

# TROPICAL STUDIES

---

**Potensi dan Permasalahan  
di Hutan Tropika Lembap  
dan Lingkungannya**

**Editor**

Swandari Paramita

Anton Rahmadi

# TROPICAL STUDIES

---

Potensi dan Permasalahan  
di Hutan Tropika Lembap dan Lingkungannya



# TROPICAL STUDIES

---

## Potensi dan Permasalahan di Hutan Tropika Lembap dan Lingkungannya

### Editor

Swandari Paramita  
Anton Rahmadi



**Penerbit IPB Press**  
Jalan Taman Kencana No. 3,  
Kota Bogor - Indonesia

C.01/03.2020

**Judul Buku:**

Tropical Studies

Potensi dan Permasalahan di Hutan Tropika Lembap dan Lingkungannya Komunikasi

**Editor:**

Swandari Paramita

Anton Rahmadi

**Penyunting Bahasa:**

Ahmad Syahrul Fachri

**Desain Sampul & Penata Isi:**

Army Trihandi Putra

**Jumlah Halaman:**

144 + 16 halaman romawi

**Edisi/Cetakan:**

Cetakan 1, Maret 2020

**PT Penerbit IPB Press**

Anggota IKAPI

Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: penerbit.ipbpress@gmail.com

www.ipbpress.com

ISBN: 978-623-256-064-2

Dicetak oleh Percetakan IPB, Bogor - Indonesia

Isi di Luar Tanggung Jawab Percetakan

© 2020, HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku  
tanpa izin tertulis dari penerbit

# Kata Pengantar

---

Indonesia merupakan negara yang memiliki hutan tropika lembap terbesar kedua di dunia, kaya dengan keanekaragaman hayati terutama tumbuhan dan dikenal sebagai salah satu dari 7 (tujuh) negara megabiodiversitas di dunia. Distribusi tumbuhan tingkat tinggi yang terdapat di hutan tropika lembap Indonesia adalah lebih dari 12% (30.000 jenis) dari yang terdapat di muka bumi (250.000 jenis). Di dalam biodiversitas yang besar tersebut tersimpan potensi besar pula yang dapat digali dan dimanfaatkan lebih lanjut. Selain menyimpan potensi pemanfaatan, hutan tropika lembap dan lingkungannya juga menyimpan potensi permasalahan. Buku ini diharapkan menjadi langkah awal dalam tulisan selanjutnya mengenai hutan tropika lembap dan lingkungannya. Terdapat 10 *chapter* dalam buku ini yang membahas tentang potensi dan permasalahan di hutan tropika lembap dan lingkungannya.

Pusat Unggulan Ipteks Perguruan Tinggi Obat dan Kosmetik dari Hutan Tropika Lembap dan Lingkungannya (PUI-PT OKTAL UNMUL) merupakan salah satu Pusat Unggulan Ipteks di Indonesia yang mendukung Universitas Mulawarman sebagai Pusat Unggulan Studi Tropis atau *Center of Excellence for Tropical Studies*. Beberapa *chapter* dalam buku ini membahas tentang potensi tumbuhan yang berasal dari hutan tropika lembap dan lingkungannya. Hal ini merupakan fokus penelitian dan pengembangan produk yang selama ini menjadi *roadmap* riset PUI-PT OKTAL UNMUL. Namun demikian terdapat beberapa *chapter* yang juga membahas permasalahan di hutan tropika lembap, seperti masalah kesehatan dan literasi tentang lingkungan. Hal-hal tersebut juga masih terkait dengan visi dan misi Universitas Mulawarman sebagai Pusat Unggulan Studi Tropis.

*Book chapter* ini tidak akan terwujud tanpa kerja keras para penulisnya. Untuk itu kami sampaikan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada para Dosen Universitas Mulawarman yang telah meluangkan waktu dalam menyelesaikan tulisannya untuk *book chapter* kali ini. Kedepan diharapkan segera terbit volume berikutnya. Kami masih bersemangat menunggu tulisan rekan-rekan dosen untuk dapat berpartisipasi dalam penerbitan selanjutnya. Terima kasih.

Samarinda, November 2019

Ketua PUI-PT OKTAL UNMUL

Dr. dr. Swandari Paramita, M.Kes



# Daftar Isi

---

Kata Pengantar.....	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel .....	xiii
Daftar Gambar.....	xv
Potensi Implementasi Kupu-kupu sebagai Bioindikator Perubahan Tipe Habitat.....	1
Pendahuluan .....	1
Bioindikator .....	2
Biodiversitas Kupu-kupu.....	2
Komunitas Indikator.....	3
Spesies Indikator .....	8
<i>Lexias dirtea</i> Fabricius, 1793 .....	9
<i>Ragadia makuta</i> Horsfield, 1829 .....	10
<i>Koruthaialos rubecula</i> Plötz, 1882.....	10
<i>Erites elegans</i> Butler, 1868 .....	10
<i>Mycalesis orseis</i> Hewitson, 1864.....	11
<i>Mycalesis anapita</i> Moore, 1858.....	11
<i>Idea hypermnestra</i> Westwood, 1848.....	11
<i>Faunis stomphax</i> Westwood, 1858.....	12
<i>Abisara kausambi</i> Felder & Felder, 1860 .....	12
<i>Zemeros emesoides</i> Felder & Felder, 1860.....	12
<i>Jamides zebra</i> Druce, 1895 .....	13
<i>Neptis hylas</i> Linnaeus, 1758.....	13
<i>Taractrocera ardonia</i> Hewitson, 1868.....	13
<i>Ypthima pandocus</i> Moore, 1858 .....	14



<i>Euchrysops cnejus</i> Fabricius, 1798 .....	14
<i>Hypolimnas bolina</i> Linnaeus, 1758 .....	14
<i>Parantica agleooides</i> Felder & Felder, 1860 .....	15
Penutup .....	15
Daftar Pustaka .....	16
<b><i>Positive Deviance: Rekayasa Sosial Pengendalian Malaria pada Ibu Hamil</i></b>	
<b>Berbasis Kearifan Lokal Kalimantan Timur .....</b>	<b>21</b>
Pendahuluan .....	21
Pendekatan Penelitian .....	23
Pembahasan .....	25
Daftar Pustaka .....	35
<b>Ekstrak Umbi Sarang Semut (<i>Myrmecodia pendens</i>) sebagai Bioreduktor Sintesis</b>	
<b>Nanopartikel Perak dan Potensinya sebagai Antimikrobia Patogen Ikan .....</b>	<b>39</b>
Sekelumit nanopartikel .....	39
Nanopartikel perak .....	40
Sintesis hijau Nanopartikel .....	41
Umbi Sarang semut .....	42
Umbi .....	44
Mengapa sarang semut? .....	45
Biosintesis nanosilver .....	45
Karakterisasi nanosilver .....	46
UV VIS- <i>Spectroscopy analysis</i> .....	46
<i>SEM and TEM Imaging</i> .....	48
<i>XRD Analysis</i> .....	48
<i>FTIR Spectral Analysis</i> .....	49
Antimikrobia patogen ikan .....	49
Daftar Pustaka .....	52

<b>Potensi Bawang Tiwai (<i>Eleutherine bulbosa</i> (Mill.) Urb.) sebagai Komponen Antibakteri Berbahan Dasar Alam untuk Kosmetika .....</b>	<b>55</b>
Pendahuluan .....	55
Profil Simplisia <i>E. bulbosa</i> .....	56
Kromatografi Lapis Tipis (KLT) .....	58
Bioautografi KLT .....	61
Pengukuran Kadar Hambat Minimal (KHM) .....	63
Potensi Bawang Tiwai sebagai Antibakteri Berbahan Dasar Alam .....	65
Kesimpulan .....	66
Ucapan Terima Kasih .....	67
Daftar Pustaka .....	67
<b>Tinjauan Teknologi dan Komersialisasi Produk Pangan Berbasis Beta Karoten .....</b>	<b>71</b>
Vitamin A .....	71
Karotenoid sebagai pro-vitamin A .....	71
Sintesis karoten pada tumbuhan .....	72
Sumber Vitamin A .....	73
Intervensi Vitamin A .....	74
Bioaksesibilitas dan Bioavailabilitas .....	76
Toksitas dan Efikasi .....	77
Peran molekuler senyawa turunan $\beta$ -karoten .....	80
Survei Pasar tentang produk emulsi berbasis beta-karoten dan alfa-tokoferol .....	82
Potensi pasar dan segmen pasar yang dituju produk emulsi berbasis beta-karoten dan alfa-tokoferol .....	82
Daftar Pustaka .....	83
<b>Literasi Lingkungan Hutan Tropis dan Kearifan Lokal .....</b>	<b>85</b>
Isu-isu Lingkungan sebagai Dampak Eksploitasi Sumberdaya Alam dan Budaya Masyarakat .....	85
Literasi tentang Eksploitasi Sumberdaya Alam terhadap Kualitas Lingkungan .....	87
Budaya dan Kearifan Lokal Masyarakat Hutan Hujan Tropis. ....	88

Nilai Budaya .....	88
Proses Sosial .....	89
Proses Asosiatif (Kerjasama) .....	89
Proses Assimilasi .....	90
Proses Disasosiatif (Konflik Sosial).....	90
Perubahan Sosial .....	90
Paradigma Tata Kelola Lingkungan Hidup .....	91
Mengatur dan mengembangkan kebijaksanaan dalam rangka pengelolaan lingkungan hidup. ....	92
Mengendalikan kegiatan yang mempunyai dampak sosial. ....	92
Daftar Pustaka .....	93
<b>Identifikasi Penggunaan Obat Bahan Alam Sebagai Terapi Komplementer pada Pasien Myalgia di Puskesmas .....</b>	<b>95</b>
Pendahuluan.....	95
Pembahasan .....	97
Pola Penggunaan Obat Bahan Alam.....	98
Obat Bahan Alam Sebagai Terapi Komplementer Myalgia .....	99
Kunyit ( <i>Curcuma domestica</i> ) .....	100
Binahong ( <i>Anredera cordifolia</i> ) .....	100
Sirsak ( <i>Annona muricata</i> ) .....	100
Jahe ( <i>Zingiber officinale</i> ) .....	101
Sambiloto ( <i>Andrographis paniculata</i> ) .....	101
Daun Jambu ( <i>Psidium guajava</i> ).....	101
Kencur ( <i>Kaempferia galanga</i> ).....	101
Belimbing wuluh ( <i>Averrhoa bilimbi</i> ) .....	102
Kesimpulan.....	102
Ucapan Terima Kasih .....	102
Daftar Pustaka .....	102

<b>Kejadian Malaria pada Pekerja Perambah Hutan di Kabupaten Penajam Pasir Utara tahun 2018 .....</b>	<b>105</b>
Pendahuluan .....	105
Bahan dan Metode.....	106
Hasil Pengamatan .....	107
Pembahasan .....	110
Kontribusi Penulis .....	115
Ucapan terimakasih .....	115
Daftar Pustaka .....	115
<b>Potensi Jamur Endofit Cabai terhadap Ketahanan Tanaman dan sebagai Pengendali Hama.....</b>	<b>117</b>
Pendahuluan .....	117
Pembahasan .....	118
Ciri Mikroskopis dan Makroskopis Jamur Endofit.....	119
Eksistensi Jamur Endofit terhadap Ketahanan Tanaman.....	119
Potensi Jamur Endofit sebagai Entomopatogen.....	121
Penelitian Jamur Endofit yang Pernah Dilakukan.....	123
Kesimpulan.....	123
Ucapan Terima Kasih .....	123
Daftar Pustaka .....	124
<b>Prospek Pemanfaatan Biji Ketapang (<i>Terminalia catappa</i> Linn.) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel.....</b>	<b>127</b>
Pendahuluan .....	127
Pengelompokan Jumlah Pohon Berdasarkan Elevasi .....	129
Pertumbuhan Ketapang di Kalimantan Timur dan Karakteristiknya.....	130
Produksi Buah Ketapang.....	132
Ekstraksi Minyak Biji Ketapang .....	136
Kesimpulan.....	138

Ucapan Terima Kasih .....	139
Daftar Pustaka .....	139
<b>Daftar Kontributor .....</b>	<b>143</b>

# Daftar Tabel

---

<b>Tabel 1</b>	Biodiversitas jumlah jenis kupu-kupu dunia, Kalimantan dan Kalimantan Timur....	3
<b>Tabel 2</b>	Jenis kupu-kupu untuk komunitas indikator dan habitatnya .....	4
<b>Tabel 3</b>	Spesies indikator untuk ekosistem hutan dataran rendah Kalimantan Timur .....	9
<b>Tabel 4</b>	Perbandingan zona hambat (mm) yang terbentuk pada uji ekstrak umbi sarang semut dan nanosilver (AgNPs) yang disintesis dari ekstrak air umbi sarang semut.....	51
<b>Tabel 5</b>	Nilai Rf kromatogram ekstrak etanol <i>E. bulbosa</i> .....	59
<b>Tabel 6</b>	Profil kromatogram ekstrak etanol <i>E. bulbosa</i> setelah pemberian pereaksi.....	60
<b>Tabel 7</b>	Hasil analisis golongan senyawa yang memiliki aktivitas antibakteri pada ekstrak etanol <i>E. bulbosa</i> .....	61
<b>Tabel 8</b>	Kadar hambat minimum (KHM) pada ekstrak etanol <i>E. bulbosa</i> .....	64
<b>Tabel 9</b>	Nilai rata-rata kandungan vitamin A dalam makanan .....	73
<b>Tabel 10</b>	Dosis per konsumsi produk emulsi untuk anak-anak dan dewasa.....	76
<b>Tabel 11</b>	Pemetaan Produk .....	83
<b>Tabel 12</b>	Karakteristik responden myalgia .....	97
<b>Tabel 13</b>	Distribusi penggunaan obat bahan alam yang digunakan pasien myalgia .....	97
<b>Tabel 14</b>	Distribusi jenis obat bahan alam yang digunakan pasien myalgia.....	97
<b>Tabel 15</b>	Distribusi sediaan obat bahan alam yang digunakan pasien myalgia.....	98
<b>Tabel 16</b>	Distribusi obat bahan alam yang digunakan dan kesesuaian dengan teori obat bahan alam serta peraturan BPOM .....	98
<b>Tabel 17</b>	Distribusi karakteristik penderita malaria di Kabupaten PPU tahun 2018 .....	108
<b>Tabel 18</b>	Analisa bivariat penderita malaria perambah hutan di Kabupaten PPU tahun 2018.....	112
<b>Tabel 19</b>	Pengelompokan pohon berdasarkan elevasi (m dpl) .....	129
<b>Tabel 20</b>	Riap diameter ketapang (cm/th) yang tumbuh di Kalimantan Timur .....	131
<b>Tabel 21</b>	Karakteristik morfologis kuantitatif ketapang.....	132

<b>Tabel 22</b>	Produksi buah ketapang Januari–September 2017 di Kalimantan Timur.....	135
<b>Tabel 23</b>	Hasil perhitungan crude biodiesel dari buah <i>Terminalia catappa</i> Linn. per 100 g .....	137

# Daftar Gambar

---

<b>Gambar 1</b>	Sintesis hijau nanopartikel perak (AgNPs/nanosilver) dengan bahan reduktor fungi, alga, tanaman, kapang, dan bakteri .....	43
<b>Gambar 2</b>	Tumbuhan sarang semut spesies <i>Myrmecodia platytyrea</i> .....	44
<b>Gambar 3</b>	Umbi sarang semut.....	45
<b>Gambar 4</b>	Perubahan warna perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) menjadi nanosilver (AgNPs) dengan penambahan ekstrak air umbi sarang semut ( <i>Myrmecodia pendens</i> ) .....	46
<b>Gambar 5</b>	Spektrum UV-VIS nanosilver disintesis dengan ekstrak air umbi sarang semut ( <i>Myrmecodia pendens</i> ) .....	47
<b>Gambar 6</b>	Derajat keasaman (pH) nanosilver disintesis rasio berbeda antara $\text{AgNO}_3$ dengan ekstrak air umbi sarang semut ( <i>Myrmecodia pendens</i> ) .....	47
<b>Gambar 7</b>	Analisis (a) SEM dan (b) TEM AgNPs yang disintesis dengan menggunakan ekstrak air umbi sarang semut ( <i>Myrmecodia pendens</i> ).....	48
<b>Gambar 8</b>	Pola XRD AgNPs yang disintesis dengan ekstrak air umbi sarang semut ( <i>Myrmecodia pendens</i> ). Puncak Ag ada pada nilai 1-4 dan $2\theta$ . .....	49
<b>Gambar 9</b>	Spektrum FTIR dari AgNPs yang disintesis dengan ekstrak air umbi sarang semut ( <i>Myrmecodia pendens</i> ) .....	50
<b>Gambar 10</b>	Perbandingan zona hambat antara kloramfenikol dengan ekstrak air sarang semut serta nanosilver yang disintesis menggunakan ekstrak air sarang semut terhadap <i>Aeromonas hydrophilla</i> , bakteri patogen pada ikan. A. Kloramfenikol, B. Ekstrak air sarang semut, C. Nanosilver sarang semut .....	51
<b>Gambar 11</b>	Konsentrasi $\beta$ -karoten di produk emulsi .....	74
<b>Gambar 12</b>	Proses pencernaan pangan mengandung $\beta$ -karoten .....	76
<b>Gambar 13</b>	Konsentrasi $\beta$ -karoten selama proses digesti produk emulsi .....	77
<b>Gambar 14</b>	Peranan $\beta$ -karoten sebagai antioksidan di dalam tubuh .....	78
<b>Gambar 15</b>	<i>Percentage of ABTS inhibition, and total antioxidant by emulsion products and components in comparison to standard</i> .....	79
<b>Gambar 16</b>	Perubahan kolesterol akibat perbedaan konsumsi ransum mencit .....	79



<b>Gambar 17</b>	Delta perubahan kolesterol akibat perbedaan konsumsi ransum mencit.....	80
<b>Gambar 18</b>	Proses intake <i>Retinoic Acid</i> ke dalam sel saraf yang berada di otak.....	80
<b>Gambar 19</b>	Peran Retinol dalam sistem molekuler sel saraf.....	81
<b>Gambar 20</b>	Pengaruh Penambahan Retinol bagi sel saraf.....	81
<b>Gambar 21</b>	Efek protektif ATRA bagi sel saraf dalam <i>co-culture</i> sel saraf dan imun yang diaktivasi .....	82
<b>Gambar 22</b>	Hasil survei pasar tentang produk jelly/emulsi .....	84
<b>Gambar 23</b>	Proses yang terlibat dalam pemecahan asam hanya SO <sub>2</sub> dan NOX memegang peranan penting dalam hujan asam .....	86
<b>Gambar 24</b>	Tren <i>Annual Paracite Index</i> (API) Malaria Kabupaten PPU dan Provinsi Kalimantan Timur tahun 2013–2018 .....	109
<b>Gambar 25</b>	Distribusi geospasial sebaran malaria per desa di Kabupaten PPU tahun 2018.....	109
<b>Gambar 26</b>	Sebaran geospasial jenis parasit malaria di Kabupaten PPU tahun 2018.....	110
<b>Gambar 27</b>	Sebaran geospasial lokasi perusahaan dan pembukaan lahan baru di wilayah Kabupaten PPU tahun 2018.....	111
<b>Gambar 28</b>	<i>Trichoderma</i> sp. ....	118
<b>Gambar 29</b>	<i>Aspergillus</i> sp. ....	118
<b>Gambar 30</b>	<i>Penicillium</i> sp. ....	118
<b>Gambar 31</b>	<i>Rhizopus</i> sp. ....	118
<b>Gambar 32</b>	Tahapan fenologi ketapang (A1 = Tunas generatif; A2 = Tunas bunga; A3 = Bunga mekar; B1 = Buah (muda); B2 = Buah (tua); B3 = Buah masak) (Photo oleh Marjenah 2017). ....	133
<b>Gambar 33</b>	Hasil ekstraksi minyak ketapang dan crude biodiesel (Foto oleh Marjenah 2017).....	137

# Prospek Pemanfaatan Biji Ketapang (*Terminalia catappa* Linn.) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel

Marjenah<sup>1</sup>, Novy Pralisa Putri<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Silvikultur, Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman

<sup>2</sup>Laboratorium Rekayasa Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

---

## Pendahuluan

Energi mempunyai peranan yang sangat penting dalam perekonomian baik sebagai bahan bakar, bahan baku, maupun sebagai komoditas ekspor. Konsumsi energi terus meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan ekonomi dan pertambahan penduduk. Untuk memenuhi permintaan energi tersebut perlu pasokan berbagai jenis energi sumber daya energi, baik energi fosil maupun energi terbarukan. Mengingat sumber daya energi fosil khususnya minyak bumi jumlahnya terbatas serta harga energi fosil yang terus meningkat, maka pemanfaatan energi di Indonesia perlu dioptimalkan (Boedoyo 2012).

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak bumi di dunia namun sampai saat ini masih mengimpor bahan bakar minyak (BBM) untuk mencukupi kebutuhan bahan bakar minyak di sektor transportasi dan energi. Kenaikan harga minyak mentah dunia akhir-akhir ini memberi dampak yang besar pada perekonomian nasional, terutama dengan adanya kenaikan harga BBM. Kenaikan harga BBM secara langsung berakibat pada naiknya biaya transportasi, biaya produksi industri dan pembangkitan tenaga listrik. Dalam jangka panjang impor BBM ini akan makin mendominasi penyediaan energi nasional apabila tidak ada kebijakan pemerintah untuk melaksanakan penganekaragaman energi dengan memanfaatkan energi terbarukan dan lain-lain (Tampubolon 2008).

Indonesia sangat berpotensi untuk mengembangkan produksi biodiesel. Salah satu potensi pengembangan biodiesel adalah dengan diversifikasi bahan baku. Biodiesel dihasilkan dari minyak tumbuh-tumbuhan (nabati) yang terdapat dalam jumlah melimpah di Indonesia, baik dari sisi kuantitas maupun variasinya. Dibandingkan dengan bahan bakar fosil, bahan bakar biodiesel mempunyai kelebihan diantaranya bersifat *biodegradable* (dapat terurai), *cetane*

*number* lebih tinggi sehingga efisiensi pembakaran lebih baik dibandingkan dengan minyak kasar, mempunyai angka emisi CO<sub>2</sub> dan gas sulfur yang rendah dan sangat ramah terhadap lingkungan (Wijaya 2011).

Biodiesel adalah salah satu bahan bakar alternatif yang dianggap mampu menjawab permasalahan kelangkaan bahan bakar minyak yang ramah lingkungan. Biodiesel dapat dipakai sebagai bahan bakar kendaraan bermotor yang dapat menurunkan emisi bila dibandingkan dengan minyak diesel. Biodiesel mempunyai keunggulan dibandingkan dengan bahan bakar diesel dari minyak bumi. Bahan bakar biodiesel dapat diperbaharui. Selain itu, biodiesel juga dapat memperkuat perekonomian negara dan menciptakan lapangan kerja. Biodiesel merupakan bahan bakar ideal untuk industri transportasi karena dapat digunakan pada berbagai mesin diesel, termasuk mesin-mesin pertanian (Prastowo, dkk. 2010).

Biodiesel terbuat dari minyak nabati yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui (Risnoyatiningasih 2010). Bahan baku yang berpotensi sebagai bahan baku pembuatan biodiesel antara lain kelapa sawit, biji wijen, biji kapas, biji kedelai, biji jarak pagar, biji karet (Setyawardhani 2010), biji alpukat (Risnoyatiningasih 2010), dan sebagainya. Biji ketapang (*Terminalia catappa* Linn.) salah satu bahan yang dapat dibuat biodiesel. Rendemen metil ester asam lemak (biodiesel) dari minyak biji ketapang yang diperoleh dari penelitian Suwarso, dkk. (2008) di Kampus UI Depok adalah 74,52%.

Pembuatan biodiesel menggunakan biji ketapang telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti, diantaranya Suwarso, dkk. (2008), Muryanto (2009), Damayanti (2011), dan yang lainnya. Namun demikian, sejauh ini belum ada penelitian mengenai berapa banyak buah/biji yang dapat dihasilkan dari sebatang pohon ketapang. Demikian juga dengan pertumbuhan ketapang pada berbagai ketinggian tempat dari permukaan laut, yang berkaitan dengan produksi buah ketapang yang pada gilirannya akan diketahui berapa biodiesel yang dapat dihasilkan oleh sebatang pohon ketapang.

Pertumbuhan tanaman pada umumnya dipengaruhi oleh faktor dalam (internal) dan faktor luar (eksternal). Faktor internal merupakan faktor-faktor yang mampu mempengaruhi pertumbuhan tanaman yang berasal dari dalam tanaman itu sendiri. Sementara faktor eksternal adalah faktor-faktor dari luar tanaman yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Faktor eksternal yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman terdiri dari elemen (unsur) iklim dan faktor iklim (Marjenah 2010). Unsur iklim antara lain intensitas cahaya, suhu, kelembapan udara, curah hujan (air), awan, tekanan udara, dan angin. Unsur-unsur iklim ini berbeda-beda pada tempat yang satu dengan tempat yang lain. Perbedaan itu disebabkan karena adanya faktor iklim atau disebut juga dengan pengendali iklim, yaitu: 1) ketinggian tempat dari permukaan laut/elevasi (*altitude*); 2) garis lintang (*latitude*); 3) daerah tekanan; 4) arus laut, dan 5) permukaan tanah (Kartasapoetra 2008).

Ketinggian tempat mudah berubah dari satu tempat ke tempat lain pada jarak yang pendek, faktor ini berpengaruh terhadap suhu udara. Perubahan suhu udara yang terjadi sebagai akibat perbedaan ketinggian tempat dari permukaan laut secara langsung akan berakibat kepada aktivitas fisiologis tanaman (dalam hal ini transpirasi, respirasi dan fotosintesis) yang pada gilirannya akan terjadi perbedaan laju pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan uraian di atas, kelangkaan BBM dapat diatasi dengan memproduksi BBN menggunakan biji-biji yang mengandung minyak, salah satunya adalah ketapang. Ketapang yang tumbuh pada berbagai ketinggian dari permukaan laut diduga mempunyai laju pertumbuhan yang berbeda, dan menghasilkan jumlah buah yang berbeda serta kualitas biodiesel yang berbeda. Setelah diketahui tanaman ketapang yang tumbuh pada ketinggian tempat yang bagaimana yang dapat menghasilkan biodiesel tertinggi, berikutnya adalah pembangunan kebun energi (HTI biodiesel) menggunakan jenis ketapang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan tanaman *Terminalia catappa* Linn. (ketapang) pada ketinggian tempat dari permukaan laut (dpl) yang berbeda, untuk mengetahui pada ketinggian tempat berapa dpl produksi buah terbanyak dan produksi biodiesel terbaik, serta mengembangkan tanaman *Terminalia catappa* Linn. (ketapang) menjadi tanaman yang ditanam sebagai kebun energi (HTI biodiesel) untuk pemasok bahan baku biodiesel.

## Pengelompokan Jumlah Pohon Berdasarkan Elevasi

Pengelompokan pohon ketapang berdasarkan elevasi (0-> 90 m dpl) ditampilkan pada Tabel 1

**Tabel 19** Pengelompokan pohon berdasarkan elevasi (m dpl)

No.	Elevasi (m dpl)	Jumlah pohon
1.	0-10	17
2.	11-20	30
3.	21-30	20
4.	31-40	15
5.	41-50	4
6.	51-60	15
7.	61-70	5
8.	71-80	5
9.	81->90	7
Total		118

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pohon ketapang yang ditanam dari tepi pantai (2 m dpl) sampai ke daratan (110 m dpl) memiliki ciri-ciri sedikit berbeda. Ketapang yang tumbuh di tepi pantai cenderung memiliki percabangan yang hampir membentuk sudut 90 derajat.

Sementara itu yang tumbuh di tempat tinggi memiliki percabangan yang agak tegak (30-45 derajat). Ketapang yang di tepi pantai yang tumbuh soliter di tempat terbuka menghasilkan banyak buah. Kapasitas luar biasa untuk memproduksi buah ini kemungkinan disebabkan oleh ketersediaan karbohidrat dalam jumlah besar sebagai hasil aktivitas fotosintesis yang tinggi di area terbuka. Hal ini dapat dipengaruhi oleh efek pada faktor lingkungan yang cenderung dipengaruhi oleh faktor iklim. Di tempat terbuka tanaman dapat mengambil cahaya matahari lebih banyak sehingga leluasa membentuk percabangan dan daun-daunnya.

Elevasi merupakan salah satu faktor yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil panen. Ada hubungan erat antara elevasi dan elemen iklim dalam hal ini suhu udara. Semakin rendah elevasi, semakin tinggi suhu udara. Suhu udara tinggi atau rendah berhubungan erat dengan kondisi iradiasi di daerah tersebut. Penerimaan intensitas cahaya sebagai faktor pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh persaingan. Mengurangi intensitas cahaya biasanya diikuti oleh penurunan jumlah cabang tanaman. Karena intensitas cahaya rendah, tanaman tumbuh tinggi, hasil fotosintesis yang digunakan untuk pembentukan cabang sedikit, akibatnya jumlah cabang sedikit. Peningkatan intensitas cahaya meningkatkan proses fotosintesis pada tanaman, karena sinar matahari merupakan sumber energi bagi fotosintesis. Suhu udara akan turun di ketinggian yang lebih tinggi.

## **Pertumbuhan Ketapang di Kalimantan Timur dan Karakteristiknya**

Pertumbuhan tanaman pada umumnya dipengaruhi oleh faktor dalam (internal) dan faktor luar (eksternal). Faktor internal merupakan faktor-faktor yang mampu mempengaruhi pertumbuhan tanaman yang berasal dari dalam tanaman itu sendiri. Sementara faktor eksternal adalah faktor-faktor dari luar tanaman yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Faktor eksternal yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman terdiri dari elemen (unsur) iklim dan faktor iklim (Marjenah 2010).

Pertumbuhan ketapang yang diteliti dalam penelitian ini adalah pertumbuhan diameter. Pertumbuhan diameter dipengaruhi oleh faktor eksternal dan internal. Faktor eksternal yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan diameter adalah intensitas cahaya. Ketika tumbuhan mendapat cahaya secara penuh maka tumbuhan akan meningkatkan pertumbuhan diameternya. Sementara itu, data pertumbuhan tinggi tidak dapat diidentifikasi karena beberapa pohon penelitian dipangkas dan ada beberapa pohon yang ditebang.

**Tabel 20** Riap diameter ketapang (cm/th) yang tumbuh di Kalimantan Timur

No.	Kabupaten/ Kota	Diameter Pohon (cm)		Riap (cm/th)
		Jan-17	Jul-18	
1	Balikpapan	35,0	38,5	2,3
2	Samarinda	27,8	31,2	2,3
3	Kutai Kartanegara	30,9	35,1	2,8
	Rataan			2,5

Dari tabel tersebut di atas dapat dilihat bahwa pertumbuhan ketapang yang tumbuh di Kutai Kartanegara mempunyai pertumbuhan yang lebih baik daripada di Balikpapan dan Samarinda. Secara umum pertumbuhan ketapang di Kalimantan Timur lebih baik bila dibandingkan dengan jenis-jenis meranti.

Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam membandingkan laju pertumbuhan dari satu jenis pohon di berbagai tempat (Marjenah 2010) adalah:

1. Kesesuaian lahan (kesuburan tanah dan curah hujan); tanah di Kalimantan Timur kurang subur, tetapi masa pertumbuhan pohon lebih lama karena singkatnya musim kemarau.
2. Kerapatan; pohon-pohon yang ditanam dalam tegakan akan memiliki jarak tanam yang relatif sama, sehingga akan memiliki laju pertumbuhan yang relative sama. Sementara itu, objek penelitian ini ditanam sebagai pohon peneduh/tanaman hias di tepi jalan, sehingga ditanam dengan jarak yang tidak beraturan.
3. Pemeliharaan; pemeliharaan intensif terbukti menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik, pengaruhnya mungkin lebih kuat daripada perbedaan mutu genetik. Bahkan mungkin lebih kuat daripada air, hara, dan udara dalam tanah.

Pertumbuhan ketapang pada berbagai elevasi tidak menunjukkan perbedaan karena elevasi yang diamati hanya berbeda 10 m dpl. Sementara itu, berdasarkan hasil penelitian yang kemukakan oleh Utomo (2006) elevasi berpengaruh terhadap pertumbuhan pada kenaikan elevasi 100 m dpl, karena setiap kenaikan elevasi 100 m dpl terjadi perubahan suhu yaitu terjadi penurunan suhu 0,8°C.

Karakteristik morfologis ketapang yang diteliti di tiga kabupaten/kota di Kalimantan Timur ditampilkan pada Tabel 21.

**Tabel 21** Karakteristik morfologis kuantitatif ketapang

No.	Karakteristik Morfologis	Range	Mean $\pm$ SD
1.	Panjang daun (cm)	19,5–42,5	29,7 $\pm$ 5,4
2.	Lebar daun (cm)	10,3–21,0	16,1 $\pm$ 3,0
3.	Luas daun (cm <sup>2</sup> )	149,0–508,0	311,8 $\pm$ 105,5
4.	Tangkai daun (cm)	1,0–3,5	1,9 $\pm$ 0,6
5.	Panjang buah (mm)	44,55–67,12	58,0 $\pm$ 5,91
6.	Lebar buah (mm)	33,22–41,92	39,0 $\pm$ 2,51
7.	Keliling buah 1	10,65–15,50	14,0 $\pm$ 1,38
8.	Keliling buah 2	9,8–12,55	11,0 $\pm$ 0,65
9.	Berat buah segar (g)	16,43–30,55	25,0 $\pm$ 4,29
10.	Berat biji kering (g)	5,06–7,33	6,0 $\pm$ 0,76
11.	Jumlah biji/kg	33–64	43 $\pm$ 9
12.	Diameter batang (cm)	18,2–61,4	33,9 $\pm$ 11,7
13.	Sudut percabangan (°)	20,0–85	61,0 $\pm$ 20,0
14.	Tinggi total (m)	6,9–23,8	14,0 $\pm$ 5,0
15.	Tinggi bebas cabang (m)	1,1–6,6	3,0 $\pm$ 1,0
16.	Tinggi tajuk (m)	2,7–21,3	11,0 $\pm$ 4,0
17.	Jari-jari tajuk (m)	4,7–11,3	7,6 $\pm$ 1,5
18.	Luas proyeksi tajuk (m <sup>2</sup> )	67,9–397,6	188,1 $\pm$ 70,6

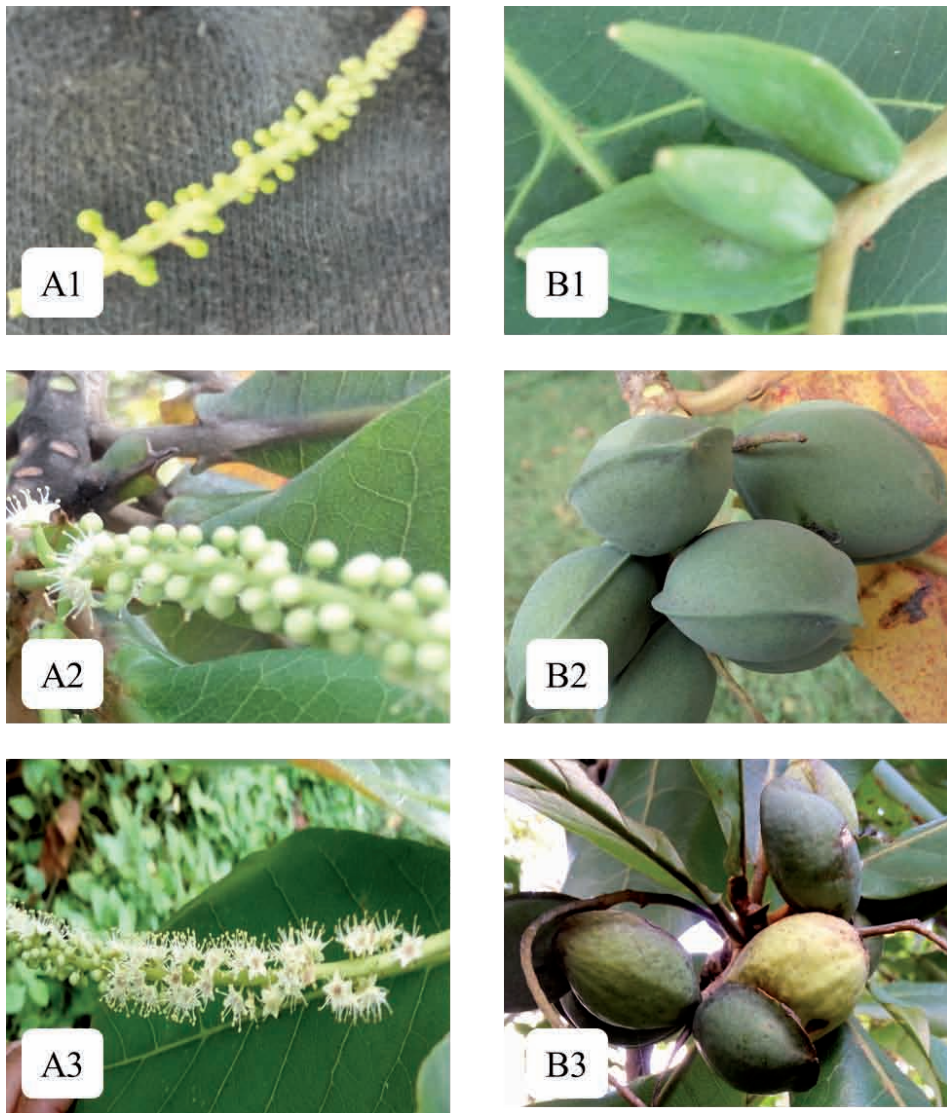
**Sumber:** Marjenah dan Putri (2017a)

## Produksi Buah Ketapang

Pengamatan terhadap produksi buah ketapang dilakukan sejak Januari 2017. Pengamatan dimulai dengan mengamati proses pembungaan dan pembuahan ketapang (fenologi). Pengamatan dilakukan secara visual langsung di lapangan terhadap setiap pohon dengan memberi tanda pada cabang produktif (mengalami pembungaan). Tahap-tahap yang diamati mulai dari terjadinya tunas generatif, bakal bunga, hingga bunga mekar (*anthesis*). Selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap perkembangan buah, pengamatan perkembangan dimulai dari bakal buah, buah muda dan buah masak. Selain waktu juga dicatat perubahan ukuran, warna dan bentuk buah/biji.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan selama 1 tahun (Januari–Desember 2017) terhadap proses pembungaan dan pembuahan ketapang, secara umum tahapan fenologi ketapang (perkembangan organ generatif bunga-buah) terbagi dalam 6 fase yaitu: 1) munculnya tunas generatif (kadang-kadang bersamaan dengan tunas vegetatif/daun muda, 2) munculnya tunas bunga, 3) bunga mekar; 4) buah (muda); 5) buah tua; 6) buah masak. Hasil pengamatan terhadap perkembangan bunga-buah pada pohon ketapang (*Terminalia catappa* Linn.) mulai dari munculnya tunas generatif hingga terbentuknya buah dapat dilihat pada Gambar 32.





**Gambar 32** Tahapan fenologi ketapang (A1 = Tunas generatif; A2 = Tunas bunga; A3 = Bunga mekar; B1 = Buah (muda); B2 = Buah (tua); B3 = Buah masak) (Photo oleh Marjenah 2017).

Masa pembungaan dan pembuahan Ketapang di Kalimantan Timur terjadi dua kali dalam setahun yaitu pada Bulan Januari/Februari/Maret dan Juli/Agustus/September (Marjenah dan Putri 2017a). Menurut Ewusie (1990) tumbuhan yang berbunga dua kali setahun mempunyai  $K.bg = 2$  ( $K.bg$  = kekerapan berbunga).



Sebanyak 118 batang tanaman ketapang yang diamati pembungaan dan pembuahannya sampai dengan bulan September 2017, hanya 20 batang yang berbuah dan dapat dihitung produksinya. Kebanyakan pohon tidak berbuah. Beberapa pohon pengamatan ditebang, ada yang dipangkas sehingga pengamatan fenologi tidak dapat dilanjutkan. Ada pohon yang sudah mengeluarkan tunas generatif, mulai muncul kuncup bunga, ada yang bunganya sudah mekar. Tapi pada pengamatan berikutnya bunga-bunga tersebut sudah luruh karena adanya hujan deras dan angin kencang. Menurut Ewusie (1990), tidak semua tunas generatif yang menjadi bunga dapat berkembang menjadi buah akibat adanya hujan.

Bunga-bunga berukuran kecil, terkumpul dalam bulir dekat ujung ranting (Raju *et al.* 2012) panjang **8–25 cm**, hijau kuning. Bunga tak bermahkota, dengan kelopak **bertajuk-5**, bentuk piring atau lonceng, **4–8 mm**, putih atau krem. Benang sari dalam 2 lingkaran, tersusun lima-lima. Buah batu bulat telur gepeng, bersegi atau bersayap sempit, **2,5–7 x 4–5,5 cm**, hijau-kuning-merah, atau ungu kemerahan jika masak. Buah berupa buah baka 1 biji teradaptasi dengan penyebaran oleh air, biji dengan endosperm (Thompson dan Evans 2006).

Sebanyak 118 pohon yang dijadikan objek penelitian, tidak semuanya menunjukkan perkembangan pembungaan dan pembuahan yang normal (dalam hal ini tidak semuanya memunculkan tunas generatif sampai buah masak dan luruh). Tahapan fenologi pembungaan dimulai dengan munculnya tunas generatif, tunas bunga dan bunga mekar. Tetapi tidak semuanya berlanjut ke tahapan pembuahan. Banyak pohon yang bunganya luruh terutama apabila terjadi hujan dengan intensitas tinggi (Miao, *et al.* 2017; Lewinska, *et al.* 2018; Petri, *et al.* 2012). Hanya 20 pohon yang perkembangannya dapat mencapai buah masak dan luruh. Hasil produksi buah ketapang per pohon selama pengamatan berlangsung hingga bulan September 2017 ditampilkan pada tabel di bawah ini:

Sebanyak 118 pohon ketapang yang diamati hanya 20 pohon yang buahnya bisa dipanen, sedangkan pohon yang lain terjadi pembungaan tetapi beberapa pohon hanya sampai pada tahapan buah muda kemudian luruh. Luruhnya buah muda ketapang umumnya disebabkan oleh keadaan cuaca yang tidak teratur. Angin kencang dan curah hujan yang tinggi merupakan faktor utama kegagalan produksi buah (Li, *et al.* 2018; Silva, *et al.* 2017)). Lain daripada itu, karena tempat tumbuhnya yang terbuka (ketapang biasa ditanam di tepi jalan), sehingga tidak ada perlindungan bagi pohon dari terpaan angin.

Untuk mendapatkan buah ketapang yang dapat diolah menjadi biodiesel dalam jumlah memadai, maka ketapang harus ditanam di dalam kebun sehingga untuk pertumbuhan, perkembangan bunga dan buah (proses fenologi) dapat dikontrol.

Perilaku fenologi yang berlainan dari jenis Ketapang ini menunjukkan keragaman yang khas dalam fenologi. Meskipun pohon-pohon Ketapang tumbuh berdekatan (kadang-kadang ditanam dengan jarak tanam 3–5 m) tetapi tidak selalu terjadi pembungaan dan pembuahan

secara bersama-sama. Demikian juga halnya dengan peristiwa peluruhan daun (*flushing*). Ada pohon Ketapang yang daunnya berubah warna dan meluruhkan daunnya sedikit saja (hanya di beberapa cabang), ada yang sampai setengah tajuk berubah warna, bahkan ada yang daunnya berubah warna dan meluruhkan hampir seluruh daunnya (lebih dari 75%). Namun demikian, ada juga Ketapang yang tidak meluruhkan daunnya seperti pohon ketapang pada umumnya. Menurut Hayward (1990), peluruhan ditandai saat berbunga, terutama dari bulan Oktober sampai Januari. Diklaim, bahwa perubahan kemerahan didorong oleh hujan gerimis dan peluruhan daun oleh air hujan karena kelembaban relatif, walaupun hubungan ini tidak diukur.

**Tabel 22** Produksi buah ketapang Januari–September 2017 di Kalimantan Timur

No.	No. Pohon	Elevasi (m dpl)	Diameter (cm)	Produksi buah (Butir)
1.	A31	2	30,7	7.076
2.	A115	4	33,9	3.035
3.	A118	10	50,3	3.559
4.	A78	12	35,2	4.476
5.	A106	16	29,1	2.713
6.	A107	17	33	6.167
7.	A98	21	19,5	1.632
8.	A45/125	22	31,4	2.848
9.	A93	22	23,1	1.335
10.	A92	24	12,8	2.276
11.	A87	31	21,7	1.909
12.	A104	35	26,2	1.881
13.	A81	35	29,3	2.382
14.	A102	43	48,4	5.835
15.	A88	48	24,5	2.893
16.	A95	53	24,8	1.082
17.	A59	53	36,6	3.876
18.	A68	71	19,2	8.720
19.	A70	75	31,1	4.925
20	A56	90	21,1	2.611
RATAAN			29,1	3.562

Peluruhan daun (*flushing*) akan diikuti dengan munculnya daun-daun muda berwarna merah dan munculnya tunas-tunas generatif di ujung ranting (*spike*). Pohon ketapang menghasilkan buah batu, sama seperti almond sejati dan banyak tanaman terkenal lainnya, misalnya mangga,

kurma, dan kopi. Buah batu adalah buah yang ditandai dengan memiliki bagian luar yang berdaging yang mengelilingi cangkang yang di dalamnya akan ditemukan benih. Dalam drup, kulit keras, biasa disebut pit, berkembang dari dinding ovarium bunga. *T. catappa* adalah andromonoecious dan perbungaannya menghasilkan bunga biseksual di bagian bawah dan staminat di atas. Tiga jenis perbungaan terjadi dan klasifikasi ini didasarkan pada panjangnya. Dari ketiga jenis perbungaan yang dihasilkan, 30% hanya dikenakan bunga jantan sedangkan sisanya mengandung bunga biseksual dan jantan (Raju, *et al.* 2012).

Pohon ketapang yang dijadikan objek penelitian adalah tanaman peneduh/tanaman hias yang ditanam dari tepi pantai sampai ke daratan. Penanaman dilakukan pada sepanjang tepi jalan, itulah sebabnya ketika ada angin kencang atau hujan badai pohon-pohon tersebut tidak mendapat perlindungan sehingga bunga-bunga atau buah-buah muda luruh akibat terpaan angin/hujan. Untuk mendapatkan pohon-pohon yang menghasilkan buah sampai bisa dipanen, sebaiknya penanaman ketapang dilakukan di dalam tegakan atau berupa Hutan Tanaman Industri (HTI) khusus penghasil biodiesel.

Jarak tanam yang dianjurkan untuk HTI biodiesel ketapang adalah disesuaikan dengan jari-jari proyeksi tajuk untuk memberi ruang pada pohon agar tidak berdesakan. Penanaman pohon ketapang dalam tegakan untuk pembangunan hutan tanaman dapat menghasilkan pohon-pohon yang pertumbuhannya relatif baik, karena pohon-pohon dalam tegakan hidup dalam kesatuan yang saling melindungi satu sama lain.

## Ekstraksi Minyak Biji Ketapang

Biji ketapang dapat dimakan mentah atau dimasak, konon lebih enak dari biji kenari, dan digunakan sebagai pengganti biji amandel (almond) dalam kue-kue (Barku, *et al.* 2012). Inti bijinya yang kering jemur menghasilkan minyak berwarna kuning hingga setengah dari bobot semula (Faizal, dkk. 2009 dan Jarnpon, *et al.* 2002). Minyak ini mengandung asam-asam lemak seperti asam palmitat (55,5%), asam oleat (23,3%), asam linoleat, asam stearat dan asam miristat. Biji kering ini juga mengandung protein (25%), gula (16%), serta berbagai macam asam amino.

Biji ketapang (*Terminalia catappa* Linn.) salah satu bahan yang dapat dibuat biodiesel. Rendemen metil ester asam lemak (biodiesel) dari minyak biji ketapang yang diperoleh dari penelitian Suwarso, dkk. (2008) di Kampus UI Depok adalah 74,52%. Komposisi asam lemak penyusun trigliseridanya, terdiri dari asam: palmitat (27,9%), palmitoleat (8,6%), stearat (4,3%), oleat (38,0%) dan linoleat (21,0%), dan selain itu terdapat 2 asam lemak baru yang strukturnya belum dapat dipastikan (0,2%).

Buah ketapang yang masak dan dapat dipanen selanjutnya dikeringkan. Inti buahnya (kernel) yang seperti kacang almond dikeringkan dan dibuat serbuk. Yang selanjutnya diekstraksi menjadi minyak untuk mendapatkan biodiesel. Pembuatan biodiesel menggunakan biji ketapang telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti, di antaranya Suwarso, dkk. (2008), Muryanto (2009), Damayanti (2011). Marjenah dan Putri (2017b) melaporkan bahwa volume minyak ketapang yang dihasilkan untuk setiap 100 gram bubuk biji ketapang adalah 49–65 ml atau rata-rata 57 ml. Yield crude biodiesel yang dihasilkan antara 58%–80% atau rata-rata 72,75%.

Hasil ekstraksi minyak ketapang dan biodiesel ditampilkan pada Gambar 33 berikut ini.



**Gambar 33** Hasil ekstraksi minyak ketapang dan crude biodiesel (Foto oleh Marjenah 2017)

Biodiesel adalah salah satu bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan, tidak mempunyai efek terhadap kesehatan yang dapat dipakai sebagai bahan bakar kendaraan bermotor yang dapat menurunkan emisi bila dibandingkan dengan minyak diesel. Biodiesel terbuat dari minyak nabati yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui. Bahan baku yang berpotensi sebagai bahan baku pembuat biodiesel antara lain adalah biji buah ketapang. Data hasil ekstraksi minyak biji ketapang dan *crude* biodiesel ditampilkan pada Tabel 23 berikut.

**Tabel 23** Hasil perhitungan crude biodiesel dari buah *Terminalia catappa* Linn. per 100 g

No.	Elevasi (m dpl)	Volume minyak Ketapang (ml)	Yield crude biodiesel (%)
1	E 0-10	63	75
2	E 21-30	51	80
3	E 51-60	65	58
4	E 71-80	49	78
Rataan		57	72,75

**Sumber:** Marjenah dan Putri (2017b)

Dari Tabel 23 tersebut di atas dapat dilihat bahwa elevasi 11–20 m dpl, 31–40 m dpl, 41–50 m dpl, 61–70 m dpl, dan 81–> 90 m dpl belum dapat dilaporkan karena belum memproduksi buah. Volume minyak ketapang dan *yield crude* biodiesel yang dihasilkan pada elevasi 0–10 m dpl, 21–30 m dpl, 51–60 m dpl, dan 71–80 m dpl bervariasi. Volume minyak ketapang yang dihasilkan 49–65 ml atau rata-rata 57 ml. *Yield crude* biodiesel yang dihasilkan antara 58%–80% atau rata-rata 72,75%. Hasil ini lebih baik bila dibandingkan dengan hasil penelitian Faizal, dkk. (2009) yang memperoleh kadar minyak *Terminalia catappa* mencapai 55,50% Janporn *et al.* (2015) menyebutkan bahwa biji ketapang mengandung minyak sebanyak 600 g/kg.

Pada penelitian tahun 2018 bahan yang akan diekstraksi tidak mencukupi untuk dijadikan sampel, karena pohon ketapang yang dijadikan objek penelitian tidak menghasilkan buah yang memadai untuk dijadikan sampel. Selama penelitian berlangsung, kegiatan survei (pemungutan) buah ketapang dilaksanakan setiap hari Minggu (hari libur) di Kota Balikpapan, Samarinda, dan Kabupaten Kutai Kartanegara. Biji-biji yang didapat tidak cukup untuk dijadikan sampel yang akan diekstraksi.

*Crude* biodiesel yang dihasilkan belum mencukupi untuk dijadikan sampel uji SNI sehingga pengujian tidak dapat dilakukan. Selain itu, objek pohon ketapang yang dibagi dalam kelompok elevasi tidak semuanya menghasilkan buah karena terjadi musim kemarau.

## Kesimpulan

Pertumbuhan ketapang pada berbagai elevasi tidak menunjukkan perbedaan karena elevasi yang diamati hanya berbeda 10 m dpl. Tiap diameter ketapang 2,5 cm/th. Produksi *crude* biodiesel tergantung kepada produksi buah ketapang. Sementara itu, pohon ketapang yang dijadikan objek penelitian tidak semuanya memproduksi buah, meskipun dalam pengamatan semua pohon ketapang dapat berbunga. Bunga yang dihasilkan tidak semuanya menjadi buah karena adanya beberapa faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan pembungaan dan pembuahan. Faktor yang paling berpengaruh adalah angin dan curah hujan yang tinggi serta aktivitas manusia dalam hal ini adanya kegiatan pemangkasan. Pohon ketapang yang dijadikan objek penelitian adalah pohon yang ditanam sebagai pohon peneduh di tepi jalan, sehingga kondisinya terbuka dan mudah mendapat terpaan angin dan hujan yang berpengaruh pada produksi bunga dan buah. Untuk memperbaiki produksi buah ketapang dapat dilakukan dengan menanam ketapang dalam tegakan dengan jarak tanam disesuaikan dengan jari-jari proyeksi tajuk terkecil sehingga pohon ketapang dapat tumbuh baik dan antara pohon yang satu dengan pohon lainnya dapat saling melindungi dari terpaan angin dan hujan. *Crude* biodiesel yang dihasilkan belum diuji sesuai dengan SNI karena keterbatasan waktu dan bahan penelitian. Oleh karena itu penelitian ini akan dilanjutkan dengan membuat lagi *crude* biodiesel yang masih belum lengkap yaitu dari elevasi 11–20 m dpl, 31–40 m dpl, 41–50 m dpl, 61–70 m dpl, dan 81–> 90 m dpl yang belum menghasilkan buah. Kemudian dilanjutkan dengan uji SNI untuk seluruh *crude* biodiesel yang dihasilkan.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada DRPM Ristekdikti yang telah memberi hibah dana penelitian tahun 2017 (Kontrak No. 346/UN17.41/KL/2017) dan tahun 2018 (Kontrak No. 082/UN17.41/KL/2018). Terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Ir. H. Riyayatsyah, M.P. dan Sdr. Ibnu Suyuti, S.Hut. atas bantuannya selama di lapangan. Terimakasih kepada anggota Laboratorium Silvikultur Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman dan anggota Laboratorium Rekayasa Kimia Fakultas Teknik Universitas Mulawarman atas dukungannya sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

## Daftar Pustaka

- Akpkapan AE, Akpabio UD. 2012. Evaluation of Proximate Composition, Mineral Element and Anti-Nutrient in Almond (*Terminalia catappa*) Seeds. *Research Journal of Applied Sciences* 7 (9 – 12), 489 – 493.
- Barku VYA, Nyarko HD, Dordunu P. 2012. Studies on the Physicochemical Characteristics, Microbial Load and Storage Stability of Oil From Indian Almond Nut (*Terminalia catappa* L.). *Food Science and Quality Management*. Vol. 8. 2012. p. 9 – 17.
- Damayanti A. 2011. Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) dari Biji Ketapang. *Jurnal Kompetensi Teknik* Vol. 3, No. 1, November 2011. Hal 41 – 46.
- Faizal M, Noprianto P, Amelia R. 2009. Pengaruh Jenis Pelarut, Massa Biji, Ukuran Partikel dan Jumlah Siklus Terhadap Yield Ekstraksi Minyak Biji Ketapang. *Jurnal Teknik Kimia*, No. 2, Vol. 16, April 2009. p. 28 – 34.
- Jarnpon S, Ho C, Chavasit V, Pan M, Chittrakorn S, Ruttarattanamongkol K. 2015. Physicochemical Properties of *Terminalia catappa* Seed Oil as a Novel Dietary Lipid Source. *Journal of Food and Drug Analysis* 23 (2015) 201–209.
- Kartasapoetra AG. 2008. *Klimatologi: Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman*. Edisi Revisi. Jakarta: Penerbit PT Bumi Aksara.
- Lewinska KE, Ivits E, Schardt M, Zebich M. 2018. Drought Impact on Phenology of Alpine Mountain Forest-Case Study of South Tyrol 2001 – 2012 Inspected with MODIS Time Series. *Forests* **2018**, 9, 91; doi:10.3390/f9020091. www.mdpi.com/journal/forests
- Li B, Lecourt J, Bishop G. 2018. Advances in Non-Destructive Early Assessment of Fruit Ripeness towards Defining Optimal Time of Harvest and Yield Prediction. Article in *Plants* · January 2018. DOI: 10.3390/plants7010003
- Marjenah, Putri NP. 2017a. Morphological Characteristic and Physical Environment of *Terminalia catappa* in East Kalimantan, Indonesia. *Asia Journal of Forestry*. Volume 1, Number 1, June 2017. Pages: 33-39. DOI: 10.13057/asianjfor/r010105

- Marjenah, Putri NP. 2017b. Pengaruh Elevasi Terhadap Produksi Buah Ketapang (*Terminalia catappa* Linn.) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel. Jurnal Hutan Tropis Volume 5 No. 3, Edisi November 2017. p. 244-251
- Marjenah. 2010. Budidaya Jati di Kalimantan Timur. Prospek Pembangunan Hutan Tanaman. Yogyakarta: Penerbit Bimotry.
- Marjenah, 2001. Pengaruh Perbedaan Naungan di Persemaian Terhadap Pertumbuhan dan Respon Morfologi Dua Jenis Semai Meranti. Jurnal Ilmiah Kehutanan, Rimba Kalimantan, Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Vol.6, No.2, Desember 2001, Hal 9-20.
- Muryanto. 2009. Bahan Baku Biodiesel. Berita IPTEK Tahun ke-47, Nomor 1, hal.72-77, LIPI Tangerang.
- Miao L, Mueller D, Cui XM, Ma. 2017. Changes in Vegetation Phenology on the Mongolian Plateau and Their Climatic Determinants. PLOS ONE. December 21, 2017 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190313>
- Petri JL, Hawerth FJ, Leite GB, Couto M, Francescato P. 2012. Apple Phenology in Subtropical Climate Conditions. (In Phenology and Climate Change edited by X. Zhang) Published by In Tech. Janeza Trdline 9, 51000 Rijeka, Croatia.
- Prastowo B, Indrawanto C, Effendi DS. 2010. Mekanisasi Pertanian dalam Perspektif Pengembangan Bahan Bakar Nabati Indonesia. Perspektif Vol. 9 No. 1/Juni 2010. p. 47 – 54.
- Raju AJS, Lakshmi PV, Ramana KV. 2012. Reproductive ecology of *Terminalia pallida* Brandis (Combretaceae), an endemic and medicinal tree species of India. Research Communication. Current Science. Vol. 102. No. 6. 25 March 2012, pp. 909 – 917.
- Risnoyatiningsih S. 2010. Biodiesel from Avocado Seeds by Transesterification Process. Jurnal Teknik Kimia: Vol.5, No.1, September 2010.
- Silva FSO, Pereira ED, Mendoca V, Da Silva RM, Alves AA. 2017. Phenology and Yield of the “Roxo de Valinhos” Fig Cultivar in Western Potiguar. Rev. Caatinga, Mossoró, v. 30, n. 3, p. 802 – 803 810, jul. – set., 2017.
- Suwarso WP, Gani IY, Kusyanto, 2008. Sintesis Biodiesel dari Minyak Biji Ketapang (*Terminalia Catappa* Linn.) yang berasal dari Tumbuhan di Kampus UI Depok. Jurnal Valensi. Vol. 1 No.2. Hal. 44 – 52.
- Tampubolon AP. 2008. Kajian Kebijakan Energi Biomassa Kayu Bakar (Study of Fuelwood Biomass Energy Policies. Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan Vol. 5 No. 1, April 2008 : 29–37
- Thompson LAJ, Evans B. 2006. *Terminalia catappa*. Species Profile for Pacific Island. Agrofor Res. (PAR). 1 – 6.

Utomo B. 2006. *Hutan Sebagai Masyarakat Tumbuhan Hubungannya dengan Lingkungan*. Medan: Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.

Wijaya K. 2011. Revitalisasi Bahan Bakar Nabati (BBN) Sebagai Upaya Mengatasi Ketergantungan Akan BBM. *Jurnal Dialog Kebijakan Publik*. Edisi 1/April/2011



# Daftar Kontributor

---

<b>Potensi Implementasi Kupu-kupu sebagai Bioindikator Perubahan Tipe Habitat</b> Harmonis.....	1
<i>Positive Deviance: Rekayasa Sosial Pengendalian Malaria pada Ibu Hamil Berbasis Kearifan Lokal Kalimantan Timur</i> Ike Anggraeni, Annisa Nurrachmawati, Risva, Siswanto.....	21
<b>Ekstrak Umbi Sarang Semut (<i>Myrmecodia pendens</i>) sebagai Bioreduktor Sintesis Nanopartikel Perak dan Potensinya sebagai Antimikrobia Patogen Ikan</b> Rudy Agung Nugroho.....	39
<b>Potensi Bawang Tiwai (<i>Eleutherine bulbosa</i> (Mill.) Urb.) sebagai Komponen Antibakteri Berbahan Dasar Alam Untuk Kosmetika</b> Swandari Paramita, Yadi Yasir, Yuniati Yuniati .....	55
<b>Tinjauan Teknologi dan Komersialisasi Produk Pangan Berbasis Beta Karoten</b> Anton Rahmadi.....	71
<b>Literasi Lingkungan Hutan Tropis dan Kearifan Lokal</b> Lambang Subagyo, Zeni Haryanto.....	85
<b>Identifikasi Penggunaan Obat Bahan Alam Sebagai Terapi Komplementer Pada Pasien Myalgia di Puskesmas</b> Muhammad Khairul Nuryanto, Dyah Anugrah Pratama, Fanytha Libra Karmila, Metyana Cahyaningtyas, Yesiana Nikmatun Azalia .....	95
<b>Kejadian Malaria pada Pekerja Perambah Hutan di Kabupaten Penajam Paser Utara tahun 2018</b> Rahmat Bakhtiar, Krispinus Duma, Harjito Ponco Waluyo.....	105

**Potensi Jamur Endofit Cabai Terhadap Ketahanan Tanaman dan Sebagai Pengendali Hama**

Sopialena dan Aziz Nur Fauzi..... 117

**Prospek Pemanfaatan Biji Ketapang (*Terminalia Catappa Linn.*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel**

Marjenah, Novy Pralisa Putri ..... 127

# TROPICAL STUDIES

---

Potensi dan Permasalahan  
di Hutan Tropika Lembap dan Lingkungannya

**PT Penerbit IPB Press**

Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: [penerbit.ipbpress@gmail.com](mailto:penerbit.ipbpress@gmail.com)

 Penerbit IPB Press  @IPBpress  ipbpress  [www.ipbpress.com](http://www.ipbpress.com)

Kehutanan

ISBN : 978-623-256-064-2



9 786232 560642