

MODEL PEMANTAUAN DINAMIKA KETERPULIHAN EKOLOGIS LAHAN REVEGETASI PASCA TAMBANG BATU BARA

**Triyono Sudarmadji, Wahjuni Hartati,
Chandradewana Boer, Sutedjo, Sukartiningsih,
M. Syafrudin, M. Syoim**

**MODEL PEMANTAUAN DINAMIKA
KETERPULIHAN EKOLOGIS LAHAN
REVEGETASI PASCA TAMBANG
BATU BARA**

**Triyono Sudarmadji, Wahjuni Hartati,
Chandradewana Boer, Sutedjo, Sukartiningsih,
M. Syafrudin, M. Syoim**



TANESA

Model Pemantauan Dinamika Keterpulihan Ekologis Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara

Diterbitkan pertama kali oleh **Tanesa**

Samarinda, 10 November 2022

Anggota IKAPI No. 006/KTI/2021

All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang

Penulis : **Triyono Sudarmadji, Wahjuni Hartati, Chandradewana Boer, Sutedjo, Sukartiningsih, M. Syafruddin, M.Syoim**

Editor : Adelia Juli Kardika

Penyunting : Prof. Dr. Rudianto Amirta, S.Hut., MP

Tata Letak : Editor Tanesa

p-ISBN : 978-623-5771-32-8

e-ISBN : 978-623-5771-33-5

DOI : 10.5197/978-623-5771-33-5

Ukuran : Unesco (15,5 cm x 23 cm)

Tanesa

Gedung W P2M Politeknik Pertanian Negeri Samarinda

Jl. Samratulangi Samarinda 75131

Website: www.tanesa.politanisamarinda.ac.id

E-mail: tanesa@politanisamarinda.ac.id Telp. 0541 260421

Kutip

Sudarmadji, T., Hartati, W., Boer, C., Sutedjo, Sukartiningsih, Syafruddin, M., & Syoim, M. (2022). *Model Pemantauan Dinamika Keterpulihan Ekologis Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara*. Tanesa.

**UU No. 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta
Ketentuan Pidana Pasal 113**

- (1) Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 100.000.000 (seratus juta rupiah).
- (2) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (4) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

Isi di luar tanggung jawab penerbit

PRAKATA

Lahan terdegradasi - termasuk lahan bekas tambang batu bara yang mengalami perubahan kondisi iklim mikro dan penurunan tingkat kesuburan tanah. Perubahan ini menyebabkan adanya peningkatan suhu udara dan suhu tanah, menurunnya ketersediaan air tanah, meningkatnya penguapan (evapotranspirasi) dan intensitas cahaya matahari, perubahan karakteristik fisik dan kimia tanah, serta perubahan pada permukaan tanah akibat hilangnya vegetasi penutup lahan.

Ketersediaan air tanah, penggunaan air oleh tanaman dan ketersediaan unsur hara dalam tanah sangat penting untuk memprediksi produktivitas kegiatan revegetasi yang dilakukan. Revegetasi lahan pasca tambang batu bara adalah memperbaiki kondisi iklim mikro dan meningkatkan status kesuburan tanah melalui proses suksesi secara tepat dan cepat. Selain itu juga, buku ini menjelaskan beberapa model pemantauan seperti iklim mikro, kesuburan tanah, erosi, vegetasi, dan fauna yang nantinya dapat digunakan sebagai acuan dalam pemulihan ekologis lahan revegetasi pasca tambang.

Buku dengan judul “Model Pemantauan Dinamika Keterpulihan Ekologis Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara” ini dimaksudkan sebagai satu dari rujukan yang diharapkan dapat membantu dalam kegiatan proses belajar-mengajar ataupun sebagai referensi untuk melakukan penelitian. Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penyusunan buku ini. Mengingat ketidaksempurnaan buku ini, penulis juga akan berterima kasih atas berbagai masukan dan kritikan demi kesempurnaan buku ini di masa yang akan datang, semoga buku referensi ini bermanfaat.

Samarinda, Oktober 2022

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
BAB 2 DATA DAN TEORI	6
2.1 Pemantauan Mikroklimat	6
2.2 Kesuburan Tanah.....	8
2.3 Potensi Erosi Tanah.....	11
2.4 Indeks Erosivitas Hujan (R)	11
2.5 Indeks Erodibiotas Tanah (K).....	13
2.6 Indeks Panjang dan Kemiringan Lereng (LS).....	14
2.7 Indeks Tanaman Penutup dan Pengelolaan Tanaman (C).....	15
2.8 Indeks Konservasi Tanah (P).....	17
2.9 Perkembangan Vegetasi	19
2.10 Pemantauan Fauna.....	21
BAB 3 PEMBAHASAN DAN PEMECAHAN MASALAH	28
3.1 Fisiografi Lahan	28
3.2 Geologi dan Jenis Tanah	29
3.3 Iklim	30
3.4 Vegetasi.....	30
3.5 Pemantauan Mikroklimat – Kesuburan Tanah – Erosi	31
3.6 Pemantauan Perkembangan Vegetasi	46
3.7 Pemantauan Fauna.....	56
3.8 Kondisi Mikroklimat – Kesuburan Tanah – Potensi Erosi.....	71
3.9 Perkembangan Vegetasi	154
3.10 Perkembangan Fauna	176

3.11	Pemantauan Perkembangan Vegetasi	213
BAB 4 PENUTUP	.....	247
DAFTAR REFERENSI	.....	256
GLOSARIUM	.....	260
INDEKS	.....	271
RIWAYAT PENULIS	.....	275

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Petak Ukur Pemantauan Mikroklimat – Tingkat Kesuburan Tanah - Potensi Erosi pada Lahan Revegetasi Pascatambang Batubara dan Lahan Original (LRPT-LO)	8
Gambar 2.2	Pengambilan Sampel Menggunakan Bor Tanah (Hand Auger) pada Kedalaman 0 - 10 cm, >10 - 30 cm, dan >30 - 60 c	9
Gambar 2.3	Pengamatan Sampel Tanah Utuh Menggunakan Ring Sampler pada Kedalaman 0 - 30 cm dan >30 - 60 cm.....	9
Gambar 2.4	Pengamatan Minipit pada Kedalaman 0-60 cm... 10	
Gambar 2.5	Pengamatan Struktur (Kiri) dan Warna Tanah (Tengah), serta Perakaran Tanaman (Kanan)	10
Gambar 2.6	Energi Terbarukan Hujan di Permukaan Lahan sebagai Dasar Penetapan Indeks Erosivitas Tanah (R)	12
Gambar 2.7	Pengamatan Minipit sebagai Satu diantara Dasar Pertimbangan Penetapan Erodibilitas Tanah (K).....	13
Gambar 2.8	Pengukuran Panjang dan Kemiringan Lereng untuk Penentuan Indeks LS.....	14
Gambar 2.9	Identifikasi Tutupan Tajuk Tanaman Revegetasi (Pohon dan Tumbuhan Bawah) untuk Penebangan Indeks C	15
Gambar 2.10	Tindakan Konservasi Tanah dan Air untuk Penetapan Indeks P	18
Gambar 2.11	Pemasangan Jala Kabut.....	22
Gambar 2.12	Pengecekan dan Melepas Burung yang Tersangkut di Jala Kabut.....	23
Gambar 2.13	Pengamatan di Lapangan dan Pengambilan Gambar Burung untuk Kepentingan Dokumentasi	23
Gambar 2.14	Pemasangan Kamera Trap di Lapangan	24
Gambar 2.15	Pencarian Katak di Sungai, Kolam (Kubangan) dan diantara Tanaman Reklamasi	26

Gambar 2.16	Beberapa Teknik yang Digunakan dalam Inventarisasi Jenis Kumbang Berantena Panjang dan Kupu-Kupu: <i>Netsweeping</i> , <i>Malaise Trap</i> dan <i>Artocarpus Trap</i>	26
Gambar 3.1	Suhu Tanah pada Berbagai Tutupan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara	73
Gambar 3.2	Suhu Tanah pada Berbagai Tutupan Lahan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara	74
Gambar 3.3	Kelembaban Tanah pada Berbagai Tutupan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara	76
Gambar 3.4	Kelembaban Tanah pada Berbagai Tutupan Lahan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara	77
Gambar 3.5	Suhu Udara pada Berbagai Tutupan Lahan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara	79
Gambar 3.6	Suhu Udara pada Berbagai Tutupan Lahan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara	80
Gambar 3.7	Suhu Udara pada Berbagai Tutupan Lahan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara	81
Gambar 3.8	Kelembaban Udara pada Berbagai Tutupan Lahan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara	82
Gambar 3.9	Kelembaban Udara pada Berbagai Tutupan Lahan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara	83
Gambar 3.10	Kelembaban Udara pada Berbagai Tutupan Lahan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara	84
Gambar 3.11	Intensitas Cahaya pada Berbagai Tutupan Lahan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara	87
Gambar 3.12	Intensitas Cahaya pada Berbagai Tutupan Lahan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara	88
Gambar 3.13	Intensitas Cahaya pada Berbagai Tutupan Lahan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara	89
Gambar 3.14	Dinamika pH Tanah pada Berbagai Umur	

	Tutupan Vegetasi di LRPT dan LO.....	111
Gambar 3.15	Dinamika KTK Tanah pada Berbagai Umur Tutupan Vegetasi di LRPT dan LO.....	116
Gambar 3.16	Dinamika KB pada Berbagai Umur Tutupan Vegetasi di LRPT dan LO.....	118
Gambar 3.17	Dinamika KAI pada Berbagai Umur Tutupan Vegetasi di LRPT dan LO.....	119
Gambar 3.18	Dinamika Kadar C pada Berbagai Umur Tutupan Vegetasi di LRPT dan LO.....	122
Gambar 3.19	Dinamika Kadar N Total pada Berbagai Umur Tutupan Vegetasi di LRPT	125
Gambar 3.20	Dinamika Kadar P Tersedia pada Berbagai Umur Tutupan Vegetasi di LRPT dan LO.....	127
Gambar 3.21	Dinamika K Tersedia pada Berbagai Umur Tutupan Vegetasi di LRPT dan LO.....	128
Gambar 3.22	Hubungan antara Kepadatan Tanah dengan Kedalaman Perakaran pada Lahan Pasca Tambang Batu Bara	131
Gambar 3.23	Potensi Erosi pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang Kelas Umur < 2 Tahun	140
Gambar 3.24	Potensi Erosi pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang Kelas Umur 2 - 4 Tahun.....	141
Gambar 3.25	Potensi Erosi pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang Kelas Umur 4 - 6 Tahun.....	142
Gambar 3.26	Potensi Erosi pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang Kelas Umur 6 - 8 Tahun.....	143
Gambar 3.27	Potensi Erosi pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang Kelas Umur 8 -10 Tahun.....	145
Gambar 3.28	Potensi Erosi pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang Kelas Umur 10 - 12 Tahun.....	146
Gambar 3.29	Potensi Erosi pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang Kelas Umur >12 Tahun.....	147
Gambar 3.30	Potensi Erosi pada Lahan Hutan/Original	149
Gambar 3.31	Dinamika Potensi Erosi Tanah – Kelas Bahaya Erosi (KBE) pada Setiap Petak Ukur Pemantauan di SMO	150
Gambar 3.32	Dinamika Potensi Erosi Tanah – Kelas Bahaya Erosi (KBE) pada Setiap Petak Ukur	

	Pemantauan di BMO.....	150
Gambar 3.33	Dinamika Potensi Erosi Tanah – Kelas Bahaya Erosi (KBE) pada Setiap Petak Ukur Pemantauan di LMO.....	151
Gambar 3.34	Indikasi Dinamika Potensi Erosi Tanah – Kelas Bahaya Erosi Berdasarkan Perkembangan Kelas Penutupan Vegetasi.....	152
Gambar 3.35	Dinamika Indeks Keragaman Hayati (H').....	172
Gambar 3.36	Kekayaan Vegetasi Kawasan Reklamasi (Luas Plot 0.6 Ha).....	173
Gambar 3.37	Kekayaan Vegetasi Kawasan Hutan Alam (Luas Plot 0.04 Ha).....	173
Gambar 3.38	Indeks Kesamaan Komunitas Antar Site.....	174
Gambar 3.39	Kelas Makan Jenis Burung dari Ketiga Site (SMO, BMO, LMO) di PT Berau Coal.....	182
Gambar 3.40	<i>Ingerophrynus divergens</i> Merupakan Jenis Endemik Kalimantan yang Tidak Dijumpai Lagi pada Saat Pemantaun Kedua.....	197
Gambar 3.41	<i>Sphenomorphus cyanolaemus</i> [1] dan <i>Draco Sumatranus</i> [2], Dua Jenis Reptil yang Ditemukan Saat Pemantauan di SMO.....	199
Gambar 3.42	<i>Duttaphrynus melanostictus</i> [1] dan <i>Fejervarya limnocharis</i> [2] Jenis yang Umum Dijumpai di Habitat Terbuka dan Berdekatan dengan Aktivitas Manusia.....	200
Gambar 3.43	<i>Hylarana raniceps</i> [1] dan <i>Kalophrrynus pleurositgma</i> , [2] Jenis yang Hadir pada Pengamatan Tahun Kedua.....	201
Gambar 3.44	<i>Apterygodon vittatus</i> [1] dan <i>Bronchochela cristacella</i> [2] Jenis Reptil yang Ditemukan Saat Monitoring.....	202
Gambar 3.45	<i>Hylarana erythraea</i> [1] dan <i>Hylarana nicobariensis</i> [2] Jenis yang Umum Dijumpai pada Habitat yang Terbuka.....	203
Gambar 3.46	Jenis Katak Pohon yang Ditemukan di Areal Reklamasi Disposasi 500: <i>Polypedates leucomystax</i> [1], <i>Polypedates macrotis</i> [2] dan <i>Polypedates ottilophus</i> [3].....	203

Gambar 3.47	<i>Rhacophorus horizoni</i> [1], <i>Rhacophorus pardalis</i> [2] <i>Rhacophorus appendiculatus</i> [3] dan <i>Limnonectes finchi</i> [4] Jenis yang Sering Dijumpai pada Habitat Hutan Primer dan Sekunder Tua 204
Gambar 3.48	<i>Aphaniotis ornata</i> [1] dan <i>Mabuya multifasciata</i> [2] Dua Jenis Reptil yang Ditemukan pada Pengamatan Kedua (2013) 206
Gambar 3.49	Skema Dinamika Tingkat Keterpulihan LRPT Secara Kimiawi Berdasarkan Perkembangan Umur Revegetasi..... 222
Gambar 3.50	Dinamika Tingkat Keterpulihan LRPT Ditinjau Dari Sifat Fisik Tanah Berdasarkan Perkembangan Umur Revegetasi 224
Gambar 3.51	Dinamika Potensi Erosi Berdasarkan Perkembangan Kelas Penutupan Vegetasi 227
Gambar 3.52	Ilustrasi Interaksi Antar Elemen Dasar Ekosistem..... 245

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Indeks Erodibilitas Tanah (K)	14
Tabel 2.2	Kelas Kemiringan Lereng untuk Penentuan Indeks LS.....	15
Tabel 2.3	Indeks Faktor C untuk Berbagai Jenis Tanaman dan Pengelolaan Tanaman.....	16
Tabel 2.4	Indeks Faktor P pada Berbagai Tindakan Konservasi Tanah	17
Tabel 3.1	Harkat pH Tanah LRPT dan LO.....	96
Tabel 3.2	Harkat KTK Tanah LRPT dan LO	97
Tabel 3.3	Harkat KB Tanah LRPT dan LO	99
Tabel 3.4	Harkat KAI Tanah LRPT dan LO.....	100
Tabel 3.5	Harkat Kadar C Organik Tanah LRPT dan LO	101
Tabel 3.6	Harkat Kadar N Total Tanah LRPT dan LO.....	102
Tabel 3.7	Harkat Kadar P Tersedia Tanah LRPT dan LO	104
Tabel 3.8	Harkat Kadar K Tersedia Tanah LRPT dan LO.....	105
Tabel 3.9	Kondisi Kepadatan Tanah (BD) di LRPT dan LO.....	107
Tabel 3.10	Daftar Perbandingan Jenis Burung pada Ketiga Site (SMO, BMO, LMO)	177
Tabel 3.11	Keseluruhan Jenis Burung pada Ketiga Site (SMO, BMO, LMO)	178
Tabel 3.12	Daftar Jenis Burung yang Dilindungi pada Ketiga Site (SMO, BMO, LMO) di PT Berau Coal.....	185
Tabel 3.13	Jenis Kumbang Berantena Panjang yang Ditemukan di Berbagai Tipe Hutan di SMO	207
Tabel 3.14	Jenis Kumbang Berantena Panjang yang ditemukan di Hutan Terdegradasi di SMO.....	207
Tabel 3.15	Jenis Kumbang Berantena Panjang yang ditemukan di Hutan Sedikit Terganggu di Site Binungan.....	210
Tabel 3.16	Jenis Kumbang Berantena Panjang yang Ditemukan di Berbagai Tipe Hutan di Site Binungan.....	210
Tabel 3.17	Jenis Kumbang Berantena Panjang yang	

	ditemukan di Hutan Terdegradasi di Site Binungan.....	210
Tabel 3.18	Jenis Kumbang Berantena Panjang yang Ditemukan pada Hutan yang Baik di LMO.....	212
Tabel 3.19	Jenis Kumbang Berantena Panjang yang Ditemukan di Berbagai Tipe Hutan di LMO.....	212
Tabel 3.20	Jenis Kumbang Berantena Panjang yang Ditemukan di Hutan Terdegradasi di LMO.....	213
Tabel 3.21	Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah pada Kedalaman Tanah 0 - 60 cm di LRPT dan LO	218
Tabel 3.22	Koefisien Korelasi Antara Kadar C Organik dengan Sifat Kimia Tanah Lainnya di LRPT Batubara.....	220
Tabel 3.23	Koefisien Korelasi Antara Kadar C Organik dengan BD di LRPT Batubara	223
Tabel 3.24	Dinamika Proses dan Mekanisme serta Indikasi Keterpulihan Ekosistem Lahan Revegetasi Pasca Tambang	245

BAB 1

PENDAHULUAN

Lahan terdegradasi, termasuk lahan bekas tambang batubara pada umumnya mengalami perubahan mikroklimat dan penurunan tingkat kesuburan tanah yang mengarah pada perubahan kurang menguntungkan bagi perkembangan makhluk hidup. Perubahan mikroklimat dan penurunan tingkat kesuburan tanah yang umum terjadi antara lain adalah meningkatnya suhu udara dan suhu tanah, menurunnya ketersediaan air tanah, meningkatnya penguapan (evapotranspirasi) dan intensitas cahaya matahari, perubahan karakteristik fisik dan kimia tanah, serta perubahan pada permukaan tanah akibat hilangnya vegetasi penutup lahan. Perubahan ini mengakibatkan kerugian diantaranya penurunan populasi mikroorganisme tanah, menurunkan populasi serangga dan fauna tanah lain yang berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah, serta menghambat pertumbuhan vegetasi penutup karena kurang tersedianya unsur hara yang bermanfaat bagi perkembangan tanaman.

Kondisi iklim mikro/mikroklimat (*microclimate*) dan tingkat kesuburan tanah serta erosi tanah sangat menentukan potensi suatu bentang wilayah. Hasil interpretasi terhadap kondisi mikroklimat dan tingkat kesuburan tanah serta erosi akan menentukan potensi suatu wilayah melalui prediksi keadaan air tersedia, produktivitas lahan dan tanaman, sehingga akan memudahkan pemilihan jenis tanaman yang sesuai serta teknik dan manajemen yang tepat. Ketersediaan air tanah, penggunaan air oleh tanaman dan ketersediaan unsur hara dalam tanah sangat penting untuk memprediksi produktivitas kegiatan revegetasi yang dilakukan. Di dalam model kegiatan revegetasi, data iklim harian dan karakteristik kesuburan tanah berperan penting sebagai masukan (*input factor*) untuk menentukan teknik revegetasi yang dilakukan. Satu diantara tujuan dari revegetasi lahan pasca tambang batubara adalah untuk memperbaiki kondisi mikroklimat dan meningkatkan

tingkat status kesuburan tanah melalui proses suksesi secara tepat dan cepat. Pengamatan mikroklimat dan tingkat kesuburan tanah dimaksudkan untuk mengetahui perubahan kondisi iklim mikro akibat kegiatan penambangan dan setelah dilakukannya upaya reklamasi biologi dengan penanaman vegetasi, introduksi mikroorganisme tanah yang berpotensi memperbaiki kesuburan tanah dan peningkatan unsur hara tanah oleh proses dekomposisi serasah. Melalui parameter-parameter yang diamati diharapkan dapat diketahui apakah revegetasi yang telah, sedang dan akan terus dilakukan dapat memperbaiki kondisi iklim mikro dan kesuburan tanah setempat terutama dalam penurunan suhu udara dan suhu tanah, peningkatan kelembaban udara dan kadar air tanah, peningkatan penyerapan cahaya matahari untuk dimanfaatkan oleh kanopi tanaman serta peningkatan unsur hara tanah secara cepat, efektif dan efisien.

Erosi merupakan suatu proses alam yang tidak mungkin bisa atau sangat sulit untuk dapat dihilangkan sama sekali. Penggunaan lahan secara intensif telah menyebabkan terjadinya peningkatan laju dan massa erosi yang sangat nyata dari tahun ke tahun akan berdampak setempat maupun tempat lainnya (*onsite - offsite impacts*). Oleh karenanya, pengendalian limpasan permukaan dan laju erosi menjadi penting, karena akan sangat menentukan tatacara pengelolaan sumberdaya alam tanah dan air.

Penggunaan kawasan hutan guna kepentingan pertambangan memungkinkan dengan adanya peraturan menteri kehutanan nomor P.43/Menhut-II/2008 (diperbarui dengan Permenhut Nomor: P.18/Menhut-II/2011) tentang pinjam pakai kawasan hutan. Kewajiban untuk melakukan reklamasi lahan bekas tambang juga telah diatur melalui permenhut nomor P.60/Menhut-II/2009 tentang pedoman penilaian keberhasilan reklamasi hutan dan juga permenhut nomor:P.4/Menhut-II/2011 tentang Pedoman Reklamasi Hutan. Persoalan muncul ketika dalam pelaksanaan rehabilitasi/reklamasi lahan pemegang konsesi tambang dalam kawasan hutan pinjam pakai wajib mengembalikan kawasan yang dipakai sebaik pulih seperti semula (rona awal). Esensi dari peraturan ini sungguh bertolak belakang dengan kenyataan bahwa

tidak atau belum pernah ada bukti lokasi bekas tambang di negeri kita kembali seperti hutan alam, alam tropis dengan segala keunikan dan keragaman hayati yang begitu tinggi. Meskipun demikian, dengan segala upaya yang didukung teknologi dan dana yang rasional, peluang membaiknya ekosistem dapat tetap diharapkan.

Sebagaimana diketahui kalangan pemerhati dan praktisi lingkungan, suksesi dalam lingkup hutan pada dasarnya proses pergantian elemen ekosistem, dalam hal ini dapat berupa pergantian ragam spesies vegetasi maupun satwa. Dilihat dari status kondisi awal suksesi, dikenal istilah suksesi primer yang mana terjadi pada kawasan yang sebelumnya sama sekali tidak bervegetasi. Sementara itu, suksesi sekunder berlangsung pada kawasan kritis bervegetasi atau kawasan bervegetasi yang mengalami gangguan.

Ditinjau dari kecenderungan perubahan jumlah spesies yang ada, maka dikenal suksesi progresif, yakni apabila suksesi membawa peningkatan ragam atau jumlah spesies. Sebaliknya suksesi dikatakan retrogresif apabila jumlah jenis semakin sedikit. Pada kawasan hutan atau kawasan bervegetasi yang mengalami gangguan serius atau gangguan berulang kali akan terjadi suksesi yang "gagal" dimana kondisi awal tidak pernah terpulihkan. Ditinjau dari penyebab terjadinya suksesi, maka ada suksesi alogenik, yakni suksesi yang dipicu akibat perubahan lingkungan. Suksesi juga dapat dipengaruhi perkembangan vegetasi yang telah lebih dahulu ada, yang berlangsung dalam rentang waktu lama, yang dikenal sebagai suksesi autogenik.

Penanaman kembali lahan pasca tambang dilakukan guna mempercepat proses ekologis sehingga diharapkan roda ekosistem berjalan sebagaimana kondisi awal atau bahkan lebih. Pemilihan jenis tanaman yang digunakan umumnya berdasarkan asumsi bahwa jenis tersebut bukan saja mempunyai toleransi tinggi terhadap kondisi pasca tambang yang ekstrim kritis, namun juga berperan sebagai katalisator pemulihan ekosistem. Akan tetapi ada kemungkinan jenis tanaman pohon tidak dapat memenuhi kedua

harapan tersebut sekaligus. Sejumlah jenis cukup toleran pada daerah ekstrim, namun kurang bersifat katalis bagi pemulihan ekosistem akibat sifatnya yang intoleran terhadap kehadiran jenis lain (dapat memicu suksesi retrogresif).

Pemantauan fauna banyak mengindikasikan adanya suatu diversitas fauna yang merespon perubahan yang terjadi pada habitat (tutupan lahan yang cenderung membaik). Seiring berlalunya waktu, populasi baru suatu jenis dapat terbentuk di lokasi lain yang sesuai dan berdekatan dengan lokasi semula. Suatu tegakan (sekalipun dalam luasan terbatas) sangat penting artinya bagi kehidupan satwa. Pada dasarnya kawasan reklamasi-rehabilitasi yang terbentuk pasca pertambangan batubara identik dengan habitat yang terfragmentasi, membentuk unit 'pulau-pulau' habitat (*green patches*) yang lebih kecil dan dipisahkan dalam jarak tertentu. Pemantauan pada beberapa *green patches* reklamasi-rehabilitasi terpilih dengan kriteria tertentu (keadaan tegakan dan umur) membuktikan adanya pemanfaatan sebagai habitat yang cenderung permanen oleh beberapa jenis fauna dengan rentang preferensi ekologis yang lebar (*generalist*) dan penyebaran yang relatif luas.

Fungsi fragmen habitat alami (*remnant forest patches*) juga tidak dapat diabaikan dalam hubungannya dengan proses kehadiran dan kolonisasi jenis di areal reklamasi-rehabilitasi. Telah diungkapkan sebelumnya bahwa kehadiran jenis-jenis mamalia di site reklamasi-rehabilitasi sangat erat kaitannya dengan keberadaan spot-spot alami (*remnant forest patches*) yang disisakan pada saat pembukaan areal tambang. Spot-spot alami sangat penting artinya untuk mempertahankan jenis-jenis tumbuhan dan satwa yang memiliki ketahanan hidup pada areal-areal terfragmentasi (*area-fragmented survivorships*), yang pada akhirnya dapat berfungsi sebagai *stepping-stone* yang menghubungkan site-site reklamasi-rehabilitasi, menguatkan fungsi site-site tersebut sebagai habitat.

Beberapa literatur menyebutkan bahwa kelayakan suatu kawasan sebagai habitat dan jarak dari kawasan pusat sumber kekayaan jenis mempengaruhi kehadiran suatu jenis pada suatu habitat

tertentu dan kemungkinan okupansi terhadap habitat itu oleh individu-individu jenis tersebut. Eksistensi suatu jenis satwa pada suatu areal diketahui berhubungan dengan beberapa parameter bentang alam dan habitat seperti luasan dan kualitas habitat, konektivitas antar fragmen, waktu 'isolasi' (terbentuknya fragmen pertama kali) dan ketinggian, jarak ke fragmen terdekat dan lokasi fragmen pada bentang alam. Hal ini nampaknya yang terjadi pada 'mosaik-mosaik' kawasan reklamasi-rehabilitasi areal tambang di PT Berau Coal.

Kegiatan pemantauan fauna berupaya mendokumentasikan diversitas jenis fauna (dengan fokus pada mamalia besar, avifauna dan herpetofauna). Vertebrata, terutama mamalia dan burung menjadi fokus dalam studi ini karena merupakan bagian penting dari biomassa satwa di kawasan tropis berhutan dan sebagai komponen kunci dalam proses-proses ekologis. Kedua kelompok ini merupakan kelompok yang tepat untuk dikaji mengingat peran pentingnya bagi dinamika ekosistem tropis, potensinya sebagai indikator biologis serta kepentingannya dalam prioritas konservasi di tingkat lokal dan internasional. Mamalia dan burung sering dijadikan sebagai taksa perwakilan (*flagship*), relatif lebih mudah untuk diobservasi dan kemiripan habitatnya lebih banyak diketahui. Herpetofauna (amfibi dan reptil) tidak begitu banyak ditemukan dalam pustaka konservasi. Namun demikian, taksa ini diduga memiliki kepekaan yang tinggi terhadap pengaruh perubahan lahan.

Selain pendokumentasian diversitas jenis, desain pemantauan fauna lanjutan juga diarahkan untuk menindaklanjuti studi terhadap beberapa fauna yang dianggap 'penting' dan menjawab asumsi-asumsi mendasar yang muncul sebagai kesimpulan pada pemantauan-pemantauan fauna yang dilakukan sebelumnya. Masing-masing site mempunyai desain observasi dan studi tambahan berdasarkan karakteristik data fauna yang telah diperoleh pada pemantauan sebelumnya.

BAB 2

DATA DAN TEORI

Pemantauan dinamika mikroklimat - tingkat kesuburan tanah - potensi erosi dilaksanakan di lahan revegetasi pascatambang batubara dan lahan original (hutan) pada areal kerja PT Berau Coal, yang tersebar di 3 (tiga) Site Mining Operation (MO) yaitu Sambarata (SMO), Lati (LMO) serta Binungan (BMO). Di setiap Site ditetapkan sebanyak 8 (delapan) buah Petak Ukur Pemantauan (PUP) yang dirancang untuk dapat menggambarkan kecenderungan (*trend*) perkembangan penutupan vegetasi dari mulai lahan terbuka pasca tambang hingga lahan original bersamaan dengan karakter kondisi mikroklimat dan kesuburan tanah serta potensi erosinya. Adapun waktu pelaksanaannya adalah dalam rentang waktu 4 (empat) tahun, yang meliputi perancangan kegiatan pemantauan, pengumpulan dan analisis data. Pada rentang waktu tersebut secara bersamaan juga dilakukan pemantauan perkembangan vegetasi dan fauna pada site yang sama tetapi pada lokasi yang berbeda.

Prosedur kegiatan pemantauan terhadap tingkat kesuburan tanah - mikroklimat - potensi erosi, perkembangan vegetasi serta fauna pada lahan revegetasi pascatambang batubara meliputi perancangan kegiatan, pengumpulan data di lapangan, pengolahan dan analisis data, pembahasan serta pemecahan masalah.

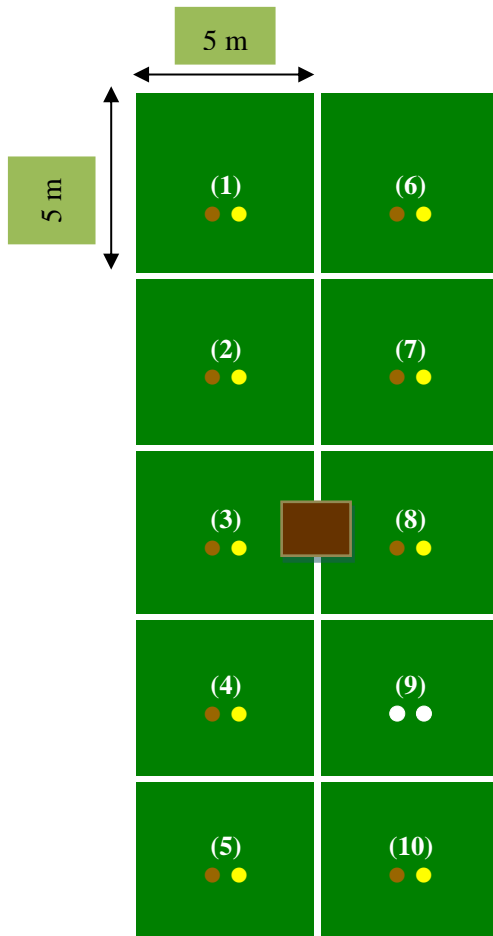
2.1 Pemantauan Mikroklimat

Pengamatan lapangan dilaksanakan pada PUP yang tersebar pada ketiga site mining operation (Sambarata-SMO, Binungan-BMO, Lati-LMO). Pada setiap site ditetapkan sebanyak 8 (delapan) PUP dengan kriteria penutupan lahan yaitu: Lahan Terbuka, Kelas Umur (KU) <2 Tahun, KU 2-4 Tahun, KU 4-6 Tahun, KU 6-8 Tahun, KU 8-10 Tahun, KU >10 Tahun serta Hutan-Original (H-O). Penetapan lokasi-lokasi PUP pada setiap SMO dilakukan secara purposif dengan sangat

mempertimbangkan representasi kondisi lahan revegetasi pasca tambang. Secara keseluruhan, kegiatan pengamatan (lapangan dan analisis sampel) dilaksanakan pada 24 (dua puluh empat) PUP. Berdasarkan jumlah Site (3), Kelas Penutupan Vegetasi (7) serta Substansi Pemantauan (3), ditetapkan PUP (Gambar 2.1) sebanyak 24 buah (10 m x 25 m) dan setiap PUP terdiri dari Sub-PUP (5 m x 5 m) sebanyak 10 buah.

Pengambilan data elemen-elemen iklim mikro dilakukan pada PUP dan Sub-PUP yang bersamaan dengan pengambilan sampel-sampel tanah. Adapun parameter-parameter yang diamati meliputi suhu udara (atas - tengah - bawah tajuk tanaman), suhu tanah (kedalaman 0-30 cm, 31-60cm), kelembaban nisbi udara, kelembapan tanah, intensitas cahaya di atas - tengah - bawah tajuk tanaman. Peralatan utama yang digunakan adalah Light Density Meter/ Illuminometer untuk mengukur intensitas cahaya, Thermo-Hygrometer untuk mengukur suhu dan kelembaban udara dan kelembaban tanah, serta Portable Ombrometer untuk mengukur jeluk hujan.

Pengambilan data pada tanah diawali dengan melakukan pengeboran tanah sesuai dengan kedalaman, selanjutnya dilakukan pengamatan sesuai dengan waktu yang ditentukan. Begitu halnya dengan pengambilan data pada permukaan tanah hingga atas tajuk dilakukan bersamaan sesuai dengan waktu yang ditentukan, seperti disajikan secara visual pada **Foto II-01**. Secara keseluruhan, pengukuran parameter dan pengumpulan dan mikroklimat dilakukan sebanyak 10 (sepuluh) kali yaitu pada Tahun I (1 kali), Tahun II (3 kali), Tahun III (3 kali), serta pada Tahun IV (3 kali).



Keterangan dan Catatan:

● **Titik Bor Tanah**

- Kedalaman 0 - 10 cm
- Kedalaman - 30 cm
- Kedalaman - 60 cm

■ **Profil Tanah (Mini Pit)**

● **Titik pengamatan mikroklimat**

- Suhu Udara (°C)
- Kelembaban Udara (%)
- Intensitas Cahaya (μmol)
- Suhu Tanah (°C)

Pengamatan Potensi Erosi

- Jenis Tanah
- Indeks Erodibilitas Tanah
- Panjang Lereng (25 m)
- Kelerengan (%)
- Indeks Panjang dan Kemiringan Lereng Tutupan Vegetasi pada Berbagai Kelas Umur, Belum, Tidak Terganggu
- Indeks Tutupan Vegetasi
- Praktek-praktek Konservasi Tanah dan Air
- Indeks Praktek-praktek Konservasi Tanah dan Air

Gambar 2.1 Petak Ukur Pemantauan Mikroklimat – Tingkat Kesuburan Tanah - Potensi Erosi pada Lahan Revegetasi Pascatambang Batubara dan Lahan Original (LRPT-LO)

2.2 Kesuburan Tanah

Pemantauan tingkat kesuburan tanah dilakukan pada PUP yang sama dengan pemantauan mikroklimat. Pada PUP yang

berukuran 10 m x 25 m dilakukan pembagian menjadi Sub-PUP berukuran 5 m x 5 m sehingga pada setiap PUP terdapat 10 (sepuluh) Sub-PUP. Pada setiap Sub-PUP dilakukan pengambilan sampel tanah secara komposit menggunakan Bor Tanah (Hand Auger) pada kedalaman 0-30 cm dan >31-60 cm (Gambar 2.2), dan untuk pengambilan sampel tanah utuh (*undisturbed soil samples*) dilakukan dengan menggunakan *ring sampler* (Gambar 2.3) pada titik-titik pengamatan yang telah ditetapkan sebelumnya.



Gambar 2.2 Pengambilan Sampel Menggunakan Bor Tanah (Hand Auger) pada Kedalaman 0 - 10 cm, >10 - 30 cm, dan >30 - 60 c



Gambar 2.3 Pengamatan Sampel Tanah Utuh Menggunakan Ring Sampler pada Kedalaman 0 - 30 cm dan >30 - 60 cm

Pada setiap PUP dibuat Profil Tanah Mini (Mini Pit) tepat di bagian tengah memanjang PUP dengan kedalaman 60 cm untuk keperluan identifikasi secara morfologis (Gambar 2.4). Sampel-sampel tanah yang diambil kemudian dianalisis di Laboratorium Ilmu-ilmu Tanah Fakultas Kehutanan UNMUL untuk dianalisis guna mengetahui karakteristik kimia tanah.



Gambar 2.4 Pengamatan Minipit pada Kedalaman 0-60 cm



Gambar 2.5 Pengamatan Struktur (Kiri) dan Warna Tanah (Tengah), serta Perakaran Tanaman (Kanan)

Parameter-parameter yang diamati adalah C-organik, N-Total, C/N Ratio, P_2O_5 Tersedia (Bray 1), K_2O Tersedia Kapasitas Tukar Kation, K, Na, Mg, Ca, Kejenuhan Basa, Kejenuhan Al, pH (H_2O), pH (KCl) dengan merujuk kepada kriteria tingkat kesuburan tanah lengkap yang disusun oleh Pusat Penelitian Tanah (PPT) Bogor. Selain itu, pengamatan lapangan sekitar titik-titik pengambilan sampel tanah meliputi tutupan lahan, tumbuhan bawah, bentang lahan, topografi, kelerengan, penggunaan lahan, vegetasi dominan sekitar, kedalaman tanah

efektif, drainase permukaan, kondisi kelembaban tanah, kedalaman air tanah, erosi, banjir, genangan, batuan permukaan - singkapan, jenis tanah, ketebalan horizon, warna, bercak, dominasi, kontras, batasan horizon, kejelasan, kelas tekstur, struktur, konsistensi, perakaran, pori-pori tanah, batuan induk (Gambar 2.5), serta praktek-praktek konservasi tanah.

2.3 Potensi Erosi Tanah

Pengamatan lapangan tentang potensi erosi tanah dilakukan pada PUP yang sama dengan pengamatan iklim mikro dan tingkat kesuburan tanah, yang dilengkapi dengan pengamatan umum pada lahan revegetasi pasca tambang pada setiap site. Pendugaan besaran potensi laju erosi dilakukan dengan pendekatan metode Universal Soil Loss Equation (USLE) dapat dilihat pada persamaan 2.1 sebagai berikut:

$$A = R \times K \times (LS) \times C \times P \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

- A = Potensial jumlah tanah maksimum yang hilang (ton/ha/tahun);
- R = Indeks erosivitas hujan;
- K = Indeks erodibilitas tanah;
- LS = Indeks panjang dan kemiringan lereng;
- C = Indeks tanaman penutup dan pengelolaannya;
- P = Indeks tindakan konservasi tanah.

2.4 Indeks Erosivitas Hujan (R)

Indeks erosivitas hujan (R) adalah gambaran dari kemampuan hujan untuk menimbulkan kejadian erosi melalui tahapan pemecahan agregat dan dispersi serta pengangkutan partikel tanah oleh tenaga limpasan permukaan (*surface run-off*), seperti disajikan secara visual pada Gambar 2.6.

Secara kuantitatif, data dasar guna menentukan besaran indeks

erosivitas hujan adalah besarnya massa hujan yang menumbuk permukaan lahan - tanpa ataupun terdapat penutupan vegetasi, dan untuk kepentingan ini dinyatakan dalam besaran hujan bulanan. Selanjutnya, besaran Indeks R ditetapkan berdasarkan jeluk hujan bulanan menggunakan pendekatan persamaan 2.2 Lenvain (1989) yaitu:

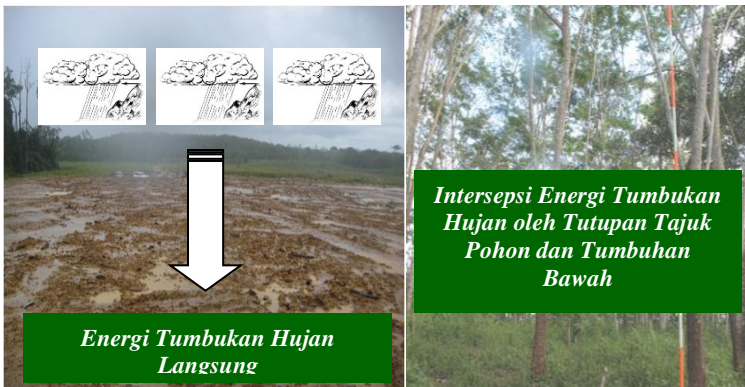
$$R = 2,21P^{1,36} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

R = Erosivitas hujan dan aliran permukaan;

P = Jeluk hujan bulanan (cm)

Berdasarkan pendekatan tersebut maka dapat diperoleh besaran R-tahunan dengan menjumlahkan masing-masing R-bulanan tersebut secara aljabar. Selanjutnya, indeksi erosivitas tahunan ini digunakan di dalam pendekatan pendugaan besaran jalur erosi tanah.



Gambar 2.6 Energi Terbarukan Hujan di Permukaan Lahan sebagai Dasar Penetapan Indeks Erosivitas Tanah (R)

2.5 Indeks Erodibilitas Tanah (K)

Faktor erodibilitas tanah (K) diartikan sebagai jumlah tanah yang hilang secara potensial dari suatu jenis lahan akibat erosivitas hujan dalam keadaan bera sepanjang tahun, yang terletak pada kemiringan lahan 9% dan panjang lereng 22,10 m. Secara umum, besaran K sangat ditentukan oleh tekstur, struktur, permeabilitas dan bahan organik tanah. Penentuan besaran K dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan secara nomografis dan/atau rumus-rumus pendekatan lainnya.

Untuk kepentingan tersebut, erodibilitas tanah diduga dengan menggunakan hasil- pengamatan terhadap jenis tanah dan kondisi eksisting di lapangan terkait dengan kedalaman efektif, kepadatan, struktur tanah, dan keberadaan atau akumulasi bahan organik. Oleh karenanya dilakukan pengamatan terhadap minipit tanah seperti disajikan pada Gambar 2.7. Selanjutnya, untuk menentukan kelas kepekaan tanah terhadap kejadian erosi, penilaian besaran indeks erodibilitas tanah dapat dilihat dalam Tabel 2.1.



Gambar 2.7 Pengamatan Minipit sebagai Satu diantara Dasar Pertimbangan Penetapan Erodibilitas Tanah (K)

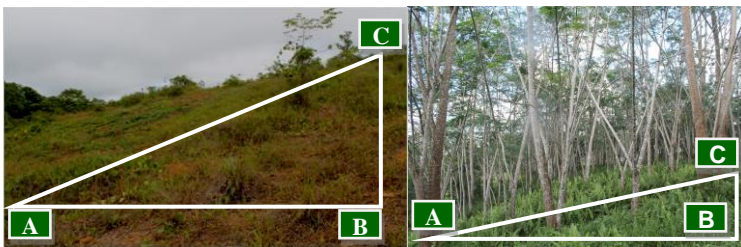
Tabel 2.1 Klasifikasi Indeks Erodibilitas Tanah (K)

No.	Kelas Kepekaan Tanah	Indeks Erodibilitas Tanah (K)
01.	Sangat Rendah	0,00 - 0,10
02.	Rendah	0,11 - 0,20
03.	Sedang	0,21 - 0,32
04.	Agak Tinggi	0,33 - 0,43
05.	Tinggi	0,44 - 0,55
06.	Sangat Tinggi	0,56 - 0,64

Sumber : (Dangler & El-Swaify, 1976)

2.6 Indeks Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Kombinasi faktor LS mewakili rasio kehilangan tanah pada suatu panjang dan kecuraman lereng terhadap kehilangan tanah dari suatu lereng dengan panjang 22,10 m pada kondisi yang sama. Nilai-nilai LS tidak mutlak tetapi merujuk pada nilai 1,0 dengan panjang lereng 22,10 m dan kecuraman 9%. Pengaruh panjang lereng diabaikan dan yang dianggap berpengaruh hanya kemiringan lereng dan indeks LS dinilai berdasarkan klasifikasi kemiringan lereng. Untuk kepentingan tersebut dilakukan pengukuran panjang lereng dengan menggunakan meteran lapangan, dan pengukuran kemiringan lereng dengan menggunakan clinometer (Gambar 2.8).



Ket: ABC = Segitiga Siku-siku, AC, = Jarak Lapang Panjang Lereng (*Slope Length*), AB = Jarak Datar, Tg = BC/AB - Kelerengan (*Slope*)

Gambar 2.8 Pengukuran Panjang dan Kemiringan Lereng untuk Penentuan Indeks LS

Penetapan indeks panjang dan kemiringan lereng dilakukan berdasarkan kelas kemiringan lereng seperti disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kelas Kemiringan Lereng untuk Penentuan Indeks LS

No.	Kemiringan (%)	Penilaian LS	Kelas	Indeks LS
01.	0 - 8	Datar	1	0,4
02.	8 - 15	Landai	2	1,4
03.	15 - 25	Agak Curam	3	3,1
04.	25 - 45	Curam	4	6,8
05.	> 45	Sangat Curam	5	9,5

Sumber : (Asdak C. , 1995)

2.7 Indeks Tanaman Penutup dan Pengelolaan Tanaman (C)

Besaran indeks faktor pengelolaan tanaman adalah nisbah antara besarnya tanah tererosi atau tanah yang hilang dari lahan dengan tanaman tertentu, terhadap besarnya erosi tanah yang terjadi pada lahan yang sama tanpa tanaman dan dengan panjang dan kemiringan lereng lapangan yang sama.



Gambar 2.9 Identifikasi Tutupan Tajuk Tanaman Revegetasi (Pohon dan Tumbuhan Bawah) untuk Penebangan Indeks C

Tabel 2.3 Indeks Faktor C untuk Berbagai Jenis Tanaman dan Pengelolaan Tanaman

No.	Pengelolaan Tanaman	Indeks C
01	Tanaman rumput (<i>Brachiaria sp</i>)	0,290
02	Tanaman kacang jogo	0,161
03	Tanaman gandum	0,242
04	Tanaman ubi kayu	0,363
05	Tanaman kedelai	0,393
06	Tanaman serai wangi	0,434
07	Tanaman padi lahan kering	0,560
08	Tanaman padi lahan basah	0,010
09	Tanaman jagung	0,637
10	Tanaman jahe, cabe	0,900
11	Tanaman kentang ditanam searah lereng	1,000
12	Tanaman kentang ditanam searah kontur	0,350
13	Pola tanaman tumpang gilir + mulsa jerami	0,097
14	Pola tanaman berurutan + mulsa sisa tanaman	0,347
15	Pola tanaman berurutan	0,398
16	Pola tanaman tumpang gilir + mulsa sisa tanaman	0,357
17	Kebun campuran	0,200
18	Ladang berpindah	0,400
19	Tanah kosong diolah	1,000
20	Tanah kosong tidak diolah	0,950
21	Hutan tidak terganggu	0,001
22	Semak tidak terganggu	0,010
23	Alang-alang permanen	0,020
24	Alang-alang dibakar	0,700
25	Sengon dengan semak	0,012
26	Sengon tidak disertai semak dan tanpa serasah	1,000
27	Pohon tanpa semak	0,320

Sumber : (Abdurachman, S., & N., 2005)

Untuk penetapan indeks tutupan tanaman dan pengelolaan tanaman (C), dilakukan pengamatan terhadap kondisi eksisting lapangan utamanya terhadap lahan revegetasi pasca tambang, persentase tutupan tajuk serta tutupan tumbuhan bawah (Gambar 2.9). Selanjutnya, penetapan Indeks C didasarkan pada hasil-hasil penelitian terdahulu (Tabel 2.3).

2.8 Indeks Konservasi Tanah (P)

Faktor konservasi tanah mencakup tindakan konservasi secara vegetatif dan fisik-mekanik dan juga upaya lain yang bertujuan untuk mengurangi atau menekan bahaya erosi, khususnya upaya penutupan lahan dan pengendalian limpasan permukaan, yang beberapa diantaranya disajikan pada Gambar 2.10. Penetapan besaran Indeks Faktor P dilakukan dengan menggunakan hasil-hasil penelitian sebelumnya seperti disajikan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Indeks Faktor P pada Berbagai Tindakan Konservasi Tanah

No.	Teknik Konservasi Tanah	Indeks P
01.	Teras Bangku	
	a. Baik	0,200
	b. Jelek	0,350
02.	Teras bangku: jagung-ubi kayu/kedelai	0,050
03.	Teras bangku: sorghum-sorghum	0,024
04.	Teras tradisional	0,400
05.	Teras gulud: padi-jagung	0,013
06.	Teras gulud: ketela pohon	0,063
07.	Teras gulud: jagung-kacang + mulsa sisa tanaman	0,006
08.	Teras gulud: kacang kedelai	
09.	Tanaman dalam kontur	
	a. Dengan kemiringan: 0 - 8%	0,500
	b. Dengan kemiringan: 8 - 20%	0,750
	c. Dengan kemiringan: > 20%	0,900

No.	Teknik Konservasi Tanah	Indeks P
10.	Tanaman dalam jalur-jalur: jagung-kacang tanah + mulsa	0,050
11.	Mulsa limbah jerami a. 6 ton/ha/thn b. 3 ton/ha/thn c. 1 ton/ha/thn	0,300 0,500 0,900
12.	Tanaman perkebunan a. Dengan penutup tanah rapat b. Dengan penutup tanah sedang	0,100 0,500
13.	Padang rumput a. Baik b. Jelek	0,040 0,400

Sumber : (Abdurachman, S., & N., 2005)



Gambar 2.10 Tindakan Konservasi Tanah dan Air untuk Penetapan Indeks P

Data-data hasil pengamatan lapangan dan analisis laboratorium diolah dan disusun dalam bentuk tabel dan gambar sedemikian rupa sehingga terkemas menjadi informasi. Selanjutnya, informasi-informasi tersebut dianalisis baik secara uantitatif maupun kualitatif sesuai dengan arah dan tujuan serta hasil yang diharapkan dari pemantauan mikroklimat, tingkat kesuburan tanah serta potensi erosi di lahan revegetasi pasca tambang batubara.

Berdasarkan hasil-hasil analisis dan dengan merujuk serta mendiskusikannya dengan hasil-hasil pemantauan sebelumnya

maupun hasil-hasil penelitian lain, maka dikembangkan logika secara induktif-deduktif guna menyusun kesimpulan-kesimpulan terpenting hasil pemantauan bersamaan dengan rekomendasi-rekomendasi terpenting untuk kepentingan tindakan revegetasi lahan pasca tambang batubara.

2.9 Perkembangan Vegetasi

Kegiatan pemantauan perkembangan vegetasi akan dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

- a. Orientasi dan kajian umum kawasan reklamasi dengan menggunakan peta tanam/revegetasi skala 1: 10.000 (Kehutanan, 2009);
- b. Penentuan plot evaluasi dengan sistematis dengan starting point secara random di atas peta. Plot pertama (20 x 20 x 1 meter) dibuat dengan sisi sejajar jalur tanam sementara sisi lain tegak lurus jalur tanam;
- c. Plot berikutnya dengan luas yang sama dibuat sebagai ulangan (dua plot dalam hal ini) dibuat pada jarak 100 meter (arah horizontal tegak lurus dari plot pertama). Plot ketiga dibuat pada jarak 100 meter tegak lurus arah vertikal dari plot pertama.
- d. Langkah point b dan c diulang pada petak reklamasi umur 2 tahun atau kurang, umur 2 hingga 4 tahun; umur 4 hingga 6 tahun; umur 6 hingga 8 tahun atau lebih;
- e. Secara keseluruhan terdapat 15 plot di SMO, BMO, serta LMO (Plot hutan alam menggunakan hasil analisis vegetasi tahun 2011);
- f. Persentase tingkat keberhasilan/pertumbuhan tanaman pokok dihitung berdasarkan perbandingan luas plot dan jarak tanam;
- g. Pada setiap plot seluas 400 m² (20 x 20 x 1 m) dibuat lagi anak plot berukuran 100 m² (10 x 10 x 1 m); 25 m² (5 x 5 x 1 m) dan 4 m² (2 x 2 x 1 m), masing-masing secara berurutan untuk analisis vegetasi (ANVEG) ukuran pohon, ukuran tiang, ukuran pancang dan semai;

- h. Analisis data mengacu pada nilai penting jenis (SIV), nilai perbandingan komunitas (kesamaan jenis Soerensen, QS), indeks keragaman Shannon-Wiener (H') untuk kawasan revegetasi maupun hutan alam;
- i. Nilai Penting Jenis (SIV) = Kerapatan Relatif (KR)+ Frekuensi Relatif (FR) + Dominansi Relatif (DR).

Keterangan:

KR : (kerapatan jenis tertentu dibagi kerapatan seluruh jenis) dikali 100%

Kerapatan jenis tertentu : jumlah individu jenis tertentu dibagi luas plot contoh.

FR : (frekuensi jenis tertentu dibagi frekuensi seluruh jenis) dikali 100%

Frekuensi jenis tertentu : jumlah plot contoh ditemukan jenis tertentu dibagi jumlah seluruh plot contoh.

DR : (Dominansi jenis tertentu dibagi dominansi seluruh jenis) dikali 100%

Dominansi jenis tertentu : jumlah luas bidang dasar jenis tertentu dibagi luas seluruh plot contoh.

Indeks kesamaan jenis Soerensen (Soerensen Qoutient, ditulis sebagai QS) adalah suatu angka yang menunjukkan tingkat kesamaan jenis penyusun dua komunitas (plot), diwujudkan dalam bentuk persentase (%) dan umum disajikan pada persamaan 2.3 sebagai berikut:

$$QS (\%) = (2G / SA + SB) \times 100 \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

G = jumlah jenis yang terdapat baik pada plot A dan juga plot B

SA = jumlah jenis ditemukan pada plot

SB = jumlah jenis ditemukan pada plot B

Quota Soerensen menjadi satu dari beberapa indeks analisis vegetasi yang digunakan untuk mengukur kesamaan komunitas vegetasi pada dua tempat yang berbeda, baik dalam kondisi alami maupun setelah mengalami gangguan ekologis.

Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') yang merupakan suatu angka yang menggambarkan tingkat kekayaan jenis dan sekaligus pemerataan sebaran individu dari jenis-jenis dalam suatu komunitas (plot), umumnya disajikan pada persamaan 2.4 sebagai berikut:

$$H' = -\sum p_i \cdot \ln p_i \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

p_i = jumlah individu jenis tertentu (n_i) dibagi jumlah individu seluruh jenis (N)

S = jumlah seluruh jenis yang terdapat dalam suatu plot

E (evenness) merupakan angka yang menggambarkan tingkat pemerataan individu dari seluruh jenis penyusun suatu komunitas (plot), disajikan pada persamaan 2.5 sebagai berikut:

$$E = H'/H\text{-maksimum} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

Nilai H -maksimum sama dengan nilai logaritmik dari S .

Nilai H mencapai maksimum jika nilai $-\sum p_i = 1$, suatu kondisi yang secara nyata sulit terjadi di alam.

2.10 Pemantauan Fauna

a) Avifauna

Metode yang digunakan untuk pemantauan avifauna adalah dengan melakukan pengamatan langsung menggunakan binokuler, suara burung (*Vocalization*) dan pemasangan jala kabut/mistnet. Jala kabut dipasang memanjang sebanyak 10 unit pada setiap areal monitoring satwa dengan tinggi jala 3-4 meter dan masing-masing jala berukuran panjang 10-12 meter. Jala di pasang pada tempat-tempat yang secara teknis memungkinkan untuk dilakukan pemasangan jala dan mendapatkan banyak jenis burung,

Pemasangan Jala Kabut dapat dilihat pada gambar 1.1. Jala dipasang selama 3-4 hari efektif. Kemudian jala akan dipindahkan pada titik lain di dalam areal monitoring tersebut. Jala yang telah terpasang, selalu di lihat setiap 1-2 jam sekali untuk memastikan adanya burung yang tersangkut di jala. Pada setiap sore hari, jala akan ditutup dan dibuka kembali keesokan paginya untuk menghindari kelelawar yang dapat tersangkut di jala pada malam hari.



Gambar 2.11 Pemasangan Jala Kabut

Kegiatan pengamatan dilakukan untuk menambah perolehan jenis burung, dan dilakukan di sepanjang jalur transek yang ada dengan menggunakan bantuan binokuler dan suara. Pengamatan di lapangan terkadang menemui beberapa kendala. Terlebih pada saat berada di dalam hutan dengan tutupan tajuk pohon yang rapat, sehingga sinar matahari tidak masuk sampai ke dalam hutan. Hal ini menimbulkan siluet dan membuat burung menjadi tampak lebih gelap pada saat diamati. Di saat kondisi seperti tersebut maka pengamatan burung sangat terbantu dengan pendengaran (suara burung). Identifikasi suara burung dibantu dengan MP3 suara-suara burung.



Gambar 2.12 Pengecekan dan Melepas Burung yang Tersangkut di Jala Kabut

Pengamatan burung dilakukan pada waktu burung sedang aktif bergerak, yakni pada pagi dan sore hari. Pengamatan pada pagi hari dilakukan pada jam 06.00 - 10.00 pagi dan sore hari pada jam 16.00 - 18.00 sore. Hal ini biasa disebut metode pengamatan *Concentration Count*, dimana pengamatan dilakukan pada saat burung-burung sedang beraktivitas/aktif bergerak.



Gambar 2.13 Pengamatan di Lapangan dan Pengambilan Gambar Burung untuk Kepentingan Dokumentasi

b) Mamalia

Teknik utama pemantauan mamalia pada penelitian ini adalah penggunaan kamera otomatis (*Camera Trapping*). Pengamatan ini menggunakan 10 Analog

Camera Trap Fieldnote I, Marif Co. Ltd dengan battery lithium CR123A dan Alkaline A3 yang biasa digunakan di hutan tropis Kalimantan (Yasuda M. , 2004; Numata, Okuda, Sugimoto, & Nishimura, 2005; Matsubayashi, et al., 2007; Samejima, Ong, Lagan, & Kitayama, 2012; Rustam, Yasuda, & Tsuyuki, 2012).

Kamera otomatis diletakkan pada titik-titik tertentu, misalnya lokasi yang berdekatan dengan pohon buah, lokasi yang berdekatan dengan sumber air dan lintasan satwa (ditandai dengan adanya jejak kaki). Untuk efisiensi dan meminimumkan hari penggunaan kamera digunakan umpan (Rustam, Yasuda, & Tsuyuki, 2012), dan penggunaan umpan sangat umum digunakan untuk metoda kamera trapping (Koerth & Kroll, 2000; Martorello, Eason, & Pelton, 2001; Yasuda M. , 2004; Yasuda, Miura, Ishii, Okuda, & Hussein, 2005; Gimán, Stuebing, Megum, Mcshea, & Stewart, 2007; Rustam, Yasuda, & Tsuyuki, 2012). Umpan yang digunakan pada penelitian ini adalah udang dicampur terasi yang diyakini dapat memancing mamalia untuk datang pada kamera trapping (Yasuda, Miura, Ishii, Okuda, & Hussein, 2005; Rustam, Yasuda, & Tsuyuki, 2012). Umpan diletakkan di depan fokus kamera otomatis untuk menarik perhatian satwa yang akan diamati. Jarak antar kamera dalam kisaran 50-500 m. Kamera dibiarkan terpasang selama 1 (satu) bulan atau 300 hari kamera.



Gambar 2.14 Pemasangan Kamera Trap di Lapangan

Selain teknik pemantauan tersebut, mamalia juga diamati berdasarkan suara dan jejak yang ditinggalkan, baik jejak kaki (*foot print*) maupun tinggalan lain seperti bulu, bekas cakar, bau dan tinja (*feses*) (Rudran, T.H., C., P., & A., 1996). Pada pengamatan tahun 2011 juga digunakan *cage trap* untuk mamalia kecil. Juga dilakukan pengamatan pada waktu malam hari (dengan bantuan senter) bersamaan dengan pengamatan herpetofauna. Pada beberapa kesempatan, jala kabut yang biasa digunakan dalam survei burung dibiarkan terpasang pada waktu malam hari untuk dapat menangkap kelompok kelelawar yang beraktivitas pada malam hari. Seluruh data yang terkumpul kemudian diidentifikasi dengan menggunakan beberapa buku identifikasi mamalia yang disusun oleh (Francis, 1998; Payne, Francis, Phillipps, & Kartikasari, 2000; Yasuma, *An Invitation to the Mammals of East Kalimantan*, 1994).

c) Amfibi dan Reptil

Pencarian/pengambilan data dilakukan dengan menggunakan metode survei perjumpaan visual (*Visual Encounter Survey*) dan penangkapan terhadap spesies yang menjadi obyek studi. Pengamatan dilakukan pada malam hari, dengan lama pengamatan ± 2 jam. Spesies yang belum dikenali dilakukan penangkapan untuk kemudian diidentifikasi lebih lanjut. Identifikasi dan penamaan menggunakan acuan pada buku:

- *A Field Guide to the Frogs of Borneo* oleh Robert F. Inger dan Robert B. Stuebing (2005);
- *A Pocket Guide Lizards of Borneo* oleh Indraniel Das (2004);
- *A Field Guide to the Reptiles of South-east Asia* oleh Indraniel Das (2010).

Pencarian amfibi dan reptil dilakukan di areal reklamasi khususnya di areal yang bersungai dan di genangan air (kolam). Dilakukan juga pencarian di

daratan diantara tanaman-tanaman reklamasi, juga pada lubang-lubang pohon yang diduga menjadi tempat bersarang katak pohon, serta pada tepi hutan yang berbatasan langsung dengan areal rehabilitasi dan reklamasi.



Gambar 2.15 Pencarian Katak di Sungai, Kolam (Kubangan) dan diantara Tanaman Reklamasi

Dari jenis-jenis amfibi yang diidentifikasi tersebut kemudian dianalisis dengan preferensi habitatnya berdasarkan informasi/referensi yang telah dimiliki. Hal ini untuk mengetahui gambaran dari kulit habitat itu sendiri dalam hal ini adalah areal reklamasi.

d) Kupu-Kupu dan Kumbang Berantena Panjang

Penangkapan terhadap kupu-kupu dilakukan setiap hari selama penelitian dengan menggunakan Sweep Net (jaring). Alat ini digunakan dengan cara menangkap atau mencegat kupu-kupu yang hinggap di dahan atau yang sedang terbang melintas.



Gambar 2.16 Beberapa Teknik yang Digunakan dalam Inventarisasi Jenis Kumbang Berantena Panjang dan Kupu-Kupu: *Netsweeping*, *Malaise Trap* dan *Artocarpus Trap*

Untuk jenis kumbang berantena panjang menggunakan 3 (tiga) jenis perangkap yaitu jaring serangga (*Netsweeping*), *Malaise Trap* dan *Artocarpus Trap* yang digunakan untuk mengumpulkan spesimen kumbang, sementara *Netsweeping* khusus untuk menangkap kupu-kupu dengan cara mencegat dan menangkap kupu-kupu tersebut.

Malaise Trap yang dipasang di sepanjang jalan lokasi penelitian dengan jarak masing-masing *Malaise Trap* sekitar 200 m. Adapun jumlah *Malaise Trap* yang dipasang berjumlah 4 (empat) buah. *Artocarpus Trap* yang dipasang berjumlah 10 (sepuluh) buah dan diletakkan dengan jarak 100 m di sepanjang jalan areal penelitian (Gambar 2.16).

BAB 3

PEMBAHASAN DAN PEMECAHAN MASALAH

Bentang alam di konsesi penambangan batubara PT Berau Coal umumnya adalah lansekap hutan alami yang telah menerima gangguan penebangan oleh para pemegang Ijin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu (IUPHHK, d/h Hak Pengusahaan Hutan-HPH). Pasca kegiatan penambangan, bentang alam yang semula berupa/berbentuk bukit menjadi rata atau menjadi kolam-kolam besar dan yang semula lembah berubah menjadi bukit atau rata-rata dengan tanah sekitarnya. Kondisi demikian merubah secara keseluruhan lahan-lahan yang mengandung batubara.

Kegiatan pemantauan mikroklimat - tingkat kesuburan tanah - potensi erosi ini dilaksanakan di areal bekas penambangan batubara Site Sambarata (SMO), Site Binungan (BMO), serta Site Lati (LMO). Secara geografis, posisi lokasi penambangan batubara terletak pada koordinat diantara $01^{\circ}58'17,976''$ - $02^{\circ}8'45,974''$ LS dan $117^{\circ}19'59,996''$ - $117^{\circ}29'0,994''$ BT.

3.1 Fisiografi Lahan

Fisiografi lahan umumnya berupa dataran sungai hingga perbukitan berupa klinorium sistem pada ketinggian 1-90m dpl. Dataran sungai terdiri dari dataran banjir, dataran levee dan rawa belakang serta teras sungai. Dataran sungai mempunyai kelerengan 0-8% sedangkan perbukitan antara 8-35%. Dataran banjir tergenang air secara berkala dan dipengaruhi oleh keadaan pasang surut. Rawa belakang tergenang air secara permanen atau terjenuhi air dalam waktu tertentu setiap tahun oleh air hujan atau luapan sungai, sedangkan perbukitan terbentang tidak beraturan. Komposisi batuan terdiri dari sedimen tersier, kuarter, batuan pasir, serta

aquiclude berupa lapisan-lapisan lempung, batuan lempung (*claystone*), batuan sabak (*shale*) dan batuan debu (*siltstone*).

Secara geomorfologis, areal penambangan batubara adalah daerah sinklin (angkatan) fisiografi dataran, sungai hingga perbukitan. Fisiografi dataran dan sungai terletak di ketinggian 1-10 m dpl, sedangkan fisiografi perbukitan terletak pada ketinggian 10-90 m dpl. Bentang dataran sungai memiliki variasi kelerengan dari 0-8% sedangkan perbukitan antara 8-35%. Fisiografi dataran terdiri atas dataran banjir dan rawa belakang.

Dataran banjir tergenang banjir secara berkala dan dipengaruhi oleh keadaan pasang surut, sedangkan rawa belakang tergenang air secara permanen atau setidak-tidaknya terjenuhi oleh air dalam waktu tertentu setiap tahun oleh air hujan atau luapan sungai. Perbukitan terbentang secara tidak beraturan (Sulthoni, Siwi, Subyanto, & Lilies S., 1991).

3.2 Geologi dan Jenis Tanah

Jenis-jenis tanah yang terbentuk pada fisiografi dataran dan sungai adalah Fluvisols (FAO) atau Entisols (USDA). Pada fisiografi perbukitan jenis tanah dominan adalah Luvisols dan Cambisols (FAO) atau Ultisols-Inceptisols (USDA). Kesuburan tanah rendah, ditandai reaksi tanah yang masam (pH 4,5-6,2), Nitrogen total <0,5%, bahan organik 8,8-9,6%, kapasitas tukar kation efektif <16 meq/100g tanah, kapasitas tukar kation potensial < 35 meq/100 g tanah, kejenuhan basa relatif sedang yaitu >35%, pH 8,2.

Ketersediaan unsur fosfor (P) dan kalium (K) tergolong cukup. Struktur tanah gumpal pada daerah perbukitan dan lepas-lepas hingga tak berstruktur pada daerah dataran anjir (lembah). Tekstur tanah pada umumnya sedang sampai halus (lempung liat berdebu sampai lempung berpasir). Kelas tekstur tanah dari lapisan permukaan hingga lapisan yang dalam cenderung konsisten pada daerah perbukitan hanya kadang diselingi oleh

batuan kerikil yang membentuk strata. Tekstur tanah pada daerah dataran secara vertikal dapat berubah dan tidak kontinyu, batuan kerikil terdapat di sepanjang profil tanah.

3.3 Iklim

Jeluk hujan rata-rata tahunan dari relatif bervariasi kecil atau merata sepanjang tahun. Jeluk hujan tertinggi di bulan Desember dan terendah bulan Agustus. Suhu udara tertinggi umumnya terjadi pada bulan Juni dan minimum pada bulan Januari. Kelembaban udara rata-rata tahunan 86,3%, maksimum 98% dan minimum 60% dengan rata-rata penyinaran matahari 47,4%.

Menurut Sistem Klasifikasi Iklim Schmidt dan Fergusson (1951), kawasan tersebut berada di bawah pengaruh iklim tipe A (Sambarata, Binungan, Lati) dengan besaran Q (*Quotient*) 3,91%, 13,1%, dan 3,8%; yang berarti daerah basah dengan vegetasi hutan hujan tropis. Berdasarkan klasifikasi Koppen (1931), tipe iklim di lokasi pengamatan termasuk tipe tropika basah (Af).

3.4 Vegetasi

Vegetasi pohon yang tumbuh umumnya adalah *Dipterocarpus verrucosus*, *Koordersiodendron pinnatum*, *Shorea laevis*, *Shorea smithiana*, *Shorea pinanga*, *Palaquium rostratum*, *Shorea parvifolia*, *Ficus sp.*, *Dipterocarpus gracilis*, *Cotylelobium burckii*, *Santiria griffithii*, *Eusideroxylon zwageri* t.et.B, *Koompassia exelsa*, *Anisoptera grosivenia*, *Parashorea malaanonan*, *Hopea dryobalanoides*, *Scaphium macropodum*, *Litsea angulata*, *Durio oxleyanus*, *Tristania whiteana*, *Canarium decumanum*, *Parkia speciosa*, *Dryobalanops lanceolata*, *Eugenia aromatica*, *Macaranga gigantea*, *Macaranga triloba*.

Jenis-jenis vegetasi penutup yang masih dijumpai diantaranya Rumput kawat (*Paspalum conjugatum*), Laban (*Vitex*

pubescens), Karamunting (*Melastoma malabathricum*), Teki (*Cyperus rotundus*), Gelagah (*Saccharum spontaneum*), Anggrung (*Trema orientalis*), Sembung (*Blumea balsamifera*), Pulai (*Alstonia scholaris*), Alang-alang (*Imperata cylindrica*), Laban (*Vitex pubescens*), Terap (*Artocarpus elasticus*), Belayong (*Merremia peltata*, *Meremia umbelata*), Mahang (*Macaranga triloba*), Kelampayan (*Anthocephalus chinensis*), Pandan (*Pandanus tectorius*), Mahang (*Macaranga gigantea*) dan lainnya.

3.5 Pemantauan Mikroklimat – Kesuburan Tanah – Erosi

a) Kondisi Mikroklimat

1. Suhu dan Kelembaban Tanah

Suhu tanah di kedalaman 0 - 30 cm dan 31 - 60 cm pada masing-masing kelas umur LRPT di bulan Mei menunjukkan perbedaan yang relatif kecil karena panas yang diterima di lapisan atas tanah segera terserap oleh lapisan di bawahnya. Kisaran rata-rata di kedalaman 0 - 30 cm untuk SMO, BMO dan LMO adalah 26,7 - 36,4°C; 27,7 - 34,0°C dan 25,7 - 32,5°C; sedangkan untuk kedalaman 31 - 60 cm adalah 26,0 - 35,7°C; 26,9 - 33,1°C dan 25,4 - 31,8°C. Pada September 2013 untuk kedalaman 0 - 30 cm kisaran rata-ratanya 26,4 - 34,8 °C; 25,7 - 35,1 °C dan 26,7 - 31,1 °C sedangkan kedalaman 31 - 60 cm adalah 26,1 - 33,5 °C; 25,7 - 34,3 °C; dan 26,5 - 30,2 °C. Pada November 2013 untuk kedalaman 0 - 30 cm kisaran rata-ratanya adalah 27,4 - 45,2 °C; 26,5 - 42,6 °C dan 26,2 - 39,1 °C sedangkan pada kedalaman 31 - 60 cm 26,8 - 45,2 °C; 26,0 - 37,8 °C dan 25,7 - 39,1 °C.

Hasil-hasil tersebut menunjukkan dinamika dan kecenderungan hampir sama pada masing-masing kelas penutupan lahan, yaitu lebih tinggi di lapisan atas bila dibanding lapisan bawahnya. Namun, terdapat pengecualian di beberapa petak pemantauan yang di

lapisan bawah lebih tinggi dibanding lapisan atasnya. Hal ini terjadi karena penyerapan panas oleh lapisan tanah bagian bawah sehingga suhu lapisan tersebut lebih tinggi dibanding lapisan atasnya.

Kelembaban tanah di bulan Mei pada kedalaman 0 - 30 cm untuk Site SMO, BMO dan LMO adalah 45,4 - 80,4 %; 40,2 - 83,8 %; dan 36,7 - 94,6 %, sedangkan pada kedalaman 31 - 60 cm adalah 49,5 - 83,1 %; 43,2 - 85,2 %; dan 38,3 - 95,5 %. Di bulan September untuk kedalaman 0 - 30 cm adalah 45,1 - 90,9 %; 27,0 - 89,3 %; dan 26,4 - 88,5 % sedangkan pada kedalaman 31 - 60 cm adalah 43,2 - 90,5 %; 26,5 - 88,7 %; dan 32,3 - 88,2 %. Pada bulan November 2013 untuk kedalaman 0 - 30 cm adalah 30,2 - 94,7 %; 33,6 - 95,0 %; dan 36,0 - 88,4 % sedangkan untuk kedalaman 31 - 60 cm adalah 33,0 - 94,6 %; 31,2 - 95,0 %; dan 55,3 - 95,0 %.

2. Suhu dan Kelembaban Udara

Pada periode Mei hingga November suhu udara di permukaan tanah dan di bawah tajuk relatif lebih rendah dibanding di atas (di luar) tajuk. Hal ini terjadi karena sinar matahari yang mencapai permukaan tanah terhalang oleh tajuk vegetasi. Di bulan Mei adalah: 26,3 - 47,8 °C; 26,4 - 41,8 °C; dan 24,8 - 40,6 °C. Kisaran rata-rata suhu udara di bawah dan di atas tajuk adalah 26,7 - 47,8 °C dan 27,4 - 47,8 °C (SMO); 26,6 - 41,8 °C dan 27,8 - 45,4 °C (BMO); serta 24,6 - 40,6 °C dan 25,8 - 43,0 °C (LMO). Pada September 2013 suhu udara di permukaan tanah adalah 27,4 - 45,7 °C; 26,4 - 46,9 °C; dan 27,7 - 47,8 °C. Kisaran rata-rata suhu udara di bawah dan di atas tajuk adalah 27,7 - 45,7 °C dan 28,4 - 45,7 °C (SMO); 27,5 - 46,9 °C dan 30,4 - 51,0 °C (BMO); serta 28,9 - 47,8 °C dan 34,5 - 47,8 °C (LMO).

Untuk periode November suhu udara di permukaan tanah adalah 28,1 - 45,2 °C; 27,2 - 41,4 °C; dan 26,2 - 44,4 °C. Kisaran rata-rata suhu udara di bawah dan di

atas tajuk untuk Site SMO: 28,4 - 42,2 °C dan 29,0 - 42,2 °C; Site BMO: 26,9 - 44,7 °C dan 27,4 - 44,7 °C; Site LMO: 26,5 - 48,4 °C dan 29,4 - 48,4 °C. Selanjutnya, kisaran rata-rata kelembaban udara periode Mei 2013 di permukaan tanah, di bawah tajuk dan di atas tajuk untuk masing-masing site adalah: Site SMO 44,7 - 94,5 %; 44,3 - 92,6 % dan 39,9 - 87,0 %. Site BMO 39,4 - 88,4 %; 39,4 - 83,6 % dan 35,7 - 83,0 % sedangkan Site LMO 34,5 - 95,0 %; 34,5 - 95,0 % dan 33,3 - 94,5 %. Selanjutnya, periode September 2013 di permukaan tanah, di bawah tajuk dan di atas tajuk untuk masing-masing site adalah: Site SMO 56,9 - 88,0 %; 56,9 - 88,0 % dan 41,2 - 86,6 %. Site BMO 21,3 - 89,5 %; 31,5 - 89,5 % dan 34,2 - 81,7 %. sedangkan Site LMO 38,4 - 80,0 %; 38,4 - 86,1 % dan 23,6 - 77,8 %. Kisaran rata-rata kelembaban udara periode November 2013 di permukaan tanah, di bawah tajuk dan di atas tajuk untuk masing-masing site adalah: Site SMO 25,4 - 95,0 %; 40,9 - 94,4 % dan 31,9 - 81,5 %. Site BMO 45,8 - 95,0 %; 43,8 - 95,0 % dan 43,9 - 89,7 %. sedangkan Site LMO 54,3 - 95,0 %; 43,0 - 81,6 % dan 44,3 - 80,0 %.

3. Intensitas Cahaya

Keragaman data pemantauan intensitas cahaya selain terpengaruh oleh keberadaan tutupan lahan dengan keragaman umurnya, juga dipengaruhi oleh kondisi cuaca pada saat pemantauan khususnya keawanan atau mendung. Sama halnya dengan parameter mikroklimat lainnya, intensitas cahaya dipantau 3 (tiga) kali dalam setahun yaitu periode Mei, September dan November. Kisaran rata-rata intensitas cahaya untuk periode Mei di permukaan tanah, di bawah tajuk dan di atas tajuk untuk masing-masing site adalah: Site SMO 5,2 - 1016,1 μmol ; 14,9 - 1016,1 μmol dan 169,0 - 1016,1 μmol . Site BMO 1,8 - 903,2 μmol ; 4,4 - 1.029,2 μmol dan 55,8 - 1.139,1 μmol sedangkan LMO 1,6 - 842,2 μmol ; 3,6 - 842,2 μmol dan 19,1 - 842,2 μmol . Untuk

periode September 2013 di permukaan tanah, di bawah tajuk dan di atas tajuk adalah: Site SMO 8,7 - 958,0 μmol ; 12,3 - 958,9 μmol dan 83,9 - 969,2 μmol . BMO 1,1 - 910,0 μmol ; 3,4 - 971,0 μmol dan 131,6 - 1.046,7 μmol sedangkan LMO 10,9 - 1.076,9 μmol ; 10,0 - 1.109,6 μmol dan 60,7 - 1.125,1 μmol . Untuk periode November 2013 di permukaan tanah, di bawah tajuk dan di atas tajuk untuk masing-masing site adalah: Site SMO 1,7 - 1.129,7 μmol ; 5,1 - 1.129,7 μmol dan 53,5 - 1.129,7 μmol . Site BMO 0,8 - 1.130,3 μmol ; 4,3 - 1.130,3 μmol dan 38,2 - 1.130,3 μmol sedangkan Site LMO 0,3 - 919,6 μmol ; 2,0 - 919,6 μmol dan 15,6 - 1.077,5 μmol .

Sinar matahari adalah sumber cahaya dan energi terbesar di alam dan berpengaruh terhadap unsur-unsur iklim. Apabila intensitasnya berkurang karena terhalang oleh suatu naungan maka unsur-unsur iklim juga akan terpengaruh. Tingkat kerapatan penutupan tajuk vegetasi sebanding dengan pengurangan intensitas cahaya yang masuk. Oleh karena itu, semakin rapat penutupan tajuk vegetasi maka semakin rendah pula intensitas cahaya yang masuk dan mencapai permukaan tanah. Keadaan ini berpengaruh terhadap kondisi iklim mikronya, yaitu semakin tinggi intensitas cahaya masuk dan sampai ke permukaan tanah maka semakin tinggi pula suhu di permukaan maupun di dalam tanah.

b) Kondisi Tanah

1. Reaksi Tanah (pH Tanah)

Reaksi tanah atau secara umum lebih dikenal dengan sebutan pH tanah merupakan cerminan reaksi-reaksi yang dominan pada tanah. Nilai pH juga dapat menjadi gambaran mengenai tingkat ketersediaan unsur hara, kelarutan unsur-unsur beracun pada tanah dan perkembangan mikro-organisme tanah (Hardjowigeno

S. , 1995). Rataan pH tanah untuk kedalaman tanah 0-10 cm, >10-30 cm dan >30-60 cm Site SMO adalah 4,38; 4,31 dan 4,46; BMO 4,55; 4,68 dan 4,64 serta LMO 3,85; 3,90 dan 3,88. Nilai tersebut untuk Site SMO dan BMO lebih tinggi dibanding LO, sebaliknya untuk Site LMO pH tanah LRPT lebih rendah dibanding LO. Urutan rataaan pH tanah LRPT terendah hingga tertinggi untuk ketiga site adalah LMO, SMO dan BMO.

2. Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Kation adalah ion yang bermuatan positif dan terkait dengan kebutuhan nutrisi tanaman adalah Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , NH_4^+ , H^+ dan Al^{+++} . Di dalam tanah ion-ion tersebut terlarut dalam air atau dijerap (*adsorption*) oleh koloid tanah. Kation-kation tersebut tidak mudah tercuci tetapi dapat mengganti kation lainnya bila kation dimanfaatkan tanaman atau tercuci air perkolasi. Peristiwa pertukaran kation yang terjadi pada misel (koloid tanah yang bermuatan listrik) ini disebut pertukaran kation. Sehingga KTK dapat diartikan sebagai jumlah kation yang mampu dipertukarkan oleh tanah dan dinyatakan dalam satuan miliekivalen per 100 g tanah atau setara dengan cmol/kg tanah. Adapun jenis-jenis kation tersebut merupakan kation-kation yang umum ditemukan di kompleks jerapan tanah (Hardjowigeno S. , 1995).

Hasil pemantauan menunjukkan bahwa rataaan KTK tanah LRPT untuk kedalaman tanah 0-10 cm, >10-30 cm dan >30-60 cm Site SMO adalah 10,42 cmol/kg; 11,08 cmol/kg dan 9,93 cmol/kg; Site BMO adalah 10,44 cmol/kg; 9,69 cmol/kg dan 10,66 cmol/kg serta Site LMO adalah 8,78 cmol/kg; 8,30 cmol/kg dan 8,95 cmol/kg. Nilai tersebut untuk ketiga site lebih tinggi dibanding LO kecuali untuk kedalaman tanah >30 cm di Site SMO.

3. Kation-Kation Asam dan Basa

Secara garis besar, kation yang dapat dipertukarkan di dalam tanah dapat dibagi menjadi 2 (dua) kelompok, yakni asam dan basa. Kation basa yang umum berada dalam tanah adalah kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K) dan natrium (Na). Kation-kation basa ini dapat digunakan sebagai ukuran tingkat kesuburan tanah, mengingat kation K, Ca dan Mg merupakan unsur hara makro bagi tanaman.

Dominasi kation basa terhadap kation lainnya dinyatakan dengan nilai Kejenuhan Basa (KB). Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa rata-rata KB tanah LRPT untuk kedalaman tanah 0-10 cm, >10-30 cm dan >30-60 cm Site SMO adalah 66,04%; 70,38% dan 65,12%; Site BMO adalah 63,94%; 57,94% dan 65,02% serta Site LMO adalah 51,34%; 56,72% dan 56,81%. Nilai tersebut untuk ketiga site lebih tinggi dibanding LO.

Sama halnya dengan sifat-sifat tanah yang telah dibahas sebelumnya, KB tanah di LPT juga memiliki kisaran/rentang nilai sangat lebar. Hal ini memberi gambaran bahwa lahan-lahan pasca tambang sangat heterogen dalam hal sifat kimia tanahnya. Diantara ketiga site, urutan rata-rata KB tanah LPT dari tertinggi hingga terendah adalah Site SMO, Site BMO dan Site LMO.

Kation asam dalam tanah adalah Al^{+++} dan H^+ . Keberadaannya yang berlebihan pada tanah dapat dianggap sebagai penyebab sifat masam tanah. Dari kedua kation tersebut, Al^{+++} bersifat sangat racun/toksik karena pengaruhnya dalam menghambat pertumbuhan bahkan mematikan akar vegetasi. Untuk melihat sejauh mana tingkat kelarutan Al^{+++} dibanding kation lainnya pada tanah, biasanya ditunjukkan oleh tinggi rendahnya nilai Kejenuhan Al^{+++} (KAl).

Hasil analisis tanah untuk KAl di LRPT pada Site SMO, BMO dan BMO menunjukkan nilai lebih rendah dibanding LO. Tingginya KAl di wilayah PT Berau Coal ini perlu diwaspadai sebab toksisitas kation Al terhadap perkembangan akar tanaman serta peran pentingnya dalam memasamkan tanah merupakan ancaman bagi pertumbuhan tanaman.

4. Bahan Organik

Bahan organik tanah dapat berasal dari hewan maupun tumbuhan, namun jumlah terbesar dipasok oleh tumbuhan. Pada tanah tidak terganggu kadar C organik akan tampak nyata pada lapisan tanah atas (*topsoils*) dan kadarnya tinggi yang kemudian menurun seiring dengan bertambahnya kedalaman tanah. Persentase bahan organik pada tanah mineral berkisar 3-5% atau setara dengan kadar C sebesar 1,75-2,90%. Hasil pemantauan menunjukkan bahwa rata-rata kadar C Organik tanah LRPT untuk kedalaman tanah 0-10 cm, >10-30 cm dan >30-60 cm Site SMO adalah 0,86%; 0,77% dan 0,74%; Site BMO adalah 0,56%; 0,28% dan 0,28% serta Site LMO adalah 1,21%; 0,83% dan 0,74%. Nilai tersebut untuk ketiga site lebih rendah dibanding LO kecuali untuk kedalaman tanah >30 cm di Site SMO. Urutan rata-rata kadar C Organik tanah LRPT terendah hingga tertinggi adalah BMO, SMO dan LMO.

Secara sederhana, bahan organik pada tanah dapat dibagi menjadi bahan organik kasar (serasah) dan bahan organik halus (humus). Proses penguraian bahan organik kasar menjadi halus pada umumnya melalui proses pelapukan biologi dan kimia (Tan, Gunadi, & Bostang, 1991). Proses pelapukan ini berhubungan dengan aktivitas dan jumlah mikroorganisme tanah serta pH tanah dan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhinya. Keberadaan bahan organik halus di dalam tanah berpengaruh besar terhadap berbagai sifat

fisik dan kimia tanahnya, Dari sisi sifat kimia, bahan organik berperan terhadap peningkatan KTK tanah dan menjadi sumber unsur-unsur hara N, P dan S. Dilihat dari sisi sifat fisik tanah, bahan organik dapat memperkuat agregat tanah, menambah kemampuan tanah dalam menyimpan air dan mengurangi kepadatan tanah (Buckman, Brady, & Soegiman, 1982).

5. Nitrogen

Ketersediaan Nitrogen pada tanah umumnya berasal dari serasah (daun) yang mengalami dekomposisi dan bentuknya pada tanah berupa NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , N_2O , Bentuk yang dapat diserap oleh vegetasi adalah NH_4^+ (amonium), NO_3^- (nitrat) ([Dikti] Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, 1991). Pola keberadaan nitrogen umumnya adalah tinggi di lapisan atas dan menurun sejalan dengan kedalaman tanah. Pada tanah-tanah yang susunan horizonnya mengalami perubahan - tanah pada lahan pasca tambang, pola kandungan nitrogen menjadi tidak beraturan.

Rataan kadar N Total tanah untuk kedalaman tanah 0-10 cm, >10-30 cm dan >30-60 cm di SMO adalah 0,07%; 0,06% dan 0,06%; BMO 0,04%; 0,03% dan 0,02% serta LMO adalah 0,08%; 0,06% dan 0,06%. Nilai tersebut untuk ketiga site lebih rendah dibanding LO kecuali untuk kedalaman tanah >30 cm di Site LMO. Urutan rataaan kadar N Total tanah LRPT terendah hingga tertinggi untuk ketiga site adalah LMO, SMO dan BMO.

6. Fosfor dan Kalium Tersedia

Fosfor dalam tanah tersedia dalam bentuk H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} . Keberadaan unsur ini pada tanah bisa berasal dari bahan organik atau pelapukan mineral yang mengandung unsur P (Apatit). Ketersediaannya pada tanah dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti: tipe liat, pH tanah, waktu reaksi dan asam-asam dari bahan

organik yang membantu pelapukan mineral, (Anonim, 1991).

Di bawah vegetasi hutan alam, ketersediaan P rendah atau sangat rendah (<20 ppm) karena pengaruh pH yang seringkali berada di bawah 5,5. Rataan kadar P tersedia (ppm P_2O_5) tanah LRPT untuk kedalaman tanah 0-10 cm, >10-30 cm dan >30-60 cm di SMO adalah 27,70; 29,25 dan 23,19; BMO 13,80; 14,68 dan 16,71 serta LMO 20,15; 21,36 dan 22,29. Nilai tersebut di ketiga site lebih tinggi dibanding LO. Urutan rata-rata kadar P Tersedia tanah LRPT terendah hingga tertinggi untuk adalah BMO, LMO dan SMO.

Sumber utama K pada tanah adalah mineral primer seperti mika dan feldspar. Fungsi utama kalium pada vegetasi adalah mempercepat berbagai reaksi metabolisme pada jaringan. Kalium ditemukan dalam jumlah banyak di dalam tanah, tetapi hanya sebagian kecil yang dapat digunakan tanaman yaitu yang larut dalam air atau yang dapat dipertukarkan. Unsur K adalah unsur hara esensial yang diperlukan dalam jumlah banyak, namun K dalam bentuk tersedia akan mudah tercuci. Kalium dalam bentuk tersedia dapat dipertukarkan tidak diadsorpsi kuat seperti kation-kation lainnya. Bentuk ini mudah lepas dan segera berada dalam larutan yang mudah tercuci air perkolasi. Oleh karenanya, diperlukan suatu pemantauan secara periodik terhadap status hara ini agar dapat segera diambil tindakan pada saat hara tersebut sudah mulai menampakkan defisiensi bagi tanaman.

Rataan kadar K tersedia (ppm K_2O) tanah LRPT di 0-10 cm, >10-30 cm dan >30-60 cm di SMO 62,4; 62,5 dan 63,9; BMO 67,5; 52,1 dan 52,0 serta LMO 75,3; 75,8 dan 77,4. Nilai tersebut untuk ketiga site lebih tinggi dibanding LO. Urutan rata-rata kadar K Tersedia tanah LRPT terendah hingga tertinggi untuk kedalaman tanah 0-10 cm ketiga site adalah SMO,

BMO dan LMO namun untuk lapisan tanah yang lebih dalam urutan terendah hingga tertinggi kadar K tersedia adalah BMO, SMO dan LMO.

7. Sifat Morfologi Tanah

Sifat morfologi tanah adalah sifat-sifat tanah yang secara langsung dapat diamati di lapangan, yang mengungkapkan sejumlah fakta guna menjelaskan genesis dan ciri-ciri morfologi tanah yang merupakan petunjuk proses-proses yang dialami selama waktu pelapukan dan perkembangannya. Dalam hubungan dengan tindakan reklamasi lahan pasca tambang, beberapa sifat morfologi yang menjadi fokus kajian adalah: tebal lapisan berwujud tanah, kedalaman efektif tanah, susunan horizon, tebal horizon organik (Ao) dan struktur tanah (terbentuk atau tidaknya agregat alami tanah). Pengamatan sifat morfologi ini dilakukan pada minipit yang dibuat dengan kedalaman tanah sesuai dengan kedalaman tanah untuk pengamatan sifat-sifat kimia tanahnya, yaitu 60 cm.

8. Tebal Lapisan Berwujud Tanah

Hasil pengamatan lapang memperlihatkan bahwa semua plot pemantauan yang diamati menunjukkan ketebalan penutupan timbunan tanah >60cm, Hasil pengamatan tersebut secara umum menyatakan bahwa areal pasca tambang telah memenuhi syarat untuk pengembangan tanaman tahunan ditinjau dari ketebalan lapisan tanahnya. Hal ini sejalan dengan pendapat (Abdullah, 1996) yang menyatakan bahwa untuk pengembangan tanaman tahunan, jika kedalaman efektif tanah <50cm maka faktor ini menyebabkan tanah tersebut masuk dalam kategori tidak sesuai (N). Namun rata-rata ketebalan penimbunan materi berwujud tanah ini tidak diketahui mengingat pengamatan hanya dibatasi sampai kedalaman 60 cm sehingga tidak dibuat perbandingan antara tanah pada

lahan pasca tambang dengan tebal solum lahan hutan yang dianggap sebagai lahan tidak terganggu.

9. Kedalaman Perakaran Efektif dan Maksimum

Pengamatan sifat-sifat morfologi mencakup kedalaman perakaran efektif dan kedalaman perakaran maksimum. Kedalaman perakaran efektif adalah kedalaman tanah tempat akar terkonsentrasi, dan kedalaman perakaran maksimum adalah kedalaman tanah yang masih dapat ditembus oleh akar tanaman. Kedalaman perakaran maksimum ini dengan istilah kedalaman (tanah) efektif (Hardjowigeno S. , Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis, 2003). Kedalaman perakaran efektif pada umumnya adalah hal yang berhubungan dengan tingkat kepadatan tanah dan ada tidaknya lapisan beracun pada tanah.

Kisaran kedalaman perakaran efektif LRPT SMO, BMO dan LMO adalah: 6-29cm, 8-43cm, 7-30cm. Untuk kisaran kedalaman perakaran maksimumnya adalah: 15->60cm, 21->60cm, 6->60cm. Kedalaman perakaran efektif untuk LO, SMO, BMO dan LMO adalah: 25cm dan 30cm serta kedalaman maksimum perakarannya >60cm SMO dan LMO, sedangkan BMO 55cm.

Kedalaman perakaran efektif LRPT di ketiga site yang diamati dapat melebihi kedalaman perakaran efektif ORI dan jika melihat kedalaman perakaran maksimum maka masih ada harapan bahwa nilai tersebut akan meningkat melebihi kedalaman perakaran efektif yang ditunjukkan oleh lahan-lahan ORI-nya. Untuk saat ini, kedalaman perakaran efektif LRPT mengindikasikan belum dapat memenuhi kedalaman minimum (60cm) yang dibutuhkan perakaran tanaman tahunan untuk berkembang dengan baik.

10. Susunan Horizon

Dalam proses pembentukan tanah secara alami selain dilihat dari perubahan ukuran partikel tanah menjadi lebih kecil dibanding ukuran bahan asalnya dapat dilihat dari horizonisasinya, yaitu pembentukan lapisan-lapisan tanah secara alami. Susunan horizon menunjukkan tingkat perkembangan tanah. Tanah dewasa tentu saja akan mempunyai susunan horizon lengkap (A, B dan C) dibanding tanah muda (A, C). Pada tanah lahan pasca tambang perubahan ukuran partikel telah mencapai klimaks pada proses pembentukan tanah asalnya bahkan untuk tanah-tanah jenis Ultisols dan Inceptisols horizonisasinya juga telah mencapai klimaks. Oleh karena itu untuk tanah-tanah di lahan pasca tambang lebih tepat digunakan istilah pemulihan tanah dari pada pembentukan tanah.

Pada kegiatan penambangan horizonisasi tanah hilang sehingga pemulihan tanah lahan pasca tambang akan ditandai dengan munculnya horizonisasi. Seperti halnya dalam pembentukan tanah pada umumnya, pemulihan tanah di lahan pasca tambang dimulai saat bahan organik mulai mengambil perannya dengan membentuk lapisan organik atau horizon O atau Ao, yang selanjutnya diikuti oleh pembentukan horizon A. Oleh karenanya, terbentuknya horizon O dan A serta kejelasan batas antara horizon tersebut dengan lapisan tanah di bawahnya dapat dijadikan salah satu indikator proses pemulihan tanah tahap awal di lahan pasca tambang.

Berdasarkan susunan horizon, keberadaan vegetasi berpengaruh terhadap perkembangan tanah-tanah LRPT yang ditunjukkan oleh mulai terbentuknya horizon A pada sebagian PUP. Namun sampai umur tanaman >8 tahun pembentukan horizon lebih lanjut belum tampak. Sebagian besar LPT tersebut mempunyai susunan horizon O, A, AC, C bahkan di

beberapa PUP telah menunjukkan batas horizon yang tegas dengan susunan O, A, C.

11. Struktur Tanah

Struktur tanah adalah kumpulan butir-butir tunggal tanah dalam berbagai bentuk butir majemuk. Struktur ini terbentuk karena komponen liat, debu dan pasir terikat satu dengan lainnya oleh perekat alami seperti bahan organik atau oksida-oksida besi (Hardjowigeno S. , Ilmu Tanah, 1987). Secara umum, struktur ini berpengaruh pada kemudahan penetrasi akar vegetasi menembus tanah, kemampuan akar vegetasi mencengkeram tanah, sebaran pori tanah yang berpengaruh pada pengaturan tata udara dan berat volume tanah. Struktur tanah diketahui termasuk tipe yang dominan adalah gumpal bersudut dan gumpal membulat dengan tingkat kemantapan sedang sampai kuat (agregat cukup stabil dan dapat dihancurkan dengan tekanan kuat).

c) Erosivitas dan Erodibilitas Tanah

Pendugaan potensi erosi tanah didasarkan pada faktor-faktor utama penentu kejadian erosi yang terinci sebagai berikut:

1. Indeks Erosivitas Hujan (R)

Berdasarkan hasil analisis terhadap data jeluk hujan yang tersedia dapat diketahui bahwa rata-rata jeluk hujan bulanan berkisar antara 124 - 306 mm; rata-rata tahunan antara 2.098 - 2.923 mm dengan indeks erosi hujan tahunan masing-masing 1.880 (SMO), 1.317 (BMO), serta 2.064 (LMO).

2. Indeks Kepekaan Tanah terhadap Erosi (K)

Indeks kepekaan tanah terhadap erosi berkisar 0,10 - 0,44 dengan rata-rata 0,23. Secara keseluruhan, kecenderungan karakter kepekaan terhadap erosi

adalah T pada KU < 2 Tahun dan menurun seiring perkembangan penutupan vegetasi (+ *tumbuhan bawah*) yaitu dengan harkat AT pada KU 2-4 Tahun dan KU 4-6 Tahun, S pada KU 6-8 Tahun, R pada KU 8-10 dan 10-12, serta SR pada KU >12 Tahun dan pada Lahan Hutan/Original.

3. Indeks Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Bentuk wilayah sekitar di lokasi petak pemantauan umumnya datar hingga bergelombang. Di SMO dan BMO, kelas kelerengan lahan berkisar antara datar hingga landai, sedangkan di LMO antara datar hingga agak curam. Sementara itu, kelas kelerengan untuk pengamatan hutan/original adalah berkisar antara agak curam hingga sangat curam.

4. Indeks Pengelolaan Tanaman (C)

Indeks pengelolaan tanaman (C) dianalisis secara okuler berdasarkan tingkat penutupan vegetasi berupa pohon (dhi. tajuk pohon) dan sebaran tumbuhan bawah. Prakiraan Indeks C mengindikasikan semakin rapat penutupan vegetasi maka indeks C menurun karena kemampuan menahan tumbukan curah hujan meningkat. Hal ini bermakna permukaan lahan akan semakin terlindungi oleh penutupan vegetasi tersebut dan berarti bahwa erosivitas hujan akan semakin menurun.

5. Indeks Konservasi Tanah (P)

Secara keseluruhan, praktek tindakan konservasi tanah pada lokasi-lokasi pemantauan lahan pasca tambang adalah berupa pengaturan kelerengan (maksimum 25%), pembuatan saluran drainase, serta penanaman baik tumbuhan bawah maupun tanaman pohon - khususnya jenis-jenis cepat tumbuh (*fast growing species*). Untuk lahan hutan/original tidak dilakukan kecuali penjagaan yang intensif dan berkelanjutan.

Rincian hasil penetapan Indeks P secara okuler pada berbagai tingkat kelerengan dan penutupan lahan tertera pada. Penetapan besaran P dilakukan secara integratif vegetatif - fisik mekanik menjadi indeks tertimbang (*weighted index*).

Berdasarkan penetapan besaran indeks erosivitas hujan (R), kepekaan tanah terhadap erosi (K), panjang dan kemiringan lereng (LS), penutupan lahan dan pengelolaan tanaman (C) serta indeks praktek tindakan konservasi tanah (P), pendugaan potensi erosi pada setiap PMP disajikan pada. Rincian tersebut menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan potensi erosi lahan pasca tambang yang terbuka menurun dengan meningkatnya penutupan vegetasi. Secara kualitatif, Kelas Bahaya Erosi yang merupakan indikasi potensi erosi berkisar dari Sangat Rendah (SR) hingga Sangat Tinggi (ST).

Dilihat secara keseluruhan pada ketiga site mining operation, Kelas Bahaya Erosi pada Kelas Umur < 2 Tahun berkisar antara Sedang (S) - Tinggi (T), Kelas Umur 2 - 4 Tahun berkisar antara Rendah (R) - Tinggi (T), Kelas Umur 4 - 6 Tahun berkisar antara Sangat Rendah (SR) - Rendah (R), Kelas Umur 6 - 8 Tahun, 8 - 10 Tahun, 10-12 Tahun, >12 serta Tahun serta Hutan/Original semuanya berharkat Sangat Rendah (SR). Hal ini secara indikatif bermakna bahwa penurunan Kelas Bahaya Erosi dari harkat Sangat Tinggi (ST) ke kisaran harkat Ringan (R) hingga Sedang (S) setidaknya memerlukan waktu 4 hingga 6 tahun.

Karakter kepekaan tanah terhadap erosi adalah Sangat Tinggi pada lahan terbuka dan menurun seiring perkembangan penutupan vegetasi (+ tumbuhan bawah). Pencapaian harkat Sangat Rendah pada potensi erosi lahan revegetasi pasca tambang adalah tergantung kepada faktor-faktor penentu keberhasilan

revegetasi lahan pasca tambang. Faktor yang paling memungkinkan untuk dikelola adalah pengaturan kelerengan dan penyiapan lahan reklamasi, serta intensitas pengelolaan tanaman.

Topografi berperan dalam menentukan kecepatan dan volume aliran permukaan. Unsur topografi yang berpengaruh terhadap erosi tanah adalah panjang dan kemiringan lereng. Dari kedua unsur topografi tersebut kemiringan lereng lebih penting dibanding panjang lereng karena pergerakan air serta kemampuannya memecahkan dan membawa partikel tanah akan bertambah dengan sudut ketajaman lereng yang semakin besar. Semakin curam dan makin panjangnya lereng maka makin besar pula kecepatan dan aliran permukaan dan bahaya erosi. Sehingga, volume kelebihan air yang berakumulasi di atasnya menjadi lebih besar dan kemudian semuanya akan turun dengan volume dan kecepatan yang semakin meningkat. Selain memperbesar massa limpasan permukaan, semakin miringnya lereng juga berpeluang untuk memperbesar kecepatan limpasan permukaan yang sangat potensial memperbesar energi angkut limpasan air tersebut. Rincian data -hasil pemantauan mikroklimat, tingkat kesuburan tanah serta potensi erosi selengkapnya disajikan di dalam Dokumen Laporan Akhir Pemantauan Dinamika Mikroklimat dan Tingkat Kesuburan Tanah serta Potensi Erosi pada Lahan Revegetasi Pascatambang batubara.

3.6 Pemantauan Perkembangan Vegetasi

a) Vegetasi Kawasan Reklamasi

1. Deskripsi Plot Sampel Monitoring Reklamasi

Keberhasilan reklamasi ekosistem hutan pascatambang terkait erat dengan kualitas tempat tumbuh, baik sifat edafis maupun klimatis. Di sisi lain kualitas tempat

tumbuh secara edafis sangat dipengaruhi perubahan fisik kimia tanah dan bentang lahan (*landscapes*). Kegiatan pertambangan batubara, baik di lokasi kawah (*pit*) maupun pendukungnya (*disposal area*) maupun tanah organik (*topsoils*) langsung atau tidak langsung mempengaruhi proses-proses revegetasi baik buatan maupun alami. Untuk alasan tersebut maka “sejarah” dan deskripsi lahan rehabilitasi/revegetasi perlu selalu diingat dan dicermati.

Site Sambarata (SMO)

Deskripsi plot yang terwakili dalam monitoring revegetasi kawasan rehabilitasi pascatambang batubara di SMO diuraikan sebagai berikut:

- ✓ Kelompok Umur Plot (0-2 Tahun)+2
Identitas OPD C3, merupakan timbunan tanah penutup (OB) yang berada di luar pit (OPD), dengan jenis tanaman Sengon laut atau *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen dan Akasia atau *Acacia mangium* Willd.
- ✓ Kelompok Umur Plot (2-4 Tahun)+2
Identitas OPD Blok 30, timbunan tanah penutup (OB) yang berada di luar pit (OPD), dengan tanaman Sengon laut atau *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen dan Akasia (*Acacia mangium* Willd.).
- ✓ Kelompok Umur Plot (4-6 Tahun)+2
Identitas OPD A1, merupakan timbunan tanah penutup (OB) yang berada di luar pit (OPD), dengan jenis tanaman Sengon laut atau *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen, Akasia atau *Acacia mangium* Willd., Ketapang atau *Terminalia cattapa* L. dan Trembesi atau *Samanea saman* Merr.
- ✓ Kelompok Umur Plot (6-8 Tahun)+2
Identitas OPD A4, merupakan timbunan tanah penutup (OB) yang berada di luar pit (OPD), dengan jenis tanaman seluruhnya Sengon laut atau *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen.

- ✓ Kelompok Umur Plot lebih tua dari 8 Tahun
Kelompok umur ini tidak terwakili keberadaannya karena ketika dimulai penetapan plot sampel belum ada tanaman reklamasi dengan umur lebih dari 8 tahun. Hingga monitoring seiring perjalanan waktu, terdapat empat jenis tanaman pokok yang menjadi objek monitoring pada kawasan reklamasi/revegetasi pada kawasan SMO. Jumlah ini bertambah, mengingat pada monitoring tahun 2011 hanya dua spesies tanaman pokok saja yang ditemukan.

Site Binungan (BMO)

Identitas dan deskripsi plot yang terwakili dalam monitoring vegetasi di lahan reklamasi LMO diuraikan sebagai berikut:

- ✓ Kelompok Umur Plot (0-2 Tahun)+2
Identitas IPD T6, merupakan areal timbunan tanah penutup (OB) yang berada di dalam eks pit, dengan jenis tanaman Sengonlaut atau *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen., Trembesi atau *Samanea Saman* Merr., dan Sengonbuto atau *Enterolobium cyclocarpum* (Jack) Grisep.
- ✓ Kelompok Umur Plot (2-4 Tahun)+2
Sengonbutho atau *Enterolobium cyclocarpum* (Jack) Grisep. Identitas IPD T5 (plot ulangan 1 dan 2), merupakan timbunan tanah penutup (OB) di eks-pit (OPD), dengan tanaman Sengonlaut, *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen., Sengonbutho atau *Enterolobium cyclocarpum* (Jack) Grisep.
- ✓ Kelompok Umur Plot (4-6 Tahun)+2
Identitas IPD Q9 HS, merupakan timbunan tanah penutup (OB) yang berada di eks-pit, dengan jenis tanaman Sengon laut atau *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen, dan Sengonbutho atau *Enterolobium cyclocarpum*.

- ✓ Kelompok Umur Plot (6-8 Tahun)+2
Identitas IPD Q9, merupakan timbunan tanah penutup (OB) yang berada di dalam eks pit, dengan jenis tanaman Sengon laut atau *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen., dan Sengonbutho atau *Enterolobium cyclocarpum* (Jack) Griseb.

Kelompok Umur Plot lebih tua dari (8 Tahun)+2
Identitas IPD 97, merupakan timbunan tanah penutup (OB) yang berada di dalam areal eks-pit, dengan jenis tanaman Akasia atau *Acacia mangium* Willd., dan Jatibelanda (*Gmelina arborea* Robx.)

Dari uraian di atas tercatat paling tidak ada 5 jenis tanaman pokok yang menjadi objek monitoring pada kawasan reklamasi/revegetasi LMO, dengan jenis utama juga Sengon Laut atau *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen. Tidak terjadi perubahan jumlah jenis yang ditanam.

2. Gambaran Umum Vegetasi Kawasan Reklamasi

Vegetasi yang ada dalam kawasan reklamsi dikelompokkan menjadi vegetasi yang ditanam (Tanaman pokok dan Tanaman Sisipan), serta vegetasi yang muncul secara alami (dalam beberapa bagian disebut juga sebagai Tumbuhan Alami). Sebagai pembanding keragaman vegetasi, pada setiap MO juga dilakukan monitoring terhadap kondisi vegetasi hutan alam (bukan kawasan yang terganggu). Data-data hasil monitoring vegetasi seutuhnya disajikan pada Dokumen Laporan Akhir Monitoring vegetasi pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang PT Berau Coal.

b) Kondisi Pertumbuhan Tanaman Pokok

Site Sambara (SMO)

Tanpa memilah perbedaan umur plot reklamasi, jumlah jenis (S) tanaman pokok yang terdapat pada SMO mengalami peningkatan dari hanya dua spesies menjadi 4 spesies. Demikian juga terjadi peningkatan jumlah individu (N) dari 284 di tahun 2011 menjadi sebanyak 289.

Spesies ketapang (*Terminalia cattapa*) dan trembesi (*Samanea saman*) baru tercatat pada tahun ketiga monitoring, meski hanya sebagian kecil persen saja dibanding dua spesies yang sudah ada sebelumnya, utamanya sengon laut (*Paraserianthes falcataria*).

Dengan mengabaikan umur tanam namun dengan mengelompokkan berdasar spesies yang ditanam, maka *P.falcataria* mengalami peningkatan persen hidup sementara justru *Acacia mangium* mengalami penurunan hingga 4 persen. Nampak bahwa *P.falcataria* menjadi jenis tanaman pokok unggulan bagi SMO selain jenis *Acacia mangium*. Dengan memisahkan kelompok umur tanam, nampak bahwa kelompok umur (2-4 Tahun)+2 dan (4-6 Tahun)+2 mengalami peningkatan persen hidup tanaman pokok. Pada saat yang sama justru penurunan persen hidup terjadi pada kelompok umur (0-2 Tahun)+2 dan (6-8 Tahun)+2.

Dari hasil penghitungan jumlah individu juga nampak bahwa diantara umur plot yang dimonitor hampir semuanya mengalami penurunan persen hidup, kecuali plot umur (4-6 Tahun)+2. Peran Sengon butho (*E.cyclocarpum*) pada umur plot (4-6 Tahun)+2 adalah dalam mempertahankan persen hidup yang cukup tinggi dibanding tanaman dari umur plot lainnya.

Penurunan jumlah individu pada jenis tanaman yang sudah

berupa pohon umumnya diakibatkan cacat batang atau dahan akibat gejala degeneratif sebagaimana dijumpai pada umumnya jenis akasia (*Acacia mangium* Wild) dan sengon laut (*Paraserianthes falcataria*).

Site Lati (LMO)

Tanpa memilah perbedaan umur plot reklamasi, selama tiga tahun terakhir jumlah jenis tanaman pokok yang terdapat pada LMO tidak mengalami peningkatan, tetap hanya lima spesies saja. Perubahan hanya terjadi pada jumlah akhir individu yang semula 421 di tahun 2011 menjadi 451 individu.

Jenis tanaman sengon laut (*P.falcataria*) merupakan jenis yang paling dominan jumlah individunya, meskipun mengalami penurunan sebesar 2% di tahun 2013 dibanding tahun awal 2011. Jenis dominan kedua yang ditanam adalah sengon buto (*E.cyclocarpum*) yang justru mengalami peningkatan jumlah individu sebesar 4%. Secara keseluruhan jumlah individu tanaman pokok reklamasi LMO mengalami peningkatan dari 421 menjadi 451 atau naik sekitar 7%.

c) Perkembangan Tanaman Sisipan

Tanaman sisipan adalah tanaman yang ditanam diantara tanaman pokok, dimaksudkan pertama kali untuk menambahkan jumlah jenis tanaman pada lahan rehabilitasi dengan species lokal, yang kemudian secara perlahan diharapkan akan menggantikan jenis tanaman pokok awal. Penanaman sisipan juga diharapkan nantinya meningkatkan keragaman tumbuhan yang pada gilirannya dapat meningkatkan kehidupan fauna, mikro, meso maupun makro fauna. Pemilihan jenis tanaman sisipan yang akan diunggulkan sesuai dengan tujuan penggunaan lahan ke depan, pemahaman sifat karakteristik ekologis jenis tanaman sangat penting dalam menunjang keberhasilan penanaman. Berbagai jenis telah dicoba untuk ditanam, hasil pendataan jenis dan jumlah tanaman sisipan

pada masing-masing site. SMO yang juga menggunakan tanaman sisipan guna meningkatkan kalitas vegetasi kawasan reklamasi, banyak menggunakan jenis tanaman buah dibanding jenis tanaman lain. Peningkatan jumlah individu maupun jumlah jenis nampak pada pengamatan tahun terakhir, ketika umur plot telah mencapai 4 tahun atau lebih. Pertimbangan saat penanaman jenis sisipan lebih karena kondisi tempat tumbuh yang beranjak membaik dengan berkembangnya tanaman pokok. Nampak bahwa yang dipilih sebagai tanaman sisipan berasal dari beragam karakter ekologis maupun ekonomis.

Berbeda dengan apa yang ada di SMO, maka tanaman sisipan yang ada di BMO umumnya berasal dari jenis penghasil kayu, utamanya kelompok meranti (*Shorea spp.*) antara lain *Shorea parvifolia*, *Shorea leprosula*. Jenis timber lain juga banyak ditemukan, seperti kapur (*Dryobalanops beccarii*) dan Ulin (*Eusideroxylon zwageri*)

Jumlah tanaman sisipan pernah mengalami penurunan, namun kembali meningkat setelah pengamatan terakhir. Terjadinya penurunan jumlah individu pada tahun kedua serta terkait banyaknya tanaman sisipan yang kalah berkompetisi dengan vegetasi alami non-pohon sebagai kompetitor ruang tumbuh. Jenis meranti merah (*Shorea leprosula*) dan kapur batu (*Dryobalanops beccarii*) banyak mengalami kematian satu tahun setelah ditanam. Jenis Merembung (*Shorea smithiana*) yang ditanam pada plot umur di atas 8 tahun mengalami kematian hampir setengahnya. Selain itu juga tercatat menurunnya tingkat keberhasilan hidup dari tanaman sisipan *Palaquium sp.*, sejenis tanaman asli kalimantan yang dulu dikenal sebagai sumber penghasil getah perca.

Jenis polong *Cassia seamea* atau dengan nama lokal Johar, mempunyai tingkat keberhasilan tinggi sejak ditanam tiga tahun lalu ketika umur plot tanam masih kurang dari 2 tahun. Meningkatnya kembali jumlah tanaman sisipan hidup beberapa nampak sebagai hasil penyulaman, seperti

kapur pada plot umur 2-4 tahun dan ulin (*Eusideroxylon zwageri*) pada umur plot tanam 4-6 tahun. Muncul kembalinya jenis meranti merah (*S.parvifolia*) pada pengamatan tahun 2013 sebagian akibat pembebasan dari belitan gulma, sehingga tumbuh tunas batang baru.

Seperti halnya BMO, penanaman jenis timber sebagai tanaman sisipan banyak dilakukan di LMO. Dengan jumlah individu yang hampir merata, kelompok timber *Shorea spp.*, Kapur dan Ulin umumnya mulai tercatat sejak tahun pertama dengan perentase yang lebih rendah, kelompok jenis tanaman buah seperti Rambai (*Baccaurea edulis*) juga banyak ditanam sebagai sisipan. Meskipun pada awalnya banyak ditanam, jenis kapur (*Dryobalanops beccarii*) banyak mengalami kematian di tahun ketiga monitoring. Pada umumnya jenis kapur mati akibat kompetisi dengan tumbuhan liar penjarar (*Mikania micrantha*). Kematian terjadi pada umur plot 2-4tahun dan 4-6tahun. Sesekali juga dijumpai, serangan semut atau rayap di pangkal batang, sehingga ada kemungkinan punya andil dalam kematian tanaman kapur muda tersebut.

Pada umur plot di atas 8 tahun hampir semua tanaman sisipan kapur tidak mengalami kematian. Jenis kapur pada kondisi demikian sudah sedikit mengalami kompetisi, atau kemungkinan iklim mikro sudah sesuai kebutuhan tumbuh jenis komersial ini.

Kejadian serupa juga terjadi pada jenis *Nageia walichii* (sejenis podocarpus). Berada pada umur plot di atas 8 tahun jumlah tanaman tetap tidak berkurang sejak pengamatan awal hingga akhir. Penanaman baru jenis kahoi (*Shorea balangeran*) maupun perca (*Palaquium Sp*) ikut menambah jumlah tanaman hidup pada pengamatan tahun akhir pengamatan.

d) Perkembangan Vegetasi Alami

Pemantauan keberadaan vegetasi alami, fauna dan iklim mikro pada lahan rehabilitasi diperlukan untuk mengetahui

seberapa jauh prediksi tingkat keberhasilan restorasi secara ekologis di kemudian hari. Pendataan kehadiran vegetasi alami mulai tingkat semai, pancang, tiang dan pohon dilakukan pada masing-masing site. Secara umum jumlah individu dan jumlah jenis dari berbagai umur plot mengalami peningkatan. Peningkatan jumlah individu paling tajam terjadi pada SMO sedangkan peningkatan jumlah jenis terjadi pada BMO. Jumlah individu dan jumlah jenis mengalami peningkatan.

Kesamaan kecenderungan bahwa jumlah individu dan jumlah jenis vegetasi alami mengalami peningkatan di kedua site. Jika kenaikan jumlah jenis selama tiga tahun di BMO tercatat 4 kali lipat maka untuk hal yang sama mencapai 5 kali lipat untuk SMO. Beberapa jenis tumbuhan hutan pionir seperti *Euodia sp.*, dan beberapa jenis *Macaranga* yang pada pengamatan ahun pertama tidak tercatat ternyata banyak muncul di pengamatan terakhir. Suatu hal yang agak kurang lazim, khususnya bagi kelompok jenis *Macaranga* yang umumnya muncul justru disaat-saat awal reklamasi atau ketika topsoil baru saja ditaburkan. Pada pada tahun akhir pengamatan dicatat kemunculan 6 jenis *Macaranga* (*Macaranga hosei*, *M.hypoleuca*, *M.gigantea*, *M.pearsonii*, *M.tanarius* dan *Macaranga winkleri*).

Agak sedikit berbeda nampak dari gejala kemunculan vegetasi alami di BMO. Jenis-jenis *macaranga* sudah mulai tercatat sejak awal monitoring, seperti misalnya *Macaranga gigantea* atau dikenal dengan sebutan lokal mahang. *Macaranga* lain yang juga sudah tercatat sejak mmula adalah *Macaranga tanarius*. Jika *Macaranga gigantea* dapat mencapai ukuran besar dan umur belasan tahun, maka *M.tanarius* mempunyai ukuran pertumbuhan lebih kecil dan umur generasi lebih singkat, di bawah 10 tahun. Jenis lain dalam BMO yang banyak dijumpai pada akhir monitoring adalah *Vitex pinnata* atau sebutan lokal Laban. Tergolong jenis pionir umur panjang, lebih dari puluhan tahun, banyak dijumpai pada hutan bekas terbakar atau

ladang-ladang masyarakat. Jenis *Vitex pinnata* (juga *Vitex* jenis lain), umumnya punya nilai ekonomi tinggi sebagai kayu bakar berkualitas tinggi dengan produksi kalori bakar yang awet dan stabil.

Perkembangan vegetasi alami di LMO tidak setajam pada kedua SMO yang lain. Ketika jumlah jenis tidak berubah, justru jumlah individu mengalami penurunan. Jenis-jenis penyusun dominan juga berbeda dengan kedua site sebelumnya.

Jenis pionir jabon (*Anthocephalus cadamba*) banyak dijumpai sebagai vegetasi yang secara alami muncul sejak awal pengamatan. Dikenal sebagai pionir pohon tumbuh cepat, jabon dengan mudah dapat dikenali sosok tampilannya. Dalam umur beberapa tahun saja, jika berada pada tempat tumbuh yang sesuai, dapat mencapai ukuran tiang bahkan pohon. Keberadaan jabon yang kebanyakan berupa pohon (keliling batang lebih besar dari 30 cm) membuktikan betapa jenis pionir ini tumbuh sangat cepat. Berbeda dengan jabon, macaranga juga banyak dijumpai utamanya *M.gigantea* atau mahang. Catatan ekologis membuktikan pohon jabon punya umur generasi lebih panjang dibanding macaranga pada umumnya. Informasi ekologis juga mengindikasikan, bahwa jabon terkait erat dengan kehidupan satwa, dimana bunga dan buahnya sebagai sumber pakan.

e) Vegetasi Kawasan Hutan Alam

Analisis vegetasi di hutan alam dimaksudkan sebagai pembandingan seberapa jauh upaya revegetasi dalam upaya reklamasi telah mencapai keberhasilan. Sesungguhnya dari data tahun 2011 dan 2012, kekayaan dan keragaman vegetasi hutan alam sangat tinggi sekali.

Data dari hutan alam meliputi nama jenis, diameter, frekuensi, kerapatan individu, dominansi relative maupun absolute. Data-data dasar tersebut digunakan kemudian dalam penghitungan nilai penting jenis atau NPJ atau SIV

(*Species Importance Value*), indeks kesamaan komunitas (*Soerensen Quotient*) serta tingkat atau indeks keanekaragaman hayati versi Shannon dengan notasi H' (*Shannon diversity index* atau S). Dari hasil pelaporan tahun-tahun sebelumnya, tidak banyak perubahan nilai SIV, S maupun H' , terutama vegetasi ukuran pohon, tiang dan pancang.

Hal penting yang justru perlu dicermati dan diingat, bahwa tingkat kesamaan komunitas antar SMO sangat rendah, bahkan antar plot dalam SMO yang sama nilai S tidak pernah lebih dari 50%. Ini berarti ada indikasi pola sebar jenis pohon hutan alam adalah tidak teratur, bisa jadi acak (random) atau berkelompok (cluster). Untuk mendapatkan gambaran indeks yang tinggi, memerlukan luas plot sampel yang jauh lebih luas daripada yang sekarang diterapkan yaitu 0,04 Ha.

3.7 Pemantauan Fauna

a) Avifauna

Site Sambarata (SMO)

Pengambilan data di SMO dilakukan pada tiga lokasi yaitu: (1) Lokasi A3 pada sekitar titik N 02° 10' 43.9"; E 117° 23' 25.7", merupakan areal revegetasi dengan umur tanam sekitar 7 tahun dengan tanaman utama adalah tanaman jenis sengon; (2) Lokasi Birang WMP 14 ST pada sekitar titik N 02° 10' 39.1"; E 117° 26' 29.7", merupakan areal revegetasi yang umur tanamnya 3 tahun dengan tanaman utama jenis Akasia. Lokasi berbatasan langsung dengan hutan alam yang masih tersisa, dan (3) Lokasi kawasan hutan alami T2 pada sekitar titik N 02° 14' 21.4"; E 117° 22' 54.8".

Jenis pionir menjadi jenis yang paling dominan untuk tingkat semai di kawasan bekas tambang (Presiden Republik Indonesia, JDIH BPK RI Database Peraturan,

2010). Hal ini terlihat dari dominasi *Vitex pubescens* Vahl. (*Vitex pinnata* L.) untuk SMO. Pada site ini nampak bahwa jenis *Trema canabina* Lour. dan *Anthocephalus cadamba* (Roxb.) Miq. merupakan jenis dominan dan ko-dominan. Untuk tingkat pohon *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen (Sengon Laut).

Keberadaan hutan tersisa atau hutan yang sengaja ditinggalkan dan tidak dibuka menjadi kawasan yang penting menjadi pusat plasma nutfah atau kantung satwa karena kawasan di sekitarnya hampir semuanya dibuka untuk kepentingan eksploitasi tambang. Sehingga pada kawasan hutan alami ini juga diamati untuk melihat keadaan faunanya dengan asumsi bahwa kawasan reklamasi yang berdekatan didatangi oleh satwa yang sama. Pada site Samarata ini dilakukan pengamatan pada hutan alami (T2). Pada kawasan hutan alami ini tampak masih didominasi oleh jenis-jenis pionir dan beberapa jenis Dipterocarpaceae yang masih tersisa. Terlihat bahwa hutan alami ini adalah hutan sekunder tua yang pernah terganggu oleh aktivitas penebangan. Terdapat bekas jalan sarad di dalam lokasi ini.

Pemantauan dilakukan selama tiga tahun berturut-turut dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2013 pada areal rehabilitasi di SMO baik dengan pengamatan ataupun tangkapan. Adapun famili avifauna yang dijumpai adalah: Accipitridae, Alcedinidae, Anatidae, Bucerotidae, Campephagidae, Capitonidae, Chloropseidae, Columbidae, Coraciidae, Corvidae, Cuculidae, Dicaeidae, Dicaeidae, Dicaeidae, Dicruridae, Eurylaimidae, *Falconidae*, Hirundinidae, Motacillidae, Muscicapidae, Nectari-niidae, Phasianidae, Picidae, Pittidae, Ploceidae, Psittacidae, Pycnonotidae, Pycnonotidae, Rallidae, Scolopacidae, Silviidae, Sturnidae, Timaliidae, Trogonidae, Turdidae.

Adapun jenis-jenis yang dijumpai adalah: *Accipiter trivirgatus*, *Aviceda jerdon*, *Haliastur indus*, *Ictinaetus*

malayensis, *Nisaetus cirrhatus*, *Alcedo Meninting*, *Ceyx erithacus*, *Pelargopsis capensis*, *Dendrocygna arcuata*, *Anthracoceros malayanus*, *Buceros rhinoceros*, *Hemipus hirundinaceus*, *Calorhamphus fuliginosus*, *Aegithina tiphia*, *Chloropsis cyanopogon*, *Chalcophaps indica*, *Treron olax*, *Treron vernans*, *Eurystomus orientalis*, *Corvus enca*, *Cacomantis merulinus*, *Centropus bengalensis*, *Centropus sinensis*, *Phaenicophaeus chlorophaeus*, *Phaenicophaeus curvirostris*, *Surniculus lugubris*, *Dicaeum trigonostigma*, *Prionochilus percussus*, *Prionochilus xanthopygius*, *Prionochilus maculatus*, *Prionochilus thoracicus*, *Dicrurus aeneus*, *Dicrurus annectans*, *Dicrurus paradiseus*, *Cymbirhynchus macrorhynchos*, *Eurylaimus ochromalus*, *Microhierax fringillarius*, *Microhierax latifrons*, *Hirundo tahitica*, *Anthus novaeseelandiae*, *Cyornis caeruleus*, *Cyornis turcosus*, *Cyornis unicolor*, *Ficedula narcissina*, *Hypothymis azurea*, *Philethoma pyrhopterum*, *Rhinomyias umbratilis*, *Rhipidura javanica*, *Aethopyga siparaja*, *Anthreptes malacensis*, *Anthreptes simplex*, *Anthreptes singalensis*, *Arachnothera longirostra*, *Hypogramma hypogrammicum*, *Nectarinia sperata*, *Argusianus argus*, *Dryocopus javensis*, *Megalaima rafflesii*, *Meiglyptes tukki*, *Reinwardtipicus validus*, *Sasia abnormis*, *Pitta granatina*, *Pitta sordida*, *Lonchura fuscans*, *Lonchura malacca*, *Loriculus galgulus*, *Alophoixus phaeocephalus*, *Pycnonotus atriceps*, *Pycnonotus aurigaster*, *Pycnonotus brunneus*, *Pycnonotus erythoptalmus*, *Pycnonotus eutilotus*, *Pycnonotus goiavier*, *Pycnonotus simplex*, *Tricholestes criniger*, *Amaurornis phoenicurus*, *Actitis hypoleucos*, *Orthotomus atrogularis*, *Orthotomus ruficeps*, *Orthotomus sericeus*, *Prinia flaviventris*, *Gracula religiosa*, *Macronous gularis*, *Macronous ptilosus*, *Malacocincla malaccense*, *Malacopteron cinereum*, *Pellorneum capistratum*, *Stachyris erythroptera*, *Trichastoma bicolor*, *Harpactes diardii*, *Harpactes duvaucelii*, *Copsychus malabaricus*, *Copsychus saularis*.

Di SMO ditemukan lebih banyak jenis burung dibanding BMO maupun LMO selama tiga tahun pemantauan yakni sebanyak 93 jenis dari 32 famili. Banyaknya jumlah jenis yang ditemukan diduga berasal dari hutan alam yang terdapat di sekitar areal reklamasi dan waktu pengamatan bertepatan dengan musim pakan burung yang berbuah.

Site Binungan (BMO)

Lokasi pengamatan kedua adalah Binungan (BMO) dengan fokus utama di OPD A2/H2 di sekitar titik N 02° 03' 08.9"; E 117° 26' 43.6" dan OPD H4 di sekitar titik N 02° 02' 22.0"; E 117° 25' 57.2". Pada lokasi OPD A2/H2 tanaman pokok reklamasi adalah *Acacia mangium* dengan umur tanaman 8 tahun, sedangkan pada lokasi OPD H4 tanaman pokok reklamasi adalah *Paraserianthes falcataria* dengan umur tanaman 4 tahun. Sebenarnya kegiatan penanaman pada areal reklamasi di kawasan ini sudah dimulai sejak 11-13 tahun yang lalu.

Site BMO terletak di bagian hilir Sungai Bahau dan untuk mencapainya diperlukan waktu sekitar 45 menit dari pusat Kota Tanjung Redeb dengan menggunakan transportasi darat. Kegiatan reklamasi pada site tersebut telah dilakukan sekitar 10-12 tahun yang lalu. Dominansi vegetasi pada setiap stadium adalah bahwa jenis yang paling dominan untuk tingkat semai adalah jenis pionir *Vitex pubescens* Vahl. (*Vitex pinnata* L.). Untuk tingkat pancang, jenis tersebut kembali menjadi yang paling dominan. Hanya satu jenis yang bukan pionir, melainkan jenis budidaya, yaitu Kakao (*Theobroma cacao* L.). Jenis ini dimaksudkan sebagai tanaman substitusi yang ditanam di bawah tegakan utama (tanaman pokok), dalam hal ini Sengon Laut [*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen] dan Jati Putih (*Gmelina arborea* Roxb.). Untuk tingkat pohon, jenis *Acacia mangium* Willd. menjadi jenis dengan NPJ tertinggi.

Kehadiran jenis burung di BMO meliputi famili: Accipitridae, Alcedinidae, Anhingidae, Columbidae, Ardeidae, Bucerotidae, Campephagidae, Coraciidae, Chloropseidae, Corvidae, Cuculidae, Dicaeidae, Dicruridae, Eurylaimidae, Falconidae, Hirundinidae, Laniidae, Motacillidae, Muscicapidae, Nectariniidae, Picidae, Pittidae, Ploceidae, Psittacidae, Pycnonotidae, Rallidae, Silviidae, Sturnidae, Timaliidae, Turdidae. Jenis yang teridentifikasi adalah: *Accipiter trivirgatus*, *Haliaeetus leucogaster*, *Haliastur Indus*, *Ichthyophaga humilis*, *Ictinaetus malayensis*, *Nisaetus cirrhatus*, *Alcedo meninting*, *Pelargopsis capensis*, *Anhinga melanogaster*, *Egretta garzetta*, *Aceros corrugatus*, *Buceros rhinoceros*, *Hemipus hirundinaceus*, *Aegithina tiphia*, *Chloropsis cyanopogon*, *Chloropsis sonnerati*, *Chalcopaps indica*, *Treron vernans*, *Eurystomus orientalis*, *Corvus enca*, *Cacomantis merulinus*, *Centropus bengalensis*, *Centropus rectunguis*, *Centropus sinensis*, *Cuculus fugax*, *Cuculus micropetrus*, *Cuculus sparveriodes*, *Phaenicophaeus curvirostris*, *Surniculus lugubris*, *Dicaeum cruentatum*, *Dicaeum trigonostigma*, *Prionochilus xanthopygius*, *Dicrurus paradiseus*, *Microhierax fringillarius*, *Cymbirhynchus macrorhynchos*, *Hirundo tahitica*, *Lanius tigrinus*, *Anthus novaeseelandiae*, *Rhipidura javanica*, *Aethopyga siparaja*, *Anthreptes malacensis*, *Anthreptes symplex*, *Anthreptes singalensis*, *Arachnothera longirostra*, *Meiglyptes tukki*, *Sasia abnormis*, *Pitta sordida*, *Lonchura fuscans*, *Loriculus galgulus*, *Pycnonotus brunneus*, *Pycnonotus goiavier*, *Pycnonotus symplex*, *Pycnonotus squamatus*, *Amaurornis phoenicurus*, *Orthotomus ruficeps*, *Orthotomus sericeus*, *Prinia flaviventris*, *Gracula religiosa*, *Macronous gularis*, *Copsychus malabaricus*, *Copsychus saularis*, Terdapat 61 jenis dari 30 famili burung yang ditemukan di lokasi ini adalah sebagaimana besar berasal dari tambahan jenis baru dari setiap tahun penelitian. Namun demikian variasi famili kelihatannya tidak banyak berubah.

Site Lati (LMO)

Pengamatan semua jenis fauna di SMO dipusatkan pada Disposal 500 di sekitar titik N 02° 16' 55.5"; E 117° 35' 29.2". Site Lati merupakan areal pertama aktivitas eksploitasi penambangan. Sehingga areal reklamasinya pun merupakan yang pertama dari seluruh site yang ada. Pada Disposal 500 ini sebagian besar jenis tanaman yang ditanam adalah *Acacia mangium* dengan beberapa jenis tanaman sisipan yaitu Nyatoh, Meranti, Kahoi, Kapur dan Keruing dengan luas lebih kurang 38,77 ha.

Lokasi tersebut berdekatan dengan hutan alam yang mempunyai vegetasi masih asli. Keadaan hutan alam ini hanya dibatasi sungai kecil yang memiliki lebar lebih kurang 8-10 m. Walaupun tampak relatif sempit, kawasan ini cukup untuk pusat plasma nutfah dan kantung satwa. Di kawasan hutan alami ini juga dilakukan aktivitas pengamatan satwa baik langsung, melihat jejak yang ditinggalkan, penangkapan, pemasangan trap dan pemasangan kamera trapping. Terdapat bekas perburuan dan aktivitas masyarakat dalam kawasan hutan alami ini.

Hasil kegiatan pemantauan meliputi famili Accipitridae, Alcedinidae, Anhingidae, Bucerotidae, Capitonidae, Chloropseidae, Columbidae, Coraciidae, Corvidae, Cuculidae, Dicaeidae, Dicaeidae, Eurylaimidae, Muscicapidae, Nectariniidae, Oriolidae, Picidae, Pittidae, Ploceidae, Pycno-notidae, Silviidae, Silviidae, Sittidae, Sturnidae, Timaliidae, Turdidae; dengan jenis-jenis *Haliastur indus*, *Pernis ptilorhynchus*, *Nisaetus cirrhatus*, *Alcedo Meninting*, *Ceyx erithacus*, *Anhinga melanogaster*, *Anthracoceros albirostris*, *Anthracoceros malayanus*, *Buceros rhinoceros*, *Rhinoplax vigil*, *Calorhamphus fuliginosus*, *Aegithina tiphia*, *Chloropsis sonnerarti*, *Chalcophaps indica*, *Eurystomus orientalis*, *Corvus enca*, *Cacomantis merulinus*, *Centropus bengalensis*, *Centropus sinensis*, *Cuculus micropetrus*, *Phaenicophaeus*

chlorophaeus, *Phaenicophaeus curvirostris*, *Surniculus lugubris*, *Dicaeum cruentatum*, *Dicaeum trigonostigma*, *Prionochilus xanthopygius*, *Prionochilus maculatus*, *Prionochilus percussus*, *Cymbirhynchus macrohynchos*, *Eurylaimus ochromalus*, *Cyornis caerulatus*, *Cyornis turcosus*, *Ficedula hyperythra*, *Hypothymis azurea*, *Rhinomyias umbratilis*, *Rhinomyias ruficauda*, *Rhipidura javanica*, *Aethopyga siparaja*, *Anthreptes malacensis*, *Anthreptes symplex*, *Anthreptes singalensis*, *Arachnothera longirostra*, *Hypogramma hypogrammicum*, *Oriolus chinensis*, *Oriolus xanthonotus*, *Oriolus xanthornus*, *Meiglyptes tukki*, *Sasia abnormis*, *Pitta sordida*, *Lonchura fuscans*, *Pycnonotus brunneus*, *Pycnonotus goiavier*, *Pycnonotus symplex*, *Tricholestes criniger*, *Orthotomus atrogularis*, *Orthotomus sericeus*, *Prinia flaviventris*, *Sitta frontalis*, *Gracula religiosa*, *Macronous gularis*, *Macronous pilosus*, *Malacocincla malaccense*, *Copsychus malabaricus*, *Copsychus saularis*

Total jenis yang ditemukan adalah 64 jenis dari 24 famili, jumlah jenis selama tiga tahun penelitian kurang lebih sama. Hanya pada tahun kedua ada penurunan yang kemungkinan disebabkan waktu pengamatan yang tidak bersamaan dengan musim dimana jenis-jenis pakan burung tidak terdapat dalam jumlah cukup. Peningkatan jumlah famili yang ditemukan menunjukkan adanya kemungkinan tambahan jenis-jenis baru.

b) Mamalia

Site Sambarata (SMO)

Mamalia yang berhasil teridentifikasi adalah famili: Erinaceidae, Cervidae, Cercopithecidae, Sciuridae, Hystricidae, Suidae, Tragulidae, Viverridae. Jenis-jenis dari famili tersebut adalah: *Echinosorex gymnurus* (Rindil Bulan), *Muntiacus muntjac* (Kijang Muncak), *Rusa unicolor* (Rusa Sambar), *Macaca nemestrina* (Monyet

Beruk), *Macaca fascicularis* (Kera Ekor-panjang), *Callosciurus notatus* (Bajing Kelapa), *Hystrix crasispinis* (Landak Butun), *Sus barbatus* (Babi Berjenggot), *Tragulus napu* (Pelanduk Napu), *Tragulus kanchil* (Pelanduk Kancil), *Viverra zangwara* (Tengalung Malaya). Tercatat 11 jenis mamalia dari 8 famili hadir di SMO selama 2 periode tahun pengamatan. Jenis mamalia yang hadir adalah jenis-jenis mamalia yang umum dijumpai dan biasa hidup dengan adaptasi tinggi terhadap perubahan habitat.

Site Binungan (BMO)

Mamalia yang berhasil teridentifikasi di BMO meliputi famili Cervidae, Hystricidae, Muridae, Pteropodidae, Rhinolophidae, Sciuridae, Suidae, Tragulidae, Tupaiidae, Vespertilionidae, Viverridae, Ursidae; dengan jenis-jenis *Muntiacus muntjac* (Kijang Muncak), *Hystrix brachyura* (Landak Raya), *Rattus tiomanicus sabae* (Tikus Belukar), *Cynopterus brachyotis* (Codot Krawar), *Penthetor lucasii* (Codot Kecil Kelabu), *Cynopterus brachyotis* (Codot Krawar), *Rhinolophus borneensis* (Kelelawar Ladang Kalimantan), *Callosciurus notatus* (Bajing Kelapa), *Sus barbatus* (Babi Berjenggot), *Tragulus napu* (Pelanduk Napu), *Tupaia tana* (Tupaia tana), *Kerivoula intermedia* (Lenawai Sabah), *Viverra zangwara* (Tengalung Malaya), *Hemigalus derbyanus* (Musang Belang), *Helarctos malayanus* (Beruang Madu). Sebanyak 12 famili berhasil teramati dengan total 15 jenis mamalia. Famili dengan jenis terbanyak (3 jenis) adalah Pteropodidae, sedangkan famili lainnya hanya mewakili beberapa jenis. Jenis yang ditemukan langsung /tertangkap perangkap adalah *Rattus tiomanicus sabae*, *Tupaia tana*, *Cynopterus brachyotis*, *Penthetor lucasii*, *Rhinolophus borneensis*, *Tupaia tana* dan *Kerivoula intermedia*. Jenis mamalia yang tertangkap kamera trap adalah *Sus barbatus*, *Cynopterus brachyotis* dan *Hystrix brachyura*. Satwa yang teridentifikasi lewat jejak kaki adalah *Sus barbatus*, *Tragulus napu*, *Viverra zangwara*, *Helarctos malayanus* dan *Hemigalus*

derbyanus. Beberapa jenis mamalia kecil dan kelelawar tidak berhasil teridentifikasi pada pengamatan 2013 karena memang tidak menggunakan perangkap. Beberapa mamalia besar yang tertangkap kamera pada pengamatan sebelum sebagian tertangkap lagi pada pengamatan 2013.

Site Lati (LMO)

Mamalia yang berhasil teridentifikasi di LMO pada monitoring 2012 dan 2013 meliputi famili: Cervidae, Muridae, Hystricidae, Cercopithecidae, Sciuridae, Suidae, Tragulidae, Tupaiidae, Viverridae, Ursidae; dengan jenis *Muntiacus muntjac* (Kijang Muncak), *Rusa unicolor* (Rusa Sambar), *Rattus tiomanicus sabae* (Tikus Belukar), *Rattus tiomanicus jalorensis* (Tikus Belukar), *Rattus exulans* (Tikus Ladang), *Maxomys whiteheadi* (Tikus-duri Ekor-pendek), *Maxomys baeodon* (Tikus-duri Kecil), *Hystrix brachyura* (Landak Raya), *Macaca nemestrina* (Monyet Beruk), *Macaca fascicularis* (Kera Ekor-panjang), *Callosciurus notatus* (Bajing Kelapa), *Sus barbatus* (Babi Berjenggot), *Tragulus napu* (Pelanduk Napu), *Tragulus kanchil* (Pelanduk Kancil), *Tupaia tana* (Tupaia Tana), *Tupaia picta* (Tupaia Tercat), *Viverra zangalla* (Tengalung Malaya), *Arctictis binturong* (Binturong), *Helarctos malayanus* (Beruang Madu).

Selama pengamatan sepanjang monitoring dilakukan ditemukan 19 jenis mamalia dengan berbagai metoda pengamatan. Tampak ada beberapa jenis yang sebelumnya hadir tetapi pada pengamatan berikutnya tidak hadir. Hal ini terjadi karena faktor alami dan perbedaan metoda yang digunakan.

c) Amfibi dan Reptil

Site Sambarata (SMO)

Pengambilan data pemantauan pertama amfibi dan reptil di SMO dilakukan pada bulan Juni 2012 dimana spot pemantauan adalah di areal reklamasi A3, dan hutan alam yang berada di WMP 14 ST. Pengambilan data kedua pada bulan September 2013 dengan penambahan spot pemantauan di hutan alam T2. Penambahan spot pemantauan ini dilakukan untuk memperoleh gambaran/informasi jenis-jenis amfibi hutan alam yang diduga berpotensi akan datang/ menginvasi areal reklamasi yang ada di sekitarnya.

Hasil pemantauan menunjukkan kecenderungan penambahan jenis, namun demikian ada pula lokasi yang secara drastis terjadi penurunan jumlah jenis yang teramati. Total jenis amfibi dan reptil yang terdata sebanyak 16 jenis amfibi dan 6 jenis reptil. Jenis amfibi yang teridentifikasi dalam dua kali pemantauan meliputi Bufonidae, Dicroglossidae, Microhylidae, Ranidae, Rhacophoridae dengan jenis-jenis *Ingerophrynus divergens*, *Leptophryne borbonica*, *Pedostibes hosii*, *Fejervarya limnocharis*, *Limnonectes kuhlii*, *Limnonectes paramacrodon*, *Occidozyga laevis*, *Metaphrynella sundana*, *Hylarana erythraea*, *Hylarana nicobariensis*, *Hylarana raniceps*, *Polypedates leucomystax*, *Polypedates colleti*, *Polypedates macrotis*, *Polypedates otilophus*, *Rhacophorus pardalis*. Reptil yang teridentifikasi meliputi famili: Agamidae, Scincidae, Varanidae dengan jenis-jenis *Aphaniotis ornata*, *Draco Sumatranus*, *Apterygodon vittatus*, *Bronchochela cristacella*, *Sphenomorphus cyanolaemus*, *Varanus salvator*.

Site Binungan (BMO)

Data amfibi dan reptil diambil dari areal reklamasi OPD A4 dan dDari dua kali pengambilan data teridentifikasi jumlah jenis amfibi sebanyak 9 jenis yang terbagi dalam 5 famili, dan jenis reptil sebanyak 3 jenis dalam 2 famili. Jenis amfibi dan reptil yang teridentifikasi hadir pada dua kali monitoring. Adapun famili amfibi meliputi Bufonidae, Dicroglossidae, Microhylidae, Ranidae Rhacophoridae; dengan jenis: *Duttaphrynus melanostictus*, *Fejervarya limnocharis*, *Kalophrrynus pleurostgma*, *Hylarana erythraea*, *Hylarana nicobariensis*, *Hylarana raniceps*, *Polypedates leucomystax*, *Polypedates macrotis*, *Polypedates otilophus*. Sementara itu untuk reptil meliputi famili Agamidae, Scincidae; dengan jenis *Bronchochela cristacella* dan *Draco sp Apterygodon vittatus*.

Site Lati (LMO)

Dari hasil pengamatan sebanyak dua kali pada tahun yang berbeda yang di SMO di areal reklamasi Disposal 500 dan sekitarnya diperoleh jenis amfibi 13 jenis yang terbagi ke dalam 4 famili, dan 6 jenis reptil. Jenis amfibi dan reptil yang teridentifikasi meliputi famili: Bufonidae, Dicroglossidae, Ranidae, Rhacophoridae; dengan jenis: *Duttaphrynus melanostictus*, *Fejervarya limnocharis*, *Limnonectes parama-crodon*, *Limno-nectes finchi*, *Occidozyga laevis*, *Hylarana erythraea*, *Hylarana nicobariensis*, *Polypedates leucomystax*, *Polypedates macrotis*, *Polypedates otilophus*, *Rhacophorus horrissoni*, *Rhacophorus pardalis*, *Rhacophorus appendiculatus*. Untuk reptil meliputi famili Agamidae, Scincidae, Vararanidae; dengan jenis *Aphanotis ornata*, *Apterygodon vittatus*, *Bronchochela cristacella*, *Draco sp*, *Mabuya multifasciata*, *Varanus salvator*.

d) Kupu-Kupu dan Kumbang Berantena Panjang

Site Sambara (SMO)

Jenis kupu-kupu pada periode tahun 2012 terdiri dari 4 famili, 28 jenis dan 58 individu. Komposisi penyebaran jenis untuk setiap famili sangat berbeda, famili Pieridae 6 jenis, famili Papilionidae 3 jenis, famili Nymphalidae 18 jenis, sementara famili Lycaenidae hadir dengan 1 jenis. Sedangkan jenis kupu-kupu yang berhasil diidentifikasi dari hasil tangkapan pada periode tahun 2013 terdiri dari 3 famili, 10 jenis dan 14 individu. Komposisi penyebaran jenis untuk setiap famili sangat berbeda jenis, famili Pieridae 6 jenis, famili Papilionidae 6 jenis, famili Nymphalidae 18 jenis.

Rincian familinya adalah: Nymphalidae, Pieridae, Lycaenidae Papilioinidae, dengan jenis-jenis *Amathusia phidippus*, *Athyma asura idita*, *Athyma nefte* Subrata, *Athyma kanwa napoleonis*, *Chetosia hypsea hypsea*, *Cupha erymenthis ermenthis*, *Danaus melanippus*, *Dophla evalina compta*, *Elymnias nesaea lasidis*, *Euploea mulciber portia*, *Euploea radamanthus radamanthus*, *Hypolimnias bolina philippensis*, *Idea hypermnestra hera*, *Melanitis leda leda*, *Mycalesis horsfieldi tessimus*, *Neptis hylas sopatra*, *Parantica aspasia aspasia*, *Parthenos Sylvia bornensis*, *Vindula dejone dejone*, *Ypthima pandocus sertorius*, *Appias lyncida enarete*, *Catopsilia pomona pomona*, *Catopsilia pyranthe-pyranthe*, *Charaxes bernardus repititus*, *Eurema hecabe hecabe*, *Tanaecia pelea djataca*, *Graphium arycles*, *Graphium evemon*, *Graphium serpedon*, *Papilio nephelus sunatus*, *Trogonoptera brokiana*, *Troides amphrysus flavicollis*, *Drupadia theda*.

Pada periode tahun kedua diperoleh 1 famili, 2 subfamili, 6 tribe dan 8 jenis dengan jumlah individu berjumlah 37 individu. Dan pada periode monitoring tahun 2013 diperoleh famili, 2 subfamili, 6 tribe dan 13 jenis dengan

jumlah individu berjumlah 69 individu pada areal reklamasi SMO. Adapun jenis-jenis yang teridentifikasi adalah *Atimura bacillima* Pascoe, *Ropica marmorata sarawakiana* Hayashi, *Ropica piperata* Pascoe, *Sybra (Sybra) umbraita* Pascoe, *Sybra (Sybra) borneotica* Breuning, *Sybra (Sybra) critefera* Pascoe, *Sybra(sybra) pulla* Breuning, *Ophia annulitarsis* (Pascoe), *Pterolophia crassipes* (Wiedeman), *Pterolophia melanura* (Pascoe), *Acalolepta rusticatorix*, *Xenolea tomentosa* (Pascoe), *Nyctimenius ochraceovittata* (Auriv).

Site Binungan (BMO)

Jenis kupu-kupu yang diperoleh pada periode tahun akhir pengamatan yang berhasil diidentifikasi terdiri dari 4 famili, 18 jenis dan 54 individu. Komposisi penyebaran jenis untuk setiap famili sangat berbeda, famili famili Pieridae 3 jenis, famili Papilionidae 1 jenis, famili Nymphalidae 12 jenis, sementara famili Lycaenidae hadir dengan 2 jenis. Untuk jenis kupu-kupu yang berhasil ditangkap pada tahun 2012 terdiri dari 6 famili, 9 jenis dan 14 individu. Komposisi penyebaran jenis untuk setiap famili sangat berbeda, famili Satyridae 1 jenis, famili Pieridae 1 jenis, famili Papilionidae 1 jenis, famili Nymphalidae 9 jenis. Pada tahun 2013, jenis kupu-kupu dengan jumlah individu dominan adalah *Catopsilia pomona pomona* dikarenakan di lokasi pengamatan banyak ditanam jenis pohon *Albizia falcataria* pada areal reklamasi, dimana jenis kupu-kupu *Catopsilia pomona pomona* inangnya adalah pohon *Albizia falcataria*. Walaupun kehadiran jenis kupu-kupu yang ada dilokasi reklamasi di plot C₂N pada saat pengamatan kehadiran jenisnya beragam dan sangat susah untuk ditangkap. Jenis kupu-kupu yang berasal dari spot-spot hutan alam dan kebanyakan melintas pada areal reklamasi.

Rincian famili yang teridentifikasi adalah Nymphalidae, Pieridae, Lycaenidae, Papilioinidae; dengan jenis-jenis:

Chestosia hypesea hypsea, *Cirrochroa emalea*, *Danus melanippus thoe*, *Euplaea mulciber mulciber*, *Euploea mulciber portia*, *Hypolimnas bolina philippensis*, *Lexias pardalis*, *Melanitis lada lada*, *Mycalesis horsfeldi*, *Neptis hylas soptra*, *Parantica agloides bornensis*, *Parantica aspasia*, *Tirumala septentrionis*, *Vindula dejone dejone*, *Ypthima pandocus sertorius*, *Catopsilia pomona pomona*, *Eurema hecabe hecabe*, *Eurema blanda*, *Nacaduba beroe*, *Jamides alecto*, *Jamides aratus*, *Papilio demoleos malayanus*, *Troides amphrysus*, *Papilio polytes*

Pada tahun akhir pengamatan, kumbang berantena panjang yang diperoleh adalah 1 famili, 2 subfamili, 7 tribe, 14 jenis dengan 117 individu. Dari pengamatan tahun 2012 diperoleh 1 famili, 2 subfamili, 7 tribe dan 14 jenis dengan jumlah individu berjumlah 61 individu. Pada tahun 2012 jenis kumbang berantena panjang jenisnya bertambah pada periode monitoring tahun 2013. Untuk famili, subfamili dan tribe pada kumbang berantena panjang yang diamati tidak ada penambahan. Pada periode monitoring tahun 2013 ini jenis dan individu yang diperoleh mengalami penambahan jenis dan individu. Adapun famili yang teridentifikasi adalah dengan jenis-jenis *Atimura bacillima* Pascoe, *Sybra (sybra) pulla* Breuning, *Sybra (sybra) critefera* Pascoe, *Ropica marmorata sarawakiana* Hayashi, *Ropica angusticollis* (Pascoe), *Pterolophia annulitarsis* (Pascoe), *Pterolophia crassipes* (Wiedeman), *Pterolophia melanura* (Pascoe), *Acalolepta rusticatorix* (F.), *Epepeotes luscus* (F.), *Xenolea tomentosa* (Pascoe), *Nyctimenius ochraceo-vittata* (Auriv), *Astathes japonica* (Thomson).

Site Lati (LMO)

Monitoring kupu-kupu di areal reklamasi disposal 500 SMO hingga akhir pengamatan memperoleh 5 famili, 33 jenis dengan 50 individu, sedangkan di tahun 2012 diperoleh jenis kupu-kupu yang terdiri dari 4 famili, 30 jenis dan 46 individu. Pada pengamatan di tahun 2013

terdapat penambahan jenis dan famili kupu-kupu. Rincian famili meliputi Nymphalidae, Pieridae, Lycaenidae, Papilionidae, Hesperiiidae dengan jenis-jenis: *Athyma pravara pravara*, *Chetosia hypsea hypsea*, *Cirrochroa amalea*, *Cupha erymanthis erymanthis*, *Danus ginutia bimana*, *Danus melanippus thoe*, *Discophora necho cheops*, *Discophora necho mindorana*, *Dophla evalina compta*, *Euploea radamanthus radamanthus*, *Euthalia iapis ambalika*, *Euthalia monina bipunctata*, *Faunis kirata kirata*, *Faunis stomphax stomphax*, *Hypolimnas anomala anomala*, *Hypolimnas bolina*, *Ideopsis vulgaris*, *interposita*, *Junonia iphita*, *Lexias dirtea*, *Lexias pardalis*, *Melanitis leda leda*, *Modoza procris agnata*, *Mycalesia anapita fucentia*, *Mycalesis horsfieldi*, *niasana*, *Neptis hylas sopatra*, *Pandita sinope*, *Parantica aspasia aspasia*, *Parthenos sylvia borneensis*, *Pulyura athamas uraeus*, *Thaumantis noureddin*, *Vindula dejone dejone*, *Ypthima fasciata fasciata*, *Ypthima pandocus sertorius*, *Appias paulina*, *Catopsilia pomona pomona*, *Catopsilia pyranthe pyranthe*, *Eurema hecabe hecabe*, *Eurema hecabe tamiathis*, *Eurema sari sodalis*, *Allotinus horsfieldi*, *Anthene emolus goberus*, *Celastrina musina*, *Curetis saronis*, *Jamides alecto*, *Jamides aratus adana*, *Nacaduba beroe*, *Papilio helenus*, *Trogonoptera brookiana brookiana*, *Papilio polytes theseus*, *Papilio blemno blemnon*, *Papilio nephelus albolineatus*, *Idmon obliquans obliquans*.

Pada monitoring kumbang berantena panjang pada priode akhir berhasil diperoleh 1 famili, 2 subfamili, 7 tribe, 17 jenis dengan 46 individu. Kumbang berantena panjang yang diperoleh pada periode Tahun 2012 jumlah jenis dan individu tidak terlalu banyak dikarenakan pada saat pengamatan di musim penghujan. Pada tahun kedua di lokasi Disposasi 500 diperoleh 1 famili, 2 subfamili, 7 tribe dan 16 jenis dengan jumlah individu sebanyak 44 individu.

Jumlah jenis dan individu kumbang berantena panjang

kehadirannya tidak terlalu banyak karena pada pengamatan terjadi hujan yang menghambat kumbang berantena panjang tersebut untuk beraktivitas. Hal ini dapat dilihat pada *Artocarpus trap*, daun *artocarpus trap* yang dipasang sangat susah untuk mengering dikarenakan cuaca dingin dan tidak panas sehingga menyebabkan kumbang tersebut tidak terlalu banyak bersembunyi di balik atau dicelah-celah daun *Artocarpus trap* tersebut dan dengan kondisi musim penghujan tersebut memperlambat proses pengeringan daun-daun dan ranting *Artocarpus* yang di jadikan perangkap. Kehadiran jenis kumbang berantena panjang pada pengamatan di tahun kedua ada sebagian jenis yang hadir dan ada yang tidak hadir di tahun akhir pengamatan.

Kehadiran jenis kumbang berantena panjang pada periode tahun 2012 dan 2013 pada famili Cerambycidae adalah *Atimura bacillima* Pascoe, *Ropica marmorata sarawakiana* Hayashi, *Sybra (Sybra) borneotica* Breuning, *Sybra (Sybra) critefera* Pascoe, *Sybra (Sybra) lineolata* Breuning, *Cleptometopus grossepunctatus* Breuning, *Pterolophia annulitarsis* (Pascoe), *Pterolophia crassipes* (Wiedeman), *Pterolophia melanura* (Pascoe), *Acalolepta opposita* (Pascoe), *Acalolepta rusticatorix* (Fabricius), *Cereoplus sexnotatus* Thomson, *Epepeotes luscus* (Fabricius), *Myagrus vinosus* (Pascoe), *Xenolea tomentosa* (Pascoe), *Nyctimenius ochraceovittata* (Auriv).

3.8 Kondisi Mikroklimat – Kesuburan Tanah – Potensi Erosi

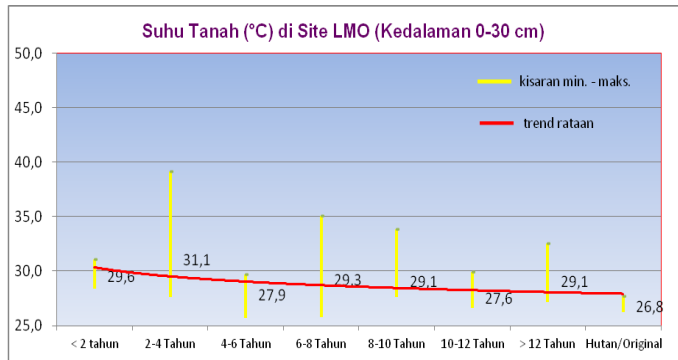
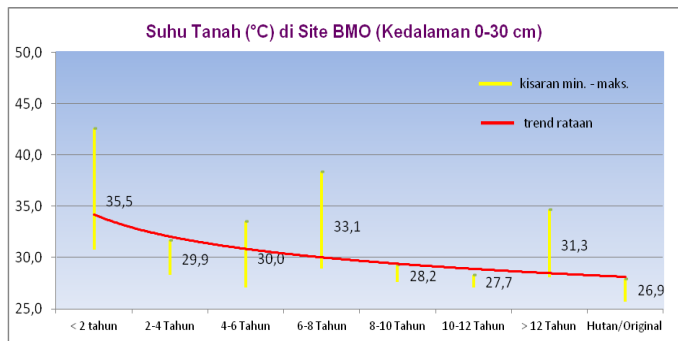
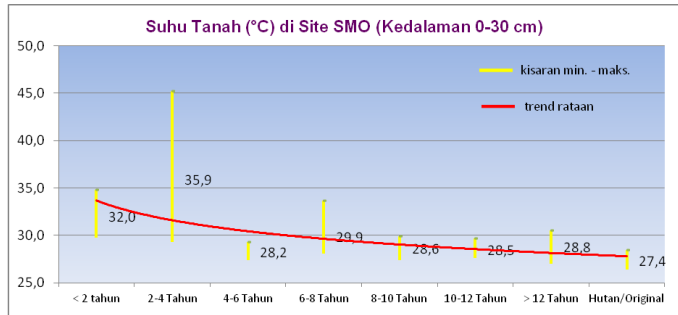
a) Karakteristik Mikroklimat

1. Suhu dan Kelembaban Tanah

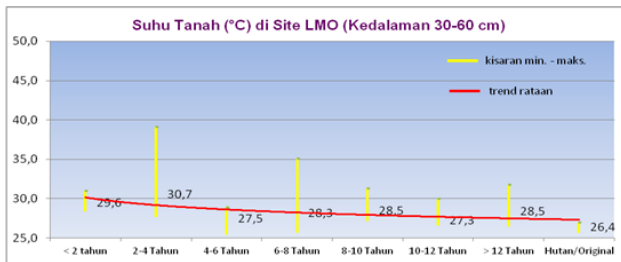
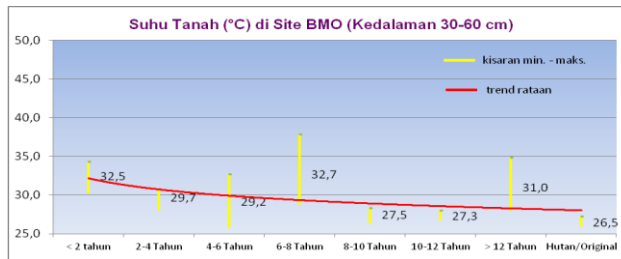
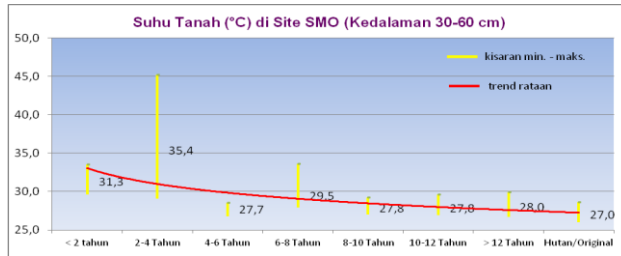
Anasir mikroklimat hasil pengamatan dianalisis berdasarkan nilai minimum, maksimum dan rata-rata selama 4 (empat) kali kunjungan. Suhu tanah pada kedalaman 0 - 30 cm menunjukkan kisaran minimum maksimum lebar saat LRPT masih terbuka hingga

berumur 2 - 4 tahun, bertambahnya umur LRPT rentang suhu minimum - maksimum menyempit terjadi penurunan rata-rata suhu tanah hingga LRPT tertua kondisinya menyerupai LO (Gambar 4.1). Fenomena serupa terjadi pada kedalaman tanah 31 - 60 cm. Perbedaannya terletak pada besarnya, lapisan tanah ini menunjukkan rata-rata suhu lebih rendah dibanding lapisan tanah 0 - 30 cm (Gambar 4.2).

Kisaran suhu tanah yang sempit seiring bertambahnya umur LRPT tersebut mengindikasikan bahwa bertambahnya umur LRPT suhu tanah semakin stabil. Perbedaan suhu pada masing-masing kelas umur karena perbedaan tingkat kerapatan tutupan vegetasi selain juga akibat perbedaan kondisi cuaca pada saat pemantauan - cerah tanpa awan - mendung bahkan hujan. Panas yang diterima oleh permukaan tanah diteruskan ke lapisan tanah yang lebih dalam. Makin lama pemanasan permukaan tanah maka peningkatan suhu permukaan akan menginduksi ke lapisan tanah yang lebih dalam. Suhu tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor baik faktor luar maupun faktor dalam dan faktor topografi. Faktor luar yang mempengaruhi suhu tanah adalah radiasi matahari, keawanan, curah hujan, angin dan kelembaban udara, sedangkan faktor dalam adalah tekstur, struktur dan kandungan air, kandungan bahan organik dan warna tanah. Faktor topografi meliputi kemiringan dan arahnya terhadap matahari dan vegetasi penutup tanah.



Gambar 3.1 Suhu Tanah pada Berbagai Tutupan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara



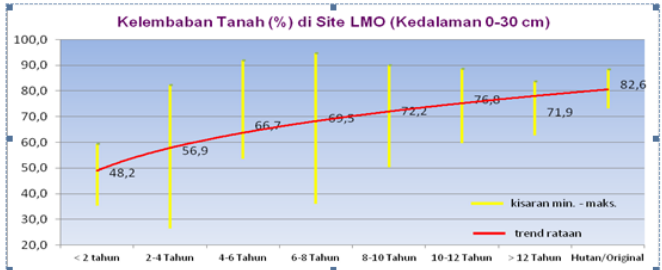
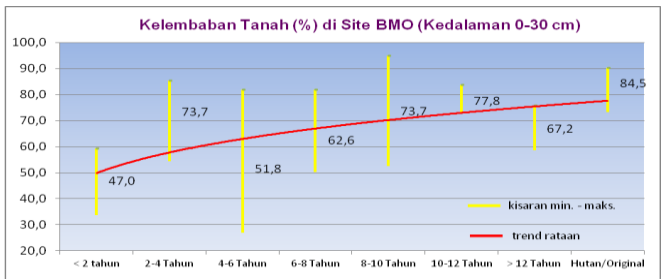
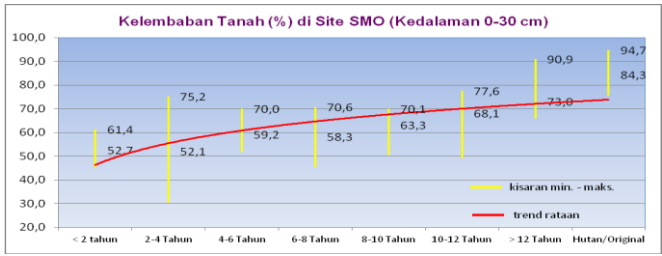
Gambar 3.2 Suhu Tanah pada Berbagai Tutupan Lahan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara

Hal yang umum terjadi adalah bahwa kelembaban tanah meningkat seiring dengan menurunnya suhu tanah. Hal ini juga terjadi di LRPT bahwa kelembaban tanah cenderung meningkat seiring dengan cenderungnya kenaikan suhu dan membentuk pola setengah parabola dimulai dengan nilai terendah untuk LRPT berumur < 2 tahun dan maksimal saat LRPT berumur >12 tahun. Hal ini terjadi baik di lapisan tanah 0 - 30 cm dan 30 - 60 cm Perbedaan kelembaban

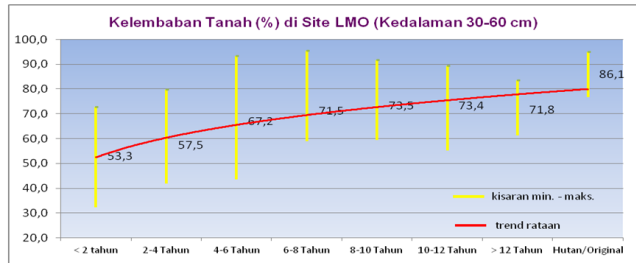
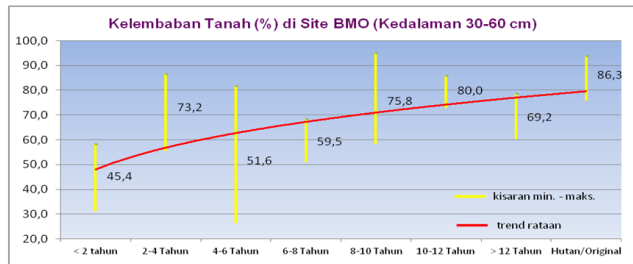
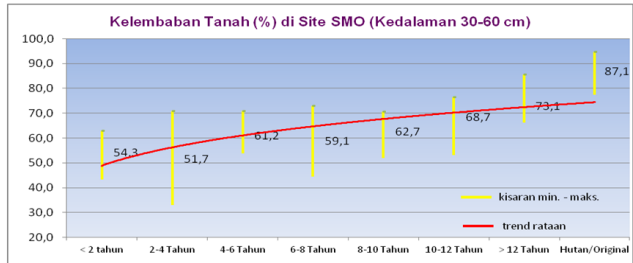
tanah antar lapisan hanya terletak pada besarnya lapisan 31 - 60 cm dengan rata-rata suhu tanah lebih rendah menunjukkan nilai kelembaban tanah yang lebih tinggi dibanding lapisan di atasnya (Gambar 3.3 dan Gambar 3.4). Penyebab utama perbedaan kelembaban tanah antar kelas umur LRPT adalah perbedaan tingkat penutupan vegetasi disamping penyebab lain yaitu kondisi cuaca saat dilakukan pemantauan.

2. Suhu dan Kelembaban Udara

Tidak berbeda dengan suhu tanah, suhu udara di LRPT juga cenderung menurun dengan bertambahnya umur LRPT. Perbedaannya dengan suhu tanah adalah bahwa kisaran maksimum suhu udara lebih lebar dibanding suhu tanah dan suhu udara yang menunjukkan nilai lebih tinggi dibanding suhu tanah. Suhu pada permukaan tanah dan bagian tengah/ bawah tajuk relatif lebih rendah dibanding bagian atas tajuk. Hal terjadi karena radiasi matahari sebagai penyebab tinggi rendahnya suhu udara terhalang oleh tajuk vegetasi hingga tidak dapat secara langsung menembus bawah tajuk maupun sampai ke permukaan tanah. Makin rapat tutupan tajuknya makin besar pula halangan tersebut. Suhu udara terendah dicapai saat LRPT berumur 10 - 12 tahun dan sedikit meningkat pada umur >12 tahun. Fenomena ini terjadi baik di Site SMO, BMO maupun LMO. Perbedaan yang tampak adalah bahwa suhu udara di Site LMO mempunyai rentang minimum maksimum lebih lebar dibanding site lainnya terutama saat LRPT berumur kurang dari 6 tahun sedangkan. Hal ini diduga karena perbedaan tingkat kerapatan tajuknya sehingga fluktuasi suhu udara di Site LMO sangat tinggi dan menunjukkan belum stabilnya iklim mikro di umur-umur LRPT tersebut.



Gambar 3.3 Kelembaban Tanah pada Berbagai Tutupan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara



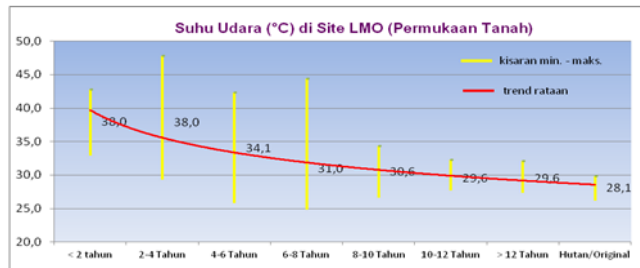
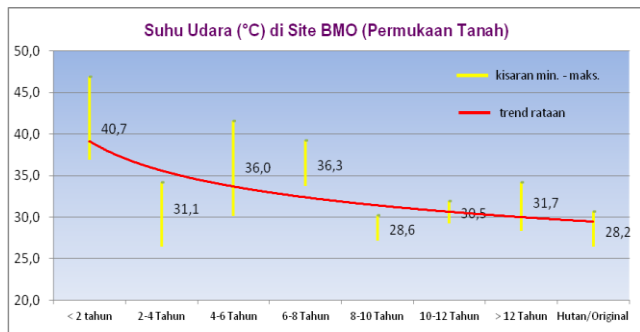
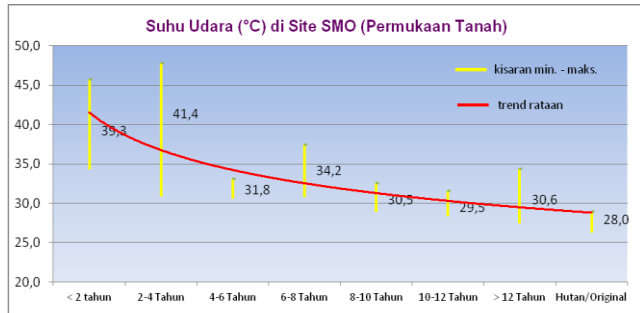
Gambar 3.4 Kelembaban Tanah pada Berbagai Tutupan Lahan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara

Hal lain yang mempengaruhi tinggi rendahnya suhu udara adalah kondisi cuaca setempat yang bervariasi di seluruh PUP. Namun pengaruh tersebut tidak menonjol dibanding pengaruh tingkat kerapatan tajuk. Hal ini terlihat dari besarnya suhu udara di atas tajuk bahwa perbedaan umur LRPT yang serupa dengan perbedaan kerapatan tajuk hanya sedikit menyebabkan penurunan

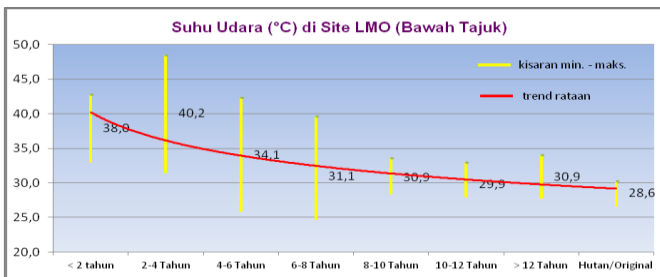
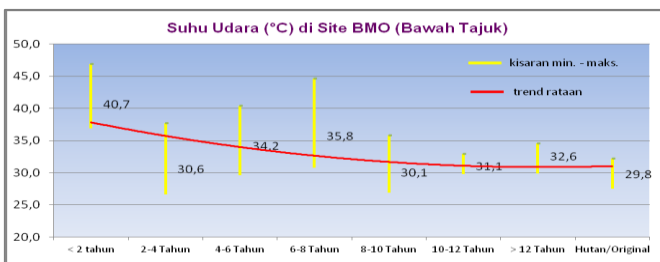
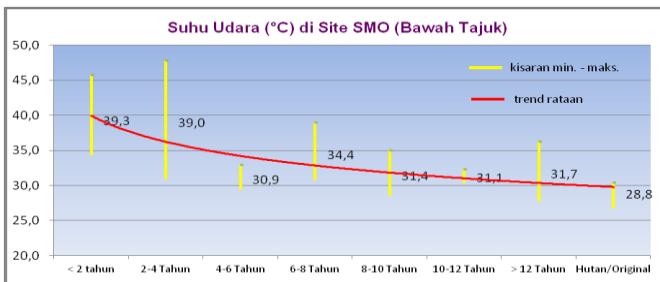
suhu udara. Kecenderungan ini terlihat dari perbedaan kemiringan kurva trend minimum-maksimum yang kecil seiring umur LRPT, bahkan di BMO suhu sedikit meningkat di PUP dengan umur LRPT lebih tua. Hal ini menunjukkan ketidak-stabilan suhu udara di luar tajuk dan merupakan bukti bahwa tajuk berperan dalam pengaturan iklim setempat.

Pada tempat-tempat yang kurang rapat tajuknya atau terbuka tingginya suhu udara juga disebabkan oleh adanya tambahan panas akibat radiasi bumi. Suhu udara berubah sesuai dengan tempat dan waktu. Perubahan ini tergantung pada intensitas dan durasi energi radiasi matahari, penyalpan energi melalui pemantulan, pemencaran dan penyerapan, albedo dan sifat fisik permukaan tanah, serta masukan panas atau dingin oleh arus udara mendarat. Kondisi demikian terjadi pada setiap kelas umur LRPT pada saat pemantauan, sehingga mengakibatkan perbedaan suhu udara pada masing-masing lokasi PUP (Gambar 3.5 hingga Gambar 3.7). Selanjutnya, untuk kelembaban udara pada lahan revegetasi pasca tambang disajikan pada Gambar 3.8 hingga Gambar .10.

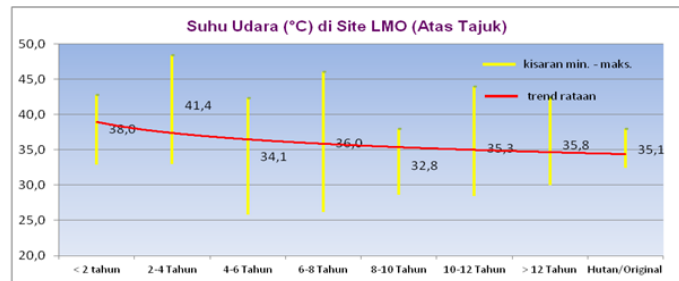
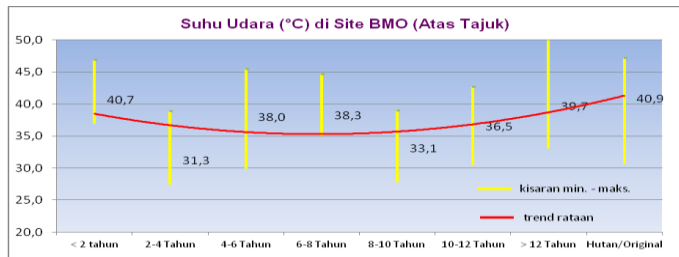
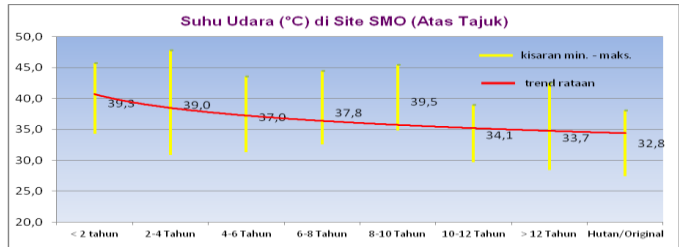
Kelembaban udara di dekat permukaan bumi berubah-ubah menurut kondisi lokal setempat, dan demikian halnya dengan kondisi kelembaban udara pada masing-masing kelas umur LRPT yang menunjukkan perbedaan yang diduga akibat pengaruh kondisi cuaca yang terjadi pada saat pemantauan. Kondisi cuaca turut mempengaruhi besar kecilnya kelembaban udara. Namun sama dengan anasir iklim lainnya, tingkat kerapatan tajuk yang seiring peningkatan umur LRPT menghasilkan *trend* tertentu, yaitu meningkat seiring dengan peningkatan umur LRPT terutama untuk kelembaban udara di permukaan tanah dan di bawah tajuk.



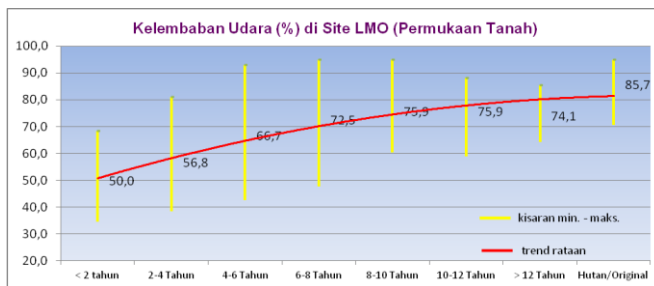
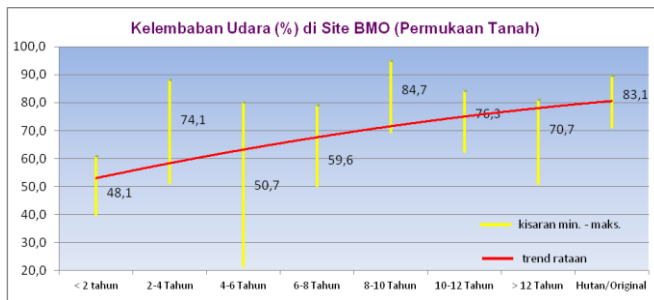
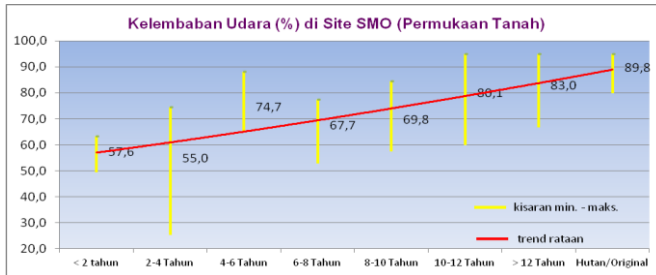
Gambar 3.5 Suhu Udara pada Berbagai Tutupan Lahan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara



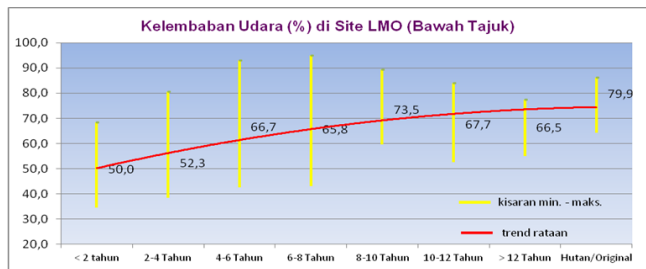
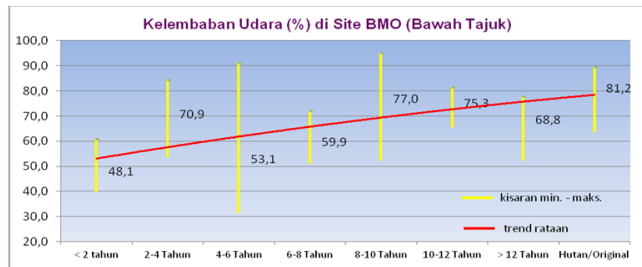
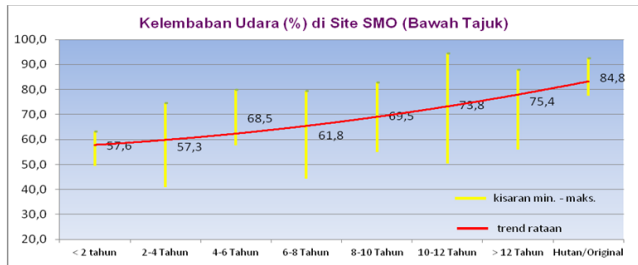
Gambar 3.6 Suhu Udara pada Berbagai Tutupan Lahan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara



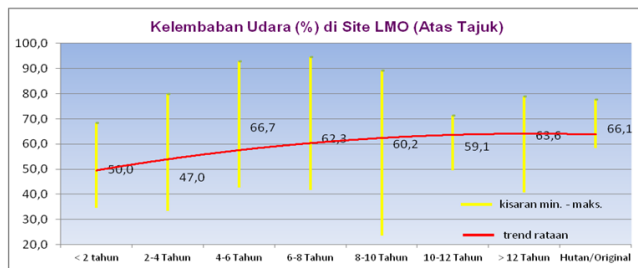
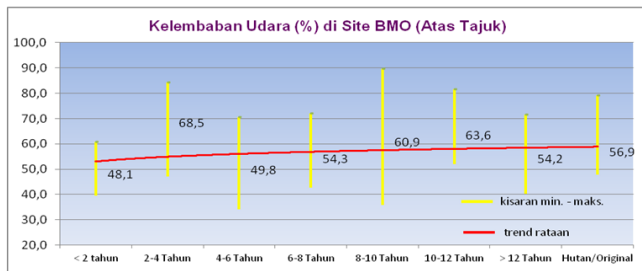
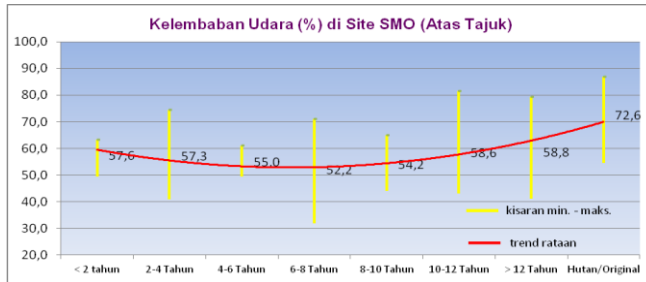
Gambar 3.7 Suhu Udara pada Berbagai Tutupan Lahan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara



Gambar 3.8 Kelembaban Udara pada Berbagai Tutupan Lahan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara



Gambar 3.9 Kelembaban Udara pada Berbagai Tutupan Lahan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara



Gambar 3.10 Kelembaban Udara pada Berbagai Tutupan Lahan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara

Untuk kelembaban udara di atas tajuk, tidak semua site LRPT menunjukkan *trend* sama, yaitu Site SMO menunjukkan *trend* berlawanan dengan *trend* kelembaban udara di permukaan tanah dan bawah tajuk, yaitu meningkat dengan pertambahan umur LRPT, sedangkan BMO dan LMO menunjukkan

trend yang sserupa dengan *trend* di bawah tajuk maupun di atas permukaan tanah. Perbedaannya hanya terletak pada kemiringannya, trend kelembaban udara di atas tajuk di LRPT kedua site ini nampak lebih kecil yang memberi makna bahwa terdapat pengaruh peningkatan umur LRPT terhadap besaran kelembaban udara di atas tajuk yang tidak sebesar pengaruhnya terhadap kelembaban udara di lapisan bawahnya.

Kelembaban udara pada bagian atas (di luar) tutupan vegetasi umumnya lebih rendah daripada kelembaban udara yang berada di lapisan permukaan tanah di bawah tegakan maupun lapisan tengah tegakan. Hal ini dikarenakan kandungan uap air yang berada di bawah tegakan, baik yang berada di permukaan tanah maupun di tengah tegakan lebih terkonsentrasi dibanding bagian atas (luar) tegakan sehingga diduga sebagai penyebab kelembaban udaranya lebih besar.

Perubahan kelembaban di atmosfer dapat disebabkan oleh dua hal, yaitu pertama, apabila permukaan air itu bebas (terbuka) luas, maka kelembaban udaranya dapat diperbesar oleh evaporasi. Hal yang kedua adalah melalui perubahan suhu udara, meskipun tidak ada penambahan atau pengurangan uap air, akan tetapi dengan adanya penurunan suhu tersebut, kelembaban udaranya akan turut meningkat.

Perubahan ini terjadi dengan sendirinya karena kemampuan udara untuk menarik uap menjadi lemah (rendah) akibat pendinginan suhu udara. Setelah pendinginan berlangsung, maka kandungan uap menunjukkan persentase yang tinggi dari kemampuan udara tersebut. Kasus yang sama terjadi pula pada peningkatan suhu udara yang menghasilkan rendahnya kelembaban udara meskipun tidak ada pengurangan uap air.

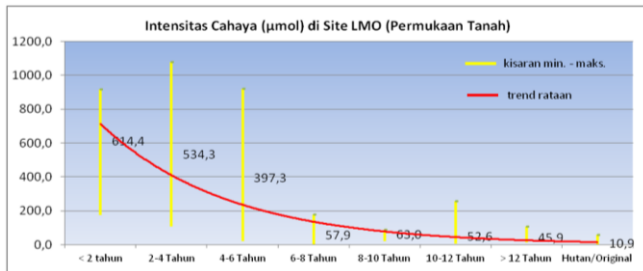
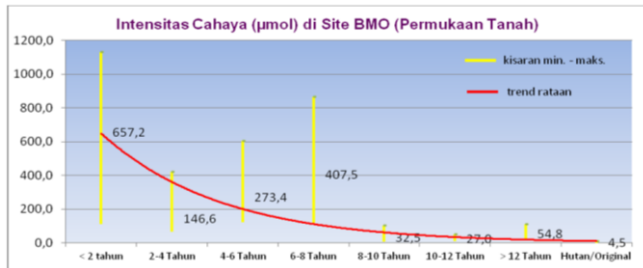
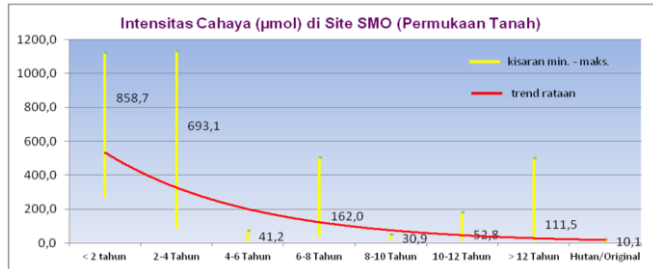
3. Intensitas Cahaya

Dari sejumlah anasir iklim yang diamati intensitas cahaya menunjukkan *trend* dengan perubahan kemiringan lebih tajam dibanding anasir iklim lainnya. *Trend* rata-rata intensitas cahaya serupa dengan suhu udara dan suhu tanah yaitu menurun dengan meningkatnya umur LRPT hingga nilainya mendekati kondisi di LO. Hal ini terjadi di semua site khususnya untuk daerah di bawah tajuk baik di bagian tengah maupun dekat dengan permukaan tanah. Adapun sedikit variasi yang terjadi antar PUP lebih disebabkan oleh kondisi cuaca setempat terutama keawanan.

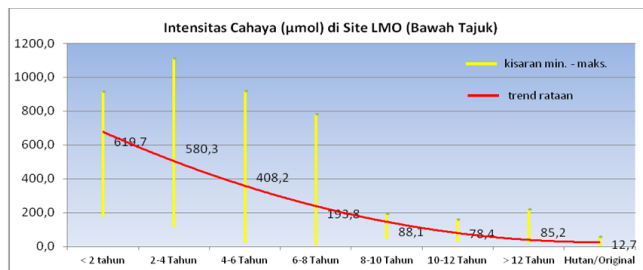
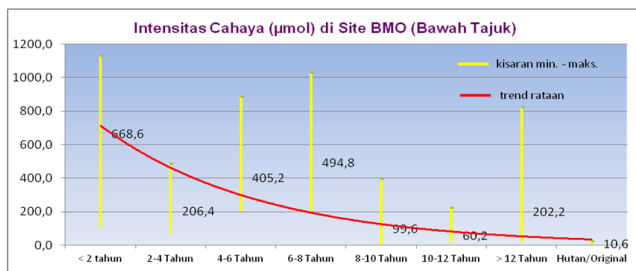
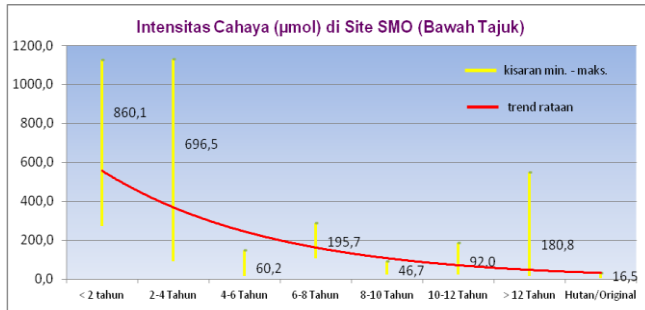
Sinar matahari adalah sumber energi terbesar sehingga intensitas cahaya yang datang sangat mempengaruhi parameter mikroklimat lainnya termasuk suhu dan kelembaban udara maupun suhu dan kelembaban tanah. Tingkat kerapatan tajuk LRPT menurunkan intensitas cahaya yang masuk di wilayah bawah tajuk (Gambar 2.11 hingga Gambar 2.13). Keberadaan intensitas cahaya yang tidak sama ini mengakibatkan parameter iklim mikro yang berada di bawahnya, dimana semakin besar intensitas cahaya yang jatuh ke permukaan bumi maka secara signifikan akan meningkatkan suhu udara dan suhu tanah, demikian pula halnya dengan kelembaban udara dan kelembaban tanah akan turut terpengaruh.

Sampai LRPT berumur 6-8 tahun kisaran minimum-maksimum intensitas cahaya masih lebar namun setelahnya kisaran tersebut menyempit. Serupa dengan uraian sebelumnya bahwa fenomena ini menunjukkan kestabilan kondisi iklim mikro suatu tempat, kisaran minimum-maksimum suatu anasir iklim yang lebar menunjukkan kebelum-stabilan karena variasi yang besar sebaliknya kisaran sempit mengindikasikan kestabilan kondisi iklim mikronya. Kondisi inilah yang diinginkan oleh makhluk hidup di dalam

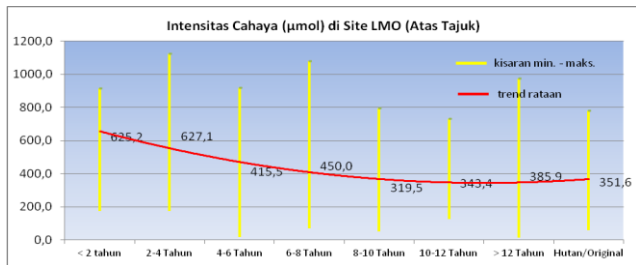
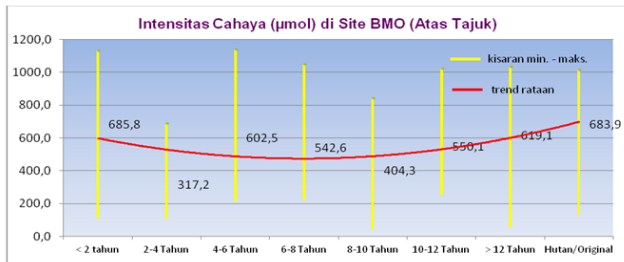
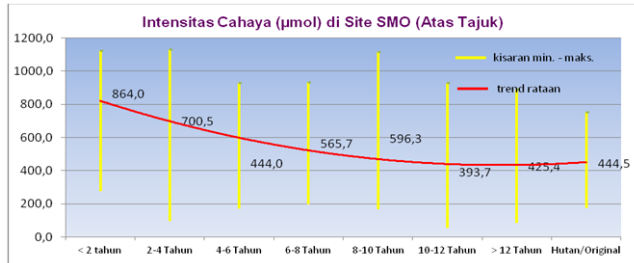
melaksanakan aktivitasnya. Pada bagian atas tajuk intensitas cahaya menunjukkan *trend* yang berbeda dengan di bawah tajuk. Peningkatan umur LRPT memberikan pengaruh terhadap penurunan intensitas cahaya namun tidak sebesar penurunan anasir iklim ini untuk di bawah tajuk vegetasi.



Gambar 3.11 Intensitas Cahaya pada Berbagai Tutupan Lahan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara



Gambar 3.12 Intensitas Cahaya pada Berbagai Tutupan Lahan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara



Gambar 3.13 Intensitas Cahaya pada Berbagai Tutupan Lahan di Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara

Hal tersebut dapat ditunjukkan oleh kemiringan *trend* yang kurang tajam. Fenomena ini tentunya dapat dipertimbangkan sebagai tambahan bukti bahwa di luar pengaruh tajuk, iklim setempat sangat bervariasi yang mengindikasikan ketidaksabihan. Lebih jauh hal tersebut juga diperkuat oleh dengan kisaran minimum-

maksimum intensitas cahaya yang lebar pada semua umur LRPT. Untuk di bawah tajuk kisaran minimum-maksimum anasir iklim ini terlihat lebar saat awal kegiatan revegetasi hingga vegetasi berumur 6 tahun namun umur sesudahnya kisaran tersebut menyempit.

4. Dinamika Mikroklimat

Parameter-parameter mikroklimat yang diamati dalam kegiatan pemantauan ini adalah suhu tanah dan kelembaban tanah, suhu udara dan kelembaban udara serta intensitas cahaya di bawah, tengah dan atas tajuk tanaman (tegakan) hasil reklamasi dan revegetasi lahan pasca tambang batubara. Pada dasarnya, hasil-hasil pemantauan ini dimaksudkan untuk mengetahui perubahan kondisi mikroklimat akibat pengaruh dari upaya reklamasi dan revegetasi yang telah dilakukan.

Suhu tanah dan kelembaban tanah mempunyai peranan dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pengaruh suhu dan kelembaban tanah terhadap tanaman antara lain adalah perkecambahan biji, aktivitas mikroorganisme, aktivitas akar/perakaran dan perkembangan penyakit tanaman. Selain itu, suhu dan kelembaban tanah akan mendorong penguraian bahan organik. Suhu tanah dan kelembaban tanah ini dipengaruhi oleh tiga faktor utama. Pertama, faktor luar (eksternal) yang terdiri dari radiasi matahari, keawanan, curah hujan, angin dan kelembaban udara. Kedua, faktor dalam (internal) yang terdiri dari tekstur tanah, struktur dan kadar air tanah, kandungan bahan organik dan warna tanah. Ketiga, faktor topografi yang terdiri dari kemiringan permukaan, arah kemiringan terhadap matahari, kedalaman muka air tanah dan vegetasi penutup tanah.

Kondisi suhu tanah dan kelembaban tanah pada lokasi hasil reklamasi dan revegetasi pasca tambang

menunjukkan hasil yang beragam tergantung pada kondisi cuaca dan jumlah penutupan vegetasi pada saat pemantauan. Kecenderungan yang terjadi menunjukkan bahwa adanya peningkatan suhu tanah seiring dengan penurunan dari kelembaban tanah tersebut. Pola yang terjadi pada masing-masing kelas umur memperlihatkan adanya keberagaman, dimana pada kelas umur yang lebih tua mempunyai pola yang mendekati dengan kondisi tutupan vegetasi yang masih asli/origin.

Demikian halnya dengan suhu udara dan kelembaban udara yang terjadi pada saat pemantauan, menunjukkan keragaman tergantung pada kondisi cuaca dan jumlah penutupan vegetasinya. Suhu udara dan kelembaban udara yang ada dekat permukaan bumi dapat berubah-ubah sesuai tempat dan waktu. Kondisi suhu udara dan kelembaban udara yang terjadi pada masing-masing kelas umur menunjukkan kondisi pada saat pemantauan. Besar kecilnya suhu udara dan kelembaban udara dapat dipengaruhi oleh jumlah radiasi matahari yang diterima, pengaruh lintang bumi, pengaruh ketinggian tempat, pengaruh angin secara tidak langsung, pengaruh sudut datang matahari dan pengaruh penutup tanah. Berdasarkan faktor yang mempengaruhi tersebut, maka kondisi suhu udara dan kelembaban udara yang terjadi sangat dipengaruhi oleh faktor tersebut di atas.

Berkenaan dengan suhu udara dan kaitannya dengan pertumbuhan tanaman dikenal dengan suhu maksimum, suhu optimum dan suhu minimum. Suhu maksimum adalah suhu tertinggi dimana suatu tanaman masih dapat hidup, suhu optimum adalah suhu terbaik yang dibutuhkan tanaman sehingga proses pertumbuhannya berjalan lancar dan suhu minimum merupakan suhu terendah dimana tanaman masih dapat hidup. Untuk beberapa jenis tanaman

mempunyai kriteria-kriteria tertentu terhadap keperluan unsur iklim untuk keberlangsungan hidupnya. Suhu optimum yang diperlukan untuk jenis tanaman tahunan dan tanaman kehutanan umumnya mempunyai kisaran suhu 20 - 34°C.

Berdasarkan hasil pemantauan, dapat ditunjukkan bahwa kisaran rata-rata suhu udara yang cukup tinggi antara 24,6 - 51,0°C. Hal ini berarti suhu maksimum yang masih mampu ditoleransi oleh tanaman pada lahan pasca tambang adalah 51,0°C. Kondisi ini diindikasikan dengan tumbuhnya beberapa jenis tanaman tahunan maupun tanaman kehutanan yang mampu bertahan hidup dan bahkan ada yang tumbuh baik meskipun ada beberapa jenis tanaman yang pertumbuhannya cenderung terhambat. Hal ini perlu diperhatikan untuk keberhasilan reklamasi dan revegetasi pasca tambang.

Kelembaban udara juga sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman dan tanah sebagai tempat tumbuhnya. Pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman diantaranya mendorong pertumbuhan, membatasi hilangnya air bagi pertumbuhan, termasuk memungkinkan mudahnya timbul penyakit bagi tanaman. Pengaruhnya terhadap tanah adalah melembabkan pengeringan, penguraian bahan-bahan organik serta mendorong aktivitas mikroorganisme. Kelembaban udara di lokasi pemantauan menunjukkan keragaman dengan kisaran 26,4 - 95,5%. Kondisi ini mampu mengendalikan pertumbuhan tanaman dan kemungkinan perkembangan mikroorganisme sebagai bagian dari dinamika mikroklimat yang terjadi hasil upaya reklamasi biologis.

Parameter mikroklimat lain yang tak kalah pentingnya adalah intensitas cahaya. Besarnya intensitas cahaya

yang masuk dan mencapai permukaan tanah bervariasi tergantung pada keberadaan atau pengaruh dari kelas umur vegetasi hasil reklamasi, kondisi cuaca pada saat pemantauan khususnya keawanan atau mendung turut memberikan kontribusi terhadap beragamnya intensitas cahaya yang masuk sampai ke lantai tegakan hasil reklamasi dan revegetasi tersebut. Mengingat bahwa sinar matahari adalah sumber energi terbesar, sudah tentu intensitas cahaya yang datang sangat mempengaruhi parameter mikroklimat lainnya. Tingkat kerapatan penutupan tajuk vegetasi cenderung sebanding secara proporsional dengan pengurangan intensitas cahaya yang masuk. Sehingga, semakin rapat penutupan tajuk vegetasi nampak ada kecenderungan intensitas cahaya yang masuk dan mencapai permukaan tanah semakin rendah. Keadaan yang demikian tentunya akan berpengaruh terhadap iklim mikro yang berkembang di bawah tegakan/vegetasi hasil reklamasi dan revegetasi.

Berdasarkan dari beberapa pemantauan yang dilakukan terhadap kondisi mikroklimat pada setiap kelas umur kegiatan revegetasi yang dilakukan menunjukkan bahwa terjadi perbedaan antara kelas umur yang lebih muda dengan kelas umur yang berada di atasnya. Semakin besar kelas umur revegetasi, parameter iklim mikro yang diamati semakin mendekati dengan kondisi pada kawasan hutan/original yang tidak dilakukan penambangan yang tentunya tergantung pada kondisi cuaca saat pemantauan meskipun ada beberapa kelas umur yang perlu diperhatikan guna keberhasilan upaya reklamasi dan revegetasi yang dilakukan. Kegiatan revegetasi yang telah dilakukan dengan terbentuknya tegakan sebagai hasil upaya perbaikan lingkungan pada areal pasca penambangan sangat erat kaitannya dengan kondisi mikroklimat yang terbentuk.

Urutan terendah hingga tertinggi suhu udara di bagian atas, tengah tajuk dan permukaan tanah untuk ketiga site adalah SMO-LMO-BMO. Pengaruh vegetasi terhadap suhu ditunjukkan oleh semakin bawah letaknya maka suhu semakin kecil. Selain itu suhu di bawah tajuk bervegetasi lebih rendah dibanding lahan terbuka namun berfluktuasi dan terendah saat vegetasi berumur >10 tahun. Pengamatan pada plot yang sama selama 3 tahun menunjukkan bahwa penurunan suhu secara nyata terjadi saat vegetasi menutup lahan hingga vegetasi berumur 2-4 tahun selanjutnya dengan penambahan umur vegetasi suhu lebih rendah namun besarnya berfluktuasi.

Urutan rataan kelembaban udara terendah hingga tertinggi untuk ketiga site adalah BMO-LMO-SMO, bagian di atas tajuk nilainya lebih rendah bila dibanding bagian lain di bawahnya. Tutupan vegetasi berpengaruh terhadap kelembaban udara di permukaan tanah dan kelembaban tanah, namun kecenderungan peningkatan nilainya mulai tampak saat vegetasi berumur 8 tahun. Pengamatan pada plot yang sama menunjukkan bahwa peningkatan kelembaban secara nyata terjadi saat vegetasi menutup lahan hingga vegetasi berumur 4-6 tahun selanjutnya dengan bertambahnya umur nilai kelembaban lebih tinggi namun besarnya berfluktuasi.

Urutan rataan intensitas cahaya terendah hingga tertinggi di LRPT PT Berau Coal untuk ketiga site adalah BMO-LMO-SMO. Intensitas cahaya merupakan parameter iklim yang terlihat mengalami perubahan nyata dengan adanya kegiatan revegetasi di lahan pasca tambang. Hal ini ditunjukkan oleh nilainya di bagian atas tajuk lebih besar dibanding dengan bagian lain di bawahnya. Penurunan tersebut tampak nyata saat tutupan vegetasi mulai menginjak umur 2-4 tahun dan nilainya terus menurun hingga

vegetasi berumur >10 tahun. Kondisi dan kecenderungan yang serupa juga ditunjukkan pada pengamatan di PUP yang sama selama 4 (empat) tahun terakhir, yaitu mulai Tahun 2010 hingga Tahun 2013.

b) Evaluasi Kesuburan Tanah

Evaluasi tingkat kesuburan tanah dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu dengan: (1) analisis tanah, (2) gejala-gejala pertumbuhan tanaman, (3) analisis tanaman, (4) percobaan di lapangan serta (5) percobaan di kamar kaca. Evaluasi tingkat kesuburan tanah dengan menggunakan cara analisis tanah biasanya didahului dengan pengambilan sampel tanah di lapangan kemudian dilanjutkan dengan analisis sampel tersebut di laboratorium dan hasilnya dievaluasi berdasarkan pada pedoman yang dibuat oleh ([PPT] Pusat Penelitian Tanah, 1983). Evaluasi seperti ini menghasilkan tingkatan kesuburan tanah secara kimiawi. Selain secara kimiawi evaluasi kesuburan tanah sebaiknya juga didukung dengan pengamatan tanah secara morfologis di lapangan untuk melengkapi hasil analisis di laboratorium, pengamatan sifat morfologi juga dapat dijadikan petunjuk awal kesuburan tanah. Evaluasi kesuburan tanah di PT Berau Coal baik secara kimiawi maupun morfologis diuraikan pada paparan berikut:

1. Sifat Kimia Tanah

✓ Reaksi Tanah (pH Tanah)

Pada uraian sebelumnya dinyatakan bahwa terdapat perbedaan kemasaman tanah antara LRPT dengan LO untuk seluruh site. Site SMO dan BMO menunjukkan nilai rata-rata lebih tinggi dibanding LO sedangkan nilai rata-rata di LMO pH di LRPT lebih rendah dibanding LO. Penetapan tingkat kesuburan tanah berdasarkan acuan yang dibuat oleh ([PPT]

Pusat Penelitian Tanah, 1983) menunjukkan hanya Site BMO yang harkat kemasaman tanahnya berbeda antara LRPT dan LO, yaitu Masam (M) dan Sangat Masam (SM) sedangkan Site SMO dan LMO harkat kemasaman antara LRPT dan LO sama, yaitu SM (Tabel 3.1).

Tabel 3.1 Harkat pH Tanah LRPT dan LO

Site	Kedalaman Tanah (cm)	Kelas Umur LRPT (Tahun)							LRPT	LO
		<2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	>12		
SMO	0 - 10	SM	SM	M	SM	M	M	M	SM	SM
	- 30	SM	SM	M	SM	M	M	M	SM	SM
	- 60	SM	SM	M	SM	M	M	M	SM	SM
BMO	0 - 10	SM	M	SM	M	M	M	SM	M	SM
	- 30	SM	M	SM	M	M	M	SM	M	SM
	- 60	SM	M	SM	M	M	M	M	M	SM
LMO	0 - 10	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	- 30	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	- 60	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM

Keterangan: SM = Sangat Masam, M = Masam

Perbedaan besarnya kemasaman tanah beserta harkatnya antar PUP pada site yang sama maupun antar site diduga karena perbedaan jumlah atau kadar batu gamping terikat dan selanjutnya tercampur dengan material tanah saat tahapan *soil spreading* pada kegiatan reklamasi lahan. Batu gamping merupakan salah satu jenis batuan induk penyusun formasi batuan di wilayah penelitian dan batu gamping mengandung kation-kation basa (Ca dan Mg), yaitu jenis kation yang dapat meningkatkan pH tanah sehingga materi tanah yang terikat batu gamping dengan jumlah atau kadar kation-kation basa lebih tinggi akan menunjukkan pH yang lebih tinggi pula.

Perbedaan kemasaman tanah juga dapat

disebabkan oleh perbedaan intensitas pencucian kation-kation basa oleh perbedaan tingginya curah hujan. Wilayah dengan curah hujan tinggi cenderung membentuk tanah-tanah masam atau tanah dengan pH rendah. Curah hujan tahunan Site SMO, BMO maupun LMO tergolong cukup tinggi (>2.000 mm) sehingga tanah-tanah yang terbentuk mempunyai pH tergolong SM hingga M. Patut diduga pula bahwa perbedaan jumlah curah hujan tahunan antar site menjadi penyebab perbedaan kemasaman tanahnya. Site BMO dengan harkat kemasaman lebih tinggi mempunyai jumlah curah hujan tahunan terendah dibanding site lainnya, yaitu Site BMO (2.096 mm) dibanding Site SMO (2.730 mm) dan LMO (2.923 mm).

✓ Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Hasil pemantauan menunjukkan bahwa rata-rata KTK tanah LRPT untuk ketiga site lebih tinggi dibanding LO kecuali untuk kedalaman tanah >30 cm di Site SMO namun harkatnya sama, yaitu tergolong Rendah (R) (Tabel 3.2).

Tabel 3.2 Harkat KTK Tanah LRPT dan LO

Site	Kedalaman Tanah (cm)	Kelas Umur LRPT (Tahun)							LRPT	LO
		<2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	>12		
SMO	0 - 10	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	- 30	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	- 60	R	R	R	R	R	R	R	R	R
BMO	0 - 10	R	S	R	R	R	R	R	R	R
	- 30	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	- 60	R	R	R	R	R	R	R	R	R
LMO	0 - 10	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	- 30	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	- 60	R	R	R	R	R	R	R	R	R

Keterangan : R = Rendah, S = Sedang

Tinggi rendahnya KTK tanah dipengaruhi oleh 3 (tiga) hal, yakni: kandungan bahan organik, kandungan partikel liat dan jenis mineral liat. Di Kalimantan Timur, jenis mineral liat dominan penyusun tanah adalah Kaolinit (Ruhayat, 1999) dan mempunyai kisaran KTK 3-15 molc/kg (Hardjowigeno S. , 2003). Berdasarkan uji tekstur di lapangan tekstur tanah sebagian besar wilayah penelitian adalah liat, rentang nilai KTK tanahnya menunjukkan rentang nilai yang dimiliki oleh mineral liat Kaolinit. Patut diduga bahwa KTK tanah di PT Berau Coal lebih banyak dipengaruhi fraksi liat baik dalam jumlah maupun jenisnya. Kandungan bahan organik sebagai penyumbang KTK untuk wilayah penelitian tergolong rendah sehingga kecil kemungkinan pasokan bahan organik dari vegetasi yang ada saat ini akan meningkatkan KTK.

✓ Kation-Kation Asam dan Basa

Dominasi kation basa terhadap kation lainnya dinyatakan dengan nilai Kejenuhan Basa (KB). Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa nilai KB untuk LRPT di seluruh kedalaman tanah untuk ketiga site lebih tinggi dibanding LO demikian pula dengan hasil penetapan harkatnya kecuali untuk kedalaman tanah 0-10 cm harkat KB LRPT sama dengan LO, yaitu tergolong Tinggi (T) (Tabel 3.3).

Tabel 3.3 Harkat KB Tanah LRPT dan LO

Site	Kedalaman Tanah (cm)	Kelas Umur LRPT (Tahun)							LRPT	LO
		<2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	>12		
SMO	0 - 10	T	S	T	S	ST	ST	ST	T	T
	- 30	ST	T	T	S	ST	ST	ST	ST	S
	- 60	T	T	S	R	ST	ST	ST	T	S
BMO	0 - 10	T	ST	T	R	ST	ST	R	T	R
	- 30	T	ST	T	R	ST	ST	R	T	R
	- 60	T	ST	T	R	ST	ST	R	T	R
LMO	0 - 10	R	T	T	T	ST	ST	R	T	S
	- 30	T	T	T	S	ST	T	R	T	S
	- 60	T	T	ST	T	ST	ST	SR	T	R

Keterangan: SR = Sangat , R = Rendah, S = Sedang, T = Tinggi, ST = Sangat Tinggi

Tinggi rendahnya KB merupakan salah satu indikator tingkat kesuburan tanah sebab kation-kation basa yang merupakan komponen dalam menghitung nilai KB merupakan unsur hara esensial makro yaitu unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar sehingga semakin besar nilai KB semakin besar pula potensi tanah dalam menyediakan unsur hara esensial bagi tanaman. Nilai KB LRPT yang berharkat T hingga ST diduga karena sumbangan kation-kation basa dari bahan induk tanah yang mengandung batuan gamping yang terikut dengan *top soils* saat penyiapan LRPT. Dugaan tersebut diperkuat oleh sebagian besar KB pada plot penelitian LO yang harkatnya tergolong rendah. Selain itu, bahan organik sebagai pemasok kation basa lainnya untuk umur LRPT yang relatif muda belum dapat diharapkan perannya untuk meningkatkan jumlah kation-kation basa. Tambahan kation-kation basa ini secara langsung memberi dampak positif terhadap kesuburan tanah (KB) dan peningkatan pH tanah. Menurut

(Hardjowigeno S. , 2003), hubungan pH dengan KB pada rentang nilai 5,5 - 6,5 hampir merupakan suatu garis lurus.

Tabel 3.4 Harkat KAI Tanah LRPT dan LO

Site	Kedalaman Tanah (cm)	Kelas Umur LRPT (Tahun)							LRPT	LO
		<2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	>12		
SMO	0 - 10	T	T	T	ST	R	R	SR	T	T
	- 30	S	T	T	T	R	R	SR	T	ST
	- 60	T	T	ST	ST	R	R	SR	T	T
BMO	0 - 10	T	R	T	ST	R	SR	ST	T	T
	- 30	T	R	T	ST	S	S	ST	T	ST
	- 60	T	R	T	T	S	S	ST	T	ST
LMO	0 - 10	ST	T	T	T	S	S	ST	T	T
	- 30	T	T	T	T	S	T	ST	T	T
	- 60	T	T	S	T	T	S	ST	T	ST

Keterangan: SR = Sangat , R = Rendah, S = Sedang, T = Tinggi, ST = Sangat Tinggi

Untuk melihat sejauh mana tingkat kelarutan Al^{+++} dibanding kation lainnya biasanya dilihat dari tinggi rendahnya Kejenuhan Al^{+++} (KAI). Hasil analisis tanah untuk KAI di LRPT Site SMO, BMO dan LMO menunjukkan nilai lebih rendah dibanding LO namun baik LRPT dan LO KAI berharkat Tinggi (T) (Tabel 3.4). Tingginya KAI ini perlu diwaspadai sebab toksisitas kation Al terhadap perkembangan akar tanaman serta peran pentingnya dalam memasamkan tanah merupakan ancaman bagi pertumbuhan tanaman.

✓ Bahan Organik

Hasil pemantauan menunjukkan bahwa rataan kadar C Organik tanah LRPT untuk ketiga site lebih rendah dibanding LO kecuali untuk kedalaman tanah >30 cm di Site SMO, namun hasil penetapan tingkat kesuburan tanah LRPT tidak selalu menunjukkan harkat yang lebih

rendah dibanding LO. Seluruh lapisan tanah seluruh site di LRPT kadar C organik berharkat SR kecuali kecuali tanah berkedalaman 0-10 cm di Site LMO (Tabel 3.5).

Tabel 3.5 Harkat Kadar C Organik Tanah LRPT dan LO

Site	Kedalaman Tanah (cm)	Kelas Umur LRPT (Tahun)							LRPT	LO
		<2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	>12		
SMO	0 - 10	SR	SR	SR	SR	R	SR	R	SR	R
	- 30	SR	R	SR	SR	R	SR	R	SR	SR
	- 60	SR	R	SR	SR	R	SR	SR	SR	SR
BMO	0 - 10	SR	SR	SR	SR	SR	SR	R	SR	R
	- 30	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	- 60	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
LMO	0 - 10	SR	SR	SR	R	S	R	R	R	R
	- 30	SR	SR	SR	SR	R	R	SR	SR	R
	- 60	SR	SR	SR	SR	R	R	SR	SR	SR

Keterangan: SR = Sangat , R = Rendah, S = Sedang

Keberadaan bahan organik di dalam tanah berpengaruh besar terhadap berbagai sifat fisik dan kimia tanah. Dari sisi sifat kimia, bahan organik berperan terhadap peningkatan KTK tanah dan menjadi sumber unsur-unsur hara N, P dan S. Dari sisi sifat fisik tanah bahan organik dapat memperkuat agregat tanah, menambah kemampuan tanah dalam menyimpan air dan mengurangi kepadatan tanah (Buckman, Brady, & Soegiman, 1982). Namun tanah di wilayah LRPT PT Berau Coal kadar bahan organiknya rendah dan sangat rendah sehingga mengandalkan peningkatan kesuburan tanah terutama yang bersumber dari bahan organik dengan

keberadaan vegetasi saat ini sulit diharapkan. Peningkatan kadar bahan organik selain dapat dipasok dengan pupuk juga dapat dilakukan dengan pengelolaan tanah dengan baik misalnya perbaikan pH, perbaikan drainase dan aerasi tanah.

✓ Nitrogen

Penetapan tingkat kesuburan tanah untuk kadar N Total menunjukkan bahwa seluruh kedalaman tanah untuk semua site penelitian LRPT berharkat SR. Namun hanya pada kedalaman tanah 0-10 cm di Site SMO dan Site BMO harkatnya lebih rendah dibanding LO nya sedangkan lainnya menunjukkan harkat sama, yaitu SR. (Tabel 3.6).

Tabel 3.6 Harkat Kadar N Total Tanah LRPT dan LO

Site	Kedalaman Tanah (cm)	Kelas Umur LRPT (tahun)							LRPT	LO
		<2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	>12		
SMO	0 - 10	SR	SR	SR	SR	R	SR	R	SR	R
	- 30	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	- 60	SR	R	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
BMO	0 - 10	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	R
	- 30	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	- 60	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
LMO	0 - 10	SR	SR	SR	SR	R	R	SR	SR	SR
	- 30	SR	SR	SR	SR	R	SR	SR	SR	SR
	- 60	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR

Keterangan: SR = Sangat , R = Rendah, S = Sedang

Unsur N berasal dari bahan organik dan hasil fiksasi udara bakteri non simbiotik maupun bakteri simbiotik dengan tanaman jenis legum. Sengon adalah jenis tanaman legum yang dapat memfiksasi N dari udara sehingga keperluan N sehubungan dengan kadarnya

yang rendah di tanah dapat diatasi sebagian dengan cara tersebut dan jenis inilah yang menjadi tanaman awal pada revegetasi LPT di PT Berau Coal. Selain itu, setelah tahapan penyiapan lahan, kegiatan revegetasi di LPT PT Berau Coal diawali dengan menanam tanaman penutup tanah yang umumnya merupakan jenis legume.

Upaya lain untuk memenuhi kebutuhan unsur N selain menanam dengan jenis-jenis legum adalah dengan penambahan pupuk anorganik karena: (1) unsur N dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak utamanya pada awal pertumbuhan karena N adalah penunjang pertumbuhan vegetatif, (2) pupuk N anorganik biasanya kadar haranya tinggi dan cepat menyediakan hara bagi tanaman sehingga kekurangan hara N dapat segera teratasi.

✓ Fosfor dan Kalium Tersedia

Hasil analisis tanah untuk kadar P tersedia di LRPT menunjukkan nilai lebih tinggi dibanding dengan LO. Urutan rata-rata kadar P Tersedia tanah LRPT terendah hingga tertinggi untuk ketiga site adalah BMO, LMO dan SMO dengan harkat SR untuk Site SMO, BMO maupun LMO seperti terinci pada Tabel 3.7.

Salah satu sumber P adalah bahan organik pasokan dari vegetasinya. Namun hasil analisis tanah menunjukkan kadar bahan organik juga tergolong rendah. Walaupun bahan mineral yang mengandung P (Apatit) merupakan sumber lainnya namun kemungkinan besar mineral tersebut tidak

dijumpai untuk wilayah ini. Penyebab lain rendahnya ketersediaan P adalah kondisi kemasaman tanahnya yang sebagian besar wilayahnya tergolong masam bahkan sangat masam sehingga sebagian P terikat oleh Al yang kadarnya tergolong tinggi. Satu-satunya cara untuk meningkatkan kadar P adalah dengan pemupukan dan peningkatan pH tanah, sehingga disarankan menggunakan pupuk organik dan anorganik. Pupuk anorganik dimaksudkan untuk pasokan hara dengan segera dalam jumlah sesuai yang diperlukan tanaman sedangkan pupuk organik diutamakan untuk meningkatkan KTK sehingga efisien dalam penggunaan pupuk anorganiknya.

Tabel 3.7 Harkat Kadar P Tersedia Tanah LRPT dan LO

Site	Kedalaman Tanah (cm)	Kelas Umur LRPT (tahun)							LRPT	LO
		<2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	>12		
SMO	0 - 10	S	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	- 30	S	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	- 60	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
BMO	0 - 10	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	- 30	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	- 60	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
LMO	0 - 10	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	- 30	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	- 60	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR

Keterangan : SR = Sangat , R = Rendah, S = Sedang

Fungsi utama unsur K pada vegetasi adalah mempercepat berbagai reaksi metabolisme pada jaringan. Kalium ditemukan dalam jumlah banyak di dalam tanah, yang sangat menguntungkan tanaman karena K adalah unsur hara esensial yang diperlukan dalam jumlah banyak. Namun hanya sebagian kecil

K dapat digunakan oleh tanaman yaitu yang larut dalam air atau yang dapat dipertukarkan. K tersedia dalam bentuk dapat dipertukarkan tidak diadsorpsi kuat seperti kation-kation lainnya. Bentuk ini mudah lepas dan segera berada dalam larutan yang mudah tercuci air perkolasi.

Seperti halnya sebagian besar parameter yang telah diuraikan sebelumnya kadar K tersedia untuk ketiga site LRPT lebih tinggi dibanding LO. Urutan rata-rata kadar K Tersedia tanah LRPT terendah hingga tertinggi untuk kedalaman tanah 0-10 cm ketiga site adalah SMO, BMO dan LMO namun untuk lapisan tanah yang lebih dalam urutan terendah hingga tertinggi kadar K tersedia adalah BMO, SMO dan LMO. Namun penetapan tingkat kesuburan tanah untuk parameter ini menunjukkan tidak ada perbedaan harkat untuk parameter ini baik antar site, kedalaman tanah maupun tanah di LRPT dan LO, seluruhnya berharkat SR (Tabel 3.8).

Tabel 3.8 Harkat Kadar K Tersedia Tanah LRPT dan LO

Site	Kedalaman Tanah (cm)	Kelas Umur LRPT (tahun)							LRPT	LO
		<2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	>12		
SMO	0 - 10	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	- 30	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	- 60	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
BMO	0 - 10	SR	SR	SR	SR	SR	R	SR	SR	SR
	- 30	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	- 60	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
LMO	0 - 10	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	- 30	SR	SR	SR	SR	SR	R	SR	SR	SR
	- 60	SR	SR	SR	SR	SR	R	SR	SR	SR

Keterangan: A = 00-10 cm, B = 11-30 cm, C = 31-60 cm, SR = Sangat Rendah, R=Rendah, S= Sedang, T = Tinggi, ST=Sangat Tinggi

2. Sifat Morfologi Tanah

Dalam hubungan dengan evaluasi tindakan reklamasi LRPT, sifat morfologi yang dievaluasi sehubungan dengan tindakan revegetasi adalah : kedalaman perakaran efektif dan maksimum, susunan horizon, tebal horizon organik (Ao) dan struktur tanah (terbentuk atau tidaknya agregat alami tanah).

✓ Kedalaman Perakaran Efektif dan Maksimum

Kedalaman perakaran efektif pada umumnya berhubungan dengan tingkat kepadatan tanah dan ada tidaknya lapisan beracun dalam tanah. Tanah dengan kepadatan tinggi biasanya mempunyai kedalaman perakaran efektif yang pendek, demikian pula lapisan tanah beracun walau tingkat kepadatan tanahnya rendah namun kedalaman perakarannya juga dangkal. Kedalaman perakaran efektif LO di Site SMO 35 cm sedangkan BMO dan LMO 30 cm. Kedalaman maksimum perakarannya adalah: >60cm untuk Site SMO dan LMO serta 55cm untuk Site BMO. Untuk LRPT, rata-rata kedalaman perakaran efektif adalah 18cm (SMO), 21cm (BMO) dan 16 cm (LMO) serta kedalaman maksimum adalah 40cm (SMO), 44cm (BMO) serta 34cm (LMO).

Rendahnya kedalaman perakaran bisa disebabkan oleh kondisi kemasaman tanahnya. Pada kondisi reaksi tanah masam unsur yang biasanya bersifat racun adalah Al. Hasil pemantauan di wilayah ini menunjukkan bahwa nilai KAl LRPT dan LO sebagian besar mempunyai harkat sama yaitu T bahkan KAl di beberapa plot LO mempunyai harkat ST namun kedalaman perakaran efektif

maupun maksimumnya LO lebih besar dari LRPT sehingga, tingginya kadar Al bukan merupakan faktor utama yang menyebabkan terhambatnya perkembangan akar tanaman.

Analisis kepadatan tanah berdasarkan nilai Bulk Density (BD) sengaja dilakukan sebagai dasar untuk mengetahui kepadatan tanah di wilayah pemantauan. Hasil analisis menunjukkan bahwa di LO baik di Site SMO, BMO dan LMO mempunyai BD lebih kecil dibanding LRPT, sehingga patut diduga bahwa kondisi kepadatan tanah-tanah di LRPT merupakan faktor utama penyebab terhambatnya perkembangan akar di LRPT. Hasil analisis kepadatan tanah terhadap plot-plot pemantauan baik di site SMO, BMO dan LMO disajikan pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Kondisi Kepadatan Tanah (BD) di LRPT dan LO

Site	Kelas Kedalaman Tanah (cm)	Penutupan Lahan dan BD (g/cc)							ORI
		Tbk	< 2 Tahun	2-4 Tahun	4-6 Tahun	6-8 Tahun	8-10 Tahun	> 10 Tahun	
SMO	00 - 30	1,44	1,49	1,46	1,25	1,17	1,24	1,04	0,86
	- 60	1,33	1,51	1,48	1,20	1,38	1,36	1,22	1,05
BMO	00 - 30	1,40	1,48	1,47	1,38	1,16	1,15	1,05	1,23
	- 60	1,45	1,52	1,51	1,35	1,05	1,14	1,30	1,26
LMO	00 - 30	1,45	1,44	1,55	1,44	1,16	1,54	1,26	1,00
	- 60	1,42	1,46	1,49	1,58	1,20	1,46	1,44	1,00

Untuk saat ini, kedalaman perakaran efektif lahan pasca tambang di PT Berau Coal mengindikasikan belum dapat memenuhi kedalaman minimum (60 cm) yang disyaratkan untuk budidaya tanaman tahunan. Namun, melihat kedalaman perakaran maksimum yang dapat dicapai saat ini maka ada harapan bahwa kedalaman perakaran

efektif juga akan meningkat sejalan dengan berkurangnya kepadatan tanah.

✓ Susunan Horizon

Proses pembentukan tanah secara alami dimulai dari perubahan ukuran partikel menjadi lebih kecil dibanding ukuran bahan asalnya selanjutnya diikuti dengan horizonisasi, yaitu pembentukan lapisan-lapisan tanah secara alami yang disebabkan oleh adanya bahan organik. Susunan horizon dalam suatu profil tanah inilah yang akan menunjukkan tingkat perkembangan tanahnya. Tanah dewasa tentu saja akan mempunyai susunan horizon lengkap (A, B dan C) dibanding tanah muda (A, C). Tanah di lahan pasca tambang berasal dari tanah normal yang umumnya telah mencapai tingkat perkembangan dewasa. Oleh karena itu, untuk tanah di lahan pasca tambang lebih tepat dengan mengatakan *pemulihan tanah* dibanding dengan istilah *pembentukan tanah*. Dalam hal ini yang dipulihkan adalah susunan horizon sebagai akibat peran aktif bahan organik. Tindakan revegetasi di LPT adalah upaya akselerasi pemulihan tanah. Tanaman hasil revegetasi diharapkan dapat segera menyumbang sejumlah bahan organik untuk memulihkan tanahnya dengan membentuk horizon O atau Ao yang selanjutnya diikuti oleh A dan E bahkan B. Oleh karenanya, susunan horizon serta kejelasan batas antar horizon dapat dijadikan salah satu indikator proses pemulihan tanah.

Berdasarkan susunan horizon, keberadaan vegetasi berpengaruh terhadap perkembangan

tanah-tanah LPT di PT Berau Coal yang ditunjukkan oleh mulai terbentuknya horizon A pada sebagian PUP yang diamati. Sebagian besar LRPT mempunyai susunan horizon O, A, AC, C bahkan beberapa PUP telah menunjukkan batas horizon yang tegas dengan susunan O, A, C.

✓ Struktur Tanah

Struktur tanah adalah kumpulan butir-butir tunggal tanah dalam berbagai bentuk butir majemuk. Struktur ini terbentuk karena komponen liat, debu dan pasir terikat satu dengan lainnya oleh perekat alami seperti bahan organik atau oksida-oksida besi (Hardjowigeno S. , 1987). Secara umum, struktur ini berpengaruh pada kemudahan penetrasi akar vegetasi menembus tanah, kemampuan akar vegetasi mencengkeram tanah, sebaran pori tanah yang berpengaruh pada pengaturan tata udara dan berat volume tanah. Hasil pengamatan lapang untuk struktur tanah pada petak ukur yang dibuat, diketahui bahwa tipe yang dominan adalah gumpal bersudut dan gumpal membulat dengan tingkat kemantapan sedang sampai kuat (agregat cukup stabil dan dapat dihancurkan dengan tekanan kuat).

3. Dinamika Kesuburan Tanah

✓ Reaksi Tanah (pH Tanah)

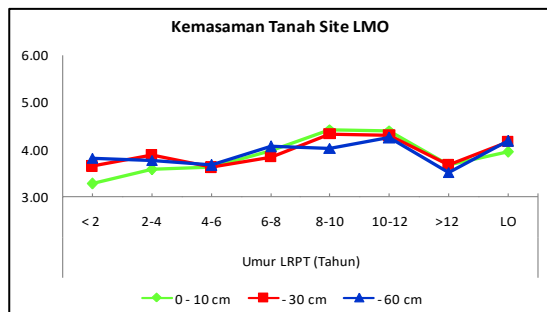
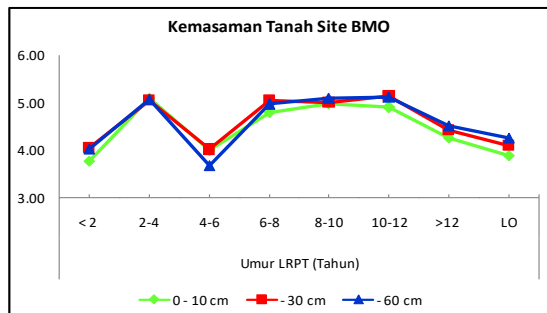
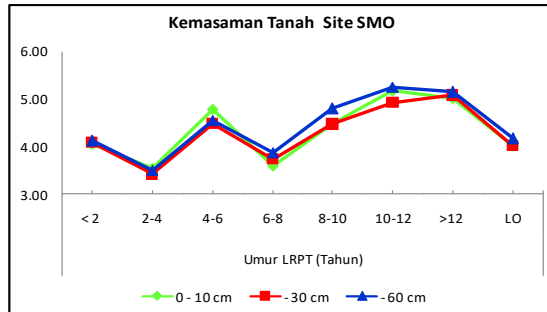
Sehubungan pengaruh vegetasi terhadap pH dapat dijelaskan bahwa secara langsung vegetasi berpengaruh terhadap penurunan laju pengangkutan basa-basa oleh proses erosi dan secara tidak langsung melalui peran bahan

organik dalam perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Bahan organik berpengaruh terhadap pH tanah melalui peningkatan Kapasitas Tukar Kation (KTK) sehingga daya jerap tanah terhadap kation-kation basa meningkat. Pemberian bahan organik juga dapat meningkatkan pH pada tanah-tanah dengan kandungan Aluminium tertukar (Al^{3+}) yang tinggi sebab asam-asam organik hasil dekomposisi bahan organik akan mengikat Al dan membentuk senyawa kompleks sehingga tidak terjadi hidrolisis Al^{3+} . Dalam proses hidrolisis Al sejumlah H^+ akan disumbangkan sehingga pH tanah turun. Hasil dekomposisi bahan organik juga akan membebaskan kation-kation basa ke dalam tanah sehingga pH meningkat.

Dinamika kemasaman tanah di LRPT sehubungan dengan peningkatan umur vegetasi penutup lahan digambarkan dalam bentuk grafik hubungan antar keduanya (Gambar 3.14). Pemantauan dilakukan pada plot-plot di LRPT yang dibedakan berdasarkan kelas umur vegetasi penutup lahannya, dimulai dari plot tutupan vegetasi berumur <2 tahun hingga plot dengan tutupan vegetasi berumur >12 tahun. Selain itu juga dibuat plot pemantauan di LO sebagai gambaran kondisi asal lahan sebelum kegiatan penambangan.

Berdasarkan Gambar 3.14 ditunjukkan bahwa dinamika kemasaman tanah pada ketiga site (SMO, BMO dan LMO) di LPT mempunyai pola yang berbeda. Sampai umur LRPT 6-8 tahun kemasaman tanah di Site SMO dan LMO masih sangat fluktuatif sedangkan untuk Site BMO kondisi ini terjadi hanya sampai umur 4-6 tahun. Pada umur berikutnya

kemasaman meningkat dan di ketiga site kemasaman mencapai maksimum pada umur 10-12 tahun untuk selanjutnya menurun seiring dengan penambahan umur.



Gambar 3.14 Dinamika pH Tanah pada Berbagai Umur Tutupan Vegetasi di LRPT dan LO

Perbedaan pola kemasaman tanah yang mencolok untuk ketiga site tersebut terletak pada perbedaan naik turunnya kemasaman tanah. Site LMO menunjukkan nilai hampir sama selama rentang umur pengamatan (< 2 hingga >12 tahun) dengan nilai lebih rendah dibanding kedua site lainnya.

Vegetasi berpengaruh terhadap sifat-sifat kimia tanah satu diantaranya adalah melalui pasokan bahan organik yang jatuh. Bahan organik segar setelah terdekomposisi dan berubah menjadi humus akan berfungsi sebagai khelat bagi Al, yaitu satu dari dua kation penyebab kemasaman tanah. Dengan jumlah bahan organik lebih besar maka jumlah pengkhelatan kation Al juga lebih banyak sehingga pH meningkat. Pasokan bahan organik ke dalam tanah juga akan menyumbang sejumlah tertentu kation-kation basa. Sedikit atau banyaknya jumlah kation ini di dalam tanah berpengaruh besar terhadap tinggi rendahnya pH tanah. Kesamaan pola dinamika pH tanah (Gambar 3.14) dengan kejenuhan basanya (Gambar 3.16) ketiga site di PT Berau Coal memperkuat dugaan tersebut.

Selain itu, tutupan vegetasi juga berperan dalam mengendalikan kehilangan hara oleh aliran permukaan. Tutupan tumbuhan bawah yang rapat akan menurunkan jumlah dan kecepatan aliran permukaan sehingga kehilangan kation-kation basa dapat dicegah/dikurangi. Perimbangan kation-kation basa dan asam di dalam tanah akan berpengaruh terhadap tinggi rendahnya pH tanah yang bersangkutan. Pengamatan secara

okuler menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pada kerapatan tumbuhan bawah yang sejak awal lahan direvegetasi hingga vegetasi utama berumur 6-8 tahun. Selanjutnya dengan bertambahnya umur vegetasi utama (>8 tahun) kerapatan tumbuhan bawah menjadi berkurang karena dengan meningkatnya luasan tutupan tajuk oleh vegetasi utama akan menghalangi masuknya cahaya ke dalam wilayah di bawah tajuk yang berpengaruh terhadap penurunan kerapatan tumbuhan bawahnya. Meskipun tumbuhan bawah berkurang kerapatannya setelah vegetasi utama berumur >8 tahun jumlah kation basa masih meningkat hingga nilainya mencapai maksimum saat vegetasi utama berumur 10-12 tahun. Fenomena ini diduga disebabkan oleh peran vegetasi baik utama maupun tumbuhan bawah yang bersinergi melalui mekanisme pengkhelatan kation Al, penyumbang kation basa serta berperan dalam mengurangi jumlah dan kecepatan aliran permukaan sehingga masih terjadi peningkatan pH walaupun kerapatan tumbuhan bawah telah berkurang. Perkembangan perakaran baik dari vegetasi utama maupun tumbuhan bawah merupakan peran vegetasi lain yang perlu mendapat perhatian. Perkembangan perakaran vegetasi akan menciptakan rongga atau pori di dalam tanah yang merupakan pintu-pintu baru sebagai jalan masuknya air ke dalam tanah sehingga mengurangi aliran permukaan.

Begitu banyak sifat-sifat tanah memburuk oleh rendahnya kemasaman (pH) tanah. Kisaran pH tanah yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman adalah sekitar netral, hal ini dikarenakan : Pada kisaran nilai pH tersebut

kebanyakan unsur hara mudah larut dalam air sehingga unsur hara mudah pula diserap akar tanaman; Ion Al banyak ditemukan pada tanah-tanah masam karena hidrolisis Al menyumbangkan sejumlah H⁺ dan menyebabkan penurunan pH. Ion Al ini selain memfiksasi unsur P juga merupakan racun bagi tanaman. Pada kondisi reaksi tanah asam unsur-unsur mikro menjadi mudah larut dan jumlahnya terlalu banyak. Unsur mikro diperlukan tanaman dalam jumlah sangat kecil sehingga menjadi racun kalau terdapat dalam jumlah terlalu besar. Pada pH mendekati netral ketersediaan P maksimum dan kelarutan unsur mikro menurun; Bakteri berkembang dengan baik pada pH 5,5 atau lebih sedang pada pH kurang dari 5,5 perkembangannya sangat terhambat. Bakteri pengikat nitrogen dari udara dan bakteri nitrifikasi hanya dapat berkembang dengan baik pada pH lebih dari 5,5. Oleh karena itu tanah dengan pH rendah perlu dinaikkan dengan pengapuran.

Berdasarkan hal tersebut maka hal lain yang perlu dicermati tentang pH tanah bahwa kondisi awal kemasaman tanah perlu diperhatikan untuk mengurangi resiko kegagalan revegetasi.

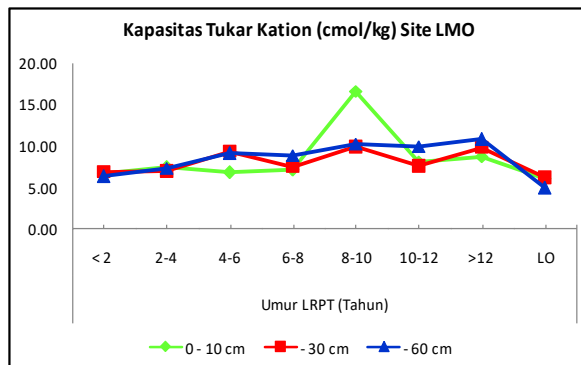
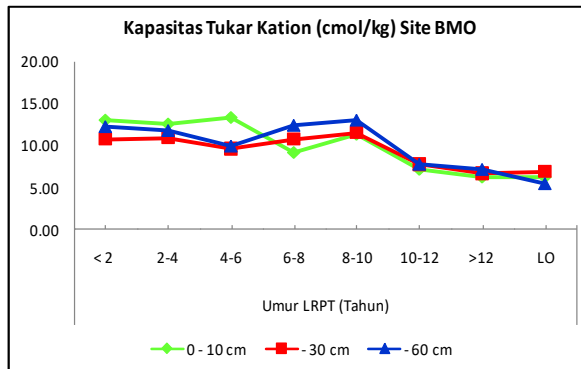
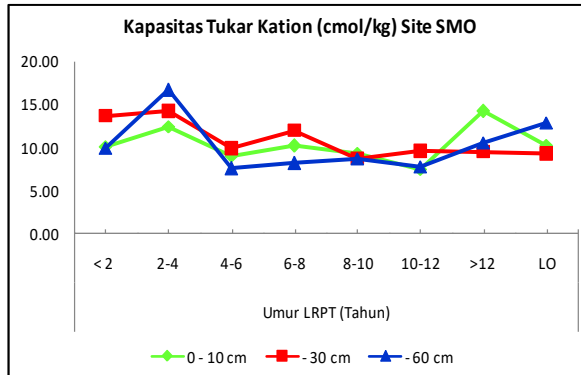
✓ Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Salah satu faktor yang mempengaruhi tinggi rendah KTK tanah adalah kandungan bahan organiknya. Bahan organik tanah dapat berasal dari hewan maupun tumbuhan, namun terbesar dipasok oleh tumbuhan. Oleh karena itu, pada tanah tidak terganggu kadar C organik akan tampak nyata pada lapisan tanah atas (*top soil*) dengan nilai tinggi di lapisan tersebut,

selanjutnya menurun seiring dengan bertambah kedalaman lapisan tanahnya.

Seperti telah dijelaskan pada bagian sebelumnya bahwa diduga tinggi rendahnya KTK di PT Berau Coal lebih banyak dipengaruhi oleh tipe maupun jumlah fraksi liatnya bukan oleh bahan organiknya. Dugaan ini diperkuat dengan perbedaan dinamika antara KTK (Gambar 3.15) dengan kadar C-organik (Gambar 3.19) baik secara horizontal berdasarkan kelas umur LRPT maupun secara vertikal, yaitu berdasarkan letak lapisan tanahnya. Untuk memastikannya, uji tekstur dan jenis mineral liat di laboratorium harus dilakukan. Nilai KTK untuk Site SMO, BMO dan LMO mulai LRPT berumur <2 tahun hingga umur >12 tahun menunjukkan pola yang tidak beraturan.

Mengingat besarnya sumbangan koloid organik dibanding jenis koloid lain terhadap KTK serta harkat KTK yang rendah, maka perlu dipertimbangkan untuk menambah pasokan bahan organik pada LRPT dengan cara pemberian pupuk organik atau dengan pengelolaan bahan organik terutama pengelolaan tumbuhan bawah. Hal ini dapat dilakukan dengan mempercepat proses dekomposisi bahan organik menjadi humus melalui peningkatan pH, perbaikan drainase dan aerasi tanah sehingga akhirnya dapat meningkatkan nilai KTK tanahnya.

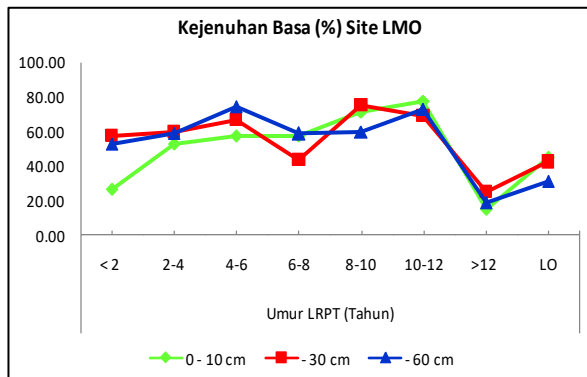
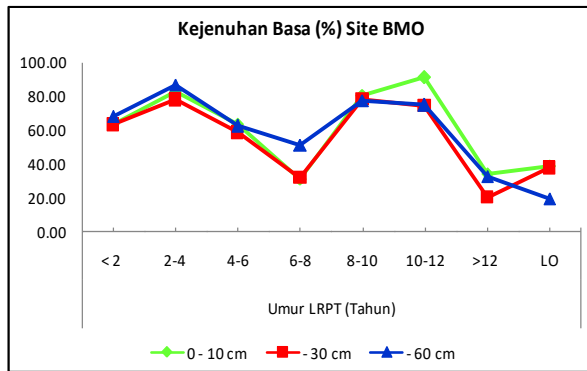
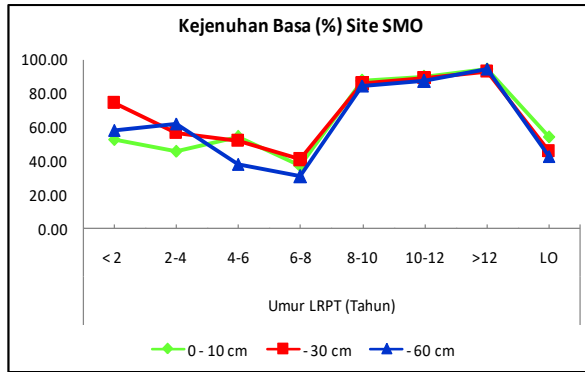


Gambar 3.15 Dinamika KTK Tanah pada Berbagai Umur Tutupan Vegetasi di LRPT dan LO

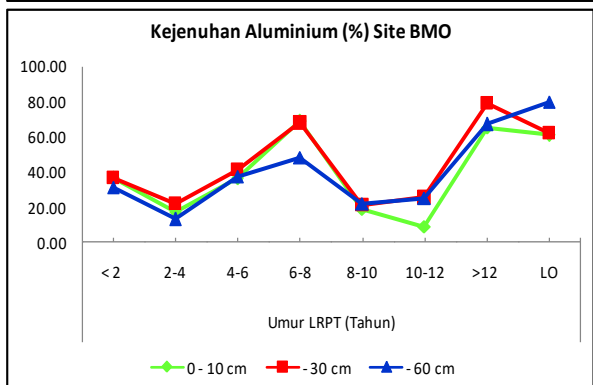
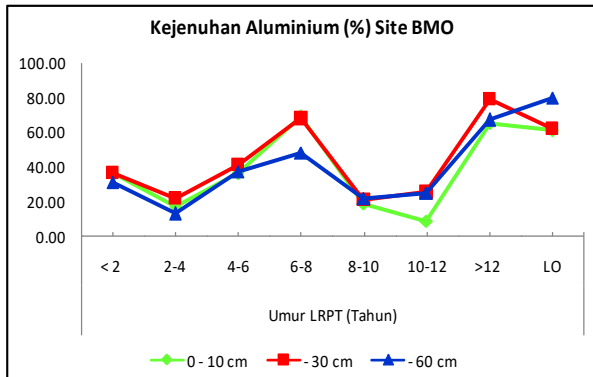
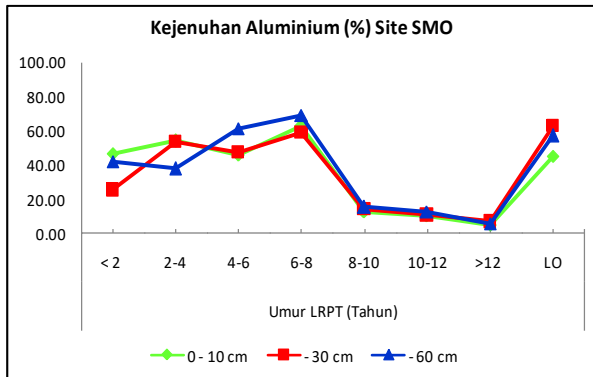
✓ Kation-Kation Asam dan Basa

Dominasi kation basa terhadap kation lainnya dinyatakan dengan nilai Kejenuhan Basa (KB). Dinamika nilai KB sehubungan dengan bertambahnya umur vegetasi penutup lahan di LPT PT Berau Coal disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 3.16. Baik site SMO, BMO dan LMO menunjukkan nilai KB terlihat meningkat saat vegetasi berumur 6-8 tahun.

Perbedaan mencolok juga terjadi antara nilai KB di LRPT dengan LO, selain itu nilai KB di LRPT merupakan nilai yang sangat besar dan jarang dijumpai pada tanah di wilayah Kalimantan Timur kecuali untuk tanah-tanah Alfisols. Namun, pengamatan secara morfologis di lapangan terhadap PUP di LO serta berdasarkan uji tanahnya di laboratorium menunjukkan bahwa jenis tanah di wilayah ini adalah Ultisols. Tingginya nilai KB di LRPT tersebut diduga adanya sumbangan batuan kapur yang tercampur dengan tanah saat *top soil spreading* dalam penyiapan lahan revegetasi. Adapun peran vegetasi terhadap nilai KB lebih banyak terkait dengan peran tutupan vegetasi dalam mengendalikan kehilangan hara oleh aliran permukaan. Penjelasan untuk hal ini telah diuraikan pada bahasan tentang dinamika pH tanah. Perlu diketahui bahwa kation-kation basa inilah yang berpengaruh terhadap dinamika pH tanah dan kation-kation basa merupakan kation yang mobilitasnya tinggi sehingga mudah tercuci dan hilang oleh limpasan air permukaan.



Gambar 3.16 Dinamika KB pada Berbagai Umur Tutupan Vegetasi di LRPT dan LO



Gambar 3.17 Dinamika KAI pada Berbagai Umur Tutupan Vegetasi di LRPT dan LO

Nilai KB sepanjang umur LRPT menunjukkan pola serupa dengan kemasaman tanahnya. Perbedaannya, kondisi awal yang tidak stabil untuk nilai KB di ketiga site adalah sama, yaitu berlangsung hingga LRPT berumur 6-8 tahun selanjutnya nilainya meningkat. Pada Site SMO sampai umur LRPT >12 tahun peningkatan tersebut masih terjadi namun untuk Site BMO dan LMO peningkatan tersebut terjadi hingga LRPT berumur 0-12 tahun. Fenomena ini memberi gambaran bahwa perlu mempersingkat masa ketidakstabilan kadar katio-kation basa serta mempertahankannya tetap dalam harkat T sehingga kebutuhan tanaman akan unsur hara esensial tersebut bisa tercukupi.

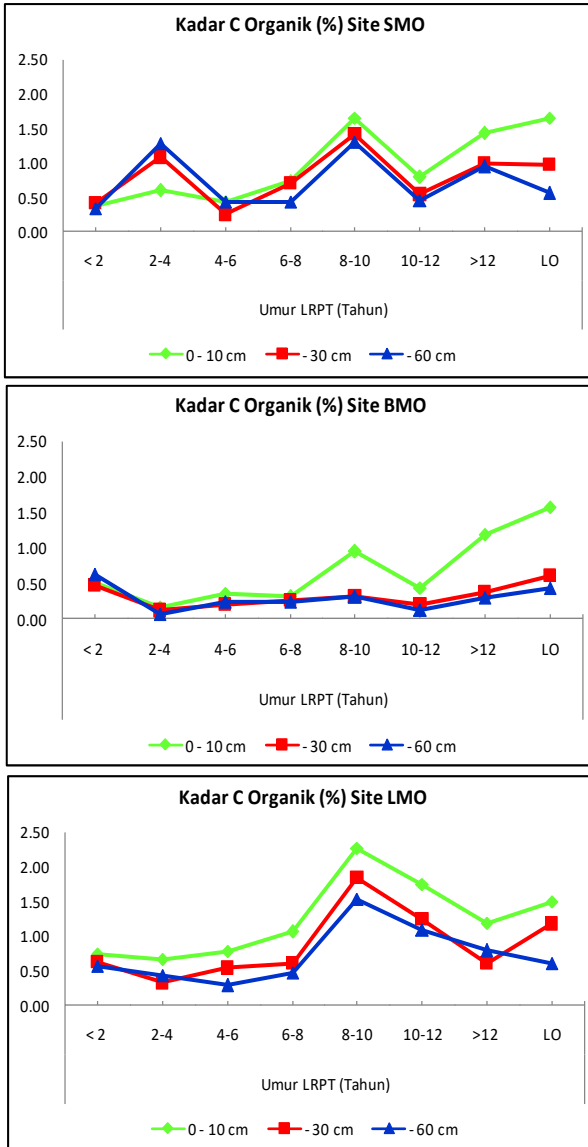
Jika dikaitkan dengan nilai KTK yang tergolong rendah maka peningkatan KTK merupakan cara untuk mempertahankan KB tetap tinggi sebab tanah dengan KTK rendah daya tampung kation akan rendah pula sehingga kation-kation akan mudah tercuci karena tidak tertampung dalam koloid dan penurunan kesuburan tanah akan dipercepat. Kation asam di dalam tanah adalah Al^{+++} dan H^+ . Keberadaannya yang berlebihan dapat menjadi penyebab sifat masam tanah. Dari kedua kation tersebut, Al^{+++} sangat bersifat racun/toksik karena menghambat pertumbuhan akar vegetasi. Untuk melihat sejauh mana tingkat kelarutan Al^{+++} dibanding kation lainnya pada tanah, biasanya dinyatakan dalam bentuk Kejenuhan Al^{+++} (KAI) yang dinamikanya berbanding terbalik dengan kation basanya (Gambar 3.17).

✓ Bahan Organik

Keberadaan bahan organik di dalam tanah berpengaruh besar terhadap berbagai sifat fisik dan kimianya. Dari sisi sifat kimia, bahan organik berperan terhadap peningkatan KTK tanah dan menjadi sumber unsur - unsur hara N, P dan S. Dari sisi sifat fisik tanah bahan organik dapat memperkuat agregat tanah, menambah kemampuan tanah menyimpan air dan mengurangi kepadatan tanah (Buckman, Brady, & Soegiman, 1982).

Keberadaan vegetasi dengan perbedaan umur akan memberikan sumbangan bahan organik yang berbeda. Dinamika kadar C organik dengan keberadaan vegetasi disajikan pada Gambar 3.18. Dalam melihat dinamika kadar bahan organik tanahnya, pengamatan difokuskan pada lapisan atas (< 30 cm) sebab dianggap pada lapisan inilah pasokan bahan organik dari vegetasi berpengaruh terhadap kadar bahan organik tanahnya. Hal lain yang juga menjadi pertimbangan adalah umur vegetasi tertua (>12 tahun) dan tanah-tanah di LRPT sedang pada tahap awal proses pemulihan. Pada tahap ini bahan organik tertimbun di bagian atas karena proses pengangkutan bahan organik dari lapisan atas ke bawah belum intensif karena masih kurangnya jumlah pori berukuran makro dan meso.

Pada tanah tidak terganggu kadar C organik akan tampak nyata pada lapisan tanah atas dan nilainya tinggi, yang selanjutnya menurun seiring bertambahnya kedalaman tanah. Pola ini juga mengindikasikan proses pembentukan tanah tersebut berjalan normal.



Gambar 3.18 Dinamika Kadar C pada Berbagai Umur Tutupan Vegetasi di LRPT dan LO

Hasil pemantauan di ketiga site PT berau Coal menunjukkan ada perbedaan dinamika kadar bahan organik tanah. Pengaruh vegetasi terhadap pasokan bahan organik tanah di LRPT site SMO dan BMO mulai tampak saat vegetasi berumur 6 - 8 tahun serta mencapai nilai maksimum saat LRPT berumur 8-10 tahun selanjutnya menurun pada umur berikutnya, namun untuk SMO dan BMO kadar C meningkat kembali dengan bertambahnya umur sedangkan untuk LMO nilai tersebut terus menurun (Gambar 3.18).

Berbeda dengan site lainnya untuk Site SMO saat umur LRPT <6 tahun secara vertikal kadar C organik lapisan tanah 0-10 cm lebih rendah dibanding lapisan bawah. Hal ini umum terjadi pada tanah-tanah lahan pasca tambang karena lapisan atas tanah asal dengan kadar C organik lebih tinggi tidak diletakkan kembali pada bagian yang seharusnya, yaitu bagian teratas saat tahapan *topsoil spreading*. Seperti dijelaskan di bagian sebelumnya bahwa terdapat hubungan timbal balik antara kemasaman tanah dengan kadar bahan organiknya. Nilai pH tanah yang rendah saat awal penanaman akan memperburuk pertumbuhan tanaman tapi setelah mulai menyumbangkan bahan organik ke tanah maka pH tanah akan meningkat karena terjadi pengkhelatan kation Al, kation penyumbang kemasaman tanah. Dipandang dari peran bahan organik sebagai sumber hara, gangguan di lapisan tanah atas akan mengakibatkan gangguan terhadap siklus hara.

✓ Nitrogen

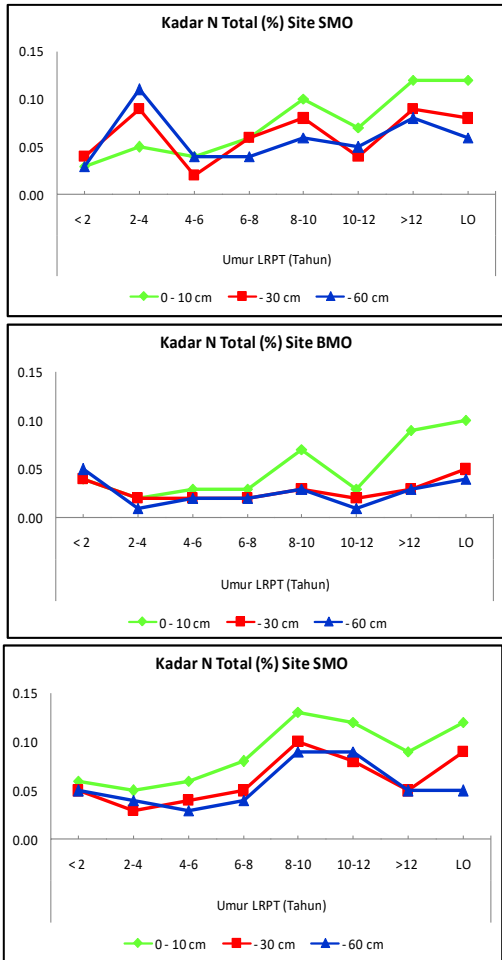
Unsur N merupakan satu-satunya hara yang tidak berasal dari mineral dan sumber utama unsur ini adalah bahan organik. Sehingga, dinamika unsur ini akan mengikuti dinamika kandungan bahan organiknya. (Gambar 3.19).

Perbedaan dinamika antara kadar N dengan bahan organik dapat dijelaskan bahwa untuk menghasilkan N, bahan organik harus terdekomposisi dan prosesnya akan memerlukan waktu sehingga bisa saja kandungan bahan organik tinggi namun kadar N-nya rendah atau terjadi kehilangan karena penguapan dan pencucian dari unsur N yang telah terbentuk. Hal ini terjadi untuk tanah-tanah LPT dengan tutupan vegetasi tidak atau kurang rapat. Namun juga dapat terjadi sebaliknya, tanah dengan kadar bahan organik lebih rendah namun mempunyai kadar N lebih tinggi. Hal ini terjadi pada tanah yang ditumbuhi oleh jenis-jenis legum yang berkemampuan mengikat N dari udara melalui simbiose dengan bakteri tertentu. Sengon merupakan jenis legum yang saat ini dikembangkan sebagai tanaman revegetasi di areal LRPT. Kondisi lingkungan yang mendukung proses mineralisasi bahan organik menjadi N anorganik adalah kemasaman tanah, aerasi dan drainase tanah yang baik.

✓ Fosfor dan Kalium Tersedia

Ketersediaan P pada tanah dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti: tipe liat, pH tanah, waktu reaksi dan asam-asam dari bahan organik yang membantu pelapukan mineral ([Dikti] Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, 1991).

Bahan organik menjadi sumber unsur - unsur hara N, P dan S. Sehubungan dengan keberadaan vegetasi terhadap ketersediaan P di dalam tanah maka analisis difokuskan kepada hubungan dengan kadar bahan organik tanahnya.

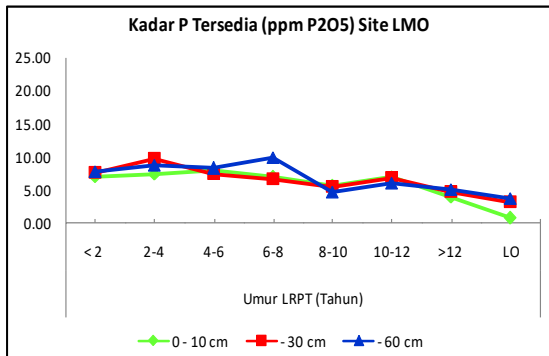
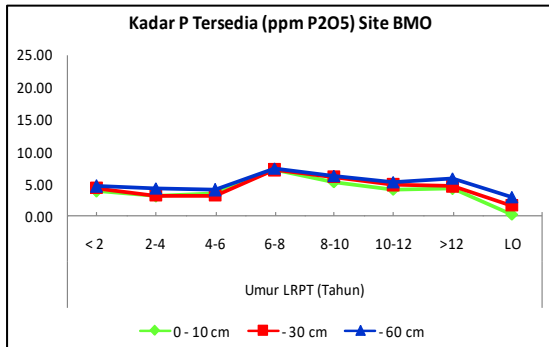
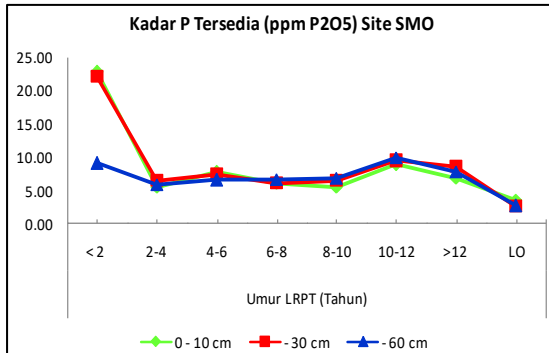


Gambar 3.19 Dinamika Kadar N Total pada Berbagai Umur Tutupan Vegetasi di LRPT

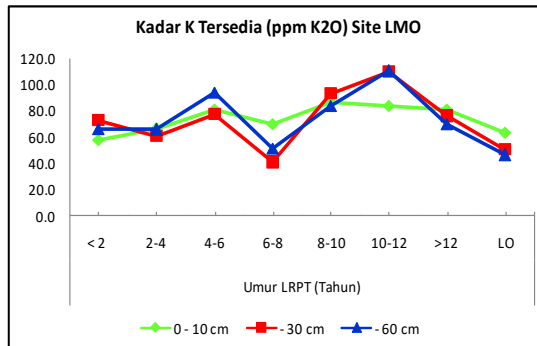
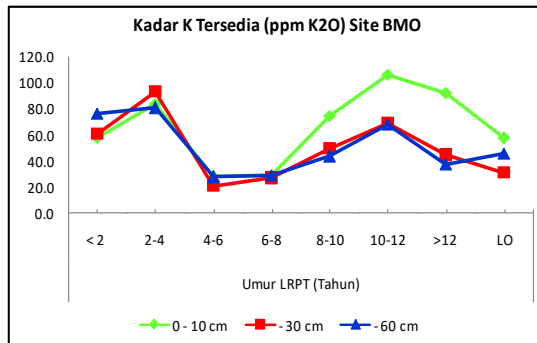
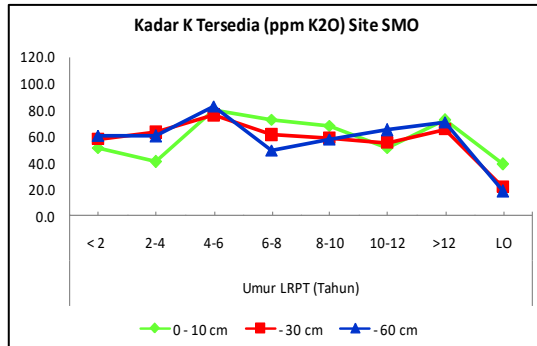
Gambar 3.20 merupakan grafik hubungan antara kadar P tersedia dengan umur vegetasinya menunjukkan bahwa tidak terdapat kesamaan pola dinamika kadar P tersedia pada tanah sehubungan dengan meningkatnya umur vegetasi. Namun terdapat kesamaan pada ketiga site yang diamati selama rentang umur LRPT, yaitu bahwa penambahan umur LRPT maupun penambahan kedalaman lapisan tanah tidak menyebabkan perbedaan yang mencolok terhadap kadar P tersedia yang diamati.

Pemahaman dinamika hara ini dapat dijadikan pedoman untuk menentukan kapan dan berapa suatu unsur hara harus ditambahkan. Kadar P dengan harkat R sepanjang umur pengamatan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan tindakan pemupukan di LRPT PT Berau Coal mengingat P merupakan satu dari tiga unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah sangat besar oleh tanaman.

Fungsi utama kalium (K) pada vegetasi adalah mempercepat berbagai reaksi metabolisme pada jaringan. K tersedia dalam bentuk dapat dipertukarkan tidak diadsorpsi kuat seperti kation-kation lainnya. Bentuk ini akan mudah lepas dan segera berada dalam larutan yang mudah tercuci oleh air perkolasi maupun aliran permukaan. Oleh karenanya, diperlukan pemantauan secara periodik terhadap status hara ini agar dapat segera diambil tindakan pada saat hara tersebut sudah mulai menampakkan defisiensi bagi tanaman.



Gambar 3.20 Dinamika Kadar P Tersedia pada Berbagai Umur Tutupan Vegetasi di LRPT dan LO



Gambar 3.21 Dinamika K Tersedia pada Berbagai Umur Tutupan Vegetasi di LRPT dan LO

Hubungan antara kadar K tersedia dengan keberadaan vegetasi di PUP berumur <2 tahun hingga vegetasi berumur >12 tahun digambarkan dalam bentuk grafik hubungan antar keduanya (Gambar 3.21). Tidak ada pola dengan kecenderungan tertentu untuk Site SMO dan LMO sehubungan dengan kadar K namun berbeda untuk Site BMO. Hal yang menonjol adalah perbedaan kadar K tanah LRPT dan LO. Pada LO kadar K jauh lebih rendah dibanding kadar K tanah di LRPT.

4. Sifat Morfologi Tanah

Dalam hubungannya dengan peran vegetasi terhadap tindakan reklamasi lahan pasca tambang, terdapat 3 (tiga) sifat morfologi yang dapat diamati perkembangannya berkaitan dengan perkembangan pembentukan tanahnya. Sifat tersebut adalah: kedalaman perakaran efektif dan maksimum, susunan horizon, tebal horizon organik (Ao) dan struktur tanah (terbentuk atau tidaknya agregat alami tanah).

✓ Kedalaman Perakaran Efektif dan Maksimum

Pengaruh vegetasi terhadap kedalaman perakaran efektif dan maksimum di lahan pasca tambang belum begitu jelas terlihat, ketidakteraturan polanya menunjukkan hal tersebut. Setelah vegetasi berumur >6 tahun nilai keduanya di site BMO tampak sedikit meningkat namun untuk site SMO dan LMO hanya kedalaman maksimum perakaran yang meningkat sehubungan dengan bertambahnya umur vegetasi. Hal ini dapat dipahami karena kemampuan akar untuk menembus tanah sangat dipengaruhi oleh banyak hal diantaranya adalah kepadatan tanah yang direpresentasikan oleh perkembangan struktur

tanah dan BD-nya. Rendahnya kadar bahan organik sebagai pembenah tanah serta tindakan penyiapan lahan dengan alat-alat berat diduga merupakan penyebab pemadatan tanah di LRPT.

Dinamika kedalaman perakaran efektif maupun maksimum dengan dinamika kepadatan tanah di masing-masing site sengaja disandingkan dalam bentuk grafik untuk melihat kemungkinan-kemungkinan hubungan antar keduanya.

Berdasarkan analisis pada Gambar 3.22 tersebut tampak bahwa tidak selalu ada hubungan yang bersifat linier antara pengurangan kepadatan tanah dan peningkatan kedalaman perakarannya di areal LRPT, namun ada kecenderungan untuk hal tersebut. Pemantauan pada plot yang sama pada tahun-tahun berikutnya akan meyakinkan terjadi atau tidaknya hubungan antar keduanya.

✓ Susunan Horizon

Dalam proses pembentukan tanah selain dapat dilihat dari perubahan ukuran partikel tanah yang menjadi lebih kecil dibanding ukuran bahan asalnya juga dilihat dari horizonisasinya, yaitu pembentukan lapisan-lapisan tanah secara alami. Susunan horizon menunjukkan tingkat perkembangan tanah. Tanah dewasa tentu saja akan mempunyai susunan horizon lengkap (A, B dan C) dibanding tanah muda (A, C).



Gambar 3.22 Hubungan antara Kepadatan Tanah dengan Kedalaman Perakaran pada Lahan Pasca Tambang Batu Bara

Lahan pasca tambang walaupun mempunyai materi berwujud tanah yang berukuran sama dengan partikel tanah (<2mm) karena berasal dari tanah yang telah berkembang lanjut namun tidak dijumpai susunan horizon tanah. Proses perkembangan LRPT lebih tepat disebut dengan istilah "pemulihan tanah" dan

bukan "*pembentukan tanah*". Dalam hal ini yang dipulihkan adalah susunan horizon tanahnya dan timbunan tanah hasil penyiapan lahan dianggap materi "bahan induk" dalam proses pembentukan tanah.

Pemulihan tanah di lahan pasca tambang dimulai saat bahan organik mulai berperan membentuk lapisan organik atau horizon O atau Ao, selanjutnya diikuti oleh terbentuknya horizon A. Oleh karenanya, beragamnya susunan horizon serta kejelasan batas antar horizon dapat dijadikan salah satu indikator proses perkembangan tanah tahap awal secara morfologik.

Berdasarkan susunan horizon, keberadaan vegetasi berpengaruh terhadap perkembangan tanah-tanah LPT di PT Berau Coal yang ditunjukkan oleh mulai terbentuknya horizon A pada sebagian petak ukur yang diamati. Namun sampai umur tanaman > 10 tahun pembentukan horizon lebih lanjut belum tampak. Sebagian besar LPT tersebut mempunyai susunan horizon O, A, AC, C bahkan di beberapa petak ukur telah menunjukkan batas horizon yang tegas dengan susunan O, A, C.

✓ Struktur Tanah

Struktur tanah adalah kumpulan butir-butir tunggal tanah dalam berbagai bentuk butir majemuk, yang terbentuk karena komponen liat, debu dan pasir terikat satu dengan lainnya oleh perekat alami seperti bahan organik atau oksida-oksida besi (Hardjowigeno S. , 1987). Struktur tanah berpengaruh pada kemudahan

penetrasi akar vegetasi menembus tanah, kemampuan akar vegetasi mencengkeram tanah, sebaran pori tanah yang berpengaruh pada pengaturan tata udara dan berat volume tanah. Tipe Hasil pengamatan lapang menunjukkan bahwa tipe yang dominan adalah gumpal bersudut dan gumpal membulat dengan tingkat kemantapan sedang sampai kuat (agregat cukup stabil dan dapat dihancurkan dengan tekanan kuat).

c) Potensi Erosi Tanah

1. Proses dan Mekanisme Erosi

Secara sederhana, erosi dapat dimengerti sebagai suatu pengikisan atau pelongsoran yang merupakan proses penghanyutan tanah oleh desakan atau kekuatan air dan/atau angin, baik yang berlangsung secara alamiah maupun sebagai akibat perbuatan dan/atau tindakan manusia (*human activities*). Sehubungan dengan hal tersebut maka dikenal adanya pengertian erosi normal (*geological erosion*) dan erosi dipercepat (*accelerated erosion*).

Erosi normal merupakan proses pengangkutan tanah yang terjadi pada suatu keadaan alami seperti pengikisan lereng dan tebing-tebing bukit. Curah hujan, angin, kelerengan dan luasan permukaan lahan yang tidak terganggu oleh aktivitas manusia, merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian erosi. Pada tahap ini erosi akan mampu membentuk keseimbangan dinamis, sehingga ketebalan tanah menjadi relatif stabil. Akan tetapi, dengan adanya aktivitas manusia, keseimbangan ini terganggu yang cenderung mempercepat laju erosi.

Erosi tanah yang disebabkan oleh agen penyebab utama berupa air akan meliputi proses-proses *soil*

detachment - tumbukan butiran-butiran hujan, *soil disaggregation* - penghancuran agregat tanah, *soil dispersion* - pemisahan partikel tanah dari agregatnya, *particle soils transportation* - pengangkutan partikel-partikel tanah oleh media erosif, dalam hal ini adalah limpasan air, serta *deposition* - pemindahan dan pengendapan partikel-partikel tanah yang terhanyutkan. Dalam hal terjadinya erosi, baik yang prosesnya alamiah maupun dipercepat setidaknya terdapat 5 (lima) faktor yang menjadi penyebab utama besarnya laju erosi, yaitu iklim, tanah, topografi, vegetasi, serta manusia.

Faktor iklim yang besar pengaruhnya terhadap erosi tanah adalah curah hujan, yang meliputi tiga karakteristik yaitu kecepatan jatuhnya butiran hujan, diameter butir-butir hujan, serta intensitas dan lama hujan. Energi hujan terdiri dari dua komponen yaitu energi potensial (E_p) dan energi kinetik (E_k). Energi potensial timbul karena adanya perbedaan tinggi antara benda dan titik tinjau. Energi kinetik berkaitan dengan massa dan kecepatan. Pada fenomena erosi tanah, energi potensial dikonversi menjadi energi kinetik sehingga kekuatan erosif hanya dinyatakan dalam energi kinetik. Oleh karena E_k berkaitan dengan intensitas hujan maka dimungkinkan untuk menurunkan tenaga erosif hujan. Beberapa korelasi antara energi kinetik dan intensitas hujan telah banyak diperkenalkan oleh para peneliti yang pada akhirnya menjurus kepada suatu pendekatan yang dikenal sebagai indeks erosivitas hujan.

Sifat-sifat fisik tanah yang berpengaruh terhadap kejadian erosi meliputi: tekstur, struktur, infiltrasi (laju dan kapasitas) dan kandungan bahan organik. Tekstur tanah turut menentukan tata air dalam tanah, yaitu berupa kecepatan atau laju infiltrasi, penetrasi dan kemampuan pengikatan air oleh tanah. Terjadinya

limpasan permukaan sangat tergantung pada dua sifat tanah yang mencakup kapasitas infiltrasi, yaitu kemampuan tanah meresapkan air melalui permukaan tanah; dan permeabilitas lapisan tanah yaitu kemampuan tanah untuk meloloskan air atau udara ke lapisan bawah tubuh tanah.

Bila kapasitas infiltrasi dan permeabilitas besar seperti pada tanah berpasir, walaupun dengan intensitas hujan yang tinggi kemungkinan untuk terjadi limpasan permukaan sangat kecil. Sementara itu, tanah-tanah bertekstur halus akan menyerap air sangat lambat sehingga intensitas hujan yang rendah perpeluang menimbulkan limpasan permukaan. Tekstur tanah digunakan untuk mengidentifikasi ukuran butiran dan komposisi fraksi tanah, sedangkan struktur tanah digunakan untuk menerangkan susunan partikel-partikel tanah. Tanah yang mempunyai struktur mantap terhadap pengaruh air memiliki permeabilitas dan drainase baik serta tidak mudah didispersikan oleh air hujan. Sebaliknya struktur tanah yang tidak mantap sangat mudah hancur oleh pukulan air hujan, sehingga butir-butir halus tanah dapat menutupi pori-pori tanah. Akibatnya laju infiltrasi terhambat dan limpasan permukaan akan meningkat yang berarti erosi juga meningkat. Dalam kaitan dengan erosi tanah, peran bahan organik terhadap sifat tanah adalah menaikkan kemandapan agregat tanah dan memperbaiki struktur tanah serta menaikkan kemampuan tanah untuk mengikat air tanah.

Topografi berperan dalam menentukan kecepatan dan volume limpasan permukaan. Unsur topografi yang berpengaruh terhadap erosi tanah adalah panjang dan kemiringan lereng. Kemiringan lereng lebih penting dibanding panjang lereng karena pergerakan air serta kemampuannya memecahkan dan membawa partikel tanah akan meningkat dengan sudut ketajaman lereng

yang semakin besar. Dengan makin curam dan makin panjangnya lereng maka makin besar pula kecepatan dan limpasan permukaan serta bahaya erosi. Selanjutnya, semakin panjang lereng, maka volume kelebihan air yang berakumulasi di atasnya menjadi lebih besar dan kemudian akan turun dengan volume dan kecepatan yang semakin meningkat. Selain memperbesar massa limpasan permukaan, makin miringnya lereng juga berpeluang untuk memperbesar kecepatan limpasan permukaan yang sangat potensial untuk meningkatkan besaran energi atau daya angkutnya.

Vegetasi mempunyai pengaruh yang bersifat melawan pengaruh faktor-faktor lainnya yang bersifat erosif. Pengaruh vegetasi dalam memperkecil laju erosi antara lain adalah mampu menangkap (intersepsi) butir-butir air hujan, sebab energi kinetiknya terserap oleh tanaman dan tidak menghantam langsung pada tanah; mengurangi energi limpasan sehingga mengurangi kecepatan limpasan permukaan dan kemudian memotong kemampuannya melepas dan mengangkut partikel sedimen; perakaran tanah meningkatkan stabilitas tanah dengan meningkatkan kekuatan granularitas dan porositas tanah; aktivitas biologis yang berkaitan dengan pertumbuhan tanaman akan berdampak positif pada porositas tanah; serta mendorong transpirasi air sehingga lapisan tanah atas menjadi kering dan memadatkan lapisan bawahnya. Namun, efektivitas tanaman penutup dalam mengurangi erosi juga tergantung pada ketinggian dan kontinuitas serta kerapatan penutup tanah dan kerapatan perakaran.

Sangat disepakati bahwa tindakan manusia dikenal sebagai satu diantara faktor penting penyebab terjadinya erosi tanah yang cepat dan intensif. Kegiatan-kegiatan tersebut umumnya berkaitan dengan

perubahan faktor-faktor yang berpengaruh, misalnya perubahan tanah akibat pembukaan wilayah untuk pemukiman, lahan pertanian, ladang, areal penggembalaan dan lainnya. Demikian juga halnya perubahan topografi secara mikro akibat penerapan terasering, pengemburan lahan/tanah dengan pengelolaan serta pemakaian stabilizer dan pupuk yang berpengaruh pada struktur tanah.

Pembukaan tutupan vegetasi oleh manusia yang secara tidak terkendali akan menciptakan kondisi awal terjadinya erosi tanah dalam skala besar. Hal tersebut sering mengganggu keseimbangan antara regenerasi (pembentukan) tanah dan laju erosi tanah. Namun demikian, manusia juga bisa melindungi tanah dari bahaya erosi melalui kegiatan konservasi, seperti reboisasi dan penghijauan, termasuk reklamasi dan revegetasi lahan pasca tambang.

Berdasarkan bentuknya di lapangan, kejadian erosi secara umum sering dibedakan menjadi erosi percikan (*splash erosion*), erosi limpasan permukaan (*overland flow erosion*), erosi alur (*riil erosion*), erosi parit/selokan (*gully erosion*), erosi tebing sungai (*streambank erosion*), erosi internal (*internal or sub-surface erosion*).

Erosi percikan adalah terlepas dan terlemparnya partikel-partikel tanah dari massa tanah akibat tumbukan air hujan secara langsung. Erosi percikan maksimum akan terjadi segera setelah tanah menjadi basah dan kemudian akan menurun terhadap waktu sejalan dengan makin meningkatnya ketebalan air di atas permukaan tanah. Erosi limpasan permukaan akan terjadi hanya dan jika intensitas dan/atau lamanya hujan melebihi kapasitas infiltrasi atau kapasitas simpan air tanah. Mengingat bahwa aliran permukaan terjadi tidak merata dan arah limpasannya tidak

beraturan, maka kemampuan mengikis tanah juga tidak sama atau tidak merata dalam suatu luasan tertentu dari bentang atau hamparan lahan.

Erosi alur terbentuk pada jarak tertentu ke arah bawah lereng akibat dari terkonsentrasinya limpasan permukaan sehingga membentuk alur-alur kecil. Jika alur-alur yang terbentuk merupakan alur baru, maka alur-alur tersebut tidak selalu saling berkaitan dengan alur-alur sebelumnya. Kebanyakan sistem alur tidak permanen dan tidak mempunyai hubungan dengan sungai induk. Hanya kadang induk alur berkembang menjadi saluran permanen dan menyambung ke sungai. Proses terjadinya erosi parit sama dengan erosi alur, sehingga pada mulanya erosi parit ini dianggap sebagai perkembangan lanjut dari erosi alur. Proses pembentukan parit dimulai dari pembentukan cekungan (*depression*) pada lereng akibat adanya bagian lahan yang gundul atau tanaman penutupnya jarang akibat pembakaran atau perumputan. Air permukaan terkonsentrasi pada bagian ini sehingga cekungan makin besar dan beberapa cekungan menyatu membentuk parit.

Erosi tebing sungai adalah erosi yang terjadi akibat pengikisan tebing oleh air yang mengalir dari bagian atas tebing atau oleh terjangan arus air sungai yang kuat terutama pada tikungan-tikungan. Erosi tebing akan lebih hebat jika vegetasi penutup tebing telah rusak atau pengolahan lahan terlalu dekat dengan tebing. Erosi internal adalah proses terangkutnya partikel-partikel tanah ke bawah, masuk ke celah-celah atau pori-pori akibat limpasan bawah permukaan. Tanah menjadi kedap air dan udara sehingga menurunkan kapasitas infiltrasi dan meningkatkan limpasan permukaan atau erosi alur.

Tanah longsor merupakan bentuk erosi dimana pengangkutan atau gerakan massa tanah terjadi pada suatu saat dalam volume yang relatif besar. Berbeda dengan jenis erosi yang lain, pada tanah longsor pengangkutan tanah terjadi sekaligus dalam jumlah yang besar dan dalam waktu yang sangat singkat.

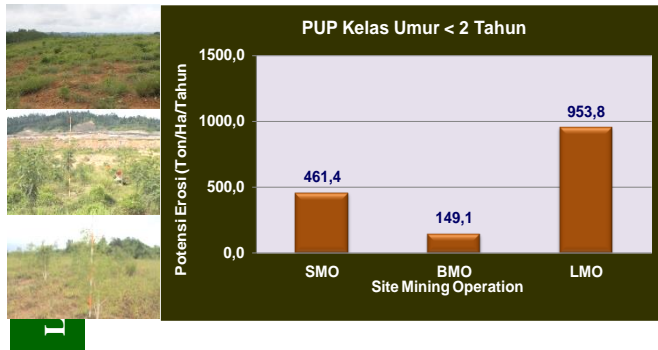
Secara okuler, bentuk-bentuk erosi yang terjadi di lahan revegetasi pasca tambang adalah erosi percikan, erosi limpasan permukaan, erosi alur, erosi parit dan erosi internal.

2. Potensi dan Kelas Bahaya Erosi (KBE)

Berdasarkan penetapan besaran indeks erosivitas hujan (R), kepekaan tanah terhadap erosi (K), panjang dan kemiringan lereng (LS), penutupan lahan dan pengelolaan tanaman (C) serta indeks praktek tindakan konservasi tanah (P), maka pendugaan besaran potensi erosi yang mungkin terjadi pada setiap PUP dapat dilakukan. Terdapat kecenderungan potensi erosi yang mungkin terjadi dari lahan pasca tambang yang terbuka adalah menurun dengan semakin meningkatnya penutupan vegetasi. Secara kualitatif, Kelas Bahaya Erosi yang merupakan indikasi besaran potensi erosi berkisar dari Sangat Rendah (SR) hingga Sangat Tinggi (ST).

- ✓ Potensi Erosi pada Lahan Pasca Tambang (< 2 Tahun)

Potensi erosi pada lahan revegetasi pasca tambang < 2 tahun masing-masing adalah 461,4 ton/ha/tahun (SMO), 149,1 ton/ha/tahun (BMO), dan 953,8 ton/ha/tahun (LMO) dengan harkat KBE indikatif masing-masing pada tingkat Tinggi (T), Sedang (S), dan Sangat Tinggi (ST) (Gambar 3.23).



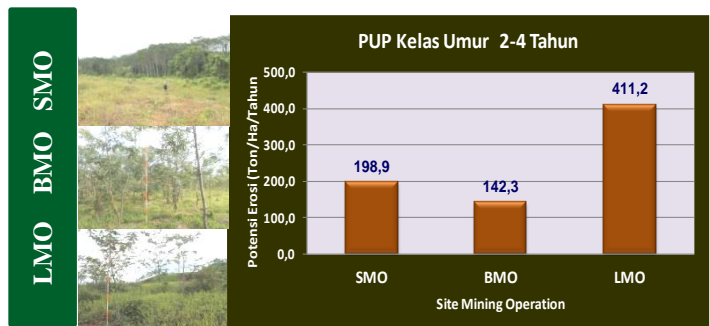
Gambar 3.23 Potensi Erosi pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang Kelas

Secara suseptibilitas, harkat KBE tersebut mengindikasikan bahwa telah ada penahanan tumbukan langsung curah hujan terhadap lahan oleh penutupan vegetasi. Bersamaan dengan hal tersebut berarti bahwa setidaknya juga terjadi peningkatan kemampuan lahan untuk meresapkan sebahagian curah hujan melalui proses perembesan/infiltrasi (*infiltration*) ke dalam tanah.

Upaya mempertahankan dan meningkatkan intensitas penutupan lahan yang dapat mereduksi erodibilitas tanah akibat tumbukan langsung curah hujan dan transportabilitas partikel-partikel tanah ter-disagregasi dan ter-dispersi adalah upaya pengelolaan lahan-lahan revegetasi pasca tambang secara intensif. Secara praktis hal tersebut berarti harus ada pemeliharaan tanaman (penyulaman, pemupukan, pengendalian gulma - hama penyakit, penanaman pengayaan), guna mengawal sepenuhnya pertumbuhan tanaman revegetasi.

- ✓ Potensi Erosi pada Lahan Pasca Tambang (2-4 Tahun)

Potensi erosi pada lahan revegetasi pasca tambang 2 - 4 tahun masing-masing adalah sebesar 198,9 ton/ha/tahun (SMO), 142,3 ton/ha/tahun (BMO), dan 411,2 ton/ha/tahun (LMO) dengan harkat KBE masing-masing adalah Sedang (S), Sedang (S), dan Tinggi (T) (Gambar 3.24).

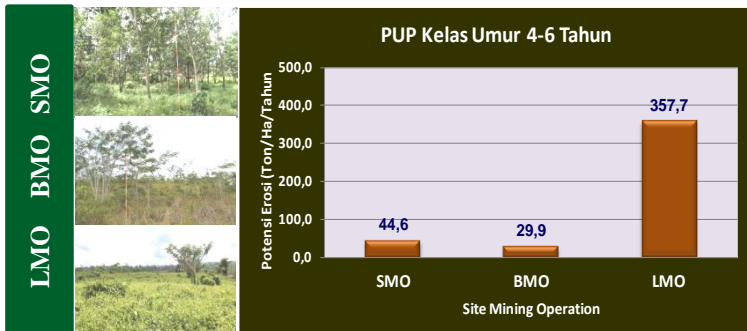


Gambar 3.24 Potensi Erosi pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang Kelas Umur 2 - 4 Tahun

Secara indikatif, harkat KBE tersebut tidak jauh berbeda dengan kondisi pada lahan revegetasi pasca tambang berumur < 2 Tahun yaitu bahwa telah terjadi penahanan tumbukan langsung curah hujan dan peningkatan kemampuan perembesan/infiltrasi (*infiltration*) air hujan ke dalam tanah. Sehingga, adalah sangat penting bahwa kegiatan pemeliharaan yang meliputi tindakan penyulaman, pemupukan, pengendalian gulma dan hama penyakit, serta pengayaan tanaman guna mengawal pertumbuhan tanaman revegetasi.

- ✓ Potensi Erosi pada Lahan Pasca Tambang (4 – 6 Tahun)

Potensi erosi pada lahan revegetasi pasca tambang 4 - 6 tahun masing-masing adalah 44,6 ton/ha/tahun (SMO), 29,9 ton/ha/tahun (BMO), dan 357,7 ton/ha/tahun (LMO) dengan harkat KBE R (Rendah), R (Rendah) dan Tinggi (T) (Gambar 3.25). Sebagaimana terindikasi pada lahan revegetasi umur <2 dan 2-4 Tahun, yaitu bahwa telah terjadi penahanan tumbukan langsung curah hujan dan peningkatan kemampuan infiltrasi (*infiltration*) air hujan yang mencapai permukaan lahan revegetasi ke dalam tanah.



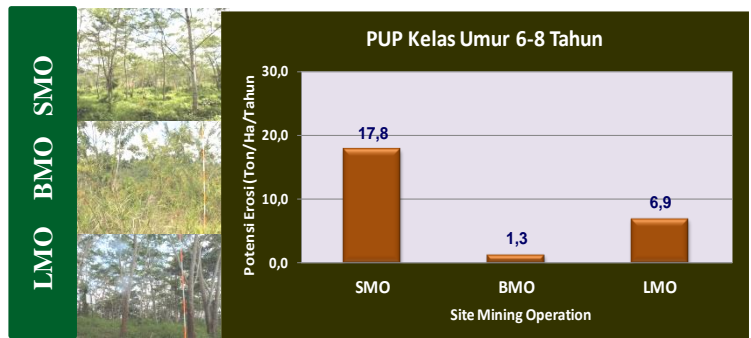
Gambar 3.25 Potensi Erosi pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang Kelas Umur 4 - 6 Tahun

Fenomena indikatif tersebut juga dapat dimaknai bahwa kegiatan upaya pemeliharaan yang meliputi penyulaman, pemupukan, pengendalian gulma dan hama penyakit, serta pengayaan tanaman guna mengawal pertumbuhan tanaman revegetasi agar dapat bertahan - tumbuh - berkembang dan pada akhirnya mampu berfungsi sebagaimana diharapkan. Pada saat tanaman revegetasi

mencapai umur tersebut telah pula dimulai upaya penanaman sisipan (*interline planting*) dengan jenis-jenis tanaman pokok dalam rangka upaya pemulihan lahan menuju kondisi rona lingkungan hidup awal.

- ✓ Potensi Erosi pada Lahan Pasca Tambang (6-8 Tahun)

Potensi erosi pada lahan revegetasi pasca tambang 6 - 8 tahun masing-masing adalah 17,8 ton/ha/tahun (SMO), 1,3 ton/ha/tahun (BMO), dan 6,9 ton/ha/tahun (LMO) dengan harkat KBE Rendah (R), Sangat Rendah (SR), dan Sangat Rendah (SR) seperti tertera pada Gambar 3.26.



Gambar 3.26 Potensi Erosi pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang Kelas Umur 6 - 8 Tahun

Sebagaimana halnya yang terindikasi pada lahan revegetasi umur < 2, 2 - 4, serta 4 - 6 Tahun, yaitu telah terjadi penahanan tumbukan langsung curah hujan dan peningkatan kemampuan infiltrasi air hujan ke dalam tanah. Pada tahap ini terjadi penurunan potensi yang relatif signifikan yaitu menjadi dari KBE Sangat Rendah (R). Oleh

karenanya, kegiatan pemeliharaan lahan revegetasi pasca tambang secara intensif masih sangat perlu terus dilakukan agar dapat bertahan - tumbuh - berkembang dan pada akhirnya mampu berfungsi sebagaimana diharapkan, termasuk dalam mengawal tanaman-tanaman jenis primer yang utamanya jenis-jenis dipterokarpa.

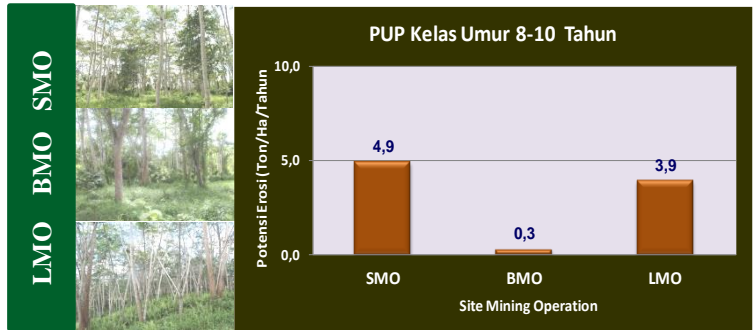
Pada saat tanaman revegetasi mencapai kelas umur 4-6 Tahun nampaknya mengindikasikan bahwa harkat KBE telah mencapai kisaran Rendah (R) hingga Sangat Rendah (SR). Fenomena ini sangat perlu diperhatikan karena merupakan pijakan penting dalam pengambilan keputusan pengelolaan lahan revegetasi pasca tambang.

✓ Potensi Erosi pada Lahan Pasca Tambang (8-10 Tahun)

Potensi erosi pada lahan revegetasi pasca tambang 8-10 Tahun masing-masing adalah 4,9 ton/ha/tahun (SMO), 0,3 ton/ha/tahun (BMO), dan 3,9 ton/ ha/tahun (LMO) dengan harkat KBE semuanya adalah Sangat Rendah (SR) seperti tertera pada Gambar 3.27.

Sebagaimana yang diindikasikan oleh lahan revegetasi umur <2, 2-4, 4-6, serta 6-8 Tahun, yaitu bahwa telah terjadi penahanan tumbukan langsung curah hujan dan peningkatan kemampuan infiltrasi air hujan ke dalam tanah. Pada tahap ini telah terjadi stabilisasi potensi erosi tanah yang mungkin terjadi secara signifikan yaitu pada harkat Sangat Rendah (SR). Hal ini menunjukkan bahwa pemeliharaan lahan revegetasi pasca tambang

secara intensif masih perlu terus dilakukan agar dapat bertahan - tumbuh - berkembang dan pada akhirnya mampu berfungsi sebagaimana diharapkan



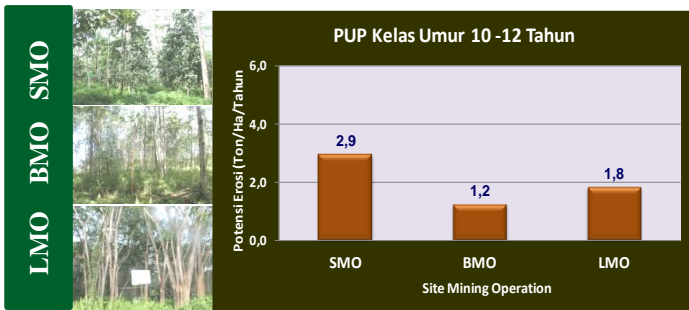
Gambar 3.27 Potensi Erosi pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang Kelas Umur 8 -10 Tahun

- ✓ Potensi Erosi pada Lahan Pasca Tambang (10-12 Tahun)

Potensi erosi pada lahan revegetasi pasca tambang 10-12 Tahun masing-masing adalah 2,9 ton/ha/tahun (SMO), 1,2 ton/ha/tahun (BMO), dan 1,8 ton/ha/tahun (LMO) dengan harkat KBE semuanya adalah Sangat Rendah (SR) seperti tertera pada Gambar 3.28.

Sebagaimana yang diindikasikan oleh lahan revegetasi pasca tambang umur <2, 2-4, 4-6, 6-8, serta 8-10 Tahun, yaitu bahwa telah terjadi penahanan tumbukan langsung curah hujan dan peningkatan kemampuan infiltrasi air hujan ke dalam tanah. Pada tahap ini telah terjadi stabilisasi potensi erosi tanah yang mungkin terjadi secara signifikan yaitu pada harkat Sangat Rendah (SR). Hal ini menunjukkan bahwa pemeliharaan lahan

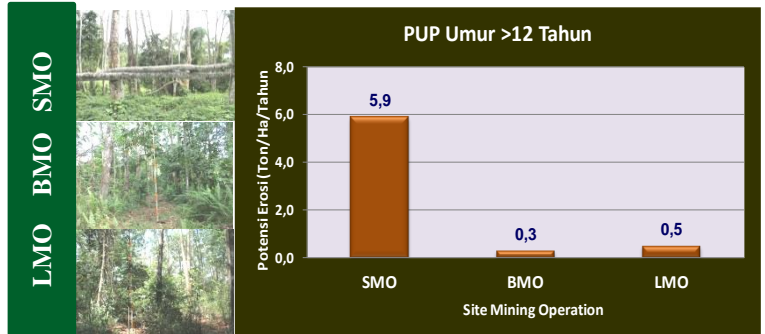
revegetasi pasca tambang yang utamanya adalah agar tanaman revegetasi dapat bertahan - tumbuh - berkembang dan mampu berfungsi sebagai penutup dan pelindung lahan pasca tambang. Dengan perlindungan tajuk vegetasi yang diikuti oleh sistem perakaran yang mampu mendukung tegaknya tanaman akan menciptakan suasana kondusif penahanan tumbukan langsung curah hujan sekaligus peresapan curah hujan yang mencapai permukaan tanah. Pada akhirnya, tentu saja akan terjadi reduksi potensi erositivas hujan dan erdobilitas tanah yang pada gilirannya merduksi potensi erosi tanah.



Gambar 3.28 Potensi Erosi pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang Kelas Umur 10 - 12 Tahun

- ✓ Potensi Erosi pada Lahan Pasca Tambang (>12 Tahun)

Potensi erosi pada lahan revegetasi pasca tambang >12 Tahun masing-masing adalah 5,9 ton/ha/tahun (SMO), 0,3 ton/ha/tahun (BMO), dan 0,5 ton/ha/tahun (LMO) dengan harkat KBE semuanya adalah Sangat Rendah (SR) seperti tertera pada Gambar 3.29.



Gambar 3.29 Potensi Erosi pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang Kelas Umur >12 Tahun

Sebagaimana yang diindikasikan oleh lahan revegetasi pasca tambang umur <2, 2-4, 4-6, 6-8, 8-10, serta 10-12 Tahun, yaitu telah terjadi penahanan tumbukan langsung curah hujan dan peningkatan kemampuan infiltrasi air hujan ke dalam tanah. Pada tahap ini telah terjadi stabilisasi potensi erosi tanah yang mungkin terjadi secara signifikan yaitu pada harkat Sangat Rendah (SR). Hal ini menunjukkan bahwa pemeliharaan lahan revegetasi pasca tambang secara intensif masih perlu dilakukan agar dapat bertahan - tumbuh - berkembang dan pada akhirnya mampu berfungsi sebagaimana diharapkan. pemeliharaan lahan revegetasi pasca tambang yang utamanya adalah agar tanaman revegetasi dapat bertahan - tumbuh - berkembang dan mampu berfungsi sebagai penutup dan pelindung lahan pasca tambang.

Dengan perlindungan tajuk vegetasi yang diikuti oleh sistem perakaran yang mampu mendukung tegaknya tanaman akan menciptakan suasana kondusif penahanan

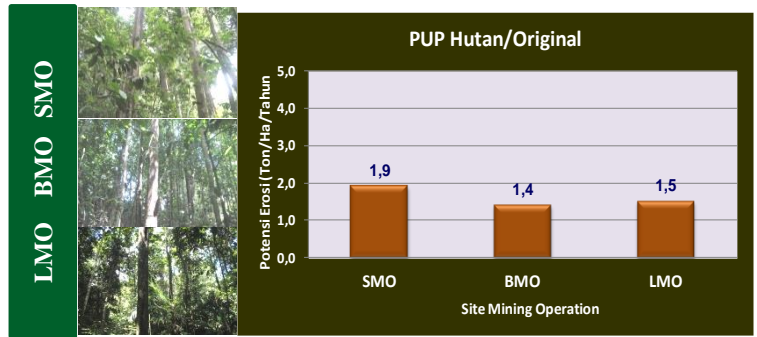
tumbukan langsung curah hujan sekaligus peresapan curah hujan yang mencapai permukaan tanah. Pada akhirnya, tentu saja akan terjadi reduksi potensi erositas hujan dan erodibilitas tanah yang pada gilirannya mereduksi potensi erosi tanah. Pertumbuhan dan berkembangnya tanaman revegetasi pasca tambang akan merupakan modal awal keterpulihan lahan.

✓ Potensi Erosi pada Lahan Hutan/Original

Potensi erosi pada lahan hutan/original masing-masing adalah 1,9 ton/ha/ tahun (SMO), 1,4 ton/ha/tahun (BMO), dan 1,5 ton/ha/tahun (LMO) dengan harkat KBE semuanya Sangat Rendah (SR) (Gambar 3.30). Sebagaimana halnya status kondisi lahan revegetasi pasca tambang kelas umur 6-8, 8-10, 10 - 12, dan >12 tahun, di areal hutan/original, proses penahanan tumbukan langsung curah hujan dan pengendalian limpasan permukaan berlangsung dengan baik. Hal tersebut diindikasikan harkat KBE Sangat Rendah (SR) yang secara tidak langsung mengindikasikan bahwa proses infiltrasi terhadap curah hujan juga berlangsung dengan baik.

Secara keseluruhan, potensi erosi tanah di ketiga site (SMO, BMO, LMO) mengindikasikan adanya kecenderungan perkembangan Kelas Bahaya Erosi - KBE berupa penurunan potensi erosi tanah sejalan dengan tingkat perkembangan penutupan vegetasi seiring dengan umur lahan revegetasi. Pada lahan revegetasi pasca tambang $KU < 2$ Tahun: T - ST, $KU 2-4$

Tahun: S - T, KU 4-6 Tahun: R - T, KU 6-8 Tahun: R - SR, KU 8-10 Tahun: SR, KU 10-12 Tahun, KU > 12 Tahun, serta harkat untuk Hutan/Original adalah Sangat Rendah (SR). Kisaran harkat KBE tersebut dapat dimanfaatkan untuk merancang intensitas pengelolaan lahan revegetasi pasca tambang.



Gambar 3.30 Potensi Erosi pada Lahan Hutan/Original

3. Dinamika Potensi Erosi Tanah

Fenomena dinamika erosi tanah dapat dianalisis dari prinsip filosofis dan hubungan fungsional antara potensi besaran erosi dengan faktor-faktor utama penentunya yaitu erosivitas hujan, erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng, penutupan vegetasi, serta tindakan konservasi tanah dan air. Perkembangan vegetasi adalah faktor yang sangat signifikan terkait dengan dinamika erosi tanah di lahan revegetasi pasca tambang. Berangkat dari pemikiran tersebut, potensi erosi tanah (empat) tahun pengamatan untuk setiap PUP disajikan pada Gambar 3.31 hingga Gambar 3.33.

Sambarata **M**ining **O**peration

Petak Ukur Pemantauan (PUP)	Kelas Bahaya Erosi (KBE)			
	(2010)	(2011)	(2012)	(2013)
IPD Gaharu Kapur	Terbuka	<2 Tahun	2-4 Tahun	4-6 Tahun
	(T)	(R)	(R)	(R)
IPD Kapur Blok 1-4	<2 Tahun	2-4 Tahun	4-6 Tahun	6-8 Tahun
	(R)	(R)	(R)	(R)
Disposal C4	2-4 Tahun	4-6 Tahun	6-8 Tahun	8-10 Tahun
	(S)	(S)	(SR)	(SR)
IPD Kapur 30	4-6 Tahun	6-8 Tahun	8-10 Tahun	10-12 Tahun
	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)
Disposal B1/OPD	6-8 Tahun	8-10 Tahun	10-12 Tahun	>12 Tahun
	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)
Disposal A1		Terbuka	<2 Tahun	2-4 Tahun
		(T)	(T)	(S)
C1			Terbuka	< 2 Tahun
			(ST)	(T)
Arboretum	Original	Original	Original	Original
	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)

Gambar 3.31 Dinamika Potensi Erosi Tanah – Kelas Bahaya Erosi (KBE) pada Setiap Petak Ukur Pemantauan di SMO

Binungan **M**ining **O**peration

Petak Ukur Pemantauan (PUP)	Kelas Bahaya Erosi (KBE)			
	(2010)	(2011)	(2012)	(2013)
Low Wall Pit K	Terbuka	<2 Tahun	2-4 Tahun	4-6 Tahun
	(T)	(R)	(R)	(R)
IPD H4 (C6 Blok 1-4)	<2 Tahun	2-4 Tahun	4-6 Tahun	6-8 Tahun
	(R)	(R)	(R)	(SR)
IPDD	2-4 Tahun	4-6 Tahun	6-8 Tahun	8-10 Tahun
	(S)	(SR)	(SR)	(SR)
OPD-1	4-6 Tahun	6-8 Tahun	8-10 Tahun	10-12 Tahun
	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)
IPDD-4	6-8 Tahun	8-10 Tahun	10-12 Tahun	>12 Tahun
	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)
H3S		Terbuka	<2 Tahun	2-4 Tahun
		(T)	(S)	(T)
Disposal A2 Blok 5-6			Terbuka	< 2 Tahun
			(ST)	(T)
OPD 4	Original	Original	Original	Original
	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)

Gambar 3.32 Dinamika Potensi Erosi Tanah – Kelas Bahaya Erosi (KBE) pada Setiap Petak Ukur Pemantauan di BMO

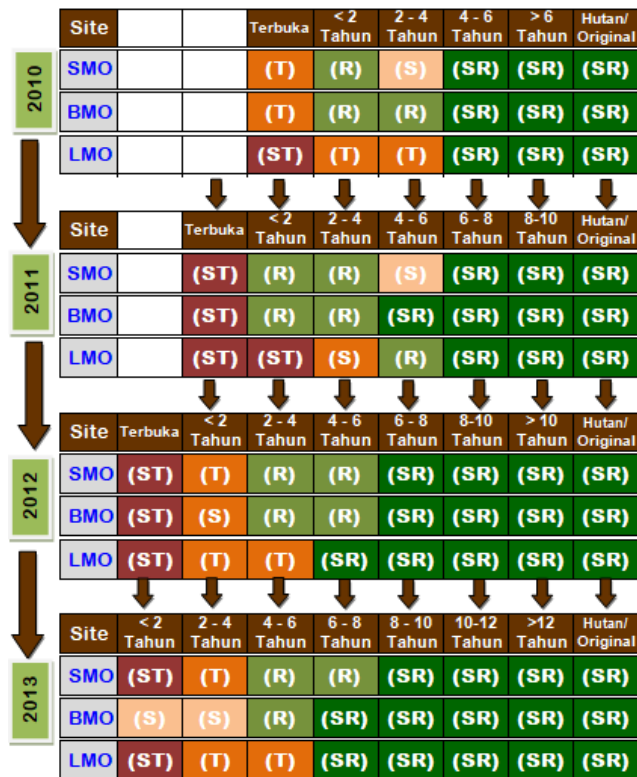
Hasil-hasil pengamatan dan pendugaan potensi erosi tersebut menunjukkan adanya kecenderungan penurunan seiring dengan tingkat perkembangan perkembangan vegetasi utamanya penutupan tajuk vegetasi yang juga merupakan cerminan umur lahan revegetasi lahan pasca tambang pada kisaran harkat KBE: SR - R - S - T - ST. Hal yang menarik untuk dicermati adalah penurunan dari T menjadi R, S menjadi SR, T menjadi S, ST menjadi T (Gambar 3.31 dan 3.32), dan ST menjadi T, ST menjadi SR, serta ST menjadi T (Gambar 3.33).

Lati Mining Operation				
Petak Ukur Pemantauan (PUP)	Kelas Bahaya Erosi (KBE)			
	(2010)	(2011)	(2012)	(2013)
T1	Terbuka	<2 Tahun	2-4 Tahun	4-6 Tahun
	(ST)	(ST)	(T)	(T)
IPD East Elev.50	<2 Tahun	2-4 Tahun	4-6 Tahun	6-8 Tahun
	(T)	(ST)	(SR)	(SR)
IPD East Elev.60	2-4 Tahun	4-6 Tahun	6-8 Tahun	8-10 Tahun
	(T)	(R)	(SR)	(SR)
IPDT-05	4-6 Tahun	6-8 Tahun	8-10 Tahun	10-12 Tahun
	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)
West H Station	6-8 Tahun	8-10 Tahun	10-12 Tahun	>12 Tahun
	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)
IPD West Q9		Terbuka	<2 Tahun	2-4 Tahun
		(ST)	(T)	(T)
IPD 97			Terbuka	< 2 Tahun
			(ST)	(ST)
Pit E	Original	Original	Original	Original
	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)

Gambar 3.33 Dinamika Potensi Erosi Tanah – Kelas Bahaya Erosi (KBE) pada Setiap Petak Ukur Pemantauan di LMO

Apabila ditelusuri ternyata bahwa penurunan tersebut utamanya ditentukan oleh faktor vegetasi yang merupakan faktor internal lahan pasc tambang yang

dapat dikelola, dan erosivitas hujan yang merupakan faktor eksternal yang tidak dapat dikendalikan. Selanjutnya, guna membangun konstruksi umum dari dinamika potensi erosi tanah pada kisaran pokok lahan terbuka pasca reklamasi - lahan revegetasi - lahan original, hasil-hasil pengamatan dan pendugaan pada setiap PUP (Gambar 3.31, 3.32, 3.33) dirangkum dalam suatu bagan pemikiran seperti tertera pada Gambar 3.34.



Gambar 3.34 Indikasi Dinamika Potensi Erosi Tanah – Kelas Bahaya Erosi Berdasarkan Perkembangan Kelas Penutupan Vegetasi

Pada gambar tersebut dapat ditunjukkan bahwa pada lahan terbuka di Tahun 2010, 2011, 2012, serta 2013, harkat Kelas Bahaya Erosi adalah Sangat Tinggi. Hingga umur 4 - 6 tahun, harkatnya menurun menjadi Sangat Ringan - Ringan - Sedang. Ketika vegetasi mencapai umur 4 - 6 tahun, harkat Kelas Bahaya Erosi pada lahan revegetasi pasca tambang mencapai Sangat Ringan (SR). Hal tersebut mengindikasikan bahwa pada umur tersebut lahan revegetasi pasca tambang mulai mengarah pada kondisi pemulihan seperti halnya pada lahan hutan/original yang tidak mengalami gangguan kegiatan penambangan.

Sudah barang tentu prakiraan waktu tersebut adalah bersifat indikatif dan akan bervariasi tergantung kondisi lapangan - curah hujan, kelerengan, laju perkembangan penutupan lahan, intensitas pengelolaan tanaman, serta praktek-praktek tindakan konservasi tanah. Diantara faktor-faktor penentu keberhasilan revegetasi lahan pasca tambang sejalan dengan penurunan potensi erosi tersebut, yang paling memungkinkan untuk dapat dikelola dengan baik dan konsisten adalah pengaturan kelerengan dan penyiapan lahan pada tahap reklamasi lahan, serta intensitas pengelolaan tanaman; yang merupakan faktor-faktor internal.

Revegetasi lahan pasca tambang sejak awal hingga mencapai umur 4 - 6 tahun dengan menggunakan tanaman penutup tanah dan jenis-jenis tanaman cepat tumbuh (*fast growing species*) diharapkan dapat mendukung tanaman jenis-jenis primer - khususnya marga dipeterokarpa yang ditanam secara sisipan (interline planting). Pada akhirnya, adalah diharapkan bahwa ketika tanaman cepat tumbuh telah mencapai daur biologisnya, tanaman-tanaman jenis primer tersebut telah mampu bertahan - tumbuh - berkembang sebagai tanaman pokok pada lahan pasca

tambang. Tahapan-tahapan tersebut harus dikawal agar upaya pemulihan lahan pasca tambang batubara dapat terwujud dan mengarah pada kondisi rona lingkungan hidup awal sebelum dilakukan kegiatan penambangan batubara.

3.9 Perkembangan Vegetasi

a) Risalah Ekologis dan Silvikultur Tanaman Pokok

1. Risalah Tanaman Pokok

Tanaman pokok atau tanaman utama dalam konteks reklamasi pasca tambang dimaknai sebagai jenis tanaman yang ditanam pada saat pertama kali setelah lahan reklamasi siap ditanami. Ada juga yang menyebut tanaman pokok sebagai tanaman pionir. Hal ini agak menimbulkan kerancuan komunikasi dengan istilah pionir bagi tumbuhan alami yang muncul sebagai pemula, segera setelah tegakan alami mengalami gangguan. Pionir yang disebut terakhir umumnya tumbuh cepat dan umur pendek. Disini agar dibedakan dengan tanaman penutup (*cover crops*) yang pada umumnya juga bersifat pionir, umumnya berupa vegetasi perambat dan bukan berhabitus pohon. Tanaman pokok reklamasi umumnya berasal dari kelompok pepolongan (*legumes*) berhabitus pohon (dapat mencapai ukuran pohon ketika dewasa).

Berikut disampaikan risalah beberapa jenis tanaman polong yang ditanam sebagai tanaman pokok reklamasi, utamanya yang paling banyak dijumpai pada lahan reklamasi PT Berau Coal.

- ✓ Sengon Laut (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen)

Pernah dikenal dengan nama *Albizia falcata*, *Albizia falcataria*, *Albizia moluccana*. Nama dagang adalah Sengon laut dan disebut juga

Jeunjing, merupakan anggota dari suku Fabaceae (keluarga polong), ordo Mimosoidae. Sumber pustaka yang ada menginformasikan bahwa jenis legum ini berasal dari kepulauan Bismarck di Pasifik, juga kepulauan Maluku, Papua Nyugini dan kepulauan Solomon. Sebagian sumber pustaka lain justru meyakini bahwa jenis ini berasal dari kawasan timur kepulauan malaya (Indonesia bagian timur). Dengan kata lain, sama seperti *Acacia mangium*, jenis ini bukan asli Kalimantan.

Jenis Sengon laut ini tidak tahan api dan juga rentan terhadap terpaan angin kencang. Dapat tumbuh pada daerah terbuka padang rumput dengan curah hujan yang cukup (maksimum 2 bulan kering per tahun). Sebaran sekarang (dengan pola introduksi) mencakup pulau-pulau lain di Indonesia (termasuk Kalimantan), Brunei, Kamboja, Cameroon di Afrika, Malaysia, Kaledonia Baru, Thailand, Vietnam bahkan Amerika Serikat. Menurut beragam sumber pustaka, sengon laut akan berbunga setelah mencapai umur paling tidak 3 tahun, bunga mencapai kematangan setelah 2 bulan. Biji-biji tersebar akibat kontraksi polong yang mengalami proses mengering alami.

PT Berau Coal termasuk banyak menggunakan jenis tanaman eksotis ini dalam upaya revegetasi kawasan pascatambang. SMO menggunakan Sengon laut sebagai jenis utama reklamasi (mencapai 89% dari total tanaman berdasar hasil monitoring tahun 2013). Sedangkan BMO sebanyak 21% dan LMO menggunakan sengonbuto hingga proporsi

41% (turun 2% dari jumlah di tahun 2011). Sengon laut bukan saja tumbuh cepat, namun juga memberi naungan ideal (sekitar 45-50%) bagi tanaman sisipan.

Dari sejumlah pengamatan lapangan dan data-data yang diperoleh, meski pertumbuhan Sengon Laut ini tergolong cepat di lahan pasca tambang, namun demikian sering terlihat mengalami cacat dahan maupun cabang ketika umur mencapai sekitar 8 tahun. Suatu kondisi yang agaknya berbeda jika jenis ini tumbuh pada lahan normal dan dalam kompetisi ruang yang tidak terlalu berat.

- ✓ Sengon Butho (*Enterolobium cyclocarpum* (Jack.) Griseb.)

Merupakan tumbuhan anggota polong (legume) yang berasal dari daratan Amerika latin (Brazil, Colombia, Guyana, Mexico, Venezuela) dan juga native di USA. Dikenal dengan nama daerah sebagai sengon buto (buto=giant), sudah lama dikenal di berbagai tempat di tanah air. Sebagai tumbuhan yang beradaptasi tinggi pada daerah yang beragam seperti iklim tropis kering, tropis basah dan bahkan sub-tropics. Bahkan pada daerah-daerah dengan jumlah bulan kering hingga 6 bulan per tahun, jenis legume ini masih mampu berkembang dengan baik.

Sengon butho juga berkembang baik di tempat penyebaran baru lainnya seperti Costarica, Cuba, Haiti, Jamaica dan Puertorico. Sebegitu jauh belum dapat dipastikan adakah jenis ini juga sudah berkembang di daratan Afrika.

Jenis Sengon butho sebegitu jauh tidak ditanam dalam lahan reklamasi di SMO hingga tahun 2013 berdasar sampling plot. Sebaliknya banyak ditanam di BMO hingga mencapai proporsi 23% (meningkat 6% dibanding jumlah pada tahun 2011). Ditanam pada plot umur (4-6tahun)+2, berarti sudah berukuran tiang bahkan pohon, Sengonbuto di BMO tumbuh stabil, bahkan meningkat dari tahun ketahun. Pertumbuhannya yang cepat dengan tajuk lebat (lebih lebat dibanding sengonlaut), menyebabkan ruang bawah tajuk terlalu ternaungi (*over shaded*), sehingga kurang mendukung perkembangan tanaman sisipan.

Untuk LMO, proporsi penanaman Sengon butho mencapai 37%, meningkat sebesar 4% dibanding tahun 2011. Sama seperti terjadi pada BMO, ukuran Sengon butho umumnya sudah mencapai tingkatan tiang dan pohon. Wajar jika jarang terjadi kasus kematian. Umur tertua untuk LMO saat terakhir adalah diatas 10 tahun dengan rerata diameter 24 cm dan tinggi 17 m.

✓ Johar (*Cassia siamea* Lamk.)

Mempunyai nama sebutan lain (sinonim) sebagai *Senna sumatrana* Roxb. Merupakan tanaman yang berasal dari kawasan Asia Tenggara. Sejak tahun 1920-an mulai diintroduksi ke sejumlah negara Afrika seperti Ghana, Ethiopia, Nigeria, Afrika selatan serta negara Amerika Latin seperti Cuba dan Puertorico. Manfaat dari jenis ini kebanyakan adalah untuk kayu bakar yang sangat digemari masyarakat. Jenis ini tumbuh dengan bagus

pada kawasan tropis dataran rendah utamanya dengan iklim monsoon. Tidak disarankan ditanam diatas ketinggian 1.300 m dpl., sebab jenis ini tidak tahan udara dingin dan ancaman udara beku.

Belum banyak dilaporkan sebagai referensi, bagaimana pertumbuhan Johar ini jika ditanam pada lahan kritis seperti lahan pascatambang. Di beberapa lahan pasca tambang lain di Kalimantan Timur secara sporadis jenis johar juga telah dicoba tanam namun belum atau tidak dapat dijadikan sebagai referensi ilmiah.

Sekalipun demikian, jenis *Cassia seamea* juga ditanam oleh PT Berau Coal, namun hanya dijumpai berdasar sampling ditanam sebagai tanaman pokok di BMO, tidak dijumpai pada kedua site lainnya. Penanaman johar di BMO juga baru sebatas plot umur muda (0-2tahun)+2 dan (2-4tahun)+2. Dengan demikian umur tertua saat evaluasi terakhir adalah sekitar 6 tahun, dengan rata-rata diameter 17 cm dan tinggi 15 m. Tingkat keberhasilan hidup jenis Johar lumayan tinggi, bahkan cenderung 100%.

✓ Akasia (*Acacia mangium* Wild.)

Jenis timber dari anggota suku Fabaceae (kelompok tumbuhan polong; legume) ini merupakan spesies pendatang bagi bagi Kalimantan Timur. Daerah asal penyebaran adalah kepulauan Indonesia bagian timur, juga secara alami terdapat di Papunyuini dan bagian utara Australia. Adapun sifat tumbuhnya yang adaptif pada lahan terbuka

dan kritis menjadikannya jenis unggulan untuk tujuan reforestasi maupun afforestasi. Dalam perjalanan beberapa puluh tahun terakhir, *Acacia mangium* Wild telah menunjukkan gejala tumbuh dan menyebar di luar perkiraan semula. Jenis legum ini mampu berkembang begitu pesat terutama dalam menempati lahan hutan yang baru saja terbuka baik akibat penebangan maupun kebakaran jika di sekitarnya terdapat pohon induk Akasia ini.

Bijinya yang melimpah hampir sepanjang waktu dan punya sifat dorman, penyebarannya yang terbantu oleh vektor unggas tetentu telah menjadikannya berkembang pesat melebihi perkembangan spesies pohon lokal. Spesies *Acacia mangium* Wild., juga sangat dikenal daya tahannya terhadap kejadian kebakaran. Jika sebagian pohon utama mampu bertunas pasca kebakaran, justru semai dari biji yang dormanlah yang kemudian serempak tumbuh menyerupai permadani hijau.

Dari sejumlah laporan dan pengamatan, keberadaan *Acacia mangium* Wild., yang sengaja ditanam di batas hutan alam kurang menguntungkan spesies lokal atau jenis asli setempat. Sifat hutan sekunder yang mudah terbakar seakan memberi peluang lebih menguntungkan kepada *Acacia mangium* Wild., daripada spesies lokal. Kejadian invasi sudah banyak dilaporkan, utamanya jika *Acacia mangium* Wild., ditanam berdampingan dengan hutan alam sekunder sebagaimana terjadi di hutan penelitian dan pendidikan Bukit Soeharto, Universitas Mulawarman (HPPBS-UNMUL) yang terletak di Km 60 antara Samarinda.-

Balikpapan.

Akasia banyak ditanam dalam kawasan reklamasi pasca tambang terbuka oleh sejumlah pemegang konsesi tambang terbuka. Kondisi lahan pasca tambang yang ekstrim secara ekologis tidak banyak menghambat pertumbuhan dan perkembang-biakan jenis legum yang satu ini. Hanya saja dari beberapa kalangan mulai tumbuh adanya semacam penolakan terhadap penggunaan Akasia ini di lahan hutan maupun pasca tambang. Penolakan yang justru muncul karena toleransi dan daya tumbuh Akasia yang begitu tinggi sehingga seakan mengalahkan jenis pohon lain dan bahkan dibanding dari keluarga legum sendiri. IUCN sendiri belum secara resmi memasukkan akasia ini sebagai jenis tumbuhan invasif, namun potensi dan gejala demikian telah nampak dalam sejumlah kasus dimana Akasia ditanam pada lahan yang subur.

Sampai saat sekarang penggunaan Akasia mangium yang telah terseleksi (unggul) masih banyak dikembangkan dalam dunia bisnis kehutanan. Sifat pertumbuhannya yang cepat dan relatif tahan kekeringan dan penyakit, menjadikan Akasia satu dari sejumlah kecil komoditas kayu dan penghasil bahan kertas (pulp). Untuk upaya reklamasi lahan pasca tambang oleh PT Berau Coal, penggunaan *Acacia mangium* sebagai jenis tanaman pokok ditemukan merata di ketiga site. Sebagai contoh, di SMO menggunakan jenis Akasia sebagai tanaman pokok pada umur plot (0-2tahun)+2 hingga proporsi 8% (turun 4% dibanding tahun 2011). Penggunaan sebagai

tanaman pokok di BMO mencapai tingkat 17% (turun 6% dibanding tahun 2011). Demikian juga yang terjadi di LMO, proporsi penanaman akasia di tahun 2013 tinggal 13%, turun dari 14% di tahun 2011.

Penurunan jumlah individu *Acacia mangium* umumnya karena umur generatif (?), terindikasi kejadiannya pada umur plot di atas (8tahun)+2 sebagaimana terjadi di BMO dan LMO.

✓ Kihujan, Trembesi (*Samanea saman* Merr.)

Jenis introduktif *Samanea saman* Merr., disebut juga dengan nama lokal Sunda Ki Hujan, atau pohon hujan, atau Trembesi dalam bahasa Jawa, adalah sebutan bagi pohon legum yang dapat mencapai ukuran raksasa ini. Termasuk dalam keluarga polong (legumes) lebih tepatnya suku Fabaceae (dahulu Leguminosae). Sebaran alami (*native range*) dari jenis Trembesi adalah kawasan Amerika Selatan bagian utara (Colombia, Venezuela dan El Salvador). Daerah sebaran introduksi selama ini meliputi Meksiko, Peru, Bolivia dan Brasilia termasuk Kalimantan dan tempat lain di Indonesia.

Bunga Trembesi adalah majemuk bongkol, anak bunga dengan stamen (tangcai benang sari) warna putih dan merah keunguan bagian atas sehingga ketika mekar bersamaan menimbulkan warna menarik. Pada masing masing anak bunga menghasilkan nektar pada bagian dasar bunganya, sehingga sangat menarik bagi polinator.

Buah *Samanea saman* ketika matang (ripe) berwarna ungu kemerahan (lihat gambar) serta mempunyai rasa manis-pahit serta mengandung aroma menarik bagi satwa penyebar biji (*seeds dispersal agent*). Panjang buah (buah bangun polong) antara 10 hingga 20 cm. Biji Trembesi mengandung protein serta lemak, sehingga tergolong sumber kalori yang tidak beracun sehingga dapat dimakan (edible). Secara ekologis, Ki Hujan memerlukan ruang tumbuh terbuka dan lapang, sehingga penanaman secara rapat justru akan menghilangkan karakter spesifik tajuknya yang berfungsi sebagai penangas atau pelindung. Tempat tempat penimbunan kayu perhutani di Jawa identik dengan keteduhan pohon raksasa jenis polong introduktif ini.

Euforia tanam pohon pelindung iklim (trembesi *diblow-up* sebagai penjaga suhu bumi dari pemanasan global) tentu bukan dijadikan alasan kenapa ditanam dia areal pasca tambang yang ekstrim oleh PT Berau Coal. Sebagai anggota legum (Fabaceae), Trembesi punya kemampuan dasar adaptasi tempat tumbuh sebagaimana Sengon laut dan Sengon butho serta Johar. Tetapi sayangnya hanya menempati proporsi kecil sebagai tanaman pokok, itupun hanya di SMO dan LMO (berturut-turut masing-masing 1% dan 5%).

Sebagai pohon peneduh, dengan pertumbuhan pesat dan tajuk raksasa, nampaknya jenis ini kurang sesuai untuk ditanam pada tanah infertil, termasuk pada kawasan dengan ketersediaan air terbatas. Begitupun belum ada laporan ilmiah, adakah sifat dasar tumbuh

dan keterbatasan air menjadi penyebab kegagalan unuk berkembang di areal reklamasi pasca tambang.

- ✓ Jabon, Kelempayan (*Anthocephalus cadamba* (Roxb.) Miq.)

Jabon atau Kadam adalah nama local untuk *Anthocephalus cadamba*. Nama ilmiah lain yang pernah digunakan adalah *Anthocephalus chinensis* (Lamk.) Rich., merupakan jenis tumbuhan tropis yang termasuk anggota suku Rubiaceae (duduk daun berhadapan).

Dikenal juga sebagai species pionir/pemula yang sedemikian saja muncul tatkala hutan tropis primer terbuka akibat bencana maupun penebangan, baik di pinggir jalan logging, sepanjang tepian sungai maupun tempat-tempat genangan air lainnya. Merupakan tumbuhan dengan sebaran alami di wilayah China, India, Indonesia, Malaysia, Papua Nyugini, Philipine dan Vietnam. Penyebaran introduktif tercatat hingga Costarica, Puerto Rico, Afrika Selatan dan Venezuela.

Tumbuhan *Anthocephalus cadamba* (Lamk.) Rich., dapat tumbuh subur pada daerah hingga ketinggian 800 meter dpl., curah hujan tahunan hingga 1.600 mm. Jabon ini tidak dapat tumbuh dengan baik manakala berada pada lahan yang kritis apalagi drainase buruk.

Penyebaran buah atau biji sangat terbantu peran binatang, utamanya yang menyukai buahnya yang beraroma dan manis. Tumbuhan Jabon dalam kondisi subur dapat berbuah menjelang umur 4 tahun. Bulan

berbunga di Indonesia adalah antara April-Agustus (kadang juga antara Maret-November). Melihat tipologi pertumbuhannya secara alami yang begitu cepat serta tampilan pohon yang memikat, menjadikan Jabon banyak diharapkan menjadi komoditas yang menjanjikan dan mulai dilakukan banyak pihak, termasuk pihak investor Hutan Tanaman Industri (HTI) di sejumlah daerah di Jawa. Namun informasi tentang tuntutan kualitas tempat tumbuh yang masih belum sepenuhnya terungkap menjadikan pemilihan Jabon sebagai objek investasi sering masih menimbulkan tanda tanya.

Sekalipun sudah banyak diujicobakan sebagai komoditas penanaman, Jabon masih tetap menyimpan misteri jika tumbuh diluar kejadian alami. Di areal pascatambang misalnya, belum ada laporan keberhasilan yang menjanjikan, bahwa jenis lokal dan asli Kalimantan ini akan menjadi jenis yang menjadi solusi penanaman lahan kritis.

Hanya satu dari tiga site PT Berau Coal (hanya BMO) yang telah mencoba menggunakan jabon sebagai jenis tanaman pokok reklamasi. Data terakhir dari plot monitoring menunjukkan proporsi penanaman jabon menjadi 2%, turun dari 3% ditahun 2011. Kondisi fisik-pertumbuhan tanaman kurang menggembirakan.

✓ Ketapang (*Terminalia catappa* L.)

Sebagaimana jenis Angsana, jenis Ketapang juga belum merupakan pilihan dalam rangka

revegetasi oleh PT Berau Coal, sekalipun catatan ekologis jenis ini cukup menunjang upaya restorasi ekosistem karena daya hidup dan tingkat herbivori (indeks akses herbivor) yang tinggi untuk satwa mamalia. Nama lain dari jenis *Terminalia catappa* L., adalah *Badamia comersoni* Gaertn., *Buceras catappa* Hitchc., *Juglans catappa* Lour., *Phytolacca javanica* Osbeck, *Terminalia badamia* Tul., *Terminalia dichotoma* Miq., *Terminalia latifolia* Blanco, *Terminalia mauritana* Blanco, *Terminalia moluccana* Lamk.

Ketapang atau *Terminalia catappa* berdasar pustaka yang ada merupakan jenis asli daerah Asia Tenggara, termasuk Sumatera dan Kalimantan. Dalam perjalanan waktu menjadi tanaman introduksi di daerah Australia utara, Pakistan, India, berbagai negara Afrika barat dan timur serta Amerika Tengah. Tumbuh dan berkembang pada wilayah tropis lembab, tropis kering, serta daerah pantai berpasir selama dalam kawasan tropis.

Di daerah Asia, Ketapang menggugurkan daun dua kali dalam setahun serta berbunga hingga tiga kali dalam setahun. Penyerbukan banyak dilakukan oleh serangga Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera dan Lepidoptera. Buah matang menjadi santapan kelelawar buah (codot) dan bijinya tersebar luas, kadang menjadi makanan mamalia seperti bajing dan tikus. Struktur biji juga memungkinkan Ketapang tersebar luas melalui lautan dan bertahan tetap viable (mampu berkecambah) dalam jangka waktu lama.

Sekalipun punya toleransi tempat tumbuh yang lebar, belum ada laporan hasil uji coba penanaman ketapang di daerah reklamasi pasca tambang. Dengan perakaran dangkal yang menyebar, sesungguhnya Ketapang sangat berpeluang tumbuh di areal pasca tambang yang solum tanahnya terbatas. Hanya di site SMO yang telah menguji-cobakan penggunaan jenis ini untuk revegetasi. Itupun dilakukan dalam jumlah terbatas dan hanya pada umur plot (4-6tahun)+2. Sesungguhnya, performance pohon jenis tersebut sangat bagus, menunjukkan kualitas tumbuh yang menjanjikan.

2. Risalah Tanaman Sisipan

Tanaman sisipan adalah jenis vegetasi yang ditanam setelah tanaman pokok mencapai umur tertentu. Tanaman sisipan umumnya menggunakan jenis lokal ataupun jenis yang punya makna ekologis bagi pemulihan ekosistem karena umumnya menghasilkan buah yang digemari satwa. Namun risalah kali ini baru membahas 3 (tiga) jenis tanaman sisipan yang kesemuanya berupa tanaman pegasil kayu yakni Kapur, Nyatoh dan Meranti merah. Untuk mengenal lebih jauh informasi tentang 3 (tiga) jenis tanaman sisipan utama, disampaikan risalah ekologis sebagai berikut.

- ✓ Kapur, Kapurbatu (*Dryobalanops beccarii* Dyer.)

Merupakan jenis asli (*native species*) pulau Kalimantan, termasuk Kalimantan Timur. Tergolong jenis pohon besar, tersebar di hutan alam hingga ketinggian 700 m dpl., batang dapat mencapai tinggi 57 m di hutan alam yang belum terganggu dengan diameter

mencapai 160 cm dbh. Batang menghasilkan resin (damar atau kamper), permukaan kulit batang bersisik (mengelupas) warna coklat cerah. Daun tunggal, ketika muda berwarna merah, ujung daun meruncing (*acuminatus*), terdapat stipula dengan panjang hingga 7 mm. Bunga warna putih, ukuran diameter 25 mm tersusun malai. Buah bersayap lima, panjang hingga 65 mm. Kegunaan kayu secara luas sebagai bahan bangunan/konstruksi bangunan/rumah tinggal, dengan nilai jual sangat tinggi menjadikan jenis Kapur di hutan alam mengalami eksploitasi besar-besaran.

Pertumbuhan Kapur batu sebagai tanaman sisipan revegetasi pasca tambang belum banyak dilaporkan hasil evaluasinya. Akan tetapi sebagai anggota suku Dipterocarpaceae pertumbuhan Kapur memerlukan naungan sebesar 40-55% pada stadium semai hingga pancang. Persentase naungan yang sama umumnya diperlukan kelompok Dipterocarpaceae lainnya seperti kelompok Meranti (*Shorea spp.*). Semua site dalam lingkup PT Berau Coal telah menggunakan jenis Kapur batu ini sebagai tanaman sisipan. Paling banyak menggunakan adalah LMO, diikuti BMO dan kemudian SMO. Persen hidup jenis Kapur sebagai tanaman sisipan juga terbilang sangat tinggi, terutama jika tempat tanam sudah cukup ternaungi.

✓ Nyatoh (*Palaquium gutta* (Hook.f.) Baillon.

Merupakan jenis asli kawasan Asia Tenggara termasuk Kalimantan. Daerah sebaran geografis meliputi kawasan semenanjung malaya, bahkan tercatat juga secara alami

tumbuh di Australia bagian utara dan kepulauan Solomon. Pohon yang punya sejarah nilai ekonomi sangat tinggi karena menghasilkan getah yang disebut "percha" yang tidak lain adalah senyawa polyterpene. Getah percha dahulu (pertengahan abad 19) digunakan secara luas dalam industri bahan insulator atau pembungkus kabel telekomunikasi bawah laut.

Jenis *P. gutta* dapat mencapai ketinggian tumbuh 25 hingga 45 m dengan diameter 60 Cm dbh. Kayu dapat digunakan sebagai papan dan bahan bangunan asal tidak diekspos di alam luar maupun konstruksi bawah tanah. Biji buah Palaquium dapat dimanfaatkan sebagai lilin (bahan penerangan) maupun pembuatan sabun. Hingga kini belum banyak diketahui, seberapa mampu tumbuhan asli Kalimantan ini beradaptasi dengan lahan kritis pasca tambang meskipun ditanam sebagai tanaman sisipan (bukan tanaman utama dan pemula).

✓ Meranti Merah (*Shorea parvifolia* Dyer.)

Nama jenis *Shorea parvifolia* Dyer, dikenal juga dengan sinonim *S. gentilis* atau *S. scutulata* King. Merupakan jenis penghasil kayu (timber) yang tumbuh mencapai mencapai total 49 m dengan diameter mencapai 104 Cm dbh. Daun dilengkapi stipula dengan panjang hingga 12 mm. Daun tersusun berseling tanpa dengan atau kadang dengan domatio yang kurang jelas. *Shorea parvifolia* tersebar secara geografis hingga ketinggian 1.100 m dpl, pada sejumlah daerah tropis al. Thailand, semenanjung malaya dan

seluruh kawasan pulau Kalimantan (termasuk bagian Brunei dan Malaysia). Sebagai timber yang bernilai ekonomi tinggi, populasi di alam (hutan alam) mengalami kemerosotan serius. Mempunyai musim buah yang tidak teratur, namun sering semai di alam dijumpai dalam jumlah melimpah tidak terlalu jauh dari pohon induknya.

Belum banyak informasi diketahui seberapa mampu Meranti merah jenis *S.parvifolia* ini mampu tumbuh sebagai tanaman sisipan di areal pasca tambang. Untuk areal yang terganggu seperti kawasan hutan fase awal pertumbuhan Meranti merah memerlukan naungan sebagaimana Kapur batu.

Dua dari site (BMO dan LMO) telah menggunakan Merantimerah ini sebagai tanaman sisipan. Penanamn hampir merata pada setiap umur plot tanam. Sebegitu jauh persen tumbuh juga relatif tinggi, terutama pada plot umur tua dengan perawatan bebas gulma yang intensif (pembebasan dari belitan perambat).

b) Kondisi Umum Revegetasi Lahan Reklamasi

Dibanding kekayaan jenis maupun keragaman jenis vegetasi penyusun hutan alam, maka kekayaan dan keragaman spesies pada areal reklamasi seluruh site tergolong rendah. Kondisi ekstrim tempat tumbuh pascatambang diyakini sebagai alasan utama dan pertama. Seakan sudah menjadi kenyataan di alam, bahwa tempat tumbuh ekstrim hanya dapat dihuni oleh kehidupan yang juga punya daya adaptasi super dan ekstrim. Sekalipun cahaya matahari merupakan komponen utama kehidupan vegetasi, namun tidak semua tumbuhan mampu hidup di tempat terbuka

(100% intensitas cahaya matahari), setidaknya pada saat umur muda. Tidak juga bagi jenis vegetasi sekalipun dari golongan asli setempat (*native plant species*).

Tumbuhan legum (dahulu dikenal sebagai anggota suku Leguminosae) terwakili dari segala jenis habitus. Mulai herba hingga liana dari perdu hingga pepohonan ukuran raksasa, mempunyai kelebihan dibanding kelompok tumbuhan lain, yakni dalam menyediakan kebutuhan sendiri unsur nitrogen (N) dengan melakukan simbiosis dengan bakteri tertentu (azotobacter). Oleh karenanya ada kecenderungan tumbuhan jenis legum dijadikan "ujung tombak" untuk hidup di tempat yang "ditolak" kelompok jenis tumbuhan lain.

Hampir semua jenis tanaman pokok (timber species) yang ditanam PT Berau Coal merupakan kelompok legum, seperti *Acacia mangium*, *Paraserianthes falcataria*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Samanea saman* dan *Cassia seamea*. Hanya *Terminalia cattapa* atau Ketapang dan *Gmelina arborea* atau Jati Belanda yang bukan kelompok legum. Sifat legum yang relatif tumbuh cepat kadang tidak didukung kekokohan sistem percabangan, sehingga sering pada umur tertentu mengalami patah cabang atau pelapukan akibat serangan hama atau penyakit tertentu.

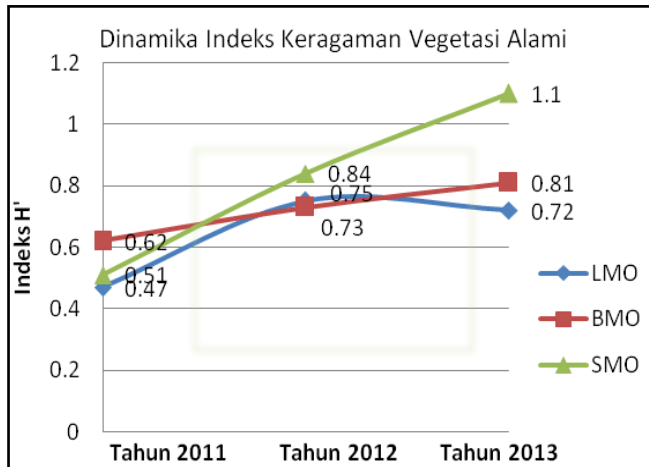
1. Kekayaan dan Keragaman Jenis Vegetasi

Sebagaimana halnya tanaman pokok, maka keberadaan jenis tanaman sisipan bermanfaat sosial-ekonomi maupun tumbuhan bernilai ekologis (asli) dituntut juga eksistensinya di dalam kawasan reklamasi pasca tambang. Tujuan penting dari penanaman sisipan (dalam dunia kehutanan disebut pengayaan jenis) adalah meningkatkan nilai dan produktivitas lahan. Tujuan lain adalah meningkatkan kekayaan jenis yang berarti peningkatan indeks keragaman hayati. Sudah terlanjur meluas difahami bahwa lahan yang ragam jenisnya tinggi punya nilai "lebih ekologis" daripada

yang rendah. Benar memang semakin banyak komposisi jenis di suatu lahan, maka peluang indeks keragamannya juga meninggi. Indeks keragaman yang tinggi itu tentu baik. Namun kawasan dengan indeks keragaman tidak tinggi juga belum tentu tidak baik, jika menggunakan logika dan pendekatan fungsi ekologis. Hanya jika sebatas menggunakan pemahaman kandungan biomassa (*aboveground biomass approach*), tentu keragaman yang rendah menjadi kurang bernilai dibanding yang keragamannya tinggi.

Peningkatan kekayaan jenis vegetasi hasil reklamasi tidak semata melalui penanaman sisipan. Jauh sebelum penanaman sisipan dilakukan, kemunculan vegetasi alami sudah punya andil dalam pengayaan jenis secara alami. Hanya sering terkendala pada taraf pengenalan awal dan pengelolaan berikutnya (mati akibat kompetisi atau karena perawatan/pembebasan pesaing). Justru kemunculan vegetasi alami adalah dinamika ekologis yang obyektif, bersifat suksesif dan merupakan refleksi kualitas tempat tumbuh secara umum.

Kekayaan dan keragaman hayati (vegetasi alami) antara tiga MO selama tiga tahun monitoring layak untuk disimak (Gambar 3.35). Penghitungan indeks sengaja tidak mencampurkan dengan keberadaan tanaman pokok dan tanaman sisipan, dengan pertimbangan yang ingin dilihat bukan sekedar besar-kecilnya indeks, namun lebih dari itu juga dapat dijadikan indikator karakter tempat tumbuh masing-masing site. Juga bukan berarti tanaman pokok dan sisipan tidak berpengaruh pada perbaikan fungsi ekosistem.

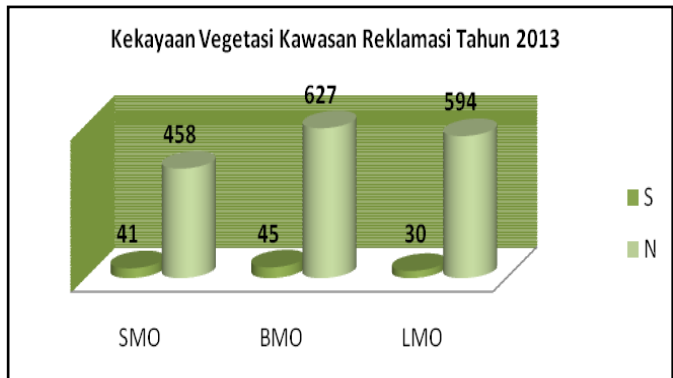


Gambar 3.35 Dinamika Indeks Keragaman Hayati (H')

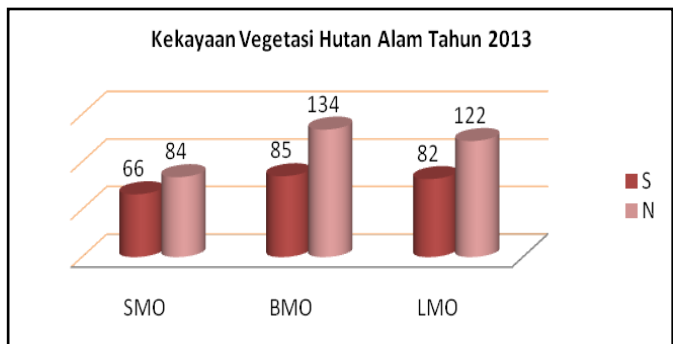
Gambar tersebut di atas menjadi ilustrasi bahwa dinamika vegetasi alami pada SMO dan BMO cenderung meningkat kecuali yang terjadi di LMO yang justru menurun. Ada kemungkinan hal ini terkait dengan kompetisi atau justru perawatan/pembebasan tanaman pokok dari persaingan gulma. Umumnya sosok tanaman muda alami sulit dikenali dan dibedakan dengan gulma oleh para pekerja lapangan. Nampak dari hal tersebut bahwa tipologi dan "kualitas" ekologis dari ketiga site juga berbeda, jika kemunculan vegetasi dijadikan indikator alamiah. Tidak mudah mengatakan mana yang lebih baik, meski diketahui mana yang lebih tinggi indeks keragamannya.

Kekayaan jenis vegetasi gabungan (tanaman pokok, sisipan dan vegetasi alami) antara tiga MO cukup jelas berbeda seperti pada Gambar 3.36. Selanjutnya, hutan alam sendiri sebagai acuan kekayaan jenis, menyimpan perbedaan antara masing-masing SMO. Data dari plot dengan luasan kumulatif 0,04 ha, diperoleh gambaran seperti pada Gambar 3.37. Nampak sekali kawasan hutan alam BMO paling tinggi menyimpan kekayaan

jenis sekaligus individu per luasan plot. Oleh karena menggunakan luasan uji sampling yang tidak sama, tidak semestinya antara areal kondisi vegetasi reklamasi dan hutan alam diperbandingkan.



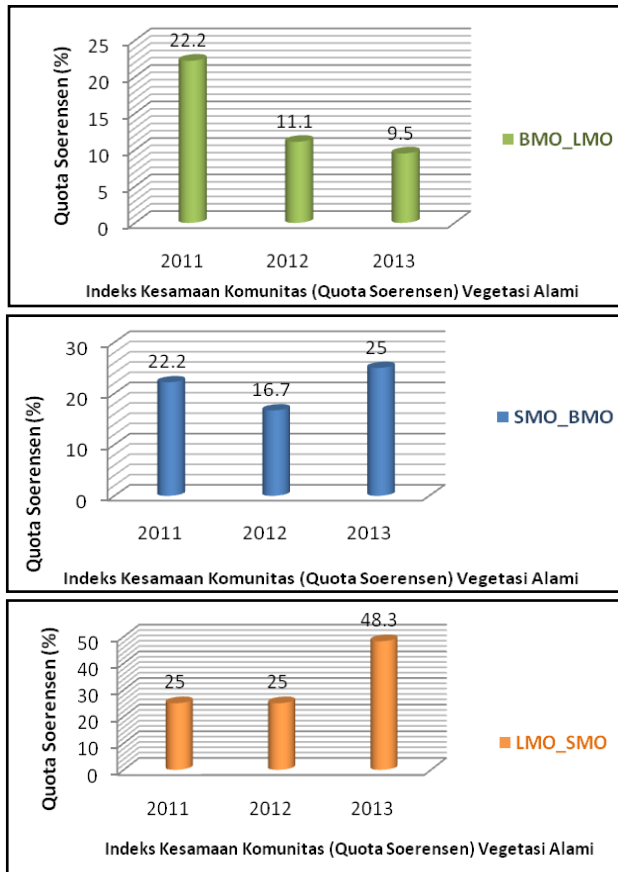
Gambar 3.36 Kekayaan Vegetasi Kawasan Reklamasi (Luas Plot 0.6 Ha)



Gambar 3.37 Kekayaan Vegetasi Kawasan Hutan Alam (Luas Plot 0.04 Ha)

2. Kesamaan Komunitas Vegetasi

Indeks diversitas yang sama, belum tentu mencerminkan komposisi komunitas yang sama. Boleh jadi total berbeda atau sebagian saja berbeda. Untuk itu Soerensen menganggap penting mengetahui, adakah dua komunitas (jika toh indeks keragamannya sama) juga terbentuk dari komunitas (komposisi jenis) yang sama.



Gambar 3.38 Indeks Kesamaan Komunitas Antar Site

Sebagian jenis vegetasi alami umumnya muncul akibat penyebaran biji oleh satwa atau tersebar dengan sendirinya serta menemui kondisi tempat tumbuh ideal (tidak lagi terlalu terbuka). Namun tidak kurang pula vegetasi yang segera muncul ketika lahan masih terbuka umumnya berumur pendek. Apapun karakter vegetasi alami, kemunculannya jelas sebagai kekayaan sekaligus indikator kualitas tempat tumbuhnya.

c) Keberhasilan Reklamasi Pasca Tambang

1. Standarisasi Keberhasilan Reklamasi

Sebagaimana amanat peraturan-perundangan bahwa pasca tambang kawasan hutan pinjam pakai harus dikembalikan kepada kementerian kehutanan/pemerintah sebagai representasi negara. Keberhasilan reklamasi tergantung status lahan dari pasca tambang yang bersangkutan. Jika merupakan kawasan hutan (kawasan pinjam pakai) maka keberhasilan reklamasi mengacu pada (Kehutanan, 2009) tentang standar keberhasilan reklamasi hutan pasca tambang. Dari segi jumlah tanaman dapat tercapai standar minimal 625 pohon hidup perhektar. Makna dibalik standar ini adalah vegetasi yang pada ukuran dewasa mampu mencapai diameter 20 cm dbh. Oleh karena itu hanya vegetasi ber"habitus" pohon yang harus mendapat perhatian utama. Kedua adalah proporsi atau perbandingan antara jenis introduksi dan lokal harus mencapai tataran tertentu yakni 40% dari total pohon yang ada.

Representasi vegetasi lokal juga dipersyaratkan secara eksplisit di dalam (Kehutanan, 2009) agar idealnya mencapai komposisi 40% dari jenis-jenis yang ditanam. Persyaratan ini agak rancu mengingat jumlah minimum jenis yang ditanam tidak dibatasi. Jika yang dimaksud adalah 40% jumlah tanaman ideal (625 individu), maka jika hanya ada dua jenis tanaman,

dapat diartikan bahwa jenis lokal harus mencapai jumlah 250 individu.

Jika status lahan tambang adalah lahan yang dibebani hak milik atau areal penggunaan lain (APL), maka otomatis Permen ESDM No. 18 tahun 2008 menjadi acuan utama dalam penetapan keberhasilan reklamasi. Keragaman hayati tidak secara eksplisit dituntut dalam Permenhut No. 60/2009, namun sebaliknya secara kualitatif justru disyaratkan oleh Permen-ESDM tersebut.

2. Status Reklamasi / Revegetasi

Dari sudut pandang revegetasi, khususnya persen hidup atau jumlah individu tanaman pokok, tanamn sisipan dan vegetasi alami, maka hampir dipastikan bahwa semua plot revegetasi terisi 100% atau lebih. Namun tidak semua tanaman dan vegetasi alami sudah mencapai ukuran pohon. Sehingga masih memerlukan perawatan dan pengamatan hingga beberapa tahun kedepan, tergantung kecepatan dan sifat tumbuh tanaman itu sendiri. Jenis-jenis seperti Sengonlaut dan Sengonbuto, dapat mencapai ukuran pohon sebelum umur 8 tahun. Namun tidak atau belum tentu terjadi sekiranya tanaman tersebut adalah *Cassia seamea* atau Johar.

3.10 Perkembangan Fauna

a) Avifauna

1. Kehadiran Jenis Burung pada Seluruh Lokasi Penelitian

Tabel 3.10 di bawah ini merupakan perbandingan data perolehan jenis dari tahun pertama hingga tahun ketiga. Jumlah individu pada Site Sambarata terlihat lebih tinggi nilainya di antara Site Lati dan Site Binungan, sedangkan jumlah famili dan jumlah jenis

yang dijumpai tidak terlalu signifikan perbedaannya.

Tabel 3.10 Daftar Perbandingan Jenis Burung pada Ketiga Site (SMO, BMO, LMO)

Tahun	Famili	Jenis	Individu
Lati (LMO)			
2011	18	55	92
2012	16	30	113
2013	23	51	242
Total	24	64	
Binungan (BMO)			
2011	17	25	79
2012	24	37	95
2013	23	38	145
Total	30	61	
Sambarata (SMO)			
2011	19	26	95
2012	24	49	211
2013	29	74	419
Total	32	93	

Ketiga lokasi penelitian memiliki jarak yang cukup jauh satu sama lainnya. Dengan demikian mengambil satu kesimpulan untuk ketiga lokasi tersebut tidak selalu akan memberikan gambaran yang baik dan benar dari kehadiran masing-masing jenis yang ditemukan pada masing-masing lokasi penelitian. Namun demikian sebagai resume satu kegiatan penelitian yang panjang dari ketiga lokasi tersebut selama kurang lebih tiga tahun ditemukan sebanyak 116 jenis dari 32 Famili.

Kehadiran ataupun ketidakhadiran (*presence/absent*) jenis-jenis burung dari masing-masing lokasi penelitian adalah bebas satu sama lain untuk sebagian besar jenis kecuali untuk beberapa species yang

memiliki kemampuan terbang tinggi seperti jenis-jenis kelompok famili Acciptridae, Bucerotidae, Hirundinidae dan Muscicapidae. Namun demikian menarik untuk dilihat pada kesempatan penelitian yang akan datang apakah jenis-jenis dari famili di atas adalah berasal dari individu yang sama. Perolehan jenis burung pada ketiga lokasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Keseluruhan Jenis Burung pada Ketiga Site (SMO, BMO, LMO)

Famili	Nama Ilmiah	Site		
		LMO	BMO	SMO
Acciptridae	<i>Accipiter trivirgatus</i>	0	1	1
	<i>Aviceda jerdoni</i>	0	0	3
	<i>Haliaeetus leucogaster</i>	0	1	0
	<i>Haliastur indus</i>	9	1	1
	<i>Ichthyophaga humilis</i>	0	1	0
	<i>Ictinaetus malayensis</i>	0	1	4
	<i>Nisaetus cirrhatus</i>	4	1	2
	<i>Pernis ptilorhynchus</i>	1	0	0
Alcedinidae	<i>Alcedo Meninting</i>	1	3	8
	<i>Ceyx erithacus</i>	5	0	1
	<i>Pelargopsis capensis</i>	0	1	3
Anatidae	<i>Dendrocygna arcuata</i>	0	0	40
Anhingidae	<i>Anhinga melanogaster</i>	1	4	0
Ardeidae	<i>Egretta garzetta</i>	0	1	0
Bucerotidae	<i>Aceros corrugatus</i>	0	4	0
	<i>Anthracoceros albirostris</i>	6	0	0
	<i>Anthracoceros malayanus</i>	2	0	22
	<i>Buceros rhinoceros</i>	17	1	6
	<i>Rhinoplax vigil</i>	7	0	0
Campephagidae	<i>Hemipus hirundinaceus</i>	0	1	3
Capitonidae	<i>Calorhamphus fuliginosus</i>	2	0	3
Chloropseidae	<i>Aegithina tiphia</i>	5	5	8
	<i>Chloropsis cyanopogon</i>	0	3	2
	<i>Chloropsis sonnerarti</i>	5	4	0
Columbidae	<i>Chalcopaps indica</i>	3	4	2
	<i>Treron olax</i>	0	0	1
	<i>Treron vernans</i>	0	3	0
	<i>Treron vernans</i>	0	0	2

Famili	Nama Ilmiah	Site		
		LMO	BMO	SMO
Coraciidae	<i>Eurystomus orientalis</i>	2	5	1
Corvidae	<i>Corvus enca</i>	20	14	24
Cuculidae	<i>Cacomantis merulinus</i>	3	14	13
	<i>Centropus bengalensis</i>	10	9	3
	<i>Centropus rectunguis</i>	0	1	0
	<i>Centropus sinensis</i>	1	3	4
	<i>Cuculus fugax</i>	0	1	0
	<i>Cuculus micropetrus</i>	4	1	0
	<i>Cuculus sparveriodes</i>	0	1	0
	<i>Phaenicophaeus chlorophaeus</i>	4	0	2
	<i>Phaenicophaeus curvirostris</i>	3	5	5
	<i>Surniculus lugubris</i>	6	5	5
Dicaeidae	<i>Dicaeum cruentatum</i>	1	4	0
	<i>Dicaeum trigonostigma</i>	6	8	10
	<i>Prionochilus percussus</i>	0	0	1
	<i>Prionochilus xanthopygius</i>	6	2	1
	<i>Prionochilus maculatus</i>	4	0	2
	<i>Prionochilus percussus</i>	3	0	0
	<i>Prionochilus thoracicus</i>	0	0	1
Dicruridae	<i>Dicrurus aeneus</i>	0	0	1
	<i>Dicrurus annectans</i>	0	0	1
	<i>Dicrurus paradiseus</i>	0	2	2
Eurylaimidae	<i>Cymbirhynchus macrohynchos</i>	3	1	10
	<i>Eurylaimus ochromalus</i>	2	0	5
Falconidae	<i>Microhierax fringillarius</i>	0	1	2
	<i>Microhierax latifrons</i>	0	0	1
Hirundinidae	<i>Hirundo tahitica</i>	0	2	30
Laniidae	<i>Lanius tigrinus</i>	0	1	0
Motacillidae	<i>Anthus novaeseelandiae</i>	0	1	2
Muscicapidae	<i>Cyornis caerulatus</i>	1	0	2
	<i>Cyornis turcosus</i>	1	0	2
	<i>Cyornis unicolor</i>	0	0	1
	<i>Ficedula hyperythra</i>	1	0	0
	<i>Ficedula narcissina</i>	0	0	1
	<i>Hypothymis azurea</i>	13	0	15
	<i>Philenthoma pyrhopterum</i>	0	0	6
	<i>Rhinomyias umbratilis</i>	3	0	7
	<i>Rhinomyias ruficauda</i>	2	0	0
	<i>Rhipidura javanica</i>	4	15	26

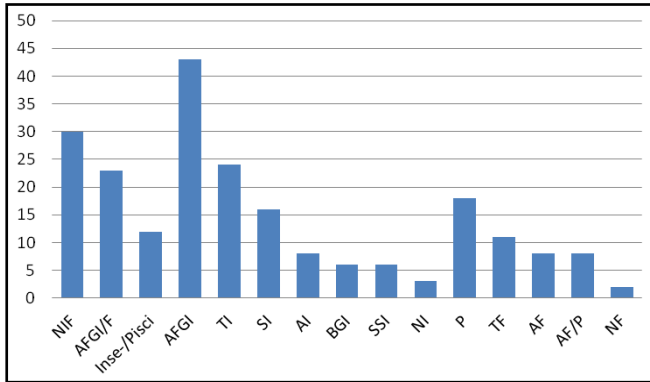
Famili	Nama Ilmiah	Site		
		LMO	BMO	SMO
Nectariniidae	<i>Aethopyga siparaja</i>	3	6	6
	<i>Anthreptes malacensis</i>	9	10	8
	<i>Anthreptes symplex</i>	3	5	2
	<i>Anthreptes singalensis</i>	4	3	5
	<i>Arachnothera longirostra</i>	17	3	24
	<i>Hypogramma hypogrammicum</i>	7	0	5
Oriolidae	<i>Nectarinia sperata</i>	0	0	1
	<i>Oriolus chinensis</i>	1	0	0
	<i>Oriolus xanthonotus</i>	3	0	0
Phasianidae	<i>Oriolus xanthornus</i>	2	0	0
	<i>Argusianus argus</i>	0	0	1
Picidae	<i>Dryocopus javensis</i>	0	0	1
	<i>Megalaima rafflesii</i>	0	0	1
	<i>Meiglyptes tukki</i>	10	3	7
	<i>Reinwardtipicus validus</i>	0	0	1
	<i>Sasia abnormis</i>	5	3	6
Pittidae	<i>Pitta granatina</i>	0	0	1
	<i>Pitta sordida</i>	6	2	2
Ploceidae	<i>Lonchura fuscans</i>	10	22	16
	<i>Lonchura malacca</i>	0	0	4
Psittacidae	<i>Loriculus galgulus</i>	0	2	1
Pycnonotidae	<i>Alophoixus phaeocephalus</i>	0	0	3
	<i>Pycnonotus atriceps</i>	0	0	7
	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	0	0	1
	<i>Pycnonotus brunneus</i>	29	9	30
	<i>Pycnonotus erythoptalmus</i>	0	0	10
	<i>Pycnonotus eutilotus</i>	0	0	2
	<i>Pycnonotus goiavier</i>	24	34	28
	<i>Pycnonotus symplex</i>	19	10	43
	<i>Pycnonotus squamatus</i>	0	1	0
	<i>Tricholestes criniger</i>	1	0	4
Rallidae	<i>Amaurornis phoenicurus</i>	0	6	4
Scolopacidae	<i>Actitis hypoleucos</i>	0	0	1
Silviidae	<i>Orthotomus atrogularis</i>	2	0	1
	<i>Orthotomus ruficeps</i>	0	2	3
	<i>Orthotomus sericeus</i>	25	17	26
	<i>Prinia flaviventris</i>	1	3	1
Sittidae	<i>Sitta frontalis</i>	5	0	0
Sturnidae	<i>Gracula religiosa</i>	7	6	87
Timaliidae	<i>Macronous gularis</i>	52	26	46
	<i>Macronous ptilosus</i>	17	0	3

Famili	Nama Ilmiah	Site		
		LMO	BMO	SMO
	<i>Malacocincla malaccense</i>	1	0	1
	<i>Malacopteron cinereum</i>	0	0	7
	<i>Pellorneum capistratum</i>	0	0	3
	<i>Stachyris erythroptera</i>	0	0	8
	<i>Trichastoma bicolor</i>	0	0	3
Trogonidae	<i>Harpactes diardii</i>	0	0	1
	<i>Harpactes duvaucelii</i>	0	0	1
Turdidae	<i>Copsychus malabaricus</i>	9	8	10
	<i>Copsychus saularis</i>	4	2	1

2. Kelas Makan Burung di Lokasi Penelitian

Kelas makan adalah usaha pengelompokan burung berdasarkan jenis-jenis yang menjadi makanan mereka, misalnya kelompok pemakan serangga secara umum (insectivore), pemakan buah (frugivore) atau seperti kelompok burung Pelatuk yang menggerek batang pohon untuk mencari serangga (Bark Gleaning Insectivore).

Pada grafik (Gambar 3.39) di bawah ini terlihat bahwa kelompok jenis burung didominasi oleh kelompok burung pemakan serangga dan pemakan buah (frugivore). Tingginya kehadiran jenis pemakan serangga dan buah berkaitan dengan musim buah yang bersamaan waktunya dengan waktu dilakukannya pengamatan. Grafik berikut memperlihatkan 15 kelas makan yang ditemukan dari 116 jenis burung di tiga lokasi penelitian selama tahun 2011 - 2013.



Gambar 3.39 Kelas Makan Jenis Burung dari Ketiga Site (SMO, BMO, LMO) di PT Berau Coal

Keterangan Kelas Makan:

AF : Arboreal Frugivore, AF/P : Arboreal Frugivore/Predator, AFGI : Arboreal Foliage, Gleaning Insectivore, *AFGI/F* : Arboreal Foliage Gleaning Insectivore/Frugivore, AI : Aerial Insectivore, ANI : Aerial Nectarivore Insectivore, BGI : Bark Gleaning Insectivore, NF : Nectarivore/Frugivore, NI : Nectarivore/Insectivore, NIF : Nectarivore/Insectivore/Frugivore, SI : Sallying Insectivore, P : Predator, SI : Sallying Insectivore, SSI : Sallying Substrate Insectivore, TF : Terrestrial Frugivore, TI : Terrestrial Insectivore, Inse-/Pisci : Insectivore/ Piscivore.

Hampir 50% burung-burung yang ditemukan adalah pemakan serangga (Insectivore), sedangkan sisanya terdiri dari pemakan campuran (Frugivore, Insectivore dan Nectarivore) sebanyak 30% dan yang non insectivore (Frugivore murni dan Predator) sebanyak 20%. Areal reklamasi banyak menyediakan pakan berupa serangga dibandingkan dengan pakan berupa buah ataupun mamalia kecil. Besar kemungkinan jenis burung yang pertama kali datang ke areal bekas tambang adalah jenis pemakan serangga terlebih dahulu sebelum pemakan buah ataupun yang lainnya. Kelihatannya areal reklamasi untuk beberapa jenis burung sudah menyediakan habitat yang cocok bagi

beberapa jenis burung tidak hanya dari tersedianya pakan tetapi juga tersedianya tempat bersarang dan bertelur (*breeding place*). Hal ini ditunjukkan dengan ditemukannya sarang beserta telur dari jenis *Rhipidura javanica* di areal reklamasi tersebut.

✓ Jenis-Jenis Burung Penetap

Jenis-jenis burung yang ditemukan selama tiga tahun pengamatan dapat dikategorikan sebagai jenis-jenis burung menetap, karena walaupun kegiatan pengamatan tidak dilakukan sepanjang tahun tetapi jenis burung-burung tersebut tercatat/terdeteksi keberadaannya pada setiap saat pengamatan dari tahun 2011, 2012 dan 2013.

Jenis-jenis menetap yang ditemukan di LMO adalah *Buceros rhinoceros*, *Centropus bengalensis*, *Ceyx erithacus*, *Corvus enca*, *Hypogramma hypogrammicum*, *Hypothymis azurea*, *Lonchura fuscans*, *Macronous gularis*, *Orthotomus sericeus*, *Prionochilus xanthopygius*, *Pycnonotus brunneus*, *Pycnonotus goiavier*, *Pycnonotus simplex* dan *Sasia abnormis*. Untuk BMO jenis-jenis penetapnya adalah *Amaurornis phoenicurus*, *Cacomantis merulinus*, *Chalcopaps indica*, *Lonchura fuscans*, *Orthotomus sericeus*, *Pycnonotus goiavier*, *Rhipidura javanica*, *Sasia abnormis*, dan *Surniculus lugubris*

Sementara untuk SMO, jenis-jenis burung penetapnya adalah *Aethopyga siparaja*, *Anthracoceros malayanus*, *Anthreptes malacensis*, *Cacomantis merulinus*, *Copsychus malabaricus*, *Corvus enca*, *Gracula religiosa*, *Macronous gularis*, *Orthotomus sericeus*, *Pycnonotus brunneus*, *Pycnonotus goiavier*, *Rhipidura javanica* dan *Sasia abnormis*

Untuk beberapa jenis dari famili Bucerotidae seperti *Buceros rhinoceros* (Lati) dan *Anthracoceros malayanus* (Sambarata) yang masing-masing ditemukan sepanjang waktu penelitian selama tiga tahun bukanlah penghuni tetap daerah reklamasi bekas tambang tersebut. Dikarenakan jenis-jenis burung ini merupakan jenis yang memiliki jelajah terbang yang luas.

Beberapa jenis burung berikut ini tercatat sebagai jenis-jenis yang ditemukan sepanjang tiga tahun (selama penelitian), di semua lokasi penelitian (SMO, BMO, LMO) adalah *Orthotomus sericeus*, *Pycnonotus goiavier* dan *Sasia abnormis*. Kedua jenis pertama *Orthotomus sericeus* dan *Pycnonotus goiavier* tidak termasuk jenis yang spesifik, seperti halnya jenis *Sasia abnormis* yang umumnya ditemukan di hutan alam. *Orthotomus sericeus* dan *Pycnonotus goiavier* adalah jenis yang sering dijumpai (*common species*) dalam areal yang terbuka seperti hutan bekas tebangan baru, semak belukar, perkebunan dan lainnya.

✓ Status Perlindungan Burung yang Teridentifikasi

Jenis burung yang teridentifikasi di lokasi penelitian, beberapa diantaranya diketahui merupakan jenis yang dilindungi baik oleh peraturan nasional (Indonesia), melalui (Presiden Republik Indonesia, 1999) tentang Jenis-jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi atau oleh peraturan internasional seperti IUCN untuk melihat status keterancamannya dan CITES yang mengatur tentang perdagangannya.

Bersumber dari peraturan yang ada, jenis burung yang teridentifikasi masuk di dalam daftar jenis dilindungi berdasarkan Peraturan Pemerintah

terdapat 29 jenis, masuk dalam kategori IUCN untuk kategori Least Concern sebanyak 89 jenis, Near Threatened 23 jenis dan Vulnerable sebanyak 2 jenis. Sedangkan yang masuk dalam kategori CITES sebanyak 7 jenis. Untuk dapat melihat detail jenis yang teridentifikasi masuk dalam daftar dilindungi, dapat melihat pada Tabel 3.12.

Tabel 3.12 Daftar Jenis Burung yang Dilindungi pada Ketiga Site (SMO, BMO, LMO) di PT Berau Coal

Nama Ilmiah	LMO	BMO	SMO	Kelas Makan	Status		
					IUCN	CITES	PP
<i>Accipiter trivirgatus</i>		●	●	P	LC		√
<i>Aviceda jerdoni</i>			●	P	LC		√
<i>Haliaeetus leucogaster</i>		●		P	LC		√
<i>Haliastur indus</i>	●	●	●	P	LC		√
<i>Ichthyophaga humilis</i>		●		P	NT		√
<i>Ictinaetus malayensis</i>		●	●	P	LC		√
<i>Nisaetus cirrhatus</i>	●	●	●	P	LC		√
<i>Pernis ptilorhynchus</i>	●			P			√
<i>Alcedo Meninting</i>	●	●	●	Inse-/Pisci	LC		√
<i>Ceyx erithacus</i>	●		●	Inse-/Pisci	LC		√
<i>Pelargopsis capensis</i>		●	●	Inse-/Pisci	LC		√
<i>Dendrocygna arcuata</i>			●	Inse-/Pisci	LC		
<i>Anhinga melanogaster</i>	●	●		Inse-/Pisci	NT		
<i>Egretta garzetta</i>		●		Inse-/Pisci	LC		√
<i>Aceros corrugatus</i>		●		AF/P	NT	App II	√
<i>Anthracocero</i>	●			AF/P	LC	App II	√

Nama Ilmiah	LMO	BMO	SMO	Kelas Makan	Status		
					IUCN	CITES	PP
<i>s albirostris</i>							
<i>Anthracoceeros malayanus</i>	●		●	AF/P	NT	App II	√
<i>Buceros rhinoceros</i>	●	●		AF/P	NT	App II	√
<i>Rhinoplax vigil</i>	●			AF/P	LC	App II	√
<i>Hemipus hirundinaceus</i>		●	●	AI	LC		
<i>Calorhamphus fuliginosus</i>	●		●	AFGI	LC		
<i>Aegithina tiphia</i>	●	●	●	AFGI	LC		
<i>Chloropsis cyanopogon</i>		●	●	NIF	NT		
<i>Chloropsis sonnerarti</i>	●	●		NIF	LC		
<i>Chalcopaps indica</i>	●	●	●	TF	LC		
<i>Treron olax</i>			●	AF	LC		
<i>Treron vernans</i>		●	●	AF	LC		
<i>Eurystomus orientalis</i>	●	●	●	AF	LC		
<i>Corvus enca</i>	●	●	●	AFGI/F	LC		
<i>Cacomantis merulinus</i>	●	●	●	AFGI	LC		
<i>Centropus bengalensis</i>	●	●	●	TI	LC		
<i>Centropus rectunguis</i>		●		TI	VU		
<i>Centropus sinensis</i>	●	●	●	TI	LC		
<i>Cuculus fugax</i>		●		TI	LC		
<i>Cuculus micropetrus</i>	●	●		TI			
<i>Cuculus sparveriodes</i>		●		TI			
<i>Phaenicophaeus chlorophaeus</i>	●		●	AFGI	LC		
<i>Phaenicophaeus curvirostris</i>	●	●	●	AFGI	LC		
<i>Surniculus lugubris</i>	●	●	●	AFGI	LC		

Nama Ilmiah	LMO	BMO	SMO	Kelas Makan	Status		
					IUCN	CITES	PP
<i>Dicaeum cruentatum</i>	●	●		SSI	LC		
<i>Dicaeum trigonostigma</i>	●	●	●	NIF	LC		
<i>Prionochilus percussus</i>			●	NIF	LC		
<i>Prionochilus xanthopygius</i>	●	●	●	NIF	LC		
<i>Prionochilus maculatus</i>	●		●	AFGI/F	LC		
<i>Prionochilus percussus</i>	●			AFGI	LC		
<i>Prionochilus thoracicus</i>			●	NIF	NT		
<i>Dicrurus aeneus</i>			●	SSI	LC		
<i>Dicrurus annectans</i>			●	SSI	LC		
<i>Dicrurus paradiseus</i>		●	●	NIF	LC		
<i>Cymbirhynchus macrohynchos</i>	●	●	●	AI	LC		
<i>Eurylaimus ochromalus</i>	●		●	SSI	NT		
<i>Microhierax fringillarius</i>		●	●	P	LC		√
<i>Microhierax latifrons</i>			●	P	NT		√
<i>Hirundo tahitica</i>		●	●	AI	LC		
<i>Lanius tigrinus</i>		●		AFGI	LC		
<i>Anthus novaeseelandiae</i>		●	●	TI	LC		
<i>Cyornis caerulatus</i>	●		●	SI	VU		
<i>Cyornis turcosus</i>	●		●	SI	NT		
<i>Cyornis unicolor</i>			●	SI	LC		
<i>Ficedula hyperythra</i>	●			SI	LC		
<i>Ficedula narcissina</i>			●	SI	LC		
<i>Hypothymis azurea</i>	●		●	SI	LC		

Nama Ilmiah	LMO	BMO	SMO	Kelas Makan	Status		
					IUCN	CITES	PP
<i>Philenthoma pyrhopterum</i>			●	SI	LC		
<i>Rhinomyias umbratilis</i>	●		●	SI	LC		
<i>Rhinomyias ruficauda</i>	●			SI	NT		
<i>Rhipidura javanica</i>	●	●	●	SI	LC		√
<i>Aethopyga siparaja</i>	●	●	●	NIF	LC		√
<i>Anthreptes malacensis</i>	●	●	●	NIF	LC		√
<i>Anthreptes singalensis</i>	●	●	●	NIF	LC		√
<i>Anthreptes symplex</i>	●	●	●	NIF	LC		√
<i>Arachnothera longirostra</i>	●	●	●	NI	LC		√
<i>Hypogramma hypogrammicum</i>	●		●	NIF	LC		√
<i>Nectarinia sperata</i>			●	NIF	LC		√
<i>Oriolus chinensis</i>	●			AFGI/F	LC		
<i>Oriolus xanthonotus</i>	●			AFGI/F	NT		
<i>Oriolus xanthornus</i>	●			AFGI	LC		
<i>Argusianus argus</i>			●	TI	NT	App II	√
<i>Dryocopus javensis</i>			●	BGI	LC		
<i>Megalaima rafflesii</i>			●	AFGI	NT		
<i>Meiglyptes tukki</i>	●	●	●	BGI	NT		
<i>Reinwardtipicus validus</i>			●	BGI	NT		
<i>Sasia abnormis</i>	●	●	●	AFGI	LC		
<i>Pitta granatina</i>			●	TI	NT		
<i>Pitta sordida</i>	●	●	●	TI	LC		
<i>Lonchura fuscans</i>	●	●	●	TF	LC		
<i>Lonchura</i>			●	TF	LC		

Nama Ilmiah	LMO	BMO	SMO	Kelas Makan	Status		
					IUCN	CITES	PP
<i>malacca</i>							
<i>Loriculus galgulus</i>		●	●	NF	LC		
<i>Alophoixus phaeocephalus</i>			●	AFGI/F	LC		
<i>Pycnonotus atriceps</i>			●	AFGI/F	LC		
<i>Pycnonotus aurigaster</i>			●	AFGI/F	LC		
<i>Pycnonotus brunneus</i>	●	●	●	AFGI/F	LC		
<i>Pycnonotus erythoptalmus</i>			●	AFGI/F	LC		
<i>Pycnonotus eutilotus</i>			●	AFGI/F	NT		
<i>Pycnonotus goiavier</i>	●	●	●	AFGI/F	LC		
<i>Pycnonotus simplex</i>	●			AFGI/F	LC		
<i>Pycnonotus squamatus</i>		●		AFGI/F	NT		
<i>Pycnonotus symplex</i>		●	●	AFGI/F	LC		
<i>Tricholestes criniger</i>	●		●	AFGI/F	LC		
<i>Amauornis phoenicurus</i>		●	●	TI	LC		
<i>Actitis hypoleucos</i>			●	Inse-/Pisci	LC		
<i>Orthotomus atrogularis</i>	●		●	AFGI	LC		
<i>Orthotomus ruficeps</i>		●	●	AFGI	LC		
<i>Orthotomus sericeus</i>	●	●	●	AFGI	LC		
<i>Prinia flaviventris</i>	●	●	●	TF	LC		
<i>Sitta frontalis</i>	●			BGI	LC		
<i>Gracula religiosa</i>	●	●	●	P	LC	App II	√
<i>Macronous gularis</i>	●	●	●	AFGI	LC		
<i>Macronous pilosus</i>	●		●	AFGI	NT		
<i>Malacocincla malaccense</i>	●		●	TI	NT		

Nama Ilmiah	LMO	BMO	SMO	Kelas Makan	Status		
					IUCN	CITES	PP
<i>Malacopteron cinereum</i>			●	AFGI	LC		
<i>Pellorneum capistratum</i>			●	TI	LC		
<i>Stachyris erythroptera</i>			●	AFGI	LC		
<i>Trichastoma bicolor</i>			●	TI	LC		
<i>Harpactes diardii</i>			●	SSI	NT		
<i>Harpactes duvaucelii</i>			●	TF	NT		
<i>Copsychus malabaricus</i>	●	●	●	AFGI	LC		
<i>Copsychus saularis</i>	●	●	●	AFGI	LC		
<i>Unknown</i>			●				

Keterangan : PP : Peraturan Pemerintah , NT : Near Threatened / Hampir Terancam, LC : Least Concern/ Beresiko Rendah, VU : Vulnerable/Rentan

b) Mamalia

1. Sambarata (SMO)

Di SMO ditemukan 11 jenis mamalia dari 8 famili. Sama seperti kedua site lainnya jenis binatang berkuku (Ungulata) dari kelas Cercopitidae, yaitu Babi Berjenggot (*Sus barbatus*), Rusa (*Rusa unicolor*), Kijang (*Muntiacus muntjac*), Pelanduk Kancil (*Tragulus kanchil*) dan Pelanduk Napu (*Tragulus napu*) mendominasi temuan mamalia di lokasi pengamatan. Selain tertangkap oleh kamera otomatis, jenis-jenis ini banyak meninggalkan jejak kaki (foot print) di lokasi pengamatan.

Dari kelompok carnivore yang ditemukan adalah Tangalung Malaya (*Viverra zibetha*) yang biasa ditemukan pada tempat terbuka termasuk lahan reklamasi. Tidak ditemukan Beruang Madu (*Helarctos ussurinus*) baik di hutan alami dekat dengan areal

reklamasi maupun di dalam kawasan reklamasi. Sama dengan site reklamasi lain, jenis primata yang ditemukan adalah jenis yang paling adaptif yaitu dua jenis monyet (*Macaca*), yaitu Beruk (*Macaca nemestrina*) dan Monyet Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*).

Jenis yang tidak ditemukan di dua site areal reklamasi lainnya adalah Rindil Bulan (*Echinoserox gymnurus*). Jenis yang termasuk mamalia kecil ini adalah jenis pemakan serangga. Sebarannya ada pada hutan dataran rendah Kalimantan. Walaupun biasa di hutan primer alami, namun jenis ini juga mampu bertahan hidup pada hutan sekunder bekas kebakaran (Rustam, Yasuda, & Tsuyuki, 2012). Kehadirannya pada areal reklamasi sangat dimungkinkan jika didukung oleh banyak pakan dan masih berdekatan dengan hutan alami.

Secara umum ketiga site areal reklamasi memiliki pola kehadiran mamalia yang sama. Didominasi oleh jenis yang sangat adaptif, generalis, serta didukung oleh keadaan hutan alami yang berdekatan. Pakan dan tempat bermain adalah alasan utama kehadiran mamalia pada areal reklamasi, bukan untuk menetap apalagi untuk berkembang biak (habitat).

2. Binungan (BMO)

Di BMO ditemukan 15 jenis mamalia dari 12 famili. Di site ini tertangkap beberapa kelelawar. Chiroptera atau jenis kelelawar yang teridentifikasi dan tertangkap mistnet 3 jenis, yaitu *Cynopterus brachyotis*, *Penthetor lucasii* dan *Cynopterus brachyotis* dari famili Pteropodidae. Keseluruhan jenis dari famili tersebut adalah pemakan buah. Keseluruhan jenis yang tertangkap adalah jenis-jenis kelelawar yang memiliki habitat di hutan tropis dataran rendah, dan terbiasa hidup pada bawah tajuk pohon (under storey) hutan

alami (Yasuma, 2003; Payne, Francis, Phillipps, & Kartikasari, 2000). Hanya satu jenis pemakan serangga yang tertangkap pada penelitian ini yaitu Lenawai Sabah (*Kerivoula intermedia*). Tidak tertangkapnya jenis-jenis kelelawar pemakan serangga dari ordo lain karena memang pada saat penelitian tidak menggunakan alat khusus untuk menangkap kelelawar pemakan serangga. Melihat serangga yang teridentifikasi di areal reklamasi bukan tidak mungkin kelelawar pemakan serangga juga hadir pada lahan reklamasi.

Kehadiran jenis-jenis mamalia di areal reklamasi-rehabilitasi sangat erat kaitannya dengan keberadaan spot-spot alami hutan sekunder (*remnant forest patches*) yang disisakan pada saat pembukaan areal untuk kepentingan operasional tambang. Kehadiran dua jenis Kancil/Pelanduk (*Tragulus* sp.) menunjukkan bahwa jenis ini makanan dalam areal reklamasi. Sebenarnya dua jenis binatang berkuku (Ungulata) ini adalah hewan yang sangat fanatik terhadap hutan alami (Meijaard, et al., 2006). Keberadaan hutan alami di sekitar areal reklamasi tentu membuat keuntungan sendiri bagi lahan reklamasi khususnya untuk menghadirkan jenis mamalia yang sangat tergantung pada hutan alami.

Jenis paling dominan ditemukan di lokasi penelitian adalah Babi Berjenggot (*Sus barbatus*), demikian pula Rusa (*Rusa unicolor*) dan Kijang (*Muntiacus atherodes*). Ketiga jenis ini adalah jenis yang punya adaptasi tinggi terhadap perubahan habitat dan lebih generalis dalam pola makan. Rusa dan Kijang biasa memanfaatkan tumbuhan bawah yang biasa hidup pada lahan terbuka atau rumpang dalam hutan alam. Kehadirannya di areal reklamasi sangat dimungkinkan mengingat tersedianya cover crop yang sengaja ditanam atau rumput liar yang tumbuh alami. Pemanfaatan *green patches* reklamasi-rehabilitasi

sebagai habitat cenderung permanen oleh beberapa jenis mamalia dengan *amplitude* ekologis yang lebar (*generalist*) dan penyebaran yang relatif luas, bahkan pada areal yang terganggu.

Tiga jenis carnivore teridentifikasi di site Binungan, yaitu Tengalung Malaya (*Viverra zibellina*), Musang Belang (*Hemigalus derbyanus*) dan Beruang Madu (*Helarctos malayanus*). Sama seperti pada site lain, Beruang Madu tidak tertangkap pada areal reklamasi namun di hutan alami yang berdekatan dengan areal reklamasi. Namun tentu peluang kehadiran di areal reklamasi masih ada seiring perkembangan lahan reklamasi.

Jenis carnivore juga hadir yang menunjukkan bahwa rantai makanan masih berjalan normal. Memang tanaman akasia telah dimonitoring di Serawak menunjukkan kehadiran beberapa carnivore dari jenis musang, beruang hingga kucing dan macan dahan (Giman, Stuebing, Megum, Mcshea, & Stewart, 2007). Kehadiran mamalia kecil dari jenis tikus dan bajing juga menunjukkan bahwa proses makan memakan untuk kesetimbangan ekologi terjadi di lokasi ini. Penebangan yang terjadi dalam proses tebang pilih pada manajemen unit sebelumnya (areal yang tidak dibuka oleh Berau Coal) tidak menyebabkan jenis-jenis mamalia kecil ini kehilangan habitat. Hal demikian terjadi pula pada penelitian di Sabah, Malaysia (Yasuda M. , 2004). Namun tidak ditemukan jenis karnivora tingkat tinggi seperti jenis Kucing-Kucing Hutan.

Tidak ditemukan jenis kucing pada areal reklamasi PT Berau Coal. Beberapa narasumber di lokasi pengamatan menyebutkan pernah bertemu beberapa jenis kucing hutan, tetapi kami tidak menemukan jenis-jenis kucing yang dimaksud dari berbagai metoda pengamatan yang digunakan. Namun tentu jenis

kucing-kucing hutan tersebut bukan berarti tidak ada. Dalam daftar jenis mamalia kalimantan ditemukan 5 jenis kucing hutan yang masuk dalam ordo Carnivora suku Felidae. Yang paling besar dari kelompok jenis ini adalah Macan Dahan (*Neofelis diardi*), sisanya adalah jenis-jenis kucing yang memiliki ukuran tubuh lebih kecil, seperti Kucing Batu (*Felis marmorata*), Kucing Merah (*Felis badia*), Kucing Tandang (*Felis planiceps*) dan Kucing Kuwuk (*Felis bengalensis*). Tidak banyak catatan ilmiah (laporan/jurnal) tentang keberadaannya di Kalimantan Timur. Keberadaan macan dahan dahulu lebih banyak dari mulut ke mulut berupa legenda dengan berbagai klenik yang menyertai. Macan Dahan (*Neofelis diardi*) dari beberapa catatan ditemukan di Bukit Soeharto, TNK, Sangkulirang dan TNKM (Payne, Francis, Phillipps, & Kartikasari, 2000). Dimungkinkan masih ada di beberapa hutan dataran rendah Kalimantan Timur yang masih tersisa, berkat perannya di alam sebagai predator tingkat tinggi. Jenis ini tentu sangat tergantung dengan habitat yang bagus (hutan primer) yang menyediakan makanan untuk hidup.

3. Site Lati (LMO)

Ditemukan 19 jenis mamalia dari 10 famili. Jenis binatang berkuku (Ungulata) merupakan jenis yang paling dominan ditemukan di lokasi pengamatan, yaitu Babi berjenggot (*Sus barbatus*), Rusa (*Rusa unicolor*), Kijang Muncak (*Muntiacus muntjac*), Pelanduk Kancil (*Tragulus kanchil*) dan Pelanduk Napu (*Tragulus napu*). Jenis-jenis tersebut merupakan jenis herbivore terrestrial yang memiliki adaptasi tinggi terhadap kerusakan habitat. Keberadaan rumput penutup tanah dan cover crop pada awal reklamasi mengundang jenis-jenis pedaging ini. Kawasan reklamasi bukanlah habitat bagi para satwa ini, namun tempat untuk mencari makan. Habitat sebenarnya adalah pada hutan alami yang berdampingan dengan areal reklamasi. Hal

ini terekam pada kamera otomatis yang dipasang pada hutan alami yang berbatasan dengan hutan alami.

Kawasan reklamasi di site lati di tempat pengamatan dalam penelitian ini dikelilingi sungai alami dan buatan sehingga secara ekologi ada pembatas antara hutan sekitar yang massif atau pun terisolir dengan kawasan hutan reklamasi. Namun keberadaan hutan tersebut sangat penting bagi tempat berlindung satwa, bersarang, bereproduksi. Dimungkinkan memang pada hutan-hutan alami ini jumlah populasi tinggi dan atau meningkat mengingat terkonsentrasinya berbagai jenis mamalia. Hal ini terbukti dari bekas berburu warga/penduduk lokal di lokasi pengamatan. Sehingga keberadaan mamalia pedaging tentu menjadi sasaran

Demikian pula halnya dengan kehadiran beberapa Carnivora yang sangat tergantung dengan hutan alami di sekitar areal reklamasi-revegetasi. Kecuali Tangalung (*Viverra zibetha*) yang tertangkap kamera otomatis di dalam areal rehab, dua jenis yang lainnya, yaitu beruang (*Helarctos ussurianus*) dan binturong (*Arctictis binturong*) tertangkap di hutan alami dekat areal reklamasi. Kami meyakini keduanya sesekali hadir pada kawasan reklamasi yang berdekatan jika ada pakan yang dapat dimakan seperti keberadaan serangga atau rayap.

Jenis-jenis mamalia kecil dari family Muridae (Tikus), Sciuridae (Bajing) dan Tupaiidae (Tupai) juga ditemukan di dalam kawasan reklamasi dan kawasan hutan alami dekat dengan kawasan reklamasi. Semua jenis mamalia kecil yang ditemukan adalah jenis yang biasa ditemukan pada hutan terganggu, lahan terbuka, dekat dengan kebun dan pemukiman masyarakat. Adaptasi jenis-jenis ini terhadap lahan terbuka sangat tinggi. Bahkan jenis tikus (*Rattus tiomanicus*) merupakan jenis pioneer yang hadir di areal reklamasi. Sementara jenis Tikus Duri-Ekor Pendek (*Maxomys*

whiteheadi) merupakan jenis hutan alami yang tertangkap pada hutan alami dekat lahan reklamasi. Jenis tikus yang terakhir ini tidak akan diperoleh dalam lahan reklamasi.

Demikian pula dengan jenis primata, dua jenis macaca yang teridentifikasi di area reklamasi, yaitu Beruk (*Macaca nemestrina*) dan Monyet Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*). Primata merupakan jenis yang mobil dan termasuk memiliki home range yang relative luas. Karena pergerakannya tersebut, untuk jenis yang memiliki adaptasi tinggi terhadap perubahan habitat biasanya dapat menjadi hama bagi pertanian. Dua jenis monyet di atas merupakan jenis yang punya adaptasi tinggi dibandingkan jenis primate yang lain. Keberadaannya hingga sampai ke lahan hutan merupakan sebab dari perilaku makan yang tidak fanatic. Kedua jenis monyet ini bisa makan apa saja, termasuk buah-buahan dan udang atau cacing. Keberadaannya di areal reklamasi karena adanya makan yang dapat dimakan yang pada penelitian ini adalah udang yang dijadikan umpan pada kamera otomatis. Secara alami, cacing pun terdapat pada lahan reklamasi-revegetasi karena adanya singkapan-singkapan tanah oleh babi atau binatang lain.

c) Amfibi dan Reptil

1. Site Sambarata (SMO)

Pada areal reklamasi A1 (lokasi 1) pada pemantauan kedua masih terjadi penambahan dua jenis amfibi yaitu jenis *Occidozyga laevis* dan *Rhacophorus pardalis*. Hal ini mengindikasikan hal yang positif karena areal reklamasi semakin mampu memberikan ruang hidup bagi banyak jenis amfibi yang bisa jadi cerminan dari kualitas habitat yang sedang terbentuk, meskipun sebagian besar jenis yang dijumpai masih merupakan jenis-jenis yang memang menyukai areal yang terbuka.

Hadirnya jenis *Rhacophorus pardalis* bisa menjadi indikator yang baik pula dikarenakan jenis ini biasanya dijumpai di habitat hutan primer dan hutan sekunder tua.

Penurunan jumlah jenis yang cukup drastis terjadi pada hutan alam WMP 14 ST (lokasi 2) dimana pada monitoring pertama ditemukan 5 jenis dengan jumlah individu sebanyak 8 individu sedangkan pada monitoring kedua hanya ditemukan 2 jenis dan masing-masing jenis hanya 1 individu. Tidak dijumpai lagi jenis *Ingerophrynus divergens* yang merupakan jenis endemik Kalimantan adalah sangat disayangkan (Gambar 3.40). Penurunan jumlah ini dikarenakan lokasi/spot pemantauan pada beberapa sisi telah mengalami pembukaan lahan (konversi) untuk peruntukan lain oleh pihak perusahaan, sehingga hal ini diduga mengganggu habitat amfibi.



Gambar 3.40 *Ingerophrynus divergens* Merupakan Jenis Endemik Kalimantan yang Tidak Dijumpai Lagi pada Saat Pemantaun Kedua

Jenis katak pohon (*Polypedates leucomystax*) juga tidak dijumpai pada pengamatan kedua, meskipun dengan situasi/kondisi spot pemantauan masih sangat

dimungkinkan untuk ditemukannya jenis ini. Demikian pula jenis *Limnonectes paramacrodon*, jenis yang biasa mendiami sungai/alur air dengan substrat tanah liat dan kerikil tidak dijumpai lagi pada areal reklamasi A3 (lokasi 1), namun masih ditemukan pada lokasi hutan alam T2 (lokasi 3). *Hylarana nicobariensis* masih mendominasi temuan monitoring pertama maupun kedua, demikian juga dengan *Fejervarya limnocharis* yang hampir merata ditemukan di semua lokasi. Hal ini dikarenakan pada sekitar areal spot pengamatan masih banyak dijumpai areal yang terbuka yang ditumbuhi rerumputan dan tergenang oleh air yang disenangi oleh jenis ini.

Jumlah jenis amfibi terbanyak berada pada hutan alam T2 (lokasi 3), yaitu sebanyak 9 jenis dan 4 famili. Hal ini menunjukkan bahwa hutan alam yang ada masih bisa dijadikan sumber jenis bagi kawasan/areal reklamasi di sekitarnya, sehingga keberadaan spot-spot hutan alam (*green patch*) sangat penting dijaga kelestariannya.

Penambahan jenis juga terjadi untuk jenis reptil, dimana pada saat pengamatan pertama pada areal reklamasi A3 hanya ditemukan dua jenis reptil yaitu *Aphanotis ornata* dan *Sphenomorphus cyanolaemus* sedangkan pada pengamatan kedua dijumpai tiga jenis reptil yaitu *Draco sumatranus*, *Apterygodon vittatus* dan *Bronchochela cristacella*.

Varanus salavator atau yang dikenal dengan biawak, jenis ini selalu hadir/terlihat pada saat pengamatan dikarenakan jenis ini memang umum dijumpai (*common spesies*) dan menyebar cukup luas. Biasa dijumpai di sekitar bantaran sungai (Gambar 3.41) .



Gambar 3.41 *Sphenomorphus cyanolaemus* [1] dan *Draco Sumatranus* [2], Dua Jenis Reptil yang Ditemukan Saat Pemantauan di SMO

2. Site Binungan (BMO)

Pada Tabel 3.3, menunjukkan bahwa dari dua kali pengambilan data diketahui bahwa jenis amfibi (katak dan kodok) yang teridentifikasi sebagian besar adalah jenis yang biasamendiami habitat yang terganggu dan atau berasosiasi dengan kegiatan yang dilakukan oleh manusia. Kelompok atau family Bufonidae dan juga Dicroglossidae adalah kelompok amfibi yang mewakili jenis-jenis yang umum dan biasa ditemukan pada daerah yang terganggu atau dekat dengan pemukiman manusia. Jenis dari kelompok ini ditemukan masing-masing satu jenis yaitu *Duttaphrynus melanostictus* dan *Fejervarya limnocharis*.

Duttaphrynus melanostictus adalah jenis yang selalu berada di dekat hunian manusia atau wilayah yang terganggu. Tidak pernah terdapat di dalam hutan hujan tropis. *Fejervarya limnocharis* secara umum ditemui pada sawah dan padang rumput yang berair di dataran rendah, jarang sampai 700 mdpl, meskipun terkadang dijumpai sedikit lebih tinggi.

Kelompok katak sejati (Ranidae) yang diwakili oleh genus *Hylarana* adalah masih kelompok yang menyukai daerah terbuka dan terganggu juga. Jenis *Hylarana erythraea* umumnya hidup di perairan

tergenang seperti danau dan telaga.



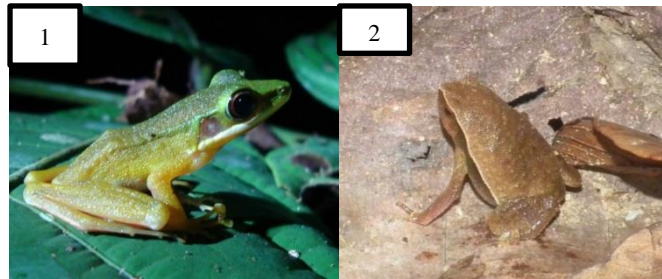
Gambar 3.42 *Duttaphrynus melanostictus* [1] dan *Fejervarya limnocharis* [2] Jenis yang Umum Dijumpai di Habitat Terbuka dan Berdekatan dengan Aktivitas Manusia

Hylarana nicobariensis menyebar luas pada habitat yang terganggu, dijumpai pada jalan-jalan logging dan parit (genangan) yang berumput di tepi jalan perkampungan, (Iskandar, 1998). Biasanya berkelompok dalam jumlah yang besar (banyak) dan mengeluarkan suara cukup ramai di malam hari, sehingga dari data pengamatanpun diperoleh jumlah individu *Hylarana nicobariensis* yang dominan dibandingkan jenis yang lain.

Sedangkan pada areal di bawah tegakan reklamasi yang didominasi jenis akasia dijumpai beberap jenis katak pohon dari famili Rhacophoridae, yaitu *Polypedates leucomystax*, *Polypedates macrotis* dan *Polypedates otlophus*. Jenis katak pohon yang dijumpai ini juga masih merupakan jenis yang biasa mendiami kawasan/habitat terdegradasi/terganggu, hutan sekunder dan tepi hutan bahkan kadang masuk ke dalam pemukiman.

Adanya penambahan 2 jenis amfibi pada pengamatan kedua tersebut mengindikasikan hal yang positif. Jenis yang ditemukan pada pengamatan kedua

adalah jenis *Hylarana raniceps*, dimana jenis ini adalah jenis yang biasa mendiami habitat hutan primer dan sekunder tua. Meskipun terkadang juga dijumpai pada hutan yang terganggu/terdegradasi dan hutan tanaman. Demikian pula dengan jenis *Kalophrhynus pleurositgma* adalah jenis katak serasah yang diketahui hanya berada di lantai hutan primer dataran rendah. Dari preferensi/kecenderungan habitat yang digunakan oleh kedua jenis katak ini bisa jadi merupakan petunjuk yang baik bagi proses keterpulihan habitat di areal reklamasi.



Gambar 3.43 *Hylarana raniceps* [1] dan *Kalophrhynus pleurositgma*, [2] Jenis yang Hadir pada Pengamatan Tahun Kedua

Jenis-jenis reptil yang dijumpai juga merupakan jenis yang mendiami habitat yang terbuka seperti hutan yang terdegradasi, perkebunan dan taman. Sepertinya halnya jenis *Bronchochela cristacella* dan *Apterygodon vittatus* jenis ini mudah dijumpai di kebun dan taman. Khusus untuk *Apterygodon vittatus* persebaran jenis ini terbatas hanya di Kalimantan karena jenis ini merupakan endemik Kalimantan (Das, 2004).



Gambar 3.44 *Apterygodon vittatus* [1] dan *Bronchochela cristacella* [2] Jenis Reptil yang Ditemukan Saat Monitoring

Secara umum dari jenis dan jumlah individu yang ditemukan di areal pemantauan (areal reklamasi) masih didominasi oleh jenis yang menyukai daerah terbuka/terdegradasi, meskipun ada beberapa jenis dari hutan primer dan sekunder tua sudah mulai berdatangan. Namun demikian kehadiran jenis ini perlu dipastikan akan bertahan di areal reklamasi dengan memastikan kelembaban/iklim mikro bawah tajuk telah terbentuk dengan optimum yang menjadi bagian penting bagi kelangsungan hidup amfibi.

3. Site Lati (LMO)

Dari Bab II, terlihat bahwa sebagian besar jenis yang dijumpai adalah jenis yang memang biasa mendiami habitat yang terganggu dan atau berasosiasi dengan kegiatan yang dilakukan oleh manusia. Jenis-jenis yang umum hadir di daerah (habitat) yang terganggu atau berada dekat dengan aktifitas manusia seperti *Duttaphrynus melanostictus* adalah jenis selalu berada di dekat hunian manusia atau wilayah yang terganggu. Tidak pernah terdapat di dalam hutan hujan tropis. *Fejervarya limnocharis* secara umum ditemui ditemui pada sawah dan padang rumput di dataran rendah, jarang sampai 700 m, kadang-kadang sedikit lebih tinggi, sedangkan *Hylarana erythraea* umumnya hidup

di perairan tergenang seperti danau dan telaga (Iskandar, 1998). *Hylarana nicobariensis* menyebar luas pada habitat yang terganggu, dijumpai pada jalan logging dan parit (genangan) yang berumput di tepi jalan perkampungan.



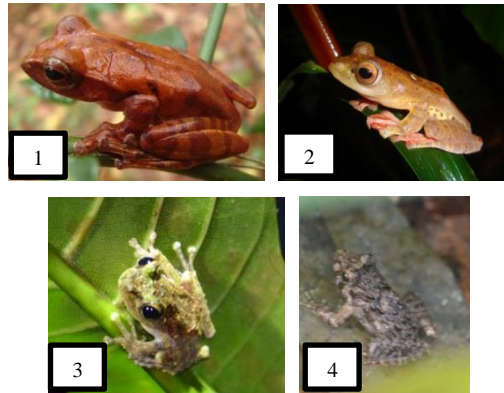
Gambar 3.45 *Hylarana erythraea* [1] dan *Hylarana nicobariensis* [2] Jenis yang Umum Dijumpai pada Habitat yang Terbuka

Sedangkan pada areal di bawah tegakan/pohon reklamasi yang didominasi oleh jenis akasia dijumpai beberapa jenis katak pohon yaitu *Polypedates leucomystax*, *Polypedates macrotis* dan *Polypedates otilopus*. Jenis katak pohon yang dijumpai ini juga masih merupakan jenis yang biasa mendiami kawasan/habitat terdegradasi/terganggu, hutan sekunder dan tepi hutan bahkan kadang masuk ke dalam pemukiman.



Gambar 3.46 Jenis Katak Pohon yang Ditemukan di Areal Reklamasi Disposal 500: *Polypedates leucomystax* [1], *Polypedates macrotis* [2] dan *Polypedates otilopus* [3]

Ditemukan jenis *Rhacophorus horizoni* dan *Rhacophorus pardalis* di bawah tegakan/tanaman reklamasi yang didominasi oleh tanaman akasia adalah hal yang menarik karena jenis ini biasanya ditemukan di habitat hutan primer dan hutan sekunder tua. Demikian pula dengan adanya jenis *Rhacophorus appendiculatus* dan *Limnonectes finchi* yang dijumpai pada saat pengamatan tahun kedua (tahun 2013), dimana jenis ini juga biasa mendiami habitat hutan sekunder tua hingga primer (Inger, Robert F, & Stuebing, 2005).



Gambar 3.47 *Rhacophorus horizoni* [1], *Rhacophorus pardalis* [2] *Rhacophorus appendiculatus* [3] dan *Limnonectes finchi* [4] Jenis yang Sering Dijumpai pada Habitat Hutan Primer dan Sekunder Tua

Masih adanya penambahan jenis yang dijumpai pada saat pengamatan tahun kedua terlebih jenis yang ditemukan adalah jenis yang biasa mendiami habitat hutan primer dan sekunder tua merupakan indikasi yang positif bagi areal reklamasi yang diteliti. Hal ini dapat diduga bahwa areal reklamasi ini mampu memberikan ruang hidup bagi jenis-jenis ini. Jika merifer pada kondisi habitat hutan sekunder tua, dari segi kelembaban yang sangat penting bagi

kelangsungan hidup amfibi relatif sudah terpenuhi. Secara visual tutupan tajuk tanaman reklamasi sudah saling terhubung yang memberi cukup naungan sehingga memberikan suhu dan kelembaban yang cukup bagi kehadiran jenis ini.

Sebagian besar katak aktif menjauhi daerah yang kering jika memungkinkan (Inger, Robert F, & Stuebing, 2005), hal ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Won (Meijaard, et al., 2006), dalam penelitian tersebut wong menemukan bahwa faktor yang berpengaruh nyata terhadap katak adalah daya hantar dan tingkat keasaman air sungai, suhu dan kelembaban hutan nonriparian, serta struktur hutan. Selain itu, ketersediaan sumber makanan (contohnya, kepadatan serangga) berkorelasi positif dengan keragaman spesies katak, meskipun korelasi ini lemah dan tidak nyata. Sedangkan (Wells, 2007) mengungkapkan bahwa satu-satunya cara amfibi menghindari pengeringan adalah melalui perubahan perilaku diantaranya meliputi: Pemilihan habitat mikro lembab yang memungkinkan hewan untuk menyeimbangkan kehilangan air dengan serapan air; Berlindung di tempat yang lebih lembab di seperti di bawah daun-daun (serasah), tumpukan puing-puing atau dalam lubang; menggali ke dalam tanah selama periode kering atau memanfaatkan bekas lubang yang dibuat oleh hewan lain; merubah postur tubuh, dan; merapat/berkumpul dengan individu lainnya. Hadirnya beberapa jenis amfibi yang biasa mendiami (*prefer*) hutan primer dan sekunder tua ke dalam areal reklamasi diduga karena areal reklmasi berbatasan/berdekatan dengan hutan alam (*green patch*) yang masih tersisa. Jarak yang relatif dekat tersebut memudahkan jenis amfibi dan reptil tersebut untuk menginvasi areal reklamasi yang sudah memiliki kondisi habitat (khususnya kelembaban)

yang relatif sama dengan hutan alam.

Pada pengamatan/pemantauan tahun kedua diperoleh juga jenis reptil lebih banyak dibandingkan dengan pengamatan pertama. Hal ini menunjukkan bahwa kekayaan jenis reptil pada areal reklamasi semakin meningkat seiring bertambahnya umur tegakan tanaman di areal tersebut. Namun demikian yang perlu lebih diperhatikan adalah bukan hanya umur tanaman tetapi kelembaban atau iklim mikro yang harusnya terbentuk di bawah tajuk.



Gambar 3.48 *Aphanotis ornata* [1] dan *Mabuya multifasciata* [2] Dua Jenis Reptil yang Ditemukan pada Pengamatan Kedua (2013)

d) Kupu-Kupu dan Kumbang Berantena Panjang

1. Site Sambarata (SMO)

Pada periode pengamatan tahun 2012 dan 2013 ditemukan pola komposisi tingkat famili dapat memperlihatkan pola yang sangat jelas, bahwa famili Nymphalidae merupakan famili yang terbesar diperoleh dalam monitoring di Camp Binungan dan diikuti oleh family Pieridae, Lycaenidae, Papilionidae dan Hesperidae. Dalam komposisi ditingkat famili bisa diperlihatkan bahwa famili Nymphalidae yang juga merupakan famili terbesar memberikan pola yang sangat berarti terhadap perkembangan suksesi hutan.

Tendensi yang ditunjukkan adalah semakin besar nilai komposisi Nymphalidae semakin tinggi pula tahapan suksesi suatu hutan (Harmonis, 2011). Selain itu, pola komunitas pada setiap habitat akan didekatkan dengan kehadiran jumlah jenis, dengan jenis memperlihatkan adanya kecenderungan semakin tinggi tingkatan suksesi hutan yang terjadi maka akan diikuti oleh jumlah jenis kupu-kupu semakin meningkat pula. Sebagai besar kumbang berantena panjang yang hadir di areal site SMO dapat dikelompokkan sebagai indikator di berapa tipe habitat yang mengalami perubahan suksesi pada areal rehab tersebut menjadi hutan sekunder. Kelompok jenis-jenis kumbang berantena panjang tersebut dapat digunakan sebagai indikator (Tabel 3.13 dan 3.14).

Tabel 3.13 Jenis Kumbang Berantena Panjang yang Ditemukan di Berbagai Tipe Hutan di SMO

No	Species
1.	<i>Ptrophia melanura</i> (Pascoe)
2.	<i>Pterolopia annulitarsis</i> (Pascoe)
3.	<i>Acalolepta rusticatrix</i> (Fabricius)

Tabel 3.14 Jenis Kumbang Berantena Panjang yang ditemukan di Hutan Terdegradasi di SMO

No	Species
1.	<i>Atimura bacillima</i> Pascoe
2.	<i>Ropica marmorata sarawakiana</i> Breuning
3.	<i>Ropica piperata</i> Pascoe
4.	<i>Xenolea tomentosa</i> (Pascoe)

Jadi pada areal reklamasi di Site Samarata khususnya lokasi yang di jadikan sebagai lokasi pengamatan.

Kehadiran jenis kumbang berantena panjang telah menunjukkan bahwa jenis-jenis kumbang berantena panjang yang hadir berasal dari tipe kumbang berantena panjang yang bisa hidup di semua tipe habitat dan hutan yang terdegradasi oleh aktivitas manusia.

2. Site Binungan (BMO)

Suhu dan kelembapan sangat pengaruh terhadap kehadiran kupu-kupu. Suhu dan kelembapan pada areal lokasi reklamasi pada siang hari sangat panas sehingga juga berpengaruh terhadap kehadiran kupu-kupu. Waktu aktif kupu-kupu terlihat akan semakin meningkat sampai siang hari dan mencapai titik puncaknya pada pukul 11:00 dan selanjutnya mengalami penurunan sampai dengan pukul 18:00. Berdasarkan pengamatan lapangan, penurunan mulai terjadi sekitar 11:30 yang ditandai dengan teriknya matahari yang sangat menyengat dan secara langsung memicu peningkatan panas udara menyebabkan kupu-kupu menjadi tidak nyaman dalam beraktivitas. Jenis kupu-kupu ada di lokasi reklamasi potensi jenisnya cukup banyak di karenakan keaktifannya dalam bergerak sehingga sangat sulit untuk di tangkap, apa lagi lokasi reklamasi berdekatan dengan spot-spot hutan alam yang sangat membantu kehadiran akan jenis kupu-kupu lain untuk hadir di areal reklamasi. Di Site Binungan periode pengamatan tahun 2012 jumlah jenis yang diperoleh tidak terlalu banyak jika dibandingkan tahun 2013. Sebagian besar jenis kupu-kupu mengalami penambahan jenis pada periode tahun 2013.

Pada periode pengamatan tahun 2012 dan 2013 ditemukan pola komposisi tingkat family dapat memperlihatkan pola yang sangat jelas, bahwa family Nymphalidae merupakan family yang terbesar diperoleh dalam monitoring di Camp Binungan dan

diikuti oleh family Pieridae, Lycaenidae, Papilionidae dan Hesperidae. Dalam komposisi ditingkat family bisa diperlihatkan secara jelas, bahwa family Nymphalidae yang juga merupakan family terbesar memberikan pola yang sangat berarti terhadap perkembangan suksesi hutan. Tendensi yang ditunjukkan adalah bahwa semakin besar nilai komposisi Nymphalidae semakin tinggi pulah tahapan suksesi suatu hutan (Harmonis, 2011). Selain itu pengembaran pola komunitas pada setiap habitat akan didekatkan dengan kehadiran jumlah jenis, dengan jenis memperlihatkan adanya kecenderungan semakin tinggi tingkatan suksesi hutan yang terjadi maka akan diikuti oleh jumlah jenis kupu-kupu semakin meningkat pula.

Untuk jenis Kumbang Berantena panjang dapat dilihat dari bab 4 bahwa ada beberapa jenis yang jumlah individunya lebih dominan dibanding dengan individu jenis yang lain. Jenis yang individunya dominant adalah *Pterolophia melanura* (Pascoe), *Pterolophia annulitarsis* (Pascoe), *Pterolophia crassipes* (Wiedeman), *Atimura bacillima* Pascoe dan *Ropica angusticollis* (Pascoe). Kehadiran jenis yang diperoleh ini dapat menggambarkan kondisi dari pada areal reklamasi yang mangalami perubahan suksesi. Walaupun jenis yang diperoleh ini sebagian besar ditemukan pada areal hutan yang terdegradasi. Karena sebagian besar kumbang berantena panjang ini hidup sebagai serangga pengebor kayu dan ini dapat dijumpai di areal reklamasi di beberapa pohon kayu yang digerek oleh kumbang berantena panjang tersebut. Selain itu di lantai hutan pada areal reklamasi di jumpai beragam semut yang beragam. Dari semua itu dapat disimpulkan bahwa secara berlahan-lahan kondisi areal yang direklamasi mulai berubah ekosistemnya. Dari jenis kumbang berantena panjang yang diperoleh di areal reklamasi pada Site Binungan

tersebut dapat dikelompokkan menjadi:

Tabel 3.15 Jenis Kumbang Berantena Panjang yang ditemukan di Hutan Sedikit Terganggu di Site Binungan

No.	Species
1.	<i>Epepeotes spinosus</i> (Thomson)
2.	<i>Nyctimenius ochraceovittata</i> (Auriv)

Tabel 3.16 Jenis Kumbang Berantena Panjang yang Ditemukan di Berbagai Tipe Hutan di Site Binungan

No.	Species
1.	<i>Pterolophia melanura</i> (Pascoe)
2.	<i>Pterolophia annulitarsis</i> (Pascoe)
3.	<i>Epepeotes luscus</i> (Fabricius)
4.	<i>Acalolepta rusticatrix</i> (Fabricius)

Tabel 3.17 Jenis Kumbang Berantena Panjang yang ditemukan di Hutan Terdegradasi di Site Binungan

No	Species
1.	<i>Atimura bacillima</i> Pascoe
2.	<i>Ropica marmorata sarawakiana</i> Breuning
3.	<i>Ropica piperata</i> Pascoe
4.	<i>Xenolea tomentosa</i> (Pascoe)

3. Site Lati (LMO)

Di Site Lati pola komposisi tingkat family dapat memperlihatkan pola yang sangat jelas, bahwa family Nymphalidae merupakan family yang terbesar diperoleh selama monitoring, diikuti oleh family Pieridae, Lycaenidae, Papilionidae dan Hesperidae. Dalam komposisi pada tingkat family bisa

diperlihatkan secara jelas, bahwa family Nymphalidae yang juga merupakan famili terbesar memberikan pola yang sangat berarti terhadap perkembangan suksesi hutan. Tendensi yang ditunjukkan adalah semakin besar nilai komposisi Nymphalidae semakin tinggi pulah tahapan suksesi suatu hutan (Harmonis, 2011).

Penggambaran pola komunitas pada setiap habitat akan didekati dengan jumlah jenis, memperlihatkan adanya kecenderungan semakin tinggi tingkatan suksesi hutan yang terjadi maka akan diikuti oleh jumlah jenis kupu-kupu semakin meningkat pula. Seperti kita ketahui dalam monitoring kupu-kupu yang ada di PT Berau Coal khususnya di LMO Disposal 500 secara khusus jumlah famili yang terbanyak adalah famili Nympahlidae dan jumlah jenis serta individu lumayan banyak bisa di artikan bahwa kondisi areal reklamasi yang sudah berjalan di Camp Lati memulai menunjukkan adanya perubahan suksesi terhadap areal reforestasi yang sudah berumur vegetasinya. Kondisi ini juga sangat didukung dengan adanya spot-spot hutan alam yang ada di areal reklamasi sehingga kupu-kupu yang ada di hutan alam dapat ber-imigrasi ke areal reklamasi tersebut dikarenakan ada pakan dari kupu-kupu yang mulai tumbuh di areal reklamasi tersebut.

Tanaman di areal reklamasi yang dijadikan tempat sampling kupu-kupu rata-rata vegetasinya berumur tua. Jenis Kumbang Berantena Panjang yang Dditemukan pada Hutan yang Baik di LMO Sebagian besar jenis-jenis kupu-kupu yang diperoleh di LMO mempunyai jenis tanaman reklamasi yaitu Sengon yang merupakan inang *Eurema* sp, *Neptis hylas*, *Captopsilia pomona*, *Pulyura athamas* dan ada beberapa jenis lainnya menyukai habitat yang terbuka seperti pada areal rehab. Dan ada pula jenis kupu-kupu seperti *Trogonoptera brookiana brookiana* yang menyukai habitat di aliran sungai dekat dengan areal rehabilitasi.

Sebagaimana halnya kupu-kupu, kehadiran jenis-jenis Kumbang berantena panjang juga dapat menunjukkan kualitas atau indicator keadaan suatu hutan. Dibawah ini dapat dilihat kehadiran jenis kumbang berantena panjang yang di jadikan sebagai indikator hutan yang mengalami perubahan atau terdegradasi akibat aktivitas manusia yang ditemukan di site Lati.

Tabel 3.18 Jenis Kumbang Berantena Panjang yang Dditemukan pada Hutan yang Baik di LMO

No.	Species
1.	<i>Rhaphipodus hopei</i> (Waterhouse)
2.	<i>Mutatocoptops diversa</i> (Pascoe)
3.	<i>Myagrus vinosus</i> (Pascoe)
4.	<i>Amaechana nobilis</i> Thomson
5.	<i>Cleptmetopus grossepunctatus</i> Breuning
6.	<i>Cereoplus sexnotatus</i> Thomson

Tabel 3.19 Jenis Kumbang Berantena Panjang yang Ditemukan di Berbagai Tipe Hutan di LMO

No.	Species
1.	<i>Epepeotes spinosus</i> (Thomson)
2.	<i>Nyctimenius ochraceovittata</i> (Aurivillius)
3.	<i>Epepeotes luscus</i> (Fabricius)
4.	<i>Pterolophia melanura</i> (Pascoe)
5.	<i>Pterolophia annulitarsis</i> (Pascoe)
6.	<i>Epepeotes luscus</i> (Fabricius)
7.	<i>Acalolepta rusticatrix</i> (Fabricius)

Tabel 3.20 Jenis Kumbang Berantena Panjang yang Ditemukan di Hutan Terdegradasi di LMO

No.	Species
1.	<i>Atimura bacillima</i> Pascoe
2.	<i>Ropica marmorata</i> Breuning
3.	<i>Ropica piperata</i> Pascoe
4.	<i>Sybra (Sybra) borneotica</i> Breuning
5.	<i>Sybra (Sybra) lineolata</i> Breuning
6.	<i>Sybra(Sybra) vitticolis</i> Breuning et de Yong
7.	<i>Xenolea tomentosa</i> (Pascoe)
8.	<i>Rondibilis spinosula</i> (Pascoe)

Di SMO, khususnya di lokasi yang dijadikan sebagai lokasi pengamatan, kehadiran jenis kumbang berantena panjang telah menunjukkan bahwa jenis-jenis kumbang berantena panjang yang hadir berasal dari tipe kumbang berantena panjang yang bisa hidup di semua tipe habitat dan hutan yang terdegradasi oleh aktivitas manusia, dikarena areal yang telah di-reklamasi dan di-revegetasi tersebut mulai tumbuh bermacam-macam vegetasi.

3.11 Pemantauan Perkembangan Vegetasi

a) Keterpulihan Lahan

Lahan bekas tambang batubara harus direklamasi dan direhabilitasi agar pulih sebagai kawasan yang produktif. Untuk melaksanakan kegiatan rehabilitasi lahan bekas tambang sangat diperlukan pengetahuan dan pengalaman spesifik tentang perkembangan tanah, teknik reklamasi-rehabilitasi yang tepat guna, pemilihan jenis tanaman yang sesuai dengan peraturan dan tapak serta teknik penanaman dan pemeliharaan tanaman.

Penambangan batu bara dapat dilakukan dengan beberapa cara yang satu diantaranya dan seringkali dilakukan adalah penambangan dengan sistem terbuka. Penambangan dengan sistem ini menyebabkan turunnya permukaan lahan tambang, terjadinya timbunan-timbunan baru yang diakibatkan oleh perpindahan lapisan penutup (*overburden* dan *interburden*). Untuk mencegah dan/atau mengurangi hal ini, ditempuh cara dengan mengembalikan lapisan penutup ke tempat asalnya, yaitu ke daerah bekas tambang.

Setelah selesai penimbunan lapisan penutup pada blok pasca penambangan, segera dilanjutkan dengan penyebaran tanah pucuk yang telah dipersiapkan sebelumnya, diikuti dengan pembuatan jenjang mengikuti garis kontur untuk menekan laju erosi dan pembuatan drainase guna menghindari genangan air pada musim hujan. Tahapan-tahapan tersebut dinamakan dengan reklamasi dan apabila tahapan ini dapat dilakukan dengan baik dan benar, kondisi lahan tersebut siap untuk direvegetasi.

Pada kegiatan reklamasi, material yang ditimbunan pada proses pengisian kembali (*backfilling*) umumnya dalam kondisi agregat hancur sehingga struktur dan pori dari tanah asalnya dalam kondisi rusak, tercipta rongga-rongga antar bongkahan tanah, terdapat fragmen-fragmen batuan dan kadang tercampur batubara pada tanahnya dan tanpa lapisan bahan organik. Dalam kaitan tanah sebagai media tumbuh tanaman, kondisi seperti ini berakibat pada terbentuknya sistem drainase buruk, kemampuan memegang air rendah, tanah menjadi padat dan sulit ditembus akar, tanah terbuka sehingga suhu relatif tinggi serta kesuburan tanah menurun karena peningkatan kehilangan hara akibat penguapan dan limpasan permukaan.

Satu diantara tujuan dari revegetasi lahan pasca tambang batu bara adalah untuk memperbaiki kondisi mikroklimat dan meningkatkan tingkat kesuburan tanah melalui proses

suksesi secara tepat dan cepat. Pengamatan mikroklimat dan tingkat kesuburan tanah dimaksudkan untuk mengetahui perubahan kondisi iklim mikro akibat kegiatan penambangan dan setelah dilakukannya upaya reklamasi biologi dengan penanaman vegetasi, introduksi mikroorganisme tanah yang berpotensi memperbaiki kesuburan tanah dan peningkatan unsur hara tanah oleh proses dekomposisi serasah. Melalui parameter-parameter yang telah diamati diharapkan dapat diketahui apakah revegetasi yang telah, sedang dan akan terus dilakukan dapat memperbaiki kondisi iklim mikro dan peningkatan kesuburan tanah setempat terutama dalam penurunan suhu udara dan suhu tanah, peningkatan kelembaban udara dan kadar air tanah, peningkatan penyerapan cahaya matahari untuk dapat dimanfaatkan oleh kanopi tanaman serta peningkatan unsur hara tanah secara cepat, efektif dan efisien.

Lahan adalah suatu perpaduan antara unsur bentuk/bentang lahan, geologi, tanah, hidrologi, iklim, flora dan fauna, serta alokasi penggunaannya. Oleh karenanya, keterpulihan lahan tidak hanya menyangkut keterpulihan tanah semata namun juga menyangkut keterpulihan komponen lahan lainnya (iklim, hidrologi, flora, fauna dll).

Kerusakan lahan pasca tambang diawali dengan kerusakan tanah, yaitu rusaknya stuktur dan pori tanah asal dan selanjutnya diikuti oleh kerusakan sifat-sifat tanah lainnya bahkan lebih jauh kerusakan komponen-komponen lahannya. Berdasarkan hal ini maka menilai keterpulihan suatu lahan juga harus diawali dengan menilai keterpulihan tanah yang tidak hanya dipandang secara pedogenesis namun juga harus dipandang secara edafologis. Hal ini bermakna bahwa keterpulihan tanah tidak hanya dipandang dari proses pembentukan kembali horizon-horizon tanahnya namun yang lebih penting dari itu adalah bahwa tanah harus pulih fungsinya sebagai media tumbuh tanaman atau dengan kata lain tanah harus pulih fungsi

produksinya.

Tindakan reklamasi diikuti dengan revegetasi di lahan pasca tambang adalah suatu upaya mempercepat keterpulihan lahan. Oleh sebab itu, agar upaya tersebut dapat berhasil maka juga harus diikuti dengan tindakan-tindakan yang dapat mendukung percepatan tersebut. Syarat agar tanah dapat berfungsi sebagai media tumbuh tanaman adalah bahwa tanah harus dapat berfungsi sebagai tempat berjangkarnya akar, menjamin aerasi dan drainase yang baik agar perakaran dapat berkembang dan menjalankan fungsinya serta dapat menyediakan unsur-unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Dalam tindakan reklamasi hal tersebut dilakukan dengan mengatur ketebalan materi tanah, mengatur kontur untuk menjamin drainase permukaan yang baik, sedangkan aerasi dan drainase internal serta jaminan kecukupan hara bagi tanaman dilakukan seiring dengan pelaksanaan kegiatan revegetasinya. Perbaikan aerasi dan drainase internal tanah dapat dilakukan segera dengan pemberian pupuk organik atau pembenah tanah lainnya, namun dapat juga dilakukan dengan penanaman tumbuhan bawah. Adapun kecukupan hara bagi tanaman biasanya dipasok dengan pemberian pupuk anorganik sesuai dengan kebutuhan tanamannya. Seiring dengan pulihnya kondisi tanah diharapkan keterpulihan komponen lahan lainnya juga akan terikut.

Percepatan pemulihan lahan dapat terwujud apabila beberapa persyaratan terpenuhi. Sebagai media tumbuh tanaman ketebalan materi berwujud tanah harus cukup menjamin perkembangan perakaran calon tanaman, pengaturan bentang lahan harus dapat menjamin kondisi drainase permukaan yang baik. Untuk keperluan revegetasi dengan tanaman tahunan ketebalan materi berwujud tanah minimal 60 cm, selain itu materi tanah sebaiknya bebas dari campuran materi lainnya (batu, materi OB atau batubara).

Pemantauan LRPT batubara menunjukkan bahwa seluruh petak pemantauan mempunyai ketebalan materi berwujud tanah >60 cm, berarti bahwa persyaratan minimal sebagai media tumbuh tanaman tahunan telah terpenuhi. Namun sebagian besar materi tanah tersebut tidak bebas dari campuran bahan lain seperti batu kerikil, materi OB bahkan serpihan batubara. Terkait dengan kondisi drainase, di setiap site ditemukan petak pemantauan yang buruk drainasinya baik genangan di permukaan maupun genangan di dalam minipit saat hujan turun. Petak-petak tersebut di Site SMO adalah Disposal C4 (KU 4-6 tahun), Disposal B1/OPD (8-10 tahun); di Site BMO adalah IPD D (4-6 tahun), OPD 1 (6-8 tahun) dan di Site LMO adalah T1 (KU < 2 tahun), IPDT 5 (6-8 tahun), West H Station (8-10 tahun), IPD West Q 9 (KU 10-12 tahun), IPDT 97 (KU >12 tahun) (Dokumen Lampiran). Kondisi awal merupakan modal dasar dalam percepatan pulihnya lahan apabila kondisinya baik tentu saja lahan juga akan cepat pulih.

Keterpulihan tanah di LPT setelah direvegetasi dapat ditinjau dari sifat-sifat tanah baik secara kimia, fisik maupun morfologi. Secara kimia keterpulihan lahan dapat dipantau dari dinamika sifat-sifat kimia tanahnya. Rangkuman hasil evaluasi kesuburan tanah secara kimiawi di LRPT serta LO di PT Berau Coal sampai kedalaman tanah 60 cm hasilnya disajikan pada Tabel 3.21 Pemulihan tanah di LRPT semestinya diawali dengan cara mengevaluasi peningkatan harkat kadar bahan organik sebagai hasil kegiatan revegetasi seiring peningkatan umurnya. Di LRPT PT Berau Coal harkat kadar bahan organik tanah baik di Site SMO, BMO maupun LMO belum menunjukkan peningkatan seiring bertambahnya umur LRPT. Hal ini juga ditunjukkan oleh tidak adanya perbaikan harkat kesuburan tanah beberapa parameter lain yang besarnya dipengaruhi oleh keberadaan bahan organik, parameter tersebut adalah KTK, Kadar N, P tersedia.

Tabel 3.21 Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah pada Kedalaman Tanah 0 - 60 cm di LRPT dan LO

Sifat Kimia Tanah	Kelas Umur LRPT (tahun)							LO
	<2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	>12	
Sambarata Mining Operation (SMO)								
pH	SM	SM	M	SM	M	M	M	SM
KTK	R	R	R	R	R	R	R	R
KB	T	T	S	R	ST	ST	ST	S
KAl	T	T	T	ST	R	R	SR	T
C Organik	SR	R	SR	SR	R	SR	R	SR
N Total	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
P Tersedia	ST	S	S	S	S	T	S	SR
K Tersedia	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
Binungan Mining Operation (BMO)								
pH	SM	M	SM	M	M	M	SM	SM
KTK	R	R	R	R	R	R	R	R
KB	T	ST	T	S	ST	ST	R	R
KAl	T	R	T	T	S	S	ST	ST
C Organik	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
N Total	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
P Tersedia	R	R	R	S	S	R	S	SR
K Tersedia	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
Lati Mining Operation (LMO)								
pH	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM
KTK	R	R	R	R	R	R	R	R
KB	T	T	T	T	T	ST	R	S
KAl	T	T	T	T	T	S	ST	ST
C Organik	SR	SR	SR	SR	R	R	SR	SR
N Total	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
P Tersedia	ST	T	S	S	S	S	S	SR
K Tersedia	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR

Keterangan : SM = Sangat Masam, M = Masam, AM = Agak Masam, SR = Sangat Rendah, R = Rendah, S = Sedang, T = Tinggi, ST = Sangat Tinggi

Beberapa parameter kesuburan tanah di LRPT PT Berau Coal menunjukkan harkat yang sama bahkan sebagian besar menunjukkan harkat lebih baik dibanding LO-nya sehingga jika keterpulihan tanah di LRPT dievaluasi dengan membandingkan harkat kesuburan tanah LO akan timbul anggapan bahwa keterpulihan tanah LRPT PT Berau Coal telah pulih bahkan lebih baik dibanding kondisi

asalnya. Namun, hal ini perlu dicermati kembali mengingat kurun waktu umur vegetasi yang diamati sangat singkat (umur maksimal 10 tahun), pengamatan tidak dilakukan secara runtut waktu pada plot tetap, tanah LRPT mempunyai sifat kimia tanah dengan keragaman tinggi maka kondisi LRPT saat ini tidak mencerminkan bahwa tanah-tanah di LRPT telah pulih walaupun kondisi sifat-sifat kimia tanahnya sama dengan rona awalnya.

Hasil pemantauan sifat-sifat kimia tanah di LRPT PT Berau Coal Tahun 2012 masih menunjukkan kesamaan pola dinamika dengan hasil pemantauan pada tahun-tahun sebelumnya. Oleh karenanya, analisis statistik sederhana yang dilakukan terhadap pasangan data kadar C organik dengan sifat tanah lainnya di LRPT PT Berau Coal untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh jumlah bahan organik hasil revegetasi pada berbagai umur LRPT. Hasilnya berupa nilai-nilai koefisien korelasi antar parameter yang diuji pada setiap lapisan tanah yang diteliti yang disajikan pada Tabel 3.22.

Uji korelasi menunjukkan bahwa tinggi rendahnya bahan organik di LRPT PT Berau Coal akan meningkatkan nilai parameter sifat kimia tanah lainnya terutama di lapisan tanah 0 - 10 cm. Untuk Site SMO sifat kimia dimaksud adalah pH, KTK, KAl, N dan K tersedia yang ditunjukkan oleh nilai koefisien korelasi tertinggi di lapisan tersebut dibanding lapisan tanah lainnya. Terkecuali dengan KAl koefisien korelasi sifat-sifat kimia tersebut bernilai positif hal ini berarti peningkatan kadar bahan organik akan meningkatkan pula nilai sifat-sifat kimia tersebut sedangkan nilai KAl akan menurun seiring dengan peningkatan kadar bahan organiknya sebab koefisien korelasinya bernilai negatif. Unsur Al bersifat toksik terhadap akar tanaman sehingga kondisi ini akan sangat menguntungkan bagi tanaman.

Tabel 3.22 Koefisien Korelasi Antara Kadar C Organik dengan Sifat Kimia Tanah Lainnya di LRPT Batubara

Kedalaman Tanah (cm)	Koefisien Korelasi Antara Kadar C Organik dengan						
	pH	KTK	KB	KAl	N	P Ter	K Ter
Sambarata Mining Operation (SMO)							
0 - 10	0,35	0,27	0,73	-0,73	0,95	-0,48	0,31
10 - 30	-0,07	-0,16	0,33	-0,24	0,90	-0,44	-0,32
30 - 60	-0,07	0,61	0,49	-0,49	0,82	-0,52	-0,16
0 - 30	0,10	-0,14	0,49	-0,45	0,92	-0,48	-0,14
0 - 60	0,03	0,30	0,50	-0,47	0,87	-0,53	-0,24
Binungan Mining Operation (BMO)							
0 - 10	-0,16	-0,48	-0,28	0,28	0,99	0,11	0,37
10 - 30	-0,54	-0,07	-0,35	0,35	0,92	0,26	-0,24
30 - 60	-0,53	0,29	-0,22	0,22	0,98	-0,02	0,06
0 - 30	-0,36	-0,36	-0,40	0,40	0,98	0,24	-0,08
0 - 60	-0,48	-0,01	-0,38	0,38	0,99	0,18	-0,15
Lati Mining Operation (LMO)							
0 - 10	0,90	0,85	0,53	-0,53	0,98	-0,43	0,73
10 - 30	0,85	0,42	0,54	-0,54	0,99	-0,53	0,67
30 - 60	0,47	0,56	-0,05	0,05	0,94	-0,83	0,41
0 - 30	0,88	0,77	0,54	-0,54	0,98	-0,52	0,71
0 - 60	0,76	0,74	0,28	-0,28	0,98	-0,73	0,59

Selanjutnya untuk Site BMO hanya kadar N Total dan K tersedia dan P tersedia yang terpengaruh dengan peningkatan kadar C organik tanahnya. Khusus untuk P pengaruh tersebut terbesar pada lapisan tanah 10 – 30 cm sedangkan untuk N Total dan K tersedia pengaruh terbesar di lapisan tanah 0 – 10 cm. Untuk Site LMO sifat kimia tanah yang nilainya berbanding lurus dengan kadar C organik adalah pH, KTK dan K tersedia. Fenomena ini terjadi di lapisan tanah 0 - 10 cm. Pada site ini keeratan hubungan antara kadar C organik juga terjadi dengan KB dan N namun hal ini terjadi pada lapisan tanah 10 - 30 cm. Seberapa besar keeratan hubungan antara kadar C organik dengan sifat-sifat kimia tanah lainnya dapat dicermati melalui tinggi rendahnya nilai koefisien korelasinya. Dalam melihat keeratan hubungan ini, khusus untuk korelasi sifat-sifat tanah yang menghasilkan koefisien

korelasi $\geq 0,5$ sudah dapat dinyatakan berkorelasi cukup erat mengingat terdapat hubungan saling pengaruh mempengaruhi antar sifat-sifat kimia tanah itu sendiri (Hartati, 1998). Berdasarkan hal ini maka kadar bahan organik akan berpengaruh erat terhadap pH, KB, KAl,N dan P tersedia di Site SMO dan semua parameter sifat kimia tanah di Site LMO sedangkan untuk Site BMO hanya berpengaruh terhadap N total.

Koefisien korelasi antara kadar C organik dan sifat kimia tanah lainnya di Site BMO yang sebagian besar bernilai negatif menimbulkan dugaan bahwa ada pengaruh sifat tanah lainnya terhadap karakter sifat-sifat kimia tanah di site ini. Patut diduga bahwa sifat tersebut merupakan bawaan dari materi tanah asalnya, misalnya antara tekstur tanah khususnya pada jumlah fraksi liatnya. Uji korelasi terhadap lebih lanjut terhadap sifat-sifat tanah tersebut perlu dilakukan untuk meyakinkan apakah tekstur berperan terhadap karakter sifat-sifat kimia di Site BMO.

Berdasarkan keamatan hubungan antara kadar C organik dengan sifat kimia tanah lainnya maka kadar C organik dapat dijadikan indikator keterpulihan secara kimiawi LRPT terutama untuk site (SMO dan LMO). Dalam hal ini kadar C organik di LO untuk masing-masing site ditetapkan sebagai acuan keterpulihan LRPT. Hasil penetapan keterpulihan LRPT untuk masing-masing site dibatasi pada kedalaman tanah < 30 cm seperti yang disajikan pada Gambar 3.49.

Secara kimiawi LRPT di Site SMO dan LMO pulih setelah umur mencapai 8 tahun sedangkan Site BMO berdasarkan acuan yang dibuat menunjukkan belum pulih hingga umur revegetasi >12 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa indikator keterpulihan LRPT sangat spesifik dan sangat tergantung pada seberapa besar pengaruh keamatan sifat tersebut dalam mempengaruhi sifat tanah lainnya.



Site	Tingkat Keterpulihan LRPT							C Org (%) LO
	< 2 tahun	2 - 4 tahun	4 - 6 tahun	6 - 8 tahun	8-10 tahun	10-12 tahun	>12 tahun	
0 - 10 cm	-	-	-	-	+	-	-	1,65
- 30 cm	-	+	-	-	+	-	+	0,98
SMO	-	+	-	-	++	-	+	
0 - 10 cm	-	-	-	-	-	-	-	1,57
- 30 cm	-	-	-	-	-	-	-	0,61
BMO	-	-	-	-	-	-	-	
0 - 10 cm	-	-	-	-	+	+	-	1,50
- 30 cm	-	-	-	-	+	+	-	1,18
BMO	-	-	-	-	++	++	-	

Keterangan: S, B, L, MO - Sambarata, Binungan, Lati Mining Operation, + = mulai pulih, ++ = pulih

Gambar 3.49 Skema Dinamika Tingkat Keterpulihan LRPT Secara Kimiawi Berdasarkan Perkembangan Umur Revegetasi

Selain berdasarkan sifat kimia tanah, keterpulihan LRPT setelah direvegetasi dievaluasi pula berdasarkan sifat fisik tanahnya. Ada beberapa parameter sifat fisik tanah yang dapat digunakan untuk melihat keterpulihan LRPT, namun dalam hal ini difokuskan pada pengurangan tingkat kepadatan tanah atau penurunan nilai Bulk Density. Tinggi rendahnya BD sangat dipengaruhi oleh kadar C organik maupun tekstur tanahnya.

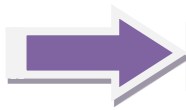
Uji korelasi antara kadar C organik dengan BD menunjukkan bahwa ada keeratn hubungan antara kedua sifat tersebut di tanah lapisan atas (0 – 30 cm) di semua site. Khusus untuk Site LMO keeratn hubungan ini terjadi juga pada tanah lapisan bawah (>30 - 60 cm). Keeratn hubungan tersebut ditunjukkan oleh nilai koefisien korelasi

yang negatif, dan hal ini bermakna bahwa terjadinya penambahan bahan organik hasil tanaman revegetasi akan menurunkan kepadatan tanahnya.

Tabel 3.23 Koefisien Korelasi Antara Kadar C Organik dengan BD di LRPT Batubara

Kedalaman Tanah (cm)	Koefisien Korelasi		
	SMO	BMO	LMO
0 - 30	-0,65	-0,71	-0,54
- 60	0,29	0,06	-0,81

Berdasarkan analisis data tersebut maka kepadatan tanah dapat digunakan sebagai indikator keterpulihan lahan karena tindakan pengupasan tanah sebelum kegiatan penambangan, penimbunan tanah, dan penyebaran serta perataan tanah dengan alat-alat berat akan memadatkan tanah di LRPT. Keberadaan vegetasi akan menyumbangkan sejumlah bahan organik yang dapat berfungsi untuk mengurangi kepadatan tanah. Kepadatan tanah mineral berkisar antara 0,8 hingga 1,6 g/cc, namun kondisi kepadatan tanah mineral yang umum dijumpai adalah 1,0 hingga 1,2 g/cc (Sitamala, 2006). Kisaran nilai ini sementara akan dijadikan acuan mengevaluasi keterpulihan lahan secara fisik. Hasil evaluasi keterpulihan berdasarkan BD disajikan di Gambar 3.50. LRPT di Site SMO mulai mengarah pulih saat berumur 6-8 tahun dan bertahan hingga berumur saat berumur > 12 tahun. Selanjutnya untuk Site BMO lahan mengarah pulih saat umur 8-10 tahun namun pada plot umur > 12 tahun lapisan 30-60 cm masih memadat diduga penyebabnya adalah tekstur tanahnya sebab uji korelasi dengan kadar C organik untuk lapisan ini menghasilkan koefisien korelasi sangat rendah. Berbeda dengan LRPT di Site LMO keterpulihan lahan hanya terjadi pada plot umur 8-10 tahun. Ditinjau keeratan hubungan kadar C organik dengan kepadatan tanah maka penyebab kepadatan tanah karena kadar C organik yang rendah.



Arah Harapan Perkembangan

Site	Tingkat Keterpulihan Lahan							BD (g/cc) LO
	< 2 Tahun	2 - 4 Tahun	4 - 6 Tahun	6 - 8 Tahun	8-10 Tahun	10-12 Tahun	>12 Tahun	
0 - 30 cm	-	-	-	-	+	+	+	0,9
- 60 cm	-	-	-	+	-	-	+	1,1
SMO	-	-	-	+	+	+	++	
0 - 30 cm	-	-	-	-	+	+	+	1,2
- 60 cm	-	-	-	-	+	+	-	1,3
BMO	-	-	-	-	++	++	+	
0 - 30 cm	-	-	-	-	+	-	-	1,0
- 60 cm	-	-	-	-	+	-	-	1,0
LMO	-	-	-	-	++	-	-	

Keterangan: S, B, L, MO - Sambarata, Binungan, Lati Mining Operation, + = mulai pulih, ++ = pulih

Gambar 3.50 Dinamika Tingkat Keterpulihan LRPT
Ditinjau Dari Sifat Fisik Tanah Berdasarkan
Perkembangan Umur Revegetasi

Guna memperoleh gambaran keterpulihan lahan terkait dengan perkembangan umur LRPT seyogyanya diamati pada plot yang sama secara runtut waktu sebab kondisi spesifik awal lahan pasca tambang akan mempengaruhi tingkat dan kecepatan keterpulihan lahannya. Analisis data menunjukkan bahwa umur LRPT yang lebih tua tidak selalu menunjukkan kecenderungan keterpulihan lahan. Evaluasi keterpulihan lahan sementara untuk ketiga site dimulai sejak LRPT berumur > 8 tahun.

Kondisi awal kesuburan tanah, baik fisik maupun kimia sangat berpengaruh dalam kecepatan keterpulihan lahannya. Pemantauan kesuburan tanah pada plot di lahan terbuka untuk ketiga site tersebut dicoba dibandingkan, hasilnya menunjukkan bahwa kesuburan tanah saat lahan terbuka untuk plot-plot di Site SMO dan BMO lebih tinggi dibanding Site LMO sehingga kesuburan tanah saat lahan

telah tertutup vegetasi di Site SMO dan Site BMO bukan semata-mata karena pengaruh vegetasinya namun dikarenakan perbedaan kesuburan awal tanahnya. Perbedaan kondisi kesuburan tanah diantara ketiga site tersebut diduga selain akibat perbedaan kadar hara pada batuan induknya juga disebabkan oleh jeluk hujannya. Urutan jeluk hujan tahunan tertinggi hingga terendah adalah LMO (2.923 mm), SMO (2.730 mm) dan BMO (2.098 mm) hal ini akan berpengaruh terhadap kesuburan tanahnya karena jeluk hujan tinggi akan meningkatkan pencucian basa-basa sehingga memiskinkan tanah.

Sehubungan dengan peningkatan kesuburan tanah, kondisi yang diharapkan tentunya tingkat kesuburan segera meningkat ketika lahan terbuka telah ditanami dan kondisi kesuburan tersebut dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama. Berbeda dengan kondisi tanah di hutan alam meskipun dalam hal ini tingkat kesuburannya tergolong rendah namun tetap dapat mendukung pertumbuhan vegetasinya. Vegetasi hutan alam yang ada saat ini telah mengalami seleksi alam dan membutuhkan waktu sangat lama untuk sampai pada kondisi tersebut sehingga tanaman yang ada saat ini merupakan pemenang dalam seleksi tersebut. Berbeda dengan jenis-jenis tanaman yang dibudidayakan di lahan pasca tambang, sebagian besar adalah tanaman jenis bagur (*fast growing species*) yang rakus hara untuk itu perlu dukungan media tanam dengan tingkat kesuburan tinggi. Dalam hal ini disarankan untuk melakukan pengapuran atau menanam jenis-jenis yang adaptif terhadap kondisi lahan. Selain itu keterpulihan lahan yang memerlukan waktu cukup lama (6 tahun) namun hanya mampu bertahan 2 tahun (6-8 tahun) perlu menjadi perhatian guna mengambil suatu tindakan agar keterpulihan tersebut bertahan lebih lama, minimal keterpulihan lahan dapat dipertahankan sampai akhir daur tanaman.

Dipandang dari sisi proses dan kejadian erosi tanah, penambangan dengan sistem terbuka menyebabkan turunnya permukaan lahan, disamping terjadi timbunan-timbunan baru akibat perpindahan lapisan penutup (*overburden*, dan *interburden*). Untuk mencegah atau mengurangi hal ini ditempuh cara dengan mengembalikan lapisan penutup ke tempat asalnya. Setelah selesai penimbunan lapisan penutup pada suatu blok harus dilanjutkan dengan penyebaran *topsoils*, diikuti pembuatan jenjang mengikuti garis kontur untuk menekan laju erosi dan pembuatan drainase untuk menghindari genangan air pada musim hujan, sehingga kondisi lahan tersebut siap direvegetasi.

Keberadaan lahan terdegradasi (*degraded lands*) di lapangan dapat dikenali dari beberapa karakteristik fisiknya, diantaranya adalah tiadanya penutupan vegetasi dan telah terkikisnya sebagian besar lapisan tanah pucuk (*top soils*) yang kemudian hilang akibat kejadian erosi. Berhadapan dengan kondisi lahan seperti tersebut, prinsip rehabilitasi lahan digunakan sebagai panduan perencanaan dan pelaksanaan rehabilitasi lahan dengan menggunakan cara fisik-mekanik dan vegetatif maupun kombinasi keduanya. Hasil pengamatan dan analisis terhadap dinamika potensi erosi yang dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam upaya revegetasi lahan pasca tambang guna mencapai keterpulihan lahan disajikan pada Gambar 3.51

Sebagaimana telah dipaparkan sebelumnya bahwa potensi besaran erosi yang mungkin terjadi sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor utama penentu kejadian erosi tanah yaitu erosivitas hujan, erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng, penutupan bervegetasi, serta tindakan atau praktek-praktek konservasi tanah dan air. Perkembangan vegetasi adalah faktor yang sangat signifikan terkait dinamika erosi tanah di lahan revegetasi pasca tambang.



Arah Harapan

Site	Kelas Bahaya Erosi (KBE)								
	Terbuka	(< 2) Tahun	(2 - 4) Tahun	4 - 6 Tahun	6 - 8 Tahun	8 - 10 Tahun	10 - 12 Tahun	> 12 Tahun	Hutan/ Original
SMO	(ST)	(T)	(R)	(R)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)
BMO	(ST)	(S)	(R)	(R)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)
LMO	(ST)	(T)	(T)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)

Keterangan: S, B, L - MO: Sambarata, Binungan, Lati Mining Operation, SR = Sangat Ringan <15 Ton/ha/Tahun, R = Ringan (15-60 Ton/ha/Tahun), S = Sedang (60-180 Ton/ha/Tahun), T = Tinggi (180-480 Ton/ha/ Tahun), ST = Sangat Tinggi (>480 Ton/ha/Tahun)

Gambar 3.51 Dinamika Potensi Erosi Berdasarkan Perkembangan Kelas Penutupan Vegetasi

Seiring pertumbuhan dan perkembangan vegetasi hingga umur 4 - 6 tahun, harkat harkat Kelas Bahaya Erosi menurun dari Sangat Tinggi (ST) menjadi Ringan (R) - Tinggi (T). Ketika vegetasi mencapai umur > 6 tahun, harkat Kelas Bahaya Erosi pada lahan revegetasi pasca tambang mencapai Sangat Ringan (SR). Hal ini bermakna bahwa pengelolaan lahan pasca tambang dalam rangka upaya pemulihannya harus dilakukan secara intensif pada 5 (lima) tahun pertama sejak lahan pasca tambang siap untuk direvegetasi. Upaya pemulihan lahan pasca tambang harus memperhatikan pengaturan kelerengan dan penyiapan lahan pada tahap reklamasi lahan serta intensitas pengelolaan tanaman yang mencakup seleksi jenis dan teknik penanaman serta pemeliharaannya.

Langkah awal rehabilitasi lahan secara fisik-mekanik yang dikombinasikan dengan cara vegetatif adalah upaya mengendalikan limpasan permukaan (*surface runoff/overland flow*), terutama pada lahan-lahan dengan

bentukan topografi berat dan berlereng curam. Hal ini dimaksudkan agar kekuatan limpasan dapat dikendalikan, sehingga daya angkut terhadap partikel-partikel tanah jauh menurun. Hal ini dapat dilakukan dengan cara memotong panjang lereng untuk meredusir kecepatan limpasan kemudian mengarahkan serta mengumpulkannya ke arah yang tidak merusak. Pengendalian limpasan permukaan tersebut semata-mata tergantung kepada fungsi-fungsi fisik-mekaniknya. Apabila limpasan tersebut dapat dikendalikan dengan baik, maka dimungkinkan untuk melakukan penyiapan lahan dan melakukan penanaman pada bidang-bidang tanam yang ada.

Tanaman diharapkan tumbuh dan berkembang, sehingga penutupan tajuknya diharapkan mampu berfungsi menahan tumbukan langsung curah hujan. Apabila tahapan ini bisa dilalui dengan baik, maka pemecahan agregat tanah akibat tumbukan langsung curah hujan dan dispersinya menjadi partikel-partikel tanah tersebut bisa direduksi atau dikurangi.

Dampak langsung kondisi tersebut adalah tereduksinya tenaga atau energi tumbukan (energi kinetik) curah hujan, terlindunginya permukaan tanah dari tumbukan langsung curah hujan, menurunnya limpasan permukaan karena meningkatnya kapasitas infiltrasi, sehingga kecepatan limpasan permukaan tidak merusak. Dengan demikian, proses pemiskinan unsur-unsur hara tanah dapat ditahan dan unsur-unsur hara tetap tertahan di tempatnya.

Apabila tanaman dapat tumbuh dan berkembang, maka akan terjadi siklus hara yang berawal dari pasokan bahan organik dari vegetasi, yang jelas akan memulihkan kondisi lahan dengan terbentuknya lapisan tanah pucuk. Bila hingga tahap ini tercapai maka tanaman tersebut dipertahankan. Sebaliknya bila tanaman yang dikembangkan belum sesuai dengan fungsi dan manfaat yang diharapkan, karena biasanya pada tahap awal

diperlukan tanaman-tanaman yang cepat tumbuh (*fast growing species*) dan resisten dengan lingkungan pertumbuhan kurang menguntungkan (miskin), maka tanaman dapat diganti dengan jenis-jenis baru sesuai fungsi dan manfaat yang diinginkan. Hal ini sangat mungkin dilakukan karena kondisi lahan sudah pulih dan mampu berfungsi sebagai media tumbuh tanaman dengan pilihan jenis yang lebih banyak serta sebagai media pengatur tata air.

Prinsip-prinsip rehabilitasi lahan tersebut adalah tahapan-tahapan yang harus dilalui oleh upaya rehabilitasi lahan terdegradasi, terutama untuk kategori keadaan fisik lahan yang tanpa penutupan vegetasi sama-sekali dan/atau apabila tanah atas sudah hilang atau bahkan lapisan tanah C (sangat miskin hara) telah tersingkap dan muncul ke permukaan. Tahapan-tahapan tersebut sangat membutuhkan waktu dan setiap tahap akan menjadi tumpuan bagi proses atau tahap berikutnya.

b) Keberhasilan Revegetasi Lahan

Secara umum kondisi tanaman pokok sangat bervariasi baik ragam spesies maupun pertumbuhannya. Tidak semua tingkat pertumbuhan tanaman pokok antar site dapat diperbandingkan, terlebih jika menggunakan spesies yang sama namun kondisi (umur plotnya berbeda). Sebagai jenis yang ditanam merata di SMO, BMO, serta LMO, Sengon laut (*Paraserianthes falcataria*) dapat dijadikan bahan perbandingan (bio-indikator) kualitas tempat tumbuh antar site. Pertumbuhan Sengon laut (dengan parameter diameter dan tinggi) pada umur plot (2-4)+2 menunjukkan site LMO lebih baik daripada SMO.

Pada umur plot yang lebih tua, yakni (4-6)+2 pertumbuhan *P.falcataria* di site LMO lagi-lagi lebih baik dibanding dengan BMO. Namun pada umur yang lebih tua lagi (6-8)+2 pertumbuhan spesies yang sama dari site SMO lebih

baik dibanding yang berada di site BMO. Sebagai spesies yang tumbuh cepat namun model dahan pendukung tajuk yang terpencair, Sengon laut bukanlah jenis penayang yang kuat dibanding *Acacia mangium* maupun Sengon butho (*Enterolobium cyclocarpum*). Spesies lain yang dapat dijadikan bahan pembandingan kualitas site adalah *Acacia mangium*, yakni pada umur (8-up)+2 dari site LMO dan BMO. Dari monitoring tiga tahun berturut-turut nampak bahwa pertumbuhan di site LMO lebih baik daripada BMO.

Adalah tidak mudah menyimpulkan site mana lebih baik daripada yang lain bagi pertumbuhan vegetasi tanaman pokok, terlebih varian umur plot dan spesies yang digunakan tidak selalu sebanding. Jika menggunakan indikator indeks keragaman vegetasi alami, nampak bahwa site SMO menempati urutan tertinggi pada akhir tahun monitoring (2013), diikuti oleh BMO baru kemudian LMO. Demikian juga dengan menggunakan pendekatan indeks kesamaan komunitas Soerensen, nampak komposisi spesies vegetasi alami SMO lebih dekat LMO.

Dilihat dari sifat ekologis vegetasi alami yang muncul, tidak semua tergolong tumbuhan berkayu (*wooden species*), banyak juga yang berupa tumbuhan sukulen yang berumur musiman. Dari vegetasi yang berkayu pun, masih terbagi atas vegetasi berkayu tegak (*upright-wooden species*), ada juga berupa perambat (*wooden-climber species*) seperti *Meremia spp.* Vegetasi alami berumur pendek (musiman) dan seperti *Mikania sp.* yang umumnya bersifat menjalar dan berperan sebagai tumbuhan penutup (*creeper species*). Vegetasi penutup tanah baik creeper maupun sukulen secara ekologis sangat membantu memperbaiki kulaita iklim mikro. Sifatnya yang umur pendek sangat produktif menyumbang reruntuhan (*litter*) organik pada permukaan lapisan tanah. Reruntuhan organik yang berasal baik dari tumbuhan habitus pohon maupun sukulen dan penjalar sangat memicu kehadiran

dan perkembangbiakan mesofauna (umumnya avertebrata) misal serangga dan cacing dari berbagai ordo. Keberadaan mesofauna sangat erat terkait dengan keberadaan vertebrata dari kelompok Reptilia maupun Amphibia yang pada umumnya bersifat sebagai predator. Dengan demikian, keberadaan vegetasi pada lahan reklamasi, apakah alami, sisipan maupun tanaman pokok punya dua peran utama dalam proses sembuh (recover) ekosistem pasca tambang.

c) Keterpulihan Ekosistem Lahan Pasca Tambang

1. Habitat Satwa Liar

Vegetasi adalah komponen biologi pertama yang dianggap sangat penting karena merupakan produsen primer penyedia makanan, tutupan, udara bersih dan penyedia banyak habitat bagi munculnya kehidupan lainnya. Beberapa kawasan yang tidak lagi didominasi oleh vegetasi seperti gurun pasir ataupun daerah bersalju tetap ditemukan adanya kehidupan di atasnya, tapi keberadaan vegetasi secara umum pada daerah dataran rendah adalah sangat sulit untuk dihindari dan dengan banyak variasi kehidupan di dalamnya. Vegetasi bersama dengan komponen abiotik seperti tanah, air, udara dan lainnya membentuk yang namanya habitat bagi kehidupan banyak jenis dari satwa liar. Vegetasi yang tumbuh di atas tanah menjadi gambaran tentang bagaimana kualitas dari tanah tempat tumbuhnya, dan begitu juga seterusnya kualitas satwa liar di dalam suatu kawasan dapat dilihat dari keberadaan vegetasinya. Dengan demikian dikatakan bahwa tanah, vegetasi dan satwa liar adalah tiga komponen habitat yang tidak dapat dipisahkan, apalagi jika dibicarakan bagaimana peranan satwa liar dalam pertumbuhan dan penyebaran banyak jenis tumbuhan, dimana ketergantungan antara satu dengan lainnya adalah terlihat jelas sangat kuat.

Penikmat kehadiran vegetasi adalah satwa liar apakah

sebagai konsumen primer, sekunder ataupun menjadikannya sebagai habitat yang cocok untuk mereka ataupun hanya sekedar tempat bertengger, bernaung ataupun bersembunyi dari predator atau memata-mati mangsanya dalam perburuan. Memantau satwa liar sudah banyak dilakukan dan sudah menjadi keilmuan yang berkembang sangat pesat bahkan cenderung sangat maju dalam penelitiannya yang bersifat autecology dibandingkan vegetasi secara umum. Kata *wildlife* yang semestinya diartikan sebagai kehidupan liar mencakup semua kehidupan baik satwa maupun tumbuhan liar, sering dan bahkan sudah terbiasa dimengerti hanya sebagai satwa liar belaka. Tentu itu bukan satu persoalan namun mengingat perkembangannya para ilmuwan sudah menggariskan bahwa keberadaan tumbuhan saja tidak akan membawa apapun dalam waktu yang panjang, begitu juga sebaliknya. Satwa liar adalah penyerbuk banyak jenis tanaman, penyebar biji dan pemencar dan bahkan penyemai yang handal serta keberadaan hewan mikro menjadi sangat penting dalam penghancur dan dekomposisi bahan-bahan sisa.

Secara khusus adalah mamalia besar sangat mudah untuk ditemukan dan diidentifikasi oleh siapa saja (walaupun dalam beberapa hal tidaklah demikian), walaupun semua orang bisa dengan mudah mengenali gajah, babi hutan, kijang payau dan sebagainya. Untuk mamalia kecil diperlukan perlakuan khusus dan agak sulit dalam identifikasinya, seperti banyak jenis tikus, kelelawar, tupai dan lainnya. Jumlah jenis yang banyak dan keseringannya (frekuensi) dijumpai telah menjadikan burung sebagai obyek pemantauan yang menarik dan bermanfaat. Burung juga dikatakan sebagai cetak biru dari habitat yang ada atau dengan kata lain satu habitat dapat dicirikan dari komposisi jenis burung di dalamnya dan burung memiliki toleransi yang bagus sebagai akibat dari kemampuan

terbangnya yang luar biasa. Beberapa jenis burung ataupun trend perubahan komposisi atau kelimpahan populasi dapat dijadikan petunjuk yang baik bagi perubahan lingkungan yang ada (*bio-indikator*).

Serangga adalah komunitas yang sangat banyak memiliki jenis, sehingga pemilihan komunitas jenis yang mana yang akan dipantau adalah sangat menentukan efisiensi dalam pekerjaan. Banyak jenis atau bahkan belum diidentifikasi ataupun sulit identifikasinya, sehingga untuk sementara bagi kelompok serangga hanya kepada beberapa komunitas seperti kupu-kupu, capung dan kumbang besar. Kehadiran kelompok ini cukup melimpah dan metodologi yang telah dikembangkan untuk menangkap dan identifikasinya sudah cukup maju. Selain itu, kelompok tersebut memang dapat dipakai sebagai petunjuk yang baik dalam sebuah perubahan lingkungan yang ada (*bio-indikator*).

Komunitas Reptil dan Amphibia, kedua kelompok ini semakin dipercaya sebagai petunjuk yang baik dalam melihat suatu perubahan habitat dan persoalannya hanya untuk dapat menemukan mereka cukup sulit, berbahaya dan identifikasinya memerlukan pengalaman dan bantuan pekerja profesional. Khususnya untuk reptil memang selalu dicatat dalam setiap kegiatan survey biologi apabila bisa ditemukan ataupun tercatat pernah ada dalam kawasan tersebut ataupun ada indikasi keberadaannya, apakah berdasarkan informasi masyarakat dan sebagainya. Untuk kelompok amphibia yang juga memang jarang terlihat, ternyata bila memang dicari secara sengaja dengan metode yang tepat dan waktu yang tepat akan dapat ditemukan jumlah jenis yang beragam. Pemilihan obyek reptil dan amphibia bisa direkomendasikan namun tentu tidak seperti burung ataupun mamalia, artinya tidak perlu dikerjakan terlalu intensif seperti halnya kedua komunitas tersebut. Hal ini dikarenakan dalam

pekerjaannya memerlukan investasi waktu dan tenaga yang banyak dan untuk identifikasi yang tidak mudah, apalagi jika selalu harus membawa spesimen dalam pekerjaannya, padahal jumlah individunya (populasi) di alam adalah sangat terbatas. Hal yang sama juga sebenarnya terjadi pada serangga, identifikasinya harus selalu membawa spesimen (penangkapan) yang artinya individu tersebut mati atau dimatikan. Tapi karena jumlah serangga diperkirakan cukup banyak, sehingga metodologi ini dianggap tidak terlalu merugikan secara alami. Berbeda dengan satwa burung yang dapat diidentifikasi melalui pengamatan dan juga mamalia yang cukup didata melalui jejak yang mereka tinggalkan, apakah jejak kaki, suara, bulu, kotoran dan bahkan indikasi keberadaan makanannya.

2. Sumber Jenis

Keberadaan vegetasi alami di sekitar kawasan pertambangan adalah sangat penting untuk menjamin tersedianya sumber jenis. Hutan alam adalah sumber jenis baik bagi vegetasi maupun satwa liar. Untuk vegetasi seringkali tidak akan membawa masalah yang terlalu besar (begitu kira-kira pikiran awam) karena vegetasi dapat ditanam secara buatan dengan menentukan jenis yang akan ditanam dan seberapa banyak. Namun demikian sumber jenis tetap saja diperlukan walaupun sumber jenis buatan seperti persemaian dan banyak penangkaran tumbuhan sudah berhasil dibuat manusia. Menanam jenis vegetasi yang terlalu berbeda dengan kondisi awalnya tentu tidak mengembalikan kawasan ke kondisi rona awal yang ada, walaupun mungkin bukan masalah besar bila itu dilakukan dalam skala yang tidak terlalu besar. Banyak jenis baru (*introduction*) yang berhasil dikembangkan di banyak tempat telah memberikan banyak manfaat bagi ekosistem ataupun kehidupan secara keseluruhan.

Sekarang ini umumnya tutupan vegetasi di luar areal konsesi masih cukup bagus dan juga masih berstatus kawasan hutan, tapi beberapa dekade ke depan akan datang masanya kawasan pertambangan akan saling berdampingan satu dengan lainnya (skala luas) dan itu akan menghabiskan hutan alam baik primer maupun sekunder. Pada saat itulah diperlukan tatanan waktu yang piawai dalam menambang dan menanam, sehingga dapat memberi kesempatan kepada banyak spesies liar untuk berpindah tempat mencari perlindungan. Dan tentunya sebelum itu juga telah dilakukan banyak penangkaran untuk jenis tumbuhan liar di sekitar kawasan tersebut. Kondisi terparah bilamana sumber jenis memang sudah tidak ada lagi di sekitar kawasan, sehingga untuk memperkaya kawasan bekas tambang harus dilakukan tidak hanya memasukkan jenis vegetasi melalui penanaman, tetapi juga memasukan banyak jenis satwa liar dari mulai burung, mamalia, bahkan mungkin serangga dan reptil serta amphibia tertentu.

3. Alasan dan Lama Kunjungan

Banyak jenis satwa liar datang dan berkunjung ke areal reklamasi yang ditanami dengan banyak alasan pula tentunya, salah satunya adalah untuk mencari makanan dan bertahan hidup. Kedua perilaku tersebut adalah perilaku adaptif yang tidak bisa dihindari oleh banyak mahluk hidup. Mereka sepertinya dipaksa (terpaksa) melakukan kedua perilaku tersebut selain juga perilaku reproduktif yang akan menjamin kontinuitas dari kehadiran populasi jenis tersebut di alam. Namun demikian, bisa jadi kondisi tutupan vegetasi yang baik di dalam kawasan reklamasi menarik beberapa individu satwa liar untuk mendatanginya. Kunjungan seperti ini awal dari petunjuk yang baik dan sangat tergantung kepada kemampuan pengelola mempertahankan kualitas dan kuantitas tutupan yang ada. Kunjungan seperti itu tentu belum bisa disebut

sebagai kunjungan tetap atau mengatakan bahwa individu tersebut menetap sebagai penghuni. Kunjungan sementara kadang agak sulit untuk didefinisikan karena kadang satwa liar besar memiliki daerah jelajah (*home range*) yang besar dan luas. Banyak perusahaan sudah senang dengan data seperti ini karena memang petunjuk yang baik bahwa perubahan ekosistem areal bekas tambang akan mulai menjadi apa yang disebut ekosistem atau habitat dari beberapa jenis tumbuhan dan satwa liar (komunitas).

Seringnya jenis ditemukan disebut frekuensi pertemuan. Sering atau tingginya frekuensi pertemuan memberikan beberapa petunjuk umum seperti dominansi jenis atau jenis yang mobile dalam pergerakannya. Persoalan membedakan individu yang satu dengan lainnya menjadi kendala dalam menentukan jumlah populasi yang mungkin terdapat di dalam satu kawasan. Lama kunjungan yang sebenarnya e.g. untuk mamalia besar dapat dipelajari dengan melakukan monitoring harian dengan cara mengikutinya kemana saja mereka pergi di dalam kawasan (*following*). Menentukan kunjungan ulang pada satu kawasan yang dilakukan satwa liar bukanlah tujuan dalam satu monitoring, tapi bilamana pekerjaan sudah dilakukan dalam rentang waktu yang panjang, bila memang ada kunjungan ulang maka hal ini akan terlihat. Apalagi bila individu satwa yang dipantau ditandai (*marking*). Banyak prediksi bisa disampaikan mengapa terjadi kunjungan ulang oleh satwa liar, salah satunya adalah bahwa karena ketidak-sengajaan atau faktor kebetulan (acak) atau bahkan karena ketidak-tahuan. Tetapi kebetulan dan ketidak-tahuan tidak berperan penting dalam ilmu pengetahuan karena diasumsikan bahwa semua kejadian akan memberikan alasan mengapa itu dilakukan.

4. Avifauna

Banyak jenis burung dapat hadir pada areal reklamasi bekas tambang, mengingat kemampuan mereka yang besar untuk mencari tempat-tempat yang baik untuk mencari makan, bermain dan melakukan perkawinan dan membesarkan anak. Mungkin burung adalah jenis yang pertama kali pernah datang ke areal reklamasi yang walaupun mungkin tidak menetap, tapi mereka bisa datang berulang kali melakukan pengecekan apakah reklamasi sudah dapat digunakan untuk sebagai habitat atau sebagian dari habitat mereka ataupun satwa liar lainnya. Burung adalah jenis yang mudah untuk dideteksi kehadirannya walaupun mungkin agak sulit menentukan jenisnya.

5. Mamalia

Mamalia juga dipercaya sebagai jenis hewan yang datang pertama kali khususnya pada saat tanaman di areal reklamasi mulai menghijau. Pemakan daun atau herbivore dipercaya akan sangat terbantu dengan keberadaan tanaman. Adalah sangat mungkin menemukan jenis-jenis mamalia besar seperti Payau, Kijang ataupun Kancil di dalam kawasan reklamasi yang menghijau karena tanaman. Alasan kehadiran mereka adalah tidak lain karena tersedianya makanan berupa tunas-tunas muda dan dedaunan yang segar di kawasan tersebut. Namun seringkali juga mengingat kemampuan jelajah jenis-jenis ini yang cukup besar, maka mereka bergerak dalam luasan yang besar, sehingga pertemuan dengan mereka lebih banyak karena faktor kebetulan. Dari pengalaman agak sulit juga menemukan jejak kaki (*foot print*) dari mamalia besar pada kawasan ini (karena tanah hutan yang keras dan masif). Untuk itu kehadiran mereka dapat dicari secara sengaja pada daerah-daerah yang basah seperti di pinggir sungai, tepi kolam ataupun pada tanah-tanah yang lunak di dalam kawasan. Analisis dan pendugaan

jumlah individu mereka dalam kawasan agak sulit untuk dilakukan, sehingga kehadiran dan ketidakhadiran (*presence* dan *absent*) lebih banyak digunakan untuk dapat memperlihatkan kondisi yang ada.\

6. Herpetofauna

Agak mengherankan bilamana kelompok Herpetofauna juga menjadi bagian dari kehidupan areal reklamasi bekas tambang di banyak tempat. Kehadiran mereka banyak mengundang pertanyaan tentang dari mana mereka datang, kemana saja mereka selama ini?. Selama pertambangan berlangsung dan tentang bagaimana mereka akan menjadi satu komunitas setelah beberapa tahun pertambangan ?. Namun keheranan tersebut dijawab dengan kenyataan bahwa pada beberapa tempat di dalam areal reklamasi sudah mulai dapat ditemukan komunitas herpetofauna tersebut yang walaupun masih dengan keragaman jenis yang rendah, tetapi kadang ditemukan beberapa individu dalam jumlah yang cukup banyak.

Kelompok reptil adalah yang paling sulit ditemukan. Kehadiran jenis-jenis ini umumnya dihubungkan dengan ketersediaan makanan mereka sebagai konsumen sekunder dalam kawasan tersebut. Ditemukan banyak tikus dan atau amphibia menjadi petunjuk yang baik untuk kehadiran kelompok reptil ini. Hubungan antara reptil dan mangsanya adalah hubungan antara *predator* dan *prey* yang keberadaannya saling terkait satu sama lain. Bilamana telah terdapat banyak makanan di dalam satu kawasan, maka sang predator akan datang dan meningkat populasinya, dan begitu pula sebaliknya. Mekanisme dan dinamika populasi predator dan prey dalam satu kawasan selalu berubah seiring dengan waktu yang ada. Adalah cukup sulit untuk menjawab mana yang lebih dulu datang di kawasan tersebut, seperti ayam dan telur. Namun demikian pertanyaan serupa

seringkali muncul dalam kondisi yang demikian. Untuk itu diperlukan data tentang rona awal dari kawasan yang ada dan/atau paling tidak kondisi lingkungan hutan di sekitar kawasan pertambangan

7. Insekta

Serangga adalah kelompok hewan yang paling banyak terdapat di alam ini. Begitu banyaknya jumlah mereka baik individu maupun jenisnya maka kekhawatiran akan kepunahan kelompok hewan ini menjadi tidaklah begitu besar. Kelas serangga (insekta) adalah kelompok yang terbesar dan yang memang paling banyak telah dikenal oleh manusia. Dengan alasan itu pulalah kita melihat pada banyak areal bekas tambang ditemukan serangga dalam jumlah yang kadang kala mencengangkan siapa saja dan boleh dibilang mereka cepat datang, bertahan dan cepat pula menghilang dari suatu kawasan. Kekhawatiran akan kepunahan beberapa jenis pada kelompok ini sebenarnya sangat tinggi karena kemampuan populasinya untuk bertahan dengan daur hidup yang pendek bisa berakibat kepada kepunahan selamanya yang tidak akan dapat terpulihkan (*irreversible*).

Jenis apa yang pertama kali akan datang pada satu kawasan yang dihijaukan diasumsikan bahwa serangga pemakan daun (*herbivore*) adalah yang paling memiliki peluang terbesar. Alasannya adalah selain banyaknya makanan tersedia, terdapat juga kemudahan untuk berkembang biak seperti iklim mikro yang mendukung. Selain itu, serangga tidak memerlukan persyaratan hidup yang berlebihan dan juga memiliki daur hidup yang pendek. Sampai sekarang ini belum banyak informasi yang bisa diperoleh tentang bagaimana perkembangan populasi dan jenis serangga di dalam kawasan reklamasi. Namun dapat dipastikan bahwa mereka memanfaatkan kehadiran vegetasi sebagai makanan dan tempat berkembang biak dan

bertahan hidup serta menyediakan diri mereka sebagai juga makanan bagi mahluk hidup dengan tingkat konsumen yang kedua, seperti capung dan banyak jenis amphibia.

8. Kehadiran Satwa Liar di Lahan Revegetasi Pasca Tambang

Begitu lubang bekas galian tambang batubara ditutup dan dikembalikan topsoil-nya, maka pertumbuhan beberapa jenis tanaman (khususnya banyak jenis pioner) yang bijinya terkubur di dalam tanah hutan (*buried seed*) mulai bereaksi untuk tumbuh dan memunculkan pucuknya di atas permukaan tanahnya. Apalagi jika rencana penanaman tanaman penutup tanah sudah dilakukan dan bahkan beberapa jenis tanaman berupa pohon seperti Akasia Albizia ataupun Melaleuca atau lainnya sudah berdiri dalam satu kesatuan, maka habitat di dalamnya akan segera berubah menjadi sejuk dan sangat cocok untuk kehidupan banyak jenis, baik tumbuhan maupun satwa liar. Iklim mikro (*micro climate*) adalah bentukan satu kesatuan habitat dikarenakan komponen habitatnya (khususnya vegetasi) sudah tumbuh dan berkembang sedemikian rupa, sehingga dapat menampung sinar matahari, menyerapnya dan meneruskannya ke lantai hutan di bawahnya, mereduksi kecepatan angin menjadi begitu sejuk di bawah tegakan, sehingga membuat suhu dan kelembaban menjadi begitu optimal dan sangat cocok untuk kehidupan, pertumbuhan dan perkembangan banyak kehidupan.

Vegetasi selain berfungsi sebagai penutup (*cover*) tetapi juga menyediakan diri mereka sebagai penyedia makanan dan penghasil oksigen melalui proses fotosintesa. Tajuk pohon-pohon di areal reklamasi juga menyediakan fungsi transpirasi untuk menguapkan air yang diserapnya melalui rambut akar dari dalam tanah, sebagaimana sebaliknya tajuk menerima air hujan

untuk kepentingan fotosintesa dan mengalirkannya sebagian melalui aliran batang dan masuk ke dalam tanah secara perlahan. Secara keseluruhan, maka hal-hal itulah yang menjadi alasan mengapa banyak jenis satwa liar dapat ditemukan dari waktu ke waktu di areal reklamasi dan rehabilitasi bekas tambang batubara PT Berau Coal baik di Samarata, Binungan serta Lati. Bila mengacu kepada vegetasi sebagai sumberdaya pakan di areal reklamasi, maka bisa dipastikan satwa liar yang pertama datang ke areal tersebut adalah satwa liar herbivore - pemakan tumbuhan, apakah pemakan daun, pemakan buah, biji dan lainnya. Agak sulit untuk menentukan apakah kelompok mamalia yang datang duluan, burung, serangga ataupun kelompok lainnya. Namun bila melihat kemungkinan luas dan mobilitasnya pergerakan satwa liar, maka burung dan mamalia perlu dicurigai sebagai kelompok satwa yang pertama-tama mengunjungi areal tersebut. Namun demikian pertanyaan penting lainnya adalah darimana mereka datang atau berasal dan kemudian mengokupasi daerah reklamasi atau rehabilitasi tersebut ? Jawabannya tentu adalah berasal dari daerah hutan alam yang masih tersisa di sekeliling kawasan reklamasi tersebut. Tingginya keragaman jenis satwa liar pada daerah reklamasi bekas tambang adalah sangat tergantung kepada kuantitas dan kualitas hutan alami yang tersisa di sekitarnya.

Bervariasinya jumlah jenis dan individu burung yang ditemukan di ketiga lokasi pemantauan adalah petunjuk kualitas hutan alam yang ada di sekitar kawasan reklamasi. Samarata dengan 93 jenis burung dari 32 Famili menunjukkan bahwa hutan alam yang baru saja dibuka untuk kepentingan pertambangan memiliki keragaman jenis burung yang tinggi dan dengan suasana pembukaan yang baru telah menjadikan juga okupasi yang tinggi dari jumlah jenis

burung pada kawasan areal reklamasi tersebut. Sebaliknya di Lati dan Binungan umur areal reklamasi cukup lama dan areal hutan di sekitarnya sudah banyak menyusut dan semakin jauh jaraknya, sehingga keragaman jenis burung yang ditemukan lebih sedikit dibanding dengan Sambarata selama 3 tahun pemantauan. Jumlah jenis burung yang bisa dikatakan sebagai jenis penetap di ketiga lokasi penelitian tidak terlalu berbeda selama 3 tahun pemantauan. Jenis penetap di sini didefinisikan sebagai selalu ditemukan selama 3 tahun berturut-turut.

Sebaliknya untuk mamalia ditemukan lebih sedikit jenis di daerah Sambarata yang umurnya jauh lebih muda dibanding Binungan dan Lati. Mamalia adalah kelompok satwa liar yang mampu melakukan perjalanan cukup jauh bilamana habitatnya banyak terganggu dan baru akan kembali setelah beberapa saat lamanya. Lain halnya dengan burung yang dikarenakan kemampuan terbangnya yang tinggi, umumnya justru tidak pergi terlalu jauh dan juga akan kembali dalam waktu yang tidak terlalu lama dibandingkan dengan mamalia. Seperti halnya burung maka kelompok mamalia yang banyak ditemukan adalah juga kelompok pemakan yang bervariasi (generalis atau omnivor) yang memiliki respon ekologi yang lebar terhadap faktor-faktor lingkungannya, seperti makanan. Mengingat luasnya daerah jelajah banyak jenis mamalia, sementara disimpulkan bahwa kehadiran banyak jenis bukanlah sebagai penghuni yang menetap. Mereka sebagian besarnya menggunakan areal reklamasi terbatas untuk keperluan sesekali, apakah untuk mencari makan, bermain ataupun aktifitas lainnya. Belum ditemukan adanya indikasi bahwa penggunaan areal reklamasi untuk kepentingan berproduksi bagi sebageian besar mamalia yang ada. Agak lain halnya dengan burung, ditemukan beberapa sarang dari jenis burung Kipasan (*Rhipidura*), burung

penjahit (*Orthotomus*) ataupun jenis burung Bulbul (*Pycnonotidae*).

Lain pula halnya dengan beberapa jenis amphibia, kumbang maupun kupu-kupu yang ditemukan pada areal reklamasi. Kelompok-kelompok hewan ini sebagian besar sangat tergantung kepada keberadaan habitat mikro yang tersedia dan tersebar di dalam dan di sekitar kawasan reklamasi, seperti daerah genangan air di beberapa tempat ataupun kondisi percabangan pohon yang merupakan kekayaan struktur tegakan yang secara fisik dan biologis mendukung keberadaan kelompok-kelompok hewan tersebut di atas. Banyak jenis amphibi memerlukan daerah genangan air untuk meletakkan telurnya dan kepentingan berkembang biak, sedangkan kondisi percabangan, lekukan kulit pohon dan bentuk penutupan daun menentukan proses peletakan telur banyak jenis serangga, seperti kumbang dan kupu-kupu. Telur-telur hanya akan diletakkan dan akan menetas menjadi larva pada kondisi iklim mikro tertentu yang bila persyaratan tersebut tidak terpenuhi, maka telur-telur itu tidak akan menetas dan/atau tidak menjadi larva yang siap menjadi kepompong dan berubah menjadi bentuk dewasanya (*imago*), yaitu kupu-kupu. Amphibia memerlukan banyak jenis serangga kecil sebagai makanannya, seperti *nympha*.

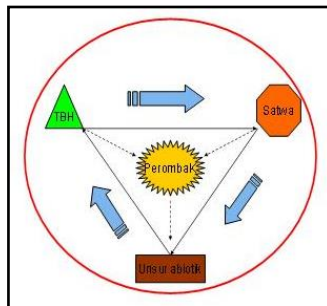
Dalam satu ekosistem alami dikenal istilah rantai dan jaringan makanan. Rantai makanan adalah hubungan antara keberadaan vegetasi sebagai penyedia makanan untuk sebagian besar pemakan tumbuhan (*herbivore*), sedangkan keberadaan herbivore adalah sebagai penyedia makanan bagi jenis pemakan daging (*carnivore*), banyak omnivore dan tentunya beberapa jenis predator. Rantai makanan yang banyak akan membentuk apa yang disebut dengan jaringan makanan. Pertanyaannya kembali adalah seberapa banyak rantai makanan dan jaringan makanan yang sudah terbentuk setelah beberapa waktu dari

penambahan dan reklamasi ? Bentuk makanan saja sebenarnya adalah sangat berharga karena menyangkut beberapa kehidupan, dengan kata lain areal reklamasi sudah memberikan perannya sesuai waktu dan tempatnya untuk menopang banyak jenis kehidupan disekitarnya. Areal reklamasi harus dilihat secara bersama-sama dengan areal hutan alami lain di sekitarnya, sehingga pemahaman terhadap keberhasilan reklamasi bekas tambang tidak menjadi salah kaprah.

Berdasarkan paparan analisis tersebut di atas, rangkuman sistematis tentang proses dan mekanisme serta indikasi keterpulihan ekosistem lahan revegetasi pasca tambang dapat dicermati pada Tabel 3.24. Dalam konstruksi pemikiran keterpulihan ekosistem lahan revegetasi pasca tambang, garis besar interaksi antara unsur-unsur utama dalam ekosistem disampaikan pada Gambar 3.52. Kemapanan unsur abiotik (batu/tanah, air, udara) dengan input energi berupa cahaya matahari, maka akan memstimulasi pertumbuhan tanaman. Tanaman sebagai matarantai independen (produser) akan menjadi sumber energi dan mineral bagi konsumen (satwa, baik mikro, meso maupun makro). Tumbuhan dan satwa secara simultan menyumbang sumber energi bagi dekomposer (mikro-organisme) maupun mesofauna. Kompleksitas interaksi antara tumbuhan - satwa - dekomposer dan elemen an-organik (tanah,air dan udara) sering disebut jejaring makanan (*food webs*) yang menjadi ciri khas ekosistem, pada stadium recovery (penyembuhan/pemulihan) maupun stadium puncak (*climax*).

Tabel 3.24 Dinamika Proses dan Mekanisme serta Indikasi Keterpulihan Ekosistem Lahan Revegetasi Pasca Tambang

Parameter	Sampai Tahun Ke-1	Sampai Tahun Ke-2	Sampai Tahun Ke-3	Masuk Tahun Ke-4
Avifauna	Insectivore Banyak jenis	Insectivore/Frugivore/Nectarivore/ Predator Banyak jenis	Insectivore/ Frugivore/ Nectarivore/ Predator, Jumlah jenis berkurang	Beberapa jenis mulai dominan
Mamalia	Herbivore Sedikit jenis	Herbivore/Carnivore Jumlah jenis bertambah	Herbivore/ Carnivore/ Omnivore, Jumlah jenis tetap	Jumlah jenis tetap
Amfibi dan Reptil	Insectivore Jumlah jenis sedikit	Insectivore/ Carnivore, Jumlah jenis bertambah	Insectivore/ Carnivore Jumlah jenis tetap/bertambah	Jumlah jenis tetap atau bertambah
Kupu-kupu dan Capung	Herbivore/ Insectivore Jumlah jenis banyak	Herbivore/ Insectivore, Jumlah jenis bertambah	Herbivore/ Insectivore, Jumlah jenis bertambah	Tetap atau berkurang
Kumbang	Herbivore Jumlah jenis sedikit	Bertambah	Bertambah	Tetap



Gambar 3.52 Ilustrasi Interaksi Antar Elemen Dasar Ekosistem

Ekosistem (dalam hal ini dapat dimisalkan lahan reklamasi-revegetasi pasca tambang) dikatakan masih dalam proses recover jika berdasarkan pantauan berkala (seri-waktu) selalu menunjukkan data perubahan baik ragam maupun proporsi individu, baik tumbuhan maupun satwa. Sebaliknya jika data seri-waktu menghasilkan data yang relatif stabil (tetap), boleh dikatakan kondisi ekosistem mencapai tahapan puncak, sekalipun tidak menyerupai ekosistem sebelum dilakukan kegiatan penambangan batubara.

BAB 4

PENUTUP

Berdasarkan hasil-hasil pemantauan dan analisis serta pembahasan yang telah dipaparkan, beberapa kesimpulan terpenting dirinci sebagai berikut:

- a) Mikroklimat
 1. Kondisi mikroklimat yang terbentuk di lahan revegetasi pasca tambang sangat tergantung pada dinamika kondisi cuaca, mulai dari cerah tanpa awan, mendung bahkan hingga gerimis dan/atau hujan;
 2. Fluktuasi besaran setiap parameter mikroklimat juga dipengaruhi oleh kondisi biogeofisik lahan revegetasi pasca tambang. Peningkatan suhu udara pada permukaan tanah dan bawah tajuk tegakan adalah akibat penambahan panas yang dilepaskan kembali oleh lapisan tanah yang telah menyerap panas sebelumnya sehingga suhu udara meningkat;
 3. Intensitas cahaya bervariasi oleh keberadaan vegetasi dhi. tutupan tajuk dan kondisi cuaca khususnya keawanan, yang sangat mempengaruhi suhu dan kelembaban udara dan tanah, serta terdapat kecenderungan bahwa semakin tinggi intensitas cahaya semakin tinggi pula suhu tanah baik di permukaan maupun di bawah permukaan tanah;
 4. Semakin besar kelas umur tanaman revegetasi, parameter mikroklimat yang diamati memiliki kecenderungan mengarah dan mendekati kondisi lahan original, yang terasa secara fisik di lapangan;
 5. Peningkatan kelembaban secara nyata terjadi saat tanaman revegetasi menutup lahan hingga vegetasi

berumur 4-6 tahun, yang cenderung terus meningkat seiring dengan bertambahnya umur lahan revegetasi;

6. Intensitas cahaya merupakan parameter iklim yang terlihat mengalami perubahan nyata dengan adanya revegetasi lahan pasca tambang, yang ditunjukkan oleh nilai di bagian atas tajuk lebih besar dibanding bagian di bawahnya. Penurunan tersebut tampak nyata saat vegetasi mulai umur 2-4 tahun dan menurun hingga vegetasi berumur >10 tahun, dengan urutan rataan terendah hingga tertinggi adalah BMO - LMO - SMO.
7. Kisaran rataan suhu udara yang cukup tinggi antara 24,6 - 51,0 °C, yang berarti bahwa suhu maksimum masih mampu ditoleransi oleh tanaman hingga 51,0 °C. Hal ini diindikasikan oleh tumbuhnya beberapa jenis tanaman tahunan maupun kehutanan yang mampu bertahan;
8. Suhu dan kelembaban tanah berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman, utamanya terkait dengan perkecambahan biji, aktivitas mikroorganisme, aktivitas perakaran dan perkembangan penyakit tanaman. Selain itu, suhu dan kelembaban tanah juga akan sangat menentukan proses penguraian bahan organik.

b) Kesuburan Tanah

1. Harkat kesuburan tanah secara kimiawi (PPT, 1983) tanah LRPT adalah pH : Sangat Masam - Masam; KTK : Rendah, KB : Rendah - Sangat Tinggi, Kal : Rendah - Sangat Tinggi, kadar C organik : Sangat Rendah - Rendah, kadar N Total : Sangat Rendah, kadar P tersedia : Rendah - Sangat Tinggi, kadar K tersedia : Sangat Rendah;
2. Harkat seluruh parameter sifat kimia tanah kecuali KAI di LRPT adalah lebih rendah dibanding lahan LO;
3. Dalam kurun waktu 12 tahun tanah di LRPT telah memasuki tahap awal pemulihan tanah yang ditandai dengan susunan horizon O-A-C dengan batas yang jelas, struktur tanah berbentuk gumpal, berukuran

- halus-sedang dan tingkat kemantapan sedang sampai kuat;
4. Rataan kepadatan (BD) tanah di LRPT lebih padat (1,35 g/cc) dibanding lahan LO (1,07 g/cc), yang menyebabkan kedalaman perakaran efektif LRPT lebih kecil dibanding Lahan LO;
 5. Kondisi kesuburan tanah awal berpengaruh terhadap kecepatan keter-pulihan lahan. Perbedaan kadar hara pada batuan induk dan jumlah curah hujan berpengaruh terhadap kesuburan tanah LRPT. Site LMO dengan jeluk hujan yang tertinggi (2.933 mm/tahun) mempunyai harkat kesuburan paling rendah dibanding BMO (2.098 mm/tahun) dan SMO (2.730 mm/tahun);
 6. Rendahnya status kesuburan lahan hutan tidak dapat dijadikan acuan untuk menilai kemampuan tanah pasca tambang dalam mendukung kelangsungan pertumbuhan vegetasi di atasnya mengingat keberadaan vegetasi lahan hutan saat ini merupakan vegetasi pemenang seleksi alam yang prosesnya membutuhkan waktu lama. Selain itu, tanaman yang dibudidayakan di lahan pasca tambang merupakan jenis-jenis rakus hara sehingga perlu dukungan kesuburan tanah yang cukup;
 7. Keterpulihan LRPT secara kimiawi dievaluasi berdasarkan keeratan hubungan kadar C organik terhadap sifat kimia tanah lainnya sedangkan kadar C organik LO masing-masing site dijadikan acuan untuk menetapkan keterpulihan LRPTnya. Kadar C organik hanya dapat digunakan untuk mengevaluasi keterpulihan lahan di Site SMO dan LMO tidak untuk Site BMO. Keterpulihan lahan secara kimiawi untuk Site SMO dan LMO dimulai saat LRPT berumur 8-10 tahun;
 8. Keterpulihan LRPT secara fisik tanah dievaluasi berdasarkan BD yang mempunyai keeratan hubungan dengan kadar C organiknya. Parameter ini dapat digunakan untuk menilai keterpulihan LRPT di Site SMO, BMO maupun LMO. Site SMO pulih lebih awal

(umur 6-8 tahun) dibanding Site BMO dan LMO (umur 8-10 tahun).

c) Potensi Erosi

1. Karakter kepekaan tanah terhadap erosi adalah Sangat Tinggi pada lahan terbuka dan menurun seiring perkembangan penutupan vegetasi (+ *tumbuhan bawah*) yaitu Tinggi pada < 2 Tahun dan 2-4 Tahun, Agak Tinggi pada 4-6 Tahun, Sedang pada 6-8 Tahun, Rendah hingga Sedang pada 8-10 Tahun, 10-12 Tahun, >12 Tahun, serta Sangat Rendah pada lahan Original/Hutan;
2. Kelas Bahaya Erosi pada Site SMO, BMO dan LMO mengindikasikan adanya kecenderungan penurunan potensi erosi tanah sejalan dengan tingkat perkembangan penutupan vegetasi;
3. Potensi erosi lahan pasca tambang yang masih terbuka adalah Sangat Tinggi akibat tiadanya penutupan vegetasi dan rendahnya kapasitas infiltrasi serta besarnya limpasan permukaan;
4. Pada lahan-lahan revegetasi pasca tambang yang masih terbuka, harkat Kelas Bahaya Erosi Sangat Tinggi, KU <2 Tahun : Sedang, KU 2-4 Tahun : Rendah - Tinggi, KU 4-6 Tahun : Sangat Rendah - Rendah, KU 6-8, 8-10, 10-12, >12 Tahun serta Original/Hutan : Sangat Rendah. Secara indikatif, pencapaian harkat Kelas Bahaya Erosi pada kisaran Sangat Rendah - Rendah - Sedang pada lahan revegetasi pasca tambang setidaknya memerlukan waktu 5 - 6 tahun;
5. Potensi erosi pada lahan revegetasi <2, 2-4 serta 4-6 Tahun berkisar dari Sangat Rendah hingga Sedang mengindikasikan adanya penahanan tajuk tanaman revegetasi terhadap tumbukan langsung curah hujan dan peningkatan kapasitas infiltrasi tanah;
6. Potensi erosi pada lahan revegetasi 6-8, 8-10, 10-12, >12 Tahun, serta lahan original/hutan adalah Sangat Rendah, yang mengindikasikan bahwa proses penahanan tumbukan secara langsung curah hujan dan

pengendalian limpasan permukaan telah berlangsung lebih baik;

7. Pencapaian harkat Kelas Bahaya Erosi Sangat Rendah pada lahan revegetasi pasca tambang setidaknya memerlukan waktu 5-6 tahun, dan diantara faktor yang menentukan keberhasilan revegetasi lahan pasca tambang yang paling memungkinkan untuk dikelola adalah pengaturan kelerengan dan penyiapan lahan reklamasi, serta intensitas pengelolaan tanaman pada tahapan revegetasi;
8. Fenomena dinamika erosi tanah dapat sangat tergantung kepada faktor-faktor penentu kejadian erosi tanah yaitu erosivitas hujan, erodibilitas tanah, panjang-kemiringan lereng, penutupan vegetasi, serta tindakan atau praktek-praktek konservasi tanah dan air. Perkembangan vegetasi adalah faktor yang sangat signifikan dalam kaitan dengan dinamika erosi tanah di lahan revegetasi pasca tambang.

d) Perkembangan Vegetasi

1. Persentase pertumbuhan tanaman pokok maupun sisipan di beberapa tempat diatas 70 persen, bahkan tidak sedikit yang justru berada di atas 100% jika mengacu standar keberhasilan Permenhut No. 60 tahun 2009;
2. Keberhasilan revegetasi semakin tinggi dengan memasukkan tanaman susulan (sisipan) maupun revegetasi alami (vegetasi muncul alamiah).
3. Ditinjau dari segi pertumbuhan tanaman pokok, kondisi penyiapan lahan yang baik sangat mendukung tumbuh berkembangnya tanaman pokok, hampir di semua plot pertumbuhan tanaman sangat baik, proporsi tinggi dan diameter baik, normal serta sehat;
4. Menggunakan spesies Sengon laut (*Paraserianthes falcataria*) sebagai indikator, pertumbuhan di site LMO berkembang lebih baik dibanding SMO maupun BMO;

5. Kemunculan vegetasi alami berbeda antar site, yang terlihat dari indeks kesamaan Soerensen hingga akhir monitoring masih kurang dari 50%;
 6. Indeks keragaman spesies vegetasi alami SMO dan BMO tiga tahun monitoring meningkat, kecuali LMO;
 7. Kondisi terkini struktur dan komposisi vegetasi menunjukkan bahwa proses recover ekologis kawasan reklamasi masih berlangsung, apalagi jika komposisi vegetasi hutan alam menjadi acuan;
- e) Fauna
1. Ditemukan sebanyak 64 jenis burung dari 24 famili di lokasi penelitian Lati. Sedangkan di Binungan ditemukan 61 Jenis dari 30 famili dan di Sambarata ditemukan 93 jenis dari 32 famili;
 2. Total jenis burung yang ditemukan pada tiga lokasi penelitian selama tiga tahun adalah 116 jenis dengan 15 kelas makan yang didominasi oleh kelas makan Insectivore (50%), Non-Insectivore (20%) terdiri dari frugivore dan predator. Sedangkan yang merupakan kategori campuran (Insectivore, frugivore dan nectarivore serta Piscivore) sebesar 30%;
 3. Jenis-jenis burung yang dikategorikan menetap ditemukan sebanyak 14 jenis di SMO, 9 jenis di BMO dan 13 jenis di SMO selama 3 tahun pemantauan;
 4. Ditemukan hanya 3 jenis yang sama selama tiga tahun di ketiga lokasi penelitian, yaitu dua jenis daerah terbuka (*Orthotomus sericeus* dan *Pycnonotus goivier*) dan satu jenis burung hutan alam (*Sasia abnormis*);
 5. Jenis-jenis yang teridentifikasi masuk masuk dalam daftar jenis yang dilindungi berdasarkan peraturan pemerintah terdapat 29 jenis, masuk dalam kategori IUCN sebanyak 89 jenis (Least Concern), 23 jenis (Near Threatened) dan 2 jenis (Vulnerable) serta masuk dalam daftar CITES sebanyak 7 jenis;
 6. Jenis mamalia darat yang ditemukan pada umumnya merupakan jenis omnivor dan generalis dengan rentang

respon ekologi yang lebar terhadap faktor-faktor lingkungannya;

7. Pemanfaatan *green patches* lahan reklamasi-rehabilitasi sebagai habitat cenderung permanen oleh beberapa jenis mamalia dengan amplitude ekologis yang lebar (*generalist*) dan penyebaran yang relatif luas, bahkan pada areal yang terganggu;
8. Kehadiran beberapa jenis mamalia terutama jenis langka dan karnivora merupakan kehadiran untuk tidak menetap dan tidak menjadikan kawasan reklamasi sebagai habitat;
9. Kehadiran jenis-jenis mamalia di areal reklamasi sangat erat kaitannya dengan keberadaan spot-spot alami hutan sekunder (*remnant forest patches*) yang disisakan pada saat pembukaan areal penambangan;
10. Secara umum jenis dan jumlah individu amfibi dan reptil yang ditemukan di areal pemantauan (areal reklamasi) masih didominasi oleh jenis yang menyukai (prefer) daerah terbuka/terdegradasi;
11. Ketiga site yang menjadi spot pemantauan/monitoring pada pemantauan kedua (tahun 2013) masih mengalami penambahan jenis, hal ini bisa jadi indikasi yang baik bagi proses perbaikan habitat;
12. Terdapat beberapa jenis amfibi dengan preferensi habitat hutan primer dan sekunder tua sudah mulai berdatangan ke dalam areal reklamasi namun kehadirannya perlu dipastikan akan bertahan di areal reklamasi;
13. Monitoring kupu-kupu yang dilakukan di Disposal 500 SMO tahun 2013 diperoleh 5 famili, 33 jenis dengan 50 individu, sedangkan monitoring tahun 2012 diperoleh 4 famili, 30 jenis dan 46 individu;
14. Dalam komposisi pada tingkat famili, Nymphalidae merupakan famili terbesar memberikan pola yang sangat berarti terhadap perkembangan suksesi hutan, dengan tendensi yang ditunjukkan semakin besar nilai komposisinya semakin tinggi pula tahapan suksesi hutan di LMO;

15. Kumbang berantena panjang di LMO pada 2013 berhasil diperoleh 1 famili, 2 sub-famili, 7 tribe, 17 jenis dengan 46 individu, dan pada periode 2012 diperoleh 1 famili, 2 subfamili, 7 tribe dan 16 jenis dengan jumlah individu berjumlah 44 individu;
16. Jenis kumbang berantena panjang yang hadir mulai bervariasi karena adanya inang bagi kumbang tersebut sebagai makanannya yang hidup secara alami di areal reklamasi;
17. Jenis kupu-kupu pada 2013 terdiri dari 4 famili, 18 jenis dan 54 individu. Komposisi penyebaran jenis untuk setiap famili sangat berbeda, famili Pieridae 3 jenis, Papilionidae 1 jenis, Nymphalidae 12 jenis, sementara famili Lycaenidae hadir dengan 2 jenis. Pada periode tahun 2012 terdiri dari 6 famili, 10 jenis dan 14 individu. Komposisi penyebaran jenis untuk setiap famili sangat berbeda, famili Satyridae 1 jenis, famili Pieridae 1 jenis, famili Papilionidae 1 jenis, famili Nymphalidae 9 jenis;
18. Komposisi tingkat famili memperlihatkan pola yang sangat jelas bahwa famili Nymphalidae merupakan famili terbesar di BMO diikuti oleh famili Pieridae, Lycaenidae, Papilionidae dan Hesperidae;
19. Pada monitoring 2013, kumbang berantena panjang yang diperoleh 1 famili, 2 subfamili, 7 tribe, 14 jenis dengan 117 individu, dan pada 2012 diperoleh 1 famili, 2 subfamili, 7 tribe dan 14 jenis dengan jumlah individu berjumlah 61 individu;
20. Di SMO, jenis kupu-kupu yang diperoleh pada periode 2012 terdiri dari 4 famili, 28 jenis dan 58 individu. Komposisi penyebaran jenis untuk setiap famili sangat berbeda, famili famili Pieridae 6 jenis, famili Papilionidae 3 jenis, famili Nymphalidae 18 jenis, sementara famili Lycaenidae hadir dengan 1 jenis. Jenis kupu-kupu pada periode tahun 2013 terdiri dari 3 famili, 10 jenis dan 14 individu. Komposisi penyebaran jenis untuk setiap famili sangat berbeda jenis, famili

Pieridae 6 jenis, famili Papilionidae 6 jenis, famili Nymphalidae 18 jenis;

21. Komposisi tingkat famili dapat memperlihatkan pola sangat jelas bahwa Nymphalidae adalah famili terbesar diperoleh dalam monitoring di Site SMO diikuti oleh famili Pieridae, Lycaenidae, Papilionidae, Hesperidae. Nymphalidae memberikan pola sangat berarti terhadap perkembangan suksesi hutan. Tendensi yang ditunjukkan adalah bahwa semakin besar nilai komposisi Nymphalidae semakin tinggi pula tahapan suksesi hutan.

DAFTAR REFERENSI

- [Dikti] Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. (1991). *Kesuburan Tanah*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- [PPT] Pusat Penelitian Tanah. (1983). *Analisis Kimia, Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Bogor: Departemen Pertanian.
- Abdullah, T. (1996). *Survei Tanah dan Evaluasi Lahan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Abdurachman, A., S., S., & N., S. (2005). *Teknologi Pengendalian Erosi Lahan Berlereng dalam Teknologi Pengelolaan Lahan Kering: Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat.
- Asdak, C. (1995). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Buckman, H., Brady, N., & Soegiman, D. (1982). *Ilmu Tanah*. Jakarta: Bhratara Karya Aksara.
- Dangler, E., & El-Swaify, S. (1976). Erosion of Selected Hawaii Soils By Simulated Rainfall. *Soil Sci.Soc.Am.J.*, 769-773.
- Das, I. (2004). *Lizards of Borneo: A Pocket Guide*. Natural History Publications.
- Francis, C. (1998). *Pocket Guide To The Birds Of Borneo*. Kuala Lumpur: The Sabah Society with WWF Malaysia.
- Giman, B., Stuebing, R., Megum, N., Mcshea, W., & Stewart, C. (2007). A Camera Trapping Inventory for Mammals in A Mixed Use Planted Forest In Sarawak. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 209-215.
- Hardjowigeno, S. (1987). *Ilmu Tanah*. Jakarta: Mediyatama Sarana Perkasa.
- Hardjowigeno, S. (1995). *Ilmu Tanah*. Jakarta: Mediyatma Sarana Prakasa.
- Hardjowigeno, S. (2003). *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Jakarta: Akademika Pressindo.
- Harmonis. (2011). *Kupu-Kupu Dataran Rendah Kalimantan Timur dan Potensinya untuk Pendekatan Penilaian Keberhasilan Reforestasi*. Samarinda.

- Inger, R., Robert F, & Stuebing. (2005). *A Field Guide to the Frogs of Borneo*. Malaysia: Natural History Publications (Borneo).
- Iskandar, D. (1998). *Amfibi Jawa dan Bali Seri Panduan Lapangan*. Bogor: Puslitbang Biology LIPI.
- Kehutanan, M. (2009, September Kamis). *Jaringan Dokumentasi dan Informasi Hukum Mahkamah Konstitusi*. Dipetik April Senin, 2022, dari Jaringan Dokumentasi dan Informasi Hukum Mahkamah Konstitusi: https://jdih.mkri.id/mg58ufsc89hrsg/P60_09.pdf
- Koerth, B., & Kroll, J. (2000). Bait Type and Timing for Deer Counts Using Cameras Triggered By Infrared Monitor. *Wildlife Society Bulletin*, 630-635.
- Martorello, D., Eason, T., & Pelton, M. (2001). A Sighting Technique Using Cameras to Estimate Population Size of Black Bears. *Wildlife Society Bulletin*, 560-567.
- Matsubayashi, H., Lagan, P., Majalap, N., Tangah, J., Abd., J., Sukor, et al. (2007). Importance of Natural Licks for The Mammals in Bornean Inland Tropical Rain Forests. *Ecological Research*, 742-748.
- Meijaard, E., Nijman, V., D, A., B, R., D, I., T, S., et al. (2006). *Hutan Pasca Pemanenan: Melindungi Satwa Liar dalam Kegiatan Hutan Produksi di Kalimantan*. Bogor: CIFOR.
- Menteri Kehutanan, R. (2009). *Jaringan Dokumentasi dan Informasi Hukum Nasional*. Dipetik 2019, dari <https://jdihn.go.id/search/all-categories/detail/463668>
- Numata, S., Okuda, T., Sugimoto, T., & Nishimura, S. (2005). Camera Trapping: A Non-Invasive Approach As An Additional Tool In The Study of Mammals In Pasoh Forest Reserve and Adjacent Fragmented Areas In Peninsular Malaysia. *Malayan Nature Journal*, 29-45.
- Payne, J., Francis, C., Phillipps, K., & Kartikasari, S. (2000). *Panduan Lapangan Mamalia di Kalimantan, Sabah, Sarawak & Brunei Darussalam*. Bogor: WCS-IP.
- Presiden Republik Indonesia. (1999, Januari Rabu). *JDIH BPK RI Database Peraturan*. Dipetik Mei Rabu, 2022, dari JDIH BPK RI Database Peraturan: <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/54143/pp-no-7->

tahun-1999

- Presiden Republik Indonesia. (2010, Desember Senin). *JDIH BPK RI Database Peraturan*. Dipetik Mei Rabu, 2022, dari JDIH BPK RI Database Peraturan: <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/5102>
- Rudran, R., T.H., K., C., S., P., J., & A., S. (1996). *Observational Techniques For Nonvolant Mammals*. Wshington DC: Smithsonian Institution Press.
- Rustam, Yasuda, M., & Tsuyuki, S. (2012). Comparison Of Mammalian Communities In A Human-Disturbed Tropical Landscape Iin East Kalimantan, Indonesia. *Mammal Study*, 299-311.
- Samejima, H., Ong, R., Lagan, P., & Kitayama, K. (2012). Camera-Trapping Rates of Mammals and Birds In A Bornean Tropical Rainforest Under Sustainable Forest Management. *Forest Ecology and Management*, 248-256.
- Sitanala, A. (2006). *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press.
- Sulthoni, A., Siwi, S., Subyanto, & Lilies S., C. (1991). *Kunci Determinasi Serangga : Program Nasional Pelatihan dan Pengembangan Pengendalian Hama Terpadu*. Yogyakarta: Kanisius.
- Tan, K., Gunadi, D., & Bostang, R. (1991). *Dasar-Dasar Kimia Tanah*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Wells, K. (2007). *The Ecology and Behavior of Amphibians*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Yasuda, M. (2004). Monitoring Diversity and Abundance of Mammals with Camera Traps: A Case Study on Mount Tsukuba, Central Japan. *Mammal Study*, 37-46.
- Yasuda, M., Miura, S., Ishii, N., Okuda, T., & Hussein, N. (2005). *Fallen Fruits and Terrestrial Vertebrate Frugivores: A Case Study In A Lowland Tropical Rainforest In Peninsular Malaysia*. UK: CABI Publishing.
- Yasuma, S. (1994). *An Invitation to the Mammals of East Kalimantan*. Indonesia: Japan International Cooperation Agency and Directorate General of Higher Education, Ministry of Education and Culture.
- Yasuma, S. (2003). *Identifikasi Keys of the Mammals of Borneo: Insectivora, Scandentia, Rodenta and Chiroptera*. Sabah:

Park Management Component, Bornean Biodiversity and
Ecosystems Conservation (BBEC) Programme.

GLOSARIUM

A

- Amfibi : Hewan berdarah dingin yang suhu tubuhnya tergantung pada suhu lingkungan
- Asam : Senyawa kimia yang bila dilarutkan dalam air akan menghasilkan larutan dengan pH lebih kecil dari 7
- Avifauna : Hewan yang memiliki kemampuan jelajah yang luas dan bisa ditemukan di berbagai habitat bahkan di kutub

B

- Basa : Zat atau senyawa yang dapat menerima proton (H^+), bisa berupa anion atau molekul netra
- Bahan Organik : Semua bahan organik yang telah Tanah mengalami perombakan baik secara alami atau *thermally* di dalam dan di permukaan tanah, baik yang masih hidup atau yang mati tetapi tidak termasuk bagian tanaman di atas permukaan tanah yang masih hidup
- Besaran indeks : Nisbah antara besarnya tanah tererosi faktor pengelolaan atau tanah yang hilang dari lahan tanaman dengan tanaman tertentu, terhadap besarnya erosi tanah yang terjadi pada lahan yang sama tanpa tanaman dan dengan panjang dan kemiringan lereng lapangan yang sama

C

- Curah Hujan : Jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu
- Cover Crops* : Tanaman yang tumbuh rapat yang ditanam terutama untuk tujuan melindungi dan memperbaiki tanah

antara periode-periode

D

Degradasi : Proses penurunan produktivitas lahan yang sifatnya sementara maupun tetap, dicirikan dengan penurunan sifat fisik, kimia dan biologi

E

Ekosistem : Suatu sistem ekologi yang terbentuk dari proses reaksi timbal balik antar makhluk hidup dengan lingkungannya

Erodibilitas Tanah : Sebagai jumlah tanah yang hilang secara potensial dari suatu jenis lahan akibat erosivitas hujan dalam keadaan bera sepanjang tahun, yang terletak pada kemiringan lahan 9% dan panjang lereng 22,10 m

Erosi : Suatu proses alam yang tidak mungkin bisa atau sangat sulit untuk dapat dihilangkan sama sekali

Erosi Alur : Pengelupasan yang diikuti dengan pengangkutan partikel-partikel tanah oleh aliran air larian yang terkonsentrasi di dalam saluran-saluran air

Erosi Internal : Terangkutnya butir-butir tanah ke dalam pori-pori tanah, sehingga tanah menjadi kedap air dan udara

Erosi Parit : Proses terjadinya sama dengan erosi alur, tetapi alur yang dibentuk sudah demikian besar, sehingga tidak dapat dihilangkan dengan pengolahan tanah biasa

Erosi Percikan : Terlepas dan terlemparnya partikel-partikel tanah dari massa tanah akibat tumbukan air hujan secara langsung

Erosi Tebing Sungai : Erosi yang terjadi akibat pengikisan tebing oleh air yang mengalir dari bagian atas tebing atau oleh terjangan arus air sungai yang kuat terutama pada tikungan-tikungan

Evaluasi Kesuburan Tanah : Proses pendiagnosaan masalah-masalah keharaan dalam tanah dan pembuatan anjuran pemupukan

F

Fosfor : unsur hara esensiil tanaman, tidak ada unsur lain yang dapat menggantikan fungsinya di dalam tanaman, sehingga tanaman harus mempunyai unsur P secara cukup untuk pertumbuhan yang optimal

H

Herpetofauna : Kelompok hewan dari Kelas Reptil dan Amfibi, mereka dikelompokkan berdasarkan kemampuan tubuhnya yang membutuhkan panas dari lingkunganya atau berdarah dingin (ectothermic)

Hidrologi : Cabang ilmu geografi yang mempelajari seputar pergerakan, distribusi, dan kualitas air yang ada dibumi serta siklus hidrologi dan sumber daya air

Horizon Tanah : Lapisan tanah yang hampir sejajar dengan permukaan lahan dan secara genetik berbeda dengan lapisan didekatnya dalam hal sifat fisik, kimia dan biologi, seperti warna, struktur, tekstur, jumlah dan jenis organisme dll.

- Hutan : Suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya, yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan
- Hutan Alam : Hutan yang tumbuh secara alami tanpa adanya campur tangan manusia. Hutan alam mempunyai keanekaragaman flora yang tinggi

I

- Iklm : Kondisi lanjutan dan merupakan kumpulan dari kondisi cuaca yang kemudian disusun dan dihitung dalam bentuk rata-rata kondisi cuaca dalam kurun waktu tertentu
- Iklm Mikro : Kondisi iklim pada suatu ruang yang sangat terbatas, namun komponen iklim ini penting bagi kehidupan manusia, tumbuhan dan hewan, karena kondisi udara pada skala mikro akan berkontak dan mempengaruhi langsung dengan makhluk-makhluk hidup tersebut
- Indeks Erosivitas hujan : Gambaran dari kemampuan hujan untuk menimbulkan kejadian erosi melalui tahapan pemecahan agregat dan dispersi serta pengangkutan partikel tanah oleh tenaga limpasan permukaan (*surface run-off*)
- Indeks Kepekaan Tanah terhadap Erosi : Jumlah tanah yang hilang rata-rata setiap tahun per satuan indeks daya erosi curah hujan
- Indeks Kesamaan Jenis Soerensen : Suatu angka yang menunjukkan tingkat kesamaan jenis penyusun dua komunitas (plot), diwujudkan dalam bentuk persentase (%)

- Indeks Konservasi Tanah : Nisbah antara besarnya erosi dari lahan dengan suatu tindakan konservasi tertentu terhadap besarnya erosi pada lahan tanpa tindakan konservasi
- Indeks Panjang dan Kemiringan Lereng : Hasil perkalian antara nilai aktor panjang lereng (L) dengan nilai faktor kemiringan lereng (S)
- Insekta : Spesies hewan yang jumlahnya paling dominan diantara spesies hewan lainnya dalam filum Arthropoda
- Intensitas Cahaya : Kuat cahaya yang dikeluarkan oleh sebuah sumber cahaya ke arah tertentu

K

- Kalium : Salah satu kation yang paling aktif melakukan pertukaran di dalam tanah selain Ca, Mg, Na, Al dan H
- Kapasitas Tukar Kation : Kemampuan koloid tanah dalam menjerap dan mempertukarkan kation-kationnya di dalam tanah
- Kation : Ion yang bermuatan positif dan terkait dengan kebutuhan nutrisi tanaman adalah Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , NH_4^+ , H^+ dan Al^{+++}
- Kawasan Hutan : Wilayah tertentu yang ditunjuk dan atau ditetapkan oleh pemerintah untuk dipertahankan keberadaannya sebagai kawasan hutan tetap
- Kelembaban : Jumlah rata-rata kandungan air keseluruhan (uap, tetesair dan kristal es) di udara pada suatu waktu yang diperoleh dari hasil pengukuran harian dan dirata-ratakan setiap bulan
- Kelembaban Tanah : Jumlah air yang tersimpan di antara pori-pori tanah
- Kelembaban Udara : Kandungan uap air di udara yang dapat

- dinyatakan sebagai kelembaban mutlak, kelembaban nisbi (relatif) maupun defisit tekanan uap air
- Kesuburan Tanah : Kemampuan tanah untuk dapat menyediakan unsur hara dalam jumlah yang cukup dan berimbang untuk pertumbuhan dan hasil tanaman
- Koefisien Korelasi : Indeks atau bilangan yang digunakan untuk mengukur keeratan (kuat, lemah, atau tidak ada) hubungan antarvariabel
- Konservasi : Sebagai upaya pengelolaan sumber daya alam secara bijaksana dengan berpedoman pada asas pelestarian
- Konservasi Tanah : Upaya untuk meningkatkan, memelihara dan mengelola tanah agar sesuai dengan fungsinya
- Konservasi Tanah dan Air : Teknik konservasi terhadap sumberdaya lahan dan air yang didasarkan atas prinsip-prinsip dan aspek teknik serta metode atau tindakan konservasi sumberdaya tersebut
- Kupu-Kupu : Salah satu jenis serangga yang berasal dari ordo Lepidoptera, dan di Indonesia ditemukan sekitar 1.600 jenis, beberapa diantaranya termasuk dalam daftar merah (redlist) International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) sebagai jenis yang dilindungi

L

- Lahan : Suatu perpaduan antara unsur bentuk/bentang lahan, geologi, tanah, hidrologi, iklim, flora dan fauna, serta alokasi penggunaannya
- Lahan Kritis : Lahan di dalam maupun di luar kawasan hutan yang

- telah mengalami kerusakan, sehingga kehilangan atau berkurang fungsinya sampai pada batas yang ditentukan atau diharapkan
- Lereng** : Permukaan bumi yang membentuk sudut kemiringan tertentu dengan bidang horisontal yang dapat terbentuk secara alamiah karena proses geologi atau karena dibuat oleh manusia
- Limpasan Permukaan** : Bagian dari air hujan yang jatuh dan mencapai permukaan lahan, namun tidak meresap ke dalam tanah
- M**
- Mamalia** : Salah satu kelas dari hewan vertebrata dengan ciri seperti adanya rambut dan kelenjar susu
- N**
- Nitrogen** : Komponen penting dari protein, materi genetik, klorofil, dan molekul organik penting lainnya
- P**
- Penggunaan Lahan** : Segala jenis kenampakan dan sudah dikaitkan dengan aktivitas manusia dalam memanfaatkan lahan
- Penhijauan** : Upaya pemulihan atau perbaikan kembali keadaan lahan kritis di luar kawasan hutan melalui kegiatan tanam menanam dan bangunan konservasi tanah agar dapat berfungsi sebagai media produksi dan sebagai media pengatur tata air yang baik, serta upaya mempertahankan dan meningkatkan dayaguna lahan sesuai dengan peruntukannya

- Penutupan Lahan : Segala jenis kenampakan yang ada di permukaan bumi yang ada pada lahan tertentu
- Pertambangan : Sebagian atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan dan pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan pascatambang
- pH : Derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan
- pH Tanah : gambaran mengenai tingkat ketersediaan unsur hara, kelarutan unsur-unsur beracun pada tanah dan perkembangan mikro-organisme tanah
- Peta : Output dari kegiatan pemetaan yang merupakan gambaran permukaan bumi pada suatu bidang datar yang dibuat secara kartografis menurut proyeksi dan skala tertentu dengan menyajikan unsur alam, serta informasi lain yang diinginkan
- Pohon : Tingkat pertumbuhan vegetasi berkayu berdiameter ≥ 20 cm
- Pupuk : Bahan yang ditambahkan kedalam tanah baik dari bahan organik maupun anorganik yang bertujuan untuk menggantikan unsur hara dari dalam tanah yang dapat meningkatkan produksi tanaman dengan kondisi lingkungan yang baik

R

- Rantai Makanan : Transfer atau pemindahan energi dari sumbernya melalui serangkaian organisme yang dimakan dan yang memakan
- Reboisasi : Upaya tanam menanam dalam rangka rehabilitasi lahan kritis di dalam kawasan hutan
- Reklamasi Hutan : Usaha untuk memperbaiki atau memulihkan kembali lahan dan vegetasi yang rusak agar dapat berfungsi secara optimal sesuai peruntukannya
- Reklamasi Pasca Tambang : Kegiatan yang dilakukan sepanjang tahapan usaha pertambangan untuk menata, memulihkan, dan memperbaiki kualitas lingkungan dan ekosistem agar dapat berfungsi kembali sesuai dengan peruntukannya
- Reptil : Hewan vertebrata berdarah dingin (*Poikilothermic*) yang dapat menyesuaikan suhu tubuh dengan lingkungan sekitarnya
- Revegetasi : Usaha untuk memperbaiki dan memulihkan vegetasi yang rusak melalui kegiatan penanaman dan pemeliharaan pada lahan bekas penggunaan kawasan hutandive

S

- Satwa Liar : Semua binatang yang hidup di darat, dan atau di air, dan atau di udara yang masih mempunyai sifat-sifat liar, baik yang hidup bebas maupun yang dipelihara oleh manusia, selain itu juga satwa liar dapat diartikan semua binatang yang hidup di darat dan di air yang masih mempunyai sifat liar, baik yang hidup bebas maupun yang

Sifat Tanah	Morfologi	: dipelihara oleh manusia Sifat-sifat tanah yang secara langsung dapat diamati di lapangan, yang mengungkapkan sejumlah fakta guna menjelaskan genesis dan ciri-ciri morfologi tanah yang merupakan petunjuk proses-proses yang dialami selama waktu pelapukan dan perkembangannya
Struktur Tanah		: Kumpulan butir-butir tunggal tanah dalam berbagai bentuk butir majemuk. Struktur ini terbentuk karena komponen liat, debu dan pasir terikat satu dengan lainnya oleh perekat alami seperti bahan organik atau oksida-oksida besi
Suhu		: Ukuran panas dinginnya suatu benda
T		
Tajuk		: Salah satu bagian pohon yang terdiri dari kumpulan daun, ranting, dan cabang pada suatu pohon berdiri yang terletak di bagian atas batang pohon
Tambang		: Usaha penambangan dan penggalian bahan galian yang dilakukan di permukaan bumi
Tanah		: Kumpulan dari benda alam di permukaan bumi yang tersusun dalam horizon-horizon, terdiri dari campuran bahan mineral, bahan organik, air dan udara, dan merupakan media untuk tumbuhnya tanaman
Top Soils		: Lapisan tanah teratas yang biasanya mengandung bahan organik, berwarna gelap, dan subur serta tebalnya sampai 25 cm

U

Uji Korelasi : Cara untuk mengetahui ada atau tidak adanya hubungan antarvariabel. Kekuatan hubungan antar variabel dapat dilihat dari hasil nilai koefisien korelasi

Unsur Hara : Senyawa kimia yang diperlukan oleh suatu organisme yang digunakan sebagai sumber energi

V

Vegetasi : Lapisan pelindung atau penyangga antara atmosfer dan tanah

INDEKS

- Amfibi, 5, 25, 26, 65, 66,
196, 197, 198, 199, 200,
202, 205, 253
- Asam, 36, 38, 110, 112, 114,
120, 124
- Avifauna, 5, 21, 57
- Bahan Organik Tanah, 13,
123, 217
- Basa, 10, 36, 98, 117, 260
- Besaran Indeks Faktor
Pengelolaan Tanaman, 15,
260
- Citra, 260
- Cover Crops*, 154, 260
- Curah Hujan, 44, 72, 90, 97,
134, 140, 141, 142, 143,
144, 145, 147, 148, 153,
155, 163, 228, 249, 250,
263
- Degradasi, IV
- Ekosistem, III, 3, 5, 46, 165,
166, 171, 231, 234, 236,
243, 244, 246, 263, 268
- Erodibilitas Tanah, 11, 13,
140, 148, 149, 226, 251
- Erosi, V, Vii, Ix, X, 2, 8, 11,
31, 43, 45, 46, 71, 133,
137, 138, 139, 140, 141,
142, 143, 144, 145, 146,
147, 148, 149, 150, 151,
152, 153, 227, 250, 251,
256, 261, 262, 263
- Erosi Alur, 137, 138, 139
- Erosi Internal, 137, 139
- Erosi Parit, 137, 138, 139
- Erosi Percikan, 137, 139
- Erosi Tebing Sungai, 137
- Evaluasi Kesuburan Tanah,
95, 217
- Fosfor, 29
- Heading, 12–255
- Herpetofauna, 5, 25, 238
- Hidrologi, 215, 262, 265
- Horizon Tanah, 131
- Hutan, 2, 3, 6, 19, 20, 22, 24,
26, 28, 30, 39, 41, 44, 46,
49, 54, 55, 56, 57, 59, 61,
65, 68, 93, 148, 153, 159,
160, 163, 166, 169, 172,
175, 184, 190, 191, 192,
193, 194, 195, 196, 197,
198, 199, 200, 201, 202,
203, 204, 205, 206, 208,
209, 211, 212, 213, 225,
232, 235, 237, 239, 240,
241, 244, 249, 250, 252,
253, 255, 264, 265, 266,
268, 276, 277
- Hutan, IV, 263, 264, 268,
276
- Hutan Alam, 3, 55, 61, 65,
159, 166, 172, 198, 205,
211, 225, 235, 241
- Ijin Pinjam Pakai Kawasan
Hutan, 276
- Iklim, 1, 2, 7, 11, 30, 34, 53,
75, 78, 86, 89, 92, 93, 94,
134, 156, 158, 162, 202,
206, 215, 230, 239, 243,
248, 263, 265

Iklim Mikro, 2, 215
 Indeks Erosivitas Hujan, 11
 Indeks Kepekaan Tanah
 Terhadap Erosi, 43
 Indeks Kesamaan Jenis
 Soerensen, 20
 Indeks Konservasi Tanah, V,
 17, 44, 264
 Indeks Panjang Dan
 Kemiringan Lereng, 11
 Insekta, 239, 264
 Intensitas Cahaya, 1, 7, 33,
 34, 86, 90, 92, 94, 170,
 247
 Intensitas Sampling, 263
 Kalium, 29, 36, 39, 126
 Kapasitas Tukar Kation, 10,
 35, 97, 110, 114, 264
 Kation, 35, 36, 98, 117, 120,
 264
 Kawasan Hutan, 2, 56, 57,
 61, 172, 175, 195
 Kelembaban, 2, 7, 11, 33, 72,
 74, 78, 84, 85, 86, 90, 91,
 94, 202, 204, 205, 206,
 215, 240, 247, 248, 264
 Kelembaban Tanah, 7, 75,
 86, 90, 91, 94, 248
 Kelembaban Udara, 7, 33,
 78, 84, 86, 90, 91, 94
 Kesuburan Tanah, Iii, 1, 2, 6,
 8, 10, 11, 18, 28, 36, 46,
 95, 99, 100, 101, 102, 105,
 120, 214, 217, 218, 224,
 225, 248, 249
 Koefisien Korelasi, 219, 221,
 222, 223, 270
 Konservasi, 5, 11, 17, 44, 45,
 137, 139, 149, 153, 226,
 251, 264, 265, 266
 Kupu-Kupu, 26, 27, 67, 68,
 69, 207, 208, 209, 211,
 212, 233, 243, 253, 254
 Lahan, III, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10,
 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18,
 19, 28, 31, 33, 36, 38, 40,
 41, 42, 44, 45, 47, 48, 51,
 53, 78, 90, 92, 94, 96, 103,
 107, 108, 110, 113, 117,
 123, 129, 132, 133, 137,
 138, 139, 140, 141, 142,
 143, 144, 145, 146, 147,
 148, 149, 151, 153, 154,
 156, 157, 158, 160, 163,
 164, 168, 170, 175, 176,
 190, 192, 193, 195, 196,
 197, 209, 213, 214, 215,
 216, 217, 223, 224, 225,
 226, 227, 228, 229, 231,
 244, 246, 247, 248, 249,
 250, 251, 253, 260, 261,
 262, 263, 264, 265, 266,
 267, 268, 276, 277
 Lereng, 13, 14, 15, 16, 45,
 46, 133, 135, 138, 139,
 149, 226, 228, 251, 260,
 261, 264
 Limpasan Permukaan, 2, 11,
 17, 46, 135, 136, 137, 138,
 139, 148, 214, 227, 228,
 250, 251, 263
 Mamalia, 4, 5, 23, 24, 25, 63,
 64, 165, 182, 190, 191,
 192, 193, 194, 195, 232,
 233, 235, 236, 237, 241,
 242, 252, 253

Nitrogen, 29, 38, 102, 124, 266
 Penggunaan Lahan, III
 Penghijauan, 137
 Penutupan Lahan, 45
 Pertambangan, 2, 4, 47, 234, 235, 238, 239, 241, 267, 268
 Peta, 19, 267
 pH, VIII, XI, 10, 29, 34, 37, 38, 39, 95, 96, 97, 99, 102, 104, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 117, 123, 124, 218, 219, 220, 248, 260, 267
 Pohon, III, 3, 17, 19, 22, 24, 26, 30, 44, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 59, 68, 154, 157, 159, 160, 161, 162, 164, 166, 169, 175, 176, 181, 191, 197, 200, 203, 209, 230, 240, 243, 267, 269, 270, 276
 Pupuk, 102, 103, 104, 115, 137, 216
 Rantai Makanan, 193, 243
 Reboisasi, 137
 Reklamasi Hutan, 2, 175, 276
 Reklamasi Pasca Tambang, 154, 160, 163, 166, 170
 Reptil, 5, 25, 65, 66, 198, 201, 205, 206, 233, 235, 238, 253
 Revegetasi, III, 1, 6, 7, 11, 17, 18, 19, 20, 45, 47, 48, 49, 55, 56, 78, 90, 92, 93, 94, 103, 106, 108, 114, 117, 124, 137, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 151, 152, 153, 155, 165, 166, 167, 176, 195, 196, 213, 214, 216, 217, 219, 221, 223, 226, 227, 244, 246, 247, 248, 250, 251, 268
 Satwa Liar, 231, 234, 235, 236, 237, 240, 241, 242, 268
 Sifat Morfologi Tanah, 40
 Struktur Tanah, 13, 40, 106, 109, 129, 130, 135, 137, 248
 Suhu, 1, 2, 7, 32, 34, 72, 74, 75, 77, 78, 85, 86, 90, 91, 92, 94, 162, 205, 214, 215, 240, 247, 248, 260, 268
 Tajuk, 7, 17, 22, 32, 33, 34, 44, 75, 77, 78, 84, 86, 87, 89, 90, 93, 94, 113, 146, 147, 151, 157, 162, 191, 202, 205, 206, 230, 240, 247, 248, 250
 Tambang, III, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 17, 18, 19, 36, 38, 40, 42, 44, 45, 56, 57, 78, 90, 92, 94, 107, 108, 123, 129, 131, 132, 137, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 151, 153, 156, 158, 160, 162, 166, 167, 168, 169, 175, 176, 182, 184, 192, 213, 214, 215, 216, 224, 225, 226, 227, 231, 235, 236, 237, 238, 239, 240,

241, 244, 246, 247, 248,
249, 250, 251, 267, 277
Tanah, III, 1, 2, 6, 7, 9, 10,
11, 12, 13, 14, 15, 17, 18,
28, 29, 31, 32, 33, 34, 35,
36, 37, 38, 39, 40, 41, 42,
43, 44, 45, 46, 47, 48, 49,
71, 72, 74, 75, 78, 84, 85,
86, 90, 91, 92, 93, 94, 95,
96, 97, 98, 99, 100, 101,
102, 103, 104, 105, 106,
107, 108, 109, 110, 112,
113, 114, 115, 117, 120,
121, 123, 124, 126, 129,
130, 131, 132, 133, 134,
135, 136, 137, 138, 139,
140, 141, 142, 143, 144,
145, 147, 148, 149, 152,
153, 156, 162, 168, 194,
196, 198, 205, 213, 214,
215, 216, 217, 218, 219,
220, 221, 222, 223, 224,
225, 226, 228, 229, 230,
231, 237, 240, 244, 247,
248, 249, 250, 251, 260,
261, 262, 263, 264, 265,

266, 267, 269, 270, 275
Top Soils, 99, 226
Uji Korelasi, 219, 221, 222
Unsur Hara, III, 1, 2, 34, 36,
38, 39, 99, 101, 104, 114,
120, 121, 125, 126, 215,
216, 228, 265, 267
Vegetasi, III, IV, 1, 2, 3, 6,
10, 12, 19, 20, 30, 32, 34,
36, 38, 39, 42, 43, 44, 45,
48, 49, 52, 53, 54, 55, 56,
59, 61, 72, 75, 85, 87, 90,
91, 93, 94, 98, 102, 104,
108, 109, 110, 112, 117,
120, 121, 123, 124, 125,
126, 129, 132, 133, 134,
136, 137, 138, 139, 140,
146, 147, 148, 149, 151,
153, 154, 166, 169, 171,
172, 175, 176, 213, 215,
219, 223, 225, 226, 227,
228, 229, 230, 231, 234,
235, 239, 240, 243, 247,
248, 249, 250, 251, 252,
267, 268

RIWAYAT PENULIS

	<p>Triyono Sudarmadji kelahiran Kebumen - Jawa Tengah pada tanggal 31 Juli 1960 menempuh pendidikan sarjana kehutanan di Fakultas Kehutanan Insitut Pertanian Bogor (1983), dan melanjutkan pendidikannya di Division of Forestry, Graduate School of Agriculture, Hokkaido University guna meraih Magister of Agricuture (1990) dan Doctor of Agriculture (1993). Sejak tahun 1985 penulis mengabdikan diri sebagai staf pengajar di Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman hingga sekarang.</p>
	<p>Wahjuni Hartati kelahiran Semarang - Jawa Tengah pada tanggal 15 Februari 1961 menyelesaikan pendidikan sarjana pertanian di Departemen Tanah Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor (1983), selanjutnya menyelesaikan pendidikan magister di Program Studi Magister Ilmu Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawaraman (1998) serta memperoleh gelar doktor dari Program Studi Ilmu Pertanian Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin (2008). Tahun 1994 hingga saat ini menjadi dosen di Bidang Tanah Hutan dan mengabdikan diri di Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Tahun 1998 hingga 2002 berkesempatan ikut mengajar di Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.</p>
	<p>Chandradewana boer lahir di Bukittinggi, 22 Juli 1959. Menyelesaikan S1 tahun 1984 di Fahutan IPB, lalu mendapat gelar Diploma tahun 1994 dan Doktor tahun 1998 dari Universitas Wuerbug Jerman.</p>

	<p>Sutedjo kelahiran Madiun- Jawa Timur, 3 Agustus 1959. Menyelesaikan program pendidikan tinggi jenjang S1 di Fakultas Biologi UGM (1978-1982). Studi jenjang S3 (Doktor der Naturwissenschaften) ditempuh di Fakultas Biologi jurusan Kehutanan Universitas Hamburg-Jerman (1990-1999. Menjadi staf dosen di Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman sejak Maret 1983 hingga sekarang.</p>
	<p>Sukartiningsih kelahiran Blitar-Jawa Timur pada tanggal 06 Februari 1963 menempuh pendidikan sarjana kehutanan di Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada (1987), dan melanjutkan pendidikannya di Departement of Forestry, Graduate School of Agriculture and Life Science, The University of Tokyo guna meraih Master of Science (M.Sc.) (1996) dan Doctor of Phylosofi (Ph.D) (1999). Sejak tahun 1989 penulis menjadi staf dosen di Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman hingga sekarang.</p>
	<p>Muhammad Syafrudin kelahiran Pemalang, Jawa Tengah pada tanggal 31 Desember 1971. Memulai pendidikan sarjana kehutanan di Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman (1992) dan melanjutkan pendidikan magisternya di Program Studi Geografi Fisik pada Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada untuk meraih Magister of Science (2010). Sejak tahun 2005, penulis mengabdikan diri sebagai staf pengajar Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman hingga sekarang.</p>
	<p>Mochamad Syoim kelahiran Tanjung Gondang 5 Januari 1975. Magister Ilmu Kehutanan. Sejak 2005 sebagai staf pengajar pada Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, dan tergabung di laboratorium Ekologi & Konservasi Biodiversitas Hutan Tropis. Penulis sangat antusias terhadap studi/penelitian ekologi dan konservasi satwa liar, dan sedang mendalami berbagai hal yang berhubungan dengan herpetofauna.</p>

SINOPSIS BUKU

Lahan terdegradasi, termasuk lahan bekas tambang batubara pada umumnya mengalami perubahan iklim mikro dan penurunan tingkat kesuburan tanah yang mengarah pada perubahan kurang menguntungkan bagi perkembangan makhluk hidup. Perubahan iklim mikro dan penurunan tingkat kesuburan tanah yang umum terjadi antara lain adalah meningkatnya suhu udara dan suhu tanah, menurunnya ketersediaan air tanah, meningkatnya penguapan (evapotranspirasi) dan intensitas cahaya matahari, perubahan karakteristik fisik dan kimia tanah, serta perubahan pada permukaan tanah akibat hilangnya vegetasi penutup lahan. Dalam buku ini menjelaskan kegiatan pemantauan terhadap tingkat kesuburan tanah - iklim mikro - potensi erosi, perkembangan vegetasi serta fauna pada lahan revegetasi pasca tambang batubara.

RINGKASAN RIWATA PENULIS BERSAMA

Buku Model Pemantauan Dinamika Keterpulihan Ekologis Lahan Revegetasi Pasca Tambang Batu Bara merupakan salah satu buku yang didalamnya berisi tentang kegiatan pemantauan terhadap tingkat kesuburan tanah - mikroklimat - potensi erosi, perkembangan vegetasi serta fauna pada lahan revegetasi pasca tambang batu bara. Penulis merupakan staf pengajar di Universitas Mulawarman dengan keahlian penulis di dalam bidang Revegetasi Pasca Tambang.

MODEL PEMANTAUAN DINAMIKA KETERPULIHAN EKOLOGIS LAHAN REVEGETASI PASCA TAMBANG BATU BARA

Lahan terdegradasi, termasuk lahan bekas tambang batubara pada umumnya mengalami perubahan iklim mikro dan penurunan tingkat kesuburan tanah yang mengarah pada perubahan kurang menguntungkan bagi perkembangan makhluk hidup. Perubahan iklim mikro dan penurunan tingkat kesuburan tanah yang umum terjadi antara lain adalah meningkatnya suhu udara dan suhu tanah, menurunnya ketersediaan air tanah, meningkatnya penguapan (evapotranspirasi) dan intensitas cahaya matahari, perubahan karakteristik fisik dan kimia tanah, serta perubahan pada permukaan tanah akibat hilangnya vegetasi penutup lahan. Dalam buku ini menjelaskan kegiatan pemantauan terhadap tingkat kesuburan tanah - iklim mikro - potensi erosi, perkembangan vegetasi serta fauna pada lahan revegetasi pasca tambang batubara.



Triyono Sudarmadji kelahiran Kebumen - Jawa Tengah pada tanggal 31 Juli 1960 menempuh pendidikan sarjana kehutanan di Fakultas Kehutanan Insitut Pertanian Bogor (1983), dan melanjutkan pendidikannya di Division of Forestry, Graduate School of Agriculture, Hokkaido University guna meraih Magister of Agriculture (1990) dan Doctor of Agriculture (1993). Sejak tahun 1985 penulis mengabdikan diri sebagai staf pengajar di Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman hingga sekarang.



Wahjuni Hartati kelahiran Semarang - Jawa Tengah pada tanggal 15 Februari 1961 menyelesaikan pendidikan sarjana pertanian di Departemen Tanah Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor (1983), selanjutnya menyelesaikan pendidikan magister di Program Studi Magister Ilmu Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman (1998) serta memperoleh gelar doktor dari Program Studi Ilmu Pertanian Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin (2008). Tahun 1994 hingga saat ini menjadi dosen di Bidang Tanah Hutan dan mengabdikan diri di Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Tahun 1998 hingga 2002 berkesempatan ikut mengajar di Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.



Chandradewana boer lahir di Bukittinggi, 22 Juli 1959. Menyelesaikan S1 tahun 1984 di Fakultas Kehutanan IPB, lalu mendapat gelar Diploma tahun 1994 dan Doktor tahun 1998 dari Universitas Wuerburg Jerman.



Sutedjo kelahiran Madiun- Jawa Timur, 3 Agustus 1959. Menyelesaikan program pendidikan tinggi jenjang S1 di Fakultas Biologi UGM (1978-1982). Studi jenjang S3 (Doktor der Naturwissenschaften) ditempuh di Fakultas Biologi Jurusan Kehutanan Universitas Hamburg- Jerman (1990-1999). Menjadi staf dosen di Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman sejak Maret 1983 hingga sekarang.



Sukartiningih kelahiran Blitar- Jawa Timur pada tanggal 06 Februari 1963 menempuh pendidikan sarjana kehutanan di Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada (1987), dan melanjutkan pendidikannya di Departemen of Forestry, Graduate School of Agriculture and Life Science, The University of Tokyo guna meraih Master of Science (M.Sc.) (1996) dan Doctor of Phyllosofi (Ph.D) (1999). Sejak tahun 1989 penulis menjadi staf dosen di Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman hingga sekarang.



Muhammad Syafrudin kelahiran Pemalang, Jawa Tengah pada tanggal 31 Desember 1971. Memulai pendidikan sarjana kehutanan di Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman (1992) dan melanjutkan pendidikan magisternya di Program Studi Geografi Fisik pada Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada untuk meraih Magister of Science (2010). Sejak tahun 2005, penulis mengabdikan diri sebagai staf pengajar Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman hingga sekarang.



Mochamad Syoim kelahiran Tanjung Gondang 5 Januari 1975. Magister Ilmu Kehutanan. Sejak 2005 sebagai staf pengajar pada Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, dan tergabung di laboratorium Ekologi & Konservasi Biodiversitas Hutan Tropis. Penulis sangat antusias terhadap studi/penelitian ekologi dan konservasi satwa liar, dan sedang mendalami berbagai hal yang berhubungan dengan herpetofauna.



TANESA

Tanesa

Gedung W P2M Politeknik Pertanian Negeri Samarinda
Jl. Samratulangi Samarinda 75131

Website: www.tanesa.politanisamarinda.ac.id

E-mail: tanesa@politanisamarinda.ac.id Telp. 0541 260421

ISBN 978-623-5771-33-5 (PDF)



9 786235 771335

ISBN 978-623-5771-32-8



9 786235 771328