IPB Press

STRATEGI DAN TEKNIK

RESTORASI EKOSISTEM HUTAN DATARAN RENDAH LAHAN KERING

Editor:
Yanto Rochmayanto
Dolly Priatna
Muhammad Zahrul Muttaqin

STRATEGI DAN TEKNIK

RESTORASI EKOSISTEM HUTAN DATARAN RENDAH LAHAN KERING

STRATEGI DAN TEKNIK
RESTORASI EKOSISTEM HUTAN DATARAN RENDAH LAHAN KERING

Editor:
Yanto Rochmayanto
Dolly Priatna
Muhammad Zahrul Muttaqin

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

C.01/12.2020

Judul Buku:
STRATEGI DAN TEKNIK RESTORASI EKOSISTEM HUTAN DATARAN RENDAH LAHAN KERING

Penulis:
Yanto Rochmayanto, Dolly Priatna, Ari Wibowo, Mimi Salminah, Fentie J. Salaka, Nurul Silva Lestari, Muhammad Zahrul Muttaqin, Ismayadi Samsoedin, Urip Wiharjo, Supriatno

Editor:
Yanto Rochmayanto
Dolly Priatna
Muhammad Zahrul Muttaqin

Desain Sampul & Penata Isi:
Makhbub Khoirul Fahmi

Jumlah Halaman:
186 + 24 hal romawi

Edisi/Cetakan:
Cetakan 1, Desember 2020

PT Penerbit IPB Press
Anggota IKAPI
Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128
Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: penerbit.ipbpress@gmail.com
www.ipbpress.com

ISBN: 978-623-256-471-8

Dicetak oleh Percetakan IPB, Bogor - Indonesia
Isi di Luar Tanggung Jawab Percetakan

© 2020, HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku tanpa izin tertulis dari penerbit

Tahun Terbit Elektronik: 2021

EISBN: 978-623-256-686-6

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi penuh dalam penyusunan buku.

Buku ini merupakan karya hasil kerjasama antara Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Kebijakan dan Perubahan Iklim (P3SEKPI), Badan Litbang dan Inovasi KLHK dengan Asia Pulp and Paper (APP) Sinar Mas. Keduanya merupakan kontributor utama dalam penulisan buku ini.

Kami juga menyampaikan terima kasih kepada IDH *The Sustainable Trade Initiative* yang berkolaborasi dengan APP Sinar Mas dalam mengembangkan program restorasi hutan yang sekaligus meningkatkan ekonomi, serta Sekolah Pascasarjana Universitas Pakuan yang bersinergi dengan APP Sinar Mas, yang telah menjadi kontributor anggota dalam penyiapan bahan dan proses diskusi.

Terima kasih juga kami sampaikan kepada Prof. Tukirin Partomihardjo dari Forum Pohon Langka Indonesia yang telah memberikan perhatian, melakukan review, koreksi, dan pertimbangan yang sangat berharga bagi penulisan buku.

PENGANTAR

Restorasi ekosistem merupakan salah satu isu global yang penting saat ini. Sidang Majelis Umum PBB telah mendeklarasikan *the UN decade on ecosystem restoration* untuk menyinergikan upaya restorasi ekosistem secara masif pada ekosistem yang rusak dan terganggu pada periode 2021-2030. Restorasi ekosistem dianggap sebagai langkah efektif untuk memitigasi perubahan iklim serta meningkatkan ketahanan pangan, menjaga suplai air, dan melindungi keanekaragaman hayati.

Restorasi ekosistem juga sejalan dengan target *Sustainable Development Goals* (SDGs) ke-15, yaitu melindungi, memulihkan, dan mendukung penggunaan yang berkelanjutan terhadap ekosistem daratan. Pemerintah Indonesia menunjukkan komitmen yang serius dalam upaya restorasi ekosistem melalui berbagai regulasi terkait restorasi ekosistem di kawasan hutan. Salah satunya adalah Peraturan Menteri Kehutanan No. SK.159/ Menhut-II/2004 tentang Restorasi di Kawasan Hutan Produksi (IUPHHK Restorasi Ekosistem) untuk mendorong partisipasi sektor swasta dalam pemulihan ekosistem yang telah terdegradasi. Hingga saat ini, pemerintah telah mengeluarkan 16 IUPHHK RE dengan luas total 623.075 ha.

Selain aspek teknis, restorasi ekosistem juga perlu memperhatikan dimensi sosial-ekonomi masyarakat. Restorasi ekosistem tidak hanya mengembalikan fungsi ekologis tetapi juga mengembalikan fungsi hutan sebagai sumber mata pencaharian yang berkelanjutan bagi masyarakat. Dengan tata kelola yang tepat, restorasi ekosistem dapat mendukung pemulihan fungsi hutan sebagai penyedia manfaat lingkungan, sosial, dan ekonomi bagi manusia.

Buku ini memberikan pedoman strategi dan teknik restorasi pada ekosistem hutan lahan kering dataran rendah berdasarkan data primer di ekosistem tersebut. Namun demikian, tentu akan banyak dijumpai kondisi lain yang khas di berbagai tempat di Indonesia sehingga dinamikanya akan menjadi masukan berharga bagi pengembangan strategi dan teknik restorasi ekosistem lebih lanjut.

Semoga buku ini bermanfaat untuk semua pihak yang memiliki perhatian terhadap restorasi ekosistem hutan. Melalui buku ini, kami berharap dapat berkontribusi untuk meningkatkan kualitas ekosistem, pemulihan keanekaragaman hayati, jasa lingkungan dan peningkatan karbon hutan, serta partisipasi dan kesejahteraan masyarakat.

Bogor, Desember 2020

Editor

DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMA KASIH v
PENGANTAR vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xv
DAFTAR LAMPIRAN xvii
DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH xix

BAGIAN I PENDAHULUAN 1

1. Memulihkan Fungsi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering: Sebuah Pendahuluan

Yanto Rochmayanto & Muhammad Zahrul Muttaqin 2

1.1 Latar Belakang 2
1.2 Ruang Lingkup 4
1.3 Tujuan Penulisan Buku 4
1.4 Sistematika Penulisan Buku 5

BAGIAN II EKOSISTEM HUTAN DATARAN RENDAH LAHAN KERING DAN URGENSI RESTORASI 7

2. Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering

Mimi Salminah, Ari Wibowo, & Fentie J. Salaka 8

2.1 Gambaran Umum Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering 8
2.2 Kondisi Klimatis dan Edafis Hutan Dataran Rendah Lahan Kering 10
2.3 Kekayaan Biodiversitas Hutan Dataran Rendah Lahan Kering 12

Daftar Pustaka 17

3. Urgensi Restorasi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering

Yanto Rochmayanto & Mimi Salminah 20

3.1 Mengapa Perlu Restorasi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering 20

3.2 Regulasi Restorasi Ekosistem di Indonesia 22

3.3 Peran Restorasi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering Sebagai *Nature Based Solutions* *27*

Daftar Pustaka 29

4. Prinsip-Prinsip Restorasi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering

Nurul Silva Lestari & Dolly Priatna 32

4.1 Identifikasi Kondisi Ekologi Historis 32

4.2 Autekologi dan Fenologi Tumbuhan 37

4.3 Pemilihan Jenis 42

4.4 Identifikasi Modal Sosial 45

4.5 Kelembagaan Restorasi 46

Daftar Pustaka 48

5. Strategi Restorasi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering

Yanto Rochmayanto 52

5.1 Apa dan Untuk Apa Strategi Restorasi Ekosistem 52

5.2 Perspektif Strategi Restorasi 54

5.3 Pertimbangan Pemilihan Strategi Restorasi 61

Daftar Pustaka 64

6. Ekologi dan Silvikultur Jenis untuk Restorasi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering

Fentie J. Salaka, Nurul Silva Lestari, & Ismayadi Samsoedin 66

6.1 *Eusideroxylon zwageri* 66

6.1.1 Perbenihan 67
6.1.2 Persemaian 68
6.1.3 Penanaman 69
6.1.4 Pemeliharaan 69
6.2 *Shorea leprosula* 69
6.2.1 Perbenihan 70
6.2.2 Persemaian 70
6.2.3 Penanaman 71
6.2.4 Pemeliharaan 72
6.3 *Senna siamea* 72
6.3.1 Perbenihan 73
6.3.2 Persemaian 74
6.3.3 Penanaman 74
6.3.4 Pemeliharaan 75
6.4 *Peronema canescens* 75
6.4.1 Perbenihan 76
6.4.2 Persemaian 76
6.4.3 Penanaman 76
6.4.4 Pemeliharaan 77
6.5 *Shorea macrophylla* 77
6.5.1 Perbenihan 78
6.5.2 Persemaian 79
6.5.3 Penanaman 81
6.5.4 Pemeliharaan 81
Daftar Pustaka 82

BAGIAN III ARAHAN STRATEGI DAN TEKNIK RESTORASI DI HUTAN DATARAN RENDAH LAHAN KERING..... 85

7. Karakteristik dan Kondisi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering: Pembelajaran dari Riau, Sumatera Selatan, dan Kalimantan Barat

Fentie J. Salaka & Urip Wiharjo 86

7.1 Kondisi Geografis 86

7.2 Kondisi Geologis.....89

7.3 Kondisi Hidrologis.....92

7.4 Sejarah Tutupan Lahan Ekosistem Referensi.....94

7.5 Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat 104

Daftar Pustaka.....110

8. Arahan Strategi Restorasi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering

Mimi Salminah & Yanto Rochmayanto.....112

8.1 Pertimbangan Strategi Restorasi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering di Areal Konsesi Pemasok Kayu APP Sinar Mas.....112

8.2 Penyusunan Tipologi Lanskap 114

8.3 Pemilihan Strategi Restorasi.....123

Daftar Pustaka.....126

9. Teknik Restorasi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering

Ari Wibowo, Yanto Rochmayanto, & Supriatno.....127

9.1 Perencanaan Restorasi 127

9.1.1 Survei Awal 128

9.1.2 Survei Ekosistem Referensi.....137

9.2 Sosialisasi dan Pengorganisasian 141

9.3 Pelaksanaan Restorasi 142
9.3.1 Restorasi dengan Suksesi Alami 142
9.3.2 Restorasi dengan Penunjang Suksesi Alami 143
9.3.3 Restorasi dengan Pengayaan Tanaman 144
9.3.4 Restorasi dengan Penanaman 144
9.4 Pemantauan dan Evaluasi 151
9.4.1 Pemantauan Kegiatan Restorasi 152
9.4.2 Evaluasi Hasil Restorasi 153
9.5 Kebutuhan Biaya Restorasi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering 154
Daftar Pustaka 166

BAGIAN IV PENUTUP 169
10 Refleksi bagi Pengembangan Strategi Restorasi di Indonesia
Yanto Rochmayanto dan & Dolly Priatna 170
LAMPIRAN 173
PROFIL PENULIS 181

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Strategi pemilihan jenis untuk restorasi ekosistem. 43

Tabel 2 Kelas kelerengan areal kerja PT PSPI 87

Tabel 3 Sebaran kelas kelerengan areal kerja PT BPP 88

Tabel 4 Sebaran kelas lereng areal kerja PT FI 88

Tabel 5 Formasi geologi di areal konsesi PT PSPI 90

Tabel 6 Sebaran geologi pada areal kerja PT FI 91

Tabel 7 Penutupan lahan PT PSPI tahun 2017 95

Tabel 8 Luas Kawasan Bernilai Konservasi Tinggi (KBKT) dan Kawasan Pengelolaan Nilai Konservasi Tinggi (KPNKT) 99

Tabel 9 Daftar spesies penyusun vegetasi NKT 1.3 di areal konsesi PT BPP 101

Tabel 10 Penutupan Lahan Areal PT FI 102

Tabel 11 Rencana penggunaan lahan areal lindung PT FI 103

Tabel 12 Sebaran desa terdekat di areal konsesi PT BPP 106

Tabel 13 Faktor ekologi yang mempengaruhi strategi restorasi. 113

Tabel 14 Tipologi lanskap hutan dataran rendah lahan kering kandidat lokasi restorasi. 115

Tabel 15 Arahan strategi restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering 124

Tabel 16 Kisaran stok karbon pada tiap tingkatan/kelas tutupan lahan 133

Tabel 17 Stok karbon pada setiap kelas tutupan lahan pada tiga lokasi studi 133

Tabel 18 Komposisi spesies penyusun vegetasi di areal KPPN Sei Tapa 2 PT WKS 138

Tabel 19 Komposisi tumbuhan penyusun vegetasi di areal sempadan sungai PT PSPI 139

Tabel 20 Beberapa jenis tumbuhan pada lahan kering dan kebutuhannya akan kondisi lingkungan 148

Tabel 21 Standar biaya restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering pada lahan terbuka & belukar muda di Musi Banyuasin, Sumatera Selatan 155

Tabel 22 Standar biaya restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering pada lahan terbuka & belukar muda di Jambi .. 156

Tabel 23 Estimasi kebutuhan biaya restorasi dengan suksesi alami 158

Tabel 24 Perkiraan kebutuhan biaya restorasi dengan penunjang suksesi alami 160

Tabel 25 Perkiraan kebutuhan biaya restorasi dengan pengayaan tanaman 161

Tabel 26 Perkiraan kebutuhan biaya restorasi dengan penanaman 164

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kondisi alami lantai hutan lahan kering dataran rendah yang ditutupi serasah dan anakan pohon. 9

Gambar 2. Babi Hutan di Rokan Hulu, Riau 15

Gambar 3. Harimau Sumatera di Riau 16

Gambar 4. Rusa Sambar (*Cervus unicolor*) di Indragiri Hilir, Riau 16

Gambar 5. Kerangka kerja pengambilan keputusan intervensi pada ekosistem berdasarkan kondisi awal. 33

Gambar 6. Perbedaan komposisi famili pohon pada hutan sekunder 8 bulan setelah penebangan selektif (a), hutan sekunder 6 tahun setelah penebangan selektif (b), dan hutan primer (c). 36

Gambar 7. Proporsi spesies berdasarkan pola frekuensi berbunga dari pepohonan pada hutan dataran rendah 41

Gambar 8. Ilustrasi skala restorasi ekosistem di dalam lanskap 56

Gambar 9. Mekanisme pemilihan strategi restorasi ekosistem 59

Gambar 10. Persemaian Ulin di KTH Alimpung, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan 67

Gambar 11. Penyemaian biji Ulin dengan teknik pemotongan biji 68

Gambar 12. Buah *Shorea leprosula* Miq. 70

Gambar 13. Anakan *Shorea leprosula* Miq. pada lantai hutan alam 71

Gambar 14. Polong Johar 73

Gambar 15. *Shorea macrophylla* di hutan 78

Gambar 16. Bibit *Shorea macrophylla* di persemaian 79

Gambar 17. Kondisi sebagian areal SKT PT PSPI 97

Gambar 18. Peta tata ruang kawasan PT BPP 98

Gambar 19. Areal NKT/NKT PT BPP di Bayung Lencir 99

Gambar 20. Areal NKT PT FI yang juga dikeramatkan oleh masyarakat 103

Gambar 21. Kebun karet milik masyarakat yang masuk dalam areal konsesi PT FI 108

Gambar 22. Tipologi lanskap hutan dataran rendah lahan kering di areal konsesi PT BPP. 120

Gambar 23. Tipologi lanskap hutan dataran rendah lahan kering di areal konsesi PT FI. 121

Gambar 24. Tipologi lanskap hutan dataran rendah lahan kering di areal konsesi PT PSPI. 122

Gambar 25. Kondisi berbagai kelas tutupan lahan di areal PT BPP: (a) belukar tua; (b) belukar muda; (c) lahan terbuka. 132

Gambar 26. Jumlah individu tumbuhan berkayu berdasarkan kelas diameter pada tiga kawasan konsesi pemasok kayu HTI 134

Gambar 27. Struktur vegetasi tiga kelas tutupan di PT BPP (a) PT BT, (b) PT BM dan (c) PT LT 136

Gambar 28. Kondisi kawasan lindung di PT WKS 139

Gambar 29. Kondisi areal sempadan sungai di PT PSPI 140

Gambar 30. Struktur organisasi restorasi 142

Gambar 31. Persemaian PT Arara Abadi di Perawang 146

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 174
Lampiran 2 176
Lampiran 3 177
Lampiran 4 178
Lampiran 5 179

DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH

Aklimatisasi	Suatu upaya penyesuaian fisiologi atau adaptasi terhadap bibit yang akan ditanam.
ANR	*Assisted Accelerated Natural Regeneration*
APL	Areal Penggunaan Lain
Autekologi	Ilmu ekologi yang mempelajari interaksi antara suatu spesies dengan lingkungannya
BM	Belukar Muda
BT	Belukar Tua
CITES	*Concention on International Trade in Endengered Species of Wild Fauna and Flora*
DAS	Daerah Aliran Sungai
DPSL	Daerah Perlindungan Satwa Liar
FAO	*Food and Agriculture Organization*
Fenologi	Ilmu yang mempelajari waktu dan pola terjadinya perubahan siklus hidup tumbuhan
FM	*Field Manager*
GPS	*Global Positioning System*
HHBK	Hasil Hutan Bukan Kayu
HK	Hutan Kerapatan
HP	Hutan Produksi
HTI	Hutan Tanaman Industri
IPPKH	Izin Pinjam Pakai Kawasan Hutan
ITTO	*The International Tropical Timber Organization*
IUCN	*International Union for Conservation of Nature*
IUCN	*International Union for Conservation of Nature*
IUPHHK HA	Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Hutan Alam
IUPHHK HT	Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Hutan Tanaman
IUPHHK RE	Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Restorasi Ekosistem
Jenis alien	Jenis/spesies yang hidup di luar distribusi alaminya

Jenis eksotik	Jenis/spesies yang berasal dari luar ekosistem alami
Jenis invasif	Jenis/spesies pendatang yang dapat mengancam ekosistem asli
Jenis klimaks	Jenis/spesies yang tidak mengalami perubahan pada ekosistem yang tidak terganggu dan dapat tumbuh di bawah naungan
Jenis kunci	Jenis/spesies yang berperan besar dalam ekosistem
Jenis pionir	Jenis/spesies awal yang tumbuh pada ekosistem yang telah terdegradasi
JICA	*Japan International Cooperation Agency*
KBKT	Kawasan Bernilai Konservasi Tinggi
KLHK	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
KLHK	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
KLKC	Kawasan Lindung Kelerengan Curam
KPH	Kesatuan Pengelolaan Hutan
KPNKT	Kawasan Pengelolaan Nilai Konservasi Tinggi
KPPN	Kawasan Pelestarian Plasma Nutfah
KPSL	Kawasan Perlindungan Satwa Liar
KSDAE	Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem
KSS	Kawasan Sempadan Sungai
KUD	Koperasi Unit Desa
LT	Lahan Terbuka
MABM	Lembaga Masyarakat Adat Budaya Melayu
Muba	Kabupaten Musi Banyuasin
NDC	*Nationally Determined Contributions*
NKT	Nilai Konservasi Tinggi
P3SEKPI	Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Kebijakan dan Perubahan Iklim
PermenLHK	Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Pohon induk	Pohon yang merupakan sumber genetik atau penghasil benih.
Pokja	Kelompok Kerja
Polhut	Polisi Kehutanan
Polinator	Binatang yang mentransfer serbuk sari dari kepala sari ke kepala putik dari bunga yang sama atau bunga yang lain

PT BPP	Perseroan Terbatas Bumi Persada Permai
PT FI	Perseroan Terbatas Finantara Intiga
PT PSPI	Perseroan Terbatas Perawang Sukses Perkasa Industri
PT WKS	Perseroan Terbatas Wira Karya Sakti
RE	Restorasi Ekosistem
RKU	Rencana Kerja Usaha
RKUPHHK	Rencana Kerja Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu
Rumpang	Celah pada hutan akibat terbukanya tajuk pohon-pohon besar
SB	Semak Belukar
SKT	Stok Karbon Tinggi
SNI	Standar Nasional Indonesia
Tahura	Taman Hutan Raya
TN	Taman Nasional
TPTI	Tebang Pilih Tanam Indonesia
TWA	Taman Wisata Alam
UNFCCC	*The United Nation Framwork Convention on Climate Change*

BAGIAN I
PENDAHULUAN

1. Memulihkan Fungsi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering: Sebuah Pendahuluan

Yanto Rochmayanto & Muhammad Zahrul Muttaqin

1.1 Latar Belakang

Degradasi lahan adalah salah satu masalah lingkungan global dan akan memburuk tanpa penanganan yang cepat dan tepat. Secara global, sekitar 25 persen dari total luas lahan telah terdegradasi. Ketika lahan terdegradasi, karbon tanah dan dinitrogen oksida dilepaskan ke atmosfer, menjadikan degradasi lahan sebagai salah satu kontributor terpenting perubahan iklim. Para ilmuwan baru-baru ini memperingatkan bahwa 24 miliar ton tanah subur hilang setiap tahun, sebagian besar karena praktik pertanian yang tidak berkelanjutan. Jika tren ini berlanjut, 95 persen wilayah daratan di bumi dapat mengalami degradasi pada tahun 2050.

Secara global, 3,2 miliar orang terkena dampak degradasi lahan, terutama masyarakat perdesaan, petani kecil, dan masyarakat sangat miskin. Populasi dunia diproyeksikan meningkat sekitar 35 persen menjadi 9,7 miliar pada tahun 2050 yang juga akan meningkatkan permintaan produk pertanian termasuk pangan, pakan, serat, dan bahan bakar. Tekanan pada sumber daya lahan global juga meningkat karena faktor-faktor lain seperti sistem produksi pertanian yang menjadi kurang tahan karena hilangnya keanekaragaman hayati, dan faktor-faktor alam seperti variabilitas iklim dan peristiwa cuaca ekstrem. Perubahan iklim memperburuk variasi hasil dan pendapatan dari pertanian, mengancam ketahanan agro-ekosistem dan stabilitas sistem produksi pangan.

Di Indonesia, degradasi lahan juga terjadi di ekosistem hutan akibat pemanfaatan yang tidak ramah lingkungan. Salah satunya adalah ekosistem hutan dataran rendah lahan kering. Restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering merupakan upaya untuk mengembalikan kondisi hutan agar dapat berfungsi optimal sebagai pendukung kehidupan. Mengingat

peran hutan yang penting bagi penggunaan lahan lainnya dalam sebuah bentang lahan maka pihak-pihak yang berkepentingan perlu bekerja sama dalam melakukan upaya restorasi tersebut. Pemerintah, lembaga swadaya masyarakat, kelompok-kelompok masyarakat, pakar dan akademisi, serta perusahaan swasta, merupakan para pemangku restorasi ekosistem. Semuanya memiliki peran sendiri-sendiri dalam upaya restorasi ekosistem tersebut.

Perusahaan swasta yang bergerak dalam pengelolaan hutan merupakan salah satu *stakeholder* utama dalam kegiatan restorasi ekosistem. Selain karena operasional perusahaan tersebut dapat menjadi penyebab langsung terjadinya degradasi lahan, keberlangsungan usaha mereka juga sangat tergantung pada kelestarian fungsi hutan. Dengan demikian, upaya restorasi ekosistem di areal konsesi perusahaan swasta merupakan salah satu elemen penting keberhasilan pengelolaan hutan lestari yang pada gilirannya akan berkontribusi pada kelestarian pengelolaan bentang lahan di mana areal hutan tersebut berada.

Saat ini masih banyak kalangan yang belum sepenuhnya memahami konsep restorasi ekosistem. Hal ini karena restorasi ekosistem merupakan kegiatan yang berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi dan seringkali bersifat spesifik lokasi sehingga memerlukan pengetahuan terkait dengan kondisi dan situasi biofisik serta sosial-budaya masyarakat setempat. Diperlukan upaya penyebarluasan informasi teknik dan strategi restorasi ekosistem yang mudah dipahami oleh berbagai kalangan dan menjadi pedoman yang spesifik lokasi.

Buku ini memberikan pemahaman dasar dan teknis restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering yang banyak terdapat di Indonesia. Berbeda dengan buku-buku atau pedoman restorasi ekosistem lainnya, buku ini: (1) merumuskan strategi yang bersumber dari data primer; (2) mengangkat tipologi restorasi ekosistem oleh perusahaan swasta dengan penekanan pada areal konsesi, areal NKT-SKT yang terdegradasi dan areal produksi yang diubah peruntukannya; dan (3) dapat dijadikan pedoman, baik oleh publik maupun pelaksana lapangan.

1.2 Ruang Lingkup

Upaya restorasi ekosistem dapat dilakukan melalui pendekatan berbeda, disesuaikan dengan karakteristik spesifik ekosistem hutan yang akan direstorasi serta tujuan restorasinya. Berbagai buku strategi restorasi ekosistem telah disusun oleh berbagai organisasi seperti *International Tropical Timber Organization* (ITTO), *Food and Agriculture Organization* (FAO), *Japan International Cooperation Agency* (JICA), dan *Wetland International*. Buku-buku tersebut disusun terbatas pada aspek teknisnya. Ketersediaan buku strategi dan teknik restorasi khusus untuk ekosistem lahan kering dataran rendah secara komprehensif, termasuk aspek sosial dan ekonomi di hutan produksi masih sangat terbatas.

Beranjak dari situasi tersebut maka buku ini disusun. Beragamnya tipe ekosistem di Indonesia menjadi pertimbangan mengapa strategi dan teknik restorasi ekosistem yang dibahas pada buku ini difokuskan pada ekosistem hutan dataran rendah lahan kering. Ekosistem hutan dataran rendah lahan kering di Riau, Jambi, dan Kalimantan Barat diambil sebagai pembelajaran di tempat lain untuk ekosistem yang sama. Tingkat kedalaman strategi dan teknik restorasi ekosistem yang diulas adalah tingkat messo, yaitu bersifat sebagai arahan pelaksanaan lapangan namun tidak terlalu rinci. Apabila dibutuhkan panduan yang lebih detail, para pelaku tingkat operasional dapat menjabarkannya dalam bentuk panduan, rancangan teknis, atau *Standard Operational Procedure* (SOP).

1.3 Tujuan Penulisan Buku

Penyusunan buku restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering ditujukan untuk menyediakan arahan strategi dan teknik restorasi yang sesuai untuk karakteristik ekosistem hutan dataran rendah lahan kering di hutan produksi yang komprehensif dan terintegrasi dengan mempertimbangkan aspek-aspek ekologi, sosial, dan ekonomi. Strategi dan teknik restorasi yang direkomendasikan didasarkan pada analisis kondisi dan karakteristik spesifik ekosistem hutan dataran rendah lahan kering di hutan produksi areal konsesi tertentu.

1.4 Sistematika Penulisan Buku

Buku ini memiliki empat bagian. Bagian Pertama adalah pendahuluan. Bagian Kedua menjelaskan gambaran umum ekosistem hutan dataran rendah lahan kering dan urgensi restorasi. Bagian Ketiga merupakan arahan teknis restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering dan Bagian Keempat adalah penutup.

Bagian Pertama buku hanya berisi satu bab berupa pendahuluan. Bab ini menguraikan latar belakang penyusunan buku, bedanya buku ini dengan buku restorasi lain, ruang lingkup buku, tujuan penulisan buku, serta sistematika penyajian buku.

Bagian Kedua merupakan pengantar konsep restorasi ekosistem yang akan melandasi pemilihan strategi dan teknik restorasi pada ekosistem tersebut. Bagian ini terdiri atas lima bab, yaitu karakteristik ekosistem hutan dataran rendah lahan kering, urgensi restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering, prinsip-prinsip restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering, strategi restorasi, serta ekologi dan silvikultur jenis pilihan untuk restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering. Bagian Kedua dimulai dengan Bab II yang menguraikan kondisi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering secara umum dan karakteristik ekosistemnya yang perlu dipertimbangkan untuk kegiatan restorasi.

Bab III yang masih merupakan Bagian Kedua menguraikan urgensi restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering. Selain mencakup tujuan restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering, bab ini juga mengulas perkembangan peraturan terkait restorasi ekosistem, khususnya yang relevan dengan ekosistem hutan dataran rendah lahan kering. Di samping itu, peran restorasi ekosistem dalam pembangunan *nature based solution* diuraikan kemudian.

Bab IV menjelaskan prinsip-prinsip restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering dengan mengetengahkan kondisi ekologi awal ekosistem hutan dataran rendah lahan kering, autekologi dan fenologi tumbuhannya, dan pemilihan jenis untuk restorasi pada ekosistem tersebut. Selain itu, kondisi modal sosial serta kelembagaan restorasi yang diperlukan juga menjadi bahasan yang melengkapi informasi biofisik.

Bagian ini dilanjutkan denganBab V yang memuat strategi restorasi untuk ekosistem hutan dataran rendah lahan kering serta panduan pemilihan strategi restorasi yang sesuai untuk diterapkan pada ekosistem hutan dataran rendah lahan kering. Pertimbangan pemilihan strategi restorasi pada ekosistem hutan dataran rendah lahan kering disajikan pada bagian akhir bab.

Bab VI menutup Bagian Kedua, menguraikan ekologi dan silvikultur jenis-jenis tanaman untuk resetorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering. Bab ini menyajikan beberapa jenis utama dan unggulan yang dapat diprioritaskan untuk restorasi ekosistem di hutan dataran rendah lahan kering.

Bagian Ketiga adalah arahan strategi dan teknik restorasi. Bagian ini diawali dengan bab karakteristik dan kondisi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering, yang akan mengambil pembelajaran dari restorasi pada areal terdegradasi di dalam konsesi hutan produksi di Riau, Jambi, Sumatera Selatan, dan Kalimantan Barat.

Bab selanjutnya, yaitu Bab VIII menguraikan strategi restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering. Penyusunan tipologi lanskap mengawali bab ini sehingga memberikan arahan bagaimana pemilihan strategi restorasi ekosistem yang tepat yang diuraikan pada sub bab berikutnya.

Bab IX Teknik Restorasi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering menerangkan secara rinci tahapan dan teknis pelaksanaan restorasi pada ekosistem hutan dataran rendah lahan kering. Pada bab ini juga disajikan analisis pembentukan kelembagaan dan biaya pelaksanaan restorasi ekosistem secara lebih spesifik.

Bagian Keempat atau bagian akhir buku merupakan penutup. Bagian ini hanya menampilkan satu bab yaitu Refleksi bagi Pengembangan Strategi Restorasi Ekosistem di Indonesia. Bab ini merupakan sintesis dari uraian seluruh bab dan memberikan arah strategi pengembangan restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering di tingkat nasional.

BAGIAN II

EKOSISTEM HUTAN DATARAN RENDAH LAHAN KERING DAN URGENSI RESTORASI

2. Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering

Mimi Salminah, Ari Wibowo, & Fentie J. Salaka

2.1 Gambaran Umum Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering

Hutan dataran rendah didefinisikan sebagai hutan yang berkembang pada ketinggian 0-1.200 m di tanah mineral (Whitmore, 1990), atau 0-1.000 m (Indriyanto, 2006) dari permukaan laut serta berada pada daerah yang lantai hutannya tidak pernah terendam air baik secara periodik maupun sepanjang tahun (Indriyanto, 2006). Sementara itu, hutan lahan kering dalam kelas penutupan lahan yang disusun oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan ditafsirkan sebagai hutan yang lantai hutannya tidak pernah terendam air, baik secara periodik maupun sepanjang tahun. Dengan kata lain, hutan dataran rendah lahan kering dapat didefinisikan sebagai hutan tanah mineral yang lantai hutannya tidak pernah terendam air, baik secara periodik maupun sepanjang tahun dengan ketinggian antara 0-1.200 m dari permukaan laut. Menurut Anwar *et al.,* (1987), hutan dataran rendah ditandai dengan adanya tumbuh-tumbuhan pemanjat pohon yang banyak dan lebat, pohon-pohon berbanir besar, serta pohon-pohon dengan batang yang tinggi, bulat, dan mempunyai kulit yang halus. Kanopi hutannya terdiri atas beberapa lapis sehingga lapisan bawah hutan umumnya tidak cukup mendapatkan sinar matahari. Berikut adalah penjelasan beberapa karakteristik umum dari hutan dataran rendah lahan kering.

Hutan dataran rendah merupakan salah satu dari tiga bentuk ekosistem hutan alam utama selain hutan *monsoon* dan hutan pegunungan di Indonesia (Pamulardi, 1999). Karakteristik menonjol hutan dataran rendah adalah struktur vegetasi yang kompleks dan beragam. Pepohonan penyusun vegetasi pada ekosistem tersebut dapat mencapai tinggi 70 m dengan diameter lebih dari 1 meter. Kanopi hutannya terdiri atas beberapa lapis sehingga lapisan bawah hutan umumnya tidak cukup mendapatkan sinar matahari. Selain

itu, hutan dataran rendah pada umumnya merupakan habitat berbagai hewan besar seperti harimau, gajah, rusa, beruang, tapir, orangutan, berbagai jenis burung, dan satwa ikonik lainnya.

Foto: P3SEKPI (2019)

Gambar 1. Kondisi alami lantai hutan lahan kering dataran rendah yang ditutupi serasah dan anakan pohon.

Dalam dokumen SNI 7645:2010 tentang Klasifikasi Penutupan Lahan Indonesia, terdapat juga istilah hutan lahan kering. Hutan lahan kering didefenisikan sebagai hutan yang tumbuh dan berkembang di habitat lahan kering yang dapat berupa hutan dataran rendah, perbukitan dan pegunungan, atau hutan tropis dataran tinggi. Hutan dataran rendah merupakan hutan yang tumbuh dan berkembang di daerah yang tidak pernah tergenang air dan berada pada ketinggian <1.200 meter (Arief, 2001; Anwar *et al*., 1987).

Hutan dataran rendah lahan kering memiliki beragam manfaat yang dapat dirasakan, baik langsung (*tangible*) maupun tidak langsung (*intangible*). Manfaat secara langsung yaitu hasil kayu, buah, getah, daun, dan lainnya. Manfaat tidak langsung adalah pengaturan tata air, rekreasi, pendidikan, kenyamanan lingkungan, dan lain-lain. Kondisi curah hujan yang tinggi serta beragamnya tumbuhan penyusun hutan dataran rendah menjadikan ekosistem tersebut bermanfaat sebagai daerah resapan air. Selain itu, hutan

dataran rendah mampu menyimpan, mengatur, dan menjaga persediaan dan keseimbangan air di musim hujan dan musim kemarau (fungsi hidrologis). Beragam pepohonan dengan sistem perakarannya bermanfaat untuk menjaga agregasi tanah sehingga mampu melindungi lanskap, khususnya mengurangi risiko bencana alam seperti banjir dan longsor. Hutan dataran rendah menyediakan sumber pakan yang dibutuhkan satwa. Rimbunnya dedaunan vegetasi hutan dataran rendah juga berfungsi sebagai habitat satwa tersebut. Hutan dataran rendah sangat memengaruhi kelembaban dan suhu suatu wilayah serta tingkat kejenuhan air di udara, dan pada akhirnya mendorong terjadinya hujan.

2.2 Kondisi Klimatis dan Edafis Hutan Dataran Rendah Lahan Kering

Terdapat tiga tipe utama iklim yang ditemukan di ekosistem lahan kering yaitu mediterania, tropis, dan *continental* (meskipun beberapa tempat menyimpang dari ini). Lingkungan lahan kering sering ditandai oleh musim yang relatif dingin dan kering, diikuti oleh musim yang relatif panas dan kering, dan akhirnya oleh musim sedang dan hujan.

Iklim pada dataran rendah lahan kering adalah iklim basah di mana curah hujan tinggi (>1.500 mm per tahun) dengan masa hujan relatif panjang dan iklim kering dengan curah hujan rendah (<1.500 mm per tahun) dan masa curah hujan yang pendek, yaitu sekitar 3-5 bulan (Wahyunto & Shofiyati, 2012). Wilayah beriklim basah di Indonesia tersebar di Sumatera, Kalimantan, Jawa, Maluku, dan Papua. Wilayah beriklim kering tersebar di sebagian wilayah Aceh bagian utara, sebagian wilayah Jawa Timur, sekitar Lembah Palu, Bali, Nusa Tenggara, sebagian Maluku, dan sebagian wilayah Merauke (Wahyunto & Shofiyati, 2012).

Hutan dataran rendah mempunyai iklim mikro di lingkungan sekitar tanah atau di bawah kanopi. Intensitas cahaya matahari yang masuk mempengaruhi suhu lingkungan di dalam hutan tersebut. Semakin rapatnya tajuk menyebabkan suhu di dalam hutan tersebut akan menurun, demikian sebaliknya (Fajri & Ngatiman, 2017).

Hutan dataran rendah memiliki curah hujan 2.500-3.000 mm per tahun dengan rata-rata temperatur bulanan di atas 18°C. Whitmore (1998) mengungkapkan bahwa hutan hujan tropis dataran rendah terdapat di iklim dataran rendah basah di mana cekaman air terjadi sesekali atau tidak ada.

Jenis tanah di sebagian hutan dataran rendah adalah podsolik merah kuning. Jenis tanah ini juga tersebar di beberapa tempat di Indonesia seperti Sumatera, Kalimantan, Jawa Tengah, dan Jawa Timur. Jenis tanah ini memiliki kandungan bahan organik penjenuhan basa dan pH rendah yaitu 4,2-4,8 (Darmawijaya, 1990). Bahan induk tanah podsolik merah kuning seringkali berbercak kuning, merah, dan kelabu tak begitu dalam dan tersusun atau batuan bersilika, batu lapis, batu pasir, dan batu lempung. Basuki (2009) mengungkapkan bahwa secara umum tanah podsolik merah kuning memiliki status kesuburan yang tergolong rendah.

Selain podsolik merah kuning, salah satu jenis tanah lain yang ditemukan di hutan dataran rendah adalah *inceptisol*. Secara umum ciri morfologi tanah *inceptisol* adalah tekstur lempung sampai geluh, struktur remah sampai gumpal lemah, dan konsisten gembur (Darmawijaya, 1990). Di Indonesia, tanah *inceptisol* umumnya berasal dari batuan induk vulkanik, baik *tuff* maupun batuan beku, dengan warna tanah sekitar merah (tergantung susunan mineralogi, bahan induk, drainase, umur tanah, dan keadaan iklim) dan terdapat mulai dari tepi pantai sampai ketinggian 900 m di atas permukaan laut (Darmawijaya, 1990).

Pada lingkungan hutan dataran rendah lahan kering terdapat sedikit dekomposisi, akumulasi atau penguraian bahan organik serta rendahnya kandungan organik tanah dan zat hara lainnya (Anwar *et al*., 1987; FAO, 2015). Hal ini menyebabkan tingkat kesuburan pada hutan dataran rendah adalah rendah. Rendahnya kandungan karbon organik dan zat hara lainnya di dalam tanah hutan dataran rendah menyebabkan organisme seperti cendawan, bakteri, dan hewan dalam tanah serta akar-akar, bersaing untuk mendapatkan sumber makanan yang terbatas (Anwar *et al*., 1987). Biasanya, bahan organik di dalam tanah mineral berkurang menurut kedalaman (MacKinnon *et al*., 2000).

Rendahnya kandungan karbon organik dan zat hara lainnya pada hutan dataran rendah menyebabkan kebanyakan pohon di hutan dataran rendah mengembangkan suatu hubungan yang saling menguntungkan antara akar-akarnya dengan cendawan/jamur yang dinamakan mikoriza (Anwar *et al.*, 1987). Jamur menerima karbohidrat dari akar pohon, sedangkan sebagian nitrogen dan zat hara anorganik diserap jamur dari tanah hutan dan dikembalikan kepada pohon inang (MacKinnon *et al.*, 2000).

Asosiasi mikoriza memiliki peran kunci dalam menjaga produktivitas tanaman di habitat alami dan pertanian dan merupakan sumber energi utama untuk banyak taksonomi jamur (Brundett & Tedersoo, 2018). Mikoriza di hutan dataran rendah berperan untuk membantu pertumbuhan dalam meningkatkan penyerapan air, nitrogen, fosfor serta unsur hara lainnya di dalam tanah (Karmilasanti & Maharani, 2016).

2.3 Kekayaan Biodiversitas Hutan Dataran Rendah Lahan Kering

Hutan dataran rendah lahan kering merupakan ekosistem penting yang memiliki struktur dan komposisi tumbuhan penyusun paling kompleks dibandingkan ekosistem lainnya sehingga menjadi habitat berbagai jenis fauna seperti burung, reptil, mamalia, amfibi, dan invertebrata. Hutan dataran rendah lahan kering yang merupakan bagian ekosistem hutan hujan tropis memiliki lebih dari 250 jenis pohon per hektar dan merupakan habitat bagi lebih dari 50% jenis tetumbuhan yang belum dikenal di dunia (Zakaria *et al.*, 2016). Indonesia merupakan negara ketiga yang memiliki hutan hujan tropis dataran rendah paling kaya setelah Brazil dan Republik Demokratik Kongo. Hutan dataran rendah lahan kering Indonesia kaya akan keanekaragaman hayati yang berperan penting untuk mendukung peradaban manusia pada masa depan, khususnya dalam hal penyediaan bahan pangan, pertanian, kesehatan, energi, fiber, sumber daya genetik, air, serta perlindungan terhadap bencana alam (Sukara, 2014). Dengan kata lain, hutan dataran rendah lahan kering Indonesia merupakan ekosistem hutan penting untuk menjaga keberlangsungan hidup manusia di masa depan.

Karakteristik yang menonjol dari hutan dataran rendah adalah struktur vegetasi yang kompleks dan beragam. Terdapat sekitar 199 jenis dipterokarpa di Kalimantan dan 103 jenis di Sumatera yang berasal dari marga Anisoptera, Balanocarpus, Cotylelobium, Dipterocarpus, Dryobalanops, Hopea, Parashorea, Shorea, Upuna, dan Vatica. Selain suku Dipterocarpaceae, tumbuhan lain yang dapat ditemukan di hutan dipterokarpa adalah anggota suku Annonaceae, Burseraceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Meliaceae, Myristicaceae, dan Myrtaceae (Priatna *et al.,* 2006; Kartawinata *et al*., 2008). Studi Priatna *et al.,* (2006) menemukan bahwa di hutan dataran rendah sekundur, Taman Nasional Gunung Leuseur, terdapat 133 spesies dengan Euphorbiaceae merupakan suku terkaya yaitu 18 spesies. Pebriandi (2017) melaporkan di hutan lahan kering Hutan Lindung Sentajo, Riau, memiliki keanekaragaman tumbuhan yang tergolong tinggi yaitu 424 spesies yang termasuk dalam 254 genus dan 102 famili, dan spesies meranti ditemukan hampir di semua strata. Pada hutan dataran rendah Haya, Mamberamo, Papua ditemukan total 123 spesies (40 famili) tumbuhan dengan jumlah spesies terbanyak adalah Arecaceae dan Moraceae (Jitmau & Rumbino, 2018).

Pepohonan penyusun vegetasi hutan dataran rendah dapat mencapai tinggi 70 m dengan diameter lebih dari 1 meter. Pohon-pohon yang muncul di atas tajuk utama hutan di dataran rendah Sumatera, yang paling umum dijumpai adalah suku Dipterocarpaceae dan suku Caesalpiniaceae (Anwar *et al*., 1987). Sementara itu, lapisan atas yang menjulang paling tinggi di hutan dataran rendah Borneo (Kalimantan) kebanyakan terdiri atas Dipterocarpaceae dan Leguminosae (MacKinnon *et al*., 2000).

Alhamd (2012) menemukan bahwa pada hutan dataran rendah di Sulawesi Tenggara, spesies tumbuhan yang dominan ditemukan dan distribusi penyebarannya tinggi adalah *Canarium denticulatum* dan *Ficus variegata*. Saleh & Hartana (2018) menemukan beberapa jenis pohon khas dataran rendah di hutan Cagar Alam Pangi Binanga, Sulawesi Tengah, di antaranya adalah *Diospyros celebica, D. macrophylla, Alstonia scholaris, A. spectabilis (Apocynaceae),* dan *Buchania arborescens*. Pada salah satu kawasan konservasi di hutan dataran rendah Sulawesi Tenggara yaitu Cagar Alam Napabalano, ditemukan habitat jati (*Tectona grandis*) alam seluas 9,20 ha (Direktorat Pemolaan dan Informasi Konservasi Alam, 2016).

Banir pohon juga merupakan ciri umum dari pohon-pohon yang tumbuh di hutan dataran rendah (Anwar *et al*., 1987). Banyak pohon di hutan dataran rendah yang mengembangkan akar-akar banir untuk menunjang batangnya yang tinggi dan lurus, serta berfungsi untuk mengurangi tegangan pada akar (MacKinnon *et al*., 2000). Selain memberikan dukungan mekanis pada pohon, banir juga berfungsi sebagai pengahalang pergerakan air sehingga mampu mempertahankan tingkat kelembaban tanah yang lebih tinggi, bahkan selama musim kemarau (Tang, *et al*., 2010).

Tumbuhan pemanjat banyak ditemui pada berbagai tipe hutan dataran rendah. Tumbuhan-tumbuhan ini mengembangkan strategi dengan cara memanjat sampai tajuk pohon untuk mencapai sinar matahari (MacKinnon *et al*., 2000). Salah satu tumbuhan pemanjat yang ditemui di hutan dataran rendah adalah rotan. Dalam keadaan yang sangat banyak, tumbuhan pemanjat dapat menghambat pertumbuhan pohon karena mereka bersaing dengan pohon untuk mendapatkan sinar matahari, zat hara, dan air (Anwar *et al*., 1987).

Hutan dataran rendah juga ditumbuhi tumbuhan epifit. Tumbuhan ini menumpang pada cabang-cabang pohon untuk mencapai cahaya matahari (MacKinnon *et al*., 2000). Contoh tumbuhan epifit adalah anggrek dan paku-pakuan. Tumbuhan epifit berperan penting dalam daur hara, menyediakan perlindungan, bahan sarang bagi organisme, pakan untuk satwa, dan sebagai bioindikator terhadap kerusakan ekosistem (Nasution & Junaedi, 2017).

Hutan dataran rendah juga kaya akan jenis-jenis hewan. Pada hutan dataran rendah dengan iklim tropis, ketersediaan makanan yang melimpah dalam bentuk daun baru, tunas, kuncup, biji, dan buah membuat banyak hewan yang memilih hidup di pohon. Menurut MacKinnon *et al.* (2000), di Borneo terdapat kurang lebih 45% mamalia yang tidak terbang, hidup di pohon.

MacKinnon *et al.* (2000) menguraikan klasifikasi komunitas burung dan mamalia di hutan dataran rendah di Semenanjung Malaysia. Klasifikasi tersebut adalah:

a. Di atas tajuk: burung dan kelelawar pemakan serangga dan pemakan daging;

b. Tajuk atas: burung dan mamalia pemakan daun dan buah, juga pemakan madu dan serangga;

c. Binatang terbang di tajuk tengah: burung pemakan serangga dan kelelawar;

d. Binatang musiman di tajuk tengah: mamalia pemakan segala (omnivora), juga beberapa karnivora;

e. Binatang tanah yang besar: herbivora dan karnivora;

f. Binatang kecil atau binatang vegetasi bawah: mamalia dan burung, terutama pemakan serangga dan pemakan campuran.

Foto: APP Sinar Mas (2017)

Gambar 2. Babi Hutan di Rokan Hulu, Riau

Foto: APP Sinar Mas (2018)

Gambar 3. Harimau Sumatera di Riau

Foto: APP Sinar Mas (2016)

Gambar 4. Rusa Sambar (*Cervus unicolor*) di Indragiri Hilir, Riau

Beberapa hewan hutan dataran rendah yang ditemukan di Kalimantan adalah Binturung, Bajing Tiga Warna, Monyet Kra, Mawas Orangutan, Macan Dahan, dan Bekantan Kahau. Terdapat juga beberapa spesies burung langka, misalnya burung rangkong atau enggang yang merupakan burung khas Kalimantan. Sementara itu Harimau Sumatra, Badak Sumatra, Gajah Sumatra, Macan Dahan, dan Beruang Madu adalah beberapa hewan yang terdapat di hutan dataran rendah Sumatera. Dilaporkan juga bahwa dari sekitar 40 jenis primata yang dapat dijumpai di Indonesia, sekitar 18 jenis dapat dijumpai di Sumatera, di antaranya Kukang, Tarsius, monyet Kra, dan Siamang.

Daftar Pustaka

Alhamd, L. 2012. Vegetasi dan distribusi pohon di hutan dataran rendah, Desa Munse, Pulau Wawonii, Sulawesi Tenggara. Jurnal Teknologi dan Lingkungan, Edisi Khusus Hari Lingkungan Hidup, 87-96.

Anwar J., Damalik, S. J., Hisyam, N., Whitten, A. J. 1987. Ekologi Ekosistem Sumatera. Yogyakarta: UGM Press.

Arief, A. 2001. Hutan dan Kehutanan. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

Basuki. 2009. Evaluasi status kesuburan tanah podsolik merah kuning pada beberapa desa di Kabupaten Kotawaringin Barat, Kalimantan Tengah. Jurnal Agripeat, 10(2), 87-93.

Brundett, M. C., Tedersoo, L. 2018. Evolutionary history of mycorrhizal symbioses and global host plant diversity. New Phytologist, 2018(220), 1108–1115. DOI: 10.1111/nph.14976.

Darmawijaya, M. I. 1990. Klasifikasi Tanah: Dasar Teori bagi Peneliti Tanah dan Pelaksana Pertanian di Indonesia. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Direktorat Pemolaan dan Informasi Konservasi Alam. 2016. Informasi 521 Kawasan Konservasi Region Kalimantan dan Sulawesi. Jakarta: Direktorat Pemolaan dan Informasi Konservasi Alam.

Fajri, M., Ngatiman. 2017. Studi iklim mikro dan topografi pada habitat *Parashorea malaanonan* Merr. Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa, 3(1), 1-12.

FAO. 2015. Global guidelines for the restoration of degraded forests and landscapes in drylands. Building resilience and benefiting livelihoods (FAO Foretsry Paper 175). Rome: Food and Agriculture Organization of The United Nations.

Indriyanto. 2006. Ekologi Hutan. Jakarta: PT Bumi Aksara.

Jitmau, M. Rumbino, A. 2018. Jenis tumbuhan dan tipe habitat di hutan dataran rendah Haya, Mamberamo, Papua. Vogelkop Jurnal Biologi, 1(1), 31-36.

Karmilasanti, Maharani, R. 2016. Keanekaragaman jenis jamur ektomikoriza pada ekosistem hutan dipterokarpa di KHDTK Labanan, Berau, Kalimantan Timur. Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa, 2(2), 57-66.

Kartawinata, K., Purwaningsih, Partomihardjo, T., Yusuf, R., Abdulhadi, R., Riswan, S. 2008. Floristics and structure of a lowland dipterocarp forest at Wanariset Samboja, East Kalimantan, Indonesia. Reinwardtia, 12(4), 301–323.

MacKinnon, K., Hatta, G., Halim, H., Mangalik, A. 2000. Ekologi Kalimantan. Jakarta: Prenhallindo.

Nasution, T., Junaedi, D. I. 2017. Keanekaragaman dan komposisi tumbuhan epifit berpembuluh pada paku tiang (*Cyathea* spp.) di Kebun Raya Cibodas, Jawa Barat. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia, 3(3), 453-460.

Pamulardi, B. 1999. Hukum Kehutanan dan Pembangunan Bidang Kehutanan. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.

Pebriandi. 2017. Tipe komunitas hutan lahan kering di Hutan Lindung Sentajo, Kabupaten Kuantan Singingi, Provinsi Riau (Tesis). Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Priatna, D., Kartawinata, K. Abdul Hadi, R. 2006 Recovery of A Lowland Dipterocarp Forest Twenty Two Years after & Selective Logging at Sekundur, Gunung Leuser National Park, Nothern Sumatra, Indonesia. Reinwardtia, 12(3), 237-255.

Saleh, M. F. R. M., Hartana, A. 2018. Keanekaragaman jenis tumbuhan Cagar Alam Pangi Binangga, Sulawesi Tengah. Media Konservasi, 22(3), 286-292.

Sukara, E. 2014. Tropical forest biodiversity to provide food, health and energy solution of the rapid growth of modern society. Procedia Environmental Sciences, 20 (2014), 803-808.

Tang, Y., Yang, X., Cao, M., Baskin, C. C., Baskin, J. M. 2010. Buttress trees elevate soil heterogeneity and regulate seedling diversity in a tropical rainforest. Plant and Soil 338(1), 301-309. DOI 10.1007/s11104-010-0546-4.

Wahyunto, Shofiyati, R. 2012. Wilayah Potensial Pertanian Lahan Kering untuk Mendukung Pemenuhan Kebutuhan Pangan Nasioanl, dalam Prospek Pertanian Lahan Kering dalam Mendukung Ketahanan Pangan. Badan Litbang Pertanian (pp. 297-315). Jakarta: IAARD-Press.

Whitmore, T. C. 1990. An Introduction to Tropical Rain Forests. Oxford: Clarendon Press.

Whitmore, T. C. 1998. An Introduction to Tropical Rain Forests. Second Edition. New York: Oxford University Press.

Zakaria, M., Rajpar, M. N., Ozdemir, O., Rosli, Z. 2016. Fauna diversity in tropical rainforest: threats from land-use change. In Blanco, J. A.,Juan, Shih-Chieh Chang, Yueh-Hsin Lo (Editors). Tropical Forests-The Challenges of Maintaining Ecosystem Services While Managing the Landscape. INTECH. DOI: 10.5772/64963.

3. Urgensi Restorasi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering

Yanto Rochmayanto & Mimi Salminah

3.1 Mengapa Perlu Restorasi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering

Ekosistem hutan dataran rendah lahan kering memiliki peran yang sangat krusial dalam menjaga keberlangsungan hidup manusia. Hutan dataran rendah lahan kering memiliki tingkat keanekaragaman hayati dan endemisme yang tinggi (Asrianny, *et al*., 2019) sehingga berperan penting dalam mendukung keberlangsungan berbagai sektor seperti kesehatan, pertanian pangan, energi, serta pengaturan siklus iklim dan air (Sukara, 2014). Hutan dataran rendah juga merupakan gudang penyimpan karbon daratan yang menentukan siklus kehidupan (Bonan, 2008; Suwardi, *et al*., 2013).

Secara ekonomi, ekosistem hutan dataran rendah menopang pertumbuhan ekonomi nasional melalui produksi hasil hutan kayu maupun non kayu. Pada tahun 2019, produksi hasil hutan kayu menyumbang devisa sebesar US$ 12,7 miliar (www.republika.com). Sementara itu, produksi hasil hutan non kayu dan pengembangan jasa lingkungan juga berperan penting dalam menyokong perekonomian daerah, khususnya sebagai sumber mata pencaharian masyarakat sekitar. Kontribusi produksi hasil hutan bukan kayu terhadap total pendapatan masyarakat mencapai 60% hingga 80%, sementara kontribusi dari hasil hutan kayu mencapai 25% hingga 40% (Diniyati & Achmad, 2015).

Sayangnya, pentingnya peran ekosistem hutan dataran rendah lahan kering bagi keberlangsungan hidup manusia tidak disokong dengan sistem pengelolaan yang lestari. Hal itu menyebabkan ekosistem hutan dataran rendah lahan kering mengalami kerusakan yang parah. Dibandingkan ekosistem hutan lainnya, hutan dataran rendah lahan kering merupakan ekosistem hutan yang mengalami degradasi terbesar akibat faktor antropogenik

(Ceccon, *et al*., 2006). Mudahnya akses terhadap hutan dataran rendah lahan kering menyebabkan tekanan terhadap ekosistem tersebut menjadi sangat tinggi, khususnya untuk pemenuhan kebutuhan kayu serta kebutuhan lahan di luar sektor kehutanan (Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi, 2014). Ancaman kebakaran serta sistem pengelolaan hutan melalui Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu (IUPHHK) yang tidak mengindahkan prinsip kelestarian menyebabkan risiko kerusakan ekosistem hutan dataran rendah lahan kering semakin tinggi.

Berdasarkan tingkat kerusakannya, degradasi hutan dataran rendah lahan kring dibagi menjadi tiga kategori yaitu:

a. Degradasi ringan: kerusakan tutupan hutan dengan tingkat intensitas ringan sehingga menyebabkan struktur, proses, fungsi, dan dinamika hutan berubah melebihi daya resiliensi jangka pendek hutan tersebut. Dengan demikian, kemampuan hutan untuk melakukan pemulihan (*recovery*) dalam jangka pendek sampai sedang menjadi terganggu.
b. Degradasi sedang: kerusakan tutupan hutan dengan luas areal yang cukup besar namun tumbuhan berkayu masih tumbuh di areal tersebut.
c. Degradasi berat: kondisi tutupan hutannya terganggu dengan intensitas tinggi yang menyebabkan kerusakan pada struktur tanah, vegetasi, dan stabilitas hidrologi. Pada kasus yang sangat parah, ekosistem hutan telah berubah menjadi lahan terbuka. Gangguan yang terus-menerus sering menyebabkan proses suksesi alami tidak berlangsung dalam waktu yang dapat ditoleransi untuk memenuhi kebutuhan manusia.

Mengingat berbagai peran penting ekosistem hutan dataran rendah, kerusakan ekosistem tersebut dapat mengancam keberlangsungan hidup manusia, termasuk keberlanjutan berbagai sektor strategis pembangunan Indonesia seperti industri perkayuan, pertanian, energi, pariwisata, dan kesehatan. Kerusakan ekosistem tersebut juga menyebabkan risiko bencana alam seperti banjir, longsor, kekeringan, dan kebakaran hutan semakin tinggi akibat semakin menurunnya fungsi ekologis ekosistem tersebut. Pada akhirnya, kerusakan ekosistem hutan dataran rendah lahan kering dapat mengancam perkembangan perekonomian, baik skala nasional maupun lokal bagi masyarakat sekitar.

Oleh karena itu, upaya restorasi ekosistem menjadi sangat penting. Hal tersebut dibutuhkan untuk mengembalikan fungsi ekologis dan sosial-ekonomi ekosistem hutan dataran rendah yang semakin menurun akibat tingkat kerusakan yang tinggi. Restorasi ekosistem secara umum akan mempengaruhi kualitas lingkungan, termasuk kualitas udara, kualitas air, pohon, tanah, tumbuhan bawah, serta habitat dan populasi satwa liar. Restorasi dapat mengembalikan fungsi pengaturan tata air dan iklim mikro suatu ekosistem hutan. Restorasi hutan yang berhasil akan mampu mencegah atau mengurangi berbagai macam risiko kerusakan lingkungan seperti erosi, tanah longsor, tercemarnya sumber air, turunnya muka air tanah, kebakaran lahan, polusi udara, dan lain-lain.

Restorasi hutan lahan kering dataran rendah juga dapat mengurangi kerugian lebih lanjut dari kehilangan keanekaragaman hayati dan jasa ekosistem (*Millennium Ecosystem Assessment*, 2005) serta berpotensi untuk mengurangi risiko perubahan iklim (Alexander *et al*., 2011; Venter & Koh, 2012; Budiharta *et al*., 2014). Dengan demikian, upaya restorasi hutan dataran rendah lahan kering sejalan dengan target NDC Indonesia untuk mengurangi emisi, khususnya dari deforestasi dan degradasi hutan. Selain mengembalikan fungsi ekologi dan meningkatkan produktivitas hutan, upaya restorasi juga dapat memperbaiki perekonomian masyarakat yang tinggal di areal terdegradasi di mana sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan sangat terbatas (Gann & Lamb, 2006).

3.2 Regulasi Restorasi Ekosistem di Indonesia

Istilah Restorasi Ekosistem (RE) di Indonesia mulai berkembang sejak diterbitkannya Peraturan Menteri Kehutanan No. 159 tahun 2004 tanggal 4 Juni 2004 tentang Restorasi Ekosistem di Kawasan Hutan Produksi. Dalam aturan tersebut, RE ditujukan untuk mengembalikan unsur biotik (flora dan fauna) serta unsur abiotik (tanah, iklim, dan topografi) pada kawasan hutan produksi sehingga tercapai keseimbangan hayati melalui penanaman, pengayaan, permudaan alam, dan atau pengamanan ekosistem. RE di kawasan hutan produksi yang masih produktif dapat dilakukan dengan teknik permudaan alam. RE di kawasan hutan produksi yang kurang produktif dapat dilakukan dengan teknik permudaan alam yang dikombinasikan

dengan kegiatan perlindungan hutan. Sementara itu, RE di kawasan hutan produksi yang sudah tidak produktif dilakukan dengan teknik kombinasi permudaan alam, penanaman jenis tanaman hutan unggulan setempat serta perlindungan hutan.

Empat bulan kemudian, Kementerian Kehutanan menerbitkan peraturan lanjutan yaitu Permenhut No. 18 tahun 2004 tentang Kriteria Hutan Produksi yang Dapat Diberikan Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu pada Hutan Alam dengan Kegiatan Restorasi Ekosistem. Peraturan tersebut menetapkan kriteria hutan produksi yang produktif, kurang produktif, dan tidak produktif, dilihat dari jumlah pohon inti, pohon induk, dan anakannya.

Kegiatan RE kemudian ditawarkan kepada pihak swasta maupun organisasi pemerhati lingkungan, khususnya keanekaragaman hayati, melalui skema perizinan. Melalui Peraturan Pemerintah No. 6 tahun 2007 Jo PP No. 3 Tahun 2008 tentang Tata Hutan dan Penyusunan Rencana Pengelolaan Hutan Serta Pemanfaatan Hutan, RE menjadi skema perijinan usaha untuk memanfaatkan hasil hutan kayu dan non kayu dalam hutan alam pada hutan produksi melalui kegiatan Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Restorasi Ekosistem (IUPHHK-RE).

Upaya restorasi di bawah skema IUPHHK-RE juga dapat difokuskan pada beberapa tujuan seperti upaya konservasi flora fauna endemik atau upaya meningkatkan serapan emisi karbon. Sementara itu, pemanfaatan hasil hutan kayu dapat dilakukan setelah tercapai keseimbangan ekosistem hutan pasca-restorasi, dengan tujuan untuk memberikan manfaat ekonomi bagi pemegang izin yang telah melakukan upaya restorasi. Selama keseimbangan ekosistem hutan belum terbentuk dan hasil hutan kayu belum dapat dimanfaatkan, pemegang IUPHHK dapat memanfaatkan hasil hutan bukan kayu (HHBK) seperti rotan, kelapa, jasa lingkungan, dan lain-lain.

Mekanisme pemberian izinnya diatur melalui Permenhut No. 61 tahun 2008 tentang Ketentuan dan Tata Cara Pemberian Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu RE dalam Hutan Alam pada Hutan Produksi Melalui Permohonan, yang mekanisme permohonannya hampir sama dengan mekanisme perizinan IUPHHK-HA dan IUPHHK-HTI. Luas IUPHHK-RE

maksimal yang diizinkan untuk satu induk perusahaan pemohon adalah 50.000 ha dan paling banyak dua izin kecuali Provinsi Papua dan Papua Barat yang diperbolehkan sampai 100.000 ha. Hal tersebut diatur dalam Permenhut No. 8 tahun 2014 tentang Pembatasan Luasan Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu (IUPHHK) dalam Hutan Alam, Hutan Tanaman Industri, dan Restorasi Ekosistem pada Hutan Produksi. Mekanisme perizinan IUPHHK-RE lebih lanjut diatur dalam PermenLHK No. 28 tahun 2018 Jo Permen LHK No. 19 tahun 2019 tentang Tata Cara Pemberian, Perluasan Areal Kerja, dan Perpanjangan Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu dalam Hutan Alam, Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Restorasi Ekosistem atau Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Hutan Tanaman Industri pada Hutan Produksi.

Lebih lanjut, teknik pelaksanaan RE di tingkat tapak diatur melalui Permenhut No. 64 tahun 2014 tentang Penerapan Silvikultur dalam Areal Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Restorasi Ekosistem pada Hutan Produksi. Kegiatan silvikultur RE berdasarkan peraturan tersebut dilakukan melalui tahapan berikut:

1. penataan areal kerja;
2. inventarisasi potensi hutan pada areal kerja;
3. penataan batas zonasi dan koridor satwa;
4. pembukaan wilayah hutan terbatas;
5. pembuatan persemaian/pembibitan;
6. penanaman/pengayaan;
7. pemeliharaan;
8. restorasi habitat flora dan fauna;
9. perlindungan dan pengamanan; dan
10. penelitian dan pengembangan.

Keberhasilan restorasi ekosistem dinilai dari kriteria dan indikator keseimbangan ekosistem. Kriteria keseimbangan ekosistem meliputi peningkatan keragaman jenis pohon klimaks dan keberadaan satwa kunci, langka, dan atau endemik dalam zona lindung.

Sementara itu, indikator keseimbangan ekosistem ditentukan oleh beberapa variabel, yaitu:

- keragaman jenis pohon klimaks dengan Indeks Shannon ≥3 di zona lindung;
- keragaman jenis pohon dengan Indeks Shannon ≥2,5 di zona produksi;
- jumlah pohon induk sebagaimana dipersyaratkan dalam Sistem Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI);
- jumlah pohon yang optimal yang dapat ditebang di zona produksi;
- stratifikasi kanopi dalam zona produksi dan zona lindung yang mendukung pemulihan ekosistem habitat satwa kunci;
- tercapainya populasi minimum satwa kunci, langka, dan/atau endemik dalam zona lindung di dalam areal kerja;
- terbentuknya struktur alami hutan yakni tegakan, tiang, pancang, dan semai menyebar secara proporsional;

Meskipun demikian, upaya pemerintah untuk merestorasi hutan produksi yang telah terdegradasi melalui skema perizinan IUPHHK-RE belum terlaksana dengan optimal. Dari sekitar 2,7 juta ha hutan alam produksi yang dialokasikan untuk IUPHHK-RE, hanya sekitar 600 ribu ha yang telah diberikan IUPHHK-RE kepada 16 perusahaan (KLHK, 2020). Jika dibandingkan dengan luas IUPHHK-HA yang berorientasi pada pemanenan kayu, luas IUPPHK-RE masih sangat kecil. Sebagai perbandingan, luas hutan yang diberikan IUPHHK-HA mencapai sekitar 18,5 juta ha untuk 254 perusahaan. Kondisi ini menggambarkan bahwa ketertarikan perusahaan terhadap upaya restorasi ekosistem masih rendah.

Program restorasi ekosistem juga mengalami berbagai kendala di lapangan. Kendala tersebut di antaranya adalah tingginya konflik dengan masyarakat di tingkat tapak, perlakuan pembiayaan perizinan yang disamakan dengan perizinan yang bersifat eksploitatif, serta belum stabilnya dukungan pasar atau permodalan terhadap bisnis hasil hutan bukan kayu. Oleh karena itu diperlukan strategi kebijakan yang dapat meningkatkan minat atau ketertarikan sektor swasta untuk berinvestasi dalam kegiatan

restorasi ekosistem di Indonesia. Dukungan kebijakan yang ditawarkan dapat berupa penyederhanaan prosedur perizinan IUPHHK-RE, pengurangan biaya/provisi yang dikenakan terhadap IUPHHK-RE, dukungan terhadap perkembangan pasar hasil hutan bukan kayu termasuk jasa lingkungan, serta dukungan penyelesaian konflik tenurial yang dihadapi pemegang IUPHHK dengan masyarakat sekitar (Nurfatriani, *et al*., 2018).

Selain melalui skema IUPHHK-RE, kewajiban restorasi ekosistem hutan yang telah terdegradasi juga dikenakan terhadap kegiatan pemanfaatan jasa lingkungan panas bumi di Taman Nasional (TN), Taman Hutan Raya (Tahura), dan Taman Wisata Alam (TWA) yang ditetapkan melalui Peraturan Menteri LHK No. P.4 tahun 2019. Upaya restorasi tersebut dilakukan pasca-kegiatan eksploitasi panas bumi maupun pada areal eksplorasi yang tidak dilanjutkan pada tahap eksploitasi. Hingga tahun 2018, terdapat 2 izin pemanfaatan jasa lingkungan panas bumi yang telah dikeluarkan dan 2 izin yang masih dalam tahap pengajuan (KSDAE, 2019).

Konsep tersebut pada dasarnya dapat diimplementasikan pada berbagai skema perizinan pemanfaatan kawasan hutan yang bersifat eksploitasi sumber daya hutan seperti IUPHHK-HA dan Izin Pinjam Pakai Kawasan Hutan (IPPKH). Untuk mempercepat dan memperluas pencapaian target restorasi, setiap konsesi hutan yang telah mengeksploitasi kawasan hutan dapat dikenakan kewajiban restorasi seluas kawasan hutan yang telah mereka eksploitasi. Sulitnya mencari lahan rehabilitasi DAS yang *clear and clean* sebagai pemenuhan persyaratan IPPKH dapat dialihkan menjadi kewajiban restorasi ekosistem hutan terdegradasi yang berada di bawah kelola KPH. Sementara itu, pemegang IUPHHK-HA selama ini tidak dibebani restorasi, hanya diwajibkan menerapkan sistem tebang tertentu untuk mengurangi tingkat kerusakan hutan. Hal ini tidak dapat menjamin kembalinya area bekas tebangan (*logged over area*) ke kondisi awal sebelum dieksploitasi. Kewajiban restorasi pada area bekas tebangan dapat menjadi strategi untuk menjaga kondisi ekosistem hutan alam seperti struktur dan komposisi awal.

Beberapa pemegang IUPHHK-HTI memiliki perhatian yang tinggi terhadap upaya restorasi ekosistem di areal HTI, khususnya pada areal yang memiliki Nilai Konservasi Tinggi (NKT) dan yang memiliki Stok Karbon Tinggi (SKT). Dengan ditetapkannya konsep multiusaha kehutanan dalam

satu areal izin pemanfaatan hutan sesuai Perdirjen PHPL No. 1/2020, upaya restorasi di area IUPHHK-HTI menjadi sangat relevan. Konsep tersebut juga dapat menarik investor untuk mengembangkan multiusaha di area IUPHHK. Meski demikian, hal itu harus didukung oleh kebijakan pemerintah yang menjamin kepastian dan kemudahan untuk mengakses pasar jasa lingkungan, termasuk karbon serta kemudahan proses investasi untuk usaha kehutanan yang bersifat konservatif.

3.3 Peran Restorasi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering Sebagai *Nature Based Solutions*

Restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering dapat menjadi salah satu solusi berbasis alam (*nature based solutions*) untuk mengatasi berbagai permasalahan lingkungan, khususnya pencegahan bencana alam terkait perubahan iklim seperti banjir, kebakaran, atau tanah longsor. Restorasi ekosistem dapat menjadi *nature based solutions* dalam memitigisi bencana dampak perubahan iklim tanpa biaya yang tinggi dibandingkan dengan upaya lainnya seperti membangun bendungan untuk mencegah banjir atau mengembangkan teknologi *carbon removal*. Restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering juga dapat menjadi solusi berbasis alam bagi upaya pemulihan ekonomi nasional, khususnya melalui perbaikan ketersediaan sumber daya hutan untuk mendukung pengembangan industri kayu maupun jasa lingkungan.

Solusi berbasis alam merupakan sebuah pendekatan yang diadaptasi dari karakteristik dan proses alam untuk mengatasi berbagai tantangan pembangunan berkelanjutan dan ketahanan lingkungan secara efisien (*cost effective*) (Cohen-Shacham, *et al*., 2016). Pendekatan ini dinilai sebagai sebuah inovasi yang mengedepankan sinergi antara alam, masyarakat, dan ekonomi (Cohen-Shacham *et al*., 2019).

Sementara itu *European Commission* (2015) mendefinisikan *nature based solutions* sebagai sebuah solusi terhadap berbagai tantangan lingkungan, sosial, dan ekonomi yang dihadapi masyarakat yang terinspirasi dan didukung oleh alam sehingga dapat menghemat biaya. Pendekatan *nature based solutions* mengadaptasi berbagai proses dan karakteristik alam melalui intervensi yang sistematik.

Restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering merupakan penerapan intervensi rekayasa ekologi yang bertujuan untuk melindungi dan memulihkan sistem ekologi ekosistem hutan sehingga dapat meningkatkan kuantitas, kualitas, dan keberlanjutan produk dan jasa ekosistem hutan. Rekayasa ekologi dilakukan melalui penanaman berbagai jenis endemik ekosistem hutan dataran rendah lahan kering, monitoring pertumbuhan tanaman secara berkala, serta pelibatan masyarakat lokal dalam kegiatan restorasi. Hal ini sesuai dengan konsep dasar *nature based solutions,* khususnya yang menitikberatkan pada pendekatan terintegrasi dengan mempertimbangkan ekosistem secara keseluruhan tanpa mengabaikan aktivitas manusia dan dampaknya (Steffen *et al*., 2015).

Selain mendukung pemulihan ekonomi kehutanan, baik skala lokal maupun nasional serta mengurangi bencana ekologi, restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering dapat mendorong percepatan upaya pencapaian NDC Indonesia. Restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering sangat berkontribusi positif bagi serapan karbon dari pertumbuhan vegetasi dan perbaikan tutupan lahan dari areal terdegradasi menjadi hutan kembali dengan biaya yang relatif wajar.

Manfaat restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering sebagai *nature based solutions* di antaranya adalah (*European Commission*, 2015):

- mengurangi risiko bencana alam seperti banjir dan kekeringan;
- menjadi upaya mitigasi perubahan iklim dengan biaya yang wajar dalam rangka mendukung pencapaian NDC;
- meningkatkan manfaat ekonomi hutan melalui pengembangan berbagai produk dan jasa lingkungan hutan, khususnya karbon dan wisata alam;
- mendukung penyediaan suplai bahan baku industri perkayuan;
- meningkatkan daya tarik investasi usaha di sektor kehutanan yang memberikan dampak bagi perluasan lapangan kerja serta berkurangnya tekanan sosial terhadap ekosistem hutan.

Berdasarkan IUCN (2020), penerapan restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering sebagai *nature based solutions* harus memenuhi beberapa kriteria, di antaranya adalah:

- menjawab tantangan yang dihadapi masyarakat dengan cara yang efektif;
- mempertimbangkan kompleksitas dan ketidakpastian yang terjadi dalam dinamika ekosistem hutan, termasuk interaksi aspek sosial, ekonomi, dan ekologi;
- menghasilkan integritas ekosistem dan biodiversitas;
- mempertimbangkan kelayakan ekonomi;
- didasarkan pada proses tata kelola yang inklusif dan transparan;
- mempertimbangkan *trade-off* antara pencapaian tujuan utama restorasi dengan penyediaan berbagai manfaat lainnya;
- pelaksanaannya didasarkan pada konsep *adaptive management* berdasarkan kondisi di lapangan yang diidentifikasi melalui monitoring secara berkala;
- memperhatikan prinsip kelestarian dan kesesuaian dengan konteks yurisdiksi setempat.

Daftar Pustaka

Alexander, S., Nelson, A. R., Aronson, J., Lamb, D., Cliquet, A., Erwin, K. L., Murcia, C. 2011. Opportunities and challenges for ecological restoration within REDD+. Restor. Ecol., 19, 683–9.

Asrianny, Paweka, C. B., Achmad, A., Oka, N. P., Achmad, N. S. 2019. Komposisi jenis dan struktur vegetasi hutan dataran rendah di Kompleks Gunung Bulusaraung, Sulawesi Selatan. Jurnal Perennial, 15(1), 32-41.

Bonan, G. B. 2008. Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. Science, 320, 1444–1449.

Budiharta, S., Meijaard, E., Erskine, P. D., Rondinini, C., Pacifici, M., Wilson, K. A. 2014. Restoring degraded tropical forests for carbon and biodiversity. Environmental Research Letters, (9) 11, 114020

Ceccon, E., Huante, P., Rincón, E. 2006. Abiotic factors influencing tropical dry forests regeneration. Braz. Arch. Biol. Technol., 49(2) https:// doi. org /10.1590 /S1516- 89132006000300016.

Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., Maginnis, S. 2016. Nature-based Solutions to Address Global Societal Challenges. Gland, Switzerland: IUCN.

Cohen-Shacham, E., Andrade, A., Dalton, J., Dudley, N., Jones, M., Kumar, C., Mginnis, S., Walters, G. 2019. Core Principles for Successfully Implementing and Upscaling Nature-based Solutions. Environmental Science & Policy, 98, 20-29.

Diniyati, D., Achmad, B. 2015. Kontribusi pendapatan hasil hutan bukan kayu pada usaha hutan rakyat pola agroforestri di Kabupaten Tasikmalaya. Jurnal Ilmu Kehutanan, 9(1).

European Commission. 2015. Towards an EU Research and Innovation Policy Agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities. Luxembourg: European Commission.

Gann, G. D. & Lamb, D. (Eds). 2006. Ecological Restoration: a Mean of conserving Biodiversity and Sustaining Livelihoods (version 1.1). Society for Ecological Restoration International. Tucson and Gland: IUCN.

https://republika.co.id/berita/nasional/lingkungan-hidup-dan-hutan/19/01/02/pkp0vy370-kontribusi-sektor-kehutanan-untuk-devisa-capai-rekor.

IUCN. 2020. Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS (First edition). Gland, Switzerland: IUCN.

KLHK. 2020. Statistik Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2019. Jakarta: KLHK.

KSDAE. 2019. Laporan Kinerja Direktorat Pemanfaatan Jasa Lingkungan Hutan Konservasi. Bogor: KLHK.

Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. Washington, D. C: World Resources Institute.

Nurfatriani, F., Salminah, M., Cadman, T., Sarker, T. 2018. Incentives and disincentives for Reducing Emissions under REDD+ in Indonesia. In Pathways to a Sustainable Economy (pp. 191-207). New York: Springer.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi. 2014. Sintesa hasil litbang: pengelolaan hutan lahan kering. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.

Steffen, W., Richardson, K., Rockstrom, J., Cornell, S.E., Fetzer, I., Bennett, E.M., De Wit, C.A. 2015. Planetary Boundaries: Guiding Human Development On A Changing Planet. Science, Article 125985.

Sukara, E. 2014. Tropical Forest Biodiversity to Provide Food, Health, and Energy Solution of The Rapid Growth of Modern Society. Procedia Environmental Sciences, 20(2014), 803–808.

Suwardi, A. B., Mukhtar, E., Syamsuardi. 2013. Komposisi jenis dan cadangan karbon di hutan tropis dataran rendah, Ulu Gadut, Sumatera Barat. Berita Biologi, 12(2).

Venter, O., Koh., L.P. 2012. Reducing emissions from deforestation and forest degradation (REDD+): game changer or just another quick fix?. Ann. N.Y. Acad. Sci., 1249, 137–150. doi: 10.1111/j.1749-6632.2011.06306.x.

4. Prinsip-Prinsip Restorasi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering

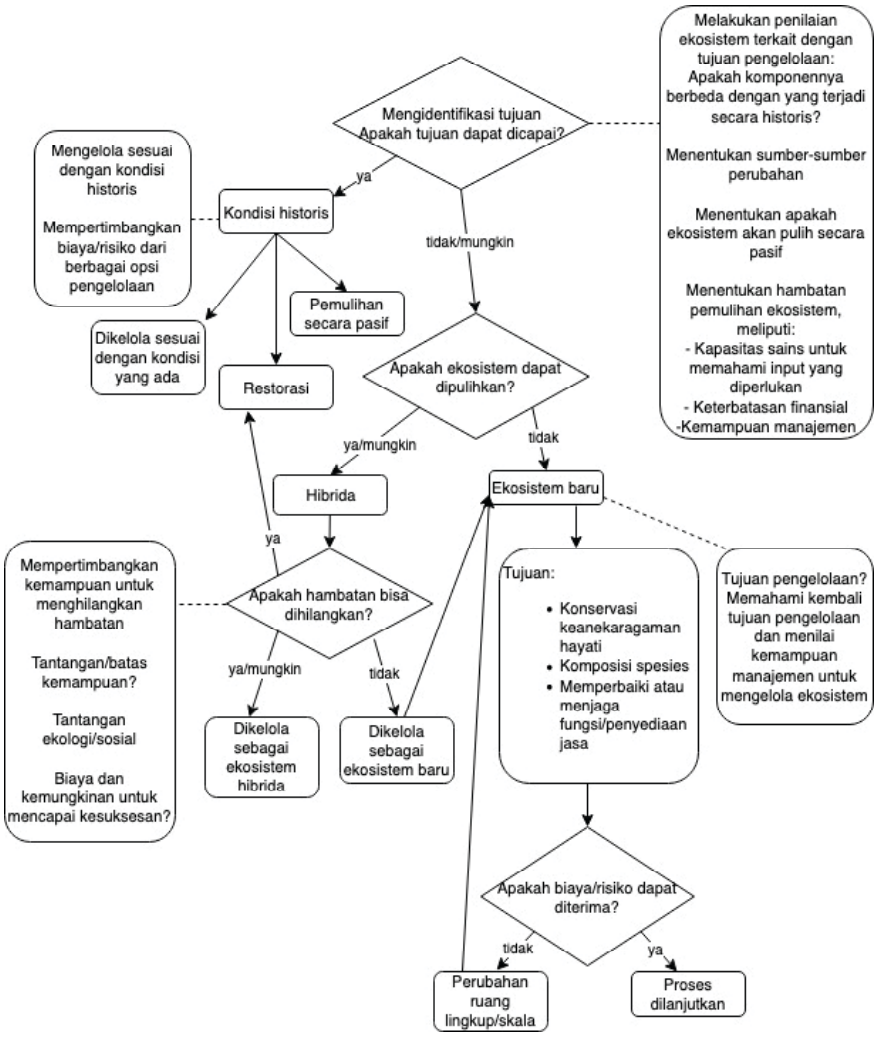
Nurul Silva Lestari & Dolly Priatna

Ekosistem hutan dataran rendah lahan kering merupakan ekosistem hutan yang memiliki proporsi luas yang besar di Indonesia. Ekosistem ini juga mengalami banyak gangguan sehingga laju deforestasinya paling tinggi dibandingkan dengan tipe ekosistem lainnya (KLHK, 2019). Tantangan untuk merestorasi tipe ekosistem ini juga sangat beragam, tidak hanya dari aspek teknis, namun juga aspek sosial dan kelembagaan. Prinsip-prinsip yang harus diperhatikan meliputi kondisi ekologi historis, autekologi dan fenologi tumbuhan, strategi pemilihan jenis, modal sosial, dan kelembagaan.

4.1 Identifikasi Kondisi Ekologi Historis

Identifikasi kondisi historis ekosistem, sangat penting dilakukan untuk menentukan pendekatan dan intervensi restorasi yang harus dilakukan. Sebagai contoh, apabila suatu ekosistem telah berubah jauh dari kondisi aslinya maka akan kurang efektif apabila restorasi yang dilakukan adalah mengembalikan ke kondisi awal. Meskipun ekosistem baru yang dihasilkan merupakan hasil dari perubahan lingkungan yang disebabkan oleh manusia, ekosistem tersebut dapat dimanipulasi agar dapat mencapai kondisi ekologis yang diinginkan di masa yang akan datang (Hobbs *et al*., 2014).

Hulvey *et al*. (2013) menyebutkan bahwa langkah pertama yang harus dilakukan adalah menilai kondisi sekarang untuk memutuskan intervensi yang perlu dilakukan agar tujuan yang diinginkan tercapai. Ketika degradasi ekosistem masih dapat diperbaiki dan dipulihkan kembali seperti kondisi historis melalui tindakan pengelolaan, pendekatan tradisional seperti memulihkan populasi spesies kunci atau habitat penting dapat digunakan. Apabila kondisi suatu ekosistem sudah tidak sama dengan kondisi historis ekologisnya maka perlu dilakukan penilaian terlebih dahulu apakah kerusakan yang ada dapat dipulihkan. Jika tidak dapat dipulihkan maka opsi pengelolaan untuk membangun ekosistem baru dapat dipertimbangkan.



Sumber: Hobbs et al. (2014)

Gambar 5. Kerangka kerja pengambilan keputusan intervensi pada ekosistem berdasarkan kondisi awal.

Gambar 5 menunjukkan pedoman dalam memilih pendekatan restorasi yang sesuai dengan kondisi ekologis historis yang menekankan pada tujuan-tujuan konservasi dan restorasi yang ingin dicapai. Pedoman ini berlaku secara fleksibel namun menyediakan titik awal dalam penentuan jenis intervensi yang harus digunakan (Hobbs *et al.*, 2014).

Opsi pengelolaan ekosistem yang disebutkan di atas terbagi menjadi tiga kategori yaitu ekosistem yang sesuai dengan kondisi historis, ekosistem hibrida, dan ekosistem baru. Ekosistem hibrida merupakan ekosistem yang masih mungkin kembali ke ekosistem alaminya namun memerlukan waktu yang relatif lama untuk mengatasi berbagai hambatan pengelolaan. Ekosistem baru adalah sebuah sistem baru yang secara berkelanjutan menggabungkan spesies-spesies yang tidak pernah berinteraksi dalam kondisi historis sebelumnya (Morse *et al.,* 2014; Hobbs *et al*., 2014)

Opsi-opsi tersebut dapat dipilih sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan, yang dapat meliputi perlindungan keanekaragaman hayati, konservasi fungsi dan jasa ekosistem, memelihara keberlanjutan kondisi ekologi historis atau menyediakan sumber daya alam untuk menjamin mata pencaharian masyarakat. Pada ekosistem hibrida dan ekosistem baru yang terbentuk, prioritas intervensi sangat bergantung pada perspektif sosial dan politik yang berkaitan dengan karakteristik dari ekosistem yang berbeda tersebut (Hobbs *et al*., 2014). Aspek ini bahkan menjadi dasar pertimbangan yang lebih penting dibandingkan dengan aspek keilmuan atau ekologi (Murcia *et al*., 2014).

Dari ketiga opsi tersebut, terdapat perdebatan mengenai konsep ekosistem baru. Murcia *et al.* (2014) menyebutkan bahwa pembentukan ekosistem baru bukanlah pilihan utama dalam restorasi hutan karena masih banyak ekosistem yang masih terjaga dengan baik dengan tingkat degradasi yang rendah sehingga konsep ini tidak sesuai untuk dijadikan sebagai arus utama tujuan restorasi ekosistem. Selain itu, pengetahuan tentang dampak perubahan iklim terhadap ekosistem masih terbatas sehingga penggunaan pendekatan restorasi yang tidak tepat dapat mengakibatkan risiko kerusakan yang tinggi.

Kritik lain terkait konsep ekosistem baru tersebut adalah adanya anggapan bahwa ekosistem yang rusak dapat melewati ambang batas kemampuan untuk pulih kembali. Hasil dari berbagai praktik restorasi ekosistem menunjukkan bahwa dengan teknik restorasi yang tepat, ekosistem dapat kembali ke kondisi asalnya (Mursia *et al*., 2014). Argumen lain yang dikemukakan adalah, upaya untuk mengembalikan ekosistem sesuai

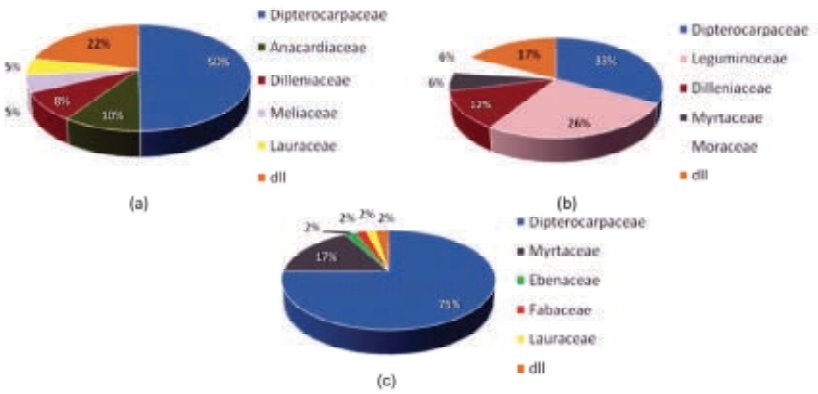
dengan kondisi historisnya semakin mungkin untuk dilakukan karena teknologi restorasi makin berkembang dari waktu ke waktu sehingga tingkat keberhasilan restorasi makin meningkat.

Pada ekosistem hutan lahan kering dataran rendah, kondisi ekologis awal biasanya sesuai dengan karakteristik hutan primer pada tipe hutan tersebut. Hutan primer dataran rendah umumnya belum ada intervensi kegiatan manusia dengan komposisi jenis dan lapisan tajuk yang beragam (Putz & Redford, 2010). Brearly *et al.* (2007) menyebutkan bahwa hutan primer dataran rendah yang diamati di Kalimantan Tengah memiliki kerapatan pohon 149 individu/ha, basal area 7,83 m^2/ha, jumlah spesies 85, jumlah famili 30, serta memiliki indeks keanekaragaman Shannon-Wiener sebesar 3,40. Pepohonan yang dominan pada hutan tersebut berasal dari famili Dipterocarpaceae, Euphorbiacecae, Anacardiaceae, dan Fabaceae. Untuk hutan dataran rendah yang terdegradasi, jumlah jenis dan kerapatannya lebih kecil dibandingkan pada hutan primer dataran rendah.

Putz & Redford (2010) lebih lanjut menyebutkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata antara hutan sekunder yang tidak dikelola dan hutan sekunder yang dikelola struktur, komposisi, dan dinamika vegetasinya, serta menggunakan opsi manajemen yang tepat. Pada hutan sekunder yang tidak dikelola, regenerasi umumnya berasal dari biji yang datang dari hutan di sekitarnya ataupun biji-biji yang sebelumnya dorman. Di hutan sekunder yang dikelola, suksesi vegetasi umumnya berasal dari pertumbuhan jenis yang masih berada pada lokasi hutan yang rusak.

Salah satu contoh hutan sekunder yang dikelola adalah hutan bekas tebangan yang menggunakan sistem penebangan selektif. Struktur hutan dan kondisi lingkungan di hutan dataran rendah di Kutai Barat, Kalimantan Timur, memiliki perbedaan yang nyata pada tinggi dan diameter pohon antara hutan sekunder 8 bulan setelah penebangan selektif dengan hutan sekunder 6 tahun setelah penebangan selektif dan hutan primer (Sancayaningsih & Bait, 2015). Hutan sekunder 8 bulan setelah penebangan selektif umumnya memiliki tinggi pohon <21 m dengan diameter <50 cm, sementara pada hutan sekunder 6 tahun setelah penebangan selektif dan hutan primer, pohon dengan tinggi lebih dari 50 m dan diameter >60 cm masih bisa ditemukan. Selain itu, terdapat perbedaan dalam komposisi famili

tumbuhan penyusun hutan. Famili Dipterocarpaceae sangat mendominasi pada hutan primer (75%), sementara pada hutan sekunder persentasenya berkurang hingga <50% (Gambar 6).



Sumber: Sancayaningsih & Bait (2015)

Gambar 6. Perbedaan komposisi famili pohon pada hutan sekunder 8 bulan setelah penebangan selektif (a), hutan sekunder 6 tahun setelah penebangan selektif (b), dan hutan primer (c).

Penelitian lain di hutan dataran rendah di Kalimantan Timur menyebutkan jumlah individu pohon dan jumlah spesies pada hutan bekas tebangan dan bekas terbakar mengalami penurunan nyata. Jumlah individu pohon pada hutan bekas terbakar berumur 1 tahun adalah 72 pohon/0,3 ha, sedangkan pada hutan bekas tebangan berumur 1 tahun sebanyak 69 pohon/0,3 ha. Jumlah ini lebih rendah dibandingkan pada hutan primer sebanyak 130 individu/0,3 ha. Hasil penelitian Priatna *et al.* (2006) di hutan dataran rendah 22 tahun pasca penebangan selektif terdapat 573 individu pohon per hektar dengan dominasi dari Euphorbiaceae dan Dipterocarpaceae. Pada hutan bekas tebangan yang dilakukan secara selektif, jumlah individu dan spesies dapat kembali ke kondisi sebelumnya dalam waktu 15 tahun. Pada hutan bekas terbakar, hanya jumlah individu yang dapat kembali ke kondisi semula. Kebakaran hutan memiliki pengaruh yang sangat tinggi terhadap berkurangnya spesies dominan (Silk, *et al.*, 2002).

Selain kondisi vegetasi, kondisi fauna dan kualitas habitat juga perlu diperhatikan. Fauna merupakan komponen utama dalam rantai makanan di hutan tropis dataran rendah. Namun demikian, informasi mengenai komposisi spesies, distribusi, dan keanekaragamannya masih terbatas (Zakaria, *et al*., 2016). Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi dan keanekaragaman spesies fauna mengalami perubahan pada hutan terdegradasi akibat tebangan. Kondisi hutan dataran rendah 22 tahun pasca penebangan selektif masih berdampak negatif pada populasi beberapa jenis primata seperti Wau-Wau (*Hylobaks lar*) dan Kedih (*Presbytis thomasi*). Jumlah jenis dan individu burung juga lebih rendah dibandingkan dengan yang ada di hutan primer sekitarnya. Jumlah burung Frugifora persentasenya rendah, sementara burung Insektivora lebih tinggi persentasenya (Priatna, 2002). Hal ini disebabkan oleh terbatasnya luas habitat yang tersisa sehingga tingkat kompetisi lebih tinggi, berkurangnya suplai makanan, perubahan iklim mikro, penyebaran spesies invasif, dan semakin meningkatnya tingkat predasi (Meijaard *et al*., 2005). Hilangnya beberapa spesies fauna yang berperan sebagai agen penyebar biji akibat kondisi habitat yang terdegradasi juga bisa berdampak pada upaya restorasi. Sebagai contoh, kelelawar dapat menjadi penyebar biji pohon perintis dan semak belukar hingga membantu regenerasi pada area terdegradasi. Burung membantu pemencaran spesies suksesi lanjutan hingga terbentuk tegakan pohon (Domene, *et al*., 2014).

4.2 Autekologi dan Fenologi Tumbuhan

Autekologi merupakan ilmu ekologi yang mempelajari interaksi antara suatu spesies dengan lingkungannya. Pada kegiatan restorasi ekosistem, pemahaman tentang autekologi sangat diperlukan untuk mendukung keberhasilan program restorasi. Pada hutan dataran rendah, komposisi spesies merupakan salah satu indikator penting untuk menilai keberhasilan pemulihan ekosistem. Komposisi spesies sangat berkaitan erat dengan kemampuan penyebaran tumbuhan yang berpengaruh pada tingkat regenerasi. Seperti yang telah disebutkan pada bagian sebelumnya, hutan dataran rendah di Indonesia didominasi oleh spesies dari famili Dipterocarpaceae. Famili ini dianggap memiliki kemampuan penyebaran yang rendah karena ukuran buah yang besar dan bersayap. Namun demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa sayap pada beberapa spesies buah

Dipterocarpaceae mampu memperluas sebaran buah, terutama saat angin bertiup kencang. Sebagian besar buah Dipterocarpaceae menyebar dalam radius <10 m, namun jarak maksimum bervariasi antar-spesies (Smith *et al*., 2015). Selain angin, penyebaran buah Dipterocarpaceae juga dibantu oleh satwa, seperti tupai dan rodentia lainnya serta Babi Hutan. Pertumbuhan spesies anggota Dipterocarpaceae sangat ditentukan oleh keberadaan mikoriza. Semai Dipterocarpaceae juga mampu bertahan pada kondisi dengan cahaya terbatas pada periode waktu yang cukup lama (Göltenboth, *et al*., 2006).

Banyak spesies dari famili non Dipterocarpaceae juga tumbuh di hutan tropis dataran rendah. Ada 5 famili non Dipterocarpaceae yang umum, yaitu Rubiaceae, Euphorbiaceae, Myrusticaceae, Sapotaceae, dan Clusiaceae. Anggota dari famili Rubiaceae dan Euphorbiaceae merupakan tumbuhan pionir yang mengisi lapisan kanopi bawah pada hutan tropis dataran rendah bersama dengan tumbuhan dari famili Annonaceae, Lauraceae, Meliaceae, Myristicaceae, dan Myrtaceae. Penyerbuk dan pemencar biji pada pohon-pohon di hutan tropis tersebut umumnya berupa satwa sehingga bau dan warna bunganya umumnya mencolok (Göltenboth *et al*., 2006).

Rumpang pada hutan akibat terbukanya tajuk pohon-pohon besar juga berpengaruh terhadap suksesi hutan. Pada celah kecil, ketersediaan sinar matahari terbatas sehingga jenis-jenis yang tumbuh adalah spesies klimaks atau spesies toleran terhadap naungan. Pada celah yang besar dengan cahaya cukup, spesies pionir tumbuh lebih cepat, kemudian digantikan oleh spesies klimaks yang tumbuhnya lebih lambat. Pada kasus tertentu, kedua spesies tersebut tumbuh secara bersamaan karena beberapa semai dapat bertahan hidup dari gangguan pada saat penebangan pohon bersama tunas yang muncul dari batang pohon yang telah ditebang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan ukuran rumpang dapat menyebabkan perbedaan komposisi spesies. Variasi tersebut lebih besar pada spesies yang tidak toleran terhadap naungan. Hal ini yang menyebabkan adanya variasi struktur hutan (Brokaw & Scheiner, 1989).

Informasi lain yang juga diperlukan dalam kegiatan restorasi ekosistem adalah fenologi tumbuhan. Dengan ketersediaan data fenologi, kita dapat mengetahui waktu-waktu terjadinya perubahan biologis pada tumbuhan.

Data tersebut meliputi waktu berbunga, berbuah, dan perubahan lainnya. Fenologi telah lama digunakan untuk menduga pola perubahan biologis tumbuhan yang seringkali berhubungan dengan kondisi lingkungan. Pemanfaatan informasi fenologi dapat meningkatkan kualitas program restorasi karena berkaitan dengan pengambilan keputusan yang tepat. Fenologi dapat membantu mengidentifikasi spesies, waktu, dan lokasi yang tepat untuk digunakan dalam penyusunan program restorasi. Data fenologi dapat digunakan dalam beberapa fase restorasi, mulai dari penggunaan sebagai data dasar dalam menentukan model restorasi, perencanaan kegiatan restorasi, hingga penentuan waktu yang tepat untuk pemantauan. Untuk kegiatan restorasi, data fenologi yang perlu dikumpulkan adalah dari spesies dominan, spesies kunci, dan spesies langka yang mampu meningkatkan kualitas restorasi (Buisson *et al*., 2017).

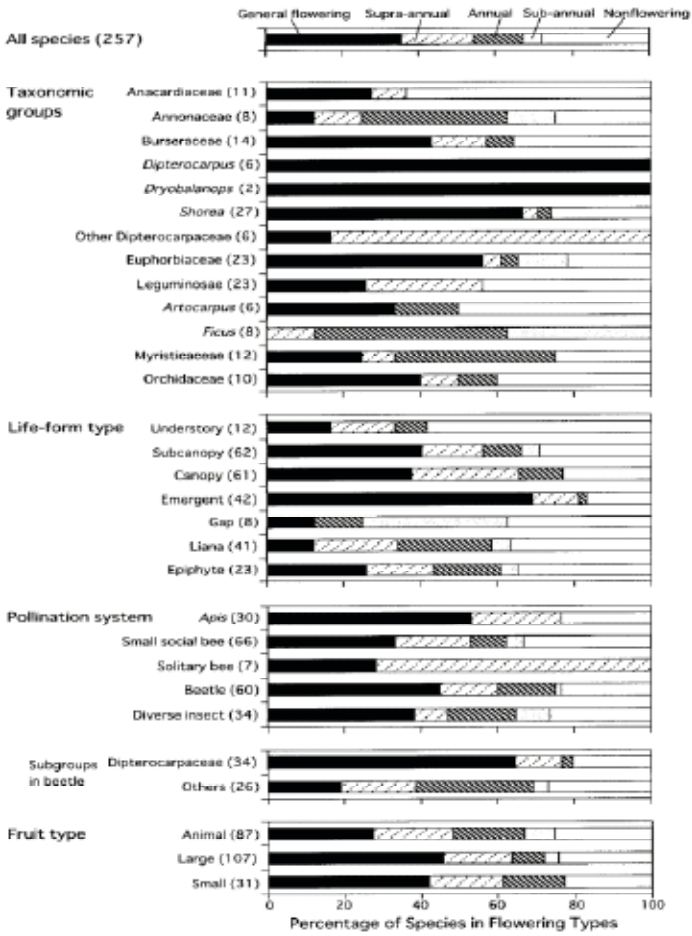
Data fenologi juga dapat digunakan untuk mengatasi masalah spesies eksotis karena dengan diketahuinya perubahan biologis spesies tersebut, kita dapat memberi perlakukan pada waktu yang tepat. Selain itu, data fenologi dapat mengidentifikasi adanya kemungkinan munculnya spesies hibrid hasil persilangan spesies asli dan spesies eksotis yang dapat merusak keragaman genetik (Vilà, *et al*., 2000).

Studi mengenai fenologi spesies hutan tropis dataran rendah sudah banyak dilakukan. Sakai (2001) mengungkapkan bahwa hutan tropis tidak memiliki siklus tahunan yang jelas. Namun demikian, ada fenomena yang cukup unik pada masa berbunga spesies-spesies anggota Dipterocarpaceae yang mendominasi hutan dataran rendah di Indonesia, khususnya Kalimantan dan Sumatera bagian selatan. Jenis-jenis tersebut berbunga pada interval beberapa tahun yang dikenal dengan musim berbunga raya yang terjadi setiap 2-10 tahun. Pada periode ini, spesies-spesies anggota Dipterocarpaceae bersama dengan beberapa spesies dari famili lainnya berbunga secara bersamaan selama beberapa bulan. Bunga juga dapat ditemukan di luar musim raya namun jumlahnya sangat sedikit.

Fenologi sangat dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik meliputi karakter spesies yang bersangkutan, polinator, hama, predator, agen penyebar biji dan buah, serta tumbuhan lain yang memiliki polinator sama. Adapun faktor abiotik meliputi kondisi iklim. Pada hutan tropis dataran

rendah, tumbuhan yang memiliki polinator yang sama perlu mendapat perhatian lebih. Beberapa hipotesis menyebutkan bahwa terdapat perbedaan waktu berbunga pada spesies yang memiliki polinator yang sama. Hal ini untuk menghindari kompetisi yang dapat mengakibatkan penyerbukan yang tidak efektif. Selain waktu mulai berbunga, studi fenologi juga meliputi pola berbunga yaitu durasi, frekuensi, dan interval. Durasi berbunga dapat mempengaruhi kesuksesan penyerbukan melalui pengaturan aliran serbuk sari untuk menghindari penyerbukan dari bunga atau pohon yang sama. Interval berbunga pohon juga berbeda antar-strata hutan. Pohon-pohon pada strata paling atas biasanya memiliki interval berbunga yang panjang. Hal ini dimaksudkan agar bunga-bunganya dapat menarik perhatian polinator karena pohon-pohon tersebut memiliki mortalitas rendah dan produktivitas tinggi. Sebaliknya, jenis pohon yang berada pada strata tengah atau bawah memiliki interval berbunga pendek karena tingkat mortalitas pohon yang lebih rendah (Sakai, 2001).

Sakai *et al.* (1999) mengklasifikasikan pola berbunga berdasarkan frekuensi dan waktu ke dalam empat tipe yaitu *general flowering*, *sub annual*, *annual*, dan *supra annual*. Periode *general flowering* terjadi pada saat >10% dari individu yang diamati, berbunga. Oleh sebab itu, pohon-pohon yang berbunga pada periode tersebut dimasukkan dalam kategori *general flowering*. Pohon masuk dalam kategori *sub annual* jika frekuensi berbunganya >5 kali selama periode pengamatan, *annual* jika frekuensi berbunga 3-4 kali selama periode pengamatan, dan *supra annual* jika frekuensi berbunga 1-2 kali selama periode pengamatan. Dari pengamatan selama 43 bulan pada 257 individu dari 305 spesies di hutan dataran rendah diketahui bahwa 35% termasuk *general flowering*, 19% *supra annual*, 13% *annual*, dan 5% *sub annual*. Proporsi berbagai pola frekuensi berbunga tersebut dapat dilihat pada Gambar 7.



Sumber: Sakai et al. (1999)

Gambar 7. Proporsi spesies berdasarkan pola frekuensi berbunga dari pepohonan pada hutan dataran rendah.

Dari pengamatan fenologi yang dilakukan selama 10 tahun terhadap 171 pohon di hutan kering dataran rendah di Kalimantan Tengah diketahui bahwa musim buah raya biasanya diikuti dengan musim kemarau panjang. Pada musim tersebut, sekitar 40% pohon jenis Dipterocarpaceae dan 18% pohon dari jenis lain, berbunga. Sekitar 1,3% pohon berbunga dan 3,8% pohon berbuah di luar periode musim raya. Hasil ini menunjukkan bahwa fluktuasi iklim pada skala luas berpengaruh pada fenologi reproduksi

pohon pada hutan tropis dan mengindikasikan bahwa musim kemarau merupakan salah satu faktor penentu terjadinya musim buah raya (Brearley *et al*., 2007).

4.3 Pemilihan Jenis

Salah satu strategi restorasi yang digunakan untuk memulihkan ekosistem yang telah rusak berat adalah melakukan penanaman, bertujuan untuk meciptakan ekosistem hutan beragam seperti kondisi sebelumnya (Parotta, *et al*., 1997). Pemilihan spesies yang akan ditanam dapat mempengaruhi sukses atau tidaknya kegiatan penanaman. Untuk pemilihan spesies yang digunakan dalam kegiatan restorasi, kemampuan adaptasi terhadap kondisi lokal adalah salah satu faktor utama yang perlu dipertimbangkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesies lokal memiliki kemampuan bertahan hidup yang lebih tinggi dibandingkan spesien yang berasal dari tempat lain (Leimu & Fischer, 2008).

Menurut Pancel (2016), pemilihan jenis untuk restorasi ekosistem yang telah terdegradasi harus mempertimbangkan 7 hal penting yaitu tempat asal spesies yang akan ditanam (*provenans*), tanah, silvikultur, produksi, pemanfaatan, persemaian, hama, dan aspek sosial. Untuk aspek tempat asal, spesies yang digunakan bisa berupa spesies asli atau endemik. Dari aspek tanah, spesies yang dipilih harus sesuai dengan karakteristik lahan marjinal dan lahan dengan kondisi rusak, mampu tumbuh pada tanah dengan pH rendah/tinggi yang ekstrim. Pada aspek silvikultur, spesies yang dipilih untuk restorasi sebaiknya adalah spesies dengan pertumbuhan akar yang cepat, bisa menghasilkan tunas, memiliki kemampuan regenerasi yang baik, tahan terhadap api/angin, memiliki kemampuan mengikat N_2 yang baik, toleran terhadap kondisi kering, serta memiliki kecepatan tumbuh yang baik agar bisa bersaing dengan rumput-rumputan yang banyak tumbuh di lahan terbuka. Untuk aspek produksi dan pemanfaatan, jenis yang dipilih sebaiknya bersifat serbaguna serta dapat diterima oleh masyarakat umum. Jenis yang dipilih juga sebaiknya mudah untuk berkembangbiak, baik secara generatif maupun vegetatif, dan bijinya tersedia secara lokal. Jenis yang dipilih juga harus tahan terhadap hama dan penyakit.

Pemilihan spesies untuk restorasi dibagi menjadi 4 tipe seleksi yaitu seleksi individu di dalam spesies, tanpa seleksi, seleksi di dalam populasi, dan seleksi antar-populasi. Strategi pemilihan spesies juga dibagi 4 yaitu pemilihan spesies non invasif, sedikit invasif, invasif, dan sangat invasif. Ringkasan strategi pemilihan spesies dan tipe seleksinya dapat dilihat pada Tabel 1 (Jones, 2017).

Tabel 1 Strategi pemilihan jenis untuk restorasi ekosistem.

No	Strategi	Tipe seleksi
A	Non invasif	
1	Seleksi spesies asli yang unggul	Individu dalam spesies
2	Seleksi berdasarkan sifat fungsional	Individu dalam spesies
3	Populasi lokal (secara geografis)	Tanpa seleksi
4	Pusat/zona penyebaran benih	Tanpa seleksi
5	Analisis kesamaan iklim	Tanpa seleksi
6	Kesamaan *provenans* secara ekologi	Tanpa seleksi
7	Aliran genetik alami	Tanpa seleksi
8	Seleksi sifat di dalam populasi	Seleksi dalam populasi
B	Sedikit invasif	
1	Seleksi sifat antar-populasi	Seleksi antar-populasi
2	Pendugaan *provenans*	Seleksi antar-populasi
3	*Provenans* yang sesuai dengan kondisi iklim	Seleksi antar-populasi
4	Aliran genetik buatan	Seleksi antar-populasi
5	Migrasi buatan	Seleksi antar-populasi
6	Seleksi tumbuhan yang tersisa pasca-gangguan	Seleksi dalam populasi
C	Invasif	
1	Hibridisasi antar-spesies asli	Individu dalam spesies
2	Organisme yang dimodifikasi secara genetik	Individu dalam spesies
D	Sangat invasif	
1	Restorasi menggunakan alien spesies	Individu dalam spesies
2	Penggunaan biologi sintetis	Individu dalam spesies

Pada hutan dataran rendah lahan kering, jenis asli yang dipilih untuk ditanam umumnya berasal dari famili Dipterocarpaceae (Budiharta *et al*., 2014). Jenis-jenis dari famili ini membutuhkan naungan pada awal masa

pertumbuhannya karena intensitas cahaya matahari yang terlalu besar bisa mengurangi kemampuan bertahan hidup semai Dipterocarpaceae. Namun demikian, cahaya matahari juga mampu memacu pertumbuhan diameter dan tinggi pada jenis *Shorea macrophylla, S. parvifolia,* dan *S. seminis* pada umur tanam hingga 1 tahun dan *Dryobalanops beccarii, Parashorea macrophylla,* dan *S. macrophylla* pada umur 24-81 bulan setelah penanaman.

Pertumbuhan jenis-jenis anggota Dipterocarpaceae juga dipengaruhi oleh kepadatan tanah. Beberapa jenis anggota Dipterocarpaceae yang telah diujicobakan (*S. ovata* dan *S. macrophylla*) tidak mampu bertahan hidup pada kondisi tanah yang padat karena menghalangi pertumbuhan akar pada semai (Daisuke *et al*., 2013). Jenis-jenis *Ficus* juga disarankan untuk digunakan dalam kegiatan restorasi di hutan lahan kering dataran rendah karena akarnya tumbuh secara dalam dan melebar serta memiliki penutupan tajuk yang luas. Tajuk dapat mengurangi kecepatan air hujan yang turun sehingga bisa membantu meningkatkan perembesan air ke dalam tanah. Buah *Ficus* juga banyak disukai oleh satwa liar (Soejono, *et al*., 2013).

Kartawinata (1994) juga menyarankan untuk menggunakan jenis-jenis yang umum ditemukan di hutan sekunder dalam kegiatan rehabilitasi hutan. Spesies tersebut antara lain *Albizia falcataria, Anthocephalus chinensis, Cratoxylum arborescens, Duabanga moluccana, Eucalyptus deglupta, Macaranga gigantea, Octomeles sumatrana,* dan *Peronema canescens.* Selain itu, tumbuhan jenis pionir berupa semak dan herba yang dapat digunakan untuk restorasi hutan antara lain *Amomum compactum, Blumea balsamifera, Curcuma xanthorruza,* dan *Mucuna pruriens.*

Dalam restorasi ekosistem hutan, pemanfaatan pengetahuan lokal dalam pemilihan spesies untuk restorasi juga perlu dikembangkan. Soejono *et al.* (2013) mengungkapkan bahwa spesies yang dipilih oleh masyarakat untuk digunakan dalam merehabilitasi lahan yang terdegradasi umumnya merupakan spesies asli yang ada di areal lahan yang sudah terdegradasi. Selain itu, masyarakat juga memiliki preferensi tinggi terhadap spesies *multipurpose* yang dapat menghasilkan manfaat ekonomi seperti *Durio* spp. dan *Artocarpus* spp.

Berdasarkan hasil inventarisasi, spesies lokal yang terdapat di area hutan dataran rendah di PT Riau Abadi Lestari meliputi Kulim (*Scorodocarpus borneensis*), Mempening (*Quercus* sp.), Keruing (*Dipterocarpus* sp.), Meranti (*Shorea leprosula*), Kapur (*Dryobalanops oblongifolia*), dan beberapa jenis buah-buahan seperti Mangga (*Mangifera indica*), Cempedak (*Artocarpus integer*). Jenis-jenis tersebut dapat digunakan untuk upaya restorasi di dalam area konsesi pemasok kayu APP.

Meskipun banyak menuai kecaman, penggunaan spesies *alien* dalam upaya restorasi masih dapat ditoleransi, bahkan bisa menguntungkan bila spesies tersebut tidak membahayakan ekosistem sekitarnya dan mampu menyediakan jasa ekologi dan sosial-ekonomi. Spesies *alien* dapat mempercepat proses restorasi sehingga upaya restorasi menjadi lebih efektif. Pada beberapa kasus, spesies *alien* dapat memegang peran penting secara ekologis. Spesies *alien* dapat berperan sebagai tanaman pelindung yang menjaga spesies asli dari sinar matahari yang intensitasnya tinggi serta menyembunyikan spesies asli agar tidak terlihat oleh herbivor. Penggunaan spesies *alien* untuk kegiatan restorasi harus dipertimbangkan secara matang. Informasi lengkap mengenai karakteristik ekologis spesies *alien* harus tersedia untuk menghindari risiko invasi yang tidak terkendali (Ewel & Putz, 2004).

4.4 Identifikasi Modal Sosial

Selain mempertimbangkan aspek ekologis, pengelolaan hutan perlu menggunakan pendekatan sosial yang tepat karena interaksi antara masyarakat dan hutan juga merupakan modal sosial yang menunjang keberhasilan restorasi. Modal sosial yang perlu diidentifikasi dan relevan dalam pengelolaan hutan di antaranya adalah kepercayaan, jaringan kerja, dan norma. Rasa saling percaya antara masyarakat dengan pengelola hutan dapat menjamin implementasi program yang bersifat adil dan transparan. Jaringan kerja berhubungan dengan semakin meluasnya akses informasi yang menghubungkan para pemangku kepentingan. Sementara itu, norma berkaitan dengan nilai-nilai wajib yang dijadikan sebagai acuan dalam pelaksanaan kegiatan yang melibatkan semua pihak (Rijal & Noer, 2013).

Lee *et al*., (2017) menyebutkan bahwa kurangnya kepercayaan sosial merupakan kondisi yang sulit untuk diatasi. Jaringan kerja sama diperlukan untuk menghubungkan sumber daya yang dimiliki melalui koordinasi untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan bersama. Oleh sebab itu, keberhasilan dalam penggunaan modal sosial sangat bergantung pada kemampuan kelompok orang untuk terlibat dalam hubungan kerja sama.

Lee *et al*. (2017) juga mengungkapkan bahwa modal sosial dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Contoh faktor internal adalah karakteristik individu seperti usia, pendidikan, tingkat pendapatan, jumlah anggota keluarga, jangka waktu bermukim, dan motivasi untuk terlibat dalam pengelolaan hutan. Contoh faktor eksternal adalah keberadaan kelompok masyarakat dan akses terhadap informasi. Modal sosial juga dipengaruhi oleh pengetahuan teknis mengenai pengelolaan hutan, dalam hal ini kegiatan restorasi ekosistem hutan. Pengetahuan ini meliputi keahlian dalam pembibitan, penanaman, hingga pemeliharaan. Pengetahuan tersebut dapat disebarkan kepada anggota masyarakat lainnya sehingga memperkuat modal sosial. Lee *at al.* (2017) menyebutkan bahwa kelompok masyarakat yang melakukan transfer pengetahuan memegang peranan penting dalam membentuk dan memelihara modal sosial. Hal ini mengindikasikan bahwa modal sosial dapat dibangun dengan cara menjalin kerja sama dengan kelompok-kelompok masyarakat.

4.5 Kelembagaan Restorasi

Salah satu tantangan terbesar dalam pelaksanaan program restorasi adalah kelembagaan. Mengingat upaya restorasi melibatkan berbagai *stakeholders*, koordinasi dan struktur organisasi yang efektif dan efisien harus diperhatikan. van Oosten (2013) menyampaikan bahwa kelembagaan restorasi menyangkut kepentingan pihak terkait yang mungkin saja berbeda sehingga pengambilan keputusan seringkali melalui proses yang cukup kompleks. Kelembagaan dalam restorasi juga menyangkut beberapa tingkatan, dari tingkat pusat hingga lokal. Pihak terkait yang terlibat dapat berinteraksi melalui beberapa bentuk kelembagaan, baik yang bersifat umum maupun kelembagaan yang bersifat spesifik pada lokasi tertentu. Kelembagaan yang bersifat spesifik dibangun berdasarkan karakteristik biofisik lokasi

restorasi, tipe tata kelola yang digunakan, serta nilai-nilai budaya khas lainnya. Kelembagaan restorasi ekosistem hutan dapat mengacu pada pola penggunaan lahan secara tradisional, sistem *tenure*, sistem produksi, serta ritual-ritual yang telah ada sebelumnya. Praktik-praktik pengelolaan lahan secara lokal dan kerja sama dalam penggunaan ruang juga perlu dipertimbangkan dalam pembentukan kelembagaan.

Kelembagaan restorasi dapat bersifat temporal dan luwes untuk menyesuaikan dengan perubahan kondisi tutupan hutan. Kelembagaan dalam pengelolaan lanskap, termasuk restorasi ekosistem hutan, harus mampu membuat pihak-pihak terkait yang terlibat bisa mengikuti proses yang kompleks dan dapat mengatasi adanya kemungkinan konflik akibat pengakuan penggunaan lahan. Sistem kelembagaan yang ideal juga memungkinkan semua tingkat, dari tingkat pusat hingga lokal dapat terhubung dan mendapat informasi dengan baik tentang kondisi aktual lokasi restorasi. Kemitraan antara sektor publik dan swasta juga perlu dikembangkan dalam kelembagaan restorasi. Pihak-pihak terkait yang terlibat dapat saling belajar satu sama lain dan berbagi tanggung jawab sesuai dengan kapasitas masing-masing (van Oosten, 2013).

Sistem kelembagaan restorasi yang melibatkan partisipasi masyarakat dapat dilakukan dengan mendorong formalisasi sistem penggunaan lahan dan pengelolaan sumber daya hutan secara tradisional. Dengan demikian, sistem yang ada dapat mengakomodir kepercayaan dan tradisi masyarakat lokal dan sesuai dengan kondisi spesifik lahan yang akan direstorasi. Masyarakat juga bisa ikut-serta dalam program restorasi melalui pelibatan kelompok-kelompok tani dalam program kemitraan. Kelembagaan lokal yang kuat dapat menghasilkan program restorasi yang berkelanjutan, baik secara ekologis maupun sosial. Daya tahan ekologis yang kuat bisa menjamin kestabilan ekosistem, sementara resiliensi sosial yang tinggi bisa meningkatkan kepedulian dan tanggung jawab masyarakat dalam upaya pemulihan ekosistem secara berkelanjutan. Kondisi ini disebabkan karena masyarakat mampu beradaptasi terhadap perubahan yang terjadi untuk kemudian menyesuaikan praktik-praktik pengelolaan lahan dengan kondisi aktual (Adger, 2000).

Daftar Pustaka

Adger, W. N. 2000. Social and ecological resilience: are they related? Progress in Human Geography, 24(3), 347-364.

Brearley, F. Q., Proctor, J., Suriantata, Nagy, L., Dalrymple, G., Voysey, B. C. 2007. Reproductive phenology over a 10 year period in a lowland evergreen rain forest of central Borneo. Journal of Ecology, 95(4), 828-839.

Brokaw, N. V., Scheiner, S. M. 1989. Species composition in gaps and structure of a tropical forest. Ecology, 70(3), 538-541.

Budiharta, S., Meijaard, E., Erskine, P. D., Rondinini, C., Pacifici, M., Wilson, K. A. 2014. Restoring degraded tropical forests for carbon and biodiversity. Environmental Research Letters, 9(11), 114020.

Buisson, E., Alvarado, S. T., Le Stradic, S., Morellato, L. P. C. 2017. Plant phenological research enhances ecological restoration. Restoration Ecology, 25(2), 164-171.

Daisuke, H., Tanaka, Kendawangan, J.J, K., Ikuo, N., Katsutoshi, S. 2013. Rehabilitation of degraded tropical rainforest using dipterocarp trees in Sarawak, Malaysia. International Journal of Forestry Research, 683017,1-11.

Domene, M., Martinez-Garza, C., Palmas-Perez, S., Rivas-Alonso, E., Howe, H. F. 2014. Roles of birds and bats in early tropical-forest restoration. PloS one, 9(8), e104656.

Ewel, J. J., Putz, F. E. 2004. A place for alien species in ecosystem restoration. Frontiers in Ecology and the Environment, 2(7), 354-360.

Göltenboth, F., Langenberger, G., Widmann, P. 2006. Tropical lowland evergreen rainforest. In Ecology of Insular Southeast Asia (pp. 297-383). Elsevier.

Hobbs, R. J., Higgs, E., Hall, C. M., Bridgewater, P., Chapin, F. S., Ellis, E. C., Jackson, S. T. 2014. Managing the whole landscape: historical, hybrid, and novel ecosystems. Frontiers in Ecology and the Environment, 12(10), 557-564.

Hulvey, K. B., Standish, R. J., Hallett, L. M., Starzomski, B. M., Murphy, S. D., Nelson, C. R., Suding, K. N. 2013. Incorporating novel ecosystems into management frameworks. In a Novel Ecosystems: Intervening in the New Ecological World Order (PP 157-171).

John Wiley & Son. 2017. Ecosystem Restoration: Recent Advances in Theory and Practice. The Rangeland Journal, 39(6), 417-430.

Kartawinata, K. 1994. The use of secondary forest species in rehabilitation of degraded forest lands. Journal of Tropical Forest Science, 7(1), 76-86.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2019. Deforestasi Indonesia Tahun 2017-2018. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Lee, Y., Rianti, I. P., Park, M. S. (2017). Measuring social capital in Indonesian community forest management. Forest science and Technology, 13(3), 133-141.

Leimu, R., Fischer, M. (2008). A meta-analysis of local adaptation in plants. Plus One, 3(12), e4010.

Meijaard, E., Sheil, D., Nasi, R., Augeri, D., Rosenbaum, B., Iskandar, D., Soehartono, T. 2005. Life after Logging: Reconciling Wildlife Conservation and Production Forestry in Indonesian Borneo. Bogor: CIFOR.

Morse, N. B., Pellissier, P. A., Cianciola, E. N., Brereton, R. L., Sullivan, M. M., Shonka, N. K., McDowell, W. H. 2014. Novel ecosystems in the Anthropocene: a revision of the novel ecosystem concept for pragmatic applications. Ecology and Society, 19(2).

Murcia, C., Aronson, J., Kattan, G. H., Moreno-Mateos, D., Dixon, K., Simberloff, D. 2014. A critique of the 'novel ecosystem'concept. Trends in Ecology & Evolution, 29(10), 548-553.

Pancel, L. 2016. Species selection in tropical forestry. Tropical Forestry Handbook, 1203-1220.

Parrotta, J. A., Turnbull, J. W., Jones, N. 1997. Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. Forest Ecology and Management, 99(1-2), 1-7.

Priatna, D. 2002. Pemulihan hutan tropika tanah bekas tebangan serta dampak penebangan terhadap populasi primata dan keanekaragaman burung (Tesis) Universitas Indonesia, Depok

Priatna, D., Kartawinata, K. Abdul Hadi, R. 2006 Recovery of A Lowland Dipterocarp Forest Twenty Two Years after & Selective Logging at Sekundur, Gunung Leuser National Park, Nothern Sumatra, Indonesia. Reinwardtia, 12(3), 237-255.

Putz, F. E., Redford, K. H. 2010. The Importance of Defining 'Forest': Tropical Forest Degradation, Deforestation, Long Term Phase Shifts, and Further Transitions. Biotropica, 42(1), 10-20.

Rijal, M., Noer, S. 2013. Peran modal sosial dalam pelestarian hutan. Jurnal Kebijakan dan Administrasi Publik, 17(2), 20-36.

Sakai, S. 2001. Phenological diversity in tropical forests. Population Ecology, 43(1), 77-86.

Sakai, S., Momose, K., Yumoto, T., Nagamitsu, T., Nagamasu, H., Hamid, A. A., Nakashizuka, T. 1999. Plant reproductive phenology over four years including an episode of general flowering in a lowland dipterocarp forest, Sarawak, Malaysia. American Journal of Botany, 86(10), 1414-1436.

Sancayaningsih, R. P., Bait, M. 2015. Natural succession of secondary-lowland dipterocarp forest after selective logging in Long Pahangai, West Kutai, East Kalimantan. KnE Life Sciences, 2(1), 226-233.

Slik, J. F., Verburg, R. W., Kebler, P. J. 2002. Effects of fire and selective logging on the tree species composition of lowland dipterocarp forest in East Kalimantan, Indonesia. Biodiversity & Conservation, 11(1), 85-98.

Smith, J. R., Bagchi, R., Ellens, J., Kettle, C. J., Burslem, D. F., Maycock, C. R., Ghazoul, J. 2015. Predicting dispersal of auto-gyrating fruit in tropical trees: a case study from the Dipterocarpaceae. Ecology and evolution, 5(9), 1794-1801.

Soejono, S., Budiharta, S., Arisoesilaningsih, E. 2013. Proposing local trees diversity for rehabilitation of degraded lowland areas surrounding springs. Biodiversitas Journal of Biological Diversity, 14(1).

van Oosten, C. 2013. Forest landscape restoration: who decides? A governance approach to forest landscape restoration. Nat. Conserv, 1, 119-126.

Vilà, M., Weber, E., Antonio, C. M. 2000. Conservation implications of invasion by plant hybridization. Biological Invasions, 2(3), 207-217.

Zakaria, M., Rajpar, M. N., Ozdemir, I., Rosli, Z. 2016. Fauna diversity in tropical rainforest: threats from land-use change. In Tropical Forests-The Challenges of Maintaining Ecosystem Services while Managing the Landscape. IntechOpen.

5. Strategi Restorasi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering

Yanto Rochmayanto

5.1 Apa dan Untuk Apa Strategi Restorasi Ekosistem

Sebelum membahas strategi restorasi, terlebih dahulu perlu mencermati yang dimaksud dengan strategi. Dalam bahasa umum, strategi dapat dipahami sebagai pendekatan secara keseluruhan yang berkaitan dengan pelaksanaan gagasan, perencanaan, dan eksekusi sebuah aktivitas dalam kurun waktu tertentu. Di dalam strategi yang baik terdapat koordinasi tim kerja, memiliki tema, mengidentifikasi faktor pendukung yang sesuai dengan prinsip-prinsip pelaksanaan gagasan secara rasional, efisien dalam pendanaan, dan memiliki taktik untuk mencapai tujuan secara efektif (https://id.wikipedia.org/wiki/ Strategi).

Pengertian yang lebih formal sebagaimana dimuat dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI, https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/strategi), strategi memiliki empat makna. Pertama, strategi merupakan ilmu dan seni menggunakan semua sumber daya untuk melaksanakan kebijaksanaan tertentu dalam perang dan damai. Kedua, strategi adalah ilmu dan seni memimpin bala tentara untuk menghadapi musuh dalam perang, dalam kondisi yang menguntungkan. Ketiga, strategi didefinisikan sebagai rencana yang cermat mengenai kegiatan untuk mencapai sasaran khusus. Keempat, strategi dianggap sebagai tempat yang baik menurut siasat perang.

Menurut definisi tersebut, sebenarnya strategi pada awalnya merupakan istilah untuk militer yang kemudian berkembang dan digunakan oleh bidang yang lain seperti bidang ekonomi atau bisnis, termasuk juga bidang lingkungan dan kehutanan. Oleh karena itu, penggunaan istilah strategi dalam konteks restorasi dapat merujuk pada definisi strategi ketiga menurut KBBI.

Selanjutnya, istilah restorasi dan istilah kegiatan lain dalam perbaikan ekosistem juga penting untuk dibedakan karena seringkali pemahaman dan penggunaannya saling tertukar dengan rehabilitasi, reklamasi, aforestasi, dan reforestasi. Merujuk pada uraian menurut Mansourian, *et al.* (2005) dan FAO (2018) yang juga sejalan dengan definisi yang dianut oleh nasional Indonesia, restorasi dalam hal ini merupakan proses membantu pemulihan ekosistem yang telah rusak atau hancur. Hal ini adalah aktivitas yang disengaja untuk memulai atau mempercepat pemulihan ekosistem, baik dalam hal kesehatan, integritas, dan keberlanjutannya.

Berbeda halnya dengan restorasi yang tujuannya mencakup juga pemulihan integritas biotik yang sudah ada dalam hal komposisi spesies dan struktur komunitas, rehabilitasi menekankan pada perbaikan proses-proses ekosistem, termasuk peningkatan produktivitas dan jasa lingkungannya. Adapun reklamasi umumnya digunakan dalam konteks pemulihan lahan bekas tambang. Tujuan utama reklamasi adalah stabilisasi areal, jaminan keamanan publik, peningkatan estetika, dan juga pengembalian tanah ke areal bekas tambang tersebut.

Sementara itu, aforestasi dan reforestasi merujuk pada pembentukan hutan secara artifisial, dalam hal sebelumnya areal tersebut bukan hutan. Dalam konteks Konvensi Kerangka Kerja PBB tentang Perubahan Iklim (UNFCCC) dan Protokol Kyoto, definisi spesifik telah disepakati tentang reforestasi dan aforestasi. Aforestasi didefinisikan oleh UNFCCC sebagai konversi lahan yang disebabkan oleh manusia secara langsung yang tidak berhutan untuk jangka waktu setidaknya 50 tahun menjadi lahan berhutan melalui penanaman, pembibitan, dan/atau promosi sumber benih alami yang dilakukan oleh manusia.

Reforestasi didefinisikan sebagai konversi langsung yang disebabkan oleh manusia dari lahan non-hutan (yang sebelumnya merupakan hutan) menjadi lahan berhutan melalui penanaman, pembibitan, dan/atau promosi sumber benih alami yang diinduksi oleh manusia.

Berdasarkan uraian tersebut maka strategi restorasi dapat merujuk pada sebuah dokumen yang menyediakan kerangka kerja yang relatif luas untuk menentukan rencana aksi yang sesuai dengan konteks lokasi tertentu, keadaan, dan kemampuan implementasi pelaksanaan restorasi. FAO (2018)

mengindikasikan juga bahwa strategi restorasi dapat disusun menurut skala tertentu, misalnya skala regional, skala nasional, dan juga skala bentang lahan.

Di samping itu, strategi restorasi dapat merupakan dokumen yang berkembang (*living document*) yang dapat dimutakhirkan sejalan dengan perubahan kebutuhan dan konteks. Strategi restorasi dapat turut dimaksudkan untuk berkontribusi pada pencapaian komitmen dan tujuan nasional untuk meningkatkan tutupan pohon dan hutan serta fungsi ekologis.

Tujuan perumusan strategi restorasi adalah sebagai arahan umum pelaksanaan teknis restorasi, menggambarkan kebutuhan-kebutuhan bahan dan peralatan untuk restorasi, perancangan teknis pelaksanaan restorasi, menentukan kebutuhan pendanaan, kelembagaan, dan tata waktu pelaksanaan restorasi. Instrumen lanjutan yang dibutuhkan setelah penentuan strategi restorasi adalah instrumen teknis yang bersifat spesifik lokasi, antara lain dapat berupa panduan teknis, petunjuk teknis, atau prosedur standar (SOP) masing-masing lokasi.

5.2 Perspektif Strategi Restorasi

Banyak manfaat yang dapat diperoleh dari transformasi kawasan terdegradasi dan deforestasi melalui restorasi ekosistem, antara lain adalah perubahan lahan menjadi aset yang penting, multifungsi, mampu berkontribusi terhadap ekonomi lokal dan nasional, penyerapan karbon, pasokan sumber pangan dan air bersih, dan perlindungan keanekaragaman hayati (IUCN & WRI, 2014). Dari berbagai manfaat tersebut, kegiatan restorasi pada tipe lanskap tertentu tidak selalu memberikan manfaat utuh dan lengkap namun dapat memberikan perhatian khusus terhadap manfaat tertentu misalnya potensi ekonomi dan penyerapan karbon. Kegiatan restorasi di areal NKT-SKT yang terdegradasi dapat memfokuskan manfaat restorasi untuk penyerapan karbon dan perlindungan keanekaragaman hayati.

Restorasi pada areal NKT-SKT yang terdegradasi berpotensi menghasilkan manfaat keanekaragaman hayati yang nyata. Guna memastikan perolehan manfaat tersebut, restorasi dimaksud perlu mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

Potensi restorasi untuk menyambungkan kembali koneksi antara habitat yang berbeda. Di berbagai ekosistem terdapat beberapa habitat yang terfragmentasi sebagai akibat dari degradasi lahan. Restorasi pada areal NKT-SKT dapat digunakan untuk menciptakan kembali konektivitas yang dapat memfasilitasi pergerakan satwa (termasuk proses migrasi).

Potensi restorasi untuk menambah luas habitat. Pada situasi hanya terdapat sedikit habitat yang tersisa atau bahkan telah hilang, restorasi areal NKT-SKT dapat digunakan untuk menciptakan kembali habitat tertentu.

Potensi restorasi untuk memperbaiki kualitas habitat. Restorasi areal NKT-SKT juga dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas habitat dengan memastikan bahwa keragaman spesies yang lebih tinggi ditemukan dalam suatu habitat tertentu.

Strategi restorasi ekosistem dapat didekati dari tiga perspektif, yaitu: perspektif skala restorasi, perspektif intensifikasi intervensi, dan perspektif strata restorasi. Skala restorasi akan melihat restorasi ekosistem dalam satuan wilayah tertentu. Intensifikasi intervensi restorasi merujuk pada seberapa intensif intervensi manusia dalam pemulihan ekosistem. Adapun strata restorasi menggambarkan tingkatan kegiatan pemulihan ekosistem secara fisik atau non vegetatif menurut tingkat kerusakan ekosistemnya.

Dalam perspektif skala, IUCN & WRI (2014) membagi kegiatan restorasi menjadi dua macam, yaitu skala luas dan mozaik. Restorasi dalam skala luas melibatkan beberapa bidang lahan hutan terdegradasi atau terfragmentasi yang saling bersebelahan atau pada kawasan-kawasan tata guna lahan yang saling berdekatan. Restorasi mozaik lebih menunjukkan aktivitas pemulihan ekosistem dalam satu tata guna lahan seperti pertanian, sistem agroforestri, peningkatan sistem lahan bera, koridor ekologi, kawasan hutan dan tegakan pepohonan yang berbeda dan saling terpisah, dan penanaman pada tepi sungai atau danau untuk melindungi aliran air. Restorasi ekosistem dalam skala luas dan mozaik tersebut diilustrasikan pada Gambar 8.

Sumber: IUCN & WRI (2014)

Gambar 8. Ilustrasi skala restorasi ekosistem di dalam lanskap

Dalam perspektif intensitas intervensi vegetatif, restorasi ekosistem secara prinsip dapat dlakukan melalui empat strategi utama, yaitu suksesi alami, penunjang suksesi alami, pengayaan, dan penanaman (JICA, 2014). Keempat strategi tersebut dapat dipilih menurut syarat-syarat dan kondisi yang sesuai dan dapat dikombinasikan penggunaannya di suatu areal, menyesuaikan dengan karakteristik lokasi.

1. Suksesi Alami

   Kegiatan restorasi suksesi alami meliputi:

   - Melakukan patroli dan penjagaan agar terhindar dari gangguan yang menghambat pertumbuhan tanaman, misalnya: penggembalaan liar, kebakaran, perusakan rumput dan tanaman bawah oleh manusia atau hewan.
   - Membuat sekat bakar.
   - Pembangunan pagar hidup (jika diperlukan).
   - Monitoring pertumbuhan anakan alam

   Restorasi ekosistem dengan suksesi alami dilakukan jika semua kondisi berikut terpenuhi, yaitu:

   - Terdapat tumbuhan berkayu spesies asli dengan tinggi ≥30 cm dan jumlah ≥600 batang per ha.

- Terdapat jumlah tumbuhan berkayu spesies asli ≥50% dibandingkan jumlah spesies pada hutan utuh di dekat areal restorasi.
- Terdapat >60 pohon induk/ha dan >15 spesies pohon induk/ha.
- Sesuai kriteria penilaian berdasarkan kondisi tanah: humus, jenis tanah, sifat tanah, pH, kerikil/batuan.
- Berdasarkan pertimbangan kondisi iklim di area restorasi.
- Berdasarkan kondisi gangguan yang ada seperti kebakaran, perambahan hutan, penggembalaan ternak, penambangan, dan lainnya.

2. Penunjang Suksesi Alam

Kegiatan penunjang suksesi alami meliputi:

- Melakukan patroli dan penjagaan agar terhindar dari gangguan yang menghambat pertumbuhan vegetasi. Gangguan tersebut dapat berupa penggembalaan liar, kebakaran hutan, pemotongan tumbuhan karena mencari rumput, hama, satwa.
- Membuat sekat bakar.
- Perawatan permudaan alam dengan pengendalian gulma sehingga tidak mengganggu pertumbuhan anakan alam.
- Melakukan pembersihan gulma yang terlalu tebal agar biji dan sinar matahari dapat mencapai tanah sehingga biji mampu tumbuh.
- Pemindahan anakan yang terlalu rapat pada areal yang kurang rapat.
- Membantu penyebaran biji pada areal yang sudah dibersihkan agar memperkaya anakan yang mampu tumbuh pada lokasi tersebut.
- Pengolahan dilakukan dengan cara mencangkul atau membalikkan tanah agar biji dorman di dalam tanah dapat tumbuh.
- Pembangunan pagar hidup (jika diperlukan).
- Monitoring pertumbuhan anakan alam.

Restorasi dengan penunjang suksesi alami dilakukan jika semua kondisi berikut terpenuhi, yaitu:

- Terdapat tumbuhan berkayu jenis asli dengan tinggi ≥30 cm dan memiliki jumlah 400-600 batang/ha dan <15 spesies/ha.
- Memiliki jumlah tumbuhan berkayu spesies asli ≥30% dibandingkan jumlah spesies pada hutan utuh di dekat areal restorasi.
- Terdapat <60 pohon induk/ha.
- Memiliki >5 spesies rumput/100 m^2 dan >5 rumpun/100 m^2.

3. Pengayaan Tanaman (*enrichment planting*)

   Kegiatan restorasi dengan pengayaan meliputi:

   - Pembuatan persemaian.
   - Pembibitan dari cabutan atau dari biji atau stek.
   - Persiapan lahan untuk penanaman.
   - Menanam bibit spesies kunci atau spesies sebagai pakan satwa, dan sarang satwa pada areal yang jarang tumbuhan ataupun spesies yang belum banyak terdapat pada lokasi tersebut.
   - Melakukan patroli dan penjagaan agar terhindar dari gangguan yang menghambat pertumbuhan vegetasi. Gangguan tersebut dapat berupa penggembalaan liar, kebakaran hutan, pemotongan tumbuhan karena mencari rumput, hama, satwa, dan lain-lain.
   - Pembuatan pagar hidup (jika diperlukan).
   - Monitoring pertumbuhan tanaman.

   Restorasi dengan pengayaan dilakukan jika semua kondisi berikut terpenuhi, yaitu:

   - Tumbuhan berkayu jenis asli yang tingginya ≥30 cm dan memiliki jumlah antara 200-400 batang/ha.
   - Memiliki <15 spesies tanaman.
   - Memiliki >5 spesies rumput/100 m^2 dan >5 rumpun/100 m^2.

4. Penanaman (*replanting*)

Kegiatan restorasi dengan penanaman meliputi:

- Pembuatan persemaian.
- Pembibitan.
- Persiapan lahan.
- Penanaman.
- Pemeliharaan.
- Monitoring dan evaluasi pertumbuhan tanaman.

Restorasi dengan penanaman dilakukan jika semua kondisi berikut tepenuhi, yaitu:

- Tumbuhan berkayu jenis asli yang tingginya ≥30 cm dan jumlahnya <200 batang/ha.
- Memiliki <15 spesies tanaman/ha.
- Memiliki <60 pohon induk/ha dan <15 spesies induk/ha.

Gambar 9 merupakan rujukan praktis untuk melakukan pengambilan keputusan dalam rangka memilih strategi restorasi ekosistem yang paling relevan di lokasi kegiatan.

Sumber: JICA (2014)

Gambar 9. Mekanisme pemilihan strategi restorasi ekosistem

Perspektif ketiga adalah strata restorasi yang mencerminkan tingkatan kegiatan pemulihan ekosistem yang dibutuhkan sebagai konsekuensi logis dari tingkat keparahan degradasi lahan dan ekosistem tersebut. Strata restorasi tidak hanya melibatkan tindakan vegetatif tetapi juga kegiatan-kegiatan sipil teknis dan bersifat non vegetatif.

Beberapa strata restorasi ekosistem berikut telah diperkenalkan antara lain oleh Suryadiputra *et al.* (2018):

- Penimbunan kembali (*back filling*); biasanya strata ini diperlukan pada lahan yang rusak akibat adanya galian atau pemotongan bidang lahan. *Back filling* dilakukan untuk mengembalikan konfigurasi lahan ke kondisi semula agar lebih mudah diberikan intervensi vegetatif.
- Pembasahan (*rewetting*); strata ini relevan dilakukan pada lahan gambut yang telah rusak sehingga fungsi hidrologisnya menurun.
- Pengeringan; strata restorasi ini diperlukan untuk mengurangi atau menghilangkan genangan air pada area tertentu yang mengganggu proses fisiologis vegetasi untuk intervensi restorasi vegetatif. Pembangunan sodetan adalah salah satu bangunan sipil teknis yang dapat dijalankan untuk proses pengeringan.
- Pembuatan sekat bakar; dibuat dengan lebar dan panjang yang sesuai dengan tingkat risiko kebakaran di arel tersebut.
- Penambatan kanal (*canal blocking*); merupakan strata restorasi untuk mengatur tata air di bawah permukaan tanah.
- Introduksi tanah lapisan pucuk (*top soil*); areal yang solum tanahnya telah mengekspose bagian dalam sehingga kesuburan tanahnya hilang, strata ini sangat diperlukan untuk membantu mengatasi kebutuhan media restorasi vegetatif.
- Penanaman jenis endemik; jenis endemik dipilih untuk memastikan bahwa ekosistem yang direstorasi akan pulih menjadi ekosistem awal atau mendekati ekosistem awal. Walaupun ekosistem tujuan dapat berupa ekosistem hibrid, bahkan ekosistem baru namun tetap pilihan jenis endemik perlu diprioritaskan.

Ketiga perspektif restorasi tersebut (skala restorasi, intensitas intervensi vegetatif, dan strata restorasi) merupakan landasan utama dalam pemilihan strategi restorasi di areal NKT-SKT di berbagai lokasi di Jambi, Riau, dan Kalimantan Barat. Karakteristik ekosistem areal yang akan direstorasi sangat menentukan strategi restorasi yang akan dipilih. Lebih lanjut disebutkan bahwa strategi yang relevan akan menentukan keberhasilan restorasi ekosistem.

5.3 Pertimbangan Pemilihan Strategi Restorasi

Tidak ada cara tunggal (*one-size-fits-all*) yang dapat menjamin keberhasilan pelaksanaan restorasi hutan. Sistem sosial-ekologi yang kompleks menunjukkan tantangan dan peluang yang dapat ditujukan untuk memenuhi kerangka kerja sistematik untuk merancang, merencanakan, mengarahkan, dan memonitor kegiatan restorasi (Stanturf *et al*., 2019).

Restorasi ekosistem juga dapat dianggap sebagai proses yang bertujuan untuk meningkatkan fungsi ekologis dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat pada bentang lahan yang terdegradasi. Restorasi ekosistem bukan akhir dari segalanya namun lebih merupakan upaya untuk menambah, meningkatkan, dan memelihara fungsi vital ekologi dan sosial dalam jangka panjang agar bentang lahan menjadi lebih resilien dan lestari. Beberapa pertimbangan umum yang perlu diperhatikan dalam restorasi ekosistem pada lanskap tertentu adalah sebagai berikut (Besseau *et al*., 2018):

- Fokus pada bentang lahan; restorasi ekosistem dilaksanakan dalam dan lintas bentang lahan secara keseluruhan, menggambarkan mozaik interaksi lanskap dan praktik pengelolaan dalam sistem tenurial yang beragam dan prioritas sosial-ekonomi yang dapat diseimbangkan. Dengan demikian, perencanaan untuk restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering dilakukan dalam konteks elemen-elemen lain, yaitu: sosial, ekonomi, biologi, dan bentang lahan. Hal ini tidak semata-mata penanaman pohon di seluruh bentang lahan namun lebih kepada secara strategis menempatkan hutan dalam areal yang ditujukan untuk mencapai pemulihan fungsi habitat bagi jenis tertentu, stabilisasi tanah, dan provisi untuk masyarakat.

- Melibatkan pemangku kepentingan dan mendukung tata kelola partisipatif; restorasi ekosistem perlu melibatkan pemangku kepentingan secara aktif di berbagai skala, termasuk kelompok sosial yang rentan, baik dalam tahap perencanaan, pengambilan keputusan, penentuan tujuan restorasi, metode pelaksanaan, pembagian manfaat, termasuk juga pemantauan dan evaluasi.
- Mengembalikan multi fungsi ekosistem untuk multi manfaat; intervensi restorasi ekosistem bertujuan untuk memulihkan berbagai fungsi ekologi, sosial, dan ekonomi di seluruh bentang lahan dan menghasilkan berbagai barang dan jasa ekosistem yang menguntungkan berbagai kelompok pemangku kepentingan.
- Memelihara dan meningkatkan ekosistem alami dalam bentang lahan; restorasi ekosistem diarahkan untuk meningkatkan upaya konservasi, pemulihan, dan pengelolaan hutan dan ekosistem lainnya secara berkelanjutan.
- Merajut konteks lokal menggunakan berbagai pendekatan; restorasi ekosistem menggunakan berbagai pendekatan yang disesuaikan dengan nilai sosial, budaya, ekonomi, kebutuhan, dan ekologi lokal, serta kebutuhan dan sejarah bentang lahan. Hal tersebut merujuk pada iptek terbaru serta pengetahuan lokal dan menerapkan informasi tersebut dalam konteks kapasitas lokal dan struktur tata kelola yang ada.
- Mengelola secara adaptif untuk resiliensi jangka panjang; restorasi ekosistem berupaya meningkatkan ketahanan lanskap dan pemangku kepentingannya dalam jangka menengah dan panjang. Pendekatan restorasi harus meningkatkan spesies dan keanekaragaman genetik dan disesuaikan dari waktu ke waktu untuk mencerminkan perubahan iklim dan kondisi lingkungan lainnya, pengetahuan, kapasitas, kebutuhan pemangku kepentingan, dan nilai-nilai sosial. Saat restorasi berlangsung, informasi dari kegiatan pemantauan, penelitian, dan panduan pemangku kepentingan harus diintegrasikan ke dalam rencana pengelolaan.

Dengan memperhatikan pertimbangan-pertimbangan umum, perspektif strategi restorasi ekosistem menurut IUCN & WRI (2014), JICA (2014), dan Suryadiputra *et al.* (2018) sebagaimana telah diuraikan, berikut adalah empat

pertimbangan yang perlu diperhatikan ketika melakukan pemilihan strategi restorasi ekosistem untuk hutan dataran rendah lahan kering, yaitu: luasan areal, tingkat kerusakan vegetatif, tingkat kerusakan lahan, serta dinamika sosial-ekonomi masyarakat sekitar areal restorasi.

Pertama, pertimbangan luasan areal menunjukkan skala hamparan areal ekosistem yang akan direstorasi secara fisik. Luasan areal restorasi berimplikasi pada strategi yang akan dipilih, apakan restorasi ini merupakan restorasi skala luas atau restorasi mozaik. Restorasi skala luas dan restorasi mozaik memberikan konsekuensi yang berbeda dalam penyusunan desain teknik restorasi, kebutuhan bahan, peralatan, dan tenaga kerja, termasuk juga pembiayaan.

Kedua, pertimbangan tingkat kerusakan vegetatif akan berimplikasi pada kebutuhan intervensi vegetatif. Semakin tinggi tingkat kerusakan vegetatif maka intervensi vegetatif yang perlu disiapkan dan dilaksanakan juga semakin tinggi, demikian sebaliknya. Arahan strategi intervensi vegetatif yang dapat dipilih sesuai tingkat kerusakannya adalah penanaman, pengayaan, penunjang suksesi alami, dan suksesi alami.

Ketiga, tingkat kerusakan lahan perlu menjadi pertimbangan yang terpisah dari kerusakan vegetatif. Tingkat kerusakan lahan akan menentukan intervensi restorasi terhadap lahan sebelum intervensi vegetatif dijalankan. Tingkat kerusakan lahan berimplikasi pada kebutuhan strata restorasi yang harus diterapkan. Tingkat dan jenis kerusakan tertentu membutuhkan tingkat dan jenis strata restorasi tertentu juga.

Pertimbangan yang keempat adalah aspek sosial-ekonomi masyarakat sekitar areal restorasi. Walaupun tidak terkait langsung dengan areal restorasi, pertimbangan sosial-ekonomi dan kebijakan tidak dapat diabaikan karena lahan dalam konteks tertentu memiliki makna dan keterkaitan khusus dengan masyarakat, baik dalam relasi sosial maupun sebagai aset ekonomi. Model interaksi dan tingkat ketergantungan masyarakat sekitar terhadap areal restorasi perlu dinilai untuk menentukan jenis ekosistem baru yang akan dipilih, apakah dapat direstorasi menjadi ekosistem semula, menjadi ekosistem hibrida, atau perlu dijadikan ekosistem baru.

Keseluruhan pertimbangan tersebut akan menghantarkan pada kombiasi situasi tertentu sehingga arahan strategi restorasi di suatu areal dapat saja berbeda dengan areal yang lain. Secara keseluruhan, strategi restorasi yang disusun agar menyediakan pilihan paket solusi. Paket solusi dimaksud tidak hanya mencakup hal-hal teknis seperti wanatani, penanaman pengayaan, dan regenerasi alami pada skala lanskap tetapi juga mencakup resolusi kebijakan, pelatihan, dan penelitian, termasuk pertimbangan ekologis. Salah satu elemen penting adalah kesehatan hutan yang meliputi siklus nutrisi, stabilisasi tanah, penyediaan tanaman obat dan makanan, spesies fauna, dan lain sebagainya.

Daftar Pustaka

Besseau, P., Graham, S., Christophersen, T. (Eds.). 2018. Restoring Forests and Landscapes: The Key to a Sustainable Future. Vienna, Austria: Global Partnership on Forest and Landscape Restoration.

FAO. 2018. Regional strategy and action plan for forest and landscape restoration in Asia Pacific. Bangkok: The Food and Agricultural Irganization of the United Nation (FAO) and Asia Pacific Network for Sustainable Forest Management and Rehabilitation (APFNet).

IUCN, WRI. 2014. Pedoman Metode Evaluasi Kesempatan Restorasi (MEKAR): Mengkaji Kesempatan Restorasi Hutan dan Bentang Lahan pada Tingkat Nasional atau Sub-nasional (Pedoman, Edisi Uji Coba). Gland, Swiss: IUCN.

JICA. 2014. Pedoman tata cara restorasi di kawasan konservasi: hutan hujan tropis pegunungan dan hutan monsoon tropis (Kerjasama Teknik). Jakarta: Direktorat Jenderal PHKA, Kementerian Kehutanan dan Japan International Cooperation Agency (JICA).

Kamus Besar Bahasa Indonesia. Diakses 3 Oktober 2020 dari https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/strategi.

Mansourian, S., Vallauri, D., Dudley, N. (Eds.). 2005. Forest Restoration in Landscapes: Beyond Planting Trees. In Cooperation with WWF International. New York: Springer.

Stanturf, J. A., Kleine, M., Mansourian, S., Parrotta, J., Madsen, P., Kant, P., Burns, J., Bolte, A. 2019. Implementing forest landscape restoration under the Bonn Challenge: a systematic approach. Annals of Forest Science, 76:50. https://doi.org/10.1007/s13595-019-0833-z.

Suryadiputra, I N. N., Irwansyah, R. L., Iwan, T. C. W., Dipa, S.R. 2018. Restorasi lahan gambut di HLG Londerang dan Tahura Orang Kayo Hitam, Provinsi Jambi. Bogor: Wetlands International Indonesia.

Wikipedia. 2020. Diakses 3 Oktober 2020 dari https://id.wikipedia.org/wiki/strategi.

6. Ekologi dan Silvikultur Jenis untuk Restorasi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering

Fentie J. Salaka, Nurul Silva Lestari, & Ismayadi Samsoedin

6.1 *Eusideroxylon zwageri*

Eusideroxylon zwageri Teijsm. & Binn. (pohon ulin) sudah temasuk jenis langka dan statusnya termasuk rentan menurut IUCN (Khaerani, 2015). Kayu yang dulu banyak ditemukan di Sumatera dan Kalimantan ini memiliki pertumbuhan yang sangat lambat, mengakibatkan kurangnya minat perusahaan dan masyarakat untuk menanam ulin bila dibandingkan dengan sengon atau akasia (Effendi, 2009). Ulin termasuk famili Lauraceae yang tingginya dapat mencapai 50 m dengan diameter mencapai 120 cm (Khaerani, 2015). Menurut Pradjadinata & Murniati (2014) pada pengamatan di Sangkima, Taman Nasional Kutai, ditemukan pohon ulin terbesar yang mencapai tinggi bebas cabang 45 m dan diameter 225 cm. Batang pohon ulin biasanya tumbuh lurus dan berbanir.

Ulin dapat tumbuh pada tanah yang kering, liat, dan tanah endapan batuan pasir, lapangan datar, miring, atau bergelombang dengan ketinggian tempat mulai 0 sampai 400 m dpl (Siregar, 2006). Permudaan alam ulin umumnya banyak terdapat di bawah pohon induk karena buahnya yang berat sehingga penyebaran permudaan alam pohon ulin hanya di sekitar dan tidak jauh dari induknya (Effendi, 2009).

Foto: kanalkalimantan.com

Gambar 10. Persemaian Ulin di KTH Alimpung, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan

6.1.1 Perbenihan

Bibit ulin dapat diperoleh dari permudaan alam melalui cabutan dan dari penyemaian biji. Anakan ulin banyak terdapat di bawah pohon induknya.

Dalam setiap buah hanya terdapat satu biji (Pradjadinata & Murniati, 2014). Biji ulin yang baik mempunyai ciri-ciri tidak berlubang, tidak pecah, tidak dimakan landak pada bagian titik tumbuhnya, dan tidak terdapat jamur (Suwignyo, *n.d*). Buah ulin yang baru jatuh berwarna hijau dan masih terdapat kulit buah, sedangkan buah yang lama dan masih baik sudah tidak mempunyai kulit buah dan bijinya mempunyai kulit/batok yang keras. Menurut Siregar (2006), untuk mempercepat perkecambahan, biji ulin sebaiknya dikikir atau digergaji bagian ujung biji yang runcing, kemudian disusun mendatar di atas tumpukan alang-alang setebal 15 cm. Perkecambahan ulin membutuhkan tanah yang lembab dan suhu yang tinggi. Pembuatan bibit ulin dari biji dimulai dengan membuang kulitnya dengan cara dikupas atau dibiarkan beberapa minggu. Tempurungnya dilepaskan dengan cara dijemur pada terik matahari selama 1-2 hari.

6.1.2 Persemaian

Biji ulin yang sudah terlepas dari tempurungnya selanjutnya disemaikan dengan cara meletakkan biji di polibag ukuran 20 cm x 20 cm yang telah diberi media tumbuh. Diperlukan waktu 8-12 bulan untuk memproduksi bibit ulin yang siap tanam dengan tinggi bibit yang sudah mencapai 50-75 cm.

Pembuatan bibit ulin dari cabutan dilakukan dengan mendongkel (bukan mencabut) anakan alam yang tingginya sekitar 30 cm dan diupayakan biji tidak lepas (Effendi, 2009). Selanjutnya cabutan beserta biji dan sedikit tanah dimasukkan ke dalam polibag berukuran 20 cm x 20 cm agar bijinya tidak lepas, kemudian dibawa ke persemaian.

Menurut Suwignyo (*n.d*) biji ulin juga mempunyai kemampuan untuk menghasilkan bibit lebih dari satu dengan teknik pemotongan biji. Ada dua cara yang dapat digunakan yaitu: (a) memotong biji menjadi 2-3 bagian, tergantung panjangnya biji, lalu biji yang telah dipotong disemaikan; (b) biji disemaikan dan setelah berkecambah maka biji pada semai dipotong. Sisa potongan biji dikecambahkan lagi. Bila sisa biji telah berkecambah maka dilakukan 5 pemotongan lagi pada biji yang berkecambah lalu potongan dikecambahkan lagi, demikian seterusnya hingga diperoleh 2-3 bibit dalam setiap biji.

Foto Suwignyo (n.d)

Gambar 11. Penyemaian biji Ulin dengan teknik pemotongan biji

Pemeliharaan di persemaian meliputi penyiraman dan pemberian pestisida bila terdapat serangan hama dan penyakit. Penyiraman bibit dilakukan pada pagi hari, kecuali hujan. Pembersihan terhadap gulma dilakukan setiap bulan, tergantung keadaan gulma. Untuk menghindari

persaingan antar-bibit maka dilakukan pemisahan bibit. Bibit yang sama tingginya ditempatkan pada tempat yang sama. Menurut Suwignyo (*n.d*), bibit yang sudah disapih setelah umur 2 bulan harus segera ditempatkan di tempat yang mendapat cahaya matahari langsung; jika tidak, bisa menyebabkan kematian bibit.

6.1.3 Penanaman

Bibit ulin yang siap ditanam adalah yang telah mencapai tinggi 40-60 cm. Penanaman ulin pada lahan terbuka perlu diberi naungan atau ditanami terlebih dahulu dengan jenis tanaman lain yang bertajuk rapat karena pada waktu muda, tanaman ini memerlukan naungan dengan intensitas cahanya 5-25% (Siregar, 2006). Menurut Effendi (2009) penanaman ulin sebaiknya dilakukan pada hutan sekunder yang masih terdapat naungan atau pada hutan tanaman campuran bersama dengan jenis lain seperti meranti, kapur, keruing, dan medang sesuai habitat aslinya.

6.1.4 Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan tanaman ulin meliputi pembersihan gulma, pemupukan, penyiangan, dan pendangiran. Ulin termasuk jenis tanaman yang semi toleran sehingga kondisi yang terjadi dengan intensitas cahaya yang terlalu tinggi akan memberikan dampak pada terganggunya pertumbuhan tanaman karena energi yang dikeluarkan untuk respirasi lebih tinggi dibandingkan energi yang dihasilkan dari fotosintesis (Nugroho, *et al*., 2011). Oleh sebab itu dibutuhkan penutupan tajuk (naungan) yang cukup rapat sehingga memberikan pengaruh dalam menjaga kelembaban. Hal ini akan meminimalkan stres lingkungan (suhu panas) yang dialami ulin pada awal penanaman.

6.2 *Shorea leprosula*

Shorea leprosula Miq (meranti merah atau meranti tembaga) termasuk ke dalam famili Dipterocarpaceae. Tanaman berupa pohon ini dapat tumbuh pada ketinggian antara 0-700 m dari permukaan laut pada formasi hutan dipterokarpa dataran rendah. Banyak dijumpai pada daerah lereng bukit dan lembah dengan tipe tanah Latosol atau Podsolik Merah Kuning, tekstur tanah

medium dengan drainase sedang (Pamungkas, 2006). Di Taman Nasional Kutai, meranti merah ditemukan tumbuh pada jenis tanah podsolik merah kuning dengan tekstur lempung berliat dan pH tanah tergolong masam berkisar 4,1-4,3 dengan kondisi suhu mikro antara 30^0-25^0 C (Sari *et al.*, 2013 *dalam* Wahyudi *et al.*, 2014). Budidaya meranti merah dilakukan dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut (Pamungkas, 2006):

6.2.1 Perbenihan

Musim berbunga kelompok meranti sangat bergantung pada keadaan iklim sehingga waktunya tidak teratur. Kelopak buah terdiri atas 3 sayap panjang dan 2 sayap pendek. Buah (benih) yang baik dicirikan oleh ukurannya, yakni semakin besar buah maka semakin tinggi pula daya kecambahnya. Buah masak ditandai oleh sayap melengkung ke arah luar dan berwarna kecoklatan pada sayap yang melengkung keluar.

Foto: Rayan (2014)

Gambar 12. Buah *Shorea leprosula* Miq.

6.2.2 Persemaian

Bibit meranti dapat berasal dari biji atau cabutan. Perbanyakan dari biji dapat dilakukan jika pohon induk berbuah. Biji yang sudah bersih dari sayapnya dapat langsung ditanam ke dalam polibag. Penanaman dari biji ke dalam polibag, hendaknya tempat keluarnya akar berada di dalam tanah dan biji masuk sedalam 1/2 dari ukuran polibag. Bibit asal cabutan sebaiknya berupa anakan dengan ukuran tinggi antara 15-30 cm dan jumlah daun

2 sampai 5 helai. Pada saat pencabutan sebaiknya kondisi tanah lembab untuk menghindari terputusnya akar. Selanjutnya dilakukan pemotongan daun dan akar pada 2/3 bagian daun untuk memperkecil penguapan. Cabutan anakan yang sudah siap harus segera ditanam dalam polibag. Batas ketahanan anakan/cabutan adalah 3-5 hari setelah pencabutan dengan catatan anakan cabutan tersebut disimpan dalam tempat terlindung dan lembab. Media yang biasa digunakan adalah campuran lapisan tanah atas dengan pasir dengan perbandingan 2:1. Masa produksi bibit meranti merah di persemaian sekitar 7-8 bulan.

Foto: Rayan (2014)

Gambar 13. Anakan *Shorea leprosula* Miq. pada lantai hutan alam

6.2.3 Penanaman

Untuk persiapan penanaman maka dilakukan pembersihan areal dari semak belukar, kemudian dibuat jalur bersih (jalur tempat penanaman) dengan lebar 3 m. Jalur berikutnya berjarak 20 m dari sumbu jalur tanam pertama. Pemasangan ajir dalam jalur tanam terletak di sumbu jalur dengan jarak antar-ajir (sesuai jarak tanam) 5 m. Pada setiap ajir dibuat lubang tanam dengan ukuran 30 cm x 30 cm dengan kedalaman 30 cm. Lubang tanam dibuat di depan atau di belakang ajir secara konsisten sehingga kelurusan tanaman dapat dipertahankan. Pada setiap lubang tanam dilakukan penimbunan dengan tanah hitam (*topsoil*) sampai menggunduk.

Penanaman meranti sebaiknya dilakukan pada waktu awal musim penghujan dan dilakukan paling cepat 7 hari setelah pembuatan lubang tanam dan penimbunan. Dalam kegiatan ini yang perlu diperhatikan adalah bibit ditanam sampai batas leher akar dan timbunan tanah di permukaan lubang tanam harus sampai menggunduk agar tidak tergenang.

6.2.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan dapat dilakukan dengan penyiraman, pemupukan, dan pengendalian hama dan penyakit, serta penyulaman. Penyiraman tanaman dilakukan dua kali dalam satu hari, yaitu pagi dan sore. Pemupukan diberikan apabila pertumbuhan bibit di bedeng sapih kurang baik. Pupuk yang biasa digunakan adalah NPK (15:15:15) dengan dosis 2,5 gr per bibit. Pemupukan awal dilakukan pada saat tanaman berumur satu bulan. Penyulaman dapat dilakukan satu bulan setelah penanaman jika musim hujan masih ada.

Hama dan penyakit yang menyerang bibit meranti di persemaian adalah ulat daun, semut, dan belalang. Di beberapa lokasi, tanaman meranti juga diserang rayap pada bagian akarnya. Pengendalian serangan hama/penyakit dilakukan dengan penyemprotan insektisida atau fungsida dan pemberian furadan di sekitar tanaman.

Dalam rangka pemeliharaan juga dilakukan penyiangan dan pendangiran. Penyiangan pada tahun pertama dapat dilakukan sampai dua kali, bergantung pada kondisi gulma yang tumbuh dalam jalur. Penyiangan pertama disarankan dilakukan pada saat tanaman berumur 4-6 bulan setelah tanam. Penyiangan selanjutnya dikerjakan satu tahun sekali sampai tanaman berumur 3 tahun. Pendangiran hanya dilakukan pada tahun pertama bersamaan dengan penyulaman.

6.3 *Senna siamea*

Senna siamea (Lam.) H.S. Irwin & Barneby (johar) merupakan jenis asli Asia Tenggara yang dapat tumbuh pada lahan kritis atau pada lahan yang tidak subur. Jenis pohon ini tumbuh baik di hutan dataran rendah dengan curah hujan rendah sampai tinggi dengan musim kering 4-8 bulan. Pohon penghasil kayu keras yang termasuk dalam suku Fabaceae (Leguminosae,

polong-polongan) ini tahan terhadap serangan hama penyakit. Johar juga diketahui mempunyai kemampuan untuk cepat trubus dan sehat kembali setelah gundul akibat serangan hama ulat ketika hujan sudah datang (Hendrati & Hidayati, 2014). Johar sering digunakan untuk restorasi dan rehabilitasi lahan yang terdegradasi (Meena & Sharma, 2016).

Foto id.wikipedia.org

Gambar 14. Polong Johar

6.3.1 Perbenihan

Menurut Hendrati & Hidayati (2014), tanaman johar berbunga dan berbuah sejak umur 2-3 tahun. Tanaman ini berbunga terutama pada musim panas tetapi di beberapa tempat, berbunga banyak sepanjang tahun. Pemanenan benih dilakukan dengan cara polong dipetik bila sudah berwarna coklat, bisa juga dipetik setelah masak, atau setelah polong jatuh ke tanah. Setelah itu, buah dijemur beberapa hari sampai mekar dan benih akan terlepas sehingga mudah untuk dikumpulkan.

6.3.2 Persemaian

Penyapihan benih johar dari bak kecambah ke wadah sapih (kantong plastik) dilakukan ketika semai berumur 2-3 minggu. Kecambah kemudian dipindah ke dalam polibag berisi tanah dan kompos dengan perbandingan 3:1 jika menginginkan pertumbuhan bibit yang cepat (6-8 bulan). Jika menggunakan media campuran pasir dan tanah, perbandingan yang digunakan sama, yaitu 3:1 (Hendrati & Hidayati, 2014). Semai akan siap ditanam di lapangan setelah 10-12 bulan dalam penyapihan.

6.3.3 Penanaman

Bibit johar yang siap ditanam adalah bibit yang tingginya sudah mencapai 30-35 cm (Hendrati & Hidayati, 2014). Pelaksanaan penanaman dianjurkan dilakukan pada waktu musim hujan saat hujan sudah rutin (1-2 hari sekali hujan). Berikut adalah langkah-langkah penanaman bibit johar (Hendrati & Hidayati, 2014):

a. Pemetaan dan *plotting* desain penanaman.
b. Pengolahan lahan berupa pembersihan lahan dari semak belukar, pembersihan gulma, dan penggemburan tanah di sekitar lubang tanam.
c. Pemasangan ajir yang sesuai dengan arah larikan dan baris dan disesuaikan dengan kontur tanahnya (sesuai jarak tanam). Penanaman tanaman johar dapat dilakukan pada jarak tanam 2,5 m x 2,5 m atau 3 m x 3 m.
d. Mempersiapkan lubang tanam dengan ukuran 30 cm x 30 cm x 30 cm pada posisi lokasi ajir yang telah dipersiapkan. Untuk mengurangi persaingan antara gulma dan tanaman pokok dapat dibuat piringan dengan radius 1 m dengan cara membersihkan gulma dan tanaman di bawahnya.
e. Pemberian pupuk dilakukan sebelum penanaman dengan ukuran 1/3 volume lubang tanaman, sehari sebelum penanaman atau bersamaan pada waktu penanaman.
f. Penanaman dilakukan pada waktu musim hujan saat hujan sudah rutin (1-2 hari sekali hujan).

6.3.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman johar dapat dilakukan dengan penyulaman, penyiangan, pendangiran, pemupukan, serta pemberantasan hama/penyakit. Penyulaman dapat dilakukan pada tahun pertama dan tahun kedua. Penyiangan, pendangiran, dan pemupukan dapat dilaksanakan dua kali dalam setahun yaitu pada awal dan akhir musim penghujan. Tanaman johar tidak mampu melakukan fiksasi nitrogen sehingga perlu dicampur dengan jenis lain untuk perbaikan tanah (Hendrati & Hidayati, 2014).

Pada musim kemarau, tanaman johar biasanya mengalami serangan hama ulat dengan tingkat keparahan yang tinggi, bahkan sampai menyebabkan daun habis. Ketika hujan sudah datang, tanaman ini dapat dengan cepat trubus dan sehat kembali.

6.4 *Peronema canescens*

Peronema canescens Jack (sungkai) secara alami terdapat di Pulau Kalimantan, Sumatera, Kepulauan Riau, dan Jawa Barat. Sungkai tergolong suku Verbenaceae yang sering dikenal dengan nama daerah jati seberang atau kisabrang. Tinggi pohon mencapai 10-30 m dengan tinggi bebas cabang 5-10 m dan diameter mencapai 50 cm (Panjaitan & Nuraeni, 2014). Sungkai dapat tumbuh baik pada hutan-hutan sekunder yang terbuka, di tepi sungai yang lembab dan tidak tergenang air, serta di tepi jalan terbuka. Sungkai tumbuh pada ketinggian 0–600 meter dari atas permukaan laut dan menyukai jenis tanah podzolik merah kuning. Suhu bulanan berkisar antara 21,0°C–32,0°C dengan curah hujan rata-rata tahunan antara 2.100–2.700 mm. Tanaman sungkai perlu tanah yang baik, sedangkan di tanah marginal tidak dianjurkan.

Permudaan alam sungkai banyak ditemukan di tempat terbuka seperti pada belukar mahang, padang alang-alang, bekas perladangan atau juga bekas tebangan. Permudaan buatan dapat dilakukan melalui stek batang. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam budidaya sungkai (Budi, 2006) adalah sebagai berikut:

6.4.1 Perbenihan

Biji sungkai termasuk biji yang sulit dikecambahkan sehingga digunakan vegetatif/stek untuk pembibitannya. Pemilihan trubusan yang akan dipakai sebagai bahan stek dilakukan dengan cara memilih trubusan yang sehat dan sudah berkayu dengan diameter ±2,5 cm dan panjang 25–30 cm. Stek yang dipilih adalah dari cabang ortotrof (cabang vertikal), hindari cabang yang plagiototrop (cabang horizontal). Stek yang sudah dipotong kemudian segera dibawa ke persemaian untuk diproses lebih lanjut. Apabila lokasi sumber stek dengan persemaian cukup jauh maka stek harus dipak dalam karung basah yang dilapisi dengan karung kering. Dengan teknik tersebut stek tidak akan kering dalam waktu 7–10 hari.

6.4.2 Persemaian

Untuk merangsang pertumbuhan akar maka stek dapat diberi hormon tumbuh (Rootone-F), kemudian ditanam/disemaikan dalam kantong plastik. Kantong-kantong plastik sebaiknya dibuat bedengan dan dinaungi dengan sungkup plastik selama 3 minggu. Setelah 3 minggu, sungkup plastik dibuka kemudian diberi naungan sarlon selama 6 minggu. Pemeliharaan bibit dapat dilakukan dengan penyiraman dua kali sehari. Jika terserang hama/penyakit maka dilakukan pemberantasan dengan insektisida/fungisida. Pemupukan dilakukan dua kali seminggu dengan menggunakan pupuk NPK cair. Dengan cara ini biasanya bibit siap dipindahkan ke lapangan pada umur ±4 bulan ketika tinggi bibit mencapai 25-30 cm.

6.4.3 Penanaman

Sungkai dapat ditanam pada areal bekas tebangan dan semak belukar dengan sistem jalur atau cemplongan. Selain itu dapat juga ditanam pada areal yang terbuka dengan pengolahan tanah total yang dapat dikombinasi dengan pemberian tanaman tumpangsari. Jarak tanam yang disarankan adalah 3 m x 2 m atau 4 m x 2 m. Lubang tanaman sebaiknya dibuat 7–15 hari sebelum pelaksanaan penanaman dengan ukuran lubang 30 cm x 40 cm x 30 cm.

6.4.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman dilakukan melalui kegiatan penyiraman, penyiangan, pendangiran, pemupukan, dan penjarangan. Penyiangan, pendangiran, dan pemupukan sebaiknya dilaksanakan dua kali dalam setahun yaitu pada awal dan akhir musim penghujan serta dilaksanakan sampai tanaman cukup besar. Pemberantasan hama dan penyakit hanya dilaksanakan sewaktu-waktu yaitu jika ada serangan hama/penyakit atau diperkirakan akan terjadi serangan penyakit. Setelah berumur 5 tahun maka dilakukan penjarangan pertama.

6.5 *Shorea macrophylla*

Shorea macrophylla Ashton atau dikenal dengan nama lokal tengkawang, merupakan famili Dipterocarpaceae yang dapat tumbuh pada ketinggian sampai 1.300 m dpl. *Shorea macrophylla* merupakan salah satu dari 15 jenis tengkawang yang ditemukan di Indonesia. Pohon-pohon Shorea pada umumnya memiliki banir yang konkaf yang tidak terlalu tinggi pada batang pohon (Fajri, 2008). Dalam data IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) *Red List Categories of Threatened Species* tahun 2014, beberapa jenis tengkawang telah dikategorikan ke dalam jenis yang terancam dan dilindungi. *Shorea macrophylla* termasuk salah satu yang masuk dalam kategori yang sedang menghadapi resiko tinggi terhadap kepunahan di alam (*Vulnerable*) (Fambayu, 2014).

Tengkawang sangat identik dengan lambang kebanggaan masyarakat suku Dayak karena dianggap sebagai pohon kehidupan, karena hampir seluruh bagian pohon, baik kayu maupun non kayu bermanfaat bagi kehidupan mereka (Maharani *et al*, 2016). Tengkawang tumbuh dalam hutan hujan tropis dengan tipe curah hujan A dan B, pada tanah latosol, podsolik merah kuning dan podsolik kuning (Fambayu, 2014). Pohon tengkawang di Indonesia sebagian besar tersebar di wilayah Kalimantan dan sebagain kecil di Sumatera.

Foto: Maharani, et al. (2013)

Gambar 15. *Shorea macrophylla* di hutan

6.5.1 Perbenihan

Sama seperti jenis-jenis Dipterocarpaceae lainnya, tengkawang juga memiliki pola pembungaan yang tidak terjadi setiap tahun, melainkan mempunyai interval waktu yang tidak teratur dengan intensitas bervariasi, kadang-kadang pembungaan berlimpah pada suatu waktu, namun tidak di waktu lainnya (Purwaningsih, 2004). Biji-biji Dipterocarpaceae pada umumnya bersayap dan biasanya selalu jatuh di dekat pohon induknya. Jenis Shorea sendiri memiliki tiga sayap panjang dan dua sayap pendek (Fambayu, 2014). Karena biji tengkawang termasuk biji yang besar, maka perkecambahan langsung dilakukan di dalam polybag di persemaian/bedeng sapih tanpa melalui proses penyapihan (Fambayu, 2014).

6.5.2 Persemaian

Proses persemaian biji tengkawang adalah sebagai berikut (Fambayu, 2014):

a. Biji tengkawang ditanam dalam media yang sudah dipersiapkan, yaitu polybag dengan ukuran 15 cm x 22 cm. Pemberian sungkup/paranet perlu dilakukan untuk menjaga kondisi suhu yang sesuai bagi kegiatan perkecambahan.
b. Pemeliharaan rutin dilakukan terutama penyiraman pada pagi dan sore.
c. Setelah bibit agak besar maka naungan sedikit demi sedikit dikurangi, namun penyiraman harus tetap rutin dilakukan agar bibit tidak kering sampai sekitar bibit siap ditanam, yaitu berumur 9-12 bulan.
d. Penyiangan dilakukan untuk membersihkan tanaman-tanaman kecil yang tumbuh liar di sekitar bibit.

Foto: Fambayu (2014)

Gambar 16. Bibit *Shorea macrophylla* di persemaian

Pembibitan tengkawang juga bisa dilakukan dengan cara stek pucuk. Berikut adalah tahapan pembuatan stek pucuk tengkawang (B2P2EHD, 2018):

a. Menyiapkan media tanaman, yaitu campuran serbuk kulit kelapa dan sekam padi dengan perbandingan berat 2 : 1. Media tanam kemudian disterilkan untuk meminimalkan adanya jamur dan telur-telur serangga, dengan cara solarisasi, yaitu media dijemur di bawah sinar matahari. Selanjutnya, media tanam dimasukkan di sungkup propagasi yang telah disusun pada *green house*.

b. Pengumpulan dan pemilihan cabang ortotrop untuk stek pucuk, yaitu berbatang lurus, berukuran seragam dan berdaun segar.

c. Pemotongan stek pucuk dengan panjang 15 cm dan pemangkasan daun menyisakan 2 – 3 daun teratas dan digunting sebanyak 2/3 bagian. Pada dasar stek pucuk digunting miring ±45°.

d. Stek pucuk kemudian dimasukkan dalam ember plastik berisi air dengan bagian pangkalnya terendam air.

e. Stek pucuk lalu ditanam pada media dalam sungkup propagasi yang telah disiapkan. Sebelum ditanam stek pucuk terlebih dahulu diberi hormon perangsang akar (Rootone-F).

f. Membuat lubang tanam pada media dengan menggunakan stik kayu yang bersih agar pada saat penancapan/penyemaian stek pucuk, hormon perangsang akar dan pangkal stek tidak rusak kena gesekan media,

g. Kemudian stek pucuk ditanam sedalam 1/3 panjang stek, lalu dipadatkan ke arah bagian stek yang tertanam dalam media,

h. Penyiraman stek pucuk dengan air secukupnya agar terjadi kontak yang baik antara stek yang ditanam dengan media tumbuhnya,

i. Sungkup propagasi ditutup dengan rapat agar sirkulasi udara dalam sungkup tetap terjaga keseimbangannya.

j. Beberapa hasil ujicoba terhadap stek pucuk pada beberapa jenis dipterokarpa di berbagai lokasi menunjukkan rata-rata stek jenis-jenis meranti mulai berakar dengan baik pada umur 11 minggu sehingga minggu ke-12 sudah bisa dilakukan proses adaptasi ke persemaian.

6.5.3 Penanaman

Penanaman tengkawang paling tepat dilakukan pada musim hujan. Pada musim hujan ketersediaan air berlimpah untuk mendukung tanaman muda tumbuh dan berkembang. Berikut ini adalah tahapan penanaman tengkawang (Fambayu, 2014).

a. Tahap awal yang harus dilakukan sebelum penanaman adalah kegiatan pendahuluan berupa pengukuran dan pemetaan lokasi penanaman.
b. Pembuatan lubang tanam dengan jarak tanam 5 m x 5 m, yang diikuti dengan pemasangan ajir untuk tiap lubang. Masing-masing lubang tanam diberi pupuk kurang lebih 1 kg agar pertumbuhan awal tanaman bisa maksimal.
c. Sebelum dilakukan penanaman, bibit didiamkan di lokasi penanaman, ditunggu beberapa saat agar bibit dapat menyesuaikan dengan kondisi iklim setempat (aklimatisasi).
d. Setelah bibit sudah berhasil menyesuaikan dengan kondisi setempat, maka bibit segera dibawa dari tempat dilakukannya aklimatisasi untuk kemudian ditempatkan pada masing-masing lubang tanam.

Shorea macrophylla merupakan jenis yang semi toleran sehingga pada awal penanaman masih membutuhkan naungan. Penanamannya juga perlu memperhatikan kesesuaian tempat tumbuh, dimana ketinggian tempat yang sesuai akan memberikan pengaruh optimal terhadap pertumbuhan jenis ini.

6.5.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan bibit tengkawang dapat dilakukan meliputi penyiangan, penyulaman, pemupukan dan pengendalian hama, penyakit serta gulma (Tata *et al*., 2008). Penyiangan dapat dilakukan pada 2-3 bulan pertama setelah penanaman. Penyiangan juga perlu dilakukan setiap 3 bulan selama 2 tahun. Intensitas penyulaman tergantung pada persen tumbuh tanaman. Pemupukan dapat dilakukan sekali dalam setahun dengan pupuk dasar NPK sebanyak 100 gr/tanaman pada tahun pertama dan dapat dilakukan

hingga tanaman berumur 3 tahun. Serangan hama dan penyakit dapat diatasi dengan menyemprotkan pestisida. Sementara gulma dapat diatasi secara manual dengan cara ditebas dan penyiangan.

Daftar Pustaka

B2P2EHD [Balai Besar Litbang Ekosistem Hutan Dipterocarpa]. 2018. Belajar Mengenal Stek: Salah satu alternatif perbanyakan massal secara vegetatif. Diunduh dari https://www.diptero.or.id/belajar-mengenal-stek-salah-satu-alternatif-perbanyakan-massal-secara-vegetatif/. Diunduh tanggal 26 Februari 2020.

Budi, SW. 2006. Silvikultur jenis Sungkai (*Peronema canescen* Jack). Diunduh dari https://repository.ipb.ac.id/ jspui/bitstream/123456789/65519/13/Silvikultur%20Jenis%20sungka-Sri%20Wilarso%20Budi%20R.pdf. Diunduh tanggal 26 Februari 2020.

Effendi, R. 2009. Kayu ulin di Kalimantan: potensi, manfaat, permasalahan dan kebijakan yang diperlukan untuk kelestariannya. Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan, 6(3), 161 – 168.

Fajri, M. 2008. Pengenalan umum Dipterocarpaceae, kelompok jenis bernilai ekonomi tinggi. Info Teknis Dipterokarpa, 2(1), 9-21.

Fambayu, RA. 2014. Teknik Budidaya Tengkawang untuk Kayu Pertukangan, Bahan Makanan dan Kerajinan. Bogor: IPB Press.

Hendrati, R.L., Hidayati, N. 2014. Budidaya Johar (*Cassia seamea*) untuk Antisipasi Kondisi Kering. Bogor: PT Penerbit IPB Press.

Khaerani F. 2015. Studi Potensi dan Penyebaran Ulin (*Eusideroxylon zwagerii* Teijsm. & Binn.) pada Kawasan Lindung Areal IUPHHK-HT PT. Wana Hijau Pesaguan, Propinsi Kalimantan Barat. Bogor: Departemen Silvikultur Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.

Maharani, R., Handayani, P., Hardjana, A.K. 2013. Panduan identifikasi jenis pohon tengkawang. Samarinda: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Ekosistem Hutan Dipterokarpa.

Maharani, R., Handayani, P., Tresina. 2016. Tengkawang penghasil uang: Komoditi hasil hutan bukan kayu sumber ekonomi masyarakat. Samarinda: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Ekosistem

Hutan Dipterokarpa.

Meena, R.C., Sharma, R. 2016. Growth of *Cassia siamea* Lam in semi-arid agroecosystems. International Journal of Science and Research, 5 (2), 95-97.

Nugroho, AW., Junaidah, Azwar, F., Muara, J. 2011. Pengaruh naungan dan asal benih terhadap daya hidup dan pertumbuhan ulin *Eusideroxylon zwagery*. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman, 8 (5), 279 – 286.

Pamungkas, P. 2006. Silvikultur jenis Meranti merah (*Shorea leprosula* Miq). Diunduh dari https://repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/65519/12/Silvikultur%20Jenis%20Meranti%20Merah-Prijanto%20Pamungkas.pdf tanggal 26 Februari 2020.

Panjaitan, S., Nuraeni, Y. 2014. Prospek dan teknik budidaya Sungkai (*Peronema canescens* Jack.) Di Kalimantan Selatan. Galam, Volume VII (1), 25-29.

Pradjadinata, S., Murniati. 2014. Pengelolaan dan konservasi jenis ulin (*Eusideroxylon Zwageri Teijsm. & Binn.*) di Indonesia. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam, 11(3), 205-223.

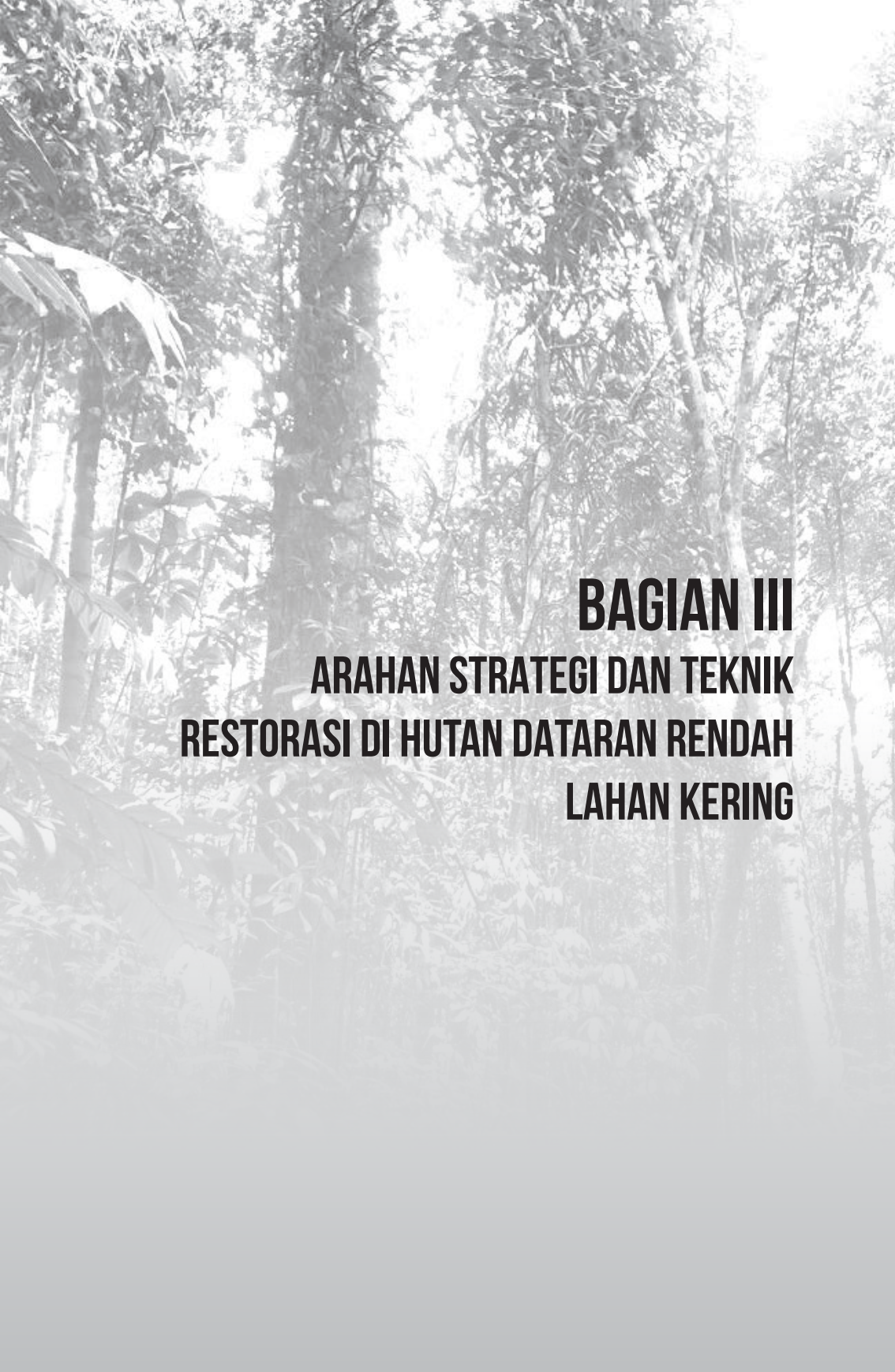
Purwaningsih. 2004. Sebaran ekologi jenis-jenis Dipterocarpaceae di Indonesia. Biodiversitas, 5(2), 89-95.

Siregar, I.Z. 2006. Silvikultur of Ulin (*Eusideroxylon zwageri* Teijsm. & Binn.). Silvicultur aspects of selected species for restoration, rehabilitation and agroforestry in Grand Forest Park Sultan Thaha Syaifuddin, Jambi. Technical Report Volume 2. http://www.itto.int. Diunduh tanggal 26 Februari 2020.

Suwignyo, *n.d.* Teknik pengadaan bibit ulin dengan pemotongan biji berulang sebagai media pembelajaran kediklatan. Balai Diklat Kehutanan Samarinda. https://adoc.pub/queue/teknik-pengadaan-bibit-ulin-dengan-pemotongan-biji-berulang-.html. Diunduh tanggal 12 Oktober 2020.

Tata, H.L., Wibawa, G., Joshi, L. 2008. Petunjuk Teknis. Penanaman Meranti di Kebun Karet. Bogor: World Agroforestry Centre (ICRAF) SEA Regional Office, Lembaga Riset Perkebunan Indonesia (LRPI), Indonesia.

Wahyudi, A., Sari, N., Saridan, A. 2014. Ekologi, Morfologi & Upaya Konservasi. In Book *Shorea leprosula* Miq dan *Shorea johorensis* Foxw: Ekologi, Silvikultur, Budidaya dan Pengembangan. Samarinda: Balai Besar Penelitian Dipterokarpa.



BAGIAN III
ARAHAN STRATEGI DAN TEKNIK RESTORASI DI HUTAN DATARAN RENDAH LAHAN KERING

7. Karakteristik dan Kondisi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering: Pembelajaran dari Riau, Sumatera Selatan, dan Kalimantan Barat

Fentie J. Salaka & Urip Wiharjo

Karakteristik dan kondisi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering di Indonesia sangat beragam. Namun demikian, walaupun tidak menunjukkan keterwakilan secara penuh di Indonesia, karakteristik dan kondisi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering pada bab ini akan mengambil pembelajaran dari hutan dataran rendah yang ada di Riau, Sumatera Selatan, dan Kalimantan Barat. Lokasi yang dipilih adalah hutan dataran rendah lahan kering di areal konsesi PT Perawang Sukses Perkasa Indonesia (PSPI) di Kampar, Riau, areal konsesi PT Bumi Persada Permai (BPP) di Musi Banyuasin, Sumatera Selatan, dan PT Finnantara Intiga (FI) di Sintang, Kalimantan Barat. Pembelajaran karakteristik dan kondisi tersebut dapat dijadikan arahan untuk melakukan pemilihan strategi restorasi ekosistem yang sesuai.

7.1 Kondisi Geografis

PT Perawang Sukses Perkasa Indonesia (PSPI)

Areal kerja PT PSPI merupakan kawasan hutan lahan kering dataran rendah yang secara administrasi berada di wilayah Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Areal kerja PT PSPI masuk ke dalam wilayah DAS Kampar dan DAS Siak. Wilayah kerja PT PSPI terdiri atas dua distrik yaitu: 1) Distrik Lipat Kain di Kecamatan Kampar Kiri, XIII Koto Kampar, Bangkinang, Kampar, Salo dan Gunung Sahilan; 2) Distrik Petapahan di Kecamatan Tapung, Kuok, Bangkinang Seberang, Salo, dan Bangkinang Barat. Terdapat 3 sungai yang mengalir di areal kerja PT PSPI yaitu Sungai Lipai, Pelalawan, dan Sungai Tapung Kiri. Distrik Lipat Kain seluas ±30.700 ha sebelumnya

merupakan areal kerja IUPHHK-HA (HPH) PT Pertisa Trading Company, sedangkan Distrik Petapahan seluas ±20.025 ha merupakan areal eks IUPHHK-HA (HPH) PT Indra Pusaka dan PT Kulim Company.

Secara geografis areal kerja PT PSPI terletak pada koordinat 100° 56' 14,739" BT - 101° 14' 17,500" BT dan 0° 6' 18,000" LS - 0° 11' 32,587" LU; 100° 49' 43,705" BT - 101° 1' 59,538" BT dan 0° 25' 21,119" LU - 0° 36' 46,270" LU. Areal PT PSPI berada pada ketinggian antara 50-95 m dpl. Data topografi pada kedua distrik seperti yang tercantum pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kelas kelerangan areal kerja bervariasi, dari kelas kelerengan datar sampai curam. Kelas kelerangan didominasi oleh kelas kelerengan datar yaitu 44% pada Distrik Lipat Kain dan 50% pada Distrik Petapahan.

Tabel 2 Kelas kelerengan areal kerja PT PSPI

Kelas kelerengan	Luas			
	Distrik Lipat Kain		Distrik Petapahan	
	Ha	%	Ha	%
A (Datar)	13.489	43,7	11.389	50,3
B (Landai)	4.970	16,1	5.525	24,4
C (Agak curam)	9.882	32,0	5.729	25,3
D (Curam)	2.526	8,2	-	-
Total	**30.867**	**100**	**22.643**	**100**

Sumber: PT PSPI (2018).

PT Bumi Persada Permai (BPP)

Secara administrasi pemerintahan, seluruh areal IUPHHK-HT PT BPP masuk dalam Kecamatan Bayung Lencir, Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. Areal konsesi PT BPP terdiri atas 2 unit yaitu Unit I Selaro dengan luas 34.935 ha dan Unit II Mendis seluas 24.410 ha. Secara geografis Unit I terletak pada koordinat 103°26'-103°41' BT dan 02°05'-02°22' LS. Unit II merupakan kelompok hutan Magsang-Mendis, terletak pada 103°42'-103°44' BT dan 02°01'-02°11' LS. Baik unit I maupun unit II terletak pada ketinggian antara 0-30m dpl dan secara fisiografi sebagian besar terdiri atas dataran (94,25%) dan sedikit dataran alluvial. Areal kerja PT BPP merupakan dataran dengan topografi datar sampai agak curam. Kondisi kelerengan di areal kerja PT BPP secara rinci disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Sebaran kelas kelerengan areal kerja PT BPP

No.	Kemiringan (%)	Kelas lereng	Luas per unit		Jumlah	
			Selaro	Mendis	Ha	%
1	0-8	A (datar)	6.133	18.624	24.757	40,97
2	8-15	B (landai)	14.393	4.931	19.324	31,97
3	15-25	C (agak curam)	16.352	-	16.352	27,06
4	25-40	D (curam)	-	-	-	-
5	>40	E (sangat curam)	-	-	-	-
Total			36.878	23.555	60.433	100

Sumber: PT BPP (2017).

PT Finnantara Intiga (FI)

Secara administrasi, areal kerja IUPHHK-HTI PT FI terletak di Kabupaten Sanggau, Sekadau dan Sintang, Provinsi Kalimantan Barat dengan luas total ±299.700 ha. Secara geografis, areal kerja IUPHHK-HTI PT FI berada di antara 00° 1' LU – 0° 43' LU dan 110° 30' – 111° 34' BT. Areal kerja IUPHHK PT FI dibagi menjadi 2 distrik pengelolaan yaitu: 1) Distrik Sanggau dengan luas 198.412 ha yang terdiri atas 2 Sub Distrik (Sub Distrik Mengkiang dan Sub Distrik Pulau Pusat); dan 2) Distrik Sintang (STG), dengan luas 101.228 ha.

Areal Kerja IUPHHK-HT PT FI berada pada ketinggian antara 11-300 m dpl. Berdasarkan hasil interpretasi peta digital kelas lereng skala 1:100.000 (Peta Kelas Lereng PT Finnantara Intiga, 2001) dan peta rupa bumi skala 1:50.000, , kondisi lereng areal PT FI secara mikro tergolong datar sampai berbukit, sedangkan secara makro tergolong datar sampai agak curam dengan areal berlereng datar meliputi 78,58% dari luas total areal IUPHHK (PT Finanntara Intiga, 2017). Data keadaan kelas lereng areal kerja IUPHHK PT FI disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Sebaran kelas lereng areal kerja PT FI

No.	Kelas lereng	Luas	Persentase
		(Ha)	(%)
1	A (0-8%): datar	236.100	78,78
2	B (8-15%): landai	-	-
3	C (16-25%): agak curam	45.931	15,33

Tabel 4 Sebaran kelas lereng areal kerja PT FI (lanjutan)

No.	Kelas lereng	Luas	Persentase
		(Ha)	(%)
4	D (>25%): curam	12.610	4,21
5	E (>40%): sangat curam	5.059	1,68
	Jumlah	299.700	100,00

Sumber: PT. Finnantara Intiga (2011).

7.2 Kondisi Geologis

PT Perawang Sukses Perkasa Indonesia (PSPI)

Jenis tanah di areal PT PSPI didominasi oleh podsolik merah kuning seluas 45.596 ha (89,9%) dan organosol seluas 5.129 ha (10,1%). Jenis tanah podsolik merah kuning (Dudal & Soepraptohardjo, 1957), atau ultisol dalam klasifikasi *Soil Taxonomy* USDA (*Soil Survey Staf*, 1975) merupakan tanah yang berasal dari pelapukan batuan tufa vulkanik (tufa merupakan campuran debu vulkanik yang mengeras/tuff dengan butir batu apung yang bersifat asam), endapan vulkanik, batu pasir, dan pasir kuarsa yang bersifat asam. Jenis tanah ini berupa tanah mineral yang telah berkembang, solum (lapisan tanah atas yang telah melapuk) dalam, tekstur lempung hingga berpasir, struktur gumpal, konsistensi lekat, bersifat agak asam (pH <5,5), kesuburan rendah hingga sedang, warna merah hingga kuning, kejenuhan basa rendah, dan peka erosi. Tanah ini berasal dari batuan pasir kuarsa, tuff vulkanik, dan bersifat asam. Tanah ini tersebar di daerah beriklim basah tanpa bulan kering dengan curah hujan >2.500 mm/tahun (Sugiharyanto & Khotimah, 2009).

Jenis tanah organosol (Dudal & Soepraptohardjo, 1957) atau histosol dalam klasifikasi *Soil Taxonomy* USDA (*Soil Survey Staf*, 1975) merupakan jenis tanah yang terbentuk dari pemadatan bahan organik yang terdegradasi seperti dari hutan rawa atau rumput rawa. Jenis tanah ini memiliki karakteristik seperti mempunyai horizon histik (horizon organik dan sering jenuh air) >50 cm dengan kepadatan (*bulk density*) yang rendah, tidak terjadi diferensiasi horizon secara jelas, warna coklat hingga kehitaman, tekstur debu lempung, tidak berstruktur, konsistensi tidak lekat-agak lekat, kandungan organik

>30% untuk tanah tekstur lempung dan >20% untuk tanah tekstur pasir, umumnya bersifat sangat asam (pH 4,0), dan kandungan unsur hara rendah (Sugiharyanto & Khotimah, 2009).

Berdasarkan Peta Geologi Bersistem Indonesia Lembar Dumai, Riau No. 0916 skala 1:250.000 yang dikeluarkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (1993), areal PSPI terdiri atas beberapa formasi dengan luas masing-masing seperti tercantum dalam Tabel 5. Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa formasi geologi yang dominan di PSPI adalah Minas *formation*, baik di Distrik Lipat Kain maupun di Distrik Petapahan. Formasi Minas umumnya terdiri atas kerikil, pasir, dan lempung yang belum terkonsolidasikan dan satuan ini menindih tak selaras batuan di bawahnya (Hidayat & Ibnu, 2008).

Tabel 5 Formasi geologi di areal konsesi PT PSPI

No.	Formasi geologi	Luas (Ha)	
		Lipat Kain	Petapahan
1	Aluvium muda	735,53	5.076,06
2	Aluvium lebih tua	3.584,33	-
3	Bohorok	1.107,59	-
4	Kuantan	3.220,37	-
5	Minas	9.217,26	11.411,41
6	Palembang	6.663,59	-
7	Patani	3.959,36	5.735,97
8	Rhyoandesite volcanic unit	24.95	-
9	Sihapas	1.558,34	-
10	Telisa	1.956,18	405,82

Sumber: PT PSPI (2018).

PT Bumi Persada Permai (BPP)

Berdasarkan peta geologi lembar Palembang skala 1:250.000 (Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1982), formasi geologi di areal PT BPP Unit I Selaro terdiri atas formasi Sedimen Klastik (99,59%) dan Sedimen Vulkano (0,41%), sedangkan Unit II Mendis terdiri atas formasi Deposit Rawa Air Tawar (63%), Sedimen Klastik (26%), dan Sedimen Vulkano (11 %) dari luasan masing-masing unit.

Berdasarkan peta satuan lahan dan tanah, lembar Palembang skala 1:250.000, jenis tanah yang terdapat di areal BPP menurut klasifikasi USDA tahun 1987 adalah jenis tanah inceptisol dan ultisol. Tanah ultisol memiliki kemasaman <5,5 dan sering diidentikkan dengan tanah yang tidak subur. Tanah yang termasuk ordo inceptisol merupakan tanah muda tetapi lebih berkembang daripada entisol dan kebanyakan dari tanah ini cukup subur. Padanan dengan sistem klasifikasi lama adalah termasuk tanah aluvial, andosol, regosol, gleihumus, dan lain-lain.

PT Finnantara Intiga (FI)

Berdasarkan hasil interpretasi peta geologi areal kerja PT FI, sebaran geologi (bahan induk) dibagi ke dalam 12 formasi geologi dan disusun oleh 15 macam bahan induk yaitu batupasir, batulumpur, lanau, konglomerat, dolerit, basalt, gneis, fillit, kuarsit, sekies, andesit, basalt, granit, granodiorit, dan aluvial. Secara umum bahan induk tanah didominasi oleh batuan sedimen bersifat masam (batu liat, batu pasir, batu lumpur serta sedikit napal) atau batu kapur yang bersifat basa dan cukup banyak batuan intrusi masam (granit, granodiorit, andesit, serta sedikit basalt yang bersifat basa), dan sedikit batuan metamorfik masam (sekis, genes, kuarsit, filit), serta sedikit deposit aluvium resen (campuran gambut).

Ditinjau dari segi geologi, areal PT FI merupakan daerah lipatan yang terdapat topografi dataran sampai perbukitan sebagai akibat pengangkatan massa permukaan bumi oleh proses pelipatan. Areal ini tidak dilewati oleh patahan (*fault*) sehingga bahaya longsor akibat pergeseran kerak bumi tidak terjadi. Tabel 6 menampilkan sebaran geologi pada areal kerja PT FI.

Tabel 6 Sebaran geologi pada areal kerja PT FI

No.	Bahan induk	Luas (Ha)
1	Batuliat, batukapur, batulumpur, napal	28.674
2	Batuliat, batukapur, batupasir, napal	7.527
3	Batuliat, batupasir, konglomerat	459
4	Batupasir	535
5	Deposit aluvium resen, campuran, gambut	7.754
6	Deposit aluvium resen, batu liat, batukapur	225.798
7	Genes, fillit, kuarsit, sekies, andesit, basalt	3.280

Tabel 6 Sebaran geologi pada areal kerja PT FI (lanjutan)

No.	Bahan induk	Luas (Ha)
8	Granitt, granodiorit, sekies, andesit, basalt	22.084
9	Sekies, genes, kuarsit, granit	3.589
	Jumlah	299.700

Sumber: PT. Finnantara Intiga (2011).

Berdasarkan Peta *Land System and Land Suitability* (RePPProT, 1987), terdapat 9 asosiasi tanah di areal PT FI yang didominasi oleh assosiasi jenis tanah Paleudult-Tropudult-Tropoquep (PT Finnantara Intiga, 2011). Klasifikasi tanah pada areal kerja PT FI dibagi ke dalam 5 jenis tanah yaitu organosol, tanah aluvial kelabu, tanah podsolik merah kuning, tanah podsolik kuning, dan podsol dan tanah laterik merah. Secara taksonomik berdasarkan klasifikasi USDA, tanah-tanah tersebut diklasifikasikan ke dalam 10 kategori subgroup (jenis tanah), yaitu Typic Haplohemist, Terric Haplohemist, Terric Haplosaprist, Typic Epiqaquent, Aeric Fluvaquent, Aeric Endoqaquept, Typic Dystrudept, Typic Hapludult, Typic Paleudult, dan Lithic Haplorthox (*Soil Survey Staf*, 1998).

7.3 Kondisi Hidrologis

PT Perawang Sukses Perkasa Indonesia (PSPI)

Berdasarkan sistem klasifikasi iklim Schmidt & Ferguson (1951), areal PT PSPI termasuk ke dalam tipe iklim basah (tipe A) dengan nilai Q = 2%. Berdasarkan data iklim Kabupaten Kampar, curah hujan di areal PT PSPI cukup tinggi yaitu rata-rata 2.141,5 mm/tahun dengan hari hujan rata-rata tahunan sebesar 129,3 hari. Suhu udara areal PT PSPI berkisar antara 23,4^0-32,8^{0}C dengan rata-rata tahunan sebesar 27,5^{0}C. Kelembaban udara (relatif) bulanan berkisar antara 78,8-99,0% dengan rata-rata tahunan 93,9% (Badan Pusat Statistik Kabupaten Kampar, 2017).

Berdasarkan Peta Wilayah Daerah Aliran Sungai, areal kerja di Distrik Lipat Kain seluas 30.867 ha termasuk dalam DAS Kampar, khususnya Sub-DAS Lipai, Paku, Assam, Setingkai dan Gelawan (PT PSPI, 2018). Areal kerja Distrik Petapahan seluas 22.643 ha termasuk dalam DAS Siak (Sub-DAS Tapung dan Sub-DAS Jernih), DAS Kecil (Sub-DAS Telangkah dan Sub-DAS Pelambayan). Sungai-sungai besar yang mengalir pada DAS Kampar

adalah Sungai Kampar atau Batang Kampar. Sungai yang mengalir pada DAS Siak adalah Sungai Siak atau Batang Siak. Siak merupakan salah satu sungai terdalam di Indonesia dengan kedalaman mencapai 30 meter. Akibat pendangkalan, kedalaman Sungai Siak kini hanya sekitar 18 meter. Sungai-sungai yang berada di area konsesi PT PSPI merupakan sungai yang tinggi permukaan airnya dipengaruhi oleh musim. Walaupun aliran air masih ada saat musim kemarau namun keadaan seperti itu menyebabkan bagian sempadan sungai menjadi lahan kering berbulan-bulan dan tergenangi air pada musim hujan.

PT Bumi Persada Permai (BPP)

Berdasarkan sistem klasifikasi iklim Schmidt & Ferguson (1951), areal PT BPP memiliki rasio bulan kering dan bulan basah sebesar 10% yang termasuk ke dalam tipe A, yaitu wilayah dengan tipe iklim sangat basah. Data dari Stasiun Cuaca Kecamatan Bayung Lincir selama 10 tahun terakhir menunjukkan bahwa rata-rata curah hujan tahunan sebesar 2.531 mm/tahun dengan hari hujan sebesar 182 hari hujan/tahun (PT BPP, 2017). Suhu rata-rata bulanan berkisar antara 26,1°–27,5°C dan kelembaban udara rata-rata bulanan berkisar antara 78,1-86,4%. Bulan basah terjadi selama 10 bulan dan terjadi 2 bulan lembab yaitu bulan Agustus dan September. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Desember yaitu 335 mm.

Kondisi hidrologi di areal kerja PT BPP dicirikan dengan mengalirnya Sungai Bayat, Bahar, dan Sungai Dangku pada Unit I Selaro dan Sungai Mangsang, Mendis, dan Sungai Lalan pada Unit II Mendis. Berdasarkan daerah aliran sungainya, secara keseluruhan areal kerja PT BPP termasuk dalam DAS Musi dan DAS Bayuasin.

PT Finnantara Intiga (FI)

Areal kerja PT FI termasuk dalam wilayah beriklim tropis dengan temperatur udara berkisar antara 26,3°-27,0°C dengan kelembaban udara rata-rata bulanan antara 82,5-87,3%. Berdasarkan klasifikasi iklim Schmidt & Ferguson (1951), areal IUPHHK-HTI PT FI termasuk dalam kelas A (sangat basah) dengan kondisi hujan sepanjang tahun.

Areal PT FI seluruhnya berada dalam cakupan Kapuas Tengah dan terbagi ke dalam 3 Sub DAS yaitu Sub DAS Sekayam, Sub DAS Sanggau-Mengkiang, dan Sub DAS Belitang dengan lebar sungai rata-rata ±3 meter.

Dalam areal kerja PT FI terdapat beberapa kawasan riparian dan sumber air bersih yang dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar areal konsesi yang sering disebut *lepung* (mata air). Salah satu lepung berada di Sub Distrik Sanggau-Mengkiang dengan luas ±7,9 ha. Selain itu juga terdapat ekosistem rawa gambut yang masih memiliki tutupan hutan, berfungsi sebagai lubuk penyimpan cadangan air.

7.4 Sejarah Tutupan Lahan Ekosistem Referensi

PT Perawang Sukses Perkasa Indonesia (PSPI)

Berdasarkan pengaturan tata ruang kerja PT PSPI yang tertuang dalam SK Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor SK.1232/MenLHK-PHPL/UHP/HPL.1/3/2018 tentang Persetujuan Revisi Rencana Kerja Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Hutan Tanaman Industri (IUPHHK-HTI) Tahun 2011-2020 atas nama PT. Perawang Sukses Perkasa Industri di Provinsi Riau, luas kawasan lindung PSPI adalah 11.911 ha atau 22,41% dari luas total areal konsesi PT PSPI. Seluas 8.122 ha berada pada Distrik Lipat Kain dan 3.869 ha berada pada Distrik Petapahan (PT PSPI, 2018). Kawasan lindung yang terdapat di areal PT PSPI terdiri atas Kawasan Sempadan Sungai, Kawasan Pelestarian Plasma Nutfah (KPPN), Kawasan Perlindungan Satwa Liar, Kawasan Lindung Kelerengan Curam, dan *buffer zone* hutan lindung.

Areal konsesi PT PSPI sebagian besar berada di dalam kawasan hutan (42.607 ha) dan sebagian (8.118 ha) berada di Areal Penggunaan Lain (APL). Keadaan penutupan lahan berdasarkan hasil penafsiran peta Citra Landsat 8 OLI Band 654 Fusi band 8 path 127 Row 60 liputan tanggal 7 Agustus 2017 disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7 Penutupan lahan PT PSPI tahun 2017

No	Penutupan lahan	Hutan produksi (ha)	Areal penggunaan lain (ha)	Jumlah (ha)	%
1	Hutan lahan kering sekunder	514	-	514	1
2	Hutan tanaman	15.325	-	15.325	30,21
3	Hutan tanaman muda	2.072	-	2.072	4,08
4	Belukar tua	8.117	3.644	11.761	23,18
5	Belukar muda dan semak	12.211	2.999	15.210	29,98
6	Perkebunan	-	102	102	0
7	Tanah terbuka	3.418	154	3.572	
8	Tutupan awan	950	1.219	2.169	4
	Jumlah	42.607	8.118	50.725	

Sumber: PT PSPI (2018).

Tutupan lahan di areal konsesi PT PSPI dengan bentang alamnya masih memiliki kawasan hutan dengan dua ekosistem yang berbeda yaitu ekosistem hutan dipterokarpa dataran rendah dan rawa air tawar. Berdasarkan analisis citra *landsat* tahun 2013, areal konsesi PT PSPI Distrik Lipat Kain masih memiliki koridor satwa (*habitat connectivity*) yang cukup luas di sebelah barat areal konsesi yakni Suaka Margasatwa Rimbang Baling. Areal koridor satwa ini memiliki tutupan hutan yang relatif sama dengan hutan sekunder Muara Selaya dan hutan sekunder DPSL. Tutupan hutan tersebut sangat mendukung jalur pergerakan harimau sumatra dalam mencari pakan.

Konektivitas hutan-hutan sekunder di dalam kawasan PT PSPI Lipat Kain Blok Utara dengan hutan alami eks-HPH PT Kulim dan KPPN merupakan potensi yang sangat besar untuk mendukung keberadaan spesies-spesies penting. Keberadaan hutan alami di dalam konsesi itu dapat digolongkan sebagai kawasan bernilai konservasi tinggi (NKT) karena menjadi habitat yang mendukung populasi spesies kunci seperti harimau sumatera, primata, dan satwa liar lainnya.

Di dalam areal konsesi PSPI terdapat ekosistem yang masuk kategori terancam yaitu ekosistem hutan sub pegunugan di subtrat lain, dan ekosistem hutan sub pegunungan di Malihan. Selain itu, dalam areal PSPI juga ditemukan hutan adat Rimbo Potai yang terletak di Desa Petapahan, kesemuanya merupakan area yang masuk dalam NKT 1.1, yaitu kawasan yang mempunyai atau memberikan fungsi pendukung keanekaragaman hayati bagi kawasan konservasi.

Berdasarkan hasil laporan NKT, dari 112 spesies tumbuhan yang diidentifikasi, sebanyak 10 spesies merupakan spesies yang dilindungi berdasarkan IUCN, CITES, dan Peraturan Pemerintah No. 7 tahun 1999 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa. Sebanyak tiga spesies terdaftar sebagai spesies yang rentan (*vulnerable*/VU) yaitu perepat (*Combretocarpus rotundatus,* ramin (*Gonystylus bancanus*), dan meranti batu (*Shorea uliginosa*). Terdapat satu spesies termasuk dalam kategori terancam (*endangered*/EN) yaitu meranti bunga (*S. teysmanniana*). Selain itu sebanyak empat spesies terdaftar dalam CITES *Appendix* II yaitu ramin dan kantong semar (*Nepenthes ampullaria, N. gracilis,* dan *N. mirabilis*). Pada areal konsesi juga ditemukan satu spesies terancam punah (*critically endangered*/CR) yang masih mampu bertahan hidup yaitu meranti kuyung/tengkawang ringgit (*S. palembanica*). Spesies meranti ini termasuk dalam kelompok meranti merah.

Selain gua, danau, dan area berbiak atau tempat menggaram, dalam areal NKT ditemukan satu kelompok lutung (*Trachipithecus cristatus)* yang salah satunya menempati habitat hutan alami dengan luasan yang sangat kecil di zona DPSL. Ditemukan juga e*cotone* yaitu ekosistem peralihan antara hutan dipterokarpa dataran rendah dan hutan rawa air tawar.

Secara umum areal konsesi PT PSPI memiliki kondisi berupa dataran landai sampai berbukit dan terdapat pada kawasan hutan lahan kering yang ditumbuhi spesies antara lain *Syzygium* spp.**,** *Koompasia malaccensis, Tetramirista glabra, Macaranga bancana, Diospyros oblongus, Calophyllum pulcherimum, Durio carinatus,* dan spesies anggota *Dipterocarpaceae*. Pada Distrik Lipat Kain, dijumpai hutan sekunder yang merupakan campuran antara sisa tegakan *Acacia mangium* (kanopi atas) dari sisa tanaman dan tegakan alami (kanopi bawah).

Pada areal konsesi di sekitar sungai ditemukan vegetasi riparian, walaupun di beberapa lokasi telah menghilang akibat alih fungsi lahan. Strata fisiognomi vegetasi riparian terdepan secara berurutan dimulai oleh berbagai spesies rerumputan (jika tepi sungai berupa gisik) dan *Pandanus*; kemudian pepohonan seperti pohon ara (*Ficus* spp.), *K. malaccensis, T. glabra, D. oblongus, C. pulcherimum*, dan *Pometia pinnata*. Golongan pohon ara dapat dengan mudah dikenali dari ciri akar gantungnya yang menjuntai dari dahan-dahan pohon sehingga terkesan membentuk batang yang rapat. Di beberapa lokasi sempadan sungai juga dijumpai rumpun yaitu bambu, rotan, dan liana yang menutupi pohon inangnya. Pada beberapa lokasi, vegetasi alami di daerah sempadan sungai telah beralih fungsi menjadi kebun karet, kelapa sawit, dan permukiman penduduk.

Foto: P3SEKPI (2019)

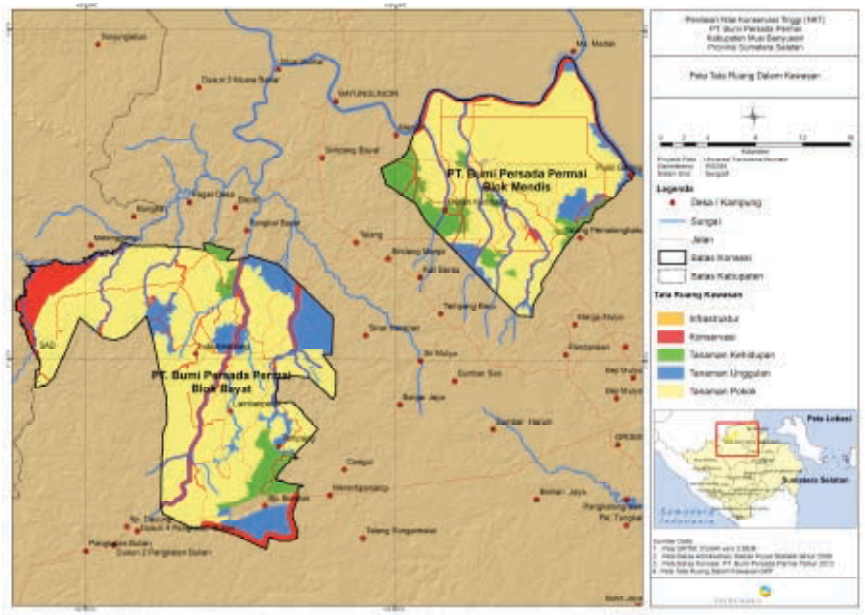
Gambar 17. Kondisi sebagian areal SKT PT PSPI

Kawasan lindung PSPI sebagian juga ditutupi semak belukar rawa. Vegetasi di area semak belukar terutama terdiri atas jambu-jambuan (*Syzygium* spp.), spesies rerumputan (*Cyperaceae*), *Gleycenia* sp., *Lygodium* sp., *Nephrolepis* sp., *Pteris* sp. (Pteridophyta), *Melastoma malabathricum*, dan *Chromolaena odorata*. Pada lokasi tertentu ditemukan semai *Acacia mangium* yang mendominasi dan tumbuh sangat rapat.

PT Bumi Persada Permai (BPP)

Berdasarkan hasil penafsiran citra Landsat-Mosaic 8 OLI band 654 fusi band 8 Path125 Row 61 tanggal 13 Januari 2017 skala 1 : 100.000, kondisi penutupan lahan areal kerja PT BPP terdiri atas realisasi hutan tanaman seluas 28.395 ha, tanaman muda seluas 2.900 ha, belukar tua seluas 3.029 ha, belukar muda dan semak seluas 23.067 ha, tanah terbuka seluas 2.875 ha, dan tertutup awan seluas 167 ha. Sementara itu, berdasarkan tata ruang PT BPP, areal yang diperuntukkan sebagai kawasan lindung adalah seluas 6.055 ha. Posisi areal konsesi PT BPP bersebelahan langsung dengan SM Dangku dan Hutan Lindung Kedompo.

PT BPP memiliki areal konservasi berupa KPPN, KPSL, areal sempadan sungai, dan kawasan penyangga (*buffer zone*) dengan SM Dangku dan HL Kedompo. Diketahui bahwa KPPN dan KPSL di areal BPP sudah mengalami kerusakan. Luas area NKT dapat dilihat pada Tabel 8, sedangkan peta tata ruang dalam kawasan PT BPP disajikan pada Gambar 18.



Sumber: PT BPP (2014)

Gambar 18. Peta tata ruang kawasan PT BPP

Tabel 8 Luas Kawasan Bernilai Konservasi Tinggi (KBKT) dan Kawasan Pengelolaan Nilai Konservasi Tinggi (KPNKT).

Kriteria	Luas		Tutupan lahan
	KPNKT	KBKT	
Kawasan konservasi & sempadan sungai	3.483,36	7.715,66	Semak belukar & belukar tua
Kawasan penyangga HL Kedompo & TN Dangku	440,59	440,58	Semak belukar & belukar tua

Sumber: PT BPP (2014)

Areal berupa belukar/hutan muda di areal PT BPP berada dalam tahap suksesi awal atau penutupan vegetasi dengan tajuk cenderung terbuka (tutupan kanopi sekitar 30% oleh kanopi sedang dan 50% oleh kanopi bawah). Struktur hutan sebagian besar berupa pancang dan tiang berdiameter 5–15 cm dan beberapa pohon kanopi bawah (diameter ±15-20 cm, tinggi 10-20 m). Pohon dominan sebagian besar adalah spesies-spesies pembentuk suksesi awal atau yang umum dijumpai pada lahan terbuka seperti *Balakata baccata, Peronema cacenscens, Commersonia bartramia, Mallotus paniculatus*, dan *Dillenia grandifolia*. Sedangkan tingkat tumbuhan bawah berupa spesies-spesies yang biasa menghuni hutan tua antara lain anakan *Polyalthia, Gynotroches, Syzygium, Carallia, Ochanostachys, Ixora*, dan *Psychotria*.

Foto: P3SEKPI (2019)

Gambar 19. Areal NKT/NKT PT BPP di Bayung Lencir

Pada areal lindung sempadan sungai dijumpai vegetasi campuran antara hutan riparian dan tanah mineral. Pohon yang tumbuh di area ini sebagian besar berupa pohon dengan diameter 20-30 cm dan didominasi oleh *Baccaurea motleyana, Bellucia pentamera, Peronema canescens, Barringtonia reticulata*, dan *Pertusadina eurhyncha*. Pada hutan kawasan konservasi sempadan sungai, selain oleh *Acacia mangium* dengan tinggi 15-20 m (diameter 15-20 cm) juga didominasi oleh *Pandanus helicopus, Macaranga pruinosa, Macaranga gigantea*, dan *Horsfieldia irya*. Pada tingkat tiang dan semai didominasi oleh *Acacia mangium, Bellucia pentamera, Glochidion sp*, dan *Cratoxylum sumatranum*.

Hutan alam dataran rendah yang tersisa di areal kerja PT BPP merupakan hutan dataran rendah lahan mineral dengan kondisi yang cukup parah. Struktur tegakan dan tajuk tidak beraturan, sebagian besar area telah terkonversi menjadi belukar mahang, tanda bahwa banyaknya bukaan sebelumnya. Komposisi tumbuhan hutan umumnya dihuni oleh suku-suku khas dataran rendah Sumatera yaitu *Annonaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Melastomataceae, Euphorbiacaee, Rhizophoraceae, Meliaceae, Sapindaceae, Rubiaceae, Burseraceae*, dan *Myristicaceae*. Dominasi tegakan pohon lapisan kanopi atas hingga menengah di antaranya *Balakata baccata, Macaranga* spp., *Shorea ovalis, Ochanostachys amentacea, Cratoxylum sumatranum*, dan *Shorea parvifolia*, sedangkan tingkat tiang dan pancang didominasi oleh *Shorea ovalis, Garcinia* spp., *Macaranga pruinosa, Gironniera subaequalis, Baccaurea motleyana,* dan *Polyalthia* sp. Lapisan lantai hutan sebagian besar diisi oleh anakan spesies-spesies tahan naungan yang cukup rapat hingga rapat dan semak-perdu-herba di tempat terbuka atau rumpang. Banyaknya anakan dari pohon-pohon hutan matang dapat menjamin bahwa hutan dapat berkembang menuju hutan klimaks di masa mendatang, selama bukaan hutan dapat dihentikan/tidak meluas.

Tipe ekosistem di PT BPP adalah ekosistem hutan tanaman, hutan dipterokarpa di tanah aluvial, dan non hutan. Secara umum vegetasi alami di ekosistem PT BPP mencerminkan flora khas Sumatera, baik vegetasi penyusun lantai hutan maupun pohon-pohon besar. Spesies penyusun vegetasi alami tersebut antara lain keruing (*Dipterocarpus* spp.), meranti (*Shorea* spp.), jelutung (*Dyera costulata*), *Artocarpus anisophyllus*, palem (*Pholidocarpus sumatranus*), dan sebagainya.

Dalam Laporan Penilaian Nilai Konservasi Tinggi PT BPP, di areal BPP ditemukan 10 spesies yang termasuk dalam NKT yakni 3 spesies masuk NKT 1.2 dan 7 spesies termasuk dalam NKT 1.3 (PT BPP, 2014). Spesies-spesies yang masuk NKT 1.3 umumnya ditemukan di ekosistem hutan dataran rendah, yaitu di KPSL dan di ekosistem riparian, tepatnya di sempadan Sungai Lalan dan Sungai Selaro. Tabel 9 menampilkan spesies penyusun vegetasi NKT yang terdapat di areal konsesi PT BPP.

Tabel 9 Daftar spesies penyusun vegetasi NKT 1.3 di areal konsesi PT BPP

Nama jenis	IUCN	CITES	PP	End	NKT	Lokasi	Viabilitas
Dipterocarpus palembanicus			B		1.3	KPSL	Viable
Hopea mengarawan	CR				1.2	KPSL, SS Lalan	Not viable
Shorea leprosula	EN				1.3	KPSL	Viable
Aquilaria malaccensis	VU	App. II	B		1.3	KPSL	LP
Dyera costulata	VU	App. II	B		1.3	KPSL	LP
Scorodocarpus borneensis	VU				1.3	KPSL	Viable
Palaquium walsuriaefolium			B		1.3	SS Lalan	Viable
Dipterocarpus kuntsleri	CR		B		1.2	SS Selaro	Viable
Hopea ferruginea	CR				1.2	Belukar Dangku	Not viable
Pholidocarpus sumatranus				E	1.3	HTI	Viable

Sumber: PT BPP (2013)

Keterangan:

IUCN= International Union for Conservation of Nature , CITES= Convention on International Trade in Endangered Spesies of Wild Fauna and Flora , PP= PP No. 7 tahun 1999 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa, End= Endemik, NKT= Nilai Konservasi Tinggi, VU = Vulnerable, EN = Endangered, CR = Critically endangered; App.II= Apendiks II (terancam punah bila perdagangannya tidak diatur), B = PP No. 7 tahun 1999, E= Endemik, 1.2= spesies hamper punah, 1.3= spesies yang terancam, KPSL= kawasan perlindungan satwa liar, SS= sempadan sungai, HTI= Hutan Tanaman Industri

PT Finnantara Intiga (FI)

Kondisi penutupan lahan areal PT FI tahun 2011 didominasi belukar muda dan semak seluas 235.672 ha (78,60%), selebihnya merupakan hutan tanaman seluas 43.440 ha (14,50%), hutan bekas tebangan 2.849 ha (1,0%), belukar tua 2.437 ha (0,8%), tanah terbuka 3.394 ha (1,1%), dan lainnya (tertutup awan) seluas 11.908 ha (4,0%). Penutupan lahan PT FI pada tahun 2011 dapat dlihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Penutupan Lahan Areal PT FI

No.	Penutupan lahan	Luas kawasan				Jumlah	
		HP (ha)	(%)	APL (ha)	(%)	(ha)	(%)
1	Hutan tanaman	37.198	12,41	6.242	2,08	43.440	14,49
2	Hutan bekas tebangan	2.778	0,93	71	0,02	2.849	0,95
3	Belukar tua	2.437	0,81	0	0,00	2.437	0,81
4	Belukar muda dan semak	189.059	63,08	46.613	15,55	235.672	78,64
5	Tanah terbuka	2.974	0,99	420	0,14	3394	1,13
6	Tertutup awan	10.364	3,46	1.544	0,52	11.908	3,97
	Total	244.810	81,69	54.890	18,31	299.700	100,00

Sumber: PT Finnantara Intiga (2011)

Kondisi tutupan lahan PT FI pada tahun 2015 masih didominasi areal belukar muda dan semak seluas ±218.650 ha (72,96%); selebihnya merupakan hutan tanaman seluas 30.499 ha (10,18%), hutan rawa sekunder seluas 5.651 ha (1,89%), belukar tua seluas 4.386 ha (1,46%), tanah terbuka seluas 20.857 ha (6,96%), dan tertutup awan seluas 19.647 ha (6,56%). Kondisi tersebut berdasarkan hasil interpretasi terhadap citra landsat Peta Penafsiran Mozaik Citra Landsat-8 OLI+ band 653, path 120 row 60, liputan tanggal 29 Juli 2014 dan path 121 row 60 tanggal 7 Juli 2015 skala 1:100.000, yang tertuang dalam dokumen RKUPHHK-HTI PT FI 2017-2026 (PT Finantara Intiga, 2017). Areal PT FI yang dialokasikan untuk kawasan lindung NKT dan SKT adalah seluas 52.966 ha atau sekitar 23,98% dari total areal kerja PT FI, dengan rincian seperti yang tercantum pada Tabel 11.

Tabel 11 Rencana penggunaan lahan areal lindung PT FI

No.	Rencana penggunaan lahan	Tata ruang ISFMP	
		Luas (ha)	(%)
1	*Buffer zone* HL	853	0,38
2	Kelerengan >40%	10.565	4,76
3	Sempadan sungai	8.002	3,61
4	KPPN	315	0,14
5	KPSL	32.473	14,65
6	Kawasan sekitar danau	50	0,02
Luas kawasan lindung NKT dan SKT		52.966	23,98

Sumber: PT Finnantara Intiga (2017)

Kondisi tegakan di areal kerja PT FI pada umumnya merupakan semak, belukar muda, dan hutan tanaman yang telah terbangun. Areal belukar tua dan belukar muda sebagian besar merupakan areal yang telah dikuasai masyarakat untuk pengembangan lahan masyarakat yaitu pembuatan ladang dan kebun karet. Meskipun demikian, hasil observasi di lapangan pada beberapa areal NKT PT FI, khususnya pada beberapa areal yang dikeramatkan masyarakat, ditemukan bahwa kondisi tutupan hutan dalam kondisi baik. Aktivitas masyarakat yang ada di kawasan ini hanya berupa pemanfaatkan hasil hutan bukan kayu.

Foto: P3SEKPI, 2019

Gambar 20. Areal NKT PT FI yang juga dikeramatkan oleh masyarakat

Hutan alam yang masih tersisa pada areal PT FI sangat sedikit dan merupakan hutan rawa sekunder. Jenis vegetasi yang ditemukan antara lain adalah *Eusideroxylon zwageri, Shorea uliginosa, Vatica venulosa, Hopea mengerawan, Shorea macrophylla, Durio kutejensis, Dipterocarpus cf. sublematus,* dan lain-lain.

7.5 Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat

PT Perawang Sukses Perkasa Industri (PSPI)

Areal konsesi PT PSPI Distrik Lipat Kain terletak di Kecamatan Kampar Kiri, XIII Koto Kampar, Bangkinang, Kampar, Salo, dan Kecamatan Gunung Sahilan, dengan jumlah desa sebanyak 17 desa. Dari 17 desa tersebut, terdapat 3 desa yang lokasinya berada di dalam areal konsesi yakni Desa Sungai Harapan, Danau Sontul, dan Desa Sungai Rambai. Sementara itu, lokasi konsesi PT PSPI Distrik Petapahan terletak di Kecamatan Tapung, Bangkinang Seberang, Salo, dan Kecamatan Bangkinang Barat dengan jumlah desa sebanyak 12 desa. Dari 12 desa tersebut, terdapat 1 desa yang lokasinya berada di dalam areal konsesi yakni Desa Batu Gajah, Kecamatan Tapung.

Masyarakat di sekitar Distrik Lipat Kain pada umumnya mempunyai mata pencaharian di bidang perkebunan kelapa sawit, karet, pertanian palawija, buruh, pegawai negeri, berdagang, pencari ikan di sungai, dan pencari kayu bangunan. Sementara itu, masyarakat di Distrik Petapahan pada umumnya mempunyai mata pencaharian di bidang perkebunan kelapa sawit, pertanian palawija, buruh, pegawai negeri, berdagang, pencari ikan di sungai, dan lain-lain.

Secara umum kondisi desa-desa yang terletak di sekitar konsesi sudah cukup maju dan sejahtera. Namun, untuk desa-desa yang terletak di dalam konsesi, infrastrukturnya masih terbatas, baik jalan, sekolah, sarana kesehatan, maupun sambungan listrik. Pendapatan rata-rata masyarakat berkisar antara Rp. 1,5 juta - Rp. 4,4 juta/rumah tangga/bulan. Fasilitas perdagangan dan ekonomi masyarakat umumnya berupa kios dan warung serta adanya pasar pada tiap kecamatan. Lembaga perekonomian yang ada adalah bank dan Koperasi Unit Desa (KUD) yang berperan dalam pengadaan prasarana pertanian.

Sebagian kecil masyarakat di dalam dan sekitar konsessi PT PSPI menggunakan beberapa sumber daya alam untuk penghidupan mereka seperti bercocok tanam, berkebun, mencari ikan, dan menjual kayu. Kebutuhan masyarakat yang masih bergantung pada sumber daya alam pada umumnya adalah untuk makanan pokok, kebutuhan protein (dari hasil berburu), buah dan sayuran, kayu bakar, air bersih, pakan ternak, bahan bangunan (kayu), obat-obatan, serta kebutuhan lahan untuk perkebunan. Praktik berladang berpindah saat ini masih diterapkan oleh sebagian kecil masyarakat desa. Sebagian besar masyarakat lainnya yang sudah cukup maju telah memenuhi hampir semua kebutuhan mereka dengan uang yang diperoleh dari pekerjaan dan profesi yang ditekuni.

Masyarakat yang tinggal di sekitar areal konsesi merupakan warga dengan latar belakang budaya yang beraneka ragam dan masih banyak tempat-tempat yang dianggap keramat. Namun demikian, terjadi juga beberapa pelunturan budaya yang berasimilasi dengan budaya luar.

PT Bumi Persada Permai (BPP)

Di sekitar areal PT BPP teridentifikasi sebanyak 13 desa yang tersebar di sekitar Blok Mendis dan Kecamatan Tungkal Jaya, semuanya di Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. Desa-desa di sekitar areal IUPHHK PT BPP terdiri atas desa tradisional yang secara historis berasal dari sistem marga, desa yang berasal dari satuan pemukiman (SP) transmigrasi yang berkembang menjadi desa definitif, dan desa dari sistem marga yang di dalam wilayahnya terdapat satuan pemukiman.

Dari segi letak terhadap areal PT BPP, terdapat beberapa desa yang sebagian pemukiman penduduknya berada di dalam areal konsesi yakni Desa Mendis dan Kaliberau (Blok Mendis) serta Desa Pangkalan Bayat, Pagar Desa, Telang, dan Simpang Bayat (Blok Selaro). Desa-desa lainnya terletak di luar areal konsesi, baik di Blok Mendis maupun Blok Selaro. Desa-desa yang ada di sekitar areal konsesi PT BPP rata-rata dapat dijangkau melalui perjalanan darat. Nama-nama desa di sekitar areal PT BPP serta sebaran lokasinya menurut administrasi pemerintahan, letak terhadap areal konsesi, dan letak secara geografis disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12 Sebaran desa terdekat di areal konsesi PT BPP

No.	Nama desa	Kecamatan	Blok	Letak pemukiman terhadap IUPHHK
1	Margo Mulyo	Tungkal Jaya	Mendis	Di sekitar konsesi, ±4 km dari batas konsesi
2	Pandan Sari	Tungkal Jaya	Mendis	Di sekitar konsesi, ±6 km dari batas konsesi
3	Sinar Harapan	Tungkal Jaya	Selaro	Di sekitar konsesi, ±3 km dari batas konsesi
4	Sindang Marga	Bayung Lencir	Mendis	Di sekitar konsesi, ±6 km dari batas konsesi
5	Pulai Gading	Bayung Lencir	Mendis	Di batas konsesi
6	Mendis	Bayung Lencir	Mendis	Sebagian berada di sekitar konsesi, ±2 km dari batas konsesi dan sebagian berada di dalam konsesi

Sumber: PT BPP (2017)

Jumlah penduduk di desa sekitar areal kerja PT BPP tercatat sebanyak 27.843 jiwa, terdiri atas 6.903 Kepala Keluarga (KK) dengan rata-rata pendapatan rumah tangga sebesar 1 juta–6 juta rupiah per bulan. Penduduk desa-desa sekitar areal PT BPP terdiri atas beberapa etnis, yakni penduduk asli Sumatera Selatan (merupakan sebagian besar penduduk) serta beberapa etnis pendatang dari berbagai wilayah di Indonesia seperti Jawa, Batak, dan Melayu dari Sumatera Utara serta Bugis dan Bali. Penduduk asli sebagian besar adalah orang Melayu Sumatera Selatan. Transmigran dan pendatang non transmigran sebagian besar berasal dari Jawa dan selebihnya dari Sumatera Utara, Bali, Sulawesi, dan lain-lain. Pada komunitas masyarakat asli di masing-masing dusun dan desa terdapat lembaga adat yakni Lembaga Masyarakat Adat Budaya Melayu (MABM) pada komunitas Melayu. Lembaga adat bertugas memimpin upacara adat, menyelesaikan sengketa antar-warga masyarakat adat, dan memberikan pertimbangan kepada pemerintah desa dalam berbagai masalah di desa.

Di Kabupaten Musi Banyuasin terdapat kelompok Suku Anak Dalam. Suku Anak Dalam mempunyai pola hidup unik yaitu mereka hidup secara berkelompok dan mengandalkan hutan sebagai sumber kehidupan. Sumber daya hutan yang penting bagi warga Suku Anak Dalam adalah:

- Madu, diambil dari pohon sialang yang ada di dalam hutan.
- Rotan yang tersebar di kawasan hutan.
- Kayu meranti, kayu petaling, kayu kapur.
- Hewan buruan (rusa, kijang).

Mata pencaharian masyarakat desa sekitar areal konsesi PT BPP cukup beragam dan yang paling utama adalah petani, karyawan swasta, buruh harian lepas, PNS, dan pengolah minyak mentah. Mata pencaharian lain adalah berdagang, tukang bangunan, mencari ikan, mencari kayu, mencari madu, buruh sadap karet, tukang bangunan, pengrajin pembuatan perahu, dan lain-lain. Pada umumnya masyarakat di desa-desa sekitar areal konsesi memiliki pola mata pencaharian ganda di mana satu rumah tangga memiliki lebih dari satu sumber mata pencaharian.

Secara geografis, pemukiman penduduk sebagian berada di pinggir sungai yakni Sungai Lalan dan Sungai Bahar serta anak-anak sungainya dan sebagian lainnya di darat atau di pinggir jalan umum. Pola pemukiman yang sebagian tersebar di jalur sungai disebabkan karena masyarakat memiliki ketergantungan pada sungai, baik sebagai sarana transportasi maupun sumber air untuk keperluan domestik. Pemukiman di darat umumnya mendekati jalur jalan agar memudahkan akses ke pusat perekonomian, pemerintahan, dan sarana publik seperti sekolah dan puskesmas.

PT Finnantara Intiga (FI)

Di dalam dan sekitar areal PT FI teridentifikasi sebanyak 57 desa hutan. Dari jumlah tersebut, 52 desa merupakan desa yang berada di dalam areal konsesi dan 5 desa lainnya di luar konsesi. Dari 52 desa di dalam areal konsesi, sebagian besar di wilayah desanya telah terdapat tanaman HTI pola kerja sama dengan masyarakat. Dari 5 desa di luar areal konsesi, teridentifikasi 3 desa yang telah terdapat tanaman HTI dengan program pemberdayaan. Jumlah penduduk desa-desa di dalam dan sekitar areal PT FI tercatat sebanyak 355.270 jiwa yang tersebar di 11 kecamatan. Mata pencaharian penduduk sebagian besar adalah petani (99,3%) dan sebagian kecil sebagai buruh, PNS, pengrajin, pedagang, peternak, dan nelayan.

Jenis kegiatan usaha tani yang paling banyak dilakukan oleh penduduk di desa-desa sekitar areal kerja PT FI adalah berladang dan menyadap karet. Pada beberapa desa terdapat tambahan kegiatan usaha tani komoditi lain seperti lada, kelapa, dan kopi. Di beberapa desa yang dekat dengan perkebunan sawit, sebagian penduduk juga menanam sawit. Pertanian menetap pada lahan sawah masih terbatas pada sebagian kecil penduduk dan dalam luasan terbatas, antara lain di lokasi-lokasi transmigrasi dan beberapa kampung penduduk asli. Demikian pula pertanian tanaman sayuran dan buah-buahan secara intensif belum cukup berkembang. Hal ini antara lain terkait dengan kondisi masyarakat setempat yang belum terbiasa melakukan usaha tani intensif. Dalam hal aktivitas usaha tani, mereka belum terbiasa mengolah lahan dengan cara mencangkul. Mereka lebih terbiasa mengolah lahan dengan cara tebas-tebang-bakar dan tugal untuk kegiatan perladangan.

Foto: P3SEKPI (2019)

Gambar 21. Kebun karet milik masyarakat yang masuk dalam areal konsesi PT FI

Penduduk di desa-desa di dalam dan sekitar areal kerja PT FI sebagian besar adalah penduduk asli dari Suku Dayak dan Suku Melayu, hanya sebagian kecil penduduk yang merupakan pendatang. Penduduk asli Suku Dayak pada umumnya memeluk agama Katholik atau Protestan, sedangkan penduduk Suku Melayu memeluk agama Islam. Penduduk asli Suku Dayak terdiri atas beberapa Sub Suku antara lain Jangkang Benua, Jangkang Tanjung, Bedo, Mualang, dan Kedah di wilayah Sanggau; serta Dayak Ketungau, Tabun, Iban, dan Deman di daerah Sintang. Adapun penduduk pendatang berasal dari berbagai daerah dan suku, antara lain Jawa, Sunda, Batak, Madura, Bugis, Tionghoa, Bali, dan Nusa Tenggara Timur. Sebagian besar pendatang adalah transmigran dan sudah bermukim di daerah ini selama lebih dari 10 tahun.

Penduduk asli, baik masyarakat Melayu maupun Dayak pada umumnya masih mempertahankan adat-istiadat yang diwariskan secara turun-temurun. Hal ini dimungkinkan karena terdapat kelembagaan adat yang menjaga dan mempertahankan adat-istiadat tersebut. Kelembagaan adat meliputi 3 unsur pokok yakni kepemimpinan adat, hukum adat, dan wilayah adat. Selain ketua adat, masing-masing kampung juga memiliki wilayah adat, demikian juga hukum adat. Kelembagaan adat di tingkat kampung merupakan lembaga adat yang paling banyak berperan langsung mengurus berbagai permasalahan masyarakat sehari-hari yang terkait dengan adat. Beberapa areal yang dikeramatkan masyarakat telah ditetapkan sebagai kawasan NKT/SKT oleh PT FI.

Daftar Pustaka

Badan Pusat Statistik Kabupaten Kampar. 2017. Kabupaten Kampar Dalam Angka Tahun 2017. Bangkinang: Badan Pusat Statistik Kabupaten Kampar.

Dudal, R., Soepraptohardjo. 1957. Soil classification in Indonesia. Cont. Gen. Bogor: Agriculture Res. No. 148.

Hidayat, R., Ibnu, D. 2008. Penyelidikan pendahuluan bitumen padat daerah Rokan, Provinsi Riau. Proceeding Pemaparan Hasil Kegiatan Lapangan dan Non Lapangan Tahun 2008. Diunduh 23 Desember 2019 dari psdg.geologi.esdm.go.id.

PT BPP. 2014. Laporan penilaian nilai konservasi tinggi PT. Bumi Persada Permai. Disiapkan oleh PT Ekologika Consultants. Jambi: PT Bumi Persada Permai.

PT BPP. 2017. Rencana Kerja Umum Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Hutan Tanaman Industri PT Bumi Persada Permai 2018-2027. Jambi: PT Bumi Persada Permai.

PT Finnantara Intiga. 2011. Revisi Rencana Kerja Umum Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Hutan Tanaman Industri PT Finnantara Intiga 2009-2018. Sanggau, Sekadau, Sintang: PT Finnantara Intiga.

PT Finnantara Intiga. 2017. Rencana Kerja Umum Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Hutan Tanaman Industri PT Finnantara Intiga tahun 2017-2026. Sanggau, Sekadau, Sintang: PT Finnantara Intiga.

PT PSPI. 2012. Revisi Rencana Kerja Umum Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Hutan Tanaman Industri PT Perawang Sukses Perkasa Indonesia 2011-2020. Bangkinang: PT Perawang Sukses Perkasa Indonesia.

PT PSPI. 2018. Revisi Rencana Kerja Umum Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Hutan Tanaman Industri PT Perawang Sukses Perkasa Indonesia 2011-2020. Bangkinang: PT Perawang Sukses Perkasa Indonesia.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. 1993. Peta Geologi Bersistem Indonesia Lembar Dumai, Riau. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. 1982. Peta geologi lembar Palembang, Sumatera Selatan. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Schmidt, F. H., Ferguson, J. H. A. 1951. Rainfall types based on wet and dry period ratios for Indonesia with Western New Guinea. Jakarta: Kementerian Perhubungan, Djawatan Meteorologi dan Geofisik.

Soil Survey Staf. 1975. Soil taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil survey. Soil Conservation Service. USDA Handbook No. 436. Washington DC: US Government Printing Office.

Soil Survey Staff. 1998. Keys to soil taxonomy. Eight edition. Washington DC: Natural Resources Service-United State Department of Agricultural.

Sugiharyanto, Khotimah, N. 2009. Diktat mata kuliah geografi tanah Jurusan Pendidikan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial Dan Ekonomi. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

8. Arahan Strategi Restorasi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering

Mimi Salminah & Yanto Rochmayanto

8.1 Pertimbangan Strategi Restorasi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering di Areal Konsesi Pemasok Kayu APP Sinar Mas

Restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering di areal konsesi pemasok kayu APP Sinar Mas perlu disesuaikan dengan karakteristik dan kondisi ekologi faktual di tingkat tapak sebagaimana yang telah diuraikan pada bab sebelumnya. Termasuk juga aspek sosial dan ekonomi perlu menjadi pertimbangan pemilihan strategi dan teknik restorasi. Restorasi ekosistem pada prinsipnya bertujuan untuk mengembalikan ekosistem pada kondisi dan struktur aslinya, meliputi kekayaan jenis, kerapatan, distribusi, dominasi, dan tutupan tajuk pepohonan (*crown density*) (Elliott *et al.*, 2013). Meskipun demikian, variasi kondisi dan tingkat degradasi di tingkat tapak membutuhkan strategi dan teknik restorasi yang berbeda. Sebagai contoh, suksesi alami tidak dapat berlangsung pada hutan yang mengalami degradasi berat. Target restorasi pada kondisi seperti ini bukan lagi pada pengembalian struktur asli ekosistem hutan tetapi lebih difokuskan pada pemulihan dan pemeliharaan proses-proses penting, khususnya proses hidrologis, siklus hara, dan aliran energi (Maginnis & Jackson, 2007).

Restorasi ekosistem merupakan upaya yang sarat akan nilai-nilai ekologi, sosial, dan ekonomi, sangat bergantung pada konteks yang berkembang, serta rentan terjadi perselisihan sehingga diperlukan upaya kompromi pada berbagai aspek (Egan *et al.*, 2011). Oleh karena itu, setiap faktor yang berpengaruh perlu diperhatikan dalam perumusan strategi restorasi.

Beberapa faktor ekologis yang mempengaruhi pemilihan strategi dan teknik restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering disajikan dalam Tabel 13.

Tabel 13 Faktor ekologi yang mempengaruhi strategi restorasi.

Faktor ekologi	Pengaruhnya terhadap proses restorasi
Tutupan hutan	Luas dan struktur tutupan hutan akan mempengaruhi penentuan apakah suksesi alami masih dapat berlangsung atau tidak. Kecukupan jumlah bibit atau tegakan tinggal menentukan apakah dapat terjadi suksesi alami atau harus ada intervensi manusia.
Kesuburan tanah	Erosi tanah permukaan (*topsoil*) akan menyebabkan beberapa spesies asli tidak mampu tumbuh, kecuali ada penambahan nutrisi tanah. Spesies pionir dan eksotis harus diidentifikasi karena dapat membantu berkembangnya jenis-jenis asli yang diharapkan. Pemupukan dapat dilakukan untuk meningkatkan kesuburan tanah tetapi kurang efesien untuk area yang luas karena memerlukan biaya yang cukup besar.
Regime kebakaran	Kebakaran lebih sering terjadi pada musim kemarau dan pada areal yang sudah terdegradasi karena tumbuhnya belukar. Perlu dicari cara untuk mencegah terjadinya kebakaran sampai struktur hutan baru terbentuk. Salah satu cara yang bisa dikembangkan adalah dengan mengembangkan jenis yang toleran terhadap kebakaran di sekitar areal restorasi yang berfungsi sebagai penyangga dan sekat bakar.
Agen pemencar biji	Benih beberapa spesies disebarkan oleh burung atau kelelawar. Pada umumnya binatang sebagai agen pemencar biji tidak menyukai habitat hutan yang sudah terdegradasi sehingga proses penyebaran benih menjadi berkurang. Hal tersebut juga terjadi pada area terdegradasi yang jauh dari sisa ekosistem asli.
Gulma	Beberapa proyek restorasi mengalami kegagalan akibat pertumbuhan gulma yang kurang terkontrol, terutama semak belukar. Meskipun demikian masalah gulma akan berkurang ketika tutupan hutan telah meningkat
Hama	Beberapa jenis herbivora dapat memakan vegetasi muda sehingga diperlukan pagar untuk pengendaliannya.

Sumber: McCraken, et al. (2007)

Faktor sosial ekonomi juga berperan penting dalam menentukan keberhasilan upaya restorasi ekosistem (Jacobs, *et al*., 2013). Oleh karena itu, kedekatan lokasi restorasi ekosistem dengan pemukiman penduduk serta tingginya tingkat ketergantungan masyarakat sekitar terhadap hutan dataran rendah lahan kering di areal konsesi pemasok kayu APP Sinar Mas,

perlu menjadi dasar pertimbangan pelibatan masyarakat sekitar dalam kegiatan restorasi ekosistem. Untuk jangka panjang, hal ini diperlukan agar masyarakat sekitar turut serta menjaga keberlangsungan upaya restorasi ekosistem. Selain itu, upaya restorasi juga perlu memerhatikan prinsip *cost effectiveness*, tujuan restorasi yang ditetapkan oleh perusahaan, serta aturan terkait restorasi ekosistem yang ditetapkan oleh pemerintah.

Dalam menentukan strategi restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering di areal konsesi APP Sinar Mas terlebih dahulu disusun tipologi lanskap yang didasarkan pada pertimbangan kondisi ekologi di tingkat tapak. Pemilihan strategi restorasi ekosistem berdasarkan tipologi lanskap kemudian disesuaikan dengan kondisi sosial ekonomi masyarakat sekitar areal restorasi, tujuan restorasi yang ditetapkan oleh perusahaan, serta peraturan terkait restorasi ekosistem yang ditetapkan pemerintah. Analisis karakteristik kondisi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering dilakukan pada lokasi studi di Riau, Jambi, dan Kalimantan Barat, khususnya pada areal-areal lindung yang akan direstorasi dan di areal yang telah ditetapkan sebagai areal NKT-SKT.

8.2 Penyusunan Tipologi Lanskap

Penyusunan tipologi lanskap hutan dataran rendah lahan kering difokuskan pada areal konsesi PT PSPI, PT BPP, dan PT FI khususnya pada areal lindung di dalam konsesi hutan tanaman IUPHHK-HT sebagai target kawasan restorasi ekosistem. Pada dasarnya karakteristik lanskap ekosistem hutan dataran rendah lahan kering tersebut memiliki keragaman yang tinggi.

Guna memudahkan penyusunan strategi restorasi, tipologi areal restorasi disederhanakan dan dikelompokkan berdasarkan beberapa parameter kunci. Parameter yang ditentukan memiliki tingkat perbedaan nyata antar-lokasi sehingga diperlukan perlakuan khusus yang berbeda pada strategi restorasi. Parameter tersebut antara lain adalah tutupan hutan, kesuburan tanah, kontur, aksesibilitas ke lokasi, serta tingkat gangguan. Pengelompokan tipologi hutan lahan kering dataran rendah khususnya parameter tutupan hutan mengacu pada pengelompokan areal SKT yang

telah tersedia sebelumnya serta persyaratan jumlah vegetasi berkayu untuk restorasi. Tipologi lanskap ekosistem hutan dataran rendah lahan kering yang akan direstorasi tersaji pada Tabel 14.

Tabel 14 Tipologi lanskap hutan dataran rendah lahan kering kandidat lokasi restorasi.

Tutupan hutan	Kesuburan tanah	Kontur/ akses	Tingkat gangguan
Tipologi 1 (T1)			
a. Tutupan hutan rapat, memiliki stok karbon di atas 75 ton CO_2 per hektar, keragaman spesies per hektar atau jumlah pohon dengan DBH >30 cm lebih dari 30 pohon per hektar (hutan kerapatan), atau b. Jumlah semai dan pancang vegetasi berkayu lebih dari 1.000 batang/ha dengan sebaran merata atau setiap petak 5 m x 5 m terdapat minimal satu spesies semai atau pancang, atau pada petak 10 m x 10 m terdapat 4 individu jenis tiang.	Kesuburan sangat rendah sampai sedang (kalium, nitrogen sangat rendah sampai sedang, posfor sedang sampai tinggi), pH bersifat asam	Datar sampai agak curam, mudah diakses	• Areal bekas terbakar • Ancaman kebakaran sedang, gangguan manusia rendah

Tabel 14 Tipologi lanskap hutan dataran rendah lahan kering kandidat lokasi restorasi (lanjutan)

Tutupan hutan	Kesuburan tanah	Kontur/ akses	Tingkat gangguan
Tipologi 2 (T2)			
a. Didominasi oleh tiang dan pohon dengan diameter 10-30 cm, memiliki stok karbon antara 35 sd 75 ton CO_2 per hektar atau jumlah pohon dengan DBH >30 cm antara 15-30 pohon (belukar tua), atau jumlah semai dan pancang tumbuhan berkayu antara 600-1.000 batang/ ha dengan sebaran merata atau setiap petak 5 m x 5 m terdapat minimal tiga individu spesies semai atau pancang, atau pada petak 10 m x 10 m terdapat 10 individu spesies tiang b. Belukar tua dengan sebaran vegetasi tidak merata	Kesuburan sangat rendah sampai sedang (kalium, nitrogen sangat rendah sampai sedang, posfor sedang sampai tinggi), pH bersifat asam	Datar sampai agak curam, mudah sampai agak sulit diakses	• Areal bekas terbakar • Ancaman kebakaran sedang sampai rendah, gangguan manusia rendah, sedang dan tinggi • Kompetisi semai dan pancang dengan liana sedang sampai tinggi

Tabel 14 Tipologi lanskap hutan dataran rendah lahan kering kandidat lokasi restorasi (lanjutan)

Tutupan hutan	Kesuburan tanah	Kontur/ akses	Tingkat gangguan
Tipologi 3 (T3)			
a. Didominasi oleh belukar rendah dengan tutupan tajuk terbatas, memiliki stok karbon antara 15 sd 35 ton CO_2 per hektar atau jumlah pohon dengan DBH >30 cm antara 5-15 pohon (belukar muda), atau jumlah semai dan pancang tumbuhan berkayu antara 400-600/ ha atau setiap petak 5 m x 5 m terdapat minimal 1 spesies semai atau pancang, atau pada petak 10 m x 10 m terdapat 4 individu spesies tiang b. Belukar muda dengan sebaran vegetasi pohon tidak merata.	Kesuburan sangat rendah sampai sedang (kalium, nitrogen sangat rendah sampai sedang, posfor sedang sampai tinggi), pH bersifat asam	Datar sampai agak curam, mudah sampai agak sulit diakses	• Areal bekas terbakar • Ancaman kebakaran & gangguan manusia rendah, sedang dan tinggi • Kompetisi semai dan pancang dengan liana sedang sampai tinggi

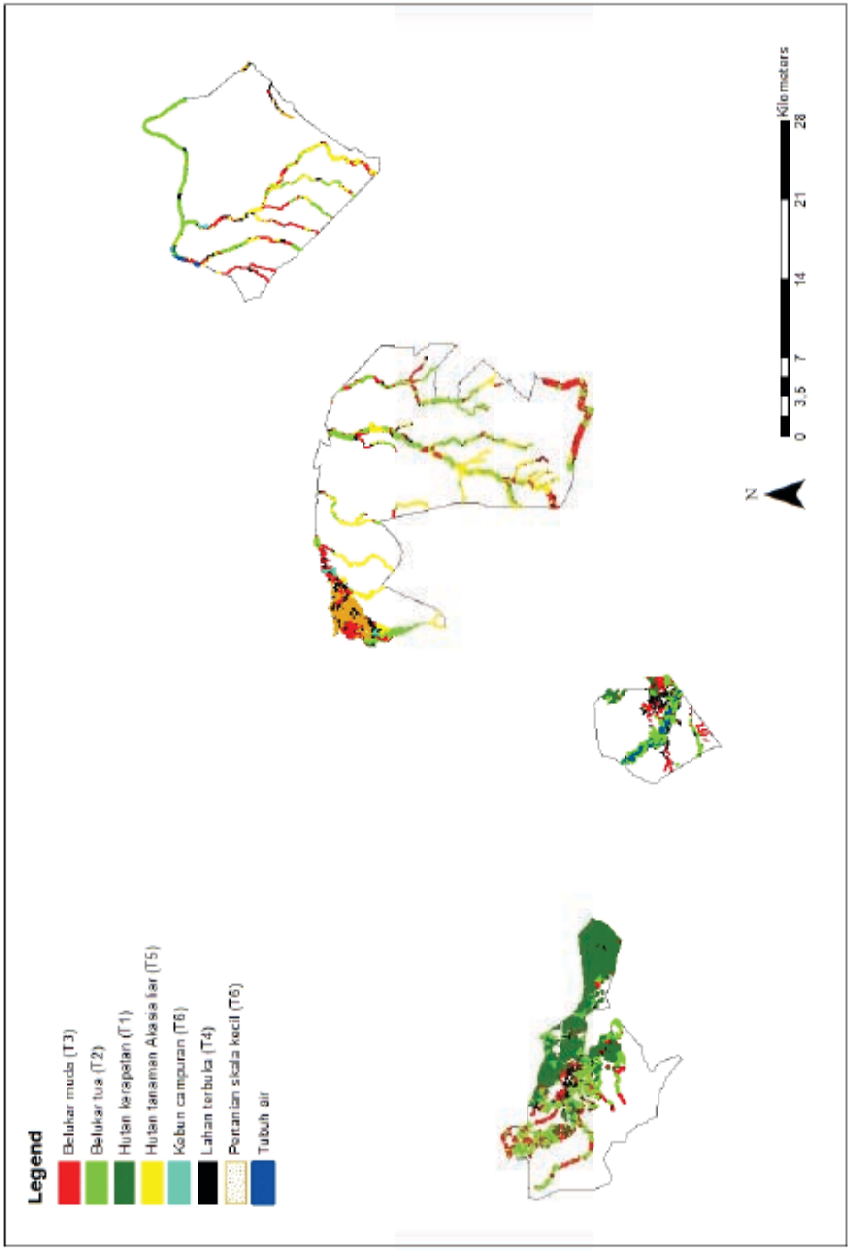
Tabel 14 Tipologi lanskap hutan dataran rendah lahan kering kandidat lokasi restorasi (lanjutan)

Tutupan hutan	Kesuburan tanah	Kontur/ akses	Tingkat gangguan
Tipologi 4 (T4)			
Tutupan hutan terbuka, memiliki stok karbon di bawah 15 ton CO_2 per hektar (lahan terbuka)	Kesuburan sangat rendah sampai sedang (kalium, nitrogen sangat rendah sampai sedang, posfor sedang sampai tinggi), pH bersifat asam	Datar, mudah diakses	• Ancaman kebakaran dan gangguan manusia tinggi • Kompetisi semai dan pancang dengan liana rendah sampai tinggi • Areal bekas *logging* dan infrastrukturnya sehingga terjadi kompaksi/ pemadatan tanah
Tipologi 5 (T5)			
Belukar muda berupa akasia liar	Kesuburan sangat rendah sampai sedang (kalium, nitrogen sangat rendah sampai sedang, posfor sedang sampai tinggi), pH bersifat asam	Datar, mudah diakses	• Areal bekas terbakar, gangguan manusia tinggi • Kompetisi semai dan pancang dengan liana sedang sampai tinggi
Tipologi 6 (T6)			
Areal penggunaan non kehutanan: areal sudah digunakan untuk pertanian, perkebunan, tambang atau pemukiman	Kesuburan sangat rendah sampai sedang, pH bersifat asam	Datar, mudah diakses	• Ancaman kebakaran dan gangguan manusia tinggi • Struktur dan komposisi tanah berubah, khususnya akibat aktivitas pertambangan

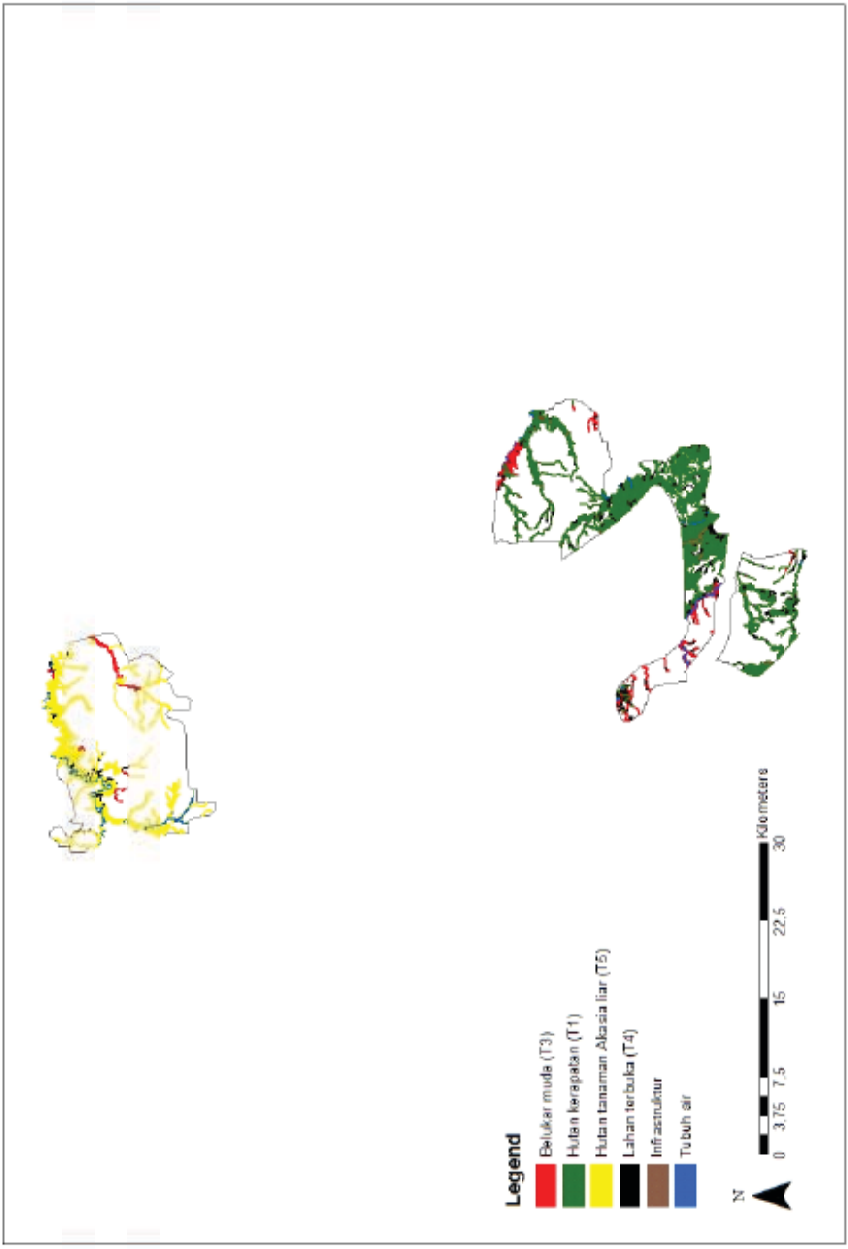
Terdapat enam tipologi lanskap hutan dataran rendah lahan kering pada areal lindung yang menjadi target restorasi ekosistem APP Sinar Mas, di luar tanaman akasia sebagai tanaman pokok perusahaan. Pada beberapa lokasi masih terdapat hutan kerapatan (T1) dimana struktur dan komposisi hutannya menyerupai ekosistem asli hutan dataran rendah sehingga dapat dijadikan ekosistem referensi. Selain hutan kerapatan, ekosistem referensi juga dapat menggunakan ekosistem hutan dengan kondisi alami (pada umumnya berupa hutan lindung) yang berbatasan atau berada di sekitar areal restorasi APP Sinar Mas.

Selain itu, tanaman akasia yang tumbuh liar (T5) juga telah mendominasi pada beberapa bagian areal konsesi pemasok kayu APP Sinar Mas. Kebakaran berulang pada areal tersebut menyebabkan akasia yang merupakan spesies tahan kebakaran tumbuh subur. Khusus pada areal konsesi PT FI, sebagian besar areal lindung yang menjadi target restorasi telah digarap oleh masyarakat, ditanami dengan tanaman pertanian dan perkebunan serta sebagian kecil digunakan untuk pemukiman. Areal tersebut dikelompokkan ke dalam tipologi 6 (T6).

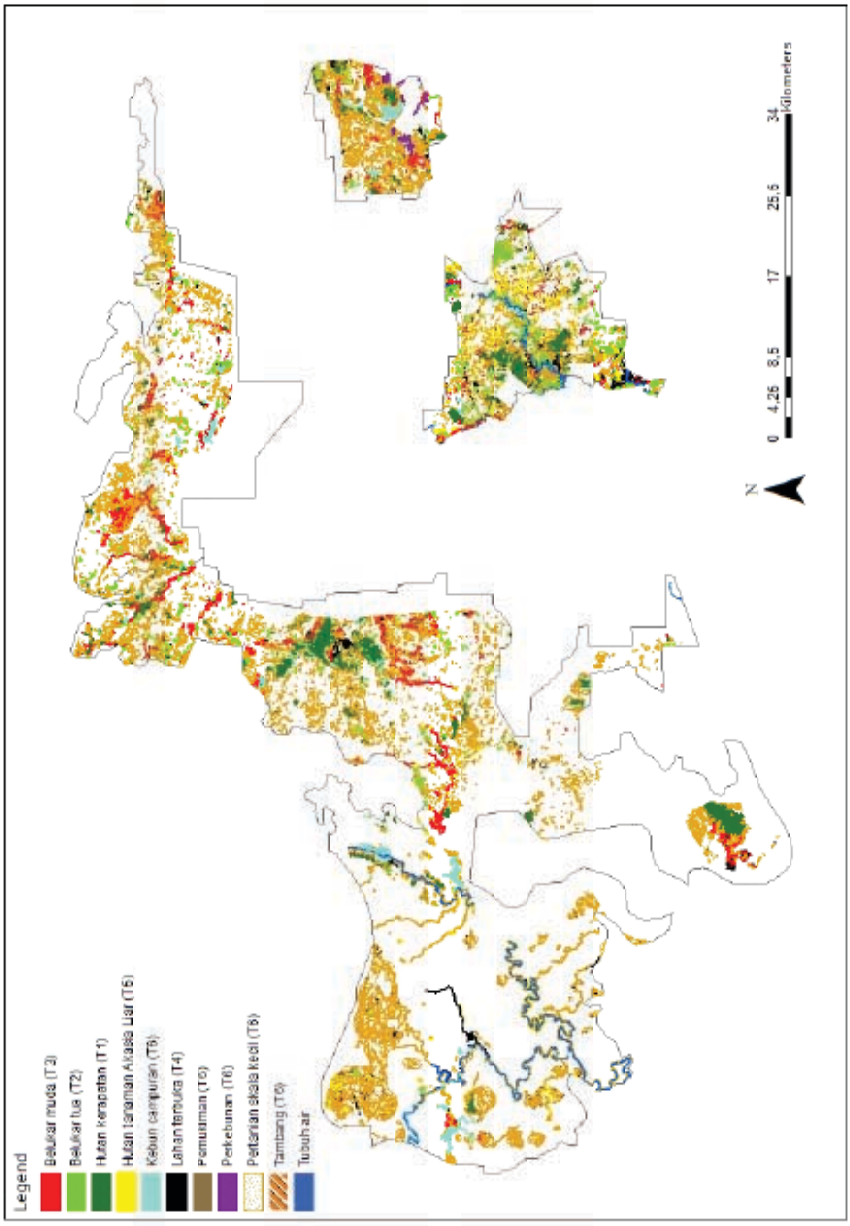
Berdasarkan pengelompokan parameter tipologi hutan lahan kering dataran rendah tersebut, selanjutnya pemilihan strategi restorasi yang relevan menjadi lebih mudah untuk dilakukan. Beberapa perlakukan khusus dapat diaplikasikan menurut tipologi yang sesuai. Tipologi lanskap hutan dataran rendah lahan kering pada areal konsesi pemasok kayu APP Sinar Mas secara spasial disajikan pada Gambar 22, Gambar 23, dan Gambar 24.



Gambar 22. Tipologi lanskap hutan dataran rendah lahan kering di areal konsesi PT BPP.



Gambar 23. Tipologi lanskap hutan dataran rendah lahan kering di areal konsesi PT FI.



Gambar 24. Tipologi lanskap hutan dataran rendah lahan kering di areal konsesi PT PSPI.

8.3 Pemilihan Strategi Restorasi

Proses pemilihan strategi restorasi perlu mempertimbangkan berbagai faktor sebagaimana yang telah dijelaskan pada uraian sebelumnya. Selain itu, diperlukan juga data dan informasi yang cukup, termasuk tingkat dan penyebab degradasi dan deforestasi untuk pemilihan faktor ekologis yang berpengaruh. Karakteristik sosial ekonomi masyarakat di sekitar areal restorasi juga penting untuk dipetakan, termasuk ketergantungan mereka terhadap lahan calon areal restorasi.

Penentuan ekosistem referensi dapat dilakukan dengan memperhatikan kedua hal tersebut. Jika secara ekologis dan sosial ekonomi tidak ada hambatan untuk melakukan pemulihan ekosistem, maka pemulihan ke ekosistem semula (atau mendekati ekosistem semula) adalah pilihan yang paling strategis. Hal ini karena fungsi utama restorasi adalah untuk menyelamatkan keanekaragaman hayati asli yang bersifat lokalistik. Pada tataran hambatan yang medium, ekosistem hibrida dapat menjadi alternatif. Jika tidak memungkinkan secara ekologis maupun sosial-ekonomi maka restorasi untuk pemulihan menjadi ekosistem baru dapat dipertimbangkan.

Ekosistem hibrida yang dimaksud adalah ekosistem campuran antara ekosistem semula (sesuai ekosistem referensi, misalnya ekosistem hutan alam) dan ekosistem baru (misalnya ekosistem wanatani atau agroforestri). Penataan ekosistem hibrida dapat dilakukan melalui pengaturan spasial dengan pola ruang atau zonasi tertentu. Sebagai contoh, hamparan areal restorasi dibagi menjadi dua blok. Blok yang jauh dari akses masyarakat dapat dipulihkan menjadi ekosistem hutan alam, sedangkan blok yang dekat dengan pemukiman masyarakat dan merupakan lahan tempat mereka bergantung secara ekonomi maka pemulihan ekosistem dilakukan dengan agroforestri.

Pada tahap berikutnya, pemilihan strategi skala restorasi, intensitas intervensi vegetatif, dan strata restorasi dilakukan oleh manajemen berdasarkan data dan informasi hasil survei. Karakteristik biofisik yang ditemukan berdasarkan hasil penilaian pada survei awal akan menghasilkan tipologi lanskap yang berimplikasi pada pilihan strategi restorasi ekosistem tertentu yang relevan.

Tabel 15 Arahan strategi restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering

Tipologi lanskap	Strategi restorasi	Keterangan	Jenis intervensi
Tipologi 1	Restorasi mozaik dengan suksesi alami	Restorasi vegetatif sebagai strata utama	Mencegah terjadinya kebakaran hutan, baik melalui sosialisasi pencegahan kebakaran maupun melalui pembuatan sekat bakar (pembuatan parit) dengan mempertimbangkan prinsip *cost effectiveness*
Tipologi 2	Restorasi mozaik dengan penunjang suksesi alami	Restorasi vegetatif sebagai strata utama	• Mereposisi pertumbuhan semai yang memiliki kerapatan tinggi tetapi keragaman jenis rendah ke areal yang tidak terdapat spesies tersebut • Mencegah terjadinya kebakaran hutan • Mencabut jenis-jenis invasif di sekitar vegetasi, khususnya semai dan pancang, yang merupakan spesies asli ekosistem hutan dataran rendah lahan kering
Tipologi 3	Restorasi mozaik dengan *enrichment planting* (pengayaan)	Restorasi vegetatif sebagai strata utama	• Penanaman dengan tambahan jenis vegetasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering yang memiliki jumlah populasi kecil atau spesies yang belum ditemukan pada areal kosong • Membersihkan semak belukar pada areal penanaman • Mencegah terjadinya kebakaran hutan • Pemberian pupuk pada awal tanam hingga usia 6 bulan

Tabel 15 Arahan strategi restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering (lanjutan)

Tipologi lanskap	Strategi restorasi	Keterangan	Jenis intervensi
Tipologi 4	Restorasi mozaik dengan *replanting* (penanaman)	Restorasi vegetatif dengan reklamasi *top soil* secara selektif	• Perlakuan untuk mengembalikan sifat fisik tanah yang mengalami pemadatan, terutama porositas tanah • Membersihkan semak belukar pada areal penanaman • Penanaman yang diawali dengan jenis pionir, diikuti oleh jenis asli ekosistem hutan dataran rendah lahan kering sesuai dengan ekosistem referensi • Pemberian pupuk pada awal tanam hingga usia 6 bulan
Tipologi 5	Restorasi mozaik dengan *replanting* (penanaman)	Restorasi vegetatif sebagai strata utama	• Mencabut jenis-jenis invasif (akasia) • Membersihkan semak belukar pada areal penanaman • Penanaman jenis asli ekosistem hutan dataran rendah lahan kering sesuai dengan ekosistem referensi • Pemberian pupuk pada awal tanam hingga usia 6 bulan
Tipologi 6	Restorasi mozaik dengan *replanting* (penanaman)	Restorasi vegetatif sebagai strata utama dengan rekayasa sosial	• Melakukan pendekatan pada masyarakat, termasuk pelibatan mereka dalam penyusunan rencana restorasi • Jenis vegetasi yang dikembangkan adalah kombinasi tanaman pertanian dan tanaman keras jenis pionir dan endemik hutan dataran rendah lahan kering yang diminati oleh masyarakat sekitar/ diserap pasar industri perkayuan dengan pola *agroforestry* • Mengembangkan skema bagi hasil dengan masyarakat

Tabel 15 merupakan arahan strategi restorasi ekosistem hutan lahan kering dataran rendah menurut tipologi lanskap. Lebih khusus lagi, arahan strategi ini merujuk pada areal NKT-SKT target restorasi di Jambi, Riau, dan Kalimantan Barat. Untuk mendukung kegiatan restorasi ekosistem, perlu dikembangkan pembibitan jenis-jenis asli dan endemik ekosistem hutan dataran rendah lahan kering, baik untuk pulau Sumatera maupun Kalimantan. Bibit dapat diambil dari hutan kerapatan atau ekosistem referensi di sekitar lokasi restorasi.

Daftar Pustaka

Egan, D., Hjerpe, E. E., Abrams, J. (Eds). 2011. Human dimensions of ecological restoration: integrating science, nature and culture. Washington, D. C.: Island Press.

Elliott, S., Blakesley, D., Hardwick, K. 2013. Restoring tropical forests: a practical guide. Royal Botanical Garden, Kew: Kew Publishing.

Jacobs, D. F., Dalgleish, H. J., Nelson, C. D. 2013. A conceptual framework for restoration of threatened plants: the effective model of American chestnut (*Castanea dentata*) reintroduction. New Phytologist, 197, 378–393.

Maginnis, S., Jackson, W. 2007. What is FLR and how does it differ from current approaches? In J. Rietbergen-McCracken, S. Maginnis, & A. Sarre (Eds.), The forest landscape restoration handbook. London: Earthscan.

McCracken, J. R., Maginnis, S., Sarre, A. 2007. The forest landscape restoration handbook. London, Sterling, VAE: Earth Scan.

9. Teknik Restorasi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering

Ari Wibowo, Yanto Rochmayanto, & Supriatno

9.1 Perencanaan Restorasi

Restorasi ekosistem merupakan pekerjaan yang sulit, membutuhkan energi yang tinggi, dan biaya yang mahal. Keseluruhan aktivitasnya terdiri atas proses jangka panjang, kompleks, dan multidisiplin (Vallaury *et al*., 2005a). Oleh karena itu keberhasilan restorasi ekosistem sangat bergantung pada perencanaan yang matang, baik dalam hal rencana tata waktu maupun ruang, menyeimbangkan tujuan jangka pendek dengan tujuan jangka panjang, dan mengalokasikan dana yang tersedia untuk kegiatan restorasi seefisien mungkin. Dengan demikian, perencanaan restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering langkah demi langkah perlu disusun dengan jelas untuk membantu memastikan keberhasilannya.

Dalam perencanaan restorasi, terlebih dahulu harus ditentukan kondisi akhir yang diinginkan sesuai dengan tujuan pemulihan berdasarkan ekosistem referensi. Perencanaan restorasi tertuang dalam rencana kegiatan yang paling sedikit memuat tujuan dan sasaran, status dan fungsi kawasan, kondisi ekosistem, tipologi kawasan yang akan dipulihkan, kondisi ekosistem referensi, kondisi akhir yang diinginkan, skala pemulihan, tahapan pemulihan, dan macam kegiatan pemulihan yang akan dilakukan sesuai tingkat kerusakan, termasuk jenis dan jumlah tanaman terpilih. Dalam perencanaan juga termasuk lampiran peta, pembiayaan, dan jadwal kegiatan.

Kegiatan utama dalam perencanaan restorasi adalah mengidentifikasi kerusakan kawasan yang akan direstorasi yang didapat dari hasil interpretasi citra satelit dan pengamatan lapang. Kondisi awal kawasan sebagai data dasar dan ekosistem referensi didapat dari hasil berbagai survei. Hasil survei awal sangat menentukan pola restorasi yang akan dilakukan.

Kawasan yang akan direstorasi diidentifikasi dan dikelompokkan berdasarkan tingkat kerusakannya, yaitu:

- Rusak berat: kawasan dengan tutupan vegetasi dan kerapatan pohon yang rendah serta sulit dipulihkan, yang dicirikan dengan sebagian besar biodiversitas, struktur, biomassa, dan produktivitas hilang; memerlukan waktu yang lama, bergantung pada seberapa cepat jenis-jenis yang tersisa mampu mengkolonisasi tapak. Pemulihan dapat dilakukan dengan restorasi penanaman spesies asli hutan referensi.
- Rusak sedang: kawasan dengan tutupan vegetasi dan kerapatan pohon tinggal yang sedang dan untuk percepatan pemulihan memerlukan intervensi. Sisa tegakan masih didominasi oleh spesies pepohonan yang mampu pulih setelah gangguan walaupun terdiri atas spesies pionir. Percepatan pemulihan dapat dilakukan melalui penanaman dengan jenis asli.
- Rusak ringan: kawasan dengan tutupan vegetasi dan kerapatan pohon yang tinggi, yang dicirikan: hutan telah berkurang dalam hal biomasa dan struktur tetapi masih menyisakan tegakan pohon tinggal yang cukup sehingga dapat beregenarasi secara alami. Pemulihan dapat dipercepat dengan memberikan ruang tumbuh yang cukup bagi regenerasi alam (*assisted accelerated natural regeneration,* ANR).

Kajian kerusakan ekosistem dilakukan dengan interpretasi citra penginderaan jauh (*remote sensing*) dan/atau *ground check*. lnterpretasi citra penginderaan jauh dilakukan untuk mengetahui perubahan tutupan lahan dari waktu ke waktu terkait luas, sebaran, dan intensitas kerusakan, sementara *ground check* dilakukan untuk mengidentifikasi dan memastikan tipe dan tingkat kerusakan yang terjadi beserta penyebab kerusakannya.

9.1.1 Survei Awal

Pengelola memantapkan batas areal restorasi dan membuat peta kerja areal restorasi skala 1:10.000. Peta dibuat dengan cara melakukan deliniasi areal restorasi, pengecekan areal restorasi dengan menggunakan GPS, dan memasang patok batas areal restorasi. Sebelum pelaksanaan restorasi,

dilakukan survei awal untuk mengetahui kondisi kerusakan, struktur, fungsi, dinamika populasi, keanekaragaman hayati, dan ekosistemnya guna kepentingan penetapan tindakan restorasi.

Survei awal di areal restorasi dimaksudkan untuk mengetahui:

- Survei tumbuhan berkayu untuk mengetahui kondisi kawasan, apakah terjadi kerusakan berat, sedang atau ringan yang ditunjukkan oleh jumlah tumbuhan berkayu asli yang tingginya ≥30 cm sangat diperlukan. Survei dilakukan melalui penarikan petak-petak cuplikan dengan menghitung jumlah tumbuhan berkayu yang tertinggal per ha di dalam areal restorasi untuk digunakan sebagai data dasar dalam menetapkan pola restorasi. Penghitungan jumlah tegakan tinggal dalam petak cuplikan dilakukan dengan intensitas *sampling* 1-2%. Satu petak cuplikan dipasang di dalam setiap blok areal restorasi. Satu petak cuplikan berukuran 20 m x 20 m untuk menginventarisir tingkat pohon, 10 m x 10 m tingkat tiang, 5 m x 5 m tingkat pancang, dan 2 m x 2 m untuk tingkat anakan dan mewakili kondisi vegetasi di dalam setiap blok (Soerianegara & Indrawan, 2015). Sasaran survei meliputi seluruh tumbuhan berkayu, mulai tingkat anakan sampai pohon dengan mengukur tinggi dan diameter. Tumbuhan berkayu di dalam petak cuplikan yang dicacah tersebut diberi tanda.
- Survei pohon induk. Pohon induk sasaran suvei adalah pohon spesies asli yang sudah menghasilkan biji. Keberadaan pohon induk di sekitar areal restorasi perlu dibuat perkiraan apakah biji pohon induk dapat tersebar sampai areal restorasi secara menyeluruh atau tidak. Hal yang diteliti tentang pohon induk meliputi spesies, jumlah pohon, tinggi pohon, diameter batang, perkiraan pemencaran biji, prakiraan hasil baik/tidak baik, pembungaan dan waktu masaknya buah. Survei tersebut bertujuan untuk mengetahui kemungkinan suksesi alami atau penunjang suksesi alami serta mempertimbangkan bahwa areal restorasi akan membentuk hutan seperti semula, seperti sebelum terjadinya kerusakan.
- Survei tanah, bertujuan untuk mengetahui apakah diperlukan perlakuan-perlakuan terhadap tanah di areal restorasi seperti penggemburan, pemupukan, pembuatan lubang tanam, dan sebagainya. Survei tanah

dilaksanakan melalui penggalian tanah untuk meneliti profil tanah. Lubang profil tanah dibuat dengan kedalaman 1 m, panjang 1 m, dan lebar 0,5 m.

- Survei sumber air, yaitu identifikasi sumber air terdekat untuk mendukung kegiatan restorasi, apakah sumber air tersebut dapat diperoleh sepanjang tahun atau hanya pada musim hujan, dan menggambarkannya di dalam peta.
- Survei pengaruh iklim mikro untuk mengetahui apakah faktor iklim mikro seperti kekeringan, api dari gunung api, kecepatan angin yang ekstrim, dan lain-lain dapat menimbulkan dampak negatif, misalnya rawan untuk terbakar terhadap pohon-pohon hasil penanaman atau suksesi alam dan mencari upaya penanganan yang tepat.
- Survei satwa, dilaksanakan menggunakan metode transek jalur (*line transect method*). Jalur transek dibuat di tengah lereng dalam areal restorasi tegak lurus terhadap garis kontur. Survei satwa dilakukan dengan berjalan sepanjang jalur, dari bawah ke atas lereng dan meneliti satwa dan tanda-tandanya di sekitar jalur tersebut dan mengamati secara langsung. Pengamatan juga dilakukan terhadap tanda-tanda/ jejak, sarang, pakan, serta keberadaan satwa liar berdasarkan keterangan dari masyarakat sekitar. Studi pustaka dilakukan untuk mengetahui keadaan satwa sebelum terdegradasi. Jenis satwa yang di survei meliputi mamalia, burung, reptil, amphibi, dan serangga.
- Survei sosial-ekonomi dan sosial-budaya, bertujuan untuk mengetahui permasalahan sosial-ekonomi dan sosial-budaya terhadap upaya restorasi dan menyarankan serta melaksanakan tindak lanjut pemecahan masalah tersebut. Survei juga dimaksudkan untuk mengidentifikasi sebab-sebab terjadinya degradasi hutan, baik yang diakibatkan oleh alam maupun perbuatan manusia seperti kebakaran hutan dan lahan, penggembalaan ternak, perambahan lahan, penebangan pohon, dan lain-lain. Metoda survei terdiri atas beberapa kegiatan yaitu pengumpulan informasi dan analisis data, peninjauan lapangan, wawancara dengan masyarakat, survei dengan menggunakan kuesioner, dan lain-lain.

Kondisi areal NKT-SKT yang akan direstorasi telah memiliki beberapa data dan informasi awal hasil survei SKT dan NKT yang dapat dijadikan landasan penilaian kebutuhan dan penentuan strategi restorasi. Pada penilaian SKT di hutan lahan kering dataran rendah, terdapat beberapa strata tutupan lahan yang secara umum digunakan, yaitu:

1. HK (Hutan Kerapatan), merupakan hutan alam dengan tajuk tertutup yang bervariasi tingkat kerapatannya. Hasil inventarisasi menginformasikan bahwa masih ada pohon-pohon berdiameter >30 cm dan didominasi oleh spesies klimaks.
2. BT (Belukar Tua), merupakan hutan yang terganggu dengan distribusi diameter pohon dominan 10-30 cm. Pohon yang ditemukan lebih banyak spesies pionir. Pada areal ini juga dapat ditemukan lahan pertanian dalam skala kecil.
3. BM (Belukar Muda), merupakan areal hutan yang sudah ditebang habis dan didominasi oleh belukar dengan tutupan tajuk yang sedikit. Spesies tumbuhan yang terdapat pada areal ini meliputi rerumputan, pakis-pakisan, dan jenis pionir. Pada areal ini juga dapat ditemukan tutupan hutan dan lahan pertanian dengan luas terbatas dan terfragmentasi.
4. LT (Lahan Terbuka), merupakan lahan yang terbuka dengan sedikit rerumputan dan tanaman budidaya dengan sedikit tanaman berkayu.

(a)

(b)

(c)

Foto: P3SEKPI (2019)

Gambar 25. Kondisi berbagai kelas tutupan lahan di areal PT BPP: (a) belukar tua; (b) belukar muda; (c) lahan terbuka.

Pada tahap awal, penentuan stratifikasi dilakukan dengan analisis citra satelit menggunakan program GIS. Selanjutnya dilakukan survei lapangan untuk mengetahui stok karbon pada semua tingkatan. Tingkatan yang berpotensi termasuk dalam kategori areal SKT adalah HK dan BT, sementara BM dan LT termasuk kategori tingkatan non SKT dan menjadi area target restorasi. Kisaran stok karbon pada tiap tingkatan disajikan pada Tabel 16.

Tabel 16 Kisaran stok karbon pada tiap tingkatan/kelas tutupan lahan

Strata tutupan lahan	Stok karbon (ton/ha)
HK	>75
BT	35-75
BM	15-35
LT	0-15

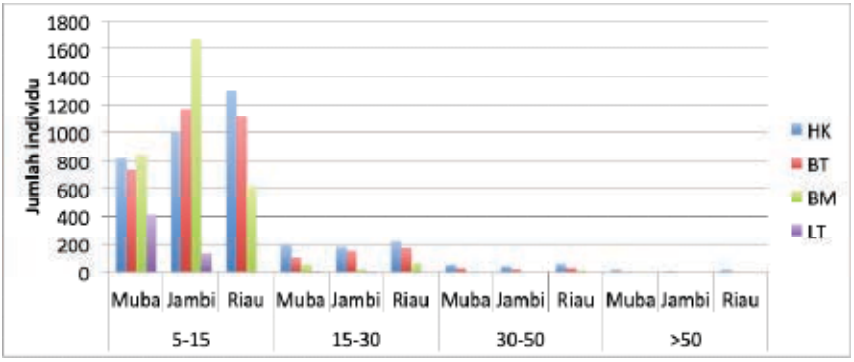
Sumber: Ata Marie Forestry Expert (2015).

Data stok karbon dapat digunakan sebagai dasar untuk mengetahui tipe kelas tutupan lahan di suatu lokasi. Berdasarkan hasil survei SKT, estimasi stok karbon pada kawasan Muba, Jambi, dan Riau pada masing-masing kelas dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17 Stok karbon pada setiap kelas tutupan lahan pada tiga lokasi studi

Strata tutupan lahan	Stok karbon (ton/ha)		
	Muba	Jambi	Riau
HK	109,7	83,7	113,3
BT	45,6	42,8	58,7
BM	19,9	16,3	23
LT	5,8	2,5	0

Sumber: Ata Marie Forestry Expert (2015)



Sumber: Ata Marie Forestry Expert (2015)

Gambar 26. Jumlah individu tumbuhan berkayu berdasarkan kelas diameter pada tiga kawasan konsesi pemasok kayu HTI.

Untuk menduga stok karbon pada survei SKT, data yang dikumpulkan meliputi data spesies dan diameter tumbuhan berkayu. Data tersebut juga dapat digunakan untuk penentuan teknik restorasi yang sesuai dengan karakteristik lokasi menggunakan data jumlah individu. Jumlah individu dapat dirinci lebih lanjut berdasarkan kelas diameter 5-15 cm, 15-30 cm, 30-50 cm, dan >50 cm seperti hasil survei SKT di kawasan Muba, Jambi, dan Riau (Gambar 26).

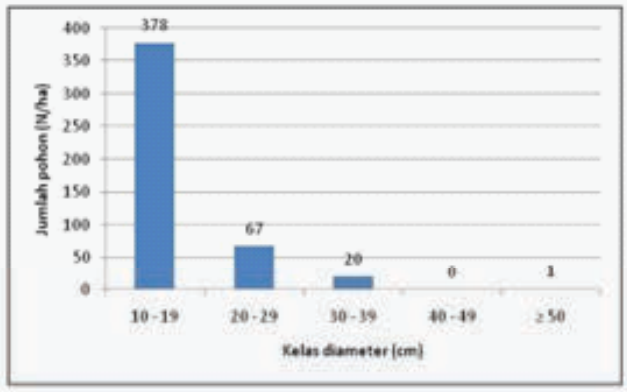
Selain penghitungan stok karbon, dalam studi SKT juga dilakukan analisis fragmentasi areal. Areal dengan luas fragmen >100 ha menjadi prioritas utama dan direkomendasikan untuk menjadi area konservasi. Fragmen dengan luas 10-99 ha menjadi proritas medium, sementara fragmen dengan luas <10 ha termasuk dalam kategori prioritas rendah. Klasifikasi luas fragmen tersebut juga dapat dijadikan sebagai salah satu rujukan bagi penentuan area prioritas program restorasi.

Sementara itu, laporan hasil survei NKT pada areal konsesi APP dapat digunakan untuk mengidentifikasi spesies tumbuhan asli yang ada di suatu areal. Selain itu, spesies tumbuhan yang memiliki nilai konservasi tinggi dapat dilihat pada indikator SKT 1 NKT. Berdasarkan hasil survei NKT, terdapat beberapa spesies tumbuhan yang memiliki nilai konservasi tinggi pada areal konsesi pemasok kayu APP. Sebagai contoh, spesies tumbuhan asli hutan lahan kering dataran rendah yang memiliki nilai konservasi

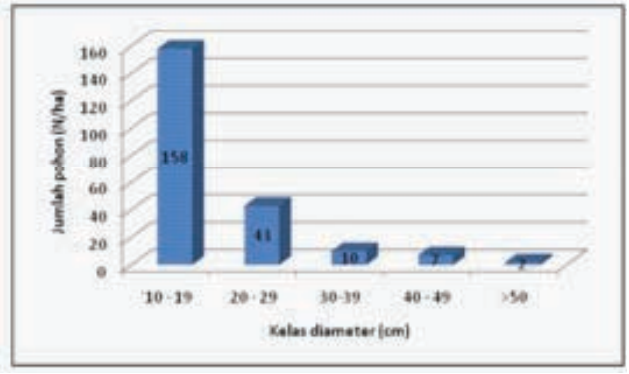
tinggi di dalam konsesi PT BPP adalah *Dipterocarpus palembanicus, Hopea mengerawan, Shorea leprosula, Aquilaria malaccensis, Dyera costulata, Scorodocarpus borneensis, Palaquium walsuriaefolium, Dipterocarpus kuntsleri, Hopea ferruginea,* dan *Pholidocarpus sumatranus*. Sementara di hutan dataran rendah PT RHM adalah *Dipterocarpus humeratus, Shorea dasyphylla,* dan *Aquilaria microcarpa.*

Selain kedua data tersebut, data inventarisasi vegetasi lainnya juga dapat digunakan sebagai referensi untuk mengetahui kondisi ekosistem pada area yang menjadi target restorasi (misalnya laporan pemantauan vegetasi yang dilakukan pada kawasan lindung konsesi pemasok kayu APP Sinar Mas serta data PUP yang dibangun tahun 2018 di beberapa konsesi). Contoh data PUP yang dapat digunakan untuk mengetahui kondisi ekosistem serta untuk menentukan strategi restorasi pada ekosistem hutan dataran rendah dapat dilihat pada Gambar 27.

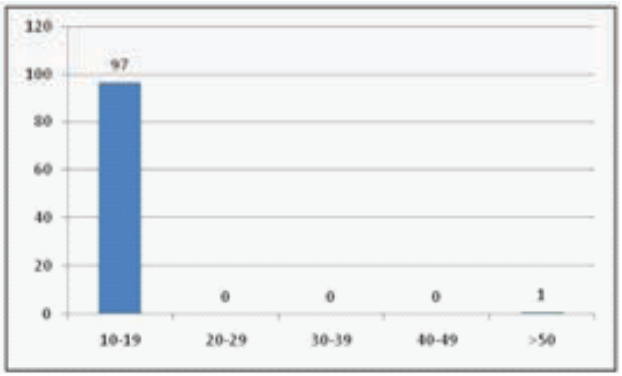
Informasi yang diperoleh dari survei SKT, NKT, inventarisasi flora, dan PUP yang meliputi jumlah individu tumbuhan berkayu dan komposisi spesies tumbuhan selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar penentuan strategi restorasi ekosistem seperti yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya.



(a)



(b)



(c)

(Sumber: Samsoedin et al., 2018)

Gambar 27. Struktur vegetasi tiga kelas tutupan di PT BPP (a) PT BT, (b) PT BM dan (c) PT LT.

9.1.2 Survei Ekosistem Referensi

Survei juga dilaksanakan pada ekosistem yang masih utuh di sekitar areal restorasi sebagai acuan restorasi ekosistem yang diharapkan (areal referensi). Survei ini juga untuk mengidentifikasi sejarah pengelolaan kawasan, penyebab degradasi, keanekaragaman hayati, struktur dan komposisi vegetasi, kondisi iklim, dan potensi gangguan terhadap kelestarian sumber daya alam hayati dan ekosistemnya. Pengetahuan tentang sebab-sebab kerusakan dan hal-hal lain secara teknis di dalam areal restorasi tersebut dapat dipakai sebagai dasar pertimbangan untuk menentukan pola restorasi yang akan dijalankan. Pemahaman tentang ekosistem hutan terdekat tersebut dapat dipakai sebagai contoh atau acuan dan memberi gambaran kondisi hutan setelah direstorasi. Survei awal di kawasan hutan alam terdekat yang masih utuh juga untuk mengetahui komposisi spesies tumbuhan, spesies kunci, pohon sumber benih, dan satwa liar yang ada. Selanjutnya, survei awal dilakukan di daerah sekitar kawasan untuk mengetahui sosial-ekonomi dan sosial-budaya masyarakat dan spesies pohon asli sebagai sumber benih.

Ekosistem yang digunakan sebagai acuan bagi kegiatan restorasi dapat merujuk pada kawasan lindung di dalam konsesi yang kondisinya masih baik. Jika areal yang dimaksud tidak tersedia, kawasan konservasi atau lindung setipe yang berada di sekitar areal konsesi juga dapat digunakan sebagai ekosistem acuan. Di wilayah Jambi, areal yang dapat dijadikan sebagai ekosistem acuan adalah kawasan lindung yang berada di areal konsesi PT Wira Karya Sakti (WKS) yang tutupan lahannya berupa hutan sekunder tua bekas tebangan yang diperkirakan lebih dari 30 tahun lalu (PT WKS, 2018). Kawasan lindung tersebut terdiri atas Kawasan Sempadan Sungai (KSS), Kawasan Perlindungan Satwa Liar (KPSL), dan Kawasan Pelestarian Plasma Nutfah (KPPN). Contoh komposisi dan struktur vegetasi di areal KPPN di PT WKS yang dapat digunakan sebagai ekosistem acuan disajikan pada Tabel 18.

Tabel 18 Komposisi spesies penyusun vegetasi di areal KPPN Sei Tapa 2 PT WKS

Tingkat pertumbuhan	Spesies	INP
Semai	*Syzygium* sp.	48,26
	Syzygium littorale	38,58
	Eugenia sp.	23,24
	Artocarpus kemando	13,77
	Strombosia javanica	11,62
Pancang	*Flacourtia nivea*	22,62
	Shorea sp.	18,38
	Strombosia javanica	14,93
	Nephelium sp.	14,59
	Santiria sp.	12,75
Tiang	*Alseodaphne insignis*	43,33
	Shorea sp.	27,42
	Syzygium littorale	16,80
	Eugenia sp.	15,60
	Dillenia sp.	15,49
Pohon	*Shorea* sp.	34,44
	Macaranga pruinosa	24,18
	Litsea sp.	17,01
	Gironniera nervosa	16,50
	Alseodaphne insignis	15,44

Sumber: PT WKS (2018)

Foto : PT WKS (2018)

Gambar 28. Kondisi kawasan lindung di PT WKS

Di region Riau, ekosistem referensi juga dapat merujuk pada areal kawasan lindung di dalam konsesi yang masih berupa tutupan hutan sekunder tua. Salah satu contoh ekosistem acuan adalah areal sempadan sungai yang ada di PT PSPI (Tabel 19).

Tabel 19 Komposisi tumbuhan penyusun vegetasi di areal sempadan sungai PT PSPI

	Spesies	INP
Semai	*Syzygium* sp. (kelat)	44,26
	Callophylum inophylum (bintangur)	29,85
	Litsea sp. (medang)	19,15
	Shorea sp. (meranti bunga)	16,02
	Palaquium sp. (balam)	15,39
Pancang	*Syzygium* sp. (kelat)	33,60
	Litsea firma (medang)	24,59
	Palaquium sp. (balam)	13,95
	Diospyros macrophylla (arang-arang)	13,50
	Shorea sp. (meranti bunga)	12,62

	Spesies	INP
Tiang	*Syzygium* sp. (kelat)	94,77
	Litsea firma (medang)	34,91
	Querqus sp. (mempening)	25,41
	Sloetia elongata (trempinis)	19,70
	Palaquium sp. (balam)	18,03
Pohon	*Syzygium* sp. (kelat)	78,35
	Querqus sp. (mempening)	43,32
	Macaranga sp. (mahang)	27,40
	Pisang-pisang	18,61
	Litsea firma (medang)	17,75

Sumber: Heriyanto et al. (2018)

Foto : PT PSPI (2018)

Gambar 29. Kondisi areal sempadan sungai di PT PSPI

Ekosistem acuan untuk wilayah Muba (PT BPP) dapat merujuk pada komposisi tumbuhan yang ada di kawasan Cagar Alam Dangku yang lokasinya berdekatan dengan PT BPP. Hal ini disebabkan karena tidak tersedianya areal dengan kondisi hutan yang masih bagus pada kawasan lindung di dalam konsesi.

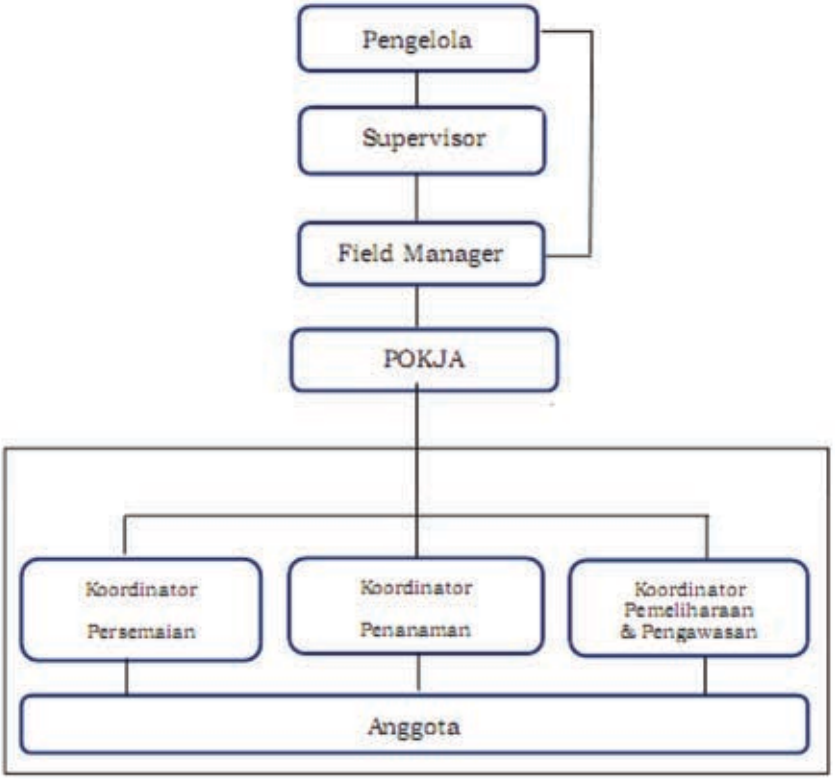
9.2 Sosialisasi dan Pengorganisasian

Rencana restorasi juga perlu disosialisasikan. Sosialisasi adalah salah satu proses saat pengelola menerangkan konsep kegiatan restorasi kepada para pihak terkait untuk mendapatkan dukungan, termasuk mendapat persetujuan. Sasaran sosialisasi meliputi masyarakat setempat (tingkat desa), instansi lokal (kecamatan dan kabupaten), bila perlu melibatkan perguruan tinggi, Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM), dan pemangku kepentingan lainnya. Sosialisasi bisa dilakukan dengan cara mengadakan pertemuan yang mengundang para pihak terkait dan memberikan penjelasan.

Organisasi pelaksana restorasi terdiri atas pengelola, supervisor, manajer lapangan (*field manager*/FM), dan kelompok kerja (Pokja). Pemilihan FM yang tepat merupakan salah satu faktor yang sangat penting untuk menunjang keberhasilan restorasi.

Syarat FM di antaranya adalah: mempunyai pengetahuan ekologi hutan dataran rendah dan memiliki pengalaman teknis dalam penanaman pohon ekosistem hutan dataran rendah lahan kering, selain fokus pada pekerjaan restorasi. FM akan bertugas membentuk kelompok kerja, menyusun rencana kegiatan restorasi beserta anggarannya, melaksanakan kegiatan restorasi, dan membuat laporan.

Pengelola bersama-sama dengan FM memilih dan membentuk pokja. Pokja adalah masyarakat sekitar areal restorasi yang terlibat dalam kegiatan pengelolaan kawasan seperti Mitra Polhut (Polisi Kehutanan), Kader Konservasi, dan lain-lain. Anggota Pokja terdiri atas 10-20 orang. FM memilih 3 anggota Pokja sebagai koordinator yaitu koordinator persemaian, koordinator penanaman, serta koordinator pemeliharaan dan pengawasan.



Sumber: JICA (2014)

Gambar 30. Struktur organisasi restorasi

9.3 Pelaksanaan Restorasi

9.3.1 Restorasi dengan Suksesi Alami

Restorasi dengan suksesi alami dijalankan jika terdapat cukup banyak permudaan alam di lokasi restorasi. Kegiatan yang dilakukan pada restorasi dengan suksesi alami adalah:

- Melakukan patroli dan penjagaan agar blok restorasi dengan permudaaan alam dapat terhindar dari gangguan yang menghambat pertumbuhan vegetasi. Gangguan tersebut dapat berupa kebakaran hutan dan lahan, penggembalaan liar, pemotongan tumbuhan karena mencari rumput, hama, gangguan satwa, dan gangguan lainnya.

- Membuat sekat bakar, jalur hijau, atau jalur kuning untuk mencegah kebakaran.
- Jika diperlukan dapat dibuat pagar hidup untuk melindungi blok suksesi.
- Secara rutin melakukan monitoring pertumbuhan anakan alami.

9.3.2 Restorasi dengan Penunjang Suksesi Alami

Restorasi dengan penunjang suksesi alami dijalankan jika permudaan alam di areal restorasi jumlahnya cukup, namun masih diperlukan upaya tambahan untuk menunjang keberhasilan pertumbuhannya (lihat Bab 5). Kegiatan yang dilakukan pada pola penunjang suksesi alami adalah:

- Melakukan patroli dan penjagaan agar terhindar dari gangguan yang menghambat pertumbuhan vegetasi. Gangguan tersebut dapat berupa penggembalaan liar, kebakaran hutan, pemotongan tumbuhan oleh pencari rumput, hama, dan satwa.
- Membuat sekat bakar.
- Perawatan permudaan alam dengan pengendalian gulma sehingga tidak mengganggu pertumbuhan anakan alam.
- Melakukan pembersihan gulma yang terlalu tebal dengan maksud agar biji dan sinar matahari dapat mencapai tanah sehingga biji mampu berkecambah.
- Pemindahan anakan yang terlalu rapat pada areal yang kurang rapat.
- Membantu pemencaran biji pada areal yang sudah dibersihkan agar memperkaya anakan untuk mampu tumbuh pada lokasi tersebut.
- Penggemburan dilakukan dengan cara mencangkul atau membalikkan tanah dengan tujuan biji dorman di dalam tanah dapat tumbuh.
- Pembangunan pagar hidup.
- Monitoring pertumbuhan anakan hasil permudaan alam.

Sebagai contoh, di areal kandidat restorasi kategori Belukar Tua (BT) dengan sebaran spesies pohon tidak merata, diperlukan intervensi untuk memindahkan semai ke lokasi yang kosong. Perlakuan lain adalah eradikasi

tumbuhan pengganggu di sekitar semai atau pancang, atau mematikan liana pada tahap penanaman untuk mengurangi persaingan nutrisi dan sinar matahari. Peningkatan kadar keasaman melalui pemberian kapur dolomit serta pemupukan diperlukan di areal restorasi, terutama pada satu tahun pertama untuk yang tingkat kesuburan sangat rendah dan rendah, serta enam bulan pertama pada tingkat kesuburan sedang. Perlakuan khusus penggemburan tanah juga perlu dilakukan pada areal yang mengalami pemadatan.

9.3.3 Restorasi dengan Pengayaan Tanaman

Restorasi dengan pengayaan tanaman dilakukan apabila permudaan alam yang tersedia jumlahnya tidak cukup untuk membentuk regenerasi hutan. Kegiatan yang dilakukan pada restorasi dengan pengayaan tanaman adalah:

- Pembuatan persemaian.
- Pembibitan dari cabutan atau dari biji.
- Persiapan lahan untuk penanaman.
- Menanam bibit pada areal yang jarang tumbuhan dengan spesies kunci atau spesies pakan satwa, sarang satwa, ataupun spesies yang belum banyak terdapat pada lokasi tersebut.
- Melakukan patroli dan penjagaan agar terhindar dari gangguan yang menghambat pertumbuhan vegetasi. Gangguan tersebut dapat berupa penggembalaan liar, kebakaran hutan, pemotongan tumbuhan oleh pencari rumput, hama, satwa.
- Pembuatan pagar hidup.
- Monitoring pertumbuhan tanaman.

9.3.4 Restorasi dengan Penanaman

Restorasi dengan penanaman dijalankan apabila ketersediaan anakan alam untuk regenerasi hutan sangat kurang. Oleh karena itu, kegiatan restorasi dengan penanaman perlu mencakup pembangunan persemaian, pembibitan, persiapan lahan, penanaman dan pemeliharaan.

a. **Pembangunan Persemaian**

Persemaian yang dilaksanakan dalam restorasi adalah persemaian sementara. Lokasi persemaian diupayakan yang memenuhi syarat sebagai berikut:

- Tersedia sumber air yang cukup sepanjang tahun.
- Topografi datar (maksimal kemiringan lahan 5%).
- Aksesibilitas relatif mudah, dapat dikunjungi dengan mobil dan sepeda motor.
- Tersedia tenaga kerja.
- Sistem drainasenya bagus.
- Lokasi terhindar dari angin yang kencang.
- Lokasi terletak dekat dengan areal penanaman.

Luas areal persemaian disesuaikan dengan jumlah bibit yang diperlukan. Kegiatan pembangunan persemaian antara lain meliputi:

- Persiapan lahan untuk persemaian.
- Pembuatan bedeng tabur dan bedeng sapih.
- Pembangunan pondok kerja.
- Pembuatan naungan.
- Pembuatan jaringan penyiraman.

Pembangunan persemaian untuk keperluan restorasi pada ekosistem hutan lahan kering dataran rendah dapat mengambil contoh seperti yang dilakukan di Perawang (Riau) dan Sebulu (Kalimantan Timur). Tahap-tahap yang dilakukan meliputi survei lokasi, pembersihan lahan, pendirian pondok kerja, pembuatan jalan masuk, penyiapan instalasi air, pembangunan tandon air (*tower torn*), dan pemasangan instalasi listrik.

Persemaian di Perawang dibangun di atas lahan seluas 20 m x 50 m dengan luas bangunan persemaian 360 m^2 dan bangunan gudang 18 m^2. Pembangunan persemaian di Sebulu dilakukan di lahan berukuran 28 m x 40 m dengan luas bangunan persemaian 280 m^2 dan gudang 6 m^2. Persemaian di Perawang diilustrasikan pada Gambar 31.

Foto: Samsoedin (2019)

Gambar 31. Persemaian PT Arara Abadi di Perawang

b. **Pembibitan**

Pembibitan bahan tanaman restorasi ekosistem dapat dilakukan dengan tahapan proses sebagai berikut:

1) Pengumpulan buah dan anakan
   - Menentukan jumlah spesies yang akan ditanam pada lokasi restorasi dengan mempertimbangkan kemampuan pertumbuhan tanaman dan spesies kunci.
   - Buah atau anakan yang diambil diupayakan merupakan spesies tumbuhan asli dari hutan alam di sekitar areal restorasi.
2) Pembersihan buah dan biji, dilaksanakan sesuai dengan karakteristik masing-masing buah dan biji.
3) Persiapan media untuk bedeng tabur. Media untuk bedeng tabur terdiri atas tanah butiran atau pasir atau *cocopeat*.
4) Penaburan. Perlu perlakuan untuk biji-biji tertentu yang sulit berkecambah. Perlakuan terhadap biji dilakukan sesuai dengan karakteristik masing-masing biji.

5) Penyiapan polibag. Ukuran polibag disesuaikan dengan spesies tumbuhan yang akan dibibitkan.

6) Persiapan media untuk polibag. Media untuk polibag terdiri atas tanah, pupuk organik, dan sekam.

7) Transplantasi. Untuk transplantasi kecambah atau bibit, disiapkan polibag dengan media yang terdiri atas tanah, pupuk organik, dan sekam.

8) Pemeliharaan bibit, dilaksanakan di persemaian untuk menjamin kualitas bibit yang akan ditanam.

c. **Persiapan Lahan**

Persiapan lahan dilaksanakan sesuai dengan rancangan teknis yang telah disusun. Kegiatan persiapan lahan terdiri atas:

- Pembuatan jalur atau piringan.
- Pemasangan ajir di tempat yang akan ditanam.
- Pembuatan lubang tanam di tempat yang akan ditanam.
- Pembuatan sekat bakar.
- Pembuatan pagar hidup.
- Pembuatan embung air di dalam areal restorasi.

d. **Penanaman**

Kegiatan penanaman harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- Pengangkutan bibit ke lokasi restorasi harus dilakukan secara hati-hati dan menggunakan alat yang cocok agar bibit tidak rusak.
- Penanaman dilakukan pada saat awal musim hujan.
- Di tempat-tempat yang kering atau berlereng curam perlu ditambahkan hidrogel dan pupuk organik agar bibit dapat bertahan hidup.
- Untuk mencegah terjadinya penguapan yang tinggi dan pertumbuhan gulma, dapat dilakukan pemberian mulsa dengan tanah dan akar rumput atau daun-daun kering.

Berbagai spesies tumbuhan pada lahan kering dan kebutuhan akan kondisi lingkungan untuk tanaman restorasi tertera pada Tabel 20.

Tabel 20 Beberapa jenis tumbuhan pada lahan kering dan kebutuhannya akan kondisi lingkungan

Jenis tanaman	Tipe hujan	Kebutuhan cahaya	Ketinggian (mdpl)	Keadaan tanah		
				Kedalaman	Kesuburan	Drainase
Acacia catechu	B, C, D	Perlu cahaya penuh	0-400	Toleran terhadap tanah dangkal	Toleran terhadap tanah kurus	-
Agathis borneensis	A, B	Agak tahan naungan	0-400	Toleran terhadap tanah dangkal	Membutuhkan tanah subur	-
Agathis labillardieri	A, B	Agak tahan naungan	0-800	Membutuhkan tanah dalam	Membutuhkan tanah subur	-
Agathis dammara	A, B	Agak tahan naungan	400-1.200	Membutuhkan tanah dalam	Membutuhkan tanah subur	-
Falcataria moluccana	A, B, C	Perlu cahaya penuh	0-1.200	Toleran terhadap tanah dangkal	Membutuhkan tanah subur	50-60 hari
Albizia lebbeck	C, D	Perlu cahaya penuh	0-800	Membutuhkan tanah dalam	Toleran terhadap tanah kurus	60-70 hari
Altingia excelsa	A	Tahan naungan	600-1.600	Membutuhkan tanah dalam	Membutuhkan tanah subur	-
Neolamarckia cadamba	A, B, C, D	Perlu cahaya penuh	0-1.200	Toleran terhadap tanah dangkal	Tidak diketahui	-
Cassia siamea	C, D	Perlu cahaya penuh	0-800	Toleran terhadap tanah dangkal	Toleran terhadap tanah kurus	40-50 hari
Castanopsis javanica	A	Tahan naungan	300-1.600	Membutuhkan tanah dalam	Membutuhkan tanah subur	30-40 hari
Casuarina equisetifolia	A, B, C, D	Perlu cahaya penuh	0-400	Membutuhkan tanah dalam	Toleran terhadap tanah kurus	90-100 hari
Casuarina junghun-iana	A, B, C, D	Perlu cahaya penuh	400-1.200	Membutuhkan tanah dalam	Toleran terhadap tanah kurus	-

Tabel 20 Beberapa jenis tumbuhan pada lahan kering dan kebutuhannya akan kondisi lingkungan (lanjutan)

Jenis tanaman	Tipe hujan	Kebutuhan cahaya	Ketinggian (mdpl)	Keadaan tanah		
				Kedalaman	Kesuburan	Drainase
Dalbergia latifolia	B, C, D	Perlu cahaya penuh	0-800	Toleran terhadap tanah dangkal	Toleran terhadap tanah kurus	70-80 hari
Dalbergia sissoo	B, C, D	Perlu cahaya penuh	0-800	Membutuhkan tanah dalam	Membutuhkan tanah subur	50-60 hari
Dryobala-nops aromatica	A	Agak tahan naungan	0-400	Tidak diketahui	Tidak diketahui	-
Eucalyptus alba	C, D	Perlu cahaya penuh	0-800	Membutuhkan tanah dalam	Membutuhkan tanah subur	40-50 hari
Eucalyptus alba sub species platyphylla	D	Perlu cahaya penuh	-	Toleran terhadap tanah dangkal	Membutuhkan tanah subur	-
Eucalyptus deglupta	A, B	Perlu cahaya penuh	0-800	Membutuhkan tanah dalam	Membutuhkan tanah subur	-
Eucalyptus grandis	C, D	Perlu cahaya penuh	800-1.200	Membutuhkan tanah dalam	Membutuhkan tanah subur	-
Eucalyptus saligna	C, D	Perlu cahaya penuh	800-1.200	Membutuhkan tanah dalam	Membutuhkan tanah subur	-
Eucalyptus tereticornis	C, D	Perlu cahaya penuh	800-1.200	Membutuhkan tanah dalam	Membutuhkan tanah subur	-
Gmelina arborea	B, C, D	Perlu cahaya penuh	0-800	Membutuhkan tanah dalam	Membutuhkan tanah subur	-
Lagerstroe-mia speciosa	A, B	Agak tahan naungan	0-400	Membutuhkan tanah dalam	Toleran terhadap tanah kurus	-
Maesopsis eminii	B, C, D	Perlu cahaya penuh	400-1.200	Tidak diketahui	Tidak diketahui	-

Tabel 20 Beberapa jenis tumbuhan pada lahan kering dan kebutuhannya akan kondisi lingkungan (lanjutan)

Jenis tanaman	Tipe hujan	Kebutuhan cahaya	Ketinggian (mdpl)	Keadaan tanah		
				Kedalaman	Kesuburan	Drainase
Melaleuca leucaden-dra	A, B, C, D	Perlu cahaya penuh	0-400	Toleran terhadap tanah dangkal	Toleran terhadap tanah kurus	-
Pinus caribaea	B, C, D	Perlu cahaya penuh	0-800	Toleran terhadap tanah dangkal	Toleran terhadap tanah kurus	-
Pinus kesiya var langbianensis	B, C	Perlu cahaya penuh	800-1.200	Toleran terhadap tanah dangkal	Toleran terhadap tanah kurus	40-50 hari
Pinus kesiya	B, C, D	Perlu cahaya penuh	800-1.200	Toleran terhadap tanah dangkal	Toleran terhadap tanah kurus	-
Pinus merkusii	B, C, D	Perlu cahaya penuh	200-1.700	Toleran terhadap tanah dangkal	Toleran terhadap tanah kurus	40-50 hari
Dacrycarpus imbricatus	A, B, C	Setengah intoleran	0-1.200	Membutuhkan tanah dalam	Toleran terhadap tanah kurus	-
Pterosper-mum javanicum	A, B, C	Perlu cahaya penuh	0-400	Membutuhkan tanah dalam	Toleran terhadap tanah kurus	-
Santalum album	C, D	Perlu cahaya penuh	0-800	Membutuhkan tanah dalam	Toleran terhadap tanah kurus	10-20 hari
Schima noronhae	A, B	Tahan naungan	800-1.200	Membutuhkan tanah dalam	Membutuhkan tanah subur	-
Swietenia macrophylla	B, C, D	Tahan naungan	0-800	Membutuhkan tanah dalam	Toleran terhadap tanah kurus	70-80 hari
Swietenia mahagoni	C, D	Tahan naungan	0-800	Membutuhkan tanah dalam	Toleran terhadap tanah kurus	70-80 hari
Shorea javanica	A, B, C	Agak tahan naungan	0-400	Tidak diketahui	Toleran terhadap tanah kurus	-

Tabel 20 Beberapa jenis tumbuhan pada lahan kering dan kebutuhannya akan kondisi lingkungan (lanjutan)

Jenis tanaman	Tipe hujan	Kebutuhan cahaya	Ketinggian (mdpl)	Keadaan tanah		
				Kedalaman	Kesuburan	Drainase
Shorea leprosula	A, B, C	Agak tahan naungan	0-400	Tidak diketahui	Toleran terhadap tanah kurus	60-70 hari
Tectona grandis	C, D	Perlu cahaya penuh	0-800	Membutuhkan tanah dalam	Toleran terhadap tanah kurus	0-10 hari

Keterangan: Drainase merupakan ketahanan jenis terhadap kekurangan air.

Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan terdiri atas:

- Penyiangan semak dan gulma sekitar tanaman.
- Penyulaman untuk tanaman yang mati.
- Pengawasan dan patroli untuk melindungi tanaman dari kebakaran hutan dan gangguan oleh satwa dan ternak.

9.4 Pemantauan dan Evaluasi

Sistem pemantauan dan evaluasi yang efektif diakui sebagai bagian penting dari keberhasilan kegiatan restorasi, memungkinkan pengukuran kemajuan dan yang lebih penting membantu mengidentifikasi tindakan korektif dan modifikasi yang pasti akan dibutuhkan dalam proses restorasi jangka panjang tersebut (Vallauri *et al*., 2005b).

Tahap pemantauan dan evaluasi restorasi dilakukan untuk memastikan proses restorasi berjalan dengan baik dan menghasilkan kualitas pertumbuhan yang baik. Dengan demikian, pemantauan dan evaluasi ditujukan pada proses (kegiatan) dan hasil.

9.4.1 Pemantauan Kegiatan Restorasi

Pemantauan adalah proses pengumpulan dan penggunaan data secara berkala untuk menginformasikan keputusan manajemen (O'Connor *et al*., 2005). Pemantauan bukan merupakan kegiatan terpisah di akhir kegiatan, tetapi sebagai bagian dari siklus manajemen adaptif. Rencana pemantauan sebaiknya menguraikan kebutuhan informasi, menentukan jumlah dan jenis indikator, menyediakan metode pengumpulan data indikator, termasuk siapa yang bertanggung jawab, dan kapan data dikumpulkan.

Pemantauan kegiatan restorasi ditujukan untuk mengidentifikasi kendala, masalah, dan tantangan yang mungkin dihadapi selama proses pelaksanaan restorasi. Berdasarkan pemantauan, pelaksana kegiatan berkewajiban mencarikan solusi pemecahan masalahnya, baik solusi teknis, administratif, maupun solusi non-teknis lainnya.

Pemantauan kegiatan restorasi perlu memperhatikan beberapa hal berikut:

- Pemantauan hasil restorasi ditujukan untuk mengetahui kualitas pertumbuhan tanaman dan kualitas proses suksesi yang terjadi secara biofisik dalam periode tertentu.
- Pada areal restorasi, dilakukan pemantauan kondisi tanaman (dari serangan hama dan penyakit atau gangguan lain) melalui observasi.
- Pemantauan kondisi tanaman dilaksanakan tiga bulan setelah tanam, enam bulan, kemudian setiap tahun sampai tanaman berumur lima tahun.
- Pada lokasi penanaman dan pengayaan tanaman, dilakukan pengamatan terhadap persentase hidup, pengukuran tinggi dan diameter tanaman. Pengamatan terhadap variabel tersebut dapat dilakukan melalui pengukuran terhadap individu contoh dengan intensitas cuplikan 5% dari luas setiap blok tanam.
- Pada lokasi dengan pilihan strategi suksesi alami dan penunjang suksesi alami, pemantauan terhadap kerapatan dan jenis tumbuhan dilaksanakan pada contoh dengan intensitas cuplikan 5% dari luas setiap blok tanam.

- Pemantauan dilaksanakan setiap akhir tahun. Laporan hasil pemantauan dibuat dan disampaikan bersama dengan laporan kegiatan akhir tahun.
- Hasil pemantauan dipakai untuk bahan pertimbangan kegiatan penyulaman dan pemeliharaan tanaman. Hasil pemantauan tersebut juga dipakai sebagai bahan penyempurnaan pelaksanaan kegiatan selanjutnya. Kekurangan ataupun kesalahan harus diperbaiki pada tahun berikutnya.

9.4.2 Evaluasi Hasil Restorasi

Evaluasi dilakukan oleh pengelola secara sendiri atau bersama donor dan lembaga lain yang terkait. Evaluasi dilaksanakan pada tahun kelima pada setiap blok rerstorasi. Unsur-unsur yang dievaluasi meliputi:

- Flora dan fauna.
- Kondisi tanah.
- Persentase tumbuh dan kesehatan tanaman.
- Jumlah tegakan per ha.
- Komposisi dan struktur tegakan.
- Strategi, metode atau cara pelaksanaan restorasi.
- Anggaran.
- Partisipasi dan manfaat bagi masyarakat.

Evaluasi dilaksanakan dengan cara:

- Evaluasi biofisik lahan dan tanaman serta fauna dilakukan dengan pengambilan contoh secara acak dengan intensitas cuplikan 5% dari luas setiap petak. Luas setiap contoh adalah 1.000-2.000 m.
- Evaluasi kesehatan tanaman dilakukan dengan cara observasi terhadap contoh yang telah ditentukan. Indikatornya antara lain adalah serangan hama penyakit, gangguan satwa dan ternak.

Data dan informasi tentang pendapat dan kesadaran masyarakat dikumpulkan melalui pertemuan kelompok, audiensi, wawancara, ataupun menggunakan kuesioner. Pelaporan evaluasi dilakukan dengan menyusun

dan menyampaikan kepada pengelola, memuat kemajuan fisik, keuangan, dan partisipasi masyarakat. Hasil evaluasi digunakan oleh manajemen untuk memperbaiki dan menyempurnakan strategi dan metode restorasi.

9.5 Kebutuhan Biaya Restorasi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering

Biaya restorasi yang disampaikan pada bagian ini merupakan estimasi kebutuhan biaya restorasi pada ekosistem hutan dataran rendah lahan kering. Estimasi berlaku secara umum sehingga nilai lokal dapat menyesuaikan dengan harga pasar dan upah yang berlaku pada daerah tertentu.

Kebutuhan biaya restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering dapat didekati dari standar biaya tertentu. Standar biaya ini dibatasi hanya pada kegiatan penanaman, tidak termasuk biaya perencanaan, persiapan lahan, pemeliharaan, pemantauan, dan evaluasi. Biaya restorasi hanya dapat menggambarkan biaya yang diperlukan untuk strategi restorasi dengan penanaman, pengayaan, dan penunjang suksesi alami.

Standar untuk dua lokasi di Sumatera yaitu Musi Banyuasin (Sumatera Selatan) dan Jambi, diketahui bahwa komponen material penanaman membutuhkan biaya lebih kecil (7,7%) dibandingkan dengan komponen biaya untuk upah (92,3%) per satuan bibit. Jika asumsi restorasi dengan pengayaan di suatu areal dilakukan dengan 45 bibit per ha maka diperlukan biaya restorasi sebesar Rp. 1.293.750/ha atau Rp. 1.533.750/ha dengan tindakan eradikasi. Jika pengayaan dilakukan dengan kebutuhan sebanyak 57 bibit/ha maka diperlukan Rp. 1.638.750/ha atau Rp. 1.878.750/ha dengan tindakan eradikasi. Semakin banyak kebutuhan bibit untuk restorasi, semakin besar kebutuhan biaya yang diperlukan.

Adapun perkiraan kebutuhan biaya untuk kegiatan restorasi dengan penunjang suksesi alami dapat didekati dengan biaya eradikasi, yaitu sebesar Rp. 240.000/anakan. Besaran kebutuhan biaya per hektare untuk strategi restorasi penunjang suksesi alami akan sangat bergantung pada jumlah anakan yang tersedia yang harus dipelihara di areal restorasi. Tabel 21 dan 22 menggambarkan kebutuhan biaya restorasi berdasarkan studi di Sumatera Selatan dan Jambi.

Tabel 21 Standar biaya restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering pada lahan terbuka & belukar muda di Musi Banyuasin, Sumatera Selatan

No	Kegiatan	Vol.	Unit	Biaya per pohon (Rp)			
				Biaya satuan	Upah	Material	Total
1	Pembersihan lahan dengan cara piringan dengan jari-jari 1,5 m	1	Paket	500	500		500
2	Pembuatan lubang ukuran 40 cm x 40 cm x 30 cm	1	Lu-bang	2.000	2.000		2.000
3	Pupuk kompos organik	5	Kg	2.000		10.000	10.000
4	Pupuk NPK *slow release*	50	gr	15		750	750
5	Bibit	1	Buah	10.000		10.000	10.000
6	Penanaman dan pemupukan	1	Paket	2.000	2.000		2.000
7	Mulsa dari kardus bekas dengan diameter 0,5 m	1	Paket	500	500		500
8	Ajir (ukuran 1,5 m)	1	Paket	500	500		500
9	Pemasangan mulsa dan ajir	1	Paket	500	500		500
10	Transportasi bibit & sarpras dari pinggir blok tanam ke lubang tanam	1	Paket	1.000	1.000		1.000
11	Transportasi bibit & sarparas dari *nursery*/gudang ke pinggir blok tanam	1	Paket	1.000	1.000		1.000
12	Pembersihan/ eradikasi spesies invasif **)	2	HOK/ Ha	120.000	240.000		240.000
	Jumlah				248.000	20.750	268.750
Jumlah (tanpa ditambah biaya *point* 12)					8.000	20.750	28.750

Tabel 21 Standar biaya restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering pada lahan terbuka & belukar muda di Musi Banyuasin, Sumatera Selatan (lanjutan)

No	Kegiatan	Vol.	Unit	Biaya per pohon (Rp)			
				Biaya satuan	Upah	Material	Total
1	Total biaya/ha restorasi untuk areal LT			Muba (45 bibit/ha)			
	a. Tanpa Pembersihan/ eradikasi				360.000	933.750	1.293.750
	b. Dengan pembersihan/ eradikasi				600.000	933.750	1.533.750
2	Total biaya/ha restorasi untuk BM : hanya kegiatan eradikasi untuk areal BM				240.000	-	240.000

**) Jika diperlukan.

Tabel 22 Standar biaya restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering pada lahan terbuka & belukar muda di Jambi

No.	Kegiatan	QTY	Satuan	Biaya per pohon (Rp)			
				Biaya satuan	Upah	Material	Total
1	Pembersihan lahan dengan cara piringan dengan jari-jari 1,5 m	1	Unit	500	500		500
2	Pembuatan lubang ukuran 40 cm x 40 cm x 30 cm	1	Lubang	2.000	2.000		2.000
3	Pupuk kompos organik	5	Kg	2.000		10.000	10.000
4	Pupuk NPK *slow release*	50	gr	15		750	750
5	Bibit	1	Buah	10.000		10.000	10.000
6	Penanaman dan pemupukan	1	Unit	2.000	2.000		2.000

Tabel 22 Standar biaya restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering pada lahan terbuka & belukar muda di Jambi (lanjutan)

No.	Kegiatan	QTY	Satuan	Biaya per pohon (Rp)			
				Biaya satuan	Upah	Material	Total
7	Mulsa dari kardus bekas dengan diameter 0,5 m	1	unit	500	500	-	500
8	Ajir (ukuran 1,5 m)	1	Unit	500	500	-	500
9	Pemasangan mulsa dan ajir	1	Unit	500	500		500
10	Transportasi bibit & sarpras dari pinggir blok tanam ke lubang tanam	1	Unit	1.000	1.000		1.000
11	Transportasi bibit & sarparas dari *nursery*/ gudang ke pinggir blok tanam	1	Unit	1.000	1.000		1.000
12	Pembersihan/ eradikasi spesies invasif **)	2	HOK/ Ha	120.000	240.000		240.000
	Jumlah				248.000	20.750	268.750
Jumlah (tanpa ditambah biaya *point* 12)					8.000	20.750	28.750
1	Total biaya/ha restorasi untuk areal LT			Jambi (57 bibit/ha)			
	a. Tanpa Pembersihan/ eradikasi				456.000	1.182.750	1.638.750
	b. Dengan pembersihan/ eradikasi				696.000	1.182.750	1.878.750
2	Total biaya/ha restorasi untuk BM: hanya kegiatan eradikasi untuk areal BM				240.000	-	240.000

**) Jika diperlukan.

Tabel 21 dan 22 belum mengakomodasi kebutuhan kegiatan restorasi di luar penanaman dan eradikasi, termasuk juga pertimbangan mobilisasi material dan tenaga kerja antar-lokasi restorasi yang tersebar karena bersifat mozaik, bukan dalam satu hamparan. Kebutuhan biaya pada model lokasi kegiatan yang terfragmentasi lebih tinggi dibanding pada lokasi yang terpusat. Oleh karena itu dibutuhkan pendekatan lain dalam menyediakan estimasi kebutuhan biaya restorasi ekosistem hutan lahan kering dataran rendah.

Estimasi biaya restorasi ekosistem hutan lahan kering dataran rendah dengan 4 strategi yang berbeda disajikan pada Tabel 23 sampai dengan 26. Restorasi dengan suksesi alami memiliki komponen biaya yang paling sedikit dan restorasi dengan penanaman kembali menunjukkan komponen biaya yang lebih banyak.

Tabel 23 Estimasi kebutuhan biaya restorasi dengan suksesi alami

Kegiatan	Vol.	Unit	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Sosialisasi (untuk 1 desa, 2 kali)				
- Konsumsi peserta	100	OH	50.000	5.000.000
- Bantuan transpor masyarakat	100	OJ	50.000	5.000.000
- Bantuan transpor staf pengelola	6	OJ	100.000	600.000
Pemantapan areal restorasi				
- Survei batas (2 hari)				
Perwakilan masyarakat	6	OH	150.000	900.000
Staf pengelola	6	OH	150.000	900.000
Bahan dan alat (patok, cat, tali, dan lain-lain)	5	blok	1.000.000	5.000.000
Konsumsi	12	OH	50.000	600.000
- Pemetaan				
Honorarium	1	OK	100.000	100.000
Bahan dan perbanyakan	1	paket	100.000	100.000
Pelatihan teknis restorasi (3 hari)				
- Bantuan transpor peserta	45	OH	50.000	2.250.000
- Honor pelatih	6	OH	500.000	3.000.000

Tabel 23 Estimasi kebutuhan biaya restorasi dengan suksesi alami (lanjutan)

Kegiatan	Vol.	Unit	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
- Konsumsi	51	OH	50.000	2.550.000
- Materi	15	paket	30.000	450.000
Survei awal (5 hari)				
- Honor tenaga ahli	5	OH	500.000	2.500.000
- Staf pengelola	5	OH	150.000	750.000
- Kelompok kerja (5 orang)	25	OH	150.000	3.750.000
- Konsumsi	35	OH	50.000	1.750.000
- Penyusunan laporan	1	paket	300.000	300.000
Penyusunan rencana dan rancangan				
- Honor tenaga ahli	1	OH	500.000	500.000
- Staf pengelola	1	OH	150.000	150.000
- Kelompok kerja (5 orang)	5	OH	150.000	750.000
- Konsumsi	7	OH	50.000	350.000
- Penyusunan laporan	1	paket	300.000	300.000
Perlakuan lahan				
- Pembuatan sekat bakar (per ha)	10	HOK	125.000	1.250.000
Pemeliharaan				
- Patroli dan penjagaan (1 tahun)	60	OB	1.200.000	72.000.000
- Pemeliharaan sekat bakar (per ha)	5	HOK	125.000	625.000
Monitoring dan evaluasi (setiap 6 bulan)				
Survei				
- Tenaga survei masyarakat	12	OH	150.000	1.800.000
- Staf pengelola	8	OH	150.000	1.200.000
- Konsumsi	20	OH	50.000	1.000.000
Pertemuan				
- Bantuan transpor masyarakat	10	OH	50.000	500.000
- Staf pengelola	2	OH	100.000	200.000
Penyusunan laporan monev	1	paket	300.000	300.000

Tabel 24 Perkiraan kebutuhan biaya restorasi dengan penunjang suksesi alami

Kegiatan	Vol.	Unit	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Sosialisasi (untuk 1 desa, 2 kali)				
- Konsumsi peserta	100	OH	50.000	5.000.000
- Bantuan transpor masyarakat	100	OJ	50.000	5.000.000
- Bantuan transpor staf pengelola	6	OJ	100.000	600.000
Pemantapan areal restorasi				
- Survei batas (2 hari)				
Perwakilan masyarakat	6	OH	150.000	900.000
Staf pengelola	6	OH	150.000	900.000
Bahan dan alat (patok, cat, tali, dan lain-lain)	5	blok	1.000.000	5.000.000
Konsumsi	12	OH	50.000	600.000
- Pemetaan				
Honorarium	1	OK	100.000	100.000
Bahan dan perbanyakan	1	paket	100.000	100.000
Pelatihan teknis restorasi (3 hari)				
- Bantuan transpor peserta	45	OH	50.000	2.250.000
- Honor pelatih	6	OH	500.000	3.000.000
- Konsumsi	51	OH	50.000	2.550.000
- Materi	15	paket	30.000	450.000
Survei awal (5 hari)				
- Honor tenaga ahli	5	OH	500.000	2.500.000
- Staf pengelola	5	OH	150.000	750.000
- Kelompok kerja (5 orang)	25	OH	150.000	3.750.000
- Konsumsi	35	OH	50.000	1.750.000
- Penyusunan laporan	1	paket	300.000	300.000
Penyusunan rencana dan rancangan				
- Honor tenaga ahli	1	OH	500.000	500.000
- Staf pengelola	1	OH	150.000	150.000
- Kelompok kerja (5 orang)	5	OH	150.000	750.000
- Konsumsi	7	OH	50.000	350.000
- Penyusunan laporan	1	paket	300.000	300.000

Tabel 24 Perkiraan kebutuhan biaya restorasi dengan penunjang suksesi alami (lanjutan)

Kegiatan	Vol.	Unit	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Perlakuan lahan				
- Pembuatan sekat bakar (per ha)	10	HOK	125.000	1.250.000
Pemeliharaan				
- Pembersihan gulma/eradikasi	40	HOK	125.000	5.000.000
- Pendangiran	40	HOK	125.000	5.000.000
- Penyebaran biji	4	HOK	125.000	500.000
- Pemindahan anakan	4	HOK	125.000	500.000
- Patroli dan penjagaan (1 tahun)	60	OB	1.200.000	72.000.000
- Pemeliharaan sekat bakar (per ha)	5	HOK	125.000	625.000
Monitoring dan evaluasi (setiap 6 bulan)				
Survei				
- Tenaga survei masyarakat	12	OH	150.000	1.800.000
- Staf pengelola	8	OH	150.000	1.200.000
- Konsumsi	20	OH	50.000	1.000.000
Pertemuan				
- Bantuan transpor masyarakat	10	OH	50.000	500.000
- Staf pengelola	2	OH	100.000	200.000
Penyusunan laporan monev	1	paket	300.000	300.000

Tabel 25 Perkiraan kebutuhan biaya restorasi dengan pengayaan tanaman

Kegiatan	Vol.	Unit	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Sosialisasi (untuk 1 desa, 2 kali)				
- Konsumsi peserta	100	OH	50.000	5.000.000
- Bantuan transpor masyarakat	100	OJ	50.000	5.000.000
- Bantuan transpor staf pengelola	6	OJ	100.000	600.000
Pemantapan areal restorasi				
- Survei batas (2 hari)				
Perwakilan masyarakat	6	OH	150.000	900.000
Staf pengelola	6	OH	150.000	900.000

Tabel 25 Perkiraan kebutuhan biaya restorasi dengan pengayaan tanaman (lanjutan)

Kegiatan	Vol.	Unit	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Bahan dan alat (patok, cat, tali, dan lain-lain)	5	blok	1.000.000	5.000.000
Konsumsi	12	OH	50.000	600.000
- Pemetaan				
Honorarium	1	OK	100.000	100.000
Bahan dan perbanyakan	1	paket	100.000	100.000
Pelatihan teknis restorasi (3 hari)				
- Bantuan transpor peserta	45	OH	50.000	2.250.000
- Honor pelatih	6	OH	500.000	3.000.000
- Konsumsi	51	OH	50.000	2.550.000
- Materi	15	paket	30.000	450.000
Survei awal (5 hari)				
- Honor tenaga ahli	5	OH	500.000	2.500.000
- Staf pengelola	5	OH	150.000	750.000
- Kelompok kerja (5 orang)	25	OH	150.000	3.750.000
- Konsumsi	35	OH	50.000	1.750.000
- Penyusunan laporan	1	paket	300.000	300.000
Penyusunan rencana dan rancangan				
- Honor tenaga ahli	1	OH	500.000	500.000
- Staf pengelola	1	OH	150.000	150.000
- Kelompok kerja (5 orang)	5	OH	150.000	750.000
- Konsumsi	7	OH	50.000	350.000
- Penyusunan laporan	1	paket	300.000	300.000
Pembangunan persemaian				
- Pembangunan persemaian	1	paket	50.000.000	50.000.000
Pembuatan bibit (untuk 3.500 batang)				
- Bahan dan perlengkapan (*polybag*, sekam, obat-obatan, dan lain-lain)	1	paket	1.000.000	1.000.000
- Pengumpulan biji dan anakan	50	HOK	125.000	6.250.000
- Persiapan dan penaburan biji	2	HOK	125.000	250.000

Tabel 25 Perkiraan kebutuhan biaya restorasi dengan pengayaan tanaman (lanjutan)

Kegiatan	Vol.	Unit	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
- Persiapan media	15	HOK	125.000	1.875.000
- Pengisian *polybag*	20	HOK	125.000	2.500.000
- Transplantasi bibit	10	HOK	125.000	1.250.000
- Pemeliharaan bibit (penyiraman, penyulaman, pengendalian hama/ penyakit)	6	OB	800.000	4.800.000
Persiapan lahan				
- Peralatan dan materi tanaman (ajir, pupuk dasar)	1	paket	1.500.000	1.500.000
- Pembersihan lahan	25	HOK	125.000	3.125.000
- Pembuatan sekat bakar (per ha)	10	HOK	125.000	1.250.000
Penanaman pengayaan				
- Pengangkutan bibit	15	HOK	125.000	1.875.000
- Penanaman	25	HOK	125.000	3.125.000
Pemeliharaan				
- Pembersihan gulma/eradikasi	40	HOK	125.000	5.000.000
- Penyiangan	25	HOK	125.000	3.125.000
- Penyulaman	15	HOK	125.000	1.875.000
- Patroli dan penjagaan (1 tahun)	60	OB	1.200.000	72.000.000
- Pemeliharaan sekat bakar (per ha)	5	HOK	125.000	625.000
Pemantauan dan evaluasi (setiap 6 bulan)				
Survei				
- Tenaga survei masyarakat	12	OH	100.000	1.200.000
- Staf pengelola	8	OH	100.000	800.000
- Konsumsi	20	OH	50.000	1.000.000
Pertemuan				
- Bantuan transpor masyarakat	10	OH	50.000	500.000
- Staf pengelola	2	OH	100.000	200.000
Penyusunan laporan monev	1	paket	300.000	300.000

Tabel 26 Perkiraan kebutuhan biaya restorasi dengan penanaman

Kegiatan	Vol.	Unit	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Sosialisasi (untuk 1 desa, 2 kali)				
- Konsumsi peserta	100	OH	50.000	5.000.000
- Bantuan transpor masyarakat	100	OJ	50.000	5.000.000
- Bantuan transpor staf pengelola	6	OJ	100.000	600.000
Pemantapan areal restorasi				
- Survei batas (2 hari)				
Perwakilan masyarakat	6	OH	150.000	900.000
Staf pengelola	6	OH	150.000	900.000
Bahan dan alat (patok, cat, tali, dan lain-lain)	5	blok	1.000.000	5.000.000
Konsumsi	12	OH	50.000	600.000
- Pemetaan				
Honorarium	1	OK	100.000	100.000
Bahan dan perbanyakan	1	paket	100.000	100.000
Pelatihan teknis restorasi (3 hari)				
- Bantuan transpor peserta	45	OH	50.000	2.250.000
- Honor pelatih	6	OH	500.000	3.000.000
- Konsumsi	51	OH	50.000	2.550.000
- Materi	15	paket	30.000	450.000
Survei awal (5 hari)				
- Honor tenaga ahli	5	OH	500.000	2.500.000
- Staf pengelola	5	OH	150.000	750.000
- Kelompok kerja (5 orang)	25	OH	150.000	3.750.000
- Konsumsi	35	OH	50.000	1.750.000
- Penyusunan laporan	1	paket	300.000	300.000
Penyusunan rencana dan rancangan				
- Honor tenaga ahli	1	OH	500.000	500.000
- Staf pengelola	1	OH	150.000	150.000
- Kelompok kerja (5 orang)	5	OH	150.000	750.000
- Konsumsi	7	OH	50.000	350.000

Tabel 26 Perkiraan kebutuhan biaya restorasi dengan penanaman (lanjutan)

Kegiatan	Vol.	Unit	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
- Penyusunan laporan	1	paket	300.000	300.000
Pembangunan persemaian				
- Pembangunan persemaian	1	paket	50.000.000	50.000.000
Pembuatan bibit (untuk 7.500 batang)				
- Bahan dan perlengkapan (*polybag*, sekam, obat-obatan, dan lain-lain)	1	paket	2.000.000	2.000.000
- Pengumpulan biji dan anakan	60	HOK	125.000	7.500.000
- Persiapan dan penaburan biji	2	HOK	125.000	250.000
- Persiapan media	25	HOK	125.000	3.125.000
- Pengisian *polybag*	40	HOK	125.000	5.000.000
- Transplantasi bibit	10	HOK	125.000	1.250.000
- Pemeliharaan bibit (penyiraman, penyulaman, hama/penyakit)	6	OB	800.000	4.800.000
Persiapan lahan				
- Peralatan dan materi tanaman (ajir, pupuk dasar)	1	paket	3.000.000	3.000.000
- Pembersihan lahan	50	HOK	125.000	6.250.000
- Pembuatan sekat bakar (per ha)	10	HOK	125.000	1.250.000
Penanaman				
- Pengangkutan bibit	30	HOK	125.000	3.750.000
- Penanaman	60	HOK	125.000	7.500.000
Pemeliharaan				
- Pembersihan gulma/eradikasi	80	HOK	125.000	10.000.000
- Penyiangan	50	HOK	125.000	6.250.000
- Penyulaman	30	HOK	125.000	3.750.000
- Patroli dan penjagaan (1 tahun)	60	OB	1.200.000	72.000.000
- Pemeliharaan sekat bakar (per ha)	5	HOK	125.000	625.000
Monitoring dan evaluasi (setiap 6 bulan)				
Survei				
- Tenaga survei masyarakat	12	OH	150.000	1.800.000

Tabel 26 Perkiraan kebutuhan biaya restorasi dengan penanaman (lanjutan)

Kegiatan	Vol.	Unit	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
- Staf pengelola	8	OH	150.000	1.200.000
- Konsumsi	20	OH	50.000	1.000.000
Pertemuan				
- Bantuan transpor masyarakat	10	OH	50.000	500.000
- Staf pengelola	2	OH	100.000	200.000
Penyusunan laporan monev	1	paket	300.000	300.000

Secara prinsip, restorasi ekosistem membutuhkan pembiayaan lain di luar kegiatan yang berhubungan dengan vegetasi. Di samping itu, karena restorasi ekosistem dilakukan pada areal yang terdegradasi maka secara biofisik akan diperlukan kegiatan non vegetatif sebagai upaya pemulihan lahan. Oleh karena itu, kebutuhan biaya restorasi per satuan luas atau per satuan lanskap dapat lebih tinggi dibandingkan kebutuhan biaya untuk operasional pengelolaan lahan lainnya, seperti hutan tanaman industri, *agroforetry*, atau pertanian menetap.

Daftar Pustaka

Ata Marie Forestry Expert. (2015). *Final report high carbon stock assessment Muba Region* (Prepared for: The Forest Trust and Asia Pulp and Paper). Jakarta: Asia Pulp and Paper.

Heriyanto, N. M., Samsoedin, I., Priatna, D., Wiharjo, U., Suprianto, Ismail, Nurpiansyah, Zulfikar. (2018). *Struktur dan kompisisi vegetasi serta kandungan karbon di Kelompok Hutan Sungai Lipai – Sungai Pelalawan, Distrik Lipat Kain, areal konsesi PT Perawang Sukses Perkasa Indonesia (PSPI), Kabupaten Kampar, Provinsi Riau* (Laporan Penelitian). Kerja sama Pusat Litbang Hutan, Pusat Litbang Sosial Ekonomi Kebijakan dan Perubahan Iklim dengan APP Group, Sinar Mas Forestry, dan PT PSPI.

O'Connor, S., Salafsky, N., Salzer, D.W. (2005). Monitoring Forest Restoration Projects in the Context of an Adaptive Management Cycle. Within Mansourian, S.,Vallauri,D., Dudley, N. (eds.). Forest Restoration in Landscapes: Beyond Planting Trees. New York: Springer.

Samsoedin, I., Heriyanto, N. M., Priatna, D., Supriatno, Wiharjo, U., Laksana, E. (2018). Struktur dan Komposisi Vegetasi serta Kandungan Karbon pada Kelompok Hutan Sungai Bayat, Distrik Selaro, Areal Konsesi PT Bumi Persada Permai. Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. Bogor/Jakarta: Pusat Litbang Sosial Ekonomi Kebijakan dan Perubahan Iklim bekerjasama dengan Asia Pulp and Paper Group, Sinar Mas Forestry, PT Bumi Persada Permai, dan PT Rimba Hutani Mas.

Soerianegara, I. & Indrawan, A. (2015). Ekologi hutan Indonesia. Bogor: Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan, IPB.

[PT WKS] PT Wirakarya Sakti. (2018). Laporan Inventarisasi Keanekaragaman Flora di Kawasan Lindung PT Wirakarya Sakti. Jambi: Kerjasama Fakultas Kehutanan Universitas Jambi dengan PT Wirakarya Sakti.

Vallauri, D., Aronson, J., Dudley, N. (2005a). An Attempt to Develop a Framework for Restoration Planning. In*:* Mansourian, S., Vallauri, D., Dudley, N. (eds.). Forest Restoration in Landscapes: Beyond Planting Trees. New York: Springer.

Vallauri, D., Aronson, J., Dudley, N., Vallejo, R. (2005b). Monitoring and Evaluating Forest Restoration Success. In: Mansourian, S., Vallauri, D., Dudley, N. (eds.). Forest Restoration in Landscapes: Beyond Planting Trees. New York: Springer.

BAGIAN IV
PENUTUP

10. Refleksi bagi Pengembangan Strategi Restorasi di Indonesia

Yanto Rochmayanto dan & Dolly Priatna

Inisiatif restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering di Jambi, Sumatera Selatan, dan Kalimantan Barat menyediakan berbagai pembelajaran berharga bagi pengembangan strategi restorasi ekosistem di Indonesia. Pembelajaran tersebut berkontribusi pada diskusi akademik konseptual dan juga pada praktik operasional restorasi di tingkat tapak.

Pertama, pilihan strategi restorasi ekosistem tidak bisa dilepaskan dari pertimbangan sosial-ekonomi masyarakat di sekitar lokasi restorasi, mengingat degradasi yang terjadi di kawasan hutan lokasi restorasi sebagian besar diakibatkan oleh kegiatan-kegiatan destruktif yang telah terjadi sebelumnya serta adanya masalah tenurial antara pemegang hak pengusahaan hutan dengan masyarakat sekitar. Pertimbangan sosial-ekonomi tersebut memetakan dan menggambarkan ketergantungan sosial masyarakat terhadap lahan yang menjadi target restorasi. Dukungan moral dan teknis dari masyarakat sekitar lokasi sangat penting bagi keberhasilan pelaksanaan restorasi ekosistem. Selain mengembalikan fungsi ekosistem hutan, kegiatan restorasi ini juga diharapkan dapat menjadi salah satu opsi dalam meningkatkan perekonomian masyarakat sekitar, serta dapat menjadi "jembatan" penghubung dalam memecahkan permasalahan sengketa lahan yang juga banyak terjadi di kawasan hutan lindung di dalam konsesi pengusahaan hutan.

Kedua, ekosistem referensi tidak harus kaku dengan merujuk pada ekosistem hutan klimaks semula sesuai histori penutupan lahan atau ekosistem serupa yang masih ada saat ini di sekitar areal restorasi sebagai pendekatannya. Aspek sosial-ekonomi dan karakteristik biofisik saat ini dapat menjadi pertimbangan utama dalam mendefinisikan tujuan restorasi. Ekosistem yang akan dibangun dapat berupa ekosistem hibrida atau ekosistem baru yang memiliki fungsi ekologis setara serta dapat bermanfaat

bagi masyarakat sekitar dari sisi layanan ekologis dan hasil hutan bukan kayu. Prinsip penyelamatan keanekaragaman hayati tetap menjadi target utama dalam restorasi ekosistem.

Ketiga, restorasi ekosistem akan berkembang tidak hanya menjadi tugas pemerintah saja atau hanya pada kawasan restorasi ekosistem yang dialokasikan pemerintah, tetapi akan dan dapat berkembang ke areal-areal hutan perlindungan tambahan yang menjadi komitmen aktor non pemerintah. Komitmen yang dapat dihitung kontribusinya bagi restorasi ekosistem adalah komitmen yang berada di luar kewajiban konservasi dan perlindungan inti yang telah ditetapkan oleh peraturan perundang-undangan sebagai kewajiban lingkungan dan sosial.

Keempat, komitmen aktor non pemerintah dalam pelaksanaan retorasi ekosistem di hutan dataran rendah lahan kering telah memenuhi prinsip *additionality* pada serapan karbon hutan. Selain melestarikan keanekaragaman hayati dan dapat menjadi keberlanjutan usaha secara jangka panjang, restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering oleh perusahaan swasta dapat memberikan kontribusi bagi pencapaian NDC Indonesia dari sektor berbasis lahan. *Additionality* tersebut juga membuka peluang penerimaan manfaat jasa lingkungan, baik domestik maupun internasional.

Dalam satu dekade terakhir, pendekatan dalam kegiatan restorasi ekosistem juga berkembang mulai dari pendekatan DAS (Daerah Aliran Sungai), pendekatan ekosistem, hingga ke pendekatan bentang alam atau lanskap yang saat ini sedang tren di berbagai belahan dunia dalam upaya memulihkan sebuah ekosistem. Pendekatan lanskap dalam restorasi ekosistem banyak diinisiasi dan dipromosikan oleh berbagai pemangku kepentingan mulai dari pemerintah, mitra pembangunan, LSM (Lembaga Swadaya Masyarakat) dan sektor swasta. Dengan adanya inisiatif-inisiatif tersebut, diharapkan dapat menjadi wadah dimana aktor-aktor non pemerintah dapat berpartisipasi aktif dalam upaya restorasi hutan yang terdegradasi. Lebih lagi dengan adanya upaya restorasi global seperti *Bonn Challage* yang diluncurkan oleh IUCN bersama *Global Partnership on Forest/Landscape Restoration* dengan target restorasi 350 juta hektar pada 2030, serta UN *Decade on Ecosystem Restoration* 2021-2030 yang salah satu tujuannya untuk mengajak stakeholder

yang lebih luas untuk berpartisipasi dan menjadikan restorasi ekosistem tidak hanya penting bagi konservasi tetapi harus menciptakan manfaat dan keuntungan secara sosial-ekonomi.

Buku ini merupakan panduan umum untuk Strategi Restorasi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering. Pemilihan tindakan operasional di tingkat tapak dapat dilakukan dengan mengacu pada strategi ini, namun tidak membatasi untuk menjalankan pilihan tindakan lain yang tidak tersedia pada buku ini sebagai pengembangan strategi jika ditemukan kondisi tertentu yang belum teridentifikasi. Dengan mempertimbangkan bahwa kegiatan restorasi ekosistem sifatnya sangat "site specific", terutama yang melibatkan masyarakat sekitar sebagai salah satu aktor utama, oleh karenanya bentuk pelaksanaan tindakan operasional yang berbeda tersebut bukan merupakan penyimpangan strategi, namun merupakan inovasi strategi restorasi yang dapat menjadi bahan penyempurnaan dan pengembangan strategi restorasi di Indonesia.

Buku Strategi Restorasi Ekosistem Hutan Dataran Rendah Lahan Kering masih membuka kesempatan inovasi lapangan jika ditemukan kondisi khusus yang tidak teridentifikasi pada studi sebelumnya. Buku ini juga menerima konsep strategi restorasi lain yang dapat diperbandingkan efektivitas dan efisiensinya.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Lembar survei lapangan vegetasi untuk restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering

Lembar Data Analisis Vegetasi

No. plot :

Blok/petak :

Koordinat :

Ketinggian tempat : ..... mdpl

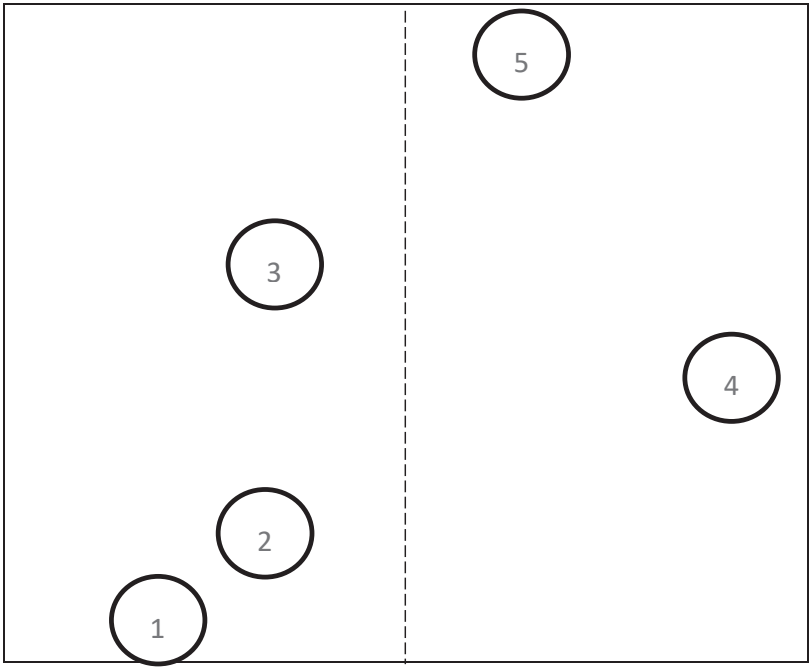
Kelerengan :

Tanggal survei :

Pelaksana :

No	Jenis	Diameter (cm)	Tinggi (m)	Keterangan
Tingkat pohon (sub plot 20 m x 20 m)				
Tingkat tiang (sub plot 10 m x 10 m)				
Tingkat pancang (sub plot 5 m x 5 m)				
Tingkat semai (sub plot 2 m x 2 m)				

Peta pohon dalam plot



Keterangan :

1 : Posisi dan nomor pohon

Lampiran 2

Lembar survei lapangan pohon induk/sumber benih untuk restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering

Lembar Data Survei Pohon Induk/Sumber Benih

Tanggal survei :

Pelaksana :

No	Jenis	Lokasi (Koordinat, blok/petak)	Keting-gian tempat (mdpl)	Habitus (tinggi, diameter)	Cara penye-baran biji	Perilaku musim berbunga-berbuah	Keterang-an

Lampiran 3

Lembar survei lapangan analisis tanah untuk restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering

Lembar Data Survei Tanah

No. Sampel :

Blok/petak :

Koordinat :

Ketinggian tempat : ..... mdpl

Kondisi vegetasi :

Kondisi genangan lahan :

Tanggal survei :

Surveyor :

Lapisan	Ketebalan (cm)	Warna	Tekstur	Kekerasan	Humus	Kelembaban	Ph	Keterangan
Ao								
A								
B								
C								

Lampiran 4

Lembar survei lapangan analisis fauna untuk restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering

Tally Sheet Survei Fauna

Blok/petak :

Koordinat :

Ketinggian tempat : ..... mdpl

Kondisi vegetasi :

Kelerengan :

Tanggal survei :

Waktu survei : jam .....

Pelaksana :

Kelompok fauna	Jenis	Keterangan
Mamalia		
Burung		
Reptil		
Ampibi		
Serangga		

Lampiran 5

Lembar pemantauan kegiatan untuk restorasi ekosistem hutan lahan kering dataran rendah

Lembar Pemantauan Kegiatan Restorasi Ekosistem

Informasi umum

Nama & luas blok :

Nama & luas petak :

Jumlah tegakan tinggal awal

Pohon :

Tiang :

Pancang :

Semai :

Pelaksana restorasi :

Petugas pemantau :

Tanggal pemantauan :

Pelaksanaan restorasi

Kegiatan	Satuan	Kondisi awal	Kondisi saat ini	Kendala	Saran tindak lanjut	Keterangan
ASPEK BIOFISIK						
Penanaman						
Luas	Ha					
Rerata diameter	Cm					
Rerata tinggi	Cm					
Prosentasi tanaman hidup (*survival rate*)	%					
Pemeliharaan						
Penyulaman	batang					
Penyiangan	batang					
Gangguan hutan						
Kebakaran	Ha					

Kegiatan	Satuan	Kondisi awal	Kondisi saat ini	Kendala	Saran tindak lanjut	Keterangan
Genangan	Ha					
Hama/penyakit	Batang					
Kerusakan fisik	Batang					
Perambahan	Ha					
Gangguan lain:						
ASPEK SOSIAL-EKONOMI & SOSIAL-BUDAYA MASYARAKAT YANG TERLIBAT						
Penyediaan lapangan pekerjaan	orang					
Kontribusi pendapatan	Rp					
Kelembagaan masyarakat yang terbentuk	unit					
Luas lahan garapan	Ha					

PROFIL PENULIS

Ari Wibowo

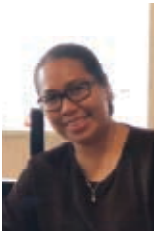
Dilahirkan di Salatiga, Ari menyelesaikan Sarjana dari Fakultas Kehutanan IPB pada 1984, dan meraih gelar *Master of Forest Science* dari *The University of Melbourne* pada 1994. Ari merupakan Peneliti Ahli Madya bidang Perlindungan Hutan pada Pusat Litbang Sosial Ekonomi, Kebijakan dan Perubahan Iklim (P3SEKPI), Badan Litbang dan Inovasi (BLI), KLHK. Banyak karya tulis ilmiah baik yang dipublikasikan di tingkat nasional maupun internasional di bidang perlindungan hutan dan perubahan iklim, termasuk Restorasi Ekosistem. Ari dapat dikontak melalui ariwibowo61@yahoo.com.

Dolly Priatna

Pengajar pada Program Studi Manajemen Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Pakuan, Dolly juga sering menjadi dosen tamu pada Jurusan Biologi-FMIPA Universitas Andalas dan Fakultas Kehutanan Universitas Sumatera Utara. Bidang keilmuan yang ditekuninya adalah ekologi hutan dan satwa liar, restorasi hutan, dan pembangunan berkelanjutan. Pedidikan doktoralnya ditempuh di Institut Pertanian Bogor bidang konservasi biodiversitas tropika. Memulai karir profesional sebagai peneliti pada proyek ekologi *Wildlife Conservation International* di Taman Nasional Gunung Leuser, Dolly juga pernah bekerja sebagai peneliti dan analis pada *Integrated Conservation and Development Program* (ICDP) di Ekosistem Leuser, sebuah program yang didanai oleh Pemerintah Indonesia dan Uni Eropa, serta pernah menjadi *Country Director* untuk Indonesia pada lembaga konservasi *The Zoological Society of London*. Banyak menulis naskah ilmiah pada jurnal nasional dan internasional, maupun sebagai kontributor artikel pada berbagai buku tentang konservasi alam. Dolly juga aktif sebagai *peer reviewer* pada beberapa jurnal ilmiah internasional,

sebagai Anggota Dewan Penasihat pada *Asian Journal of Conservation Biology* (AJCB), dan sebagai *Editors-In-Chief* pada *Indonesian Journal of Applied Environmental Studies* (InJAST). Selain sebagai dosen, saat ini juga aktif sebagai Direktur Pengembangan dan Keuangan pada Komite Nasional *Man and the Biosphere* (MAB)-UNESCO Indonesia, Sekretaris Dewan Pengurus Yayasan Belantara, Anggota Dewan Penasihat Forum Konservasi Harimau Sumatera (HarimauKita), serta sebagai Anggota IUCN's *Commission on Ecosystem Management* (CEM). Dolly dapat dikontak melalui dolly.priatna@gmail.com.

Fentie J. Salaka



Fentie adalah peneliti pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial, Ekonomi, Kebijakan dan Perubahan Iklim, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Menyelesaikan studi S1 Manajemen Hutan di Universitas Pattimura, Ambon pada tahun 2006, pada 2007 Fentie melanjutkan studi S2 pada program studi Ilmu Pengelolaan Hutan, Institut Pertanian Bogor dan lulus pada tahun 2007. Fokus penelitian yang selama ini ditekuni adalah di bidang Kebijakan dan Ekonomi Kehutanan. Beberapa hasil penelitian pun sudah dipublikasikan baik dalam bentuk jurnal, buku, maupun prosiding seminar. Korespondensi dengan Fentie dapat dilakukan melalui fentiesalaka@gmail.com.

Ismayadi Samsoedin

Berbekal latar belakang pendidikan Agronomi (S1, Unsoed), Hutan Kota (S2, UK) dan *Biodiversity and Ecosystem Restoration* (S3, UK) serta pengalaman khususnya di hutan dataran rendah Kalimantan dan Sumatera, Ismayadi adalah seorang *arboriculturist* dan *forest ecologist* yang andal. Karirnya diawali sebagai pegawai negeri sipil di Kebun Raya Bogor-LIPI tahun 1976-1985 dan berlanjut di Badan Litbang Kehutanan, Kementerian Kehutanan sejak 1987 sampai purnatugas tahun 2018. Pernah ditugaskan di CIFOR (1998-2003) dan *Conservation International* (2003-2006). Setelah purnatugas, Ismayadi bergabung di Yayasan Belantara sebagai *Senior*

Advisor untuk restorasi ekosistem (2018-2019), dan Kepala Konservasi di Kebun Raya Bogor bersama Mitra Natura Raya, Kompas-Gramedia Group (2019-2020). Beberapa buku pernah ditulis, antara lain: *Book Chapter "People Managing Forests: The links between human well-being and sustainability"*, (CIFOR, 2001), Buku "Hutan Kota dan Keanekaragaman Jenis Pohon di Jabodetabek" (Yayasan Kehati, 2010), dan Buku "Peran Pohon dalam Menjaga Kualitas Udara di Perkotaan", (FORDA PRESS. 2015). Saat ini Ismayadi fokus sebagai pengamat hutan kota, *Tree Care Specialist* dan *Restoration Ecologyst*. Ismayadi dapat dikontak di isamsoedin@gmail.com.

Mimi Salminah

Mimi adalah peneliti di Puslitbang Sosial Ekonomi Kebijakan dan Perubahan Iklam (P3SEKPI). Dia menyelesaikan Pendidikan sarjana kehutanan di IPB, dan melanjutkan master bidang yang sama di *Southern Cross University,* Australia. Beberapa penelitian yang digeluti adalah topik-topik terkait manajemen lanskap hutan, hidrologi hutan, restorasi gambut, pengelolaan madu hutan lestari, ekonomi dan kebijakan pengelolaan hutan khususnya terkait perubahan iklim, skema insentif disinsentif pengelolaan jasa lingkungan hutan, serta berbagai mekanisme transfer fiskal berbasis ekologi. Korespondensi dapat melalui email: mimisalminah@gmail.com.

Muhammad Zahrul Muttaqin

Zahrul adalah pemerhati kehutanan dan perubahan iklim. Kepakaran dan pengetahuan yang luas dalam aspek sosial-ekonomi dan kebijakan kehutanan sejak diperoleh ketika menjadi peneliti di bidang ekonomi dan kebijakan kehutanan di Kementerian Kehutanan selama hampir dua dasa warsa. Saat ini menjabat sebagai Kepala Bagian Kerja Sama Multilateral pada Biro Kerja Sama Luar Negeri Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). Lulus dari Institut Pertanian Bogor dengan gelar Sarjana Kehutanan dan Magister Manajemen Agribisnis, Zahrul juga memperoleh gelar *Master of Forestry* dan *PhD* di bidang

Manajemen Lingkungan dan Pembangunan dari *Australian National University*. Ia telah banyak menulis langkah yang terbit di jurnal internasional dan nasional dan berpartisipasi dalam forum nasional dan internasional dalam bentuk pertemuan multilateral dan bilateral, seminar, lokakarya dan negosiasi. Ia dapat dikontak melalui zahrul2005@yahoo.com.au.

Nurul Silva Lestari

Nurul adalah peneliti di Puslitbang Sosial, Ekonomi, Kebijakan dan Perubahan Iklim (P3SEKPI), Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). Memulai pendidikan S1 di Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor (IPB) pada tahun 2001, Nurul kemudian memperoleh beasiswa dari *Australia Awards* pada tahun 2013 untuk melanjutkan pendidikan S2 di *The University of Melbourne* pada program *Master of Environment*. Bidang penelitian yang digeluti meliputi penghitungan karbon hutan, ekologi hutan, konservasi keanekaragaman hayati, serta restorasi ekosistem dan perubahan iklim. Nurul pernah terlibat dalam beberapa kegiatan kerja sama penelitian, baik nasional maupun internasional serta terlibat aktif dalam penulisan publikasi ilmiah berupa buku, jurnal, dan *policy brief*. Alamat emailnya adalah: nurul.silva@gmail.com.

Supriatno

Pria asal Ciamis ini menyelesaikan studi di Fakultas Kehutanan Institut Pertanian "STIPER" Yogyakarta pada jurusaan Budidaya Kehutanan pada tahun 1995. Kemampuan yang dimiliki dalam bidang kehutanan, khususnya di bidang Hutan Tanaman Industri (HTI), adalah pemetaan dan *Geographical Information System* (GIS). Pernah mengikuti pelatihan yang dilaksanakan oleh ESRI Indonesia dan Jacko Poery Australia yang meningkatkan kemampuannya membuat perencanaan HTI, di antaranya survei lapangan, *forest inventory*, proses lisensi RKT, RKU dan dokumen pemulihan gambut, penilaian kelayakan HTI dan desain serta penentuan tata ruang HTI. Setelah menamatkan Pendidikan, Supriatno bergabung di perusahaan-perusahaan HTI ternama di Riau dengan beberapa

posisi yang diemban antara lain sebagai kepala GIS di bagian strategi perencanaan, memimpin *Forest Management Information System* (FMIS), dan terakhir memimpin Konservasi Kehutanan, khususnya menangani masalah Nilai Konservasi Tinggi (NKT) dan Stok Karbon Tinggi (SKT). Supriatno juga menangani restorasi, konservasi dan satwa dan pohon langka di perusahaan HTI serta menangani beberapa *project* interpretasi penutupan lahan berbasis *radarsat*, *high resolution image,* serta beberapa *project* lingkungan lainnya. Korespondensi dengan Supriatno dapat dilakukan melalui supriatno.f2yp@gmail.com.

Urip Wiharjo

Urip menyelesaikan Pendidikan sarjana kehutanan di Universitas Gadjah Mada tahun 1995. Memulai pekerjaan pertama di Provinsi Jambi di salah satu perusahaan hak pengusahaan hutan. Pada 2007 bergabung dan menjadi staf pada pemegang izin konsesi restorasi ekosistem pertama di Indonesia. Sejak 2016 bergabung dalam tim konservasi lansekap APP Sinar Mas yang bertanggungjawab dalam pengelolaan konsesi restorasi ekosistem di Provinsi Sumatera Selatan. Urip dapa dikontak melalui u.wiharjo@gmail.com.

Yanto Rochmayanto

Yanto adalah Peneliti Madya di Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Kebijakan dan Perubahan Iklim (P3SEKPI), Bogor, Indonesia. Bidang yang ditekuninya adalah Ekonomi dan Kebijakan Kehutanan, dengan aktivitas riset meliputi *social forestry*, *micro policy analysis*, *livelihoods*, dan valuasi sumberdaya hutan. Pendidikan doktoralnya diselesaikan di Departemen Manajemen Hutan IPB University dalam *sandwich program* dengan *Department of Sociology and Globalization, Roskilde University, Denmark*. Selain sebagai peneliti dan penulis, Rochmayanto juga adalah *Associate Editor* pada Jurnal Analisis Kebijakan, dan *Reviewer* pada beberapa Jurnal Nasional. Penulis juga memiliki pengalaman aktif dalam kolaborasi riset nasional dan internasional, antara lain Perum Perhutani,

Asia Pulp and Paper, Inisiatif Dagang Hijau, Yayasan Konservasi Alam Nusantara (YKAN), *Forest Carbon Partnership Facility* (FCPF), *Australian Center for International Agricultural Research* (ACIAR), *Forest Investment Program* (FIP), *Danida*, dan *KfW*. Alamat kontak Yanto adalah rochmayantoyr@yahoo.co.uk.

STRATEGI DAN TEKNIK

RESTORASI EKOSISTEM HUTAN DATARAN RENDAH LAHAN KERING

Ekosistem hutan dataran rendah lahan kering merupakan salah satu ekosistem yang paling luas di Indonesia. Pemanfaatan sumber daya alam yang berlebihan yang berlangsung selama beberapa dekade telah menyebabkan ekosistem ini mengalami degradasi yang membuat fungsinya terganggu. Oleh sebab itu, upaya restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering perlu dilakukan untuk mengembalikan kondisi hutan agar dapat berfungsi optimal sebagai pendukung kehidupan. Buku ini memuat informasi mengenai karakteristik ekosistem hutan dataran rendah lahan kering, konsep restorasi pada hutan dataran rendah lahan kering, pemilihan strategi restorasi yang tepat, dan panduan teknik restorasi. Berbeda dengan buku panduan restorasi lainnya, buku ini tidak hanya mengangkat aspek teknis, namun juga aspek sosial ekonomi yang perlu diperhatikan dalam restorasi ekosistem hutan dataran rendah lahan kering. Strategi restorasi yang dirumuskan dalam buku ini juga berdasarkan tipologi lanskap yang bersumber dari data primer di lapangan. Buku ini mencoba mengemas panduan teknik restorasi dengan bahasa yang sederhana sehingga mudah dipahami dan diaplikasikan oleh pelaksana teknis di lapangan.

PT Penerbit IPB Press
Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128
Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: penerbit.ipbpress@gmail.com
www.ipbpress.com IPB PRESS IPB PRESS IPB PRESS

Kehutanan
eISBN : 978-623-256-686-6
9 786232 566866

Kehutanan
ISBN : 978-623-256-471-8
9 786232 564718