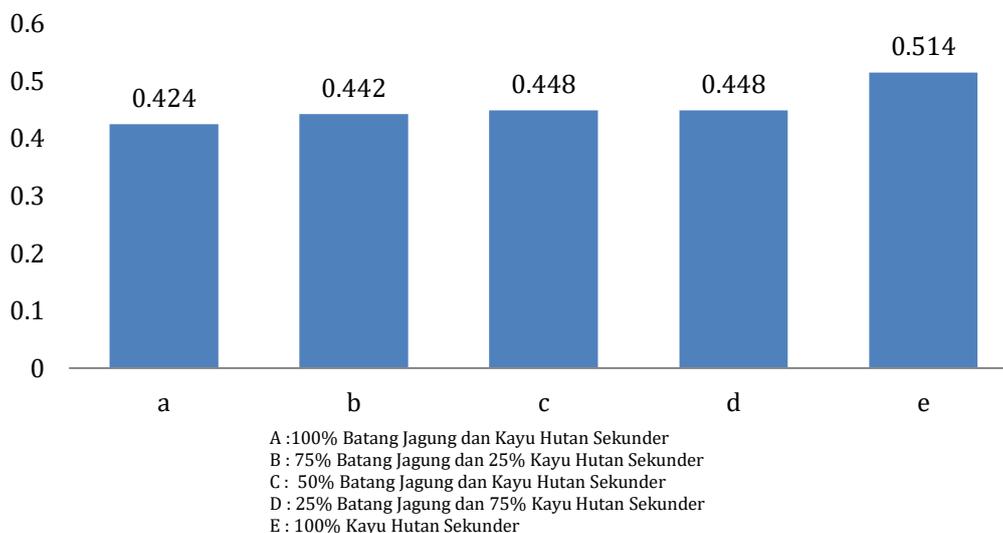
Kerapatan menunjukkan perbandingan antara berat dan volume briket arang. Tinggi rendahnya kerapatan dipengaruhi oleh ukuran dan kombinasi penyusunan briket arang tersebut. Nilai rata-rata kerapatan briket arang dari kombinasi komposisi serbuk batang jagung (*Zea mays*) dan serbuk arang kayu hutan sekunder. dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Nilai Kerapatan Briket Arang pada Campuran Serbuk Batang Jagung (*Zea mays*) dengan Serbuk Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder (g/cm³)

Perlakuan	Nilai Kerapatan(g/cm ³)	Koefisien Variasi (%)
A	0,424	1,29
B	0,442	2,95
C	0,448	3,67
D	0,448	1,71
E	0,514	2,61

Keterangan : Acuan Kualitas Briket Arang Nilai Kerapatan SNI Tidak ada (Anonim, 2000 dalam fikri (2019)
P3HH > 0,7 g/cm³ (Sudrajat, 1982)

Nilai kerapatan tertinggi briket arang diketahui sebesar 0,514 g/cm³ dari perlakuan E (0% serbuk batang jagung dan 100% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder), sedangkan kerapatan terendah 0,424 g/cm³ terdapat pada perlakuan A (100% serbuk batang jagung dan 0% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder). Dari koefisien variasi pada nilai kerapatan briket arang campuran serbuk arang batang jagung dan serbuk arang kayu hutan sekunder, apabila semakin kecil nilai koefisien variasinya maka semakin seragam data kerapatan briket arang terlihat pada perlakuan A, B, D dan E dibandingkan dengan perlakuan C yang menunjukkan nilai koefisien variasi lebih tinggi. Nilai rata-rata kerapatan perlakuan ditunjukkan pada grafik Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Nilai Rataan Kerapatan (g/cm³) Briket Arang dari Campuran Serbuk Batang Jagung (*Zea mays*) dan Serbuk Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa pada komposisi 100% serbuk batang jagung menurunkan nilai kerapatan briket arang. Pengaruh perlakuan yang diberikan pada pembuatan briket arang komposisi campuran serbuk batang jagung dan serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder terhadap kerapatan dapat dilihat pada analisis keragaman pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Analisis Keragaman Campuran Serbuk Batang Jagung (*Zea mays*) dan Serbuk Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder Terhadap Nilai Kerapatan Briket Arang

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Rataan	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	4	0,027	0,006766	46,986**	2,87	4,43
Galat	20	0,003	0,000144	-	-	-
Total	24	0,030	0,001248	-	-	-

Hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwa komposisi campuran serbuk arang memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap nilai kerapatan briket arang yang dihasilkan. Untuk itu, dilakukan uji lanjutan yaitu LSD untuk mengetahui perbandingan dari tiap perlakuannya yang dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Hasil Uji Lanjut LSD Pengaruh Campuran Serbuk Batang Jagung (*Zea mays*) dan Serbuk Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder Terhadap Nilai Kerapatan Briket Arang

Perlakuan	Rataan	Selisih Perlakuan					LSD	
		A	B	C	D	E	0,05	0,01
A	0,424	-	0,018**	0,024**	0,024**	0,090**	0,009	0,012
B	0,442	-	-	0,006 ns	0,006ns	0,072**	-	-
C	0,448	-	-	-	0,00 ns	0,066**	-	-
D	0,448	-	-	-	-	0,066**	-	-
E	0,514	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan: * = Signifikan, ** = Sangat signifikan, ns = Tidak signifikan

Hasil uji LSD perbandingan setiap sampel diketahui pada perlakuan A menunjukkan hasil yang signifikan terhadap perlakuan D dan E. Perlakuan B nilai rata-rata selisih signifikan terhadap perlakuan E terhadap nilai kerapatan yang dihasilkan.

Perbedaan nilai kerapatan briket arang yang dihasilkan, disebabkan oleh jenis bahan baku yang dipergunakan sebelum menjadi arang memiliki perbedaan kerapatan yaitu serbuk batang jagung 0,29 gr/cm³ dan serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder 0,39 gr/cm³. Sesuai dengan pernyataan Hendra (2007), bahwa perbedaan jenis bahan baku sangat mempengaruhi besarnya nilai kerapatan briket arang yang dihasilkan. Bahan baku yang mempunyai kerapatan tinggi akan menghasilkan briket arang dengan kerapatan tinggi, sedangkan bahan baku yang mempunyai kerapatan rendah akan menghasilkan briket arang dengan kerapatan rendah pula.

Dalam penelitian ini ada beberapa faktor yang menyebabkan nilai kerapatan tidak memenuhi target yaitu waktu tekan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan 10 menit dengan tekanan 30 bar, dimana tekanan tersebut dan waktu tekanan yang diberikan kurang optimal digunakan untuk perlakuan dari campuran serbuk batang jagung dan serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder, ada juga faktor yang disebabkan oleh serbuk arang yang belum terlalu masak maka perekat dan serbuk arang susah untuk menempel ketika dipres, kemudian kerapatan briket arang yang tidak mencapai target yang diinginkan yaitu 0,8 g/cm³ juga dikarenakan adanya pengembangan kembali (*spring back*) pada briket arang sebesar 2 cm sehingga menjadi 6 cm lebih besar dari target yang diharapkan, ini terjadi karena serbuk batang jagung cenderung meningkatkan volume briket arang.

Kadar Air

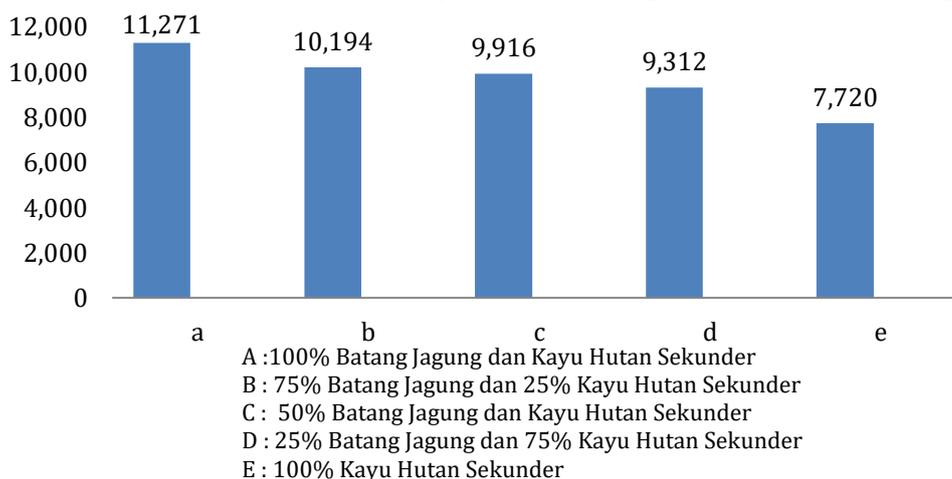
Nilai rata-rata kadar air briket arang dengan campuran serbuk batang jagung dan arang kayu hutan sekunder dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Kadar Air Briket Arang dari Campuran Serbuk Batang Jagung (*Zea mays*) dengan Serbuk Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder

Perlakuan	Nilai Kadar Air (%)	Koefisien Variasi (%)
A	11,271	5,95
B	10,194	1,15
C	9,916	3,51
D	9,312	6,05
E	7,720	13,19

Keterangan: Acuan Kualitas Briket Arang Nilai Kadar Air
SNI 8% (Anonim, 2000)
P3HH < 8% (Sudrajat, 1982)

Nilai kadar air briket arang pada Tabel 8 diketahui nilai rata-rata antara 11,271% - 7,720%. Kadar air tertinggi sebesar 11,271% terdapat pada perlakuan A dengan (100% batang jagung dan 0% hutan sekunder) dan nilai kadar air terendah terdapat pada perlakuan E (0% serbuk batang jagung dan 100% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder). Nilai kadar air perlakuan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai Rataan Kadar air (%) Briket Arang dari Campuran Serbuk Batang Jagung (*Zea mays*) dengan Serbuk Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder

Pada Gambar 2 terlihat bahwa kadar air briket arang menurun seiring dengan penambahan komposisi serbuk arang kayu hutan sekunder namun pada komposisi 100% serbuk arang batang jagung nilai kadar air semakin tinggi, ini dikarenakan dari bahan baku serbuk batang jagung memiliki kadar air tinggi karena daya serap batang jagung lebih besar sedangkan untuk kadar air dari serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder lebih rendah dikarenakan arang kayu bekas kebakaran hutan sekunder memiliki kepadatan yang lebih kuat sehingga daya serap airnya lebih sedikit dari batang jagung dan juga telah mengalami proses pembakaran dari terbakarnya hutan sekunder.

Keteguhan Tekan

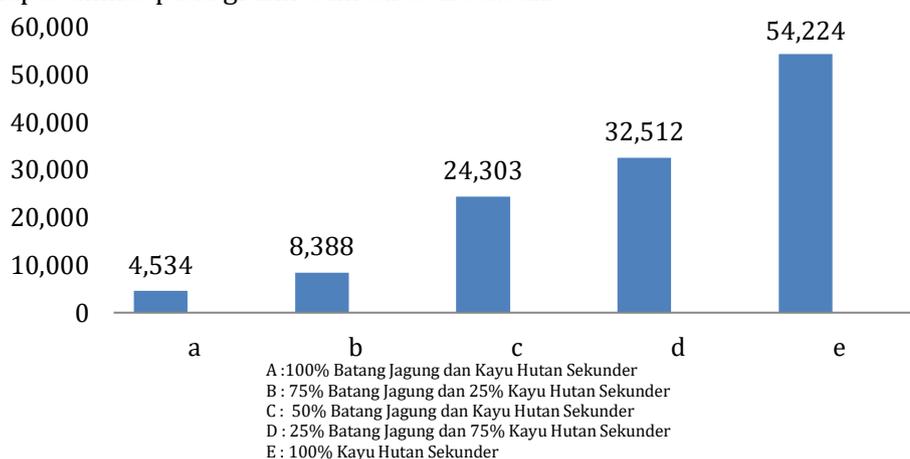
Nilai rata-rata keteguhan tekan briket arang dengan campuran batang jagung dan kayu hutan sekunder dapat dilihat pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Nilai Keteguhan Tekan Briket Arang dari Campuran Serbuk Batang Jagung (*Zea mays*) dengan Serbuk Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder

Perlakuan	Nilai Keteguhan Tekan (kg/cm ²)	Koefisien Variasi (%)
A	4,534	11,30
B	8,388	8,72
C	24.303	15,09
D	33,512	7,23
E	54,224	5,33

Keterangan: Acuan Kualitas Briket Arang Nilai Keteguhan Tekan SNI Tidak ada (Anonim, 2000 dalam Fikri, 2019)
P3HH >12 kg/cm² (Sudrajat, 1982)

Keteguhan tekan briket arang pada Tabel 9 diketahui kisaran 4,534 – 54,224 kg/cm². Nilai keteguhan tekan tertinggi terdapat pada perlakuan E (0% serbuk batang jagung dan 100% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 54,224 kg/cm² dan terendah pada perlakuan A (100% serbuk batang jagung dan 0% serbuk kayu bekas hutan sekunder) sebesar 4,534 kg/cm². Nilai rata-rata keteguhan tekan briket arang dapat dilihat pada grafik Gambar 3 di bawah.



Gambar 3. Nilai Rataan Keteguhan Tekan kg/cm² Briket Arang dari Campuran Serbuk Batang Jagung (*Zea mays*) dan Serbuk Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder

Analisa keragaman pada pembuatan briket arang komposisi campuran serbuk arang batang jagung dan serbuk arang kayu hutan sekunder terhadap nilai keteguhan tekan dapat dilihat pada Tabel 10 sebagai berikut.

Tabel 10. Analisis Keragaman Campuran Serbuk Batang Jagung (*Zea mays*) dan Serbuk Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder Terhadap Nilai Keteguhan Tekan Briket Arang

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Rataan	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	4	8.027,8	2.006,95	48,74**	2,87	4,43
Galat	20	823,5	41,18	-	-	-
Total	24	8.851,3	368,81	-	-	-

Keterangan: ** = Sangat signifikan

Hasil dari analisis keragaman diketahui bahwa nilai F hitung pada komposisi campuran serbuk arang berpengaruh sangat signifikan terhadap nilai keteguhan briket arang. Untuk itu perlu dilakukan uji lanjut

LSD untuk mengetahui pengaruh tiap perlakuan yang dapat dilihat pada Tabel 11 di bawah ini

Tabel 11. Hasil Uji Lanjut LSD Campuran Serbuk Batang Jagung (*Zea mays*) dan Serbuk Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder Terhadap Nilai Keteguhan Tekan Briket Arang

Perlakuan	Selisih Perlakuan					LSD	
	A	B	C	D	E	0,05	0,01
A	-	3,853**	15,917**	24,125ns	49,6292**	26,346	35,937
B	-	-	19,770ns	27,978**	45,839**	-	-
C	-	-	-	8,208ns	29,922**	-	-
D	-	-	-	-	32512**	-	-
E	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan: ** = Sangat signifikan, ns = Tidak signifikan

Hasil uji lanjutan LSD dapat dilihat bahwa variasi kombinasi campuran bahan baku batang jagung dan kayu hutan sekunder menunjukkan nilai selisih perlakuan A sangat signifikan terhadap perlakuan B, C, D, dan E. Untuk nilai selisih rata-rata terhadap keteguhan tekan, pada perlakuan B sangat signifikan terhadap perlakuan D dan sangat signifikan terhadap perlakuan E dari nilai keteguhan tekan. Tingginya nilai keteguhan tekan briket arang yang dihasilkan disebabkan karena ukuran serbuk yang cenderung lebih seragam. Permukaan yang seragam akan memudahkan arang untuk menempel dan berikatan satu sama lainnya (Masturin, 2002). Ditambah dengan tekanan tertentu membantu proses pengikatan dan pengisian ruang-ruang kosong. Keteguhan meningkat seiring dengan meningkatnya kerapatan, begitupun semakin halus serbuk arang juga tidak bagus bisa mengakibatkan keretakan pada proses percetakan, adapun semakin besar serbuk arang yang digunakan maka semakin kecil nilai kerapatan yang didapat.

Nilai keteguhan tekan untuk perlakuan A (100% serbuk batang jagung dan 0% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 4,543 kg/cm², B (75% serbuk batang jagung dan 25% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 8,388 kg/cm², C (50% serbuk batang jagung dan 50% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 24,303 kg/cm², D (25% serbuk batang jagung dan 75% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 32,512 kg/cm² dan E (0% serbuk batang jagung dan 100% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 54,224 kg/cm² telah memenuhi standar menurut penelitian Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan (P3HH), Inggris (Sudrajat 1982 dalam Sari 2010), yakni sebesar > 12,00 kg/cm².

Kadar Zat Mudah Menguap

Nilai rata-rata kadar zat mudah menguap briket arang dengan campuran batang jagung dengan kayu hutan sekunder dapat dilihat pada Tabel 12 berikut.

Tabel 12. Nilai Rataan Kadar Zat Mudah Menguap (VM) Briket Arang dari Campuran Serbuk Batang Jagung (*Zea mays*) dengan Serbuk Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder

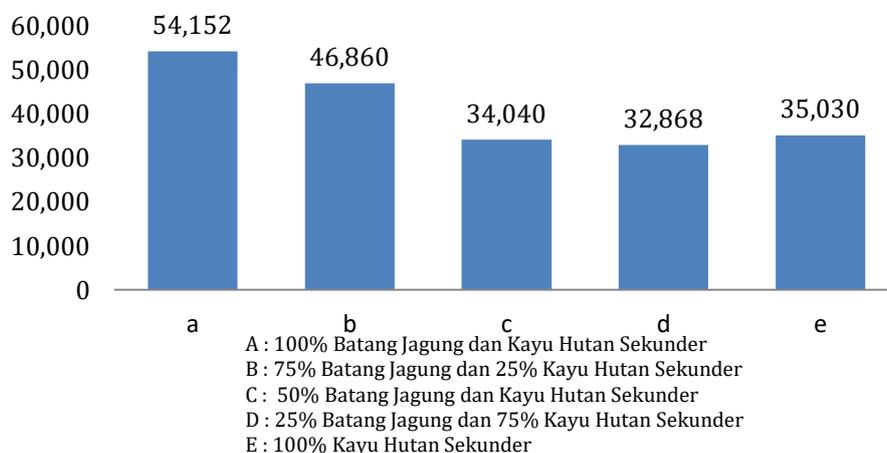
Perlakuan	Volatil Matter (VM)	Koefisien Variasi (%)
A	54,152	6,285
B	46,860	2,838
C	34,040	18,796
D	32,868	5,837
E	35,030	18,62

Keterangan: Acuan Kualitas Briket Arang Nilai Kadar zat mudah menguap

SNI 15% (Anonim, 2000 dalam fikri, 2019)

P3HH <30% (Sudrajat, 1982)

Kadar zat mudah menguap pada Tabel 12 menunjukkan rata-ran berkisaran dari 54,152 – 32,03%. Nilai kadar zat mudah menguap tertinggi terdapat pada perlakuan A (100% serbuk batang jagung dan 0% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 54,152% dan terendah terdapat pada perlakuan E (0% serbuk batang jagung dan 100% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 32,03%. Nilai rata-ran kadar zat mudah menguap briket arang dapat dilihat pada grafik Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Nilai Rataan Kadar Zat Mudah/VM (%) Menguap Briket Arang dari Campuran Serbuk Batang Jagung (*Zea mays*) dengan Serbuk Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder

Analisis keragaman pada pembuatan briket arang komposisi campuran serbuk arang Batang Jagung dan kayu Hutan sekunder terhadap nilai zat mudah menguap dapat dilihat pada Tabel 13 sebagai berikut.

Tabel 13. Analisis Keragaman Campuran Serbuk Batang Jagung (*Zea mays*) dan Serbuk kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder terhadap Nilai Kadar Zat Mudah Menguap Briket Arang (Nilai Presentase Kadar Air Ditransformasikan ke dalam Bentuk Arcus Sin $\sqrt{\%}$)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Rataan	F Hitung	F Tabel 0,05	F Tabel 0,01
Perlakuan	4	432,417	108,104	19,74**	2,87	4,43
Galat	20	109,554	5,478	-	-	-
Total	24	541,971	22,582	-	-	-

Keterangan: ** = sangat signifikan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa komposisi campuran serbuk arang memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap nilai kadar zat mudah menguap briket arang yang dihasilkan. Untuk itu, perlu dilakukan uji lanjutan yaitu LSD untuk mengetahui perbandingan dari tiap perlakuannya yang dapat dilihat pada Tabel 14 di bawah ini.

Tabel 14. Hasil Uji Lanjut LSD Campuran Serbuk Batang Jagung (*Zea mays*) dan Serbuk Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder Terhadap Nilai Kadar Karbon Mudah Menguap Briket Arang

Perlakuan	Selisih Rataan					LSD	
	A	B	C	D	E	0,05	0,01
A	-	7,290**	20,110**	21,470**	19,120**	0,97395	1,32850
B	-	-	12,820**	14,180**	11,830**	-	-
C	-	-	-	1,360**	0,990**	-	-

Perlakuan	Selisih Rataan					LSD	
	A	B	C	D	E	0,05	0,01
D	-	-	-	-	2,350**	-	-
E	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan: ** = sangat signifikan

Hasil uji lanjutan LSD dapat dilihat bahwa variasi kombinasi campuran bahan baku batang jagung dan kayu hutan sekunder menunjukkan nilai selisih perlakuan A sangat signifikan terhadap perlakuan B, C, D, dan E. Untuk nilai selisih rata-ran terhadap keteguhan tekan, pada perlakuan B sangat signifikan terhadap perlakuan D dan sangat signifikan terhadap perlakuan E dari nilai kadar karbon terikat.

Kandungan kadar zat mudah menguap yang tinggi didalam briket arang akan menyebabkan asap yang lebih banyak pada saat briket dinyalakan. Kandungan asap yang tinggi disebabkan oleh adanya reaksi antar Karbon (CO) dengan turunan alkohol (Hendra, 2007).

Berdasarkan standar kadar zat menguap briket arang menurut (Sudrajat, 1982 dalam Sari, 2010) sebesar < 30%, maka nilai kadar zat menguap memenuhi standar.

Kadar Abu

Nilai rata-ran kadar abu briket arang dari campuran batang jagung dengan hutan sekunder dapat dilihat pada Tabel 15 berikut.

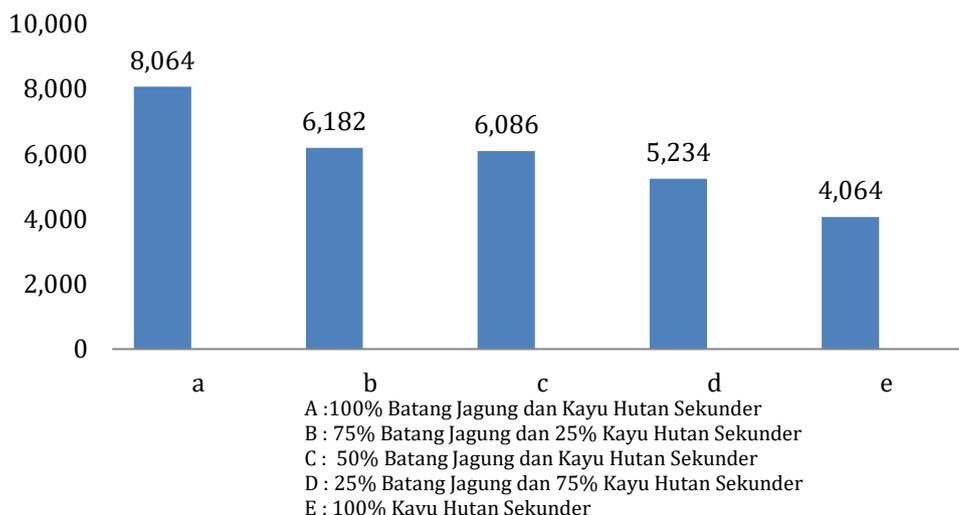
Tabel 15. Nilai Rataan Kadar Abu Briket Arang dari Campuran Serbuk Batang Jagung (*Zea mays*) dengan Serbuk Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder

Perlakuan	Kadar Abu (%)	Koefisien Variasi (%)
A	8,064	5,357
B	6,182	10,598
C	6,086	7,745
D	5,234	8,324
E	4,064	10,465

Keterangan: Acuan Kualitas Briket Arang Kadar abu
SNI 8% (Anonim, 2000 dalam Fikri, 2019)
P3HH <8% (Sudrajat, 1982)

Nilai kadar abu briket arang menunjukkan rata-rata berkisaran 8,064% - 4,064%. Nilai rata-ran terendah terdapat pada perlakuan E (0% serbuk batang jagung dan 100% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 4,064% dan tertinggi pada perlakuan A (100% serbuk batang jagung dan 0% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 8,064%.

Kombinasi terbaik terdapat pada perlakuan E (0% serbuk batang jagung dan 100% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 4,064% diikuti perlakuan D (25% serbuk batang jagung dan 75% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 5,234%, perlakuan C (50% serbuk batang jagung dan 50% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 6,076%, perlakuan B (25% serbuk batang jagung dan 75% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 6,182% dan perlakuan A (100% serbuk batang jagung dan 0% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 8,064%. Nilai rata-ran kadar abu briket arang terhadap nilai kadar abu dapat dilihat pada grafik Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Nilai Rataan Kadar Abu (%) Briket Arang dari Campuran Serbuk Batang Jagung (*Zea mays*) dengan Serbuk Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder

Pengaruh perlakuan yang diberikan pada pembuatan briket arang komposisi campuran serbuk batang jagung dan serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder terhadap kerapatan dapat dilihat pada analisis keragaman pada Tabel 16 berikut ini.

Tabel 16. Analisis Keragaman Campuran Serbuk Batang Jagung (*Zea mays*) dan Serbuk kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder terhadap Nilai Kadar Abu Briket Arang (Nilai Presentase Kadar Abu Ditransformasikan ke dalam Bentuk Arcus Sin $\sqrt{\%}$)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Rataan	F Hitung	F Tabel 0,05	F Tabel 0,01
Perlakuan	4	59,922	14,98	42,6**	2,87	4,43
Galat	20	7,040	0,352	-	-	-
Total	24	66,962	2,790	-	-	-

Keterangan: ** = sangat signifikan

Hasil dari analisa keragaman diketahui bahwa komposisi campuran serbuk arang berpengaruh signifikan terhadap nilai kadar abu briket arang. Untuk itu perlu dilakukan uji lanjut LSD untuk mengetahui pengaruh tiap perlakuan terhadap nilai kadar abu briket arang yang dapat dilihat pada tabel 17 berikut.

Tabel 17. Hasil Uji Lanjut LSD Pengaruh Campuran Serbuk Batang Jagung (*Zea mays*) dan Serbuk Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder Terhadap Nilai Kadar Abu Briket Arang

Perlakuan	A	B	C	D	E	0,05	0,01
A	-	2,04*	2,15*	3,17*	4,73*	0,605	824,56
B	-	-	0,11*	1,13*	2,69*	-	-
C	-	-	-	1,02*	2,58*	-	-
D	-	-	-	-	1,56*	-	-
E	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan: * = signifikan

Hasil uji LSD dapat dilihat bahwa variasi komposisi campuran bahan baku serbuk arang batang

jagung dan serbuk arang kayu hutan sekunder menunjukkan selisih yang sangat signifikan terhadap kadar abu briket arang.

Nilai kadar abu dipengaruhi oleh nilai kerapatan, komponen kimia dari bahan baku, kandungan mineral dan tekanan kempa. Tekanan kempa yang tidak pas dengan bahan baku menyebabkan naiknya presentase nilai kadar abu yang dihasilkan. Semakin rendah nilai kualitas kadar abu maka kualitas briket arang semakin baik (Sari, 2010).

Nilai kadar abu perlakuan A (100% serbuk batang jagung dan 0% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 8,06%, perlakuan B (75% serbuk batang jagung dan 25% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 6,18%, perlakuan C (50% serbuk batang jagung dan 50% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 6,07%, perlakuan D (25% serbuk batang jagung dan 75% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 5,23% dan perlakuan E (0% serbuk batang jagung dan 100% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 4,06% telah memenuhi standar yang telah ditentukan.

Kadar Karbon Terikat

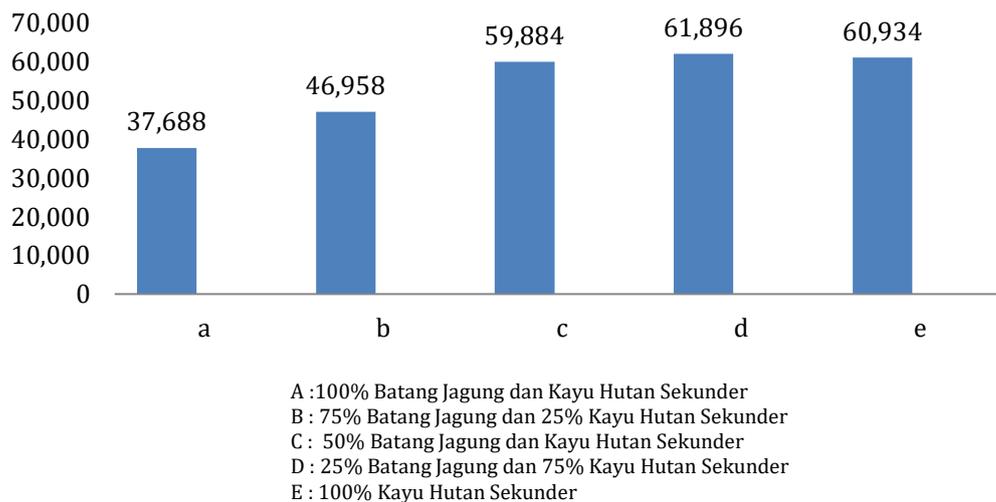
Nilai rata-rata kadar karbon terikat briket arang campuran serbuk batang jagung dengan serbuk kayu hutan sekunder dapat dilihat pada Tabel 18 sebagai berikut.

Tabel 18. Nilai Rataan Kadar Karbon Terikat Briket Arang dari Campuran Serbuk Batang Jagung (*Zea mays*) dengan Serbuk Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder

Perlakuan	Kadar Karbon Terikat (%)	Koefisien Variasi (%)
A	37,688	9,66
B	46,958	3,38
C	58,884	10,19
D	61,896	4,07
E	63,934	3,98

Keterangan : Acuan Kualiatas Briket Arang Kadar karbon Terikat
SNI Tidak ada (Anonim, 2000 dalam fikri, 2019)
P3HH >60% (Sudrajat, 1982)

Nilai kadar karbon terikat briket arang campuran serbuk batang jagung dengan serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder menunjukkan rata-rata berkisar 37,688% - 63,934%. Nilai tertinggi terdapat pada perlakuan E (0% serbuk batang jagung dan 100% serbuk hutan sekunder) sebesar 60,934% dan terendah pada perlakuan A (100% serbuk batang jagung dan 0% serbuk hutan sekunder) sebesar 37,688%. Kombinasi terbaik terdapat pada perlakuan E (0% serbuk batang jagung dan 100% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 60,934%, diikuti perlakuan D (25% serbuk batang jagung dan 75% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 61,896%, perlakuan C (50% serbuk arang batang jagung dan 50% serbuk kayu bekas kebakaran serbuk arang kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 59,885%, perlakuan B (75% serbuk batang jagung dan 25% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 46,958% dan perlakuan E (100% serbuk batang jagung dan 0% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 37,688%. Nilai rataan karbon terikat dapat dilihat pada grafik Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Nilai Rataan Kadar Karbon Terikat (%) Briket Arang dari Campuran Serbuk Batang Jagung (*Zea mays*) dengan Serbuk Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder

Analisis keragaman pada pembuatan briket arang komposisi campuran serbuk batang jagung dan serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder terhadap nilai kadar karbon terikat dapat dilihat pada Tabel 19 sebagai berikut.

Tabel 19. Analisis Keragaman Campuran Serbuk Batang Jagung (*Zea mays* L) dan Serbuk Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder Terhadap Nilai Karbon Terikat Briket Arang (Nilai Presentase Kadar Karbon Terikat)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Rataan	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	4	490,079	122,520	26,33**	2,87	4,43
Galat	20	93,065	4,653	-	-	-
Total	24	583,144	24,298	-	-	-

Hasil dari analisa keragaman diketahui bahwa komposisi campuran serbuk arang berpengaruh sangat signifikan terhadap nilai kadar karbon terikat briket arang. Untuk itu perlu dilakukan uji lanjut LSD untuk mengetahui pengaruh tiap perlakuan terhadap nilai kadar karbon terikat briket arang yang dapat dilihat pada Tabel 20 di bawah ini.

Tabel 20. Hasil Uji Lanjut LSD Pengaruh Campuran Serbuk Batang Jagung (*Zea mays*) dan Serbuk Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder Terhadap Nilai Karbon Terikat Briket Arang

Perlakuan	A	B	C	D	E	0,05	0,01
A	-	4,47**	10,31**	11,22**	10,78**	1,51	2059,43
B	-	-	5,84**	6,75**	6,31**	-	-
C	-	-	-	0,91ns	0,47ns	-	-
D	-	-	-	-	0,44ns	-	-
E	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan: ns = tidak signifikan, * = signifikan, ** = sangat signifikan

Karbon terikat didalam briket arang dipengaruhi oleh nilai kadar abu dan kadar zat mudah menguap.

Kadar karbon terikat akan bernilai tinggi apabila nilai kadar zat mudah menguap dan nilai kadar abu briket arang rendah (Wijayanti, 2009). Pada penelitian ini, nilai karbon terikat yang dihasilkan rendah karena nilai pada kadar zat mudah menguap dan nilai kadar abu yang tinggi.

Nilai Kalor

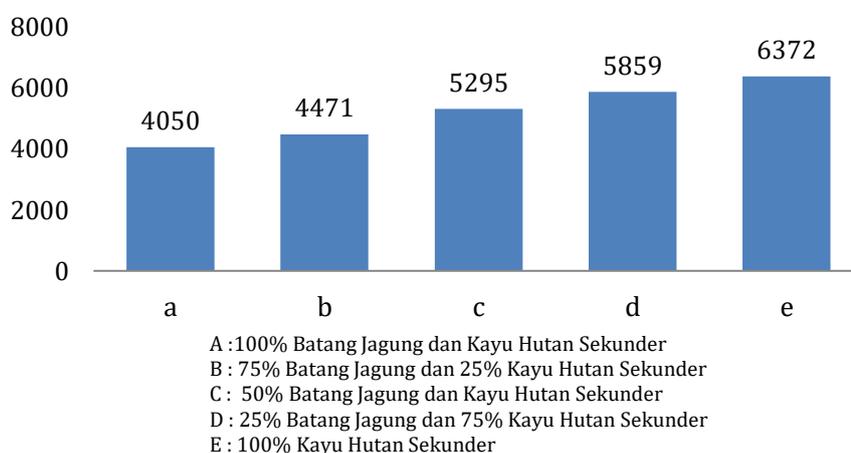
Nilai rata-rata kalor briket arang dengan campuran serbuk batang jagung dan kayu hutan sekunder dapat dilihat pada Tabel 21 sebagai berikut.

Tabel 21. Nilai Rataan Kalor Briket Arang pada Kombinasi Campuran serbuk Arang Batang Jagung (*Zea mays*) dan Serbuk Arang Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder

Perlakuan	Nilai Kalor (kal/g)	Koefisien Variasi (%)
A	4.050	3,335
B	4.470	5,238
C	5.295	4,687
D	5.859	3,497
E	6.372	4,43

Keterangan: Standar Nilai Kalor
SNI 5.000 kal/g (Anonim, 2000 dalam fikri, 2019)
P3HH >6.000 kal/g (Sudrajat, 1982)

Nilai kalor pada Tabel 21 menunjukkan rataan berkisar dari 4.050-6.372 kal/g. Nilai rataan tertinggi terdapat pada perlakuan E (0% serbuk batang jaung dan 100% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 6.371 kal/g. dan terendah pada perlakuan A (100% serbuk batang jagung dan 0% serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder) sebesar 4.050 kal/g. Nilai rataan dari campurn serbuk batang jagung dan serbuk kayu bekas kebakaran hutan sekunder dapat dilihat pada grafik Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Nilai Rataan Kalori (kal/g) Briket Arang dari Campuran Serbuk Batang Jagung (*Zea mays*) Dengan Serbuk Arang Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder

Analisis keragaman pada pembuatan briket arang komposisi campuran serbuk arang batang jagung dan kayu hutan sekunder terhadap nilai kalor dapat dilihat pada Tabel 22 sebagai berikut.

Tabel 22. Analisis Keragaman Campuran Serbuk Arang Batang Jagung (*Zea mays*) dan Serbuk Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder Hutan Terhadap Nilai Kalor

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Rataan	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	4	11.015.135,33	275.3783,83	53,76**	3,48	5,99
Galat	10	51,220.0	51,220.0			
Total	14	11.5273,35	823.381.10			

Keterangan: ** = sangat signifikan

Hasil dari analisa keragaman diketahui bahwa komposisi campuran serbuk arang berpengaruh sangat signifikan terhadap nilai kalor briket arang. Untuk itu perlu dilakukan uji lanjut LSD untuk mengetahui pengaruh tiap perlakuan terhadap nilai kalor briket arang yang dapat dilihat pada Tabel 23 dibawah ini.

Tabel 23. Hasil Uji Lanjut LSD Pengaruh Campuran Serbuk Arang Dari serbuk Batang Jagung (*Zea mays*) dan Serbuk Kayu Bekas Kebakaran Hutan Sekunder Terhadap Nilai Kalor Briket Arang

Perlakuan	Selisih Perlakuan					LSD	
	A	B	C	D	E	0,05	0,01
A	-	421,4**	1245,2**	1809,2**	2321,7**	71,026	98,192
B	-	-	823,8**	1387,8**	1900,3**	-	-
C	-	-	-	564,1**	5295,7**	-	-
D	-	-	-	-	512,5**	-	-
E	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan: ns = tidak signifikan (< LSD 71,026), * = signifikan (LSD 71,026 ≤ x ≤ 98,192), ** = sangat signifikan (> LSD 98,192)

Hasil uji LSD dapat dilihat bahwa faktor variasi kombinasi komposisi campuran bahan baku serbuk arang batang jagung dan serbuk arang kayu hutan sekunder menunjukkan sangat signifikan terhadap nilai kalor briket arang.

Bervariasinya nilai kalor briket arang disebabkan oleh komposisi bahan kimia dan proses karbonisasi dari bahan baku. Semakin tinggi komposisi kandungan selulosa yang terdapat pada serbuk arang maka akan semakin tinggi nilai kalor briket (Julian, 1998).

Perbedaan nilai kalor briket arang yang dihasilkan dari tiap perlakuan disebabkan oleh adanya perbedaan nilai kadar karbon terikat briket arang, semakin tinggi nilai kadar karbon terikat maka semakin tinggi nilai kalor briket arang, sesuai dengan pernyataan (Sudrajat, 1982 dalam Sari, 2010).

DAFTAR PUSTAKA

- Dompas V. 2015. Analisis Dekleksi Pada Balok Statis Tertentu Untuk Bahan Pelat Orthotopis. Skripsi Jurusan Teknik Mesin Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Manado Manado. (Tidak Dipublikasikan)
- Eliga E. 2020. Variasi Tekanan Mesin Press Terhadap Kualitas Briket Arang dari Cangkang Sawit (*Elaeis guineensis*). Skripsi Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda. (Dipublikasikan)
- Fikri A. 2019. Komposisi Serbuk Arang Karamunting (*Melastoma malabathricum*) Dengan Serbuk Arang Sirih Hutan (*Piper aduancum*) Terhadap kualitas Briket Arang. Skripsi Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda. (Dipublikasikan)
- Gusman O, Dedi Y. 2018. Produksi Briket Arang dengan Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung Didesa

Kampung tengah Kecamatan Lubuk Basung. Universitas Negri Padang. Padang.

- Himawanto A. 2003. Pengelolaan Limbah Pertanian menjadi Biobriket sebagai salah satu Bahan Bakar Alternatif. Laporan Penelitian UNS Surakarta.
- Kurniati M. 2001. Pengaruh Komposisi Serbuk Arang dari Kayu Jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.) dan Tempurung Kelapa (Endocarp) terhadap Kualitas Briket Arang. Skripsi Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda. (Tidak Dipublikasikan)
- Masturin A. 2002, Sifat Fisik dan Kimia Briket Arang dari Campuran Arang Limbah Gergajian Kayu. Skripsi Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Muhadjir F. 1988. Karakteristik Tanaman Jagung. Balai Penelitian Tanaman Jagung. Bogor.
- Rais S. 2016. Karakteristik dan mutu arang kayu jati (*Tectona grandis*) dengan sistem pengarangan campuran pada metode tungku drum. (Jurnal) Balai Riset dan Standarisasi Industri, Banjar Baru.
- Sari K. 2010. Kualitas Briket Arang berdasarkan Komposisi Campuran Arang dari Kayu Meranti Merah (*Shorea* sp.) dengan Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera* L.). Skripsi Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda. (Tidak Dipublikasikan)
- Sudrajat. 1982. Produksi Arang dan Briket. Pusat Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Departemen Pertanian. Bogor.

PENGARUH PERBEDAAN KONSENTRASI *BIOCHAR* DAN WAKTU PERENDAMAN *BIOCHAR* DALAM POC TERHADAP PH H₂O, PH KCL, KTK, DAN *BULK DENSITY* MEDIA TAMAN SPodosols DAN Ultisols

Stella Serlyani, Syahrinudin*, Wahjuni Hartati

Lab. Budidaya Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jalan Ki Hajar Dewantara, PO Box 1013, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, 75119

E-mail: syahri@ymail.com

ABSTRACT

Application of biochar to the soil is important to increase soil fertility and become a soil enhancer. To increase the effectiveness of the use of biochar, the use of liquid organic fertilizer is thought to have a positive effect. This study aims to determine the effect of different concentrations of biochar on the physical and chemical properties of Spodosols and Ultisols soil planting media, and to determine the effect of differences in the immersion time of biochar in liquid organic fertilizer on the physical and chemical properties of growing media derived from Spodosols and Ultisols soils. This research was conducted at the Forest Cultivation Laboratory, Soil Science and Forest Nutrition Research Group, Faculty of Forestry, Mulawarman University following the rules of Randomized Completely Block Design (RCBD Factorial) with two factors namely, factor B dose of biochar and factor P duration of soaking biochar with liquid organic fertilizer. The test results showed that the application of biochar increased and decreased the chemical and physical properties of the Spodosols and Ultisols soil planting media. Immersion of biochar with POC modifies the effect of biochar on the chemical and physical content of Spodosols and Ultisols soil planting media.

Keywords: Biochar, Liquid Organic Fertilizer, pH H₂O, pH KCl, KTK, Bulk Density, Spodosols, Ultisols

ABSTRAK

Aplikasi *biochar* pada tanah penting untuk meningkatkan kesuburan tanah dan menjadi pembenah tanah. Untuk meningkatkan efektivitas penggunaan *biochar*, penggunaan pupuk organik cair diduga mampu memberikan pengaruh positif. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi *biochar* terhadap sifat fisik dan kimia media tanam tanah Spodosols dan Ultisols, mengetahui pengaruh perbedaan waktu perendaman *biochar* dalam pupuk organik cair terhadap sifat fisik dan kimia media tanaam berasal dari tanah Spodosols dan Ultisols. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Budidaya Hutan Kelompok Riset Ilmu Tanah dan Nutrisi Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman mengikuti kaidah *Randomized Completely Block Design* (Faktorial RCBD) dengan dua faktor yaitu, faktor B dosis pemberian *biochar* dan faktor P lama perendaman *biochar* dengan pupuk organik cair. Hasil pengujian menunjukkan pengaplikasian *biochar* meningkatkan dan menurunkan kimia dan fisik media tanam tanah Spodosols dan Ultisols. Perendaman *biochar* dengan POC memodifikasi efek *biochar* terhadap kandungan kimia dan fisik media tanam tanah Spodosols dan Ultisols.

Kata kunci: *Biochar*, Pupuk Organik Cair, pH H₂O, pH KCl, KTK, *Bulk Density*, Spodosols, Ultisols

PENDAHULUAN

Ultisols merupakan tanah yang mengalami perkembangan lanjut (*ultimate*) akibat iklim sehingga tanah memiliki penampang dalam (> 2 m) menunjukkan adanya kenaikan kadar liat dan terakumulasi di hutan horizon bahwa permukaan yang disebut dengan argilik (Subagyo dkk., 2000). Tanah bersifat masam, kejenuhan basa pada kedalaman 180 cm dari permukaan tanah kurang dari 35%. Padanan dengan system klasifikasi lama adalah termasuk tanah Podzolik Merah Kuning, Latosol dan Hidromorf kelabu (Hardjowigeno, 2015).

Spodosols adalah tanah mineral yang mempunyai horison spodik yang batas atasnya berada di dalam 2 meter dari permukaan tanah (Van Wambeke, 1992). Spodosols tersusun atas dua macam horison utama, yaitu horison albik di bagian atas dan horison spodik di bagian bawah. Horison albik terbentuk karena proses pencucian (eluviasi) yang intensif oleh asam organik sehingga semua bahan-bahan mudah lapuk tercuci dan yang tertinggal hanyalah butir-butir pasir kuarsa (Driessen dan Dubal, 1989).

Degradasi lahan yang terjadi memiliki dampak terhadap produktivitas lahan dan kualitas lingkungan. Salah satu upaya untuk memperbaikinya dengan menggunakan pembenah tanah, yaitu pengaplikasian *biochar*. *Biochar* berfungsi sebagai pembenah tanah yang dapat diaplikasikan baik di lapangan maupun di persemaian. Keunggulan penggunaan *biochar* selain meningkatkan produktivitas tanaman, juga mampu meningkatkan serupa karbon ekosistem darat, karena karbon yang terkandung di dalam *biochar* dapat bertahan ratusan hingga ribuan tahun (Suryani, 2013).

Aplikasi *biochar* pada tanah penting untuk meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan karbon, meningkatkan kesuburan tanah, menjaga keseimbangan ekosistem tanah serta bertindak sebagai agen untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman dengan menyediakan dan mempertahankan hara (Glaser dkk., 2002). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Syahrudin dkk (2019) dosis 25% *biochar* memberikan nilai tertinggi pada tinggi semai *Anthocephalus cadamba* hingga 385%.

Biochar ini tidak dapat dikatakan sebagai pupuk organik, karena *biochar* tidak dapat menambah unsur hara dari kandungan yang terdapat didalamnya, hanya kapasitas tukar kation (KTK) pada *biochar* ini tinggi sehingga mampu mengikat kation-kation tanah yang dapat dimanfaatkan bagi pertumbuhan tanaman. Berbagai hasil penelitian menunjukkan, *biochar* berpotensi untuk memperbaiki kesuburan tanah. Manfaat *biochar* terletak pada dua sifat utamanya, yaitu mempunyai daya serap hara yang tinggi dan persisten dalam tanah serta sebagai bahan amelioran tanah bukan sebagai pupuk. *Biochar* mirip dengan arang dilihat dari bentuk dan warnanya yang hitam (Gani, 2009).

Oleh karenanya, penambahan pupuk organik cair diduga dapat memberikan pengaruh positif dalam meningkatkan efektivitas penggunaan *biochar*. Pupuk organik cair adalah larutan dari hasil pembusukan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan dan manusia yang kandungan unsur haranya lebih dari satu unsur.

Musnamar (2006) menyatakan bahwa pupuk organik cair mempunyai kelebihan dapat secara cepat meretensi hara dan tidak bermasalah dalam pencucian hara juga. Pupuk organik dapat berfungsi sebagai sumber zat makanan bagi tanaman. Kandungan unsur hara yang terdapat dalam pupuk sangat lengkap walaupun kadarnya tidak setinggi dengan pupuk anorganik (Lingga dkk., 2004).

Pupuk organik ramah terhadap lingkungan dibandingkan pupuk anorganik, mengandung bahan penting yang dibutuhkan untuk menciptakan kesuburan tanah baik fisik, kimia dan biologi. Penggunaan pupuk organik dalam jangka panjang dapat meningkatkan produktivitas lahan dapat mencegah degradasi lahan sehingga penggunaannya dapat membantu upaya konservasi tanah yang lebih baik (Puspitasdewi, 2016).

Dari paparan di atas, peneliti merancang percobaan dengan mengkombinasikan konsentrasi *biochar* dan lama perendaman *biochar* menggunakan pupuk organik cair yang diaplikasikan di media tanam tanah Ultisols dan Spodosols. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi *biochar* dan mengetahui perbedaan waktu perendaman *biochar* dalam pupuk organik cair terhadap sifat fisik dan kimia media tanam berasal dari tanah Spodosols dan Ultisols.

METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Budidaya Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman.

Penelitian dilakukan selama \pm 12 bulan efektif pada bulan Januari sampai dengan bulan Desember 2019. Kegiatan meliputi: studi pustaka, penyiapan bahan dan alat, pembuatan campuran media tanam dan perendaman *biochar* menggunakan POC, pengujian sampel di laboratorium, koleksi data, pengolahan dan analisis data.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *biochar* dari Laboratorium berbahan baku kayu laban (*Vitex pinnata* L.), kayu bakar, Pupuk Organik Cair (POC) berbahan baku limbah sayuran, bioaktivator EM-4 (*effective microorganism*) 1 liter, air 15 liter, gula merah $\frac{1}{2}$ kg, kertas label, media tanam Ultisols berasal dari Kelurahan Bukuan, Kecamatan Palaran, Kota Samarinda, Kalimantan Timur, media tanam Spodosols berasal dari Kecamatan Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur, bahan analisis kimia untuk pengujian sampel di Laboratorium dengan jenis dan metode seperti yang dicantumkan pada Tabel 4.

Peralatan yang digunakan dalam mendukung penelitian ini adalah alat-alat analisis kimia untuk pengujian sampel di Laboratorium dengan jenis dan metode seperti yang dicantumkan pada Tabel 4, kamera untuk mendokumentasikan kegiatan penelitian, komputer/laptop untuk analisis data, cangkul untuk mencampur media tanam yang terdiri dari *biochar* dan tanah, tungku/drum untuk pembakaran *biochar*, parang untuk merajang bahan pembuatan *biochar* dan POC, ayakan untuk menyaring *biochar* yang terbuat dari jaring kawat berukuran 1 x 1 m dengan ukuran lubang jaring 0,25 x 0,25 cm, karung goni, wadah ember, polybag ukuran 10 cm x 15 cm sebagai pot media tanam, alat dan tulis menulis.

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap Berblok (*Randomized Complete Block Design* – RCBD) dengan aplikasi *biochar* ditetapkan sebagai faktor penelitian dan lamanya perendaman *biochar* dengan POC ditetapkan sebagai blok penelitian. Aplikasi *biochar* terdiri dari 6 (enam) taraf dalam hal ini merupakan persentase aplikasi *biochar* dan perendaman *biochar* dengan POC terdiri dari 4 (empat) lamanya waktu perendaman. Seluruh perlakuan tersebut diterapkan ke media tanam Spodosols dan Ultisols kemudian diuji secara terpisah.

Perlakuan *biochar* (B) terdiri dari 6 taraf, yaitu: 0%, 2%, 5%, 10%, 25% dan 100% (B0, B2, B5, B10, B25, dan B100). Sedangkan untuk blok lama perendaman (P) dengan pupuk organik cair (POC) terdiri dari 4 taraf, yaitu: tanpa perendaman (0 jam) dan perendaman dengan menggunakan pupuk organik cair selama 1, 12 dan 24 jam (P0, P1, P12, dan P24).

Sifat fisik kimia yaitu bulk density mengikuti kaedah rancangan acak lengkap dengan 2 faktor (Faktorial RAL) guna mengetahui pengaruh dari perlakuan konsentrasi *biochar* dan lamanya perendaman terhadap bulk density media tanam. Untuk mengetahui pengaruh kelembaban media tanam terhadap nilai bulk density media tanam maka dilakukan penarikan contoh pada rentang waktu relatif terhadap penyiraman yaitu pagi (W1), sore sebelum penyiraman (W2) dan sore satu jam setelah penyiraman (W3) dengan 24 pengulangan mengikuti kaedah Rancangan Acak Lengkap (RAL).

Pembuatan Campuran Media Tanam dan Perendaman *Biochar*

Pada pembuatan campuran media tanam ini terlebih dahulu dilakukan perendaman *biochar* dengan pupuk organik cair (POC). Perendaman *biochar* dilakukan berdasarkan lamanya perendaman (0 jam, 1 jam, 12 jam dan 24 jam).

Biochar yang digunakan adalah *biochar* yang telah dihaluskan dan dimasukkan ke dalam karung. Karung yang telah berisi *biochar* dimasukkan ke dalam wadah yang akan digunakan untuk perendaman. Pupuk organik cair dituangkan ke dalam wadah yang berisi *biochar* hingga karung yang berisi *biochar* terendam sepenuhnya, lalu direndam sesuai waktu yang telah ditentukan. Setelah direndam sesuai

dengan waktu yang telah ditentukan, karung yang berisi *biochar* ditiriskan hingga POC tidak lagi menetes, *biochar* dibiarkan hingga keesokan harinya siap digunakan. *Biochar* dicampurkan ke dalam media tanam sesuai persentase yang telah ditentukan. Dilakukan pencampuran menggunakan takaran volume tanah dalam polybag. Pencampuran media tanam Spodosols dan Ultisols dilakukan per unit perlakuan untuk mempermudah proses pencampuran dan proses penyesuaian persentase *biochar*, setelah itu dimasukkan ke dalam polybag dengan ukuran 10 cm x 15 cm. Sebelum dilakukan analisis kimia, media tanam didiamkan selama 1 minggu lamanya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemasaman Tanah (pH)

Reaksi tanah menunjukkan sifat kemasaman atau alkalinitas tanah yang dinyatakan dengan nilai pH. Pada tanah-tanah yang masam jumlah ion H⁺ lebih tinggi daripada OH⁻ sedang pada tanah alkalis kandungan OH⁻ lebih banyak daripada H⁺ (Hardjowigeno, 2007). Kemasaman tanah dinyatakan dengan kemasaman aktual dan potensial. Kemasaman Aktual adalah kemasaman tanah yang diukur pada H₂O sedangkan kemasaman potensial adalah kemasaman yang diukur pada KCl.

Berdasarkan kriteria penilaian sifat kimia tanah yang disusun oleh Staf Pusat Penelitian Tanah (1983), pH H₂O media tanam Spodosols dan Ultisols dengan aplikasi *biochar* pada berbagai taraf perlakuan menunjukkan status sangat masam hingga netral. Kemasaman media tanam netral tercapai saat aplikasi *biochar* 100% (Tabel 1).

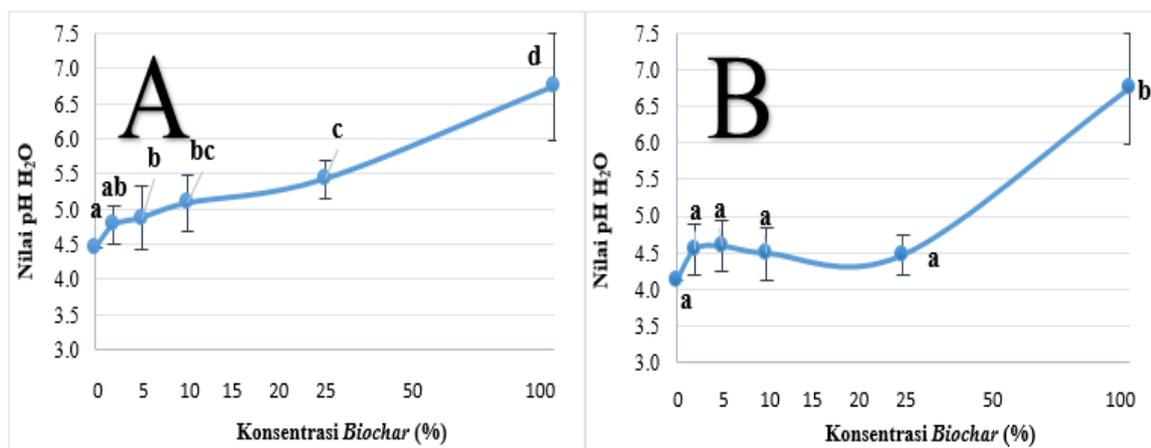
Tabel 1. Hasil Pengujian pH H₂O untuk Perlakuan Konsentrasi *Biochar* pada Media Tanam Spodosols dan Ultisols

Konsentras <i>Biochar</i>	SPODOSOLS			ULTISOLS		
	Rataan	SD	Status	Rataan	SD	Status
0%	4,45 ^a	0,00	Sangat masam	4,12 ^a	0,00	Sangat masam
2%	4,78 ^{ab}	0,28	Masam	4,54 ^a	0,35	Masam
5%	4,88 ^b	0,44	Masam	4,59 ^a	0,35	Masam
10%	5,09 ^{bc}	0,41	Masam	4,49 ^a	0,36	Sangat masam
25%	5,43 ^c	0,27	Masam	4,47 ^a	0,27	Sangat masam
100%	6,75 ^d	0,76	Netral	6,75 ^b	0,76	Netral

Keterangan: *) Status berdasarkan PPT (1983); nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada $\alpha=0,05$

Gambar 1 di bawah menunjukkan nilai pH H₂O pada media tanam Spodosols dan Ultisols mengalami kenaikan seiring dengan peningkatan persentase *biochar*. Hal ini dikarenakan *biochar* memiliki pH basa atau alkali dengan nilai 8,99 (Suryani, 2013; Kanouo dkk., 2017). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sasmita dkk (2017) bahwa semakin tinggi konsentrasi *biochar* yang diberikan, maka pH akan semakin meningkat.

Masing-masing media tanam memberikan respon yang berbeda terhadap pemberian *biochar*, dimana untuk media tanam Spodosols, 5% *biochar* sudah memberikan perbedaan yang signifikan, sedangkan pada media tanam Ultisols perbedaan signifikan baru terlihat pada pemberian 100% *biochar*.



Gambar 1. Pengaruh Perlakuan Konsentrasi *Biochar* terhadap pH H₂O Pada Media Tanam Spodosols (A) dan Ultisols (B); Titik-Titik pada Kurva Merupakan Nilai Rataan Pengamatan Sedangkan Garis Vertikal Merupakan Standar Deviasinya; Nilai Rataan dengan Notasi yang Sama Tidak Berbeda Nyata pada $\alpha=0,05$

Berdasarkan kriteria penilaian sifat kimia tanah yang disusun oleh Staf Pusat Penelitian Tanah (1983) bahwa hasil pengujian pH H₂O media tanam Spodosols dan Ultisols dengan aplikasi lama perendaman pada berbagai taraf perlakuan menunjukkan status masam hingga agak masam (Tabel 2).

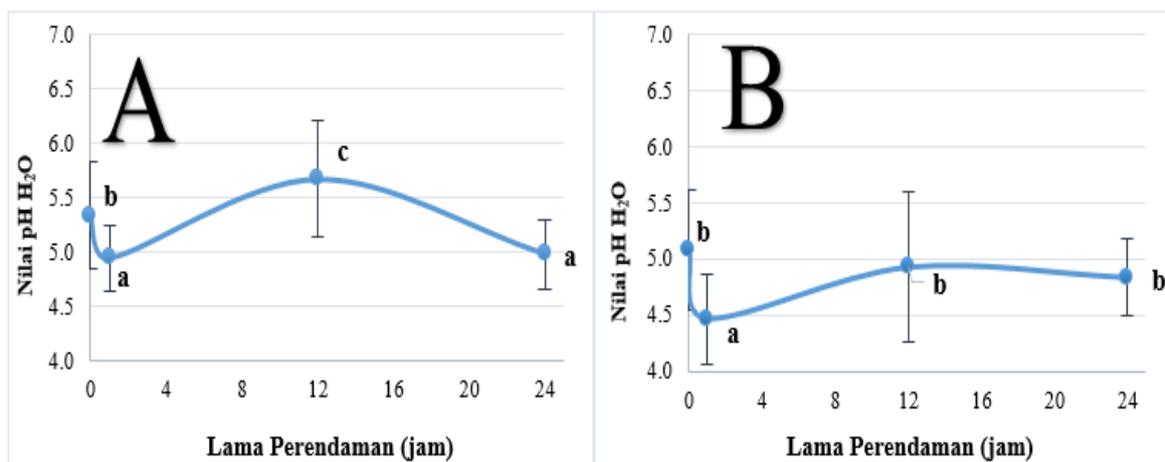
Tabel 2. Hasil Pengujian pH H₂O untuk Perlakuan Lama Perendaman pada Media Tanam Spodosols dan Ultisols

Lama Perendaman (Jam)	SPODOSOLS			ULTISOLS		
	Rataan	SD	Status	Rataan	SD	Status
0	5,33 ^b	0,49	Masam	5,08 ^b	0,53	Masam
1	4,94 ^a	0,31	Masam	4,46 ^a	0,40	Masam
12	5,67 ^c	0,53	Agak Masam	4,92 ^b	0,67	Sangat masam
24	4,97 ^a	0,32	Masam	4,83 ^b	0,34	Masam

Keterangan: *) Status berdasarkan PPT (1983); nilai rata-an yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada $\alpha=0,05$

Gambar 2 menunjukkan hasil pengujian perlakuan lama perendaman terhadap nilai pH H₂O media tanam Spodosols (A) dan Ultisols (B). Pada media tanam Spodosols dan Ultisols kenaikan terjadi pada lama perendaman 12 jam kemudian mengalami penurunan pada lama perendaman 24 jam.

Masing-masing media tanam memberikan respon yang berbeda terhadap lama perendaman, dimana untuk media tanam Spodosols, 2 jam perendaman baru memberikan perbedaan yang signifikan, sedangkan pada media tanam Ultisols 2 jam sudah memberikan perbedaan yang signifikan terhadap nilai pH H₂O. Walaupun pada grafik tidak begitu jelas, namun dapat dilihat bahwa hasilnya cenderung terjadi kenaikan. Yuniarti dkk (2017) menyatakan bahwa terjadi peningkatan pada nilai pH yang diduga karena adanya POC sebagai pupuk dasar.



Gambar 2. Pengaruh Perlakuan Lama Perendaman terhadap pH H₂O Pada Media Tanam Spodosols (A) dan Ultisols (B); Titik-Titik pada Kurva Merupakan Nilai Rataan Pengamatan Sedangkan Garis Vertikal Merupakan Standar Deviasinya; Nilai Rataan dengan Notasi yang Sama Tidak Berbeda Nyata pada $\alpha=0,05$

Rataan data hasil pengujian terhadap nilai KCl untuk media tanam Spodosols dan Ultisols ditampilkan pada Tabel 3 dan Gambar 3.

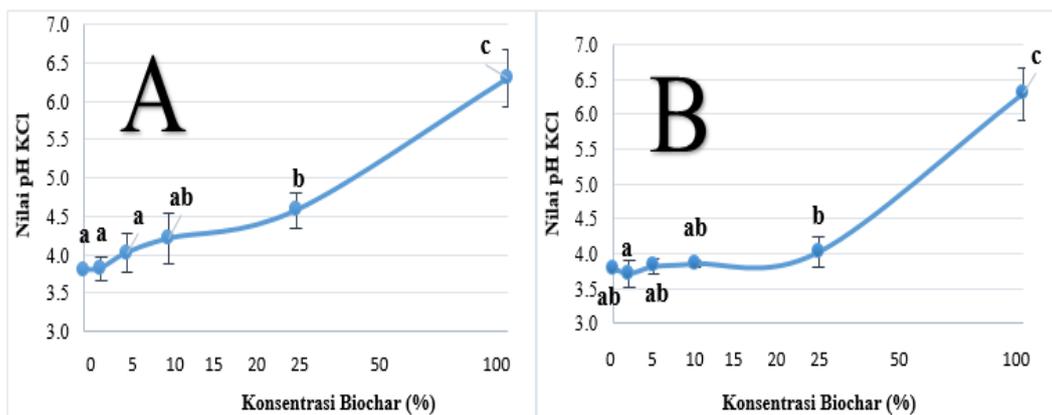
Tabel 3. Hasil Pengujian pH KCl untuk Perlakuan Konsentrasi *Biochar* pada Media Tanam Spodosols dan Ultisols

Konsentrasi <i>Biochar</i>	SPODOSOLS		ULTISOLS	
	Rataan	SD	Rataan	SD
0%	3,80 ^a	0,00	3,79 ^{ab}	0,00
2%	3,83 ^a	0,15	3,72 ^a	0,19
5%	4,02 ^a	0,25	3,82 ^{ab}	0,11
10%	4,21 ^b	0,32	3,86 ^{ab}	0,05
25%	4,58 ^b	0,22	4,03 ^b	0,21
100%	6,30 ^c	0,37	6,30 ^c	0,37

Keterangan: *) Status berdasarkan PPT (1983); nilai rata-an yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada $\alpha=0,05$

Gambar 3 menunjukkan bahwa pH KCl pada media tanam Spodosols dan Ultisols mengalami kenaikan seiring dengan peningkatan persentase *biochar*. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan Sirait (2018) bahwa pemberian *Biochar* dari limbah tanaman kelapa sawit berpengaruh nyata terhadap peningkatan pH KCl tanah Ultisol.

Masing-masing media tanam memberikan respon yang berbeda terhadap pemberian *Biochar*, dimana untuk media tanam Spodosols, 5% *Biochar* sudah memberikan perbedaan yang signifikan, sedangkan pada media tanam Ultisols baru memberikan perbedaan yang signifikan pada pemberian *Biochar* 25%.



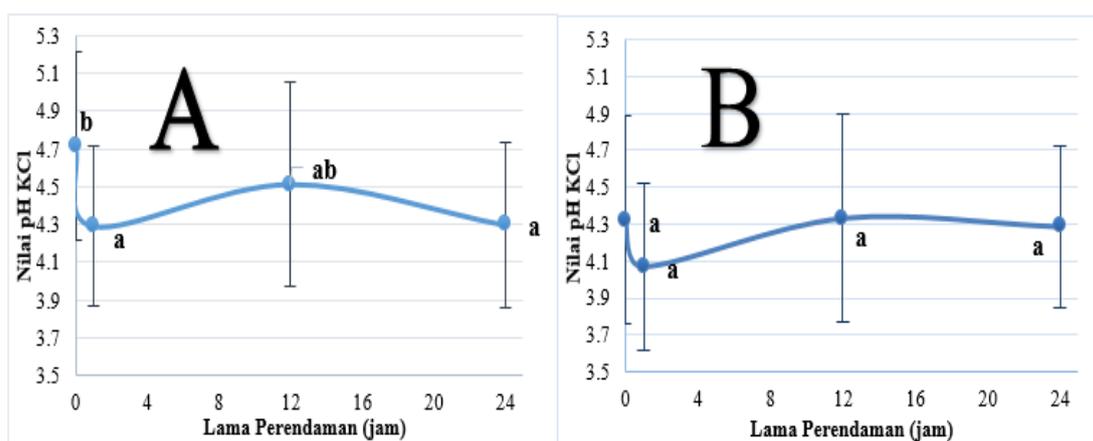
Gambar 3. Pengaruh Perlakuan Konsentrasi *Biochar* terhadap pH KCl pada Media Tanam Spodosols (A) dan Ultisols (B); Titik-Titik pada Kurva Merupakan Nilai Rataan Pengamatan Sedangkan Garis Vertikal Merupakan Standar Deviasinya; Nilai Rataan dengan Notasi yang Sama Tidak Berbeda Nyata pada $\alpha=0,05$

Rataan data hasil pengujian terhadap nilai KCl untuk media tanam Spodosols dan Ultisols pada perlakuan lama perendaman ditampilkan pada Tabel 4 dan Gambar 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian pH KCl untuk Perlakuan Lama Perendaman pada Media Tanam Spodosols dan Ultisols

Lama Perendaman (Jam)	SPODOSOLS		ULTISOLS	
	Rataan	SD	Rataan	SD
0	4,72 ^b	0,50	4,32 ^a	0,56
1	4,29 ^a	0,42	4,07 ^a	0,45
12	4,51 ^{ab}	0,54	4,33 ^a	0,56
24	4,30 ^a	0,44	4,29 ^a	0,44

Keterangan: *) Status berdasarkan PPT (1983); nilai rata-ran yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada $\alpha=0,05$



Gambar 4. Pengaruh Perlakuan Lama Perendaman terhadap pH KCl pada Media Tanam Spodosols (A) dan Ultisols (B); Titik-Titik pada Kurva Merupakan Nilai Rataan Pengamatan Sedangkan Garis Vertikal Merupakan Standar Deviasinya; Nilai Rataan dengan Notasi yang Sama Tidak Berbeda Nyata pada $\alpha=0,05$

Gambar 4 menunjukkan hasil pengujian perlakuan lama perendaman terhadap kadar pH KCl media tanam Spodosols (A) dan Ultisols (B). Pada media tanam Spodosols dan Ultisols mengalami kenaikan pada 12 jam perendaman kemudian nilainya turun pada 24 jam perendaman.

Masing-masing media tanam memberikan respon yang berbeda terhadap pemberian *Biochar*, dimana untuk media tanam Spodosols, 2 jam perendaman sudah memberikan perbedaan yang signifikan, sedangkan pada media tanam Ultisols tidak memberikan perbedaan yang signifikan.

Kapasitas Tukar Kation

Kapasitas tukar kation adalah kemampuan koloid tanah dalam menyerap dan mempertukarkan kation. Kapasitas tukar kation total adalah jumlah muatan negatif tanah dari permukaan koloid tanah yang merupakan situs pertukaran kation-kation. Kapasitas tukar kation dinyatakan dalam miliekivalen per 100 g tanah (Tan, 1991).

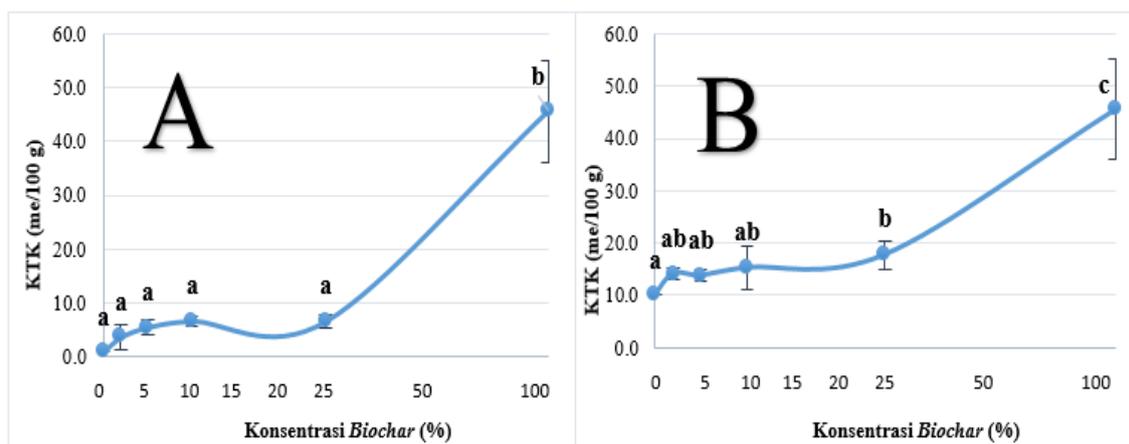
KTK merupakan parameter penting yang dapat menggambarkan tingkat perkembangan tanah. Tanah dengan nilai KTK yang lebih tinggi akan mempunyai kemampuan untuk menyimpan hara lebih besar dibandingkan yang nilainya lebih rendah (Subroto, 2003).

Berdasarkan kriteria penilaian sifat kimia tanah yang disusun oleh Staf Pusat Penelitian Tanah (1983) bahwa hasil pengujian kadar KTK media tanam Spodosols dan Ultisols dengan aplikasi konsentrasi *biochar* pada berbagai taraf perlakuan menunjukkan status sangat rendah hingga sangat tinggi (Tabel 5).

Tabel 5. Hasil Pengujian KTK untuk Perlakuan Konsentrasi *Biochar* pada Media Tanam Spodosols dan Ultisols

Konsentrasi <i>Biochar</i>	SPODOSOLS			ULTISOLS		
	Rataan	SD	Status	Rataan	SD	Status
0%	0,91 ^a	0,00	Sangat rendah	10,02 ^a	0,00	Rendah
2%	3,64 ^a	2,23	Sangat rendah	14,12 ^{ab}	1,18	Rendah
5%	5,47 ^a	1,49	Rendah	13,78 ^{ab}	1,20	Rendah
10%	6,60 ^a	0,87	Rendah	15,26 ^{ab}	4,17	Rendah
25%	6,60 ^a	1,37	Rendah	17,76 ^b	2,73	Sedang
100%	45,55 ^b	9,50	Sangat tinggi	45,55 ^c	9,50	Sangat tinggi

Keterangan: *) Status berdasarkan PPT (1983); nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada $\alpha=0,05$



Gambar 5. Pengaruh Perlakuan Konsentrasi *Biochar* terhadap Kadar KTK pada Media Tanam Spodosols (A) dan Ultisols (B); Titik-Titik pada Kurva Merupakan Nilai Rataan Pengamatan Sedangkan Garis Vertikal Merupakan Standar Deviasinya; Nilai Rataan dengan Notasi yang Sama Tidak Berbeda Nyata pada $\alpha=0,05$

Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai KTK mengalami peningkatan seiring peningkatan persentase *biochar* yang diberikan ke dalam media tanam Spodosols (A) dan Ultisols (B). Hal ini didukung oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Nurida (2014) bahwa pemberian *biochar* mampu meningkatkan KTK tanah berbagai tekstur tanah berpasir. Perlakuan pemberian kombinasi 20 t/ha *biochar* serasah jagung dan 40 t/ha serasah jagung dapat meningkatkan KTK sebesar 10.40% dari KTK awal (Tambunan dkk, 2014). Meningkatnya KTK tanah setelah aplikasi *biochar* disebabkan oleh adanya pembentukan gugus karboksilat hasil oksidasi abiotik yang terjadi pada permukaan luar partikel *biochar* (Cheng dkk., 2016).

Masing-masing media tanam memberikan respon yang berbeda terhadap pemberian *biochar*, dimana untuk media tanam Spodosols, 100% *biochar* baru memberikan perbedaan yang signifikan, sedangkan pada media tanam Ultisols perbedaan yang signifikan sudah terlihat pada 25% *biochar*. Syaikhu (2017) mengatakan pemberian *biochar* ke dalam tanah dapat merubah KTK tanah secara langsung, namun hasil penelitian menunjukkan tidak adanya pengaruh yang nyata terhadap peningkatan KTK tanah pada hari setelah tanam.

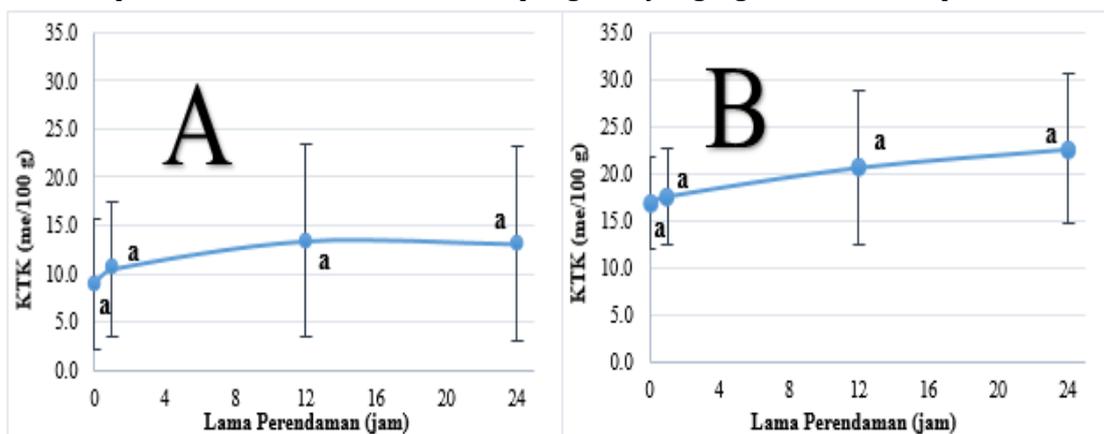
Berdasarkan kriteria penilaian sifat kimia tanah yang disusun oleh Staf Pusat Penelitian Tanah (1983) bahwa hasil pengujian kadar KTK media tanam Spodosols dan Ultisols dengan aplikasi lama perendaman pada berbagai taraf perlakuan menunjukkan status rendah hingga sedang (Tabel 6).

Tabel 6. Hasil Pengujian KTK untuk Perlakuan Lama Perendaman pada Media Tanam Spodosols dan Ultisols

Lama Perendaman (Jam)	SPODOSOLS			ULTISOLS		
	Rataan	SD	Status	Rataan	SD	Status
0	8.96 ^a	6.81	Rendah	16.85 ^a	4.94	Rendah
1	10.48 ^a	6.91	Rendah	17.54 ^a	5.19	Sedang
12	13.36 ^a	9.98	Rendah	20.65 ^a	8.18	Sedang
24	13.06 ^a	10.04	Rendah	22.62 ^a	7.94	Sedang

Keterangan: *) Status berdasarkan PPT (1983); nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada $\alpha=0,05$

Gambar 6 menunjukkan perlakuan lama perendaman terhadap nilai KTK meningkat seiring peningkatan lama perendaman yang diaplikasikan pada media tanam Spodosols (A) dan Ultisols (B). Perlakuan lama perendaman tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kedua media tanam.



Gambar 6. Pengaruh Perlakuan Lama Perendaman terhadap Kadar KTK pada Media Tanam Spodosols (A) dan Ultisols (B); Titik-Titik pada Kurva Merupakan Nilai Rataan Pengamatan Sedangkan Garis Vertikal Merupakan Standar Deviasinya; Nilai Rataan dengan Notasi yang Sama Tidak Berbeda Nyata pada $\alpha=0,05$

Bulk Density

Salah satu karakteristik tanah yang harus diperhatikan adalah kerapatan lindak (*bulk density*) karena akan berpengaruh pada sifat fisik dan kimia media tanam yang bersangkutan. *Bulk density* adalah perbandingan bobot kering media dengan volume media termasuk pori-pori (Blake dan Hartge, 1986).

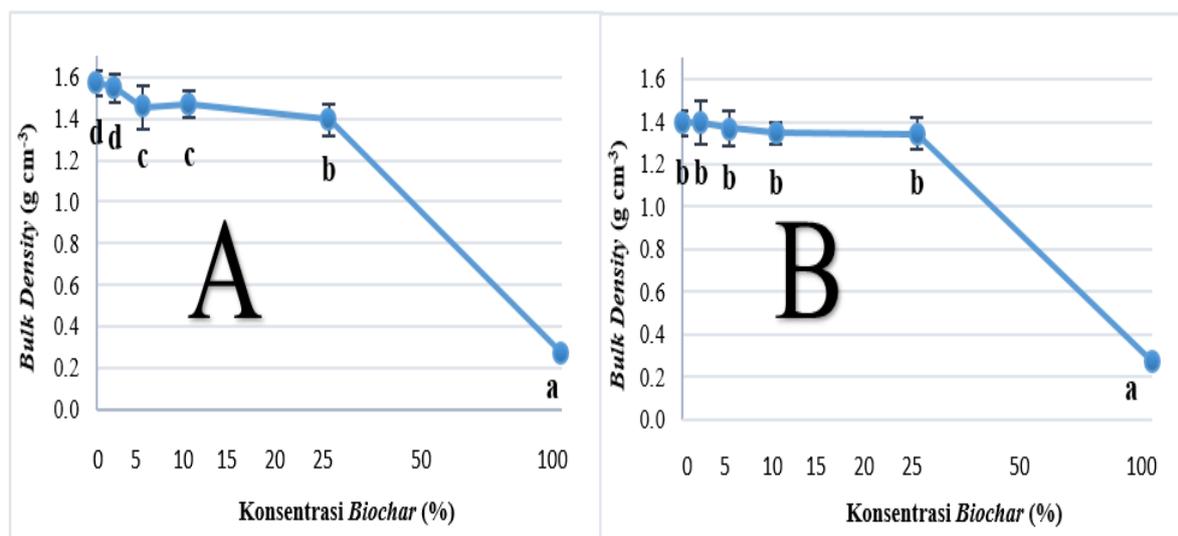
Pada umumnya *bulk density* berkisar dari 1,1-1,6 g/cm³. Makin padat suatu tanah makin tinggi *bulk density*, berarti makin sulit meneruskan air atau ditembus akar. *Bulk density* penting untuk menghitung kebutuhan pupuk atau air untuk tiap-tiap hektar tanah, yang didasarkan pada berat tanah per hektar (Harjadowigeno, 2003).

BD lebih besar dari 1,6 g/cm³ untuk tanah berpasir, 1,0-1,6 g/cm³ pada tanah yang mengandung bahan organik tanah sedang sampai tinggi, BD lebih kecil dari 1 g/cm³ pada tanah dengan kandungan bahan organik tinggi. BD sangat bervariasi antar horizon tergantung pada tipe dan derajat agregasi, tekstur dan bahan organik tanah. *Bulk density* sangat sensitif terhadap pengolahan tanah (Kurnia dkk., 2006). Rataan hasil pengujian *bulk density* ditampilkan pada Tabel 7 dan Gambar 7 untuk perlakuan persentase *biochar* serta Tabel 8 dan Gambar 8 untuk perlakuan lama perendaman.

Tabel 7. Hasil Pengujian *Bulk Density* untuk Perlakuan Konsentrasi *Biochar* pada Media Tanam Spodosols dan Ultisols

Konsentrasi <i>Biochar</i>	SPODOSOLS		ULTISOLS	
	Rataan	SD	Rataan	SD
0%	1.57 ^c	0.06	1.39 ^b	0.06
2%	1.55 ^c	0.07	1.40 ^b	0.10
5%	1.46 ^b	0.10	1.37 ^b	0.08
10%	1.47 ^b	0.07	1.35 ^b	0.05
25%	1.39 ^b	0.08	1.35 ^b	0.07
100%	0.27 ^a	0.02	0.27 ^a	0.02

Keterangan: *) Status berdasarkan PPT (1983); nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada $\alpha=0,05$



Gambar 7. Pengaruh Perlakuan Konsentrasi *Biochar* terhadap Nilai *Bulk Density* pada Media Tanam Spodosols (A) dan Ultisols (B); Titik-Titik pada Kurva Merupakan Nilai Rataan Pengamatan Sedangkan Garis Vertikal Merupakan Standar Deviasinya; Nilai Rataan dengan Notasi yang Sama Tidak Berbeda Nyata pada $\alpha=0,05$

Secara umum BD menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi *biochar* terhadap media tanam (Gambar 7). Namun demikian masing-masing media tanam memberikan respon yang berbeda terhadap pemberian *biochar*, dimana untuk media tanam Spodosols, 5% *biochar* sudah memberikan perbedaan yang signifikan, sedangkan pada media tanam Ultisols perbedaan yang signifikan baru terlihat pada 100% *biochar*.

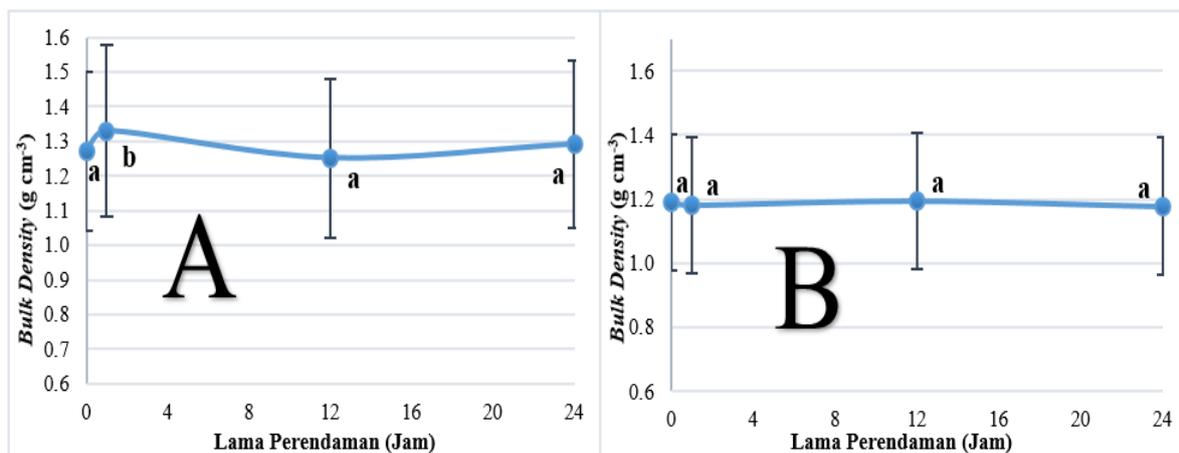
Tabel 8. Hasil Pengujian *Bulk Density* untuk Perlakuan Lama Perendaman pada Media Tanam Spodosols dan Ultisols

Lama Perendaman (Jam)	SPODOSOLS		ULTISOLS	
	Rataan	SD	Rataan	SD
0	1.27 ^a	0.23	1.19 ^a	0.21
1	1.33 ^a	0.25	1.18 ^a	0.21
12	1.25 ^a	0.23	1.20 ^a	0.21
24	1.29 ^a	0.24	1.18 ^a	0.22

Keterangan: *) Status berdasarkan PPT (1983); nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada $\alpha=0,05$

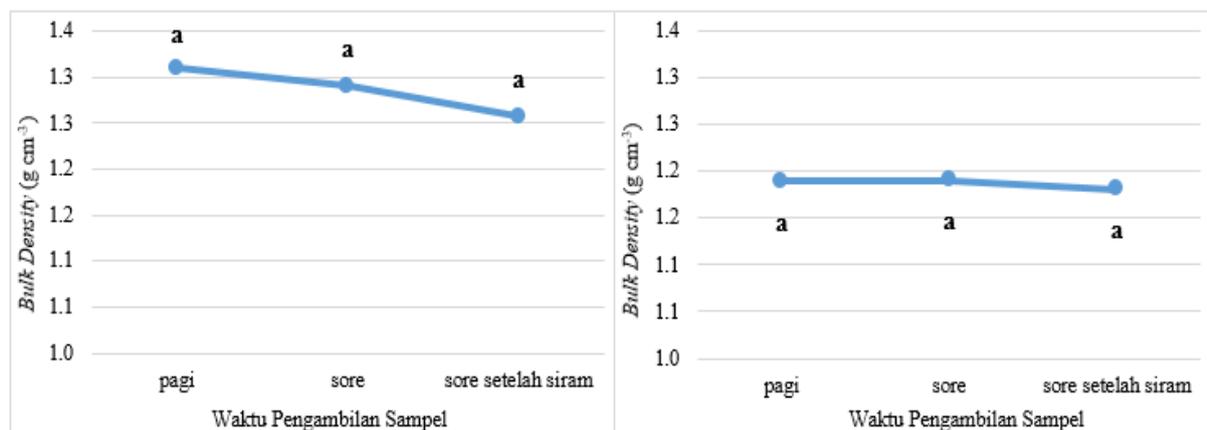
Gambar 8 menunjukkan hasil pengujian *bulk density* pada perlakuan lama perendaman untuk media tanam Spodosols (A) dan Ultisols (B). Perlakuan Lama perendaman tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap BD pada kedua media tanam.

Nurida dan Muchtar (2020) menyatakan bahwa *bulk density* tanah lempung liat berpasir yang diberikan *biochar* 15 t ha⁻¹ baik dicuci maupun tidak, nyata lebih rendah (1,08-1,09 g.cm⁻³) dibandingkan kontrol dan terjadi penurunan sekitar 4,5-8,1% selama tiga musim tanam. Sifat *biochar* yang *porous* dan mempunyai BD yang rendah yaitu 0,08-0,17 g.cm⁻³ mampu berkontribusi terhadap penurunan BD tanah (Gundale dan Deluca, 2006).



Gambar 8. Pengaruh Perlakuan Lama Perendaman terhadap Nilai *Bulk Density* pada Media Tanam Spodosols (A) dan Ultisols (B); Titik-Titik pada Kurva Merupakan Nilai Rataan Pengamatan Sedangkan Garis Vertikal Merupakan Standar Deviasinya; Nilai Rataan dengan Notasi yang Sama Tidak Berbeda Nyata pada $\alpha=0,05$

Pengujian kerapatan lindak (BD) media tanam pada pagi, sore sebelum penyiraman dan sore setelah penyiraman dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh kelembaban media tanam terhadap kerapatan lindak media tanam yang bersangkutan. Rataan data hasil pengujian terhadap *bulk density* ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Pengaruh Perlakuan Waktu Pengambilan Sampel terhadap Nilai *Bulk Density* pada Media Tanam Spodosols (A) dan Ultisols (B); Titik-Titik pada Kurva Merupakan Nilai Rataan Pengamatan Sedangkan Garis Vertikal Merupakan Standar Deviasinya; Nilai Rataan dengan Notasi yang Sama Tidak Berbeda Nyata pada $\alpha=0,05$

Pengambilan sampel di waktu yang berbeda untuk uji *bulk density* dilakukan pada pagi, sore dan sore setelah dilakukan penyiraman. Hal ini dilakukan untuk melihat apakah ada perbedaan yang signifikan terhadap nilai *bulk density* dan waktu pengambilan sampel tanah.

Kandungan air tanah dapat memodifikasi beberapa sifat fisik-mekanik tanah seperti konsistensi, plastisitas, kompaktitas, kerapatan lindak, porositas dan laju infiltrasi (Hillel, 1998; Jacobson, 1999; Koenková dan Urík, 2012). Meskipun terdapat perbedaan untuk masing-masing jenis tanah, kerapatan lindak (*bulk density*) tanah Mollisols meningkat seiring dengan menurunnya kandungan air tanah (Koenková dan Urík, 2012).

Namun demikian, Gambar 9 menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nilai *bulk density* yang signifikan pada semua waktu pengambilan sampel yang merepresentasikan perbedaan kelembaban media tanam. Hasil serupa juga dikemukakan oleh Krisdianto (2020).

KESIMPULAN

Pengaplikasian *biochar* meningkatkan nilai pH (H₂O dan KCl), KTK tetapi menurunkan kadar *bulk density*, baik pada media tanam tanah Spodosols maupun Ultisols. Penurunan *bulk density* secara signifikan dimulai pada aplikasi *biochar* sebesar 2% baik untuk media tanam Spodosols maupun Ultisols. Untuk media tanam Spodosols peningkatan pH H₂O dimulai pada aplikasi *biochar* 10%. Perendaman *biochar* dengan POC memodifikasi efek *biochar* terhadap pH H₂O. Untuk media tanam Spodosols pH H₂O peningkatan terjadi pada perendaman selama 12 jam. Pada media tanam Ultisols peningkatan pada pH H₂O terjadi pada 1 jam perendaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Buurman P. 1987. pH dependent character of complexation in Podzols. In Podzolset podzolisation: table ronde internationale, Poitiers (France), 10-11 Apr 1986. INRA.
- Blake GR, Hartge KH. 1986. Bulk density. (in) Methods of Soil Analysis, Part I (2nd Edn). Agronomy Monograph, 9: 363-75. Klute A (Ed.). ASA and SSSA, Madison.
- Glaser B, Lehmann, J, Zech, W, 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal—a review. *Biology and fertility of soils*, 35(4): 219-230.
- Gundale M, Deluca T. 2006. Temperature and source material influence ecological attributes of ponderosa

- pine and douglas-fir charcoal. *Forest Ecology and Management*, 231(1-3):86-93.
- Hillel D. 1998. *Environmental Soil Physics*, 771 pp. Academic Press, London.
- Indriani. 2003. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. PenebarSwadaya. Jakarta.
- Jacobson MZ. 1999. Effects of soil moisture on temperatures, winds, and pollutant concentrations in Los Angeles. *Journal of Applied Meteorology*, 38: 607–616.
- Kanouo BMD, Allaire SE, Munson AD. 2017. Quality of Biochars Made from Eucalyptus Tree Bark and Corncob Using a Pilot-Scale Retort kiln. *Waste Biomass Valor*
- Puspitadewi, S. Sutari, W. dan Kusumiyati. 2016. Pengaruh konsentrasi pupuk organik cair (POC) dan dosis pupuk N, P, K terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays* L. var *Rugosa Bonaf*) kultivar Talenta. *J kultivasi*, 5.
- Prasetyo BH, Suriadikarta DA. 2006. Karakteristik, potensi, dan teknologi pengelolaan tanah ultisols untuk pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*, 25(2), 39-46.
- Ruhyat D. 1999. Potensi Tanah di Kalimantan Timur Karakteristik dan Strategi Pendayagunaannya. Pidato Pengukuhan Guru Besar Ilmu Tanah Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda, 45.
- Yuniarti A, Suriadikusumah A, Gultom JU. 2018. Pengaruh Pupuk Anorganik dan Pupuk Organik Cair terhadap pH, N-Total, C-Organik, dan Hasil Pakcoy pada Inceptisols. *Prosiding SEMNASTAN*, 213-219.

PEMETAAN KONDISI HIDRAULIKA SALURAN DI SUB DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) MUGIREJO

Oki Ricky Stevenly, Yohanes Budi Sulistioadi*

Falkultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jalan Ki Hajar Dewantara, PO Box 1013,
Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, 75119
E-Mail : bsulistioadi@gmail.com

ABSTRACT

Flood disaster is a disaster that often occurs in Indonesia, based on the results of the 2020 disaster risk study from the Indonesian Disaster Data and Information (DIBI) and the National Disaster Management Agency (BNPB). The purpose of this research is to prepare a map of the channel network in the Mugirejo Sub-watershed using unmanned aircraft/drone and knowing the storage capacity of the drainage channel in the Mugirejo Sub-watershed. So that drone data collection and measurements are carried out directly using the floating method (ping pong ball). Several factors caused many differences in the data on the hydraulic conditions of the channel, namely densely populated settlements where part of the land is used for coal mining activities, as well as local community awareness of the environment which is still low so that it interferes with waterways in the Mugirejo Sub-watershed. From 20 data collection locations. 6 canal reservoirs are called "Not Enough", 11 canal reservoirs are called "Enough", and 3 canal reservoirs are called "Very Enough". accommodate and drain water in the Mugirejo sub-watershed.

Keywords: Flooding, Floating method, Mapping, Hydraulic channels

ABSTRAK

Bencana Banjir, merupakan bencana yang sering terjadi di Indonesia, berdasarkan hasil kajian risiko bencana tahun 2020 dari Data dan Informasi Bencana Indonesia (DIBI) dan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). Tujuan dari penelitian ini adalah penyusunan peta jaringan saluran di Sub DAS Mugirejo menggunakan pesawat tanpa awak/drone dan mengetahui kapasitas tampungan dari saluran drainase di Sub DAS Mugirejo. Sehingga di lakukan pengambilan data drone dan pengukuran secara langsung dengan menggunakan metode apung (bola ping pong). Beberapa faktor yang menyebabkan banyak perbedaan data pada kondisi hidrolika saluran, yaitu pemukiman padat penduduk dimana sebagian lahan dimanfaatkan untuk kegiatan pertambangan batu bara, serta kesadaran masyarakat setempat terhadap lingkungan yang masih rendah sehingga mengganggu saluran air di Sub DAS Mugirejo. Dari 20 lokasi pengambilan data. Enam tampungan saluran disebut "Tidak Cukup", 11 tampungan saluran disebut "Cukup", dan 3 tampungan saluran disebut " Sangat Cukup". Sehingga kemampuan dari saluran hidrolika di Sub DAS Mugirejo dapat di kategorikan "tidak mampu" untuk menampung dan mengalirkan air di Sub DAS Mugirejo.

Kata Kunci: Banjir, Metode apung, Pemetaan, Saluran hidraulika

PENDAHULUAN

Bencana banjir merupakan bencana yang sering terjadi di Indonesia. Berdasarkan hasil kajian risiko bencana tahun 2020 dari Data dan Informasi Bencana Indonesia (DIBI) dan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menunjukkan bencana banjir di tahun 2020 dengan total 172 kejadian, telah mengakibatkan 86 korban jiwa dan kerugian pada sektor perumahan rumah hingga ratusan ribu unit, dengan rincian rusak berat 4.581 unit, rusak sedang 2.784, rusak ringan 9.833 dan terendam 540.739. Sedangkan infrastruktur fasilitas umum, kerusakan fasilitas pendidikan 496 unit, peribadatan 581, kesehatan 112, perkantoran 109 dan jembatan 299" (BNPB, 2020). Kejadian banjir secara alamiah tidak berhubungan dengan batas administrasi suatu wilayah melanin terjadi pada suatu sistem ekologi

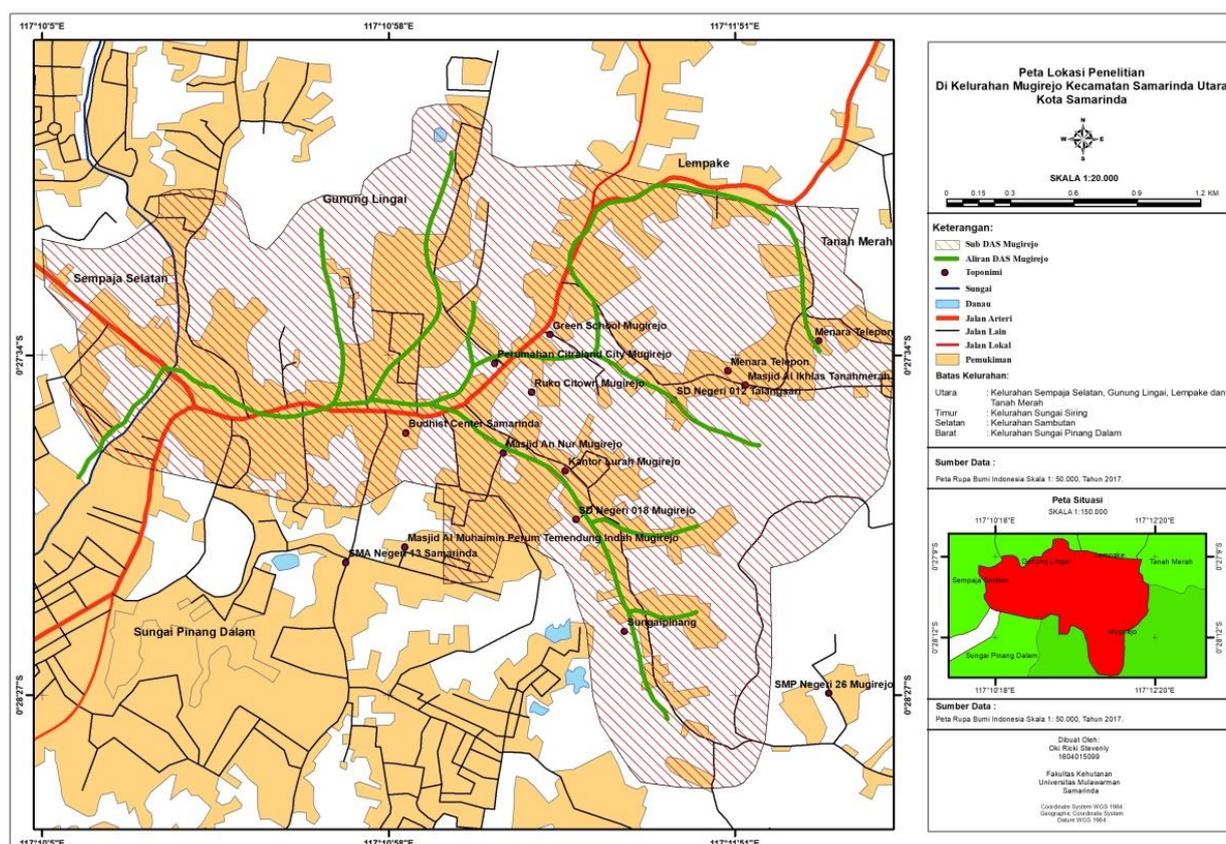
batas Daerah Aliran Sungai (DAS). Sub DAS Mugirejo sebagai salah satu sub DAS dari DAS Karangmumus merupakan salah satu titik lokasi yang paling sering mengalami banjir. Dari hasil pengamatan sebelum pelaksanaan penelitian, penyebab banjir di Sub DAS Mugirejo yaitu tertutupnya gorong-gorong tepat di lokasi banjir yang sudah tidak terlihat akibat tertimbun tanah. Penyebab lainnya karena adanya alih fungsi lahan di area resapan air serta ditambah buruknya sistem drainase. Sehingga manakala turun hujan dengan intensitas tinggi maka dataran rendah di Sub DAS Mugirejo akan cepat tergenang dan air akan membanjiri permukiman warga.

Berdasarkan beberapa kondisi tersebut diatas, maka diperlukan penelitian yang dapat menginformasikan pergerakan air (hidrolika) di Sub DAS Mugirejo dengan memanfaatkan foto udara resolusi sangat tinggi yang dihasilkan dari *drone* untuk selanjutnya digunakan menghitung debit limpasan aliran sungai di wilayah Sub DAS ini sehingga dapat membantu memahami situasi banjir yang sering terjadi di Sub DAS Mugirejo di Kota Samarinda.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah Sub DAS Mugirejo Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur (Gambar 1). Proses pengolahan dan analisis data, dilakukan di Laboratorium Konservasi Tanah-Air dan Iklim Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman Samarinda.



Gambar 1. Lokasi penelitian di Kelurahan Mugirejo, Samarinda Utara, Kalimantan Timur

Prosedur Penelitian

a. Studi Pustaka

Persiapan meliputi studi pustaka dan pengumpulan data. Kegiatan ini merupakan kegiatan awal untuk mempelajari teori yang relevan dengan tema penelitian dan mengumpulkan data sekunder

seperti data dari penelitian-penelitian yang telah di lakukan, literatur-literatur atau jurnal, baik dari buku ataupun dari internet yang dapat mendukung pengolahan data dan pembahasan.

Pengumpulan data sekunder dilakukan untuk melengkapi data-data primer yang diperlukan dalam melaksanakan penelitian, seperti citra satelit dengan interval waktu yang berbeda serta batas-batas wilayah yang akan menjadi topik penelitian.

b. Orientasi Lapangan

Orientasi lapangan di maksud untuk kondisi lokasi studi secara umum dan menentukan lokasi pengambilan data di lapangan, terkhusus untuk mencari lokasi terbang *drone* dan mengetahui lokasi pola aliran air dari parit dan sungai-sungai kecil yang ada di Sub DAS Mugirejo.

c. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini berupa pengumpulan data secara primer. Pengambilan data primer yaitu pengambilan data secara langsung dilapangan menggunakan *drone* yang akan menghasilkan foto udara digital Sub DAS Mugirejo tahun 2020.

Analisis Data

a. Membuat Kunci Interpretasi Foto Udara dari Drone

Dalam melakukan pembuatan kunci interpretasi perlu memperhatikan unsur- unsur interpretasi seperti rona, warna, ukuran, tekstur, bayangan, pola, lokasi, geografis dan asosiasi (Susanti, 2015). Dari hasil kunci interpretasi inilah kemudian dilakukan interpretasi citra drone di Sub DAS Mugirejo dengan cara *digitizing on screen* menggunakan software ArcMap 10.4.1 untuk menghasilkan peta foto udara dari *drone*. Sehingga memudahkan dalam memetakan saluran yang ada di Sub Das Mugirejo dalam menentukan saluran, panjang saluran dan titik pengambilan data pengukuran drainase, kemudian dilakukan pengecekan lapangan kondisi dan fungsinya.

b. Menghitung Debit Limpasan Air Sungai (DLAS)

Data dari metode apung dan dimensi saluran yang diperoleh secara langsung langsung di lapangan dimasukkan di Microsoft Excel untuk diolah untuk mendapatkan luas penampang (A), kecepatan air (V) dan debit air (Q). Kemudian di lakukan analisis untuk menghitung dimensi bentuk penampang saluran drainase dan memperoleh kapasitas daya tampung saluran berdasarkan rumus sebagai berikut.

1) Perhitungan Luas Penampang

Tabel 1. Penghitungan Luas Penampang (A)

Titik	Lebar (L) (Meter)	Kedalaman (H) (Meter)			H rata-rata
		H1	H2	H3	
Titik 1					
Titik 2					
Titik 3					
Titik 4					
Titik 5					
Jumlah				Jumlah	
Rata-rata				Rata-rata	

Luas penampang (A) merupakan hasil perkalian antara Lebar rata-rata (L) saluran/aliran dengan Kedalaman rata-rata (H) saluran/aliran air.

$$A = L \text{ rata-rata} \cdot H \text{ rata-rata}$$

dimana:

- A = Luas Penampang (m²)
- L rata-rata = Lebar rata-rata (m)
- H rata-rata = Kedalaman rata-rata (m)

2) Penghitungan Kecepatan (V)

Panjang saluran/lintasan pengukuran (P) = --- meter (Panjang lintasan harus tetap).

Tabel 2. Perhitungan Kecepatan

Lokasi Saluran	Waktu Pengukuran (T) (detik)
1	
2	
3	
4	
5	
Jumlah	
Rata-rata	

Kecepatan (V) adalah hasil pembagian antara panjang saluran/aliran (P) dibagi dengan waktu rata-rata (T rata-rata).

$$V = \frac{P}{T \text{ rata-rata}}$$

dimana:

- V = Kecepatan (m/detik)
- P = Panjang saluran (m)
- T rata-rata = Waktu rata-rata (detik)

3. Penghitungan debit air

Debit air (Q) merupakan hasil perkalian antara luas penampang (A) saluran/aliran dengan kecepatan (v) aliran air.

$$Q = A \cdot V$$

dimana:

- Q = Debit aliran (m³/detik)
- A = Luas penampang saluran (m²)
- V = Kecepatan aliran air (m/detik)

Konversi satuan:

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ liter}$$

$$1 \text{ liter} = 0,001 \text{ m}^3$$

A. Penampang Persegi

Pada penampang berbentuk persegi dengan lebar dasar penampang (B) dan kedalaman air (h), luasan penampang basah (A), dan keliling basah (P) dapat dituliskan:

$$A = B \cdot h$$

$$P = B + 2h$$

Keliling minimum (P) maka: $B = 2h$ atau $h = B/2$

Jari-jari hidrolis: $R = h/2$

Bentuk penampang melintang persegi yang paling efisien adalah ketika jika kedalaman air setengah dari lebar dasar saluran atau jari-jari hidrolis setengah kedalaman air

B. Penampang Trapesium

Luas penampang melintang (A), keliling basah (P), lebar dasar penampang melintang (B) dan kemiringan dinding 1 : m dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$A = (B+mh)h$$

$$P = B+2h\sqrt{m^2+1}$$

$$B = P-2h\sqrt{m^2+1}$$

Jari-jari hidrolis: A/P

C. Penampang tak beraturan

Pengukuran luas penampang tak beraturan dilakukan dengan membuat profil penampang melintangnya dengan cara melakukan pengukuran ke arah *horizontal* (lebar aliran) dan arah *vertical* (kedalaman aliran). Luas aliran merupakan jumlah luas tiap bagian (segmen) dari profil yang terbuat. Ada dua cara untuk menghitung luas penampang melintang tak beraturan yaitu dengan metode *Mean Section Method* dan *Mid Section Method*. Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah Mean Section Method dengan rumus berdasarkan Putra (2015) sebagai berikut.

$$A_n = \left(\frac{d_n + d_{n+1}}{2} \right) b_{n+1}$$

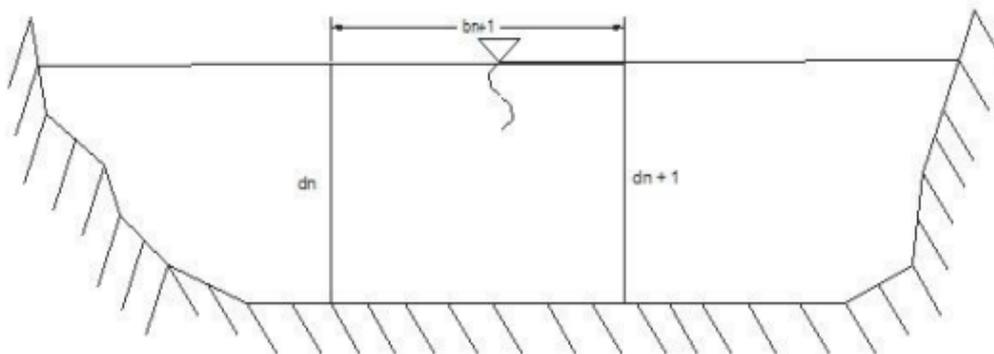
dimana:

A_n = Luas penampang sungai

d_n = kedalaman sungai ke n

d_{n+1} = kedalaman sungai ke n+1

b_{n+1} = lebar seksi n



Gambar 2. Bentuk penampang tak beraturan

D. Analisis Daya Tampung

Hasil pengolahan data dari masing-masing segmen drainase dan sungai dimasukkan ke dalam tabel, dan diklasifikasikan daya tampungnya berdasarkan perbandingan (rasio) debit maksimum saat tinggi air maksimum (X) dan tinggi drainase saluran (Y). Hasil Perhitungan Antara Debit

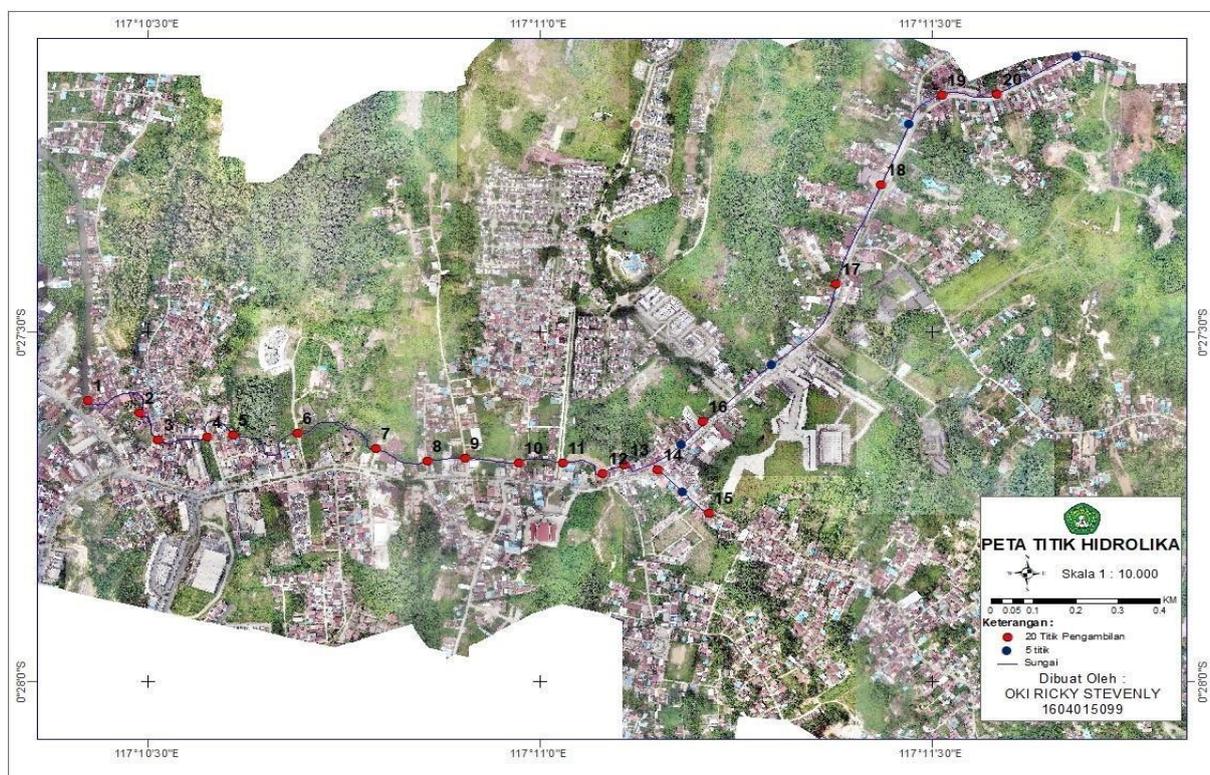
Maksimum (Tinggi Saluran) / Debit Maksimum (Metode Sederhana) * 100% maka:

- 1: Jika $R > 1$ maka Daya Tampung disebut Tidak Cukup
- 2: Jika $R = 1$ maka Daya Tampung disebut Cukup
- 3: Jika $R < 1$ maka Daya Tampung disebut Sangat Cukup

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Berdasarkan Metode Apung (Debit Minimum)

Pengambilan data minimum diambil pada saat kondisi air di saluran rendah, faktor yang mempengaruhi dalam pengambilan data minimum yaitu kondisi tinggi saluran yang disebabkan adanya tumpukan pasir yang menyebabkan perbedaan tinggi air dan laju kecepatan air serta banyaknya sampah yang ada di saluran Sub DAS Mugirejo. Waktu pengambilan data minimum dilakukan selama 2 hari, perbedaan waktu pengambilan data di pengaruhi oleh kondisi cuaca selama pengukuran di lapangan.



Gambar 3. Peta Pengamatan Kondisi Hidraulika Saluran Drainase di Sub DAS Mugirejo

Penghitungan Debit Air Minimum

Berdasarkan hasil perkalian antara luas penampang (A) saluran/ aliran dengan kecepatan (V) aliran air pada Sub DAS Mugirejo Tahun 2020, diketahui hasil sebagai berikut.

Tabel 3. Perhitungan debit air dengan metode apung pada tinggi air minimum

Titik	A (m ²)	V (m/detik)	Q (m ³ /detik)
1	2,58	0,90	2,32
2	0,80	0,77	0,62
3	0,51	0,92	0,47

Titik	A (m ²)	V (m/detik)	Q (m ³ /detik)
4	1,13	0,92	1,04
5	0,28	0,62	0,17
6	0,15	0,96	0,14
7	0,95	0,88	0,83
8	0,46	0,95	0,44
9	1,52	0,91	1,38
10	0,36	0,91	0,33
11	0,26	0,80	0,21
12	0,18	0,80	0,15
13	0,18	0,73	0,13
14	0,06	0,81	0,05
15	0,06	0,81	0,04
16	0,13	0,86	0,11
17	0,16	0,96	0,15
18	0,15	0,81	0,12
19	0,59	0,86	0,51
20	0,33	0,66	0,22
Rataan			0,47

Penghitungan Debit Air Maksimum

Berdasarkan hasil perkalian antara luas penampang (A) saluran/aliran dengan kecepatan (V) aliran air pada Sub DAS Mugirejo Tahun 2020, diketahui hasil sebagai berikut.

Tabel 4. Perhitungan debit air dengan metode apung pada tinggi air maksimum

Titik	A (m ²)	V (m/detik)	Q (m ³ /detik)
1	3,06	1,42	4,35
2	1,24	1,12	1,39
3	0,80	1,23	0,99
4	1,46	1,22	1,78
5	0,67	0,90	0,60
6	0,3	1,34	0,40
7	1,17	1,20	1,40
8	0,69	1,34	0,93
9	1,77	1,47	2,60
10	0,45	1,46	0,66
11	0,38	0,91	0,35
12	0,42	1,14	0,47
13	0,38	0,89	0,34
14	0,26	1,15	0,29
15	0,17	1,17	0,19

Titik	A (m ²)	V (m/detik)	Q (m ³ /detik)
16	0,30	1,72	0,52
17	0,22	1,68	0,36
18	0,24	1,11	0,26
19	0,78	1,18	0,91
20		0,9	0,49
Rataan			0,96

Kemampuan Tampungan Saluran

Perhitungan kemampuan tampungan saluran menggunakan debit maksimum dari tinggi saluran menggunakan (A) dari bentuk saluran dan perhitungan debit maksimum (A) dari metode sederhana, diketahui hasil sebagai berikut.

Tabel 5. Perhitungan kemampuan tampungan saluran

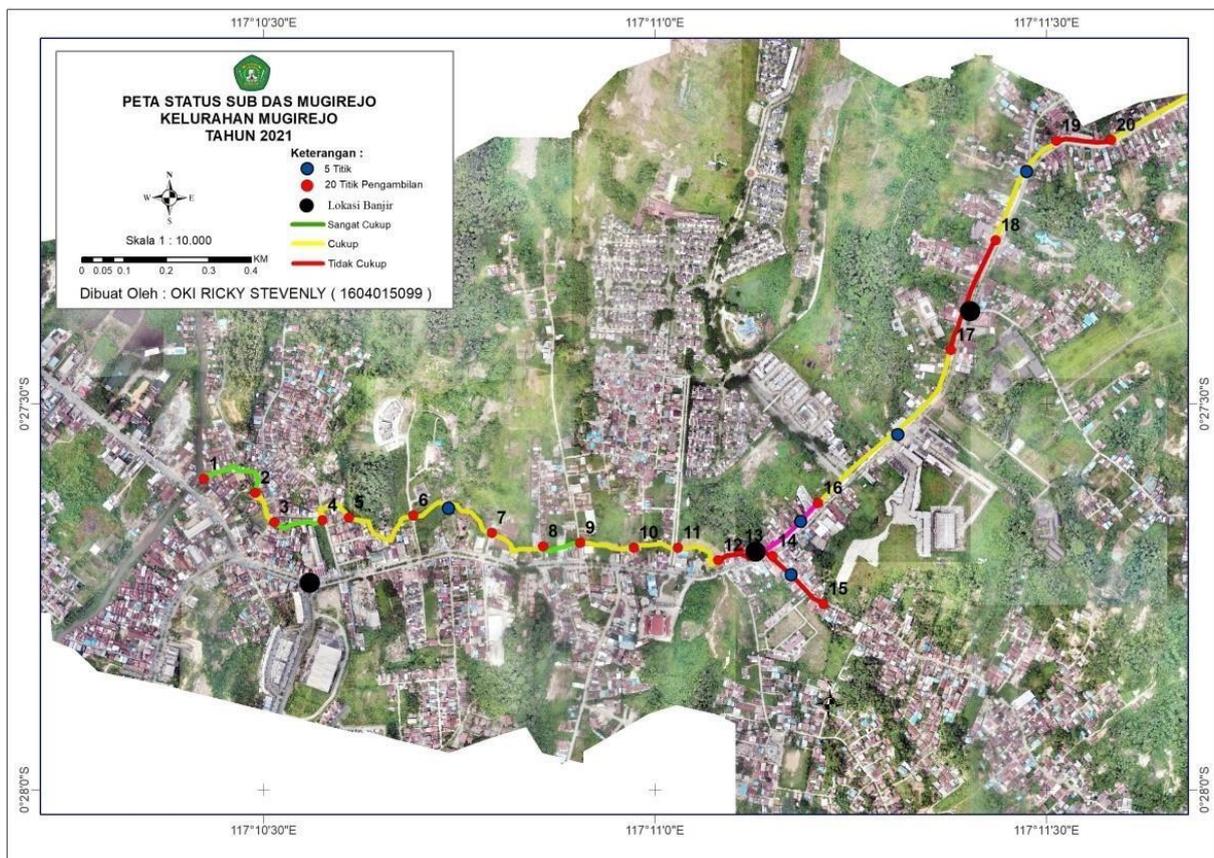
Titik	Debit Maksimum (Bentuk Saluran) Q (m ³ /detik)	Debit Maksimum (Metode Sederhana) Q (m ³ /detik)	Daya Tampung	Keterangan
1	2,06	4,35	0,47	Sangat Cukup
2	1,39	1,39	1	Cukup
3	0,98	0,99	0,99	Sangat Cukup
4	1,78	1,78	1	Cukup
5	0,60	0,60	1	Cukup
6	0,40	0,40	1	Cukup
7	1,40	1,40	1	Cukup
8	0,92	0,93	0,99	Sangat Cukup
9	2,60	2,60	1	Cukup
10	0,66	0,66	1	Cukup
11	0,35	0,35	1	Cukup
12	0,48	0,47	1,02	Tidak Cukup
13	0,45	0,34	1,32	Tidak Cukup
14	0,32	0,29	1,10	Tidak Cukup
15	0,23	0,19	1,21	Tidak Cukup
16	0,52	0,52	1	Cukup
17	0,49	0,36	1,36	Tidak Cukup
18	0,26	0,26	1	Cukup
19	0,92	0,91	1,01	Tidak Cukup
20	0,49	0,49	1	Cukup

Hasil Perhitungan Antara Debit Maksimum (Tinggi Saluran) / Debit Maksimum (Metode Sederhana) * 100% maka:

- 1: Jika $R > 1$ maka Daya Tampung disebut Tidak Cukup
- 2: Jika $R = 1$ maka Daya Tampung disebut Cukup
- 3: Jika $R < 1$ maka Daya Tampung disebut Sangat Cukup

Berdasarkan hasil perhitungan kemampuan tampungan saluran pada 20 titik diperoleh 6 tampungan saluran disebut "Tidak Cukup", 11 tampungan saluran disebut "Cukup", dan 3 tampungan saluran disebut "Sangat Cukup". Sehingga kemampuan dari saluran hidrolika di Sub DAS Mugirejo dapat di kategorikan "tidak mampu" untuk menampung dan mengalirkan air di Sub DAS Mugirejo. Peta Status Sub DAS Mugirejo.

Berdasarkan hasil pengamatan di kelurahan Mugirejo tahun 2020, pada titik merah pengambilan data secara langsung di lapangan. Sehingga dari hasil penelitian yang di telah di lakukan, ditarik kesimpulan bahwa saluran tidak mampu untuk menampung kapasitas air dan Kelurahan Mugirejo merupakan daerah yang rendah sehingga air dari tempat tinggi berkumpul di suatu lokasi yang menyebabkan terjadinya banjir di kelurahan Mugirejo.



Gambar 4. Peta Status Sub DAS Mugirejo

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak C. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Estes JE, Simonett DS. 1975 Fundamentals of image interpretation, in R.G. Reeves (Ed.), Manual of Remote Sensing, Vol. II, Falls Church: American Society of Photogrammetry, pp. 869–1076.
- Hasmar. 2012. Drainase Terapan. UII Press Yogyakarta. Yogyakarta.
- Kodoatie, Robert J Roestam S. 2006. Pengelolaan Bencana Terpadu. Penerbit Yarsif Watampone. Jakarta.
- Susanti A. 2015. Pola Perubahan Tutupan Lahan Menggunakan Citra Satelit Landsat di Taman Hutan

Raya Bukit Soeharto. Skripsi Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda. (Tidak dipublikasikan).

Triadmojo B. 2010. Hidrologiterapan. 2 Ed. Betha Offset. Yogyakarta.

Utomo B. 2017. Drone Untuk Percepatan Pemetaan Bidang Tanah. Media Komunikasi Geografi, 18(02): 146-15.

Wolf PR. 1993. Elemen Fotogrametri dengan Interpretasi Foto Udara dan Penginderaan Jauh, Penerjemah: Gunadi, Gunawan, T, Zuharnen, Edisi kedua. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

STRUKTUR TEGAKAN DAN PENDUGAAN STOK CADANGAN KARBON PADA TAMAN DI KOTA SAMARINDA (STUDI KASUS TAMAN CERDAS, TAMAN SAMARENDAH DAN TAMAN SEJATI)

Rifaldi Salam, Fadjar Pambudhi*, Hari Siswanto

Falkultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jalan Ki Hajar Dewantara, PO Box 1013, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, 75119

E-Mail : fadjarpambudhi@yahoo.com

ABSTRACT

The existence of green open space in the city is needed by residents. Besides its function as a protected area, green open space also functions as a means to create the success and beauty of the city from the presence of green vegetation, one of the green open spaces in Samarinda City is a city park. Green vegetation in city parks can also act as carbon sinks, so that they can absorb carbon emissions that occur as the result of the development of Samarinda City. The purpose of this study was to determine the condition of vegetation and carbon stocks in 3 city parks in Samarinda. This research was conducted by measuring the dimensions of the height and diameter of the tree directly, then processing the data using the allometric equation obtained from The Forest Trust Indonesia in 2018 and the multiplier value of 0.47 obtained from the IPCC 2006. From the results of data processing, it is known that three city parks in Samarinda are dominated by vegetation at the pole level, followed by the level of small trees, saplings, and large trees. Smart Park has Biomass of 43.92 tons/ha and carbon stock 39.42 tons/ha with carbon sequestration of 2.29 tons/ha/year, in Samalow Park it has 48,96 tons/ha biomass and 16.44 tons/ha carbon stocks with a carbon absorption of 3.29 tons/ha/year and In Taman Sejati has a biomass of 46.39 tons/ha and a carbon stock of 10.38 ton/ha with a carbon absorption of 3.11 tons/ha/year.

Keywords: Carbon, Green open space, City park

ABSTRAK

Keberadaan RTH di kota sangat dibutuhkan warga. Di samping fungsinya sebagai areal perlindungan, RTH juga berfungsi sebagai sarana untuk menciptakan keberhasilan dan keindahan kota dari keberadaan vegetasi hijaunya, salah satu RTH yang ada di Kota Samarinda adalah taman kota. Vegetasi-vegetasi hijau yang ada di taman kota juga dapat berperan sebagai penyerap karbon, sehingga dapat menurunkan emisi karbon yang terjadi akibat dari perkembangan Kota Samarinda. Tujuan dari Penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi vegetasi dan cadangan karbon di 3 taman kota yang berada di Samarinda. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengukuran dimensi tinggi dan diameter pohon secara langsung, kemudian dilakukan pengolahan data dengan menggunakan persamaan alometri yang diperoleh dari The Forest Trust Indonesia Tahun 2018 dan nilai Pengali 0,47 yang didapat dari IPCC 2006. Dari hasil pengolahan data diketahui bahwa tiga taman kota di Samarinda didominasi oleh vegetasi pada tingkat tiang, diikuti tingkat pohon kecil, pancang, dan pohon besar. Taman Cerdas memiliki Biomassa 43,92 ton/ha dan cadangan karbon 39,42 ton/ha dengan serapan karbon sebesar 2,29 ton/ha/tahun, di Taman Samarendah memiliki biomassa 48,96 ton/ha dan cadangan karbon 16,44 ton/ha dengan serapan karbon sebesar 3,29 ton/ha/tahun dan pada Taman Sejati memiliki biomassa 46,39 ton/ha dan cadangan karbon 10,38 ton/ha dengan serapan karbon 3,11 ton/ha/tahun.

Kata Kunci: Karbon, Ruang terbuka hijau, Taman kota

PENDAHULUAN

Pemanasan global (*global warming*) merupakan masalah yang dihadapi umat manusia dewasa ini. Hal ini terjadi akibat akumulasi gas-gas, termasuk CO₂ di atmosfer bumi yang disebabkan oleh kegiatan manusia, terutama pembakaran bahan bakar fosil. Pemanasan global akibat perubahan iklim dapat

dikurangi dengan cara menaikkan penyerapan karbon dan atau menurunkan emisi karbon (Lusiana, 2005).

Tumbuhan baik di dalam maupun di luar kawasan hutan menyerap gas asam arang (CO) dari udara melalui proses fotosintesis, yang selanjutnya diubah menjadi karbohidrat, kemudian disebarkan ke seluruh tubuh tanaman dan akhirnya ditimbun dalam tubuh tanaman. Proses penimbunan karbon (C) dalam tubuh tanaman hidup dinamakan proses sekuestrasi (*Csequestration*). Dengan demikian mengukur jumlah karbon yang disimpan dalam tubuh tanaman hidup (Biomasa) pada suatu lahan dapat menggambarkan banyaknya CO di atmosfer yang diserap oleh tanaman. Pengukuran cadangan karbon yang masih tersimpan dalam bagian tumbuhan yang telah mati (Nekromasa) secara tidak langsung menggambarkan CO yang tidak dilepaskan ke udara lewat pembakaran (Loloaen, 2016).

Dewasa ini tingginya permasalahan pemanasan global (*Global Warming*) mengakibatkan semakin terpuruknya kondisi iklim dunia, akumulasi gas rumah kaca akibat perubahan tutupan lahan dan kehutanan diperkirakan sebesar 20% dari total emisi global yang berkontribusi terhadap pemanasan global dan perubahan iklim. Hal ini menegaskan bahwa upaya mitigasi perubahan iklim perlu melibatkan sektor perubahan tutupan lahan dan kehutanan. Mengingat hutan berperan sangat penting tidak hanya sebagai penyimpan karbon, tetapi secara alami juga berfungsi sebagai penyerap karbon yang paling efisien di bumi sekaligus menjadi sumber emisi gas rumah kaca pada saat tidak dikelola dengan baik (Loloaen 2016).

Jumlah cadangan karbon antara lahan berbeda-beda, tergantung pada keanekaragaman dan kerapatan tumbuhan yang ada, jenis tanahnya serta cara pengelolaannya. Penyimpanan karbon pada suatu lahan menjadi lebih besar bila kondisi kesuburan tanahnya baik, karena biomassa pohon meningkat, atau dengan kata lain cadangan karbon di atas tanah (biomassa tanaman) ditentukan oleh besarnya cadangan karbon di dalam tanah (tanah organik tanah). Untuk itu pengukuran banyaknya karbon yang disimpan dalam setiap lahan perlu dilakukan (Loloaen, 2016).

Keberadaan RTH di kota sangat dibutuhkan warga. Di samping fungsinya sebagai areal perlindungan, RTH juga berfungsi sebagai sarana untuk menciptakan keberhasilan dan keindahan kota dari keberadaan vegetasi hijaunya, salah satu RTH yang ada di Kota Samarinda adalah taman kota. Taman kota adalah taman yang berada di lingkungan perkotaan dalam skala yang luas dan dapat mengantisipasi dampak-dampak yang ditimbulkan oleh perkembangan kota dan dapat dinikmati oleh seluruh warga kota. Vegetasi-vegetasi hijau yang ada di taman kota juga dapat berperan sebagai penyerap karbon, sehingga dapat menurunkan emisi karbon yang terjadi akibat dari perkembangan Kota Samarinda seperti semakin meningkatnya jumlah alat transportasi jalan kota sehingga konsumsi bahan bakar fosil semakin tinggi, pesatnya pembangunan kota sehingga semakin sedikitnya kawasan hutan dan tingginya jumlah penduduk Kota Samarinda yang menyebabkan masyarakat secara tidak sadar menyebabkan kondisi pemanasan global semakin bertambah parah. Sehingga keberadaan taman kota diharapkan dapat dijadikan alternatif untuk mengatasi permasalahan lingkungan yang sedang terjadi.

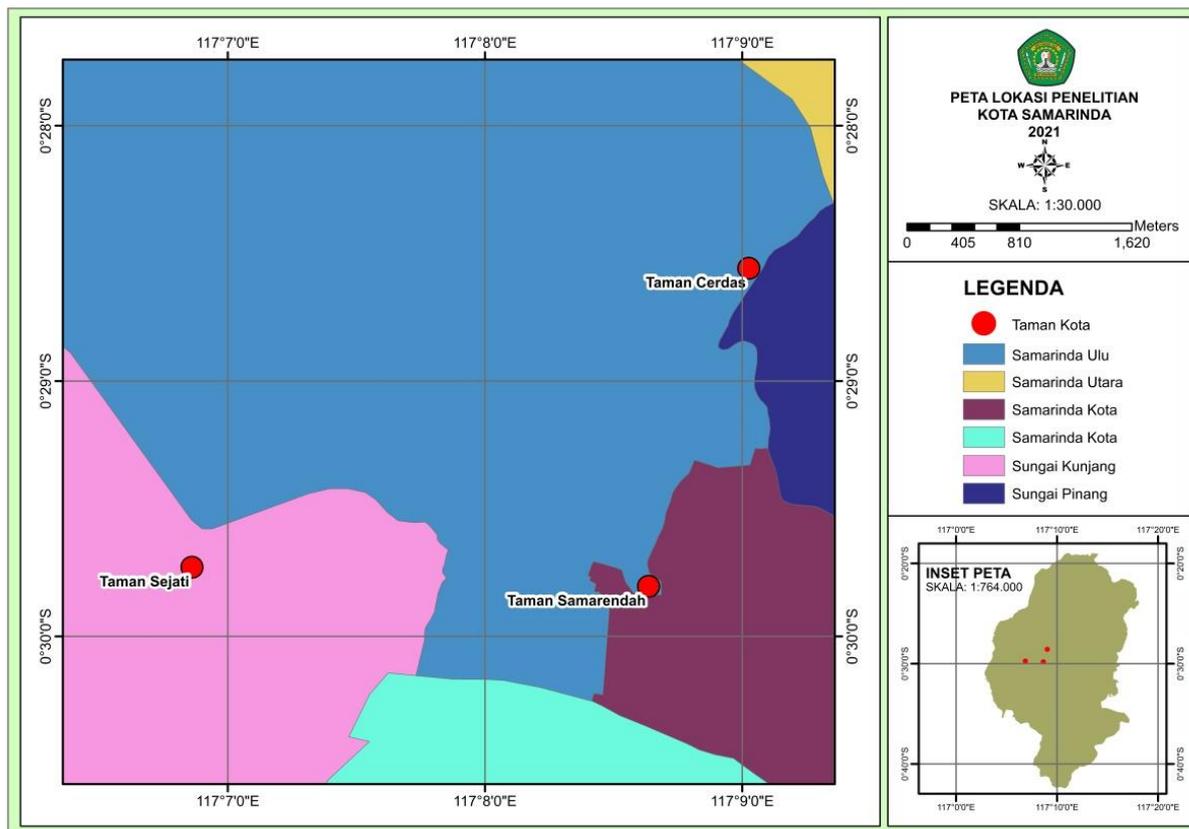
Berdasarkan hal tersebut penelitian ini dilakukan untuk mengetahui secara lebih mendalam tentang cadangan karbon yang ada di taman kota di Kota Samarinda. Penelitian ini diharapkan memberikan sumber akademis berupa referensi tentang cadangan/stok karbon yang ada di Taman Kota di Kota Samarinda, selain itu dapat memberikan informasi kepada pemerintah/dinas terkait dalam merumuskan kebijakan terkait pengelolaan ruang terbuka hijau di Kota Samarinda.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di 3 lokasi kawasan Taman Kota yang berada di Kota Samarinda yaitu,

Taman Cerdas, Taman Samarendah, dan Taman Sejati, dapat dilihat pada Lampiran 1. Waktu yang diperlukan dalam penelitian ini ± 6 bulan efektif meliputi studi pustaka dan literatur, pengumpulan data, observasi lapangan, dan analisis data, secara lebih rinci dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *Phi Band* untuk mengukur diameter tingkat pancang, tiang dan pohon, *Avenza Map* untuk survei lapangan, *clinometer* untuk mengukur tinggi pohon, *kompas* untuk menentukan arah tajuk, meteran 50 m untuk mengukur lokasi pengambilan data penelitian, *Tally Sheet* untuk pencatatan data, kamera sebagai alat dokumentasi selama proses pelaksanaan penelitian, patok sebagai penanda batas.

Prosedur Penelitian

a. Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan tahap awal dalam melakukan riset atau penelitian. Pada tahap ini, langkah yang dilakukan adalah mempelajari literatur-literatur yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Literatur tersebut diperoleh dari perpustakaan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, koleksi pribadi dosen Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, jurnal atau artikel yang berhubungan dengan penelitian.

b. Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan atau *pre survey* dilakukan untuk mengetahui kondisi dan lokasi penelitian, yaitu di 3 lokasi kawasan Taman Kota yang berada di Kota Samarinda yaitu Taman Cerdas, Taman Samarendah, dan Taman Sejati.

c. Pengambilan Data Penelitian

Sebelum melakukan penelitian, terlebih dahulu mengumpulkan data sekunder berupa informasi terkait lokasi penelitian. Informasi-informasi tersebut dapat diperoleh dari berbagai sumber internet serta instansi atau badan pemerintah terkait.

Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data primer, berupa hasil pengambilan data dan pengukuran langsung di lapangan di 3 lokasi kawasan Taman Kota yang berada di Kota Samarinda yaitu Taman Cerdas, Taman Samarendah, dan Taman Sejati. Langkah pertama adalah memberi tanda lokasi pengambilan data penelitian dengan patok yang telah disiapkan, setelah itu diukur dengan menggunakan meteran 50 meter. Langkah selanjutnya adalah mengukur diameter, tinggi pohon, lebar tajuk, dan mengidentifikasi jenis vegetasi, pengukuran diameter dilakukan pada semua jenis vegetasi dengan diameter minimal 5 cm dengan menggunakan *phi band*. Semua data dan hasil pengukuran kemudian dicatat di *tally sheet*.

d. Pengukuran Parameter Tegakan

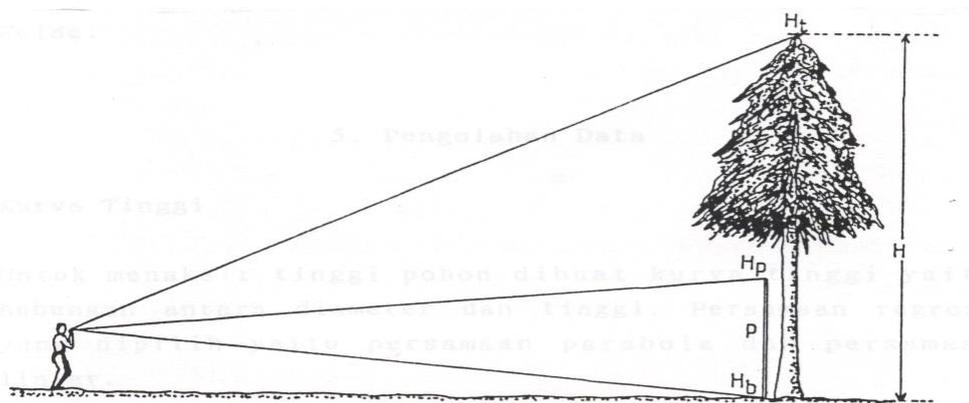
1) Pengukuran Tinggi Pohon

- Pada titik tertentu si pengukur membidik ke puncak pohon
- Bacalah skala alat dalam persen
- Bidik alat ke cabang paling bawah
- Bidik alat ke ujung tongkat
- Bidik alat ke pangkal pohon
- Tinggi pohon dan tinggi bebas cabang diperoleh dari persamaan

$$h = \frac{P_2 - P_0}{P_1 - P_0} \times P_t \qquad h = \frac{P_3 - P_0}{P_1 - P_0} \times P_t$$

dimana:

- p_3 = bacaan skala dalam persen pada cabang paling bawah
- p_2 = bacaan skala dalam persen pada puncak pohon
- p_1 = bacaan skala dalam persen pada ujung tongkat
- p_0 = bacaan skala dalam persen pada dasar pohon
- P_t = panjang tongkat (4 m)



Gambar 2. Pengukuran Tinggi Pohon

2) Pengukuran Biomassa di Atas Permukaan

a. Pengukuran Biomassa Pohon

Tahapan pengukuran biomassa pohon secara tidak langsung dilakukan sebagai berikut:

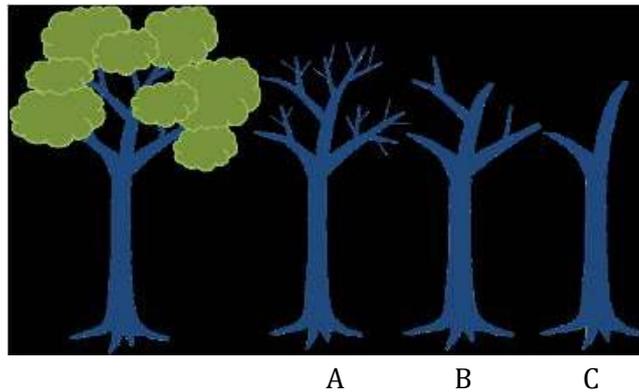
- 1) Mengidentifikasi nama jenis pohon
- 2) Mengukur diameter setinggi dada (DSD) menggunakan *Phi Band*
- 3) Mencatat data DSD dan nama jenis ke dalam *tally sheet*
- 4) Menghitung Biomassa dengan rumus allometrik

3) Pengukuran Biomassa Pohon Mati dan Kayu Mati

a. Pengukuran Biomassa Pohon Mati dengan Metode Allometrik

Tahapan pengukuran biomassa pohon mati dilakukan sebagai berikut:

- 1) Mengukur DSD pohon mati
- 2) Menentukan tingkat keutuhan pohon mati
- 3) Hitung biomassa pohon mati dengan persamaan allometrik seperti pohon hidup dikalikan faktor koreksi dari tingkat keutuhan pohon mati



Gambar 3. Tingkat Keutuhan Pohon Mati (Sumber: SNI 7724:2011)

Keterangan gambar:

- A: Pohon mati tanpa daun, tingkat keutuhan dengan faktor koreksi 0,9
B: Pohon mati tanpa daun dan ranting, tingkat keutuhan dengan faktor koreksi 0,8
C: Pohon mati tanpa daun, cabang, ranting, tingkat keutuhan dengan faktor koreksi 0,7

b. Pengukuran Biomassa Kayu Mati Berdasarkan Volume

Tahapan pengukuran biomassa kayu mati berdasarkan volume dilakukan sebagai berikut:

- 1) Mengukur diameter (pangkal dan ujung)
- 2) Mengukur panjang total kayu
- 3) Menghitung volume kayu mati (dapat dihitung menggunakan rumus Brereton) dikalikan dengan pelapukan kayu (%), di mana pelapukan kayu tersebut didapatkan dengan metode pengamatan empiris di lapangan
- 4) Menghitung dan mencari massa jenis kayu mati
- 5) Menghitung biomassa kayu mati

Analisis Data

a. Perhitungan Biomassa

1. Perhitungan Biomassa Atas Permukaan (Pohon)

Perhitungan atau pendugaan Biomassa Atas Permukaan (Pohon) berdasarkan jenis pohon menggunakan Persamaan Alometrik dari The Forest Trust Indonesia (2018), sebagai berikut:

- a) Sengon (Jabar) : $BBA = 0,1126 D^{2,3445}$
- b) *A. mangium* (Jabar) : $BBA = 0,199 D^{2,148}$
- c) Gmelina (Kaltim) : $BBA = 0,06 (d^2h)^{0,88}$
- d) *Swietenia macrophylla* (Jabar) : $\log BBA = -1,32 + 2,65 \log D$

- e) *Pinus Merkusi* (Jabar) : BBA = 0,0936D^{2,4323}
- f) HLKs, Campuran (Kaltim) BBA = 0,19999 D^{2,14}

2. Perhitungan Biomassa Pohon Mati Berdasarkan Persamaan Allometrik

Perhitungan atau pendugaan biomassa pohon mati menggunakan yang sama dengan pendugaan pohon hidup namun dikalikan faktor koreksi dari tingkat keutuhan pohon mati.

3. Perhitungan Biomassa Kayu Mati Berdasarkan Volume

- a) Perhitungan volume kayu mati (menggunakan rumus Brereton).

$$V_{km} = \left(0,25 \times \pi \left(\frac{d_p + d_u}{2 \times 100} \right)^2 \times p \right) \times \left(\frac{100 - n}{100} \right)$$

Dimana:

- V_{km} = Volume kayu mati, dinyatakan dalam m³
- D_p = Diameter pangkal kayu mati, dinyatakan dalam cm
- D_u = Diameter ujung kayu mati, dinyatakan dalam cm
- P = Panjang kayu mati, dinyatakan dalam m
- π = 3,141592645
- n = Persen pelapukan

- b) Perhitungan massa jenis kayu mati dapat dihitung dengan cara berikut ini:

$$MJ_{km} = \frac{\text{berat kering sampel kayu mati (kg)}}{\text{volume sampel kayu mati (m}^3\text{)}}$$

- c) Perhitungan biomassa kayu mati

$$B_{km} = V_{km} \times MJ_{km}$$

Dimana:

- B_{km} = Biomassa kayu mati, dinyatakan dalam kg
- V_{km} = Volume kayu mati, dinyatakan dalam m³
- MJ_{km} = Massa jenis kayu mati, dinyatakan dalam kg/m³

b. Perhitungan Cadangan Karbon

1. Penghitungan karbon dari Biomassa di atas Permukaan tanah

$$Cbap = B \times 0,47$$

2. Penghitungan Karbon Dari Biomassa Pohon Mati

$$Cpohon\ mati = Bo \times \%C\ Organik$$

3. Penghitungan Karbon Dari Biomassa Kayu Mati

$$Ckayu\ mati = Bo \times \% C\ Organik$$

Keterangan:

C_{bap} = Total kandungan karbon biomassa atas permukaan per hektar

C_{pohon mati plot} = Total kandungan karbon biomassa pohon mati per hektar dinyatakan dalam ton/ha

C_{kayu mati pada plot} = Total kandungan karbon biomassa kayu mati per hektar dinyatakan dalam ton/ha

B = Total Biomassa, dinyatakan dalam kg

Bo = Total biomassa/bahan organik, dinyatakan dalam kg

%C Organik = Nilai persentase kandungan karbon, sebesar 0,47 atau menggunakan nilai persen karbon yang diperoleh dari hasil pengukuran di laboratorium

0,47 = Nilai Konstanta IPCC 2006

c. Perhitungan Cadangan Karbon per Hektar

Perhitungan cadangan karbon per hektar dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C_n = \frac{C_x}{1000} \times \frac{10000}{L_{plot}}$$

Keterangan:

C_n = Kandungan karbon per hektar pada masing-masing taman dinyatakan dalam ton/ha

C_x = Karbon pada masing-masing taman dinyatakan dalam kg

L_{plot} = luas pada masing-masing taman dinyatakan dalam m²

d. Perhitungan Cadangan Karbon Total di Taman Kota

$$C_{plot} = C_{bap} + C_{pm} + C_{km}$$

Keterangan:

C_{bap} = Total kandungan karbon biomassa atas permukaan per hektar di Taman Kota, dinyatakan dalam ton/ha

C_{pohon mati} = Total kandungan karbon biomassa pohon mati per hektar di Taman Kota, dinyatakan dalam ton/ha

C_{kayu mati} = Total kandungan karbon biomassa kayu mati per hektar di Taman Kota, dinyatakan dalam ton/ha

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kota Samarinda sebagai ibu kota provinsi Kalimantan Timur mengalami pembangunan yang sangat pesat. Tantangan pembangunan di kota Samarinda bukan saja berkaitan dengan pemenuhan layanan dasar yang diharapkan dapat menjangkau seluruh lapisan masyarakat namun juga terkait dengan lingkungan hijau dalam hal ini seperti pembangunan taman kota. Samarinda memiliki beberapa taman kota, beberapa di antaranya adalah Taman Cerdas, Taman Samarendah, dan Taman Sejati.

a. Taman Cerdas

Secara administrasi taman cerdas terletak di Jl let. Jend Mayor Jendral S. Parman, Gn. Kelua, Kec. Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Taman Cerdas merupakan salah satu taman kota yang cukup populer di Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur yang berada di tengah-tengah perkotaan. Tidak hanya menjadi destinasi wisata, Taman Cerdas juga menjadi sarana hiburan, tempat belajar mengenal alam, dan hewan khas Samarinda, tempat bermain anak dan tempat yang menarik untuk diobservasi. Taman Cerdas ini dahulunya adalah semak belukar yang tidak terurus, kemudian dibangun taman dilahan seluas 0,5239 ha pada tahun 2012 dan di resmikan pada tahun 2014 yang diresmikan oleh Pak Syaharie Jaang.

b. Taman Samarendah

Taman Samarendah Secara administrasi terletak di jalan Bahyangkara kecamatan Samarinda kota. Taman Samarendah merupakan salah satu Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kota Samarinda yang beralamat di Jalan Bahyangkara, Kelurahan Bugis. Nama taman ini berasal dari penyebutan orang-orang terdahulu yang menyebut Samarinda menjadi Samarendah. Menurut versi Pemerintah Kota Samarinda, arti sebenarnya dari Samarendah adalah taman yang tampak samar-samar dari kejauhan tapi indah dipandang. Taman Samarendah dibangun di lahan seluas 2,5 hektar, khusus untuk taman sendiri berkisar 1,4 hektar. Pembangunan tahap pertama tahun 2014 dengan APBD Kota Samarinda menghabiskan dana Rp 14 miliar, kemudian pada tahun 2015 ditambah lagi Rp 9 miliar atau totalnya Rp 23 miliar. Taman ini dulunya merupakan sebagian Lapangan bola kinibalu, lokasi SMA Negeri 1

(SMAN 1), dan SMP Negeri 1 (SMPN 1) dan mulai di alih fungsikan pada bulan Juli Tahun 2014. (Dinas Cipta Karya dan Tata Kota Samarinda, 2019).

Pembangunan lanjutan dimulai pada tahun 2018, yaitu membangun menara lampu hias setinggi 34 m dengan luas dasar 18 m X 16 m ditambah hiasan patung kuda dan air mancur. Sedangkan proses finishing penataan lampu hias dan penanaman bunga-bunga dilakukan pada tahun 2019. Taman Samarendah menjadi salah satu pilihan warga Samarinda sebagai lokasi kegiatan hiburan maupun olahraga. Taman Samarendah memiliki berbagai fasilitas termasuk *Jogging track*, tempat duduk-duduk, taman bermain anak-anak, dan juga menyediakan berbagai alat-alat olahraga yang bisa digunakan oleh masyarakat (Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Samarinda, 2019).

c. Taman Sejati

Taman Sejati merupakan salah satu taman di Kecamatan Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia. Taman Sejati termasuk taman yang terletak tidak jauh dari pusat Kota Samarinda yang terletak di jalan MT Haryono Kel. Karang Anyar, Kec. Sungai Kunjang. Taman Sejati memiliki luas 35.000 m². Taman Sejati berbatasan dengan Kelurahan Air Putih di Sebelah Utara, Kelurahan Karang Asam Ilir di Sebelah Selatan, Kelurahan Karang Anyar di Sebelah Barat, Kelurahan Loa Bahu di Sebelah Timur.

Lahan seluas 35.000 m² yang dikelola oleh Pemerintah Kota Samarinda difungsikan sebagai Taman Kota yang menghabiskan anggaran sebesar Rp 15 miliar secara bertahap selama 2014 sampai 2015. Taman yang terletak di Jalan MT Haryono ini dulunya merupakan TPA (Tempat Pembuangan Akhir) dan mulai dialih fungsikan pada tahun 2014, tetapi baru diresmikan dan dibuka untuk umum pada tahun 2016. Pembangunan lanjutan, yaitu *finishing* dan penanaman bunga baru selesai pada tanggal 30 Agustus 2018 yang menghabiskan biaya sebesar Rp 199,108,00.00,- dari APBD Kota Samarinda 2018. Taman Sejati merupakan singkatan dari nama Bapak dan Ibu Walikota Samarinda yakni Syaharie Jaang dan Puji Setyowati (Dinas Perkim Kota Samarinda, 2018).

Komposisi Jenis dan Pengukuran Struktur Tegakan Taman Sejati

Berdasarkan Identifikasi jenis yang dilakukan secara langsung di tiga taman kota di peroleh 49 jenis dengan satu jenis tidak diketahui, seperti pada table (4.1), diperoleh bahwa jenis dominan yang ada ditiga taman kota yaitu jenis *Mimusops elengi* (Tanjung), *Polyathia Longifolia* (Glodokan), *Pterocarpus Indicus* (Angsana), *Calophyllum inophyllum* (Nyamplung). dengan rincian di Taman Cerdas didominasi jenis *Mimusops elengi* (Tanjung) dan *Polyathia Longifolia* (Glodokan), di Taman Samarendah didominasi jenis *Pterocarpus Indicus* (Angsana), di Taman Sejati didominasi jenis *Calophyllum inophyllum* (Nyamplung). Berdasarkan pada tabel 4.1 diperoleh 689 individu yang didominasi struktur tegakan berupa tiang dengan 265 individu.

Tabel 1. Jenis Vegetasi di 3 Taman Kota di Samarinda

No.	Jenis	No	Jenis
1	<i>Mimusops elengi</i>	26	<i>Leucaena leucocephala</i>
2	<i>Polyathia longifolia</i>	27	<i>Chinese photinia</i>
3	<i>Samanea saman</i>	28	<i>Manikara kauki</i>
4	<i>Terminalia catappa</i>	29	<i>Spathodea campanulata</i>
5	<i>Pterocarpus indicus</i>	30	<i>Pouteria campechiana</i>
6	<i>Erythrina crista-galli</i>	31	<i>Annona senegalensis</i>
7	<i>Switenia macrophylla</i>	32	<i>Adansonia digitata</i>
8	<i>Pinus mercurii</i>	33	<i>Manilkara zapota</i>
9	<i>Mangifera indica</i>	34	<i>Syzygium polyanthum</i>
10	<i>Calophyllum inophyllum</i>	35	<i>Acacia mangium</i>

No.	Jenis	No	Jenis
11	<i>Terminalia mantaly</i>	36	<i>Casuarinaceae</i>
12	<i>Psidium guajava</i>	37	<i>Senna siamea</i>
13	<i>Combretum indicum</i>	38	<i>Pericopsis mooniana</i>
14	<i>Cerbera manghas</i>	39	<i>Brachycton populneus</i>
15	<i>Ficus benjamina</i>	40	<i>Persea americana</i>
16	<i>Peterocarya fraxinifolia</i>	41	<i>Gliricidia sepium</i>
17	<i>Peronema canescens</i>	42	<i>Durio zibethinus</i>
18	<i>Toddalia asiatica</i>	43	<i>Trema orientalis</i>
19	<i>Filicium decipiens</i>	44	<i>Albizia chinensis</i>
20	<i>Goupia glabra</i>	45	<i>Hura crepitans</i>
21	<i>Alstonia scholaris</i>	46	<i>Artocarpus altilis</i>
22	<i>Brugmansia</i>	47	<i>Pachira aquatica</i>
23	<i>Gmelina arborea roxb</i>	48	<i>Prunus subg. cerasus</i>
24	<i>Tipuana tipu</i>	49	<i>Sp.</i>
25	<i>Fraxinus excelsior</i>		

Dari 49 jenis yang diperoleh terdapat beberapa jenis yang diketahui dapat menyerap polutan lebih baik dari jenis yang lain yaitu Mahoni. Didukung dalam Hindratmo dkk (2019) menyatakan bahwa, bintaro dan mahoni merupakan jenis pohon yang cocok ditanam di RTH dan lokasi sekitar pabrik atau kawasan perusahaan karena memiliki bentuk daun yang lebar. Bentuk dan permukaan daun merupakan kemampuan tanaman dalam menyerap Pb (Hendrasarie, 2007).

Memperhatikan Tabel 2 yang disusun berdasarkan pengukuran diameter dan tinggi di tiga lokasi penelitian, didapatkan ada empat tingkatan vegetasi.

Tabel 2. Struktur Vegetasi di 3 Taman Kota di Samarinda

Struktur	Diameter	Jumlah
Pancang	5 cm - <10 cm	164
Tiang	10 cm - 19 cm	265
Pohon Kecil	20 cm - 49 cm	230
Pohon Besar	≥50cm	30

Dari tabel di atas sebagian besar pohon terdiri dari tingkat tiang dan pohon kecil. Karena pohon pada taman ditanam hampir bersamaan dan umur pohon yang ditanam juga hampir sama, keberadaan taman juga belum terlalu lama maka dari itu tanaman yang dominan yaitu tingkat tiang. Ada 30 pohon berukuran besar dalam taman. Hal ini terjadi karena pohon besar tersebut sudah ada sebelum taman itu dibangun, atau pohon besar tersebut ada karena ditanam dari bibit cabutan yang kondisi bibitnya memang sudah berukuran besar.

Di tiga lokasi penelitian dilakukan pengukuran dimensi pohon yaitu tinggi, diameter, dan proyeksi tajuk. Hasil pengukuran di tiga lokasi tersebut dapat dilihat di Tabel 3. Pengukuran proyeksi tajuk pohon dilakukan dengan cara mengukur lebar tajuk di empat arah mata angin (tara-timur-selatan-barat) dengan titik lokasi pohon menjadi acuan (titik 0), nilai yang diperoleh kemudian diolah di dalam excel sehingga diperoleh nilai CPA/*Crown Proyection Area* atau disebut luas proyeksi tajuk seperti pada Tabel 3.

Nilai CPA dapat digunakan untuk menunjukkan tingkat tutupan tajuk dan juga tingkat persaingan antar pohon. Tingkat tutupan tajuk dinyatakan dalam bentuk rasio antara jumlah CPA dengan luas taman. Dalam kajian ini tingkat tutupan tajuk pada taman cerdas memiliki nilai CPA 153%, nilai ini

menunjukkan bahwa taman tersebut telah tertutup dengan tajuk pohon secara menyeluruh, pada taman Samarendah memiliki nilai CPA 49%, nilai ini menunjukkan bahwa pada taman tersebut hanya setengah dari luasan yang tertutup tajuk pohon, dan pada taman sejati nilai CPA 22%, nilai ini menunjukkan bahwa pada taman sejati masih banyak lahan yang tidak tertutup oleh tajuk pohon.

Berdasarkan pengamatan langsung di lapangan terdapat beberapa bentuk tajuk yaitu tajuk oval (tanjung, johar), tajuk bulat (kiara payung), tajuk memayung (dadap merah), tajuk kerucut (cemara, glodokan), tajuk menyebar bebas (angsana, akasia daun besar) tajuk persegi empat (mahoni) (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 05/PRT/M/2012).

Tabel 3. Parameter Pohon

Lokasi	Jumlah jenis	Jenis Dominan	Diameter Rataan (cm)	Tinggi Rataan (m)	CPA Total (m ²)	Tingkat tutupan tajuk (%)
Taman Cerdas	10	<i>Mimusops elengi</i> (Tanjung) dan <i>Polyathia longifolia</i> (Glodokan)	24,89	14,4	8025,47	153
Taman Samarendah	33	<i>Pterocarpus indicus</i> (Angsana)	17,08	5,51	6796,56	49
Taman Sejati	29	<i>Calophyllum inophyllum</i> (Nyamplung)	20,72	10,10	7717,74	22

Keterangan: CPA= *Crown Projection Area* (Luas Proyeksi Tajuk)

Taman Samarendah mempunyai jumlah jenis terbanyak dibandingkan Taman Cerdas dan Taman Sejati, dikarenakan tingginya jenis tanaman perdu yang ditanam di Taman Samrendah hal tersebut tentu dapat meningkatkan nilai estetika taman kota, di samping fungsi ekologi yang tentu akan semakin meningkat pula, karena tingginya jenis yang ditanam maka struktur yang terbentuk di taman kota akan semakin kompleks. Struktur suatu vegetasi tidak hanya dipengaruhi oleh hubungan antar spesies, tetapi juga oleh jumlah individu dari setiap spesies organisme yang menyebabkan kelimpahan relatif suatu spesies dan distribusi individu antar spesies dalam vegetasi. Kedua variabel ini dapat mempengaruhi fungsi suatu vegetasi, dan akhirnya dapat memberikan pengaruh pada keseimbangan sistem dan akhirnya akan berpengaruh pada stabilitas vegetasi (Soegianto, 1994 dalam Nugraha, 2011).

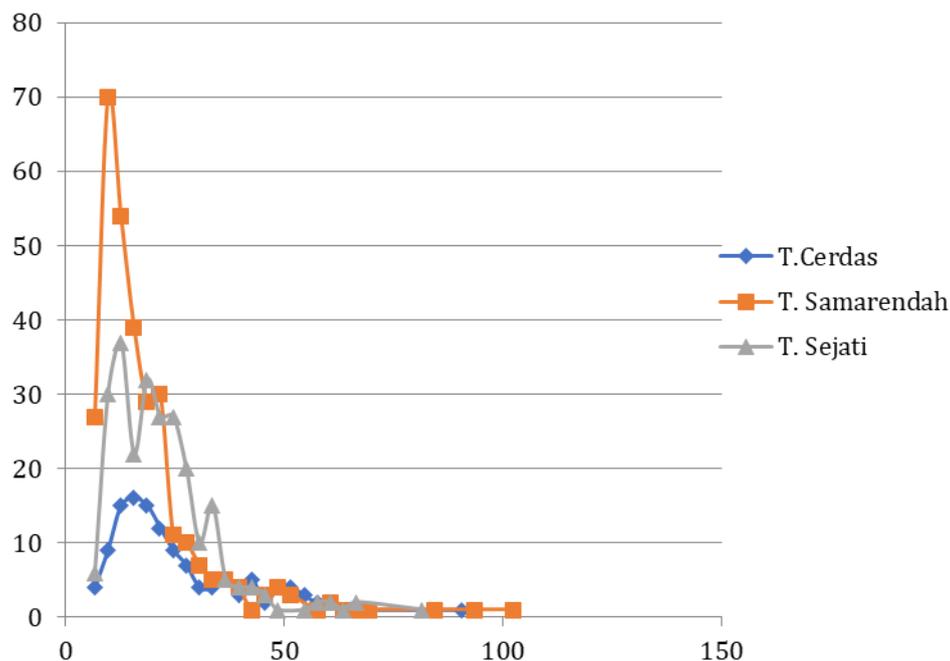
Taman Cerdas memiliki nilai tinggi rata-rata dan diameter rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan dua taman kota lainnya. Salah satu faktor yang mempengaruhi hal tersebut adalah Taman Cerdas telah dibangun lebih dulu daripada Taman Samarendah dan Taman Sejati. Dengan demikian umur tanaman diduga lebih tua. Faktor lain yang mungkin jadi penyebab adalah jenis-jenis yang ditanam merupakan jenis yang lebih cepat tumbuh dibanding jenis-jenis taman lainnya. Faktor lainnya ukuran bibit sewaktu ditanam sudah lebih besar. Selain faktor-faktor di atas, faktor lingkungan taman cerdas ini diperkirakan lebih baik dibanding kedua taman lainnya karena posisinya yang terletak di daerah limpasan sungai karang mumus. Taman kota yang memiliki pohon yang tinggi dan diameter yang besar tentu akan semakin meningkatkan manfaat dari keberadaan taman kota tersebut, terutama kemampuan dalam menetralkan karbon dioksida.

Distribusi Diameter

Diameter pohon adalah salah satu parameter yang sering dijadikan indikator untuk mengetahui struktur komunitas dan potensi kayu dari suatu tegakan. Pada komunitas vegetasi di hutan-hutan alam, diameter batang sering dianalisis lebih lanjut dalam bentuk basal area dan dominansi. Distribusi

diameter pohon merupakan salah satu faktor penting dalam manajemen hutan karena sering digunakan dalam menggambarkan struktur hutan, menentukan stabilitas dan keragaman hayati suatu hutan, dan mensimulasi model hasil dan pertumbuhan (Putranto, 2009).

Berdasarkan grafik 1 diketahui bahwa sebaran diameter yang ada di tiga taman kota memiliki bentuk distribusi normal yang menjulur ke kanan (unimodal), yang menunjukkan bahwa pohon-pohon yang ada sebagian besar berukuran kecil. Sedangkan pohon berukuran besar jumlahnya sedikit, hal itu dikarenakan pohon tersebut tidak ditebang dan telah ada sebelum taman kota dibangun.



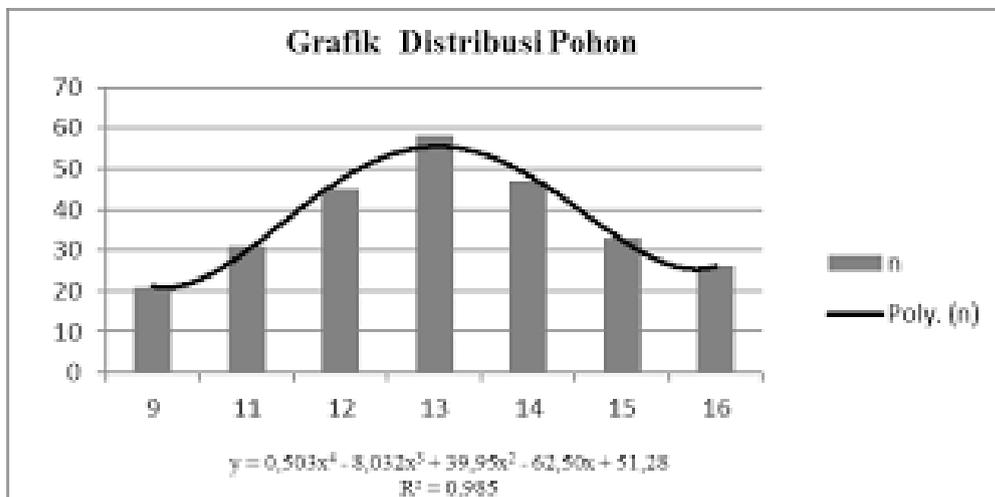
Gambar 3. Kurva Distribusi Diameter

Struktur tegakan adalah sebaran individu tumbuhan dalam lapisan tajuk dan dapat diartikan sebagai sebaran pohon per satuan luas dalam berbagai kelas diameternya (Samsuedin, 2010 dalam Heriyanto, 2019). Sebaran kelas diameter tingkat pohon di lokasi penelitian menunjukkan jumlah individu yang semakin bertambah dari kelas diameter kecil ke kelas diameter berikutnya dan menurun ke kelas diameter besar ≥ 50 cm. Ke tiga taman menunjukkan bentuk sebaran diameter yang mirip, hanya saja jumlah pohon kecilnya yang berbeda.

Ruang terbuka hijau yang telah ada di perkotaan dengan struktur tegakan tunggal dapat dikayakan dengan menambahkan struktur tambahan sehingga kemampuan dalam menyerap CO_2 semakin optimal. Optimalisasi ruang terbuka hijau ini dilakukan dengan menanam vegetasi dari jenis-jenis yang berbeda untuk menciptakan struktur berlapis. Komposisi struktur yang ada tinggal disesuaikan dengan penambahan jenis vegetasi baru yang sesuai dengan struktur yang belum ada (tanaman perdu, semak, atau pohon). Kondisi ini akan menyebabkan kualitas ruang terbuka hijau akan bertambah baik karena dengan pengaturan jenis dan komposisi tanaman yang ada dalam suatu lahan ruang terbuka hijau maka kemampuan tata hijau tersebut dalam menetralsir CO_2 juga semakin tinggi (Rijal, 2017).

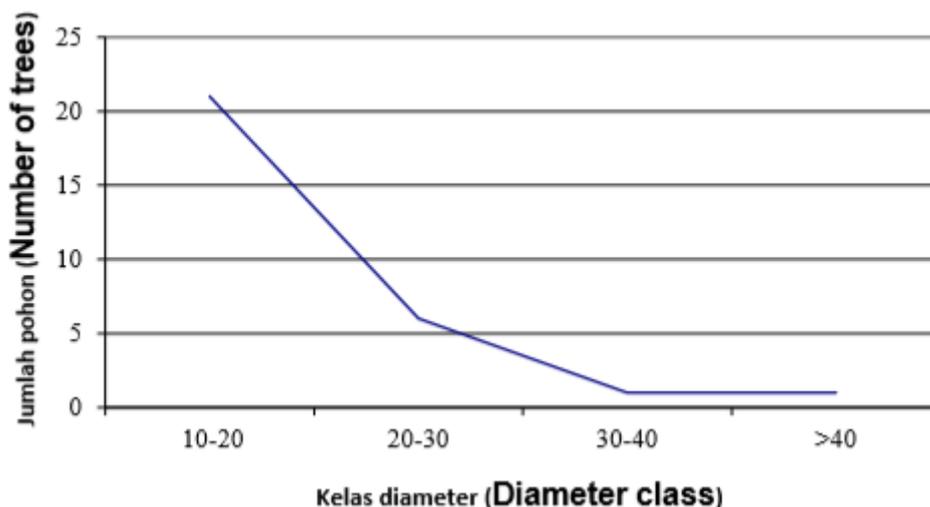
Hutan tanaman merupakan hutan seumur atau hutan yang terdiri atas pohon dengan umur dan ukuran yang relatif seragam. Pada suatu areal hutan tanaman, pada masa tebang yang diinginkan pohon-pohon pada areal tersebut memiliki diameter tertentu dengan jumlah yang tinggi (pohon-pohon memiliki diameter yang relatif seragam) hal tersebut dikarenakan pohon pada hutan tanaman memiliki umur yang sama, sehingga struktur tegakan hutan tanaman apabila digambarkan dalam bentuk kurva, maka akan berbentuk seperti lonceng.

Bentuk sebaran diameter dan tinggi tegakan seumur akan menyerupai lonceng telungkup, yaitu mendekati sebaran normal yang dapat miring ke arah diameter yang lebih kecil untuk jenis toleran dan diameter yang besar untuk jenis intoleran. Struktur tegakan hutan pada hutan tanaman merupakan sebaran jumlah pohon per hektar pada berbagai kelas umur. Bentuk sebaran ini akan menyerupai lonceng telungkup yaitu mendekati sebaran normal (Pamoengkas dan Maharani, 2018).



Gambar 4. Grafik Distribusi Hutan Tanaman

Sedangkan hutan alam merupakan hutan tidak seumur, artinya hutan alam terdiri dari pohon dengan umur dan ukuran yang berbeda-beda. Apabila struktur tegakan pada hutan alam digambarkan dalam bentuk kurva maka akan berbentuk seperti "J" terbalik. Hal ini dikarenakan pada satuan luas jumlah pohon dengan diameter kecil lebih banyak dari pohon dengan diameter besar atau banyaknya pohon persatuan luas makin menurun seiring dengan meningkatnya kelas diameter pohonnya. Diketahui pula pohon dengan diameter kecil memiliki kerapatan yang tinggi sedangkan semakin besar diameter pohon maka kerapatannya semakin rendah. Selanjutnya Smith (1962) dalam Abdurachman dkk (2009) menyatakan bahwa struktur suatu tegakan hutan sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan pohon penyusunnya, misalnya faktor biotik dan genetik yang dimiliki setiap spesies pohon serta faktor lingkungannya. Jumlah pohon pada setiap kelas diameter selalu berubah menurut waktu. Perubahan tersebut disebabkan oleh adanya kecepatan pertumbuhan diameter pohon dalam kelas diameter dan adanya variasi ruang tumbuh yang diperlukan dalam pertumbuhan pohon.



Gambar 5. Grafik Distribusi Diameter Hutan Alam

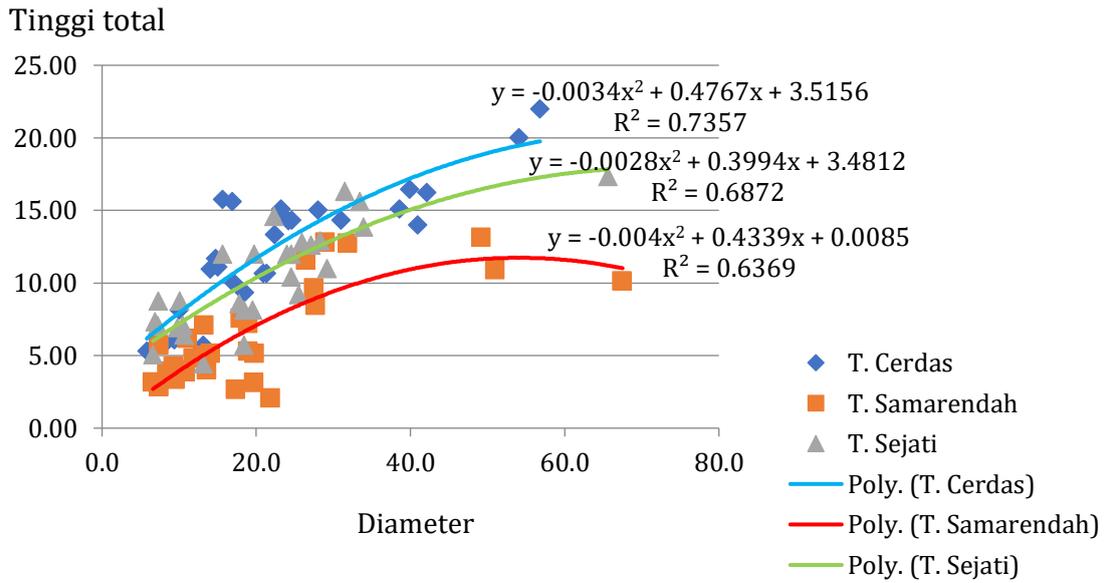
Distribusi diameter di taman-taman Kota Samarinda ini, pada umur yang lebih tua, jumlah pohon berdiameter kecil akan semakin sedikit. Dengan demikian, kelas diameter 5-10 cm akan hilang dan distribusinya berubah bentuk dari distribusi condong (*skewed distribution*) menjadi distribusi J-terbalik. Kelas-kelas diameter besar tidak banyak berubah, karena pertumbuhannya sudah mendekati stagnasi.

Berdasarkan kondisi ini, dapat dikatakan bahwa pada kondisi terkini distribusi diameter taman kota berada pada bentuk distribusi hutan tanaman yang sudah mendekati distribusi hutan alam. Dalam waktu-waktu mendatang, kalau tidak ada perlakuan lain, distribusi diameternya mendekati distribusi hutan alam tidak seumur.

Kurva Tinggi

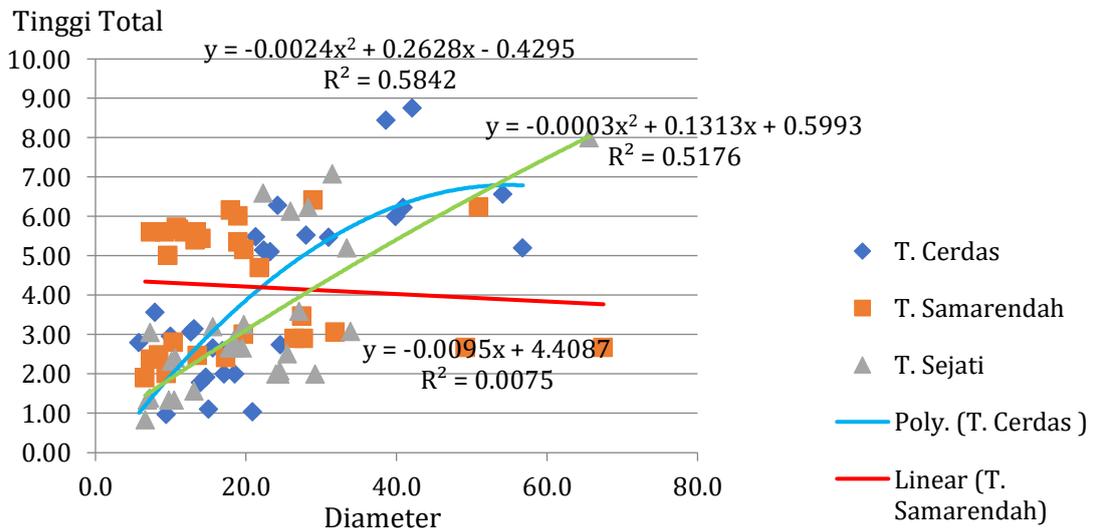
Kurva tinggi pohon merupakan kurva yang memberikan gambaran tentang hubungan antara diameter pohon dengan tinggi pohon. Hubungan antara diameter pohon dengan tinggi pohon dibentuk melalui pengukuran diameter pohon dan tinggi pohon dari sejumlah individu pohon yang dipilih. Dibentuknya kurva tinggi adalah untuk menaksir tinggi suatu pohon berdasarkan diameter pohon. Hal ini dilakukan karena dalam inventarisasi hutan, untuk menduga volume pohon dalam suatu tegakan hutan diperlukan pengukuran diameter dan atau tinggi tegakan.

Hubungan kedua jenis dimensi pohon tersebut dibentuk baik dengan menggunakan *free hand methods* maupun dengan cara *regression analysis*. Hubungan tersebut dapat berbentuk hubungan Linear atau dapat pula berbentuk hubungan *curvilinear*. Bentuk hubungan yang *curvilinear*, dalam analisisnya dilakukan dengan analisa regresi linier, yaitu dengan cara melakukan transformasi dari bentuk *kurvilinier* ke bentuk linier. Analisis regresi dapat dilakukan baik dengan *simple linear regression analysis* maupun dengan *multiple linear regression analysis*, tergantung banyaknya peubah (*variable*) penduga tinggi yang digunakan (Sutarahardja, 2008 dalam Panjaitan 2009).



Gambar 6. Kurva Tinggi Total

Dari gambar di atas terlihat bahwa posisi kurva tinggi total tertinggi adalah kurva tinggi di taman cerdas diikuti oleh taman sejati dan kurva tinggi terendah terdapat pada taman samarendah. Faktor dari tingginya nilai kurva tinggi di taman cerdas di perkiraan karena umur tanaman yang lebih tua di antara dua taman lainnya. Faktor lain yang mungkin jadi penyebab adalah jenis-jenis yang ditanam merupakan jenis yang lebih cepat tumbuh dibanding jenis-jenis ditanaman lainnya. Faktor lainnya ukuran bibit sewaktu ditanam sudah lebih besar. Selain faktor-faktor di atas, faktor lingkungan taman cerdas ini diperkirakan lebih baik dibanding kedua taman lainnya karena posisinya yang terletak di daerah limpasan sungai karang mumus.



Gambar 7. Kurva Tinggi Bebas Cabang

Dari Gambar di atas terlihat bahwa posisi kurva tinggi bebas cabang tertinggi adalah kurva tinggi bebas cabang di taman cerdas diikuti oleh taman sejati dan kurva tinggi bebas cabang terendah terdapat pada taman samarendah. Faktor dari tingginya nilai kurva tinggi bebas cabang di taman cerdas diperkirakan karena umur tanaman yang lebih tua di antara dua taman lainnya. Faktor lainnya ukuran

bibit sewaktu ditanam sudah lebih besar. Faktor lain yang mungkin jadi penyebab adalah jenis-jenis yang ditanam merupakan jenis yang lebih cepat tumbuh dibanding jenis-jenis tanaman lainnya. Selain faktor-faktor di atas faktor lingkungan taman cerdas ini diperkirakan lebih baik dibanding kedua taman lainnya karena posisinya yang terletak di daerah limpasan sungai karang mumus. Oleh karena itu, untuk mendukung pembangunan taman cerdas dan sejati perlu dilakukan pemangkasan pohon muda untuk meningkatkan tinggi bebas cabang pohon yg telah tumbuh. Karena syarat pohon peneduh, tinggi bebas cabang harus lebih besar dari 2 m.

Biomassa dan Karbon Taman Kota

Keberadaan RTH di kota sangat dibutuhkan warga. Di samping fungsinya sebagai areal perlindungan, RTH juga berfungsi sebagai sarana untuk menciptakan keberhasilan dan keindahan kota dari keberadaan vegetasi hijaunya, salah satu RTH yang ada di Kota Samarinda adalah taman kota. Taman kota adalah taman yang berada di lingkungan perkotaan dalam skala yang luas dan dapat mengantisipasi dampak-dampak yang ditimbulkan oleh perkembangan kota dan dapat dinikmati oleh seluruh warga kota. Vegetasi-vegetasi hijau yang ada di taman kota juga dapat berperan sebagai penyerap karbon, sehingga dapat menurunkan emisi karbon yang terjadi akibat dari perkembangan Kota Samarinda.

Di kota Samarinda terdapat beberapa taman kota yaitu Taman Cerdas, Taman Samarendah dan Taman Sejati. Taman Cerdas merupakan taman kota yang dibangun sejak tahun 2012 hingga 2013 dan diresmikan pada tahun 2014 dengan luasan taman 0,5236 ha Taman samarendah merupakan taman kota dengan luas taman 1,4 ha yang progres pembangunannya sudah dimulai sejak tahun 2014 dan selesai sekitar tahun 2019, namun sampai saat ini masih terus dilakukan pembangunan dan perbaikan, sedangkan Taman sejati adalah taman kota yang dibangun pada tahun 2014 dan diresmikan serta dibuka untuk masyarakat umum mulai tahun 2016 dengan luas 3,5 ha.

Pada penelitian ini sebelum dilakukan pengolahan data telah dilakukan pengukuran dimensi pohon berupa diameter, tinggi, dan lebar tajuk pohon, pengukuran ini dilakukan di Taman Cerdas, Taman Samarendah, dan Taman sejati secara berturut-turut. Setelah dilakukan pengukuran data dimensi pohon yang telah diperoleh, diolah menggunakan *microsoft excel* untuk mengetahui besaran biomassa dan kandungan karbon secara berturut-turut dengan persamaan alometri yang diperoleh dari *The Forest Trust Indonesia Tahun 2018* dan nilai Pengali 0,47 yang didapat dari IPCC 2006. Ringkasan dari hasil pengukuran ini adalah sebagai berikut.

Tabel 4. Biomassa dan Karbon

No	Nama Taman	Luas (ha)	Umur (thn)	Biomassa (ton/ha)	Stok Karbon (ton)	Cadangan karbon (ton/ha)	Serapan (ton/ha/tahun)
1	Taman Cerdas	0,5236	9	43,92	20,64	39,42	2,29
2	Taman Samarendah	1,4	7	48,96	23,01	16,44	3,29
3	Taman Sejati	3,5	7	46,39	21,80	10,38	3,11

Dari Tabel di atas diketahui di lokasi Taman Cerdas memiliki biomassa 43,92 ton/ha dan cadangan karbon 39,42 ton/ha dengan serapan karbon sebesar 2,29 ton/ha/tahun, di Taman Samarendah memiliki biomassa 48,96 ton/ha dan cadangan karbon 16,44 ton/ha dengan serapan karbon sebesar 3,29 ton/ha/tahun dan pada Taman Sejati memiliki biomassa 46,39 ton/ha dan cadangan karbon 10,38 ton/ha dengan serapan karbon 3,11 ton/ha/tahun. Dengan nilai karbon tertinggi pada taman samarendah, Faktor tingginya nilai karbon di taman samarendah yaitu banyaknya jumlah vegetasi

yang berada pada taman, faktor lain yang mungkin jadi penyebab adalah jenis-jenis yang ditanam merupakan jenis yang cepat tumbuh. Pernyataan ini sesuai dengan Pernyataan (Tuah Nasib dkk., 2017), tinggi rendahnya cadangan biomassa pada suatu lokasi atau plot terkait dengan kerapatan vegetasi dari plot tersebut dan semakin besar diameter pohon dan umur pohon juga turut meningkatkan biomassa dan cadangan karbon di lokasi tersebut. Berdasarkan persamaan allometrik tersebut bahwa biomassa yang tersimpan dipengaruhi oleh faktor diameter, vegetasi, dan berat jenisnya.

Berdasarkan Buku Kegiatan Serapan dan Emisi Karbon yang ditulis Anna Tosiani Tahun 2015, diketahui rata-rata cadangan karbon dari tiga taman kota di Samarinda memiliki nilai yang mendekati nilai cadangan karbon pada kelas tutupan lahan semak/belukar. Berdasarkan Talakua (2019), hutan belukar adalah tanah yang sebagian besar ditumbuhi semak-semak dengan diameter batang yang kecil. Dapat berupa tanah bekas ladang, atau semak-semak itu merupakan tanaman sisa dari hutan yang lebih lebat dan pohon-pohon berdiameter besar telah ditebang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldyan F. 2017. Kajian Tutupan Lahan Berbasis Obyek Menggunakan Data Uav Trimble Ux5 (Wilayah Studi: Desa Pagak, Kab. Purworejo Jawa Tengah). Kajian Tutupan Lahan Berbasis Obyek Menggunakan Data UAV Trimble UX5. p: 517-524.
- Anonim. 2018. Persamaan Alometrik Karbon. The Forest Trust Indonesia.
- Arianti I. 2010. Ruang Terbuka Hijau. Ruang Terbuka Hijau. p: 1-7.
- Balitbang. 2010. Cadangan Karbon Pada Berbagai Tipe Hutan Dan Jenis Tanaman di Indonesia. Bogor. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan.
- Pamoengkas P, Maharani PL. 2018. Manajemen Tempat Tumbuh Pada Tanaman *Eucalyptus pellita* Di PT. Perawang Sukses Perkasa Industri, Distrik Lipat Kain, Riau. Jurnal Silvikultur Tropika, 09(02): 79-84.
- Diana AR. 2008. Kajian Perubahan Penutupan Lahan di Kawasan Pesisir Kabupaten Aceh Utara. Skripsi Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Dinas Cipta Karya dan Tata Kota Samarinda. 2019. Samarinda
- Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Samarinda. 2019. Samarinda.
- Dinas PERKIM Kota Samarinda 2018.
- Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan. 2012. Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional: Buku II Volume 3 – Pertanian, Kehutanan dan Penggunaan Lahan Lainnya.
- Dwiprabowo H. 2014. Dinamika Tutupan Lahan: Pengaruh Faktor Sosial Ekonomi. PT Kanisius. Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Hadad I. 2010. Perubahan Iklim & Tantangan Peradaban. Vol. 29, No 2. Prisma. Jakarta.
- Hairiah K, Rahayu S. 2007. Pengukuran 'karbon tersimpan' di berbagai macam penggunaan lahan. Bogor. World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Unibraw, Indonesia.
- Hastanto S. 2013. Pemanfaatan Hutan Kota Sebagai Bentuk Ruang Terbuka Hijau Dalam Mendukung Fungsi Perlindungan Lingkungan. Jurnal Ruang Terbuka Hijau, 1(1): 3-15.
- Hendrasarie N. 2007. Kajian Efektifitas Tanaman Dalam Menjerap Kandungan Pb Di Udara. Jurnal Rekayasa Perencanaan, 3(2): 1-13.
- Hindratmo B, Junaidi E, Masitoh S, Fauzi R. 2019. Kemampuan 11 (Sebelas) Jenis Tanaman dalam Menyerap Logam Berat Timbel (Pb). Ecolab, 13(1): 29-37.
- Kementerian Lingkungan Hidup, 2012. Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Jakarta. Kementerian Lingkungan Hidup.
- Lillesand TM, Kiefer RW. 1994. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Gadjah Madah University

Press. Yogyakarta.

- Lololaen C. 2016, Pendugaan Cadangan Karbon Menggunakan Metode Standard Indonesia Pada Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawaraman. [Skripsi]. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Manafe G. 2016. Estimasi Biomassa Permukaan dan Stok Karbon Pada Tegakan Pohon *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* di Perairan Pesisir Oebelo Kabupaten Kupang. *Jurnal Bumi Lestari*, 16(2): 163-173.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 05/Prt/M/2012 Tentang Pedoman Penanaman Pohon Pada Sistem Jaringan Jalan.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2011 Tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca.
- Prasetyo A. 2005. Pendugaan Perubahan Cadangan Karbon di Tambling Wildlife Nature Conservation Taman Nasional Bukit Barisan Selatan. *Media Konservasi*, 16(2): 87-91.
- Putranto B. 2009. Model Distribusi Diameter Lima Jenis Pohon Pada Hutan Tropika Basah Di Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat. *Jurnal Perennial*, 6(1): 44-52.
- Rahmadi M. 2017. Survei Kenyamanan Dan Keamanan Ruang Terbuka Hijau (Rth) Publik Di Kota Samarinda. *Jurnal Ruang Terbuka Hijau (Rth) Publik Di Kota Samarinda*. Vol. 14 No. 1 (2017). p: 113- 125.
- Rijal S. 2017. Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau di Kota Makassar Tahun 2017. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, III(1): 001-110.
- Sampurno RM, Thoriq A. 2016. Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) di Kabupaten Sumedang. *Jurnal Teknotan*, 10(2): 61-70.
- Samsudin dalam Heriyanto NM. 2019. Struktur Tegakan Dan Stok Karbon Di Ruang Terbuka Hijau Pt Toyota Motor Manufacturing Di Sunter Dan Karawang. *Jurnal Buletin Kebun Raya*, 22(2): 59– 66.
- Sasmitha R. 2011. Analisa Perubahan Tutupan Lahan di Waduk Riam Kanan dan Sekitarnya Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan data citra Landsat. *Jurnal Fisika FLUX*, 8(2): 135-142.
- Sitanggang A. 2016. Perilaku Menyimpang Remaja Dalam Memanfaatkan Ruang Terbuka Hijau (Studi Kasus Taman Kota Tepian Mahakam Samarinda). *Jurnal Pembangunan Sosial*, 4(4): 1-15.
- Smith 1962 dalam Abdurachman dkk. 2009. Potensi Dan Riap Diameter Jenis *Aquilaria malaccensis* Lamk Di Hutan Alam Produksi Labanan, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. *Jurnal penelitian hutan dan konservasi alam*, VI(1): 1-11.
- Soegianto dalam Nugraha Y. 2011. Potensi Karbon Tersimpan Di Taman Kota 1 Bumi Serpong Damai (BSD), Serpong, Tangerang Selatan, Banten. Skripsi Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Sutarahardja 2008 dalam Panjaitan PH. 2009. Penyusunan Kurva Tinggi Pohon Dalam Rangka Pelaksanaan Ihmb Di Iuphkh-Ha PT. Ratah Timber Kalimantan Timur. Skripsi Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Talakua SM. 2019. Identifikasi Degradasi Tanah dan Pengaruh Faktor Penggunaan Lahan Terhadap Degradasi Tanah Pada Semak Belukar dan Hutan Sekunder di Kecamatan Kariatu Kabupaten Seram Bagian Barat Provinsi Maluku. *Jurnal Budaya Pertanian*, 12(2): 101-107.
- Tuah N, Sulaeman R, Yoza D. 2017. Penghitungan Biomassa Dan Karbon di Atas Permukaan Tanah Di Hutan Larangan Adat Rumbio Kab Kampar. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau*, 4(1): 1-10.
- Yuniawati. 2014. Potensi Karbon Pada Limbah Pemanena Kayu *Acacia crassicarpa* (Carbon Potential of Waste Timber Harvesting *Acacia crassicarpa*). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 12(1): 21-31.



Akreditasi
Universitas Mulawarman

Nomor: 1464/SK/BAN-PT/Akred/PTN/2017 Tgl 23 Mei 2017

A



ISBN 978-623-5262-03-1



9 786235 262031

 fahatan.unmul.ac.id

 Civitas Akademika Fahutan Unmul

 Fahutan_unmul

 sekretariat@fahatan.unmul.ac.id