

STRATEGI DAN TEKNIK

# RESTORASI EKOSISTEM HUTAN RAWA AIR TAWAR

Editor:  
Dolly Priatna  
Yanto Rochmayanto  
Kirsfianti Linda Ginoga  
Jasmine Natalia Prihartini





**STRATEGI DAN TEKNIK**

---

**RESTORASI EKOSISTEM  
HUTAN RAWA AIR TAWAR**



**STRATEGI DAN TEKNIK**

---

**RESTORASI EKOSISTEM  
HUTAN RAWA AIR TAWAR**

**Editor:**

Dolly Priatna

Yanto Rochmayanto

Kirsfianti Linda Ginoga

Jasmine Natalia Prihartini



**Penerbit IPB Press**

Jalan Taman Kencana No. 3,

Kota Bogor - Indonesia

C.01/09.2022

**Judul Buku:**

Strategi dan Teknik Restorasi Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar

**Penulis:**

Dolly Priatna | Yanto Rochmayanto | Kirsfianti Linda Ginoga  
Jasmine Natalia Prihartini | Ari Wibowo | Mimi Salminah | Fentie J. Salaka  
Nurul Silva Lestari | Muhammad Zahrul Muttaqin | Ismayadi Samsuodin  
Urip Wiharjo

**Editor:**

Dolly Priatna  
Yanto Rochmayanto  
Kirsfianti Linda Ginoga  
Jasmine Natalia Prihartini

**Desain Sampul & Penata Isi:**

Makhtub Khoirul Fahmi  
Mokhammad Zulfatul Basith

**Jumlah Halaman:**

146 + 26 hal romawi

**Edisi/Cetakan:**

Cetakan 1, September 2022

**PT Penerbit IPB Press**

Anggota IKAPI  
Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128  
Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: [ipbpress@apps.ipb.ac.id](mailto:ipbpress@apps.ipb.ac.id)  
[www.ipbpress.com](http://www.ipbpress.com)

ISBN: 978-623-467-187-2

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

© 2022, HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG

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

Tahun Terbit Elektronik: 2022

eISBN: 978-623-467-193-3

# UCAPAN TERIMA KASIH

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

Buku ini merupakan salah satu karya hasil kerja sama antara Pusat Standardisasi Instrumen Ketahanan Bencana dan Perubahan Iklim, KLHK, dengan Asia Pulp and Paper (APP) Sinar Mas, yang Keduanya merupakan kontributor utama dalam penulisan buku ini.



Kami juga menyampaikan terima kasih kepada Yayasan Sahabat Pohon Indonesia (YSPI), Forum Pohon Langkah Indonesia, Belantara Foundation, serta Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM), Universitas Pakuan, yang bersinergi dengan APP Sinar Mas dalam memberikan kontribusi mulai dari penyiapan bahan hingga proses diskusi selama berlangsungnya penyusunan buku ini.



Terima kasih juga kami sampaikan kepada Bapak Dr. Kuswata Kartawinata dari Forum Pohon Langka Indonesia, yang telah memberikan perhatian, melakukan review, koreksi, dan pertimbangan yang sangat berharga bagi penulisan buku.



# KATA SAMBUTAN

## *Kepala Badan Standardisasi Instrumen Lingkungan Hidup dan Kehutanan*

Restorasi ekosistem telah menjadi perhatian utama berbagai pihak di seluruh dunia, khususnya dalam konteks komitmen penanggulangan perubahan iklim, proteksi dan konservasi keragaman hayati, serta upaya perbaikan taraf hidup masyarakat. Peningkatan atensi dunia terhadap pentingnya restorasi ekosistem seiring dengan disepakatinya berbagai target perbaikan lingkungan hidup dan kesejahteraan manusia melalui berbagai kesepakatan seperti *Sustainable Development Goals (SDGs)*, *Convention to Combat Desertification*, *Convention on Biological Diversity*, serta *Paris Agreement*. Komitmen restorasi ekosistem semakin diperkuat baru-baru ini dengan dideklarasikannya *the United Nations Decade on Ecosystem Restoration 2021-2030* pada tanggal 5 Juni 2021. Tujuan besar dari deklarasi tersebut adalah untuk mencegah, menghentikan dan memulihkan kerusakan ekosistem di dunia.

Sebelum deklarasi Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB) tersebut, Indonesia dalam hal ini Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), telah mengarusutamakan komitmen restorasi ekosistem ke dalam kebijakan nasional pembangunan lingkungan hidup dan kehutanan. Sejak tahun 2004, Kementerian Kehutanan (yang kemudian menjadi KLHK) telah mengeluarkan kebijakan terkait restorasi ekosistem hutan, khususnya di area hutan produksi yang terdegradasi. Kebijakan tersebut berlanjut pada tahun 2015 hingga sekarang dengan memperluas area restorasi ekosistem tidak hanya di kawasan hutan produksi. Restorasi ekosistem hutan menjadi salah satu agenda operasional untuk mendukung pencapaian target penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sektor kehutanan melalui *Nationally Determined Contribution (NDC)* dan menjadi bagian penting bagi pencapaian Indonesia *FOLU Net Sink 2030*.

Banyak tantangan yang dihadapi dalam pelaksanaan kebijakan restorasi ekosistem. Indonesia memiliki beragam tipe dan karakteristik ekosistem hutan yang tentu saja memerlukan pendekatan berbeda dalam pelaksanaan restorasinya. Restorasi ekosistem yang membutuhkan biaya cukup besar, memerlukan strategi yang tepat agar kegiatan tersebut tetap *feasible* dan

memberikan manfaat lingkungan maupun ekonomi. Selain itu, karakteristik sosial ekonomi masyarakat di setiap daerah juga unik. Pendekatan yang tidak mengakomodasi kepentingan sosial ekonomi masyarakat setempat akan mendapat tantangan berat di lapangan. Kebijakan restorasi ekosistem yang dikeluarkan pemerintah sejatinya juga untuk meningkatkan akses dan peran serta masyarakat dalam perlindungan dan pengelolaan hutan secara berkelanjutan.

Untuk mendukung percepatan upaya restorasi ekosistem hutan tersebut, peran ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) sangat diperlukan. Kebijakan restorasi perlu didukung oleh IPTEK yang memberikan sudut pandang menyeluruh tentang konsep dan praktik restorasi ekosistem baik di tingkat tapak maupun tingkat nasional. Dibutuhkan konsep restorasi yang kontekstual dengan kondisi lingkungan, sosial, ekonomi, dan politik di Indonesia secara nasional maupun lokal. Buku Strategi dan Teknik Restorasi Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar ini memberikan pandangan tentang sebuah konsep restorasi ekosistem yang mempertimbangkan karakteristik biofisik, sosial, dan ekonomi di tingkat tapak. Buku ini juga menghadirkan sudut pandang sebuah bisnis restorasi ekosistem, yang harus tumbuh secara berkelanjutan dan memberikan manfaat bagi perusahaan, masyarakat, maupun negara Indonesia.

Saya menyambut baik buku Strategi dan Teknik Restorasi Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar yang merupakan seri ke-5 dari buku Strategi dan Teknik Restorasi Ekosistem. Buku ini sangat diperlukan sebagai dasar panduan dan standar terkait pelaksanaan restorasi di tingkat tapak maupun sebagai pertimbangan dalam proses pengambil kebijakan untuk mempercepat upaya restorasi ekosistem di Indonesia.

Jakarta, Juli 2022

Kepala Badan Standarisasi Instrumen  
Lingkungan Hidup dan Kehutanan

# PENGANTAR

*Kepala Pusat Standardisasi Instrumen  
Ketahanan Bencana dan Perubahan Iklim*

Pengetahuan tentang restorasi ekosistem hutan rawa air tawar masih terbatas. Padahal, ekosistem hutan rawa air tawar berperan penting dalam kehidupan manusia, baik sebagai pengatur tata air khususnya di dataran rendah dan wilayah pesisir, sebagai sumber penghidupan masyarakat lokal, maupun sumber penghasil devisa negara melalui produksi kayu-kayu komersial. Di sisi lain, keberadaan ekosistem hutan rawa air tawar terus terancam akibat tingginya aktivitas manusia yang bersifat eksploitatif. Pada musim kemarau sebagian hutan rawa air tawar terancam kebakaran karena adanya akumulasi biomassa yang mengering, sementara aktivitas sosial ekonomi manusia tidak dapat dibendung.

Kondisi tersebut menunjukkan betapa rentannya ekosistem hutan rawa air tawar. Hampir sebagian besar ekosistem hutan rawa air tawar di Indonesia telah mengalami kerusakan akibat aktivitas manusia. Untuk itu, restorasi ekosistem hutan rawa air tawar sudah menjadi sebuah keharusan. Hanya saja, tidak sedikit tantangan yang harus dihadapi dalam pelaksanaannya. Restorasi ekosistem lahan basah, termasuk rawa air tawar, memiliki tingkat kesulitan yang lebih tinggi dibandingkan restorasi yang dilakukan di lahan kering. Secara teknis, restorasi ekosistem hutan rawa air tawar dipengaruhi oleh rezim hidrologi. Pada kondisi curah hujan tinggi akan menyulitkan anakan tumbuh dan berkembang, di sisi lain jika curah hujan terlalu rendah juga meningkatkan risiko kebakaran. Untuk itu mungkin diperlukan strategi dan teknik restorasi yang komprehensif tetapi tetap terukur. Bahkan, bisa jadi diperlukan perubahan tujuan dan target restorasi ekosistem. Secara sosial ekonomi, perlu dirumuskan strategi restorasi yang *cost effective* dan *feasible* secara ekonomi. Restorasi harus dapat memberikan manfaat ekonomi secara langsung kepada masyarakat. Jika tidak, restorasi hanya akan dianggap beban.

Meskipun pemerintah telah “memaksa” para pihak untuk melakukan restorasi melalui berbagai kebijakan yang telah ditetapkan, tetapi hal itu belum tentu dapat diterapkan di lapangan secara efektif. Beragamnya karakteristik lingkungan serta kondisi sosial dan ekonomi masyarakat di tingkat tapak, membutuhkan pendekatan restorasi yang berbeda. Para pelaksana restorasi ekosistem di lapangan mengharapkan *natural regeneration* sebagai strategi utama dalam pelaksanaan restorasi ekosistem untuk menghemat pembiayaan. Akan tetapi, tentu saja hal itu sangat bergantung pada kondisi tapak, khususnya terkait dengan tingkat kerusakan ekosistemnya. Di sinilah pentingnya integrasi antara IPTEK dan kebijakan. Perlu digali strategi dan teknik restorasi ekosistem yang efektif dari sudut keilmiah dengan mempertimbangkan berbagai variasi yang ada di tingkat tapak. Kemudian, temuan ilmiah tersebut perlu ditransfer menjadi sebuah kebijakan yang dapat diterima oleh para pihak.

Pusat Standardisasi Instrumen Ketahanan Bencana dan Perubahan Iklim (Pustandpi) secara berkesinambungan memberikan rekomendasi kebijakan berbasis ilmu pengetahuan kepada para pengambil kebijakan di Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Pustandpi juga merumuskan berbagai panduan pelaksanaan kebijakan agar dapat diterapkan sesuai dengan kondisi permasalahan yang dihadapi di tingkat tapak, termasuk panduan restorasi ekosistem. Buku Strategi dan Teknik Restorasi Hutan Rawa Air Tawar adalah salah satunya. Buku ini memberikan panduan bagaimana restorasi ekosistem harus dilakukan pada setiap kondisi spesifik di lapangan. Buku ini membantu pemerintah, pihak swasta, dan masyarakat dalam melaksanakan restorasi ekosistem dan mengoptimalkan manfaat restorasi ekosistem dengan cara yang seefisien dan seefektif mungkin. Dengan demikian, target kebijakan restorasi ekosistem yang telah dikeluarkan oleh pemerintah dapat tercapai.

Saya sangat mengapresiasi kerja keras tim penulis dan semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan buku Strategi dan Teknik Restorasi Hutan Rawa Air Tawar ini. Khususnya, saya mengapresiasi APP Sinar Mas yang telah berkomitmen kuat untuk melakukan konservasi dan restorasi ekosistem di berbagai area konsesinya. Kerja sama APP Sinar Mas dengan Pustandpi yang telah berlangsung hampir lima tahun telah menghasilkan berbagai output yang sangat mendukung kebijakan pembangunan lingkungan hidup dan kehutanan. Buku pentalogi teknik restorasi di berbagai ekosistem

menjadi salah satu buktinya. Tetapi, saat ini kita masih menghadapi tantangan yang lebih besar, yaitu. Bagaimana kita dapat konsisten menerapkan arahan atau panduan yang telah disusun dalam buku ini sehingga kita berhasil mencapai tujuan yang diinginkan. Selamat membaca dan menerapkannya di lapangan.

Bogor, Juli 2022

Kepala Pusat Standardisasi Instrumen  
Ketahanan Bencana dan Perubahan Iklim

Dr. Ir. Krisfianti Linda Ginoga, M.Sc.



# PRAKATA

Indonesia memiliki komitmen global dalam upaya penurunan emisi gas rumah kaca, termasuk dari sektor berbasis lahan. *Updated* NDC Indonesia yang telah disampaikan kepada UNFCCC pada tahun 2021 dan dilampiri dengan dokumen *Long-Term Strategy Low Carbon and Climate Resilience (LTS-LCCR)* 2050 menjadi bukti kesungguhan komitmen tersebut. Dalam hal ini, *Forestry and Other Land Use (FOLU) Net Sink* 2030 yang dicanangkan Indonesia sebagai bagian dari mitigasi perubahan iklim dunia, merupakan salah satu bentuk peningkatan ambisi Indonesia dalam menurunkan emisi nasionalnya.

Restorasi ekosistem hutan rawa air tawar menjadi salah satu pilihan penting untuk pencapaian Indonesia *FOLU Net Sink* 2030, peningkatan ketahanan pangan, serta pemulihan keanekaragaman hayati. Restorasi ekosistem hutan rawa air tawar akan menjadi elemen yang khas karena ekosistem hutan rawa air tawar itu sendiri cukup unik dan khas bagi ekosistem hutan hujan tropis di Indonesia.

Proses restorasi ekosistem hutan rawa air tawar melibatkan berbagai aspek, agar tujuan antara maupun tujuan akhir restorasi ekosistem dapat tercapai dengan baik. Upaya kita tidak hanya untuk menghasilkan pulihnya fungsi ekologi hutan rawa air tawar, tetapi juga meningkatkan fungsi ekonomi dan sosial secara berkelanjutan.

Buku ini difokuskan pada restorasi ekosistem hutan rawa air tawar yang berasal dari pengalaman di Rawa Bendo, Jambi, dan Cabang Panti di Taman Nasional Gunung Palung, Kalimantan Barat. Kedua lokasi tersebut kemudian dijadikan pembelajaran penting bagi kebutuhan restorasi hutan rawa air tawar di area lain seperti sempadan sungai atau riparian di dalam area konsesi hutan tanaman industri. Hal ini ditujukan untuk memperluas partisipasi publik dalam praktik restorasi hutan rawa air tawar, termasuk sektor swasta.

Buku ini memberikan arahan strategi dan teknik restorasi pada ekosistem hutan rawa air tawar khususnya yang memiliki karakteristik serupa dengan ekosistem hutan rawa air tawar di Kalimantan dan Sumatra. Namun apabila ditemukan kondisi yang khas dan berbeda antara satu tempat dengan tempat

lainnya di Indonesia, maka kami sangat membuka ruang untuk diberikan koreksi dan masukan bagi pengembangan strategi dan teknik restorasi ekosistem lebih lanjut. Semoga buku ini bermanfaat bagi semua pihak yang memiliki perhatian pada upaya restorasi ekosistem hutan rawa air tawar. Kami juga berharap buku ini dapat berkontribusi bagi peningkatan keberhasilan restorasi ekosistem hutan rawa air tawar, khususnya dalam pemulihan keanekaragaman hayati, jasa lingkungan, dan peningkatan simpanan karbon hutan rawa air tawar.

Bogor, Juli 2022

Tim Editor

# DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMA KASIH .....	v
KATA SAMBUTAN .....	vii
PENGANTAR.....	ix
PRAKATA.....	xiii
DAFTAR ISI .....	xv
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH.....	xxiii

## **BAGIAN I PENDAHULUAN ..... 1**

1. Memulihkan Fungsi Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar: Sebuah Pendahuluan.....	2
<i>Yanto Rochmayanto, Dolly Priatna &amp; Mubammad Zabrudl Muttaqin</i>	
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Ruang Lingkup .....	5
1.3 Tujuan Penulisan Buku .....	5
1.4 Sistematika Penulisan Buku .....	6
Daftar Pustaka .....	7

## **BAGIAN II EKOSISTEM HUTAN RAWA AIR TAWAR DAN URGENSI RESTORASI ..... 9**

2. Karakteristik Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar .....	10
<i>Nurul Silva Lestari &amp; Kirsfianti Linda Ginoga</i>	
2.1 Gambaran Umum Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar di Indonesia .....	10
2.2 Karakteristik Edafis dan Biofisik Hutan Rawa Air Tawar.....	12
2.3 Kekayaan Biodiversitas Hutan Rawa Air Tawar.....	13
Daftar Pustaka .....	17

3.	Urgensi Restorasi Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar .....	20
	<i>Mimi Salminah &amp; Jasmine Natalia Prihartini</i>	
3.1	Peran Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar bagi Lingkungan .....	20
3.2	Peran Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar bagi Kehidupan Sosial Ekonomi .....	22
3.3	Regulasi Pengelolaan dan Pemulihan Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar .....	23
	Daftar Pustaka .....	29
4.	Prinsip-Prinsip Restorasi Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar.....	31
	<i>Nurul Silva Lestari &amp; Dolly Priatna</i>	
4.1	Ekologi Historis .....	31
4.2	Autekologi dan Fenologi Tumbuhan .....	34
4.3	Pemilihan Jenis .....	36
4.4	Identifikasi Modal Sosial.....	39
4.5	Kelembagaan Restorasi.....	40
	Daftar Pustaka .....	41
5.	Ekologi dan Silvikultur Jenis untuk Restorasi Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar .....	45
	<i>Fentie J. Salaka, Dolly Priatna &amp; Ismayadi Samsaedin</i>	
5.1	<i>Vitex pinnata</i> L. (Laban) .....	45
5.2	<i>Fragrarea fragrans</i> Roxb. (Tembesu).....	48
5.3	<i>Alstonia spatulata</i> Blume (Pulai Putih).....	52
5.4	<i>Campnosperma coriaceum</i> (Jack) Hallier f. (Terentang).....	55
5.5	<i>Shorea parvifolia</i> Dyer. (Meranti Sarang Punai).....	59
5.6	<i>Shorea Balangeran</i> (Korth.) Burck.) (Balangeran) .....	63
	Daftar Pustaka .....	66

**BAGIAN III ARAHAN STRATEGI DAN TEKNIK RESTORASI  
DI HUTAN RAWA AIR TAWAR..... 71**

6. Karakteristik dan Kondisi Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar:  
Pembelajaran dari Sumatra dan Kalimantan ..... 72  
*Fentie J. Salaka, Mimi Salminah, & Urip Wibarjo*

6.1 Rawa Bento, Jambi..... 72

6.2 Rawa Cabang Panti, Kalimantan Barat ..... 78

Daftar Pustaka ..... 84

7. Arahan Strategi Restorasi Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar..... 86  
*Mimi Salminah, Yanto Rochmayanto, & Dolly Priatna*

7.1 Pertimbangan Strategi Restorasi Ekosistem  
Hutan Rawa Air Tawar..... 86

7.2 Penyusunan Tipologi Lanskap pada Ekosistem  
Hutan Rawa Air Tawar..... 91

7.3 Pemilihan Strategi Restorasi ..... 96

Daftar Pustaka ..... 99

8. Teknik Restorasi Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar ..... 101  
*Dolly Priatna, Ari Wibowo, & Yanto Rochmayanto*

8.1 Survei Awal dan Survei Ekosistem Referensi ..... 101

8.2 Menyusun Perencanaan Restorasi yang Sistematis ..... 104

8.3 Pelaksanaan Restorasi ..... 112

8.4 Pemantauan dan Evaluasi ..... 118

8.5 Pelibatan Masyarakat ..... 120

Daftar Pustaka ..... 124

<b>BAGIAN IV PENUTUP .....</b>	<b>127</b>
9. Refleksi bagi Pengembangan Strategi Restorasi di Indonesia.....	128
<i>Yanto Rochmayanto, Dolly Priatna, &amp; Muhammad Zabrud Muttaqin</i>	
9.1 Pembelajaran .....	128
9.2 Relevansi dengan Pencapaian Indonesia	
<i>FOLU Net Sink 2030.....</i>	
9.3 Epilog .....	131
LAMPIRAN .....	133
PROFIL PENULIS.....	141

## DAFTAR TABEL

Tabel 1	Keanekaragaman vegetasi pada ekosistem rawa air tawar.....	13
Tabel 2	Kebijakan terkait restorasi ekosistem hutan rawa air tawar .....	24
Tabel 3	Beberapa jenis vegetasi pada hutan rawa air tawar yang dapat digunakan untuk restorasi ekosistem.....	37
Tabel 4	Penutupan lahan pada kawasan Tanagupa tahun 2012.....	81
Tabel 5	Tipologi lanskap ekosistem hutan rawa air tawar yang akan direstorasi di wilayah Sumatra dan Kalimantan.....	93
Tabel 6	Arahan strategi restorasi ekosistem hutan rawa air tawar .....	96
Tabel 7	Estimasi biaya kegiatan pendukung restorasi ekosistem hutan rawa air tawar pada luas <10.000 ha.....	108
Tabel 8	Estiamasi biaya restorasi ekosistem hutan rawa air tawar berdasarkan pembelajaran dari hutan rawa payau tipe lahan <i>marine clay</i> pada lahan terbuka dan belukar di Sumatra Selatan .....	110



# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Komposisi vegetasi hutan rawa air tawar .....	33
Gambar 2	Bunga laban .....	46
Gambar 3	Posisi penanaman semai yang benar .....	47
Gambar 4	Bunga & buah muda tembesu (a); buah tembesu masak (b) .....	49
Gambar 5	Biji/benih tembesu muda (a); benih tua (b) .....	50
Gambar 6	Bunga (a) dan benih (b) <i>Alstonia spatulata</i> .....	53
Gambar 7	Bunga dan buah terentang rawa yang telah masak fisiologis .....	56
Gambar 8	Posisi benih meranti saat penanaman.....	60
Gambar 9	Zonasi pengelolaan di TN Kerinci Seblat tahun 2017.....	73
Gambar 10	Peta Rawa Bento di TN Kerinci Seblat .....	73
Gambar 11	Bentang lahan hutan Rawa Bento .....	74
Gambar 12	Kondisi tutupan lahan hutan Rawa Bento .....	76
Gambar 13	Kerbau milik masyarakat di hutan Rawa Bento .....	77
Gambar 14	Peta tipe ekosistem TN Gunung Palung .....	78
Gambar 15	Peta hutan rawa air tawar di Stasiun Riset Cabang Panti (SRCP), TN Gunung Palung.....	79
Gambar 16	Sketsa jenis dan tipe hutan di Gunung Palung.....	82
Gambar 17	Masyarakat Dusun Tanjung Gunung melakukan pembibitan .....	84
Gambar 18	Ilustrasi kondisi masing-masing tipologi. Dari atas kiri ke kanan: Tipologi I, Tipologi II, Tipologi III, dan Tipologi IV .....	95

Gambar 19 Inventarisasi vegetasi di Rawa Bento..... 103

Gambar 20 Pola tanam jalur (kiri) dan rumpun (kanan) sebagai pilihan pola tanam restorasi ekosistem hutan rawa air tawar..... 117

# DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH

Alluvium	Endapan lempung, pasir halus, pasir, kerikil atau batuan lain yang dibawa oleh aliran air.
APL	Area Penggunaan Lain
Autekologi	Ekologi yang mempelajari suatu spesies atau organisme secara individu yang berinteraksi dengan lingkungannya.
BPKH	Balai Pemantapan Kawasan Hutan
BT	Bujur Timur
CO <sub>2</sub>	Karbon dioksida; Senyawa kimia yang merupakan salah satu jenis zat sisa atau polutan yang dikeluarkan suatu senyawa, dan biasa dijadikan standar emisi untuk jenis polutan lainnya.
DAS	Daerah Aliran Sungai
<i>Dry and cold storage (DCS)</i>	Gudang atau tempat penyimpanan suatu benda atau bahan tertentu dengan tujuan untuk mempertahankan suhu tertentu, juga untuk menghindari serangan hama dan serangga yang akan menyebabkan terjadinya kontaminasi yang berakibat kerusakan.
Ekosistem referensi	Ekosistem tidak terganggu yang berada di sekitar area yang akan dipulihkan atau deskripsi ekologis berupa laporan survey, jurnal, foto udara atau citra satelit, suatu ekosistem yang memiliki kemiripan ekologis dengan ekosistem yang akan dipulihkan dan merupakan referensi sementara untuk mencapai tujuan pemulihan, dalam hal ini unsur-unsur ekosistem referensi dapat menjadi contoh ( <i>template</i> ) bagi kegiatan pemulihan.
Evapotranspirasi	Perpaduan proses evaporasi dan transpirasi, yang merupakan perpindahan air dari tanah, badan air, dan tanaman ke atmosfer
Fenologi	Ilmu yang mempelajari waktu dan pola terjadinya perubahan siklus hidup tumbuhan.
FGD	<i>Focus Group Discussion</i>

Fisiografi pantai	Uraian tentang aspek fisik dari lingkungan pantai yang mencakup aspek udara, tanah/batuan, air, dan lahan.
Fitoplankton	Tumbuhan air dengan ukuran mikro yang hidup melayang di air serta mampu menyediakan makanan sendiri dengan bantuan energi, baik energi matahari maupun kimia.
HHBK	Hasil Hutan Bukan Kayu
HPH	Hak Pengusahaan Hutan
ICRAF	<i>World Agroforestry Centre</i>
IUCN	<i>The International Union for Conservation of Nature</i>
IUPHHK RE	Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu dari Restorasi Ekosistem
IUPJL	Ijin Usaha Pemanfaatan Jasa Lingkungan.
JICA	<i>Japan International Cooperation Agency</i>
Kelembagaan	Suatu tatanan dan pola hubungan antara anggota masyarakat atau organisasi yang saling mengikat yang dapat menentukan bentuk hubungan antar manusia.
KLHK	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Kondisi historis	Kondisi awal suatu ekosistem baik secara langsung maupun tidak langsung.
Lentik	Ekosistem air tergenang
Lotik	Ekosistem air mengalir
LS	Lintang Selatan
NDC	<i>Nationally Determined Contributions</i>
Pamah	Dataran rendah
PBPH	Perizinan Berusaha Pemanfaatan Hutan
PDAS-HL	Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung
Permenhut	Peraturan Menteri Kehutanan
Permen LHK	Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan
PP	Peraturan Pemerintah
PROSEA	<i>Plant Resources of South-East Asia</i>

RE	Restorasi Ekosistem
<i>Red List</i> IUCN	Daftar spesies flora fauna beserta upaya penilaian konservasinya yang memuat informasi dan analisis mengenai status, tren, dan ancaman terhadap spesies dalam rangka upaya konservasi keanekaragaman hayati
RH	<i>Relative Humidity</i>
SRCP	Stasiun Riset Cabang Panti
TN	Taman Nasional
Tanagupa	Taman Nasional Gunung Palung
UNEP	<i>United Nations Environment Program</i>
UUCK	Undang Undang Cipta Kerja
Zooplankton	Kelompok organisme kecil yang hidup mengambang dan dapat dapat berenang di air tawar maupun laut dengan ukuran dan bentuk tubuh yang beragam dan transparan.





**BAGIAN I**  
**PENDAHULUAN**

# 1. Memulihkan Fungsi Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar: Sebuah Pendahuluan

*Yanto Rochmayanto, Dolly Priatna, & Muhammad Zahrul Muttaqin*

## 1.1 Latar Belakang

Ekosistem hutan rawa air tawar belum menjadi perhatian utama hingga saat ini. Dibandingkan dengan ekosistem hutan gambut dan mangrove, hutan rawa air tawar tidak sepopuler keduanya. Padahal, peran dan fungsi ekosistem hutan rawa air tawar sangat penting baik bagi lingkungan maupun sosial ekonomi masyarakat setempat hingga tingkat nasional dan global.

Dari aspek lingkungan, ekosistem ini menjadi habitat bagi berbagai spesies flora dan fauna yang hidup di lahan basah. Keanekaragaman hayati pada ekosistem hutan rawa air tawar bahkan dinilai melebihi keanekaragaman hayati yang dimiliki oleh ekosistem hutan rawa gambut. Selain memiliki keragaman hayati yang tinggi, ekosistem hutan rawa air tawar berperan penting dalam mengatur berbagai sistem ekologis, yaitu sebagai daerah tangkapan air hujan dan menjadi sumber air bagi masyarakat dan lingkungan sekitarnya. Ekosistem hutan rawa air tawar dapat menyerap dan menyimpan air dalam jumlah besar ketika musim penghujan, dan menjadi sumber cadangan air segar pada musim kemarau.

Peran ekosistem hutan rawa air tawar bagi kehidupan sosial ekonomi di tingkat lokal nasional, maupun global juga tidak dapat dianggap remeh. Sebagai contoh, tanpa memperhitungkan nilai simpanan karbon, total nilai potensi ekonomi ekosistem hutan rawa air tawar di TN Danau Sentarum, Kalimantan Barat, adalah Rp 139.067.307.492 per tahun atau Rp 1.053.380,78 per ha per tahun (Roslinda, 2019). Jika memperhitungkan nilai simpanan karbon, maka nilai ekonomi totalnya meningkat secara signifikan, menjadi Rp 570.703.707.492 per tahun atau 4.323.353,51 per ha/tahun (Roslinda, 2019).

Hutan rawa air tawar memiliki banyak tipe vegetasi yang sangat berbeda. Namun demikian, setidaknya terdapat empat tipe fisiognomik utama rawa air tawar, yaitu: (i) rawa herba, (ii) rawa semak, (iii) savanna/hutan lahan basah, dan (iv) hutan rawa (Giesen, 2018). Penelitian Giesen (2000) di Taman Nasional Danau Sentarum membedakan adanya tiga tipe vegetasi hutan rawa air tawar, yaitu: hutan rawa kerdil (*dwarf swamp forest*), hutan rawa kecil (*stunted swamp forest*), dan hutan rawa tinggi (*tall swamp forest*).

Hutan rawa tinggi (*tall swamp forest*) ditemukan di daerah yang genangan airnya dangkal untuk waktu yang singkat. Menurut bahasa lokal, hutan demikian disebut *hutan pepah*, dan tergantung pada jenis tumbuhan asli yang umumnya tumbuh di area tersebut, penamaan tambahan dilakukan oleh masyarakat, misalnya *hutan pepah kelansau* atau *hutan pepah emang*. Hutan rawa kecil disebut juga *hutan rawa* atau *gelgab*, dan ada juga yang menyebutnya sebagai *gelebah menungau*, *gelebah kamsia* atau *gelebah kenarin* tergantung pada kondisi lokal dan jenis pohon yang dominan. Hutan kerdil jenis apapun di Taman Nasional Danau Sentarun disebut *rampak*, sedangkan hutan rawa kerdil disebut *rampak gelebah*.

Tipe keempat yang sangat mirip dengan hutan rawa rendah/pendek adalah hutan riparian, yang terdapat di bantaran sungai-sungai besar di Taman Nasional Danau Sentarum (Giesen, 2000). Hutan riparian di sebagian besar wilayah memiliki banyak spesies yang sama dengan hutan rawa rendah/pendek, yang dicirikan oleh keberadaan spesies riparian yang khas seperti *Gluta renghas* (rengas) dan *Lagerstroemia speciosa* (bungur), bersama dengan *Antidesma stipulare* (engkunik), *Artocarpus teysmannii* (cempedak udara), *Dillenia excelsa* (ringin), *Elaeocarpus cf. sphaerocarpa* (menyawai), *Excoecaria indica* (kebuau), *Ficus microcarpa* (jabai), *Hopea dasyrrhachis* (tekam air), *Mallotus sumatranus* (belantik), dan *Pternandra galeata* (kelusuk bujang). Jenis vegetasi ini terdapat pada bantaran sungai-sungai besar di lahan yang memiliki pola banjir yang mirip dengan hutan rawa rendah/pendek (Giesen, 2000).

Sebagai perbandingan, di kawasan Amazoni dikenal ada dua jenis utama hutan rawa air tawar. Kedua jenis tersebut yaitu: hutan banjir musiman di sepanjang Sungai Arung yang kaya nutrisi (*varzea*), dan hutan rawa di sepanjang sungai air hitam yang miskin nutrisi (*igapo*) (Giesen, 2018).

Selain tipe fisiognomik yang diperkenalkan Giesen (2018), terdapat juga klasifikasi lain yang berdasarkan fisiognomi, struktur dan komposisi jenis yang sangat penting untuk proses restorasi. Di Indonesia terdapat 13 tipe vegetasi rawa air tawar, (Kartawinata, 2013), yaitu dari mulai terna rawa air tawar pamah, savana rawa air tawar pamah, hingga terna rawa musiman sub alpin (selengkapnya dapat dilihat pada Bab 2 Tabel 1).

Data area ekosistem rawa air tawar tidak banyak tersedia di negara tropis. Hal tersebut disebabkan oleh luasnya area (khususnya di Afrika dan Amerika Selatan), variasi musiman yang cukup lebar, perubahan dari waktu ke waktu (misalnya akibat perubahan iklim dari jangka pendek ke jangka panjang), serta konversi dan reklamasi area rawa air tawar yang ekstensif (Giesen, 2018). Namun demikian, Giesen (2018) mencatat total area ekosistem rawa air tawar di seluruh dunia sekitar 146 juta hektar. Ekosistem tersebut tersebar di Afrika (38%), di Amerika Selatan (33%), di Asia (24%), dan di Australasia (5%). Studi hutan rawa air tawar di Indonesia tercatat telah berlangsung cukup lama (antara lain Giesen & Sukoco, 1991; Mirmanto & Kartawinata, 1989; Silvius *et al.*, 1986; Silvius, 1986; Whitten *et al.*, 1984). Beberapa studi baru memperkaya informasi ekosistem hutan rawa air tawar walaupun tidak banyak, antara lain oleh Purwaningsih (2009) di riparian Sungai Nggeng Taman Nasional Kayan Mentarang, Kalimantan Timur, serta studi Purwaningsih & Kartawinata (2018) di Cagar Alam Muara Kendawangan, Kalimantan Barat.

Sayangnya, keberadaan hutan rawa air tawar menghadapi berbagai ancaman yang cukup serius. Tekanan populasi penduduk, reklamasi dan konversi, pembendungan (*on site*) dan banjir, *damming* (*off-site*) dan perubahan penggunaan lahan di bagian hulu, polusi dan erosi, kebakaran, pemanfaatan sumber daya, spesies invasif, serta perubahan iklim, merupakan faktor-faktor penyebab hilangnya hutan rawa air tawar (Giesen, 2018).

Tingginya ketergantungan masyarakat terhadap ekosistem hutan rawa air tawar justru menyebabkan tingginya ancaman bagi kerusakan ekosistem tersebut. Kerusakan ekosistem hutan rawa air tawar di Indonesia semakin meluas dari tahun ke tahun. Kerusakan tersebut pada umumnya disebabkan oleh konversi hutan rawa air tawar untuk berbagai kepentingan ekonomi, seperti untuk perkebunan kepala sawit, pesawahan, pemukiman, hingga pembangunan bendungan untuk mendukung irigasi pertanian atau

budidaya perikanan. Eksploitasi sumber daya ekosistem hutan rawa air tawar menyebabkan ekosistem tersebut rawan akan kebakaran serta rusaknya fungsi ekosistem tersebut sebagai pengatur tata air.

Dengan demikian, restorasi ekosistem hutan rawa air tawar merupakan upaya yang sangat krusial. Kegiatan restorasi di Indonesia belum menyentuh pada ekosistem ini, padahal jumlah konversi dan degradasi ekosistem hutan rawa air tawar di Indonesia cukup luas, namun tidak melaporkan dan terdokumentasikan dengan baik. Selain itu, informasi keberhasilan kegiatan restorasi pada ekosistem tersebut juga masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penulisan buku strategi dan teknik restorasi ekosistem hutan rawa air tawar ini menjadi sangat strategis untuk memberikan arahan teknis dan praktis untuk menyediakan pengetahuan restorasi pada ekosistem tersebut.

## 1.2 Ruang Lingkup

Strategi dan teknik restorasi ekosistem hutan rawa air tawar dalam buku ini bersumber dari pembelajaran yang berasal dari ekosistem serupa di Sumatra dan Kalimantan. Tingkat kedalaman strategi dan teknik restorasi ekosistem yang diulas adalah tingkat *meso*, yaitu bersifat sebagai arahan pelaksanaan lapangan. Apabila dibutuhkan panduan yang lebih detail, para pelaku tingkat operasional dapat menjabarkannya dalam bentuk panduan, rancangan teknis, atau *Standard Operational Procedure* (SOP). Hasil perumusan tersebut diharapkan dapat dijadikan pedoman, baik oleh masyarakat atau pelaksana restorasi hutan rawa air tawar secara umum maupun pelaksana lapangan.

## 1.3 Tujuan Penulisan Buku

Penyusunan buku restorasi ekosistem hutan rawa air tawar bertujuan untuk memberi pemahaman dasar mengenai ekosistem hutan rawa air tawar, serta menyediakan arahan strategi dan teknik restorasi yang sesuai karakteristik ekosistemnya, dengan mempertimbangkan aspek-aspek ekologi, sosial, dan ekonomi. Strategi dan teknik restorasi yang direkomendasikan didasarkan pada analisis kondisi dan karakteristik spesifik ekosistem hutan rawa air tawar di Rawa Bento, Jambi, dan di Cabang Pauti, Kalimantan Barat, sebagai referensi bagi area lain yang memiliki karakteristik serupa.

Dengan demikian, buku ini dapat menjadi panduan dan arahan untuk penyusunan strategi dan teknik restorasi ekosistem hutan rawa air tawar di Indonesia. Panduan dan arahan ini dapat diterapkan pada situs restorasi ekosistem yang memiliki karakteristik biofisik serta kondisi sosial ekonomi masyarakat yang sesuai dengan karakteristik yang digambarkan pada buku ini.

## 1.4 Sistematika Penulisan Buku

Buku ini disusun secara sistematis dan dibagi menjadi empat bagian. Pendahuluan pada Bagian Pertama berisi bab yang menguraikan fungsi hutan rawa air tawar, ancaman kerusakan hutan rawa air tawar, serta pentingnya restorasi pada ekosistem tersebut.

Bagian 2 terdiri atas empat bab, dimulai oleh bab yang menjelaskan karakteristik ekosistem hutan rawa air tawar. Bab selanjutnya menguraikan tentang urgensi restorasi ekosistem hutan rawa air tawar, dilanjutkan dengan prinsip-prinsip restorasi ekosistem hutan rawa air tawar. Bagian 2 ini ditutup dengan bab yang berisi penjelasan terkait ekologi dan silvikultur jenis pilihan untuk restorasi ekosistem hutan rawa air tawar.

Bagian 3 tentang arahan teknis restorasi ekosistem hutan rawa air tawar terdiri atas tiga bab. Bagian ini diawali oleh bab karakteristik ekosistem hutan rawa air tawar di Sumatra dan Kalimantan sebagai dasar pembelajaran. Bab selanjutnya adalah strategi restorasi ekosistem hutan rawa air tawar, kemudian ditutup dengan bab arahan teknik restorasi ekosistem hutan rawa air tawar. Penutup ditempatkan pada Bagian 4 yang merupakan sintesis atas latar belakang keilmiah, pemilihan strategi dan teknik restorasi hutan rawa air tawar, serta refleksinya bagi pengembangan strategi restorasi ekosistem di Indonesia.

## Daftar Pustaka

- Giesen, W. (2018). Tropical Freshwater Swamps (Mineral Soils). *The wetland book: II: distribution, description, and conservation*. Springer Netherlands.
- Giesen, W. (2000). Flora and vegetation of Danau Sentarum: unique lake and swamp forest ecosystem of West Kalimantan. *Borneo Res Bull.* 2000;31:89–122.
- Giesen, W., & Sukoco (1991). Conservation and management of the Ogan-Komerling and Lebaks, South Sumatra. Bogor: Asian Wetland Bureau-Indonesia.
- Kartawinata, K. (2013). *Diversitas ekosistem alami Indonesia*. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor & LIPI Press,
- Mirmanto, E. & Kartawinata, K. (1989). Mangrove and associated plant communities in the Barito River estuary and its vicinity, South Kalimantan. *Ekologi Indonesia* I (2): 42-55.
- Purwaningsih & Kartawinata, K. (2018). Species Composition and Structure of Forests in the Muara Kendawangan Nature Reserve, West-Kalimantan, Indonesia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 166 (2018) 012005 doi :10.1088/1755-1315/166/1/012005 HSS IOP Publishing.
- Purwaningsih. (2009). Analisis vegetasi hutan riparian dataran rendah di tepi Sungai Nggeng, Taman Nasional Kayan Mentarang, Kalimantan Timur. *Berita Biologi* 9(5): 547-559.
- Roslinda, E. (2019). Economic valuation of the Danau Sentarum National Park, West Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*. Volume 20, Number 7, July 2019 Pages: 1983-1989. DOI: 10.13057/biodiv/d200726
- Silvius. M.J. (1986). Steeman, APJ.M., Bercyz, E.T., Djuharsa, E., & Taufik, A.W. (1986) Survey of coastal wetlands in Sumatra Selatan and Jambi, Indonesia. PHPA-INTERWADER, Report B:1.
- Silvius, M.J., Steeman, A.P.J.M., Berezy, E.T., Djuharsa, E., & Taufik, A.W (1989). The Indonesian wetland inventory. Volumes 1 & 2. PHPA-AWB/INTERWADER & EDWIN, Bogor.
- Whitten, A.J., Damanik, S.J., Anwar, J & Hisyam, N. (1984.) *The ecology of Sumatra*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press, Yogyakarta.





**BAGIAN II**  
**EKOSISTEM HUTAN RAWA AIR TAWAR**  
**DAN URGENSI RESTORASI**

## 2. Karakteristik Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar

Nurul Silva Lestari & Kirsfianti Linda Ginoga

### 2.1 Gambaran Umum Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar di Indonesia

Ekosistem hutan rawa air tawar dapat ditemukan di Asia Tenggara, Afrika, dan Amerika Selatan, dengan luas terbesar di daerah Amazon. Pada region Asia Tenggara, ekosistem ini tersebar cukup merata, dan umumnya terletak di sekitar sungai besar dan kecil atau berdekatan dengan danau air tawar (Richard, 1996; Whitmore, 1984). Hutan rawa air tawar di Sumatra biasanya tumbuh pada tanah yang kaya mineral yang tergenang secara musiman dengan pH paling rendah 6. Genangan berasal dari air hujan atau luapan air sungai dengan tinggi air bervariasi. Meski umumnya tidak membentuk endapan, deposit aluvium dapat terbentuk pada kondisi alami di beberapa lokasi rawa yang sangat besar seperti Rawa Bento di Kerinci, Jambi (Whitten *et al.*, 1984). Hutan rawa air tawar di Kalimantan tersebar pada jenis tanah aluvial yang tergenang air tawar dalam jangka waktu yang lama. Hutan rawa air tawar di region ini juga biasanya berasosiasi dengan rawa pada daerah pesisir, danau yang ada di daratan, serta cekungan sungai yang besar (MacKinnon *et al.*, 1996).

Sementara di Papua, ekosistem rawa air tawar terbagi atas ekosistem air mengalir (*lotik*) dan tergenang (*lentik*). Ekosistem *lotik* meliputi daerah sungai yang mengalir sepanjang tahun, daerah hulu, bagian tengah, bagian hilir, sungai-sungai yang mengalir secara musiman, sungai buatan, serta *rheokrin* yang merupakan areal rembesan dari mata air yang mengalir, yang secara alami terdapat pada permukaan batu-batuan dan pinggir sungai terutama yang berbatasan dengan air terjun. Sementara ekosistem *lentik* meliputi danau dan kolam alami, waduk, lahan basah, rawa dan paya di dataran rendah maupun dataran tinggi (Marshall & Beehler, 2011). Tidak seperti tipe ekosistem lainnya, studi mengenai ekosistem hutan rawa air tawar di kawasan Asia

Tenggara, termasuk di Indonesia, belum terlalu banyak dilakukan. Oleh sebab itu, informasi mengenai kondisi biofisik, keanekaragaman hayati, serta aspek sosial dan ekonomi pada ekosistem ini masih sangat terbatas.

Luas ekosistem rawa air tawar di Indonesia mencapai 11,5 juta hektar, terluas di Asia dan nomor dua terluas di dunia setelah Brazil (Giesen, 2018). Ekosistem ini dapat dijumpai di berbagai pulau di Indonesia, yang meliputi Sumatra, Kalimantan, Papua, Sulawesi, Jawa, dan Nusa Tenggara (Lisdayanti *et al.*, 2018; Kartawinata, 2013). Ekosistem tersebut berperan sebagai daerah tangkapan air, pengendali banjir, & habitat bagi berbagai jenis flora dan fauna (Sharma & Josi, 2008). Ekosistem hutan rawa air tawar juga banyak dimanfaatkan sebagai tempat tujuan wisata alam di Indonesia (Sjaifuddin, 2020; Aziz *et al.*, 2020). Meski memiliki peran penting, ekosistem ini mengalami berbagai tekanan yang menyebabkan degradasi ekosistem dan menurunkan fungsi ekologisnya (Baustian *et al.*, 2018). Selain disebabkan oleh faktor alam, faktor antropogenik juga berkontribusi besar terhadap kerusakan ekosistem hutan rawa air tawar. Kerusakan tersebut mengakibatkan perubahan lanskap yang berpengaruh terhadap siklus hidrologi dan regenerasi hutan (Sjaifuddin, 2020).

Dengan kondisi yang terendam air secara permanen atau musiman, ekosistem hutan rawa air tawar juga memiliki peran penting sebagai salah satu sumber air bagi masyarakat lokal di Indonesia. Hal ini disebabkan karena ekosistem rawa air tawar memiliki potensi cadangan air yang cukup tinggi, meski ketersediaannya menurun saat musim kemarau (Kamun *et al.*, 2010). Pada beberapa daerah, ekosistem hutan rawa air tawar juga berpotensi untuk dikelola sebagai tujuan ekowisata. Salah satu contohnya adalah ekosistem hutan rawa air tawar di Taman Nasional Way Kambas yang merupakan habitat penting bagi gajah sumatra. Ekosistem hutan rawa air tawar merupakan habitat yang disukai oleh gajah karena hampir selalu tergenang air. Pada saat cuaca panas, air yang tergenang digunakan oleh gajah sebagai tempat berendam untuk mendinginkan suhu tubuh, sambil minum dan makan rerumputan yang tumbuh di sekitar genangan air. Kondisi tersebut sangat ideal untuk dijadikan sebagai salah satu paket ekowisata, karena pengunjung dapat melihat langsung perilaku harian gajah. Pemanfaatan ekosistem hutan rawa air

tawar dapat mendukung upaya konservasi satwa liar dan habitatnya, sekaligus meningkatkan perekonomian masyarakat lokal yang tinggal di sekitar hutan (Rusita *et al.*, 2018; Sjaifuddin, 2020).

## 2.2 Karakteristik Edafis dan Biofisik Hutan Rawa Air Tawar

Ekosistem hutan rawa air tawar umumnya terletak pada area dengan iklim basah. Namun pada beberapa area, ekosistem ini juga dapat dijumpai pada iklim yang lebih kering, seperti di daerah Jawa Timur. Hutan rawa air tawar terbentuk pada tanah aluvial pada dataran yang sering tergenang air. Ekosistem ini seringkali berada bersisian dengan hutan mangrove (Göltenboth *et al.*, 2006). Tanah pada ekosistem hutan rawa air tawar memiliki kandungan nutrisi mineral yang tinggi, yang membentuk deposit melalui air hujan dan fluktuasi tinggi muka air (Whitten *et al.*, 2000; Göltenboth *et al.*, 2006).

Genangan air pada ekosistem hutan rawa air tawar bersifat semi permanen dan musiman. Tinggi air juga bervariasi mulai dari beberapa sentimeter hingga beberapa meter di atas permukaan tanah. Air yang menggenangi hutan rawa air tawar berasal dari berbagai sumber, seperti air hujan, sungai, dan air tanah. Warna air genangan juga bervariasi tergantung dari jenis dan jumlah bahan organik yang terdapat pada tanah dan air (Clews *et al.*, 2018).

Kondisi yang dipengaruhi genangan air secara permanen atau musiman menyebabkan terjadinya proses mineralisasi bahan organik. Selain itu, turun dan naiknya air yang dipengaruhi oleh musim juga mengakibatkan perbedaan luas genangan yang cukup signifikan saat musim kering dan musim penghujan. Genangan air tersebut biasanya terbentuk pada area yang lebih rendah daripada sungai dengan kemiringan yang landai. Pada area ini, aliran sungai mulai melambat sehingga air mulai meluap ke pinggir sungai dan membentuk genangan (Giesen, 2018).

Ekosistem rawa air tawar yang berada di tanah mineral memiliki kandungan bahan terlarut dengan jumlah yang relatif tinggi, yang terbawa dari aliran sungai dan air tanah. Oleh sebab itu, produktivitas pada tipe ekosistem ini cukup baik karena ketersediaan nutrisi dan bahan organik yang cukup. Kandungan pH tanah umumnya netral, dengan kisaran antara 6-9. Kondisi

tersebut menyebabkan bakteri dan fungi menjadi lebih aktif. Namun demikian, jumlah nutrisi dan juga sedimen bervariasi tergantung dari frekuensi dan intensitas banjir. Faktor lain yang memengaruhi kualitas air pada ekosistem rawa air tawar, adalah jenis vegetasi yang tumbuh, karena berkaitan dengan kemampuan akar untuk berperan dalam proses evapotranspirasi (Giesen, 2018)

### 2.3 Kekayaan Biodiversitas Hutan Rawa Air Tawar

Seperti tipe ekosistem hutan tropis lainnya, ekosistem hutan rawa air tawar memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi serta menyediakan berbagai macam jasa lingkungan. Secara umum, ekosistem rawa air tawar terdiri atas 13 tipe vegetasi, yang diuraikan dalam tabel berikut.

Tabel 1 Keanekaragaman vegetasi pada ekosistem rawa air tawar

Tipe vegetasi	Jenis yang umum ditemukan
Terna rawa air tawar pamah	Rumput: <i>Phragmites karka</i> , <i>Lepironia articulate</i> , <i>Rhynchospora</i> spp., <i>Thoracostachyum sumatranum</i> , <i>Ischaemum digitatum</i> , <i>Leersia hexandra</i> , <i>Paspalum scrobiculatum</i> , <i>Hymenachne amplexicaula</i> , <i>Panicum stagninum</i> , <i>Echinocloa stagnina</i> , <i>Oryza</i> spp., <i>Saccharum</i> sp. Teki-teki: <i>Scirpus</i> sp., <i>Eleocharis</i> sp., <i>Kyllinga</i> spp., <i>Cyperus</i> spp., <i>Cladium</i> sp., dan <i>Fimbristylis</i> sp., <i>Scleria</i> spp. Terna: <i>Oenanthe</i> spp., <i>Limnocharis</i> spp., <i>Equisetum</i> spp., <i>Polygonum</i> spp., <i>Monochoria</i> spp., <i>Nelembium nucifera</i> , <i>Nymphaea</i> spp., <i>Polygonum celebicum</i> , <i>Ipomoea aquatica</i> , <i>Cyclosorus</i> spp., <i>Ludwigia</i> spp. Perdu dan pohon kecil: <i>Glochidion</i> spp., <i>Nauclea ciadunata</i> , <i>Myrtagyna speciosa</i> , <i>Barringtonia tetraptera</i> , <i>Livistona</i> spp., <i>Pandanus</i> spp.
Savana rawa air tawar pamah	<i>Saccharum robustum</i> , <i>Phragmites karka</i> , <i>Glochidion</i> spp., <i>Nauclea coadunata</i> , <i>Myrtagyna speciosa</i> , <i>Barringtoniatetraptera</i> , <i>Livistona</i> spp.
Hutan sagu rawa air tawar pamah	<i>Metroxylon sagu</i> , <i>Alstonia scholaris</i> , <i>Garcinia dulcis</i> , <i>Hopea novoguineensis</i> , <i>Octomeles sumatrana</i> , <i>Syzygium argentea</i> , <i>Terminalia copelandii</i> , <i>Pandanus tectorius</i>

Tabel 1 Keanekaragaman vegetasi pada ekosistem rawa air tawar (lanjutan)

Tipe vegetasi	Jenis yang umum ditemukan
Hutan pandan rawa air tawar pamah	<i>Pandanus holrungii</i> , <i>P. hysterix</i> , <i>P. kaernbachii</i> , <i>P. lauterbachii</i> , <i>P. leiophyllus</i> , <i>P. scabribracteatatus</i> , <i>P. tectorius</i> , <i>Terminalia copelandii</i> , <i>Hopea novoguineensis</i> , <i>Garcinia dulcis</i> , <i>Polyosma</i> spp., <i>Rhus taitensis</i> , <i>Terminalia copelandii</i> , <i>Alstonia scholaris</i> , <i>Nauclea</i> spp., <i>Cryptocarya</i> spp., <i>Palaquium</i> spp., <i>Campnosperma</i> spp., <i>Syzygium</i> spp.
Hutan rawa air tawar pamah	<i>Campnosperma brevipetiolatum</i> , <i>Alstonia</i> spp., <i>Barringtonia</i> spp., <i>Campnosperma</i> spp., <i>Dillenia</i> spp., <i>Eugenia</i> spp., <i>Mangifera</i> spp., <i>Neesia</i> spp., <i>Pholidocarpus</i> spp., <i>Coccoceras sumatrana</i> , <i>Ficus retusa</i> , <i>Barringtonia spicata</i> , <i>Ixora</i> sp., <i>Crudia reticulata</i> , <i>Mangifera gedebe</i> , <i>Dillenia excelsa</i> , <i>Scolopia spinosa</i> , <i>Dipterocarpus tempebes</i> , <i>D. elongatus</i> , <i>Hopea utans</i> , <i>H. rudiformis</i> , <i>Shorea scabidra</i> , <i>S. macrophylla</i> , <i>S. palembanica</i> , <i>S. seminis</i> , <i>S. sumatrana</i> , <i>S. scabrida</i> dan <i>S. teysmanniana</i> , <i>Campnosperma brevipetiolata</i> , <i>C. coriacea</i> , <i>Terminalia canaliculata</i> , <i>Nauclea coadunata</i> , <i>Alstonia scholaris</i> , <i>Bischoffia javanica</i> , <i>Palaquium</i> sp., <i>Syzygium</i> sp., <i>Myristica holrungii</i> , <i>Melaleuca Leucadendron</i> , <i>Anisoptera marginata</i> , <i>Dipterocarpus lowii</i> , <i>Dryobalanops oblongifolia</i> , <i>Hopea mengarawan</i> , <i>Shorea bracteolata</i> , <i>S. leprosula</i> , <i>S. macroptera</i> , <i>S. ovalis</i> , <i>S. platycarpa</i> , <i>S. singkawang</i> , <i>S. teysmanniana</i> , dan <i>Vatica maingayi</i> , <i>Artocarpus kemando</i> , <i>Blumeodendron tokbrai</i> , <i>Cratoxylum arborescens</i> , <i>Dacryodes macrocarpa</i> , <i>Dialium patens</i> , <i>Durio carinatus</i> , <i>Koompassia malaccensis</i> , <i>Santiria laevigata</i> , <i>S. rubiginosa</i> , <i>Sindora coriacea</i> , <i>S. wallichii</i> , <i>Alstonia spathulata</i> , <i>Barringtonia racemosa</i> , <i>Elaeocarpus macrocerus</i> , <i>Erythrina fusca</i> , <i>Eugenia operculata</i> , <i>Glochidion glomeratum</i> , <i>Gluta renghas</i> , <i>Horsfieldia irya</i> , <i>Ilex cymose</i>
Hutan tepi sungai pamah	<i>Mangifera gedebe</i> , <i>Dipterocarpus oblongifolius</i> , <i>Phragmites karka</i> , <i>Glochidion</i> spp., <i>Ficus</i> spp., <i>Paraserianthes</i> spp., <i>Casuarina equisetifolia</i> , <i>Litsea</i> spp., <i>Pygeum</i> spp., <i>Pandanus</i> spp., <i>Alstonia spectabilis</i> , <i>Myristica</i> spp., <i>Dillenia</i> spp., <i>Octomeles sumatrana</i>

Tabel 1 Keanekaragaman vegetasi pada ekosistem rawa air tawar (lanjutan)

Tipe vegetasi	Jenis yang umum ditemukan
Danau pamah	<i>Ceratophyllum demersum</i> , <i>Eichhornia crassipes</i> , <i>Azola pinnata</i> , <i>Sagittaria sagitifolia</i> , <i>Hydrilla verticillata</i> , <i>Salvinia mollesta</i> , <i>Ipomoea aquatica</i> , <i>Ottelia alismoides</i> , <i>Vallisneria gigantea</i> , <i>Aponogeton lakshonensis</i> , <i>Panicum stagninum</i> , <i>Lepironia articulata</i> , <i>Thoracostachyum sumatranum</i> , <i>Ischaemum digitatum</i> , <i>Leersia hexandra</i> , <i>Nelumbium nucifera</i> , <i>Nymphaea</i> spp., <i>Polygonum celebicum</i> , <i>Rhynchospora corymbosa</i> , <i>Paspalum scrobiculatum</i> , <i>Hymenachne amplexicaula</i> , <i>Ipomoea aquatica</i> , <i>Eichhornia crassipes</i>
Rawa dalam lingkungan hutan pegunungan	<i>Phragmites karka</i> , <i>Gunnera macrophylla</i> , <i>Elatostema lancifolium</i> , <i>Pilea melastomoides</i> , <i>Sphagnum</i> spp., <i>Orchidaceae</i> , <i>Rhododendron javanicum</i> , <i>Polygonum pleibeium</i> , <i>Juncus efusus</i> , <i>Xyris capensis</i> , <i>Carex capillacea</i> , <i>C. graeffeana</i> , <i>C. jackiana</i> , <i>C. maculata</i> , <i>C. nubigena</i> , <i>C. phacota</i> , <i>Cyperus flavidus</i> , <i>C. melanospermus</i> , <i>Eriocaulon brownianum</i> , <i>E. sollyanum</i> , <i>Fimbristylis consanguinea</i> , <i>Gallium subtrifidum</i> , <i>Heleocharis tetraquetra</i> , <i>Rhynchospora rugosa</i> , <i>Scirpus fluitans</i> , <i>S. mucronatus</i> , <i>Juncus prismatocarpus</i> , <i>Oenanthe javanica</i> , <i>Parochetus communis</i> , <i>Potamogeton octandrus</i>
Rawa perdu sub-alpin	<i>Rhododendron saxifragoides</i> , <i>Centrolepis philippinensis</i> , <i>Oreobolus</i> spp., <i>Plantago polita</i> , <i>Astelia papuana</i> , <i>Potentilla brassii</i> , <i>Eriocaulon</i> spp., <i>Monostachya oreoboloides</i>
Padang rumput rawa sub-alpin	<i>Poa lamii</i> , <i>Vaccinium amblyandrum</i> , <i>Tetramolopium klossii</i> , <i>Plantago stenophylla</i> , <i>Oreobolus pumilo</i> , <i>Centrolepis philippinensis</i>
Rawa sub-alpin <i>Astelia papuana</i>	<i>Astelia papuana</i> , <i>Lycopodium</i> spp., <i>Styphelia suaveolens</i> , <i>Coprosma brassii</i> , <i>Deschampsia klossii</i> , <i>Siphula thammoloides</i>
Padang rumput pendek rawa sub-alpin	<i>Danthonia vestita</i> , <i>Deschampsia klossii</i> , <i>Monostachya oreoboloides</i> , <i>Poa pilata</i> , <i>Poa</i> sp., <i>Plantago aundensis</i> , <i>Potentilla foersteriana</i> , <i>Gentiana ettinghausenii</i> , <i>Carex</i> spp., <i>Scirpus subtilissimus</i> , <i>Drapetes ericoides</i>
Terna rawa musiman sub-alpin	<i>Carex verticillata</i> , <i>Agrostis infirma</i> , <i>Thehymitra javanica</i> , <i>Gaultheria</i> spp., <i>Swertia javanica</i> , <i>Lycopodium clavatum</i> , <i>L. nightianum</i> , <i>Leptospermum flavescens</i> , <i>Symplocos cochinchinensis</i> , <i>Scirpus fluitans</i>

Sumber: Purwaningsih & Kartawinata (2018); Marshall & Beebler (2011); Purwaningsih (2009); Steenis et al. (2006); Laumonier (1997); Monk & Liley (1997); McKinnon et al. (1996); Whitten et al. (1996); Giesen & Sukoco (1991); Mirmanto & Kartawinata (1989); Silius (1989); Whitten et al. (1987); Silius (1986); Silius et al. (1986); Whitten et al. (1984); Hope (1980); Hope (1976); Endert (1927).

Tingginya keanekaragaman vegetasi di hutan rawa air tawar juga ditunjukkan dalam hasil penelitian Lisdayanti *et al.* (2016) di hutan rawa musiman di Rimbo Tujuh Danau, Riau. Berdasarkan hasil pengamatan, ditemukan 97 jenis tumbuhan yang berasal dari 36 famili. Sama halnya dengan hasil penelitian Yusuf & Purwaningsih (2009), famili dominan pada tipe ekosistem ini adalah Euphorbiaceae, disusul oleh Lauraceae, Dipterocarpaceae, Myrtaceae, dan Rubiaceae. Anggota famili Euphorbiaceae yang dijumpai adalah jenis *Antidesma montanum*, *Antidesma stipulare*, *Aporosa prainiana*, *Baccaurea deflexa*, *Baccaurea sumatrana*, *Bischofia javanica*, *Croton argyратus*, *Fabrenheitia pendula*, *Glochidion superbum*, *Galearia filiformis*, *Mallotus floribundus*, dan *Macaranga hypoleuca*. Sementara jenis yang berasal dari famili Dipterocarpaceae meliputi *Shorea parvifolia*, *Shorea conica*, *Shorea acuminata*, *Dipterocarpus appendiculatus*, *Shorea singkawang*, *Dryobalanops lanceolata*, dan *Vatica* sp.

Hasil studi vegetasi di hutan rawa air tawar dalam Cagar Alam Ponti, Sumatra Selatan, menyebutkan terdapat 136 jenis vegetasi yang berasal dari 90 genus dan 40 famili. Pada hutan rawa air tawar yang tergenang musiman, jenis dengan nilai penting tertinggi terdiri atas *Haplophragma macrolobum*, *Ficus variegata*, *Antocephalus chinensis*, dan *Terminalia copelandii*. Sementara pada hutan rawa air tawar yang tergenang permanen, jenis yang dapat dijumpai meliputi *Haplophragma macrolobum*, *Terminalia copelandii*, *Macaranga diepenhorstii*, *Nauclea officinales* dan *Ficus sumatrana* (Yusuf & Purwaningsih, 2009).

Sementara itu, keanekaragaman fauna di ekosistem hutan rawa air tawar juga tidak kalah tinggi. Ekosistem ini bahkan menjadi habitat bagi jenis-jenis fauna langka dan terancam punah. Sebanyak 45% dari jenis mamalia dan 33% dari jenis burung yang ditemukan pada hutan rawa air tawar termasuk dalam kategori rentan dan terancam punah menurut IUCN *Red List data*. Ekosistem hutan rawa air tawar berperan penting dalam konservasi primata, seperti bekantan (*Nasalis larvatus*), orangutan (*Pongo pygmaeus*), dan langur borneo (*Presbytis chrysomelas*). Mamalia lain yang dapat dijumpai pada ekosistem ini adalah kucing tandang (*Prionailurus planiceps*), macan dahan (*Neofelis diardi*), dan kucing batu (*Pardofelis marmorata*) (Posa *et al.*, 2011; Clark & May, 2002). Selain mamalia besar, keanakeragaman jenis reptil, amfibi, dan fauna perairan di hutan rawa air tawar juga cukup tinggi, namun belum terdokumentasi dengan baik (Clews *et al.*, 2018).

## Daftar Pustaka

- Aziz, A., & Adi, W. (2020). Ragam Vegetasi Hutan Rawa Air Tawar di Taman Wisata Alam Jering Menduyung, Bangka Barat. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(1), 200-208.
- Baustian, M. M., Clark, F. R., Jerabek, A. S., Wang, Y., Bienn, H. C., & White, E. D. (2018). Modeling current and future freshwater inflow needs of a subtropical estuary to manage and maintain forested wetland ecological conditions. *Ecological Indicators*, 85, 791-807.
- Clark, J.A. & May, R.M. (2002). Taxonomic bias in conservation research. *Science* 297: 191–192.
- Clews, E., Corlett, R. T., Ho, J. K. I., Koh, C. Y., Liong, S. Y., Memory, A., ... & Yeo, D. C. J. (2018). The biological, ecological and conservation significance of freshwater swamp forest in Singapore. *Gard. Bull. Singapore*, 70 (Suppl 1), 9-31.
- Endert, F.H. (1927). III Floristisch verslag. *Midden-Oost-Borneo Expeditie 1925*. Indisch Comite voor Wetenschappelijke Onderzoekingen, Weltevreden.
- Giesen, W. & Sukoco (1991). *Conservation and management of the Ogan-Komerling and Lebaks, South Sumatra*. Bogor: Asian Wetland Bureau-Indonesia.
- Giesen, W. (2018). Tropical Freshwater Swamps (Mineral Soils). *The wetland book: II: distribution, description, and conservation*. Springer Netherlands.
- Göltenboth, F., Langenberger, G. & Widmann, P. (2006). 17 – Special forest ecosystems. In: Göltenboth, F., Timotius, K., Milan, P. & Margraf, J. (eds) *Ecology of Insular Southeast Asia*, pp. 385–399. Amsterdam: Elsevier.
- Hope, G.S., Peterson, J., Radok, U., & Allison, I (Ed.). (1997). *The Equatorial glaciers of New Guinea*. Balkema, Rotterdam.
- Hope, GS (1980). New Guinea mountain vegetation communities. *The alpine flora of New Guinea* 1. General part. Cramer, Vaduz
- Kamun, Y., Ritohardoyo, S., & Santosa, L. W. (2010). Kajian Potensi Air Rawa dan Kearifan Lokal sebagai Dasar Pengelolaan Air Rawa Yomoth sebagai Sumber Air Bersih di Distrik Agats Kabupaten Asmat Provinsi Papua. *Majalah Geografi Indonesia*, 24(2), 153-173.

- Kartawinata, K. (2013). *Diversitas Ekosistem Alami Indonesia*. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia & LIPI Press.
- Laumonier, Y. (1997). *The Vegetation and Physiography of Sumatra: Maps* (Vol. 22). Springer Science & Business Media.
- Lisdayanti, L., Hikmat, A., & Istomo, I. (2016). Komposisi Flora Dan Keragaman Tumbuhan Di Hutan Rawa Musiman, Rimbo Tujuh Danau Riau. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 13(1), 15-28.
- MacKinnon, K., Hatta, G., Mangalik, A., & Halim, H. (1996). *The ecology of Kalimantan* (Vol. 3). Oxford: Oxford University Press.
- Marshall, A. J., & Beehler, B. M. (2011). *Ecology of Indonesian Papua Part I and Part II* Hongkong: Periplus Edition.
- MacKinnon, K., Hatta, G., Halim, H. R Mangalik, A. (1996). *Ecology of Kalimantan*. Hongkong: Periplus Editions.
- Mirmanto, E., Kartawinata, K., & Suriadarma, A. (1989). Mangrove and associated plant communities in the Barito River estuary and its vicinity, South Kalimantan. *Ekol Indonesia*, 1, 42-54.
- Monk, K.A, de Fretes, Y. & G Reksodihardjo-Liley, G. (1997). *The ecology of Nusa Tenggara and Maluku*. Hongkong: Periplus Edition.
- Posa, M.R.C., Wijedasa, L.S. & Corlett, R.T. (2011). Biodiversity and conservation of tropical peat swamp forests. *BioScience* 61(1): 49–57.
- Purwaningsih & Kartawinata, K. (2018). Species Composition and Structure of Forests in the Muara Kendawangan Nature Reserve, West-Kalimantan, Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 166, No. 1, p. 012005). IOP Publishing.
- Richards, P.W. (1996). *The Tropical Rain Forest – An Ecological Study*, 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rusita, R., Febryano, I. G., Yuwono, S. B., & Banuwa, I. S. (2019). Potensi hutan rawa air tawar sebagai alternatif ekowisata berbasis konservasi gajah Sumatra (*Elephas maximus sumatranus*). *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 9(2), 498-506.
- Sharma, N., & Joshi, S. P. (2008). Comparative study of a fresh water swamp of Doon Valley. *Taxon*, 2003(1), 71.

- Silvius, M.J. (1986). Survey of coastal wetlands in Sumatra Selatan and Jambi, Indonesia. PHPA-INTERWADER, Report B:1
- Silvus, M.J., Steeman, A.P.J.M., Berezy, E.T., Djuharsa, E., & Taufik, A.W. (1986). The Indonesian wetland inventory. Volumes 1 & 2. PHPA-AWB/INTERWADER & EDWIN, Bogor.
- Silvius, M.J., Steeman, A.P.J.M., Berezy, E.T., Djuharsa, E., & Taufik, A.W. (1989). Indonesia. Hal. 981-1109, dalam DA Scott (Ed.), *A Directory of Asian Wetlands*. Gland: IUCN.
- Sjaifuddin, S. (2020). Sustainable management of freshwater swamp forest as an ecotourism destination in Indonesia: a system dynamics modeling. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 8(2), 64.
- Steenis CGGJ van, Hamzah & Toha, M. (2006). *Flora pegunungan Jawa*. Bogor: Pusat Penelitian Biologi, LIPI.
- Whitmore, T.C. (1984). *Tropical Rain Forests of the Far East*, 2nd ed. Oxford: Oxford University Press.
- Whitten, A.J., Damanik S.J., Anwar, J. & Hisyam, N. (1984.) *The ecology of Sumatra*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Whitten, A.J., Mustafa, J.M., & Henderson, G.S. (1987). *The ecology of Sulawesi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Whitten, T., Soeriaatmadja, R.E. & Afif, S. (1996). *The Ecology of Java and Bali*. Singapore: Periplus Editions.
- Whitten, T., Damanik, S.J., Anwar, J. & Hisyam, N. (2000). *Freshwater-Swamp Forests*. Hong Kong: Periplus Editions.
- Yusuf, R., & Purwaningsih, P. (2009). Studi vegetasi hutan rawa air tawar di Cagar Alam Rimbo Panti, Sumatra Barat. *Berita Biologi*, 9(5), 491-508.

# 3. Urgensi Restorasi Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar

*Mimi Salminah & Jasmine Natalia Prihartini*

## 3.1 Peran Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar bagi Lingkungan

Ekosistem hutan rawa air tawar memiliki peran yang sangat besar bagi lingkungan. Keragaman fauna pada ekosistem tersebut mirip dengan keragaman fauna pada ekosistem hutan hujan dataran rendah. Beberapa fauna khas ekosistem hutan hujan dataran rendah dapat ditemukan di ekosistem hutan rawa air tawar.

Hutan rawa air tawar juga menjadi tumpuan bagi jenis fauna yang terancam punah, seperti harimau, gajah asia, buaya muara, tapir, macan dahan, berbagai jenis primata, dan berbagai jenis burung air. Sekitar 45% jenis mamalia dan 33% jenis burung yang hidup di ekosistem hutan rawa air tawar masuk pada *Red List* IUCN dengan status mulai dari hampir terancam punah hingga terancam punah (Posa *et al.*, 2011). Selain sebagai tempat hidup, ekosistem tersebut juga menyediakan sumber energi dan makanan bagi fauna tersebut.

Karakteristik tanah hutan rawa air tawar pada umumnya didominasi oleh tanah aluvial, sehingga ekosistem tersebut kaya akan unsur hara dan mineral yang cocok untuk pertumbuhan berbagai jenis flora. Dengan demikian, ekosistem hutan rawa air tawar berperan penting dalam menjaga keberadaan flora endemik di dunia seperti *Dichlanthe borneensis* (Giesen & Aglionby, 2000). Sementara itu, flora endemik ekosistem hutan rawa air tawar di Indonesia adalah berbagai jenis dari famili *Euphorbiaceae* dan *Dipterocarpaceae*. Beberapa jenis yang sering ditemui di Indonesia antara lain *Macaranga hypoleuca*, *Baccaurea sumatrana*, *Bischofia javanica*, *Shorea singkawang*, *Dryobalanops lanceolata*, dan sebagainya (Lisdayanti *et al.*, 2016).

Tingginya keanekaragaman hayati pada ekosistem hutan rawa air tawar juga memberikan konsekuensi pada tingginya kandungan karbon pada ekosistem tersebut. Penelitian Igu & Marchant (2016) di India mengungkapkan bahwa kandungan karbon di atas permukaan tanah pada hutan rawa air tawar yang masih asli setara dengan 228 ton CO<sub>2</sub>/ha, sedangkan pada ekosistem hutan rawa air tawar yang sudah terdegradasi dan yang sedang mengalami transisi menuju hutan mangrove masing-masing sebesar 104 ton CO<sub>2</sub>/ha dan 100 ton CO<sub>2</sub>/ha. Sementara itu, rata-rata kandungan karbon ekosistem hutan rawa air tawar di Kalimantan mencapai 104,24 ton CO<sub>2</sub>/ha (GIZ, 2013). Di sisi lain, hutan rawa air tawar juga dapat mengemisi metana (CH<sub>4</sub>) hingga 25 kali lebih banyak dibandingkan CO<sub>2</sub>. Dengan demikian, hutan rawa air tawar menjadi bagian penting dalam upaya mitigasi perubahan iklim baik di tingkat nasional maupun global.

Selain memiliki keragaman hayati yang tinggi, ekosistem hutan rawa air tawar berperan penting dalam mengatur berbagai sistem ekologis. Ekosistem tersebut berperan sebagai daerah tangkapan air hujan, dan menjadi sumber air bagi masyarakat dan lingkungan sekitarnya. Dengan keragaman dan struktur vegetasi yang rapat, ekosistem hutan rawa air tawar berfungsi dalam pengaturan sistem hidrologis suatu daerah, seperti proses pengisian kembali air tanah, pengendalian banjir, pada musim hujan, mencegah kekeringan pada musim kemarau, serta berkontribusi dalam proses pengendalian pencemaran air (Sharma & Joshi, 2008). Ekosistem hutan rawa air tawar dapat menyerap dan menyimpan volume air ketika musim penghujan, dan menjadi sumber cadangan air segar pada musim kemarau.

Di Kalimantan Barat, ekosistem hutan rawa air tawar dapat mengendalikan hingga seperempat volume air penyebab banjir, dan memasok air hingga 50% ke hulu Sungai Kapuas pada musim kemarau (Giesen & Aglionby 2000). Ekosistem hutan rawa air tawar juga mampu mengurangi endapan padat yang masuk ke ekosistem perairan hingga setengahnya, dan menghambat hingga 90% kandungan P. anorganik dari aliran air yang melewati ekosistem tersebut menuju ke ekosistem perairan utama (Arcadis Euroconsult, 2001). Berada di wilayah pesisir, ekosistem ini mampu menyerap air laut atau air sungai yang naik ke arah daratan sehingga tidak bercampur dengan air tanah. Dengan kata lain, ekosistem hutan rawa air tawar dapat mengendalikan keberlanjutan sumber daya air sekaligus menjaga kualitasnya.

### 3.2 Peran Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar bagi Kehidupan Sosial Ekonomi

Ekosistem hutan rawa air tawar memiliki hubungan yang kuat dengan kehidupan sosial ekonomi masyarakat secara luas, khususnya bagi masyarakat yang tinggal disekitarnya. Berbagai jenis pohon baik jenis komersial maupun yang belum dikomersialkan tumbuh subur di hutan rawa air tawar dan menjadi tumpuan perekonomian, bukan saja bagi masyarakat lokal, tetapi bagi perekonomian nasional. Berbagai kayu yang berasal dari ekosistem hutan rawa air tawar, menjadi andalan bagi ekspor komoditas kehutanan Indonesia. Kayu keruing dan meranti merupakan jenis-jenis kayu komersial yang tumbuh di hutan rawa air tawar keduanya telah menjadi andalan perdagangan kayu Indonesia baik di dalam maupun luar negeri. Selain kayu-kayu tersebut, terdapat berbagai jenis kayu lainnya yang dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk membangun berbagai sarana kehidupan maupun sebagai bahan bakar lokal.

Ekosistem hutan rawa air tawar juga memiliki potensi hasil hutan non kayu yang cukup besar. Rotan dan madu menjadi sumber mata pencaharian bagi masyarakat sekitar dan menyokong perekonomian lokal maupun regional. Berbagai kerajinan rotan dan produk madu yang diambil dari hutan rawa air tawar banyak diperdagangkan hingga ke pelosok Nusantara. Berbagai olahan produk sagu dan produk berbahan baku tanaman palem-paleman menjadi sumber bahan makanan masyarakat sekitar hutan rawa air tawar.

Selain itu, jasa ekosistem yang sangat potensial adalah keindahan dan kekayaan alam ekosistem hutan rawa air tawar. Menjadi habitat bagi berbagai satwa liar yang terancam punah, menjadikan ekosistem hutan rawa air tawar sebagai daya tarik tujuan ekowisata yang banyak diminati oleh wisatawan dari berbagai mancanegara (Rusita *et al.*, 2018). Salah satu yang telah berkembang di Indonesia adalah ekowisata di hutan rawa air tawar Taman Nasional Way Kambas.

Masyarakat setempat juga banyak memanfaatkan hutan rawa air tawar sebagai tempat menangkap ikan. Hutan rawa air tawar memiliki potensi perikanan serta sumber makanan akuatik yang cukup besar (Clews *et al.*, 2018). Berbagai jenis ikan yang hidup di ekosistem hutan rawa air tawar (Winemiller

& Jepsen, 1998), banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar sebagai salah satu sumber penghidupan. Sebagai contoh, ekosistem hutan rawa air tawar di sekitar Danau Sentarum yang merupakan habitat hingga 26 jenis ikan endemik, berperan penting dalam memasok ikan pada industri perikanan lokal juga yang melibatkan penduduk pada 39 desa sekitar danau (Dudley, 2000; Giesen., 1996). Potensi perikanan hutan rawa air tawar dinilai dapat mencapai hingga 40 kg ikan segar setiap hektarnya (Welcomme, 1979). Hasil tangkapan ikan masyarakat jauh lebih banyak pada saat air surut dibandingkan ketika musim banjir. Pada musim banjir, banyak ikan dari badan air terperangkap di area hutan rawa air tawar dengan kerapatan vegetasi yang tinggi. Pada saat surut, masyarakat dapat dengan mudah menangkap ikan-ikan tersebut.

Tingginya ketergantungan masyarakat terhadap ekosistem hutan rawa air tawar juga menyebabkan tingginya ancaman bagi kerusakan ekosistem tersebut. Kerusakan ekosistem hutan rawa air tawar di Indonesia semakin meluas dari tahun ke tahun. Kerusakan tersebut pada umumnya disebabkan oleh konversi hutan rawa air tawar untuk berbagai kepentingan ekonomi, seperti untuk perkebunan kepala sawit, persawahan, permukiman, hingga pembangunan bendungan untuk mendukung irigasi pertanian atau budidaya perikanan. Eksploitasi sumber daya ekosistem hutan rawa air tawar menyebabkan ekosistem tersebut rawan akan kebakaran, serta rusaknya fungsi ekosistem sebagai pengatur tata air. Selain itu, hutan rawa air tawar juga memiliki risiko kebakaran yang tinggi setiap tahunnya, akibat tingginya akumulasi biomassa yang mengering yang dapat menjadi bahan bakar pada musim kemarau (Giesen, 2018). Tingginya tingkat kerusakan ekosistem hutan rawa air tawar akan meningkatkan risiko kerugian baik lingkungan maupun kehidupan sosial ekonomi di masa mendatang.

### 3.3 Regulasi Pengelolaan dan Pemulihan Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar

Sebagai salah satu ekosistem penting dan untuk menghindari kerusakan yang terus berlanjut, pengelolaan hutan rawa air tawar diatur melalui berbagai regulasi dan kebijakan yang dikeluarkan oleh pemerintah. Salah satu induk peraturan terkait pengelolaan ekosistem hutan rawa air tawar adalah Peraturan Pemerintah (PP) No 73 tahun 2013 tentang Rawa. Peraturan tersebut

mengatur pengelolaan ekosistem hutan rawa, baik gambut maupun air tawar. Berdasarkan PP tersebut, pengelolaan hutan rawa air tawar diarahkan pada pemeliharaan kelangsungan fungsi rawa sebagai resapan air dan daerah tangkapan air, pengendalian pemanfaatan rawa dengan fungsi budi daya, dan pengaturan sempadan rawa.

Sementara itu, mengingat tingginya ancaman kerusakan ekosistem hutan rawa air tawar serta peran pentingnya dalam upaya mitigasi perubahan iklim, restorasi ekosistem hutan rawa air tawar menjadi salah satu prioritas pemerintah. Prioritas kegiatan restorasi hutan di Indonesia juga sejalan dengan komitmen dunia untuk melaksanakan agenda Dekade Restorasi Ekosistem yang dicetuskan oleh PBB (*UN Decade on Ecosystem Restoration 2021-2030*) untuk mencegah dan menghentikan kerusakan ekosistem di seluruh dunia.

Restorasi ekosistem hutan rawa air tawar di Indonesia secara umum diatur dalam kerangka kegiatan restorasi di berbagai tipe ekosistem hutan pada hutan produksi. Kegiatan restorasi ekosistem hutan rawa air tawar juga dapat mengacu pada kegiatan rehabilitasi hutan, yang diatur melalui Peraturan Pemerintah (Permen) LHK No 105. tahun 2018 Jo Permen LHK No. 2 tahun 2020 tentang Tata Cara Pelaksanaan, Kegiatan Pendukung, Pemberian Insentif, serta Pembinaan dan Pengendalian Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan. Beberapa peraturan terkait restorasi ekosistem hutan rawa air tawar disajikan pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2 Kebijakan terkait restorasi ekosistem hutan rawa air tawar

No	Bentuk Kebijakan	Isi
1	Peraturan Pemerintah No 73 tahun 2013 tentang Rawa	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pengelolaan hutan rawa harus memperhatikan pengaturan tinggi muka air dan sirkulasi air dengan cara mengatur air secara periodik sesuai dengan tingkat kemasamannya dan kegaramannya</li><li>• Pengawetan atau perlindungan tata air hutan rawa dilakukan dengan cara pembuatan prasarana tampungan air, penghematan penggunaan air, pengendalian tinggi muka air, dan pencegahan kehilangan air</li></ul>
2	Peraturan Pemerintah No 6 tahun 2007 Jo Peraturan Pemerintah No 3 tahun 2008 tentang Tata Hutan dan Penyusunan Rencana Pengelolaan Hutan, serta Pemanfaatan Hutan	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kegiatan restorasi ekosistem dapat mengoptimalkan manfaat hasil hutan kayu maupun bukan kayu</li><li>• Menawarkan solusi bagi ketidakpastian usaha restorasi ekosistem karena belum adanya produk kayu yang dapat diusahakan</li></ul>

Tabel 2 kebijakan terkait restorasi ekosistem hutan rawa air tawar (lanjutan)

No	Bentuk Kebijakan	Isi
3	Permen LHK No 105 tahun 2018 Jo Permen LHK No 2 tahun 2020 tentang Tata Cara Pelaksanaan, Kegiatan Pendukung, Pemberian Insentif, Serta Pembinaan dan Pengendalian Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menetapkan langkah-langkah perencanaan dan kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan</li> <li>• Rehabilitasi dilakukan pada lahan kritis (berdasarkan peta lahan kritis nasional), lahan terbuka (lahan kosong atau dengan tutupan semak atau yang memiliki pohon paling banyak 200 pohon/ha), dan lahan bekas kebakaran hutan dan lahan.</li> <li>• Reboisasi intensif dilakukan dengan cara penanaman jenis tanaman kayu-kayuan dan/atau pohon penghasil HHBK sebanyak 625 batang/ha sampai dengan 1.100 batang/ha</li> </ul>
4	Permenhut No 48 tahun 2014 tentang Tata Cara Pelaksanaan Pemulihan Ekosistem pada Kawasan Suaka Alam dan Kawasan Pelestarian Alam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kriteria keberhasilan pemulihan ekosistem perairan tawar termasuk ekosisten hutan rawa air tawar:</li> <li>• Ekosistem telah berisi spesies yang terdapat pada ekosistem referensi dan telah memperlihatkan struktur vegetasi dan dinamika populasi menyerupai ekosistem referensi atau kondisi asli.</li> <li>• Seluruh kelompok fungsional tumbuhan dan satwa seperti tumbuhan pakan, <i>herbivora</i>, <i>karnivora</i>, <i>decomposer</i>, <i>nitrogen fixer</i> dan <i>pollinator</i> telah terwakili, jika belum minimal terdapat spesies dominan yang dapat memengaruhi spesies lain untuk berkembang</li> <li>• Lingkungan fisik seperti mata air, aliran air, kondisi tanah, humus, cahaya, suhu udara, suhu tanah dan kelembaban telah mampu mendukung populasi tumbuhan dan satwa untuk berproduksi</li> <li>• Tahap perkembangan ekologis tertentu menampakkan fungsi yang normal,</li> <li>• Ekosistem telah terintegrasi dengan komponen ekologis atau bentang alam yang lebih luas</li> <li>• Hilangnya potensi ancaman terhadap kesehatan dan integritas ekosistem seperti api, badai, banjir, dan salinitas</li> <li>• Ekosistem mempunyai kelentingan (resiliensi) yang cukup</li> </ul>
5	Permenhut No 64 tahun 2014 tentang Penerapan Silvikultur dalam Area Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Restorasi Ekosistem pada Hutan Produksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indikator keberhasilan restorasi di hutan produksi:</li> <li>• Peningkatan keragaman jenis pohon klimaks yaitu tercapainya keragaman jenis pohon dengan Indeks Shannon <math>\geq 3</math> di zona lindung; Tercapainya keragaman jenis pohon dengan Indeks Shannon <math>\geq 2,5</math> di zona produksi serta tercapainya jumlah pohon induk sebagaimana Sistem Tebang Pilih Tanam Indonesia (IPTI) dan jumlah pohon yang optimal yang dapat ditebang di zona produksi.</li> <li>• Terbentuknya struktur alami hutan dimana tegakan, tiang, pancang dan semai menyebar secara proporsional.</li> </ul>

Tabel 2 kebijakan terkait restorasi ekosistem hutan rawa air tawar (lanjutan)

No	Bentuk Kebijakan	Isi
6	Permenhut No. 159 tahun 2004 tentang Restorasi Ekosistem di Kawasan Hutan Produksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tujuan kegiatan restorasi ekosistem adalah 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.</li> <li>• Strategi restorasi di kawasan yang masih produktif dapat dilakukan dengan teknik permudaan alam, sementara di area yang kurang produktif dapat dilakukan dengan teknik permudaan alam yang dikombinasikan dengan kegiatan perlindungan hutan. RE di kawasan hutan produksi yang sudah tidak produktif dilakukan dengan teknik kombinasi permudaan alam, penanaman jenis tanaman hutan unggulan setempat serta perlindungan hutan.</li> </ul>

Istilah restorasi ekosistem tidak lagi ditemukan pada regulasi pasca UUCK di tingkat PP dan regulasi yang lebih tinggi dari PP, sebagaimana tidak ditemukan adanya pasal yang membahas restorasi ekosistem dalam PP No 23 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Kehutanan. Namun demikian, setidaknya ada dua kemungkinan interpretasi terhadap hal tersebut (Susetyo, 2021; Rochmayanto, 2021). Pertama, restorasi ekosistem telah dihilangkan dalam peraturan perundangan Indonesia (UUCK No 11 tahun 2020), dan secara implisit ditempatkan pada salah satu peraturan turunannya (PP No 23 tahun 2021) melalui pemanfaatan hutan dalam usaha jasa lingkungan. Salah satu jasa lingkungan tersebut adalah sekuestrasi atau serapan karbon, sebagaimana telah dijalankan oleh beberapa perusahaan pemegang izin usaha restorasi ekosistem. Kedua, ketiadaan terminologi restorasi dalam sistem peraturan perundangan di Indonesia, menunjukkan bahwa usaha pemanfaatan hasil hutan kayu adalah sesuatu yang terpisah dan tidak sama dengan usaha pemanfaatan jasa lingkungan (sebagai catatan bahwa dalam regulasi lama, restorasi ekosistem ditempatkan sebagai bagian dari izin usaha hasil hutan kayu).

PP No 23 tahun 2021 menegaskan bahwa mekanisme pengelolaan hutan termasuk restorasi ekosistem yang diatur dalam PP No 6 tahun 2007 masih tetap berlaku sepanjang tidak bertentangan. Pemanfaatan hasil hutan non kayu dan jasa lingkungan memberikan solusi bagi pelaku usaha restorasi ekosistem untuk mengoptimalkan manfaat ekonomi dari kegiatan restorasi sebelum keseimbangan ekosistem hutan tercapai. Hal tersebut juga

diperkuat oleh PP No 23 tahun 2021 yang menetapkan skema baru Perizinan Berusaha Pemanfaatan Hutan (PBPH), bahwa dalam satu area perizinan dapat dilakukan berbagai jenis usaha (multiusaha). Hal ini juga menjadi salah satu cara penyelesaian konflik dengan masyarakat setempat di areal restorasi. Konsep PBPH perlu terus dimonitori dan dievaluasi agar pelaksanaan di tingkat tapak sesuai dengan tujuannya.

Meskipun indikator keberhasilan restorasi ekosistem memiliki keragaman antar tipe ekosistem dan fungsi kawasan hutan, tetapi secara umum restorasi ekosistem dikatakan berhasil apabila kerusakan yang terjadi pada berbagai variabel ekosistem baik flora, fauna, maupun unsur abiotiknya telah mengalami perbaikan dan memiliki resiliensi yang baik. Meskipun demikian, peluang pemulihan ekosistem menjadi seperti kondisi awal dinilai kecil khususnya pada kawasan yang telah terdegradasi sangat berat. Bahkan, proses restorasi yang berhasil dapat memakan waktu ratusan tahun. Dengan demikian, kriteria keberhasilan restorasi ekosistem sebaiknya memperhatikan tingkat kerusakan awal area yang direstorasi. Penggunaan indikator indeks *Shanon* tidak mudah difahami dan diukur oleh pelaksana restorasi, khususnya di tingkat tapak. Indikator tersebut perlu diterjemahkan ke dalam variabel yang lebih sederhana seperti jumlah jenis flora dalam satu area restorasi. Keberhasilan restorasi juga sangat bergantung pada dukungan masyarakat sekitar, sehingga keberhasilan restorasi ekosistem bergantung pada kemampuan untuk melibatkan dan mengakomodasi kepentingan masyarakat dalam kegiatan restorasi. Pemilihan jenis flora untuk kegiatan restorasi sebaiknya tidak terbatas pada jenis-jenis asli ekosistem yang akan direstorasi, tetapi juga jenis-jenis yang memiliki manfaat sosial ekonomi bagi masyarakat.

Restorasi ekosistem dalam konteks izin usahanya juga menghadapi tantangan sehingga perkembangannya cenderung lambat. Peraturan izin usaha restorasi ekosistem masih disamakan dengan perizinan usaha ekstraksi sumber daya alam. Diperlukan biaya perizinan yang besar untuk melakukan kegiatan restorasi, sama halnya dengan biaya untuk perizinan usaha kayu. Biaya tersebut di luar kebutuhan biaya untuk operasional teknis pelaksanaan kegiatan restorasi. Di sisi lain, tidak seperti izin usaha kayu, manfaat kegiatan restorasi lebih bernilai ekologis di saat pasar hasil hutan bukan kayu dan jasa lingkungan belum berkembang optimal.

Mengingat ketidakpastian pasar hasil hutan bukan kayu dan jasa lingkungan, beberapa perizinan usaha restorasi ekosistem yang dilakukan oleh pihak non pemerintah/swasta lebih ditujukan pada pemeliharaan aset perusahaan, bukan murni untuk mengembalikan kondisi ekosistem yang telah rusak. Perkembangan pasar karbon yang menjadi salah satu harapan bagi kegiatan restorasi ekosistem saat ini, masih mengalami kendala dengan adanya kebijakan pemerintah untuk menunda proses transaksi karbon di pasar sukarela. Di sisi lain pasar karbon dalam negeri belum siap untuk mendukung usaha restorasi ekosistem. Selain itu, program restorasi ekosistem yang dipromosikan pemerintah sebagai salah satu solusi untuk mengurangi dampak perubahan iklim belum mendapat dukungan pembiayaan yang memadai. Padahal, kegiatan restorasi ekosistem lebih bersifat *cost center* dengan nilai manfaat ekonomi yang belum memiliki kejelasan. Kondisi ini menyebabkan tujuan program restorasi ekosistem untuk mengonsolidasikan tujuan ekonomi dan ekologi pengelolaan hutan tidak tercapai.

Kendala lain yang seringkali dihadapi dalam kegiatan restorasi ekosistem adalah tingginya konflik dengan masyarakat setempat. Hal ini menyebabkan kegiatan restorasi yang dilakukan pihak swasta ditentang oleh masyarakat. Masyarakat menganggap restorasi menyebabkan hak mereka atas lahan hutan menjadi hilang. Di sisi lain, pola agroforestri yang ditawarkan sebagai salah satu solusi bagi konflik sosial di kawasan hutan harus dapat mengakomodasi kepentingan masyarakat. Konsekuensinya, jenis flora yang dikembangkan dalam kegiatan restorasi sebaiknya disesuaikan dengan pilihan jenis masyarakat dengan kombinasi jenis-jenis asli ekosistem aslinya. Pada daerah dengan potensi konflik sosial tinggi, restorasi ekosistem lebih diarahkan pada pemeliharaan fungsi penting ekosistem tersebut, seperti menjaga fungsi pengaturan tata air, penyediaan udara bersih, atau pencegahan bencana alam.

## Daftar Pustaka

- Arcadis Euroconsult. (2001). *Buffering capacity of wetlands study (BCWS)* Final Report. Vol 2 Main Report. Arnhem: Lake Victoria Environmental Management Project (LVEMP). United Republic of Tanzania and World Bank. 183 pp.
- Clews, E., Corlett, R..T., Ho, J.K.H.I., Kim, D.E., Koh, C.Y., Liong, S.Y., Meier, R., Memory, A., Ramchunder, S.J., Sin., T.M., Siow, H.J.M., Sun, Y., Tan, H.H., Tan, S.Y., Tan, H.T.W., Theng, M.T.Y., Wasson, R.J., Yeo, D.C.J., Ziegler, A.D. (2018). The biological, ecological and conservation significance of freshwater swamp forest in Singapore. *Gardens' Bulletin Singapore* 70 (Suppl. 1): 9-31.
- Dudley, R.G. (2000). The fishery of Danau Sentarum. *Borneo Res Bull.* 31. 261-306
- Giesen, W. (1996). *Habitat Types of the Danau Sentarum Wildlife Reserve. West Kalimantan. Indonesia.* UK-Indonesia Tropical Forest Management Programme. Project 5 Conservation. Work Plan Activity B.1.1. Bogor: Ministry of Forestry-PHPA, for Wetlands International Indonesia Programme. 97pp.
- Giesen, W. (2018). Tropical Freshwater Swamps (Mineral Soils) in C.M. Finlayson et al . (eds). *The Wetland nger Nature.* Netherlands. <http://doi.org/10.1007>
- Giesen, W & Aglionby, J. (2000). Introduction to Danau Sentarum National Park, West Kalimantan, Indonesia. *Borneo Res Bull.* 31:5-28
- GIZ. (2013). *Telaah Situasi Penutupan Laban dan Perubahan Penutupan Laban di Kabupaten Kapuas Hulu dan Malinau, Indonesia.* Kajian Historis Tingkat Emisi Wilayah Kabupaten dan Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH). GIZ. Forclime Forest and Climate Change Programme. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Igu, N.I. & Marchant, R. (2018). Ecological patterns and sustainability of freshwater swamp forest ecosystems: assessing climate and disturbance interactions. *Singapore Journal of Tropical Geography* 39 (2018) 62–74
- Lisdayanti., Hikmat, A., Istomo. (2016). Komposisi Flora dan Keragaman Tumbuhan di Hutan Rawa Musiman, Rimbo Tujuh Danau Riau. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam.* Vol 3 (1). 15-28

- Posa, M.R.C., Wijedasa, L.S. & Corlett, R.T. (2011). Biodiversity and conservation of tropical peat swamp forests. *BioScience* 61(1): 49–57.
- Rochmayanto, Y. (2021). Government, the private, and local communities in ecosystem restoration governance and practices. *Indonesian Journal of Applied Environmental Studies* 2 (2): 65-71, October 2021. DOI: 10.33751/injast.v2i2.4013.
- Rusita., Febryano, I.G., Banuwa, I.S., Yuwono, S.B. (2019). Potensi Hutan Rawa Air Tawar Sebagai Alternatif Ekowisata Berbasis Konservasi Gajah Sumatras (*maximus sumatranus*). *JPSL* 9(2): 498-506. <http://dx.doi.org/10.29244/jpsl.9.2.498-506>.
- Sharma, N., & Joshi, S. (2008). Comparative Study of a Fresh Water Swamp of Doon Valley. *The Journal of American Science*. 491): 7-10
- Susetyo, P.D. (2021). Setelah Retorasi Ekosistem Tak Ada Lagi. *Forest Diggest*. 15 Juni 2021. <https://www.forestdigest.com/detail/1175/restorasi-ekosiste-m-uu-cipta-kerja>. Retrieved October 2, 2021.
- Welcomme, R.L. (1979). *Fisberies ecology of floodplain rivers*. London/New York: Longman Publishers. 317pp
- Winemiller, K.O., & Jepsen, D.B. (1998). Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs. *J Fish Biol.* 53 (Sipplement A): 267-96.

# 4. Prinsip-Prinsip Restorasi Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar

*Nurul Silva Lestari & Dolly Priatna*

Pelaksanaan restorasi ekosistem hutan rawa air tawar harus memperhatikan beberapa prinsip penting yang berperan besar dalam menentukan tingkat keberhasilan restorasi. Persatuan Bangsa-Bangsa (PBB) telah menyusun beberapa prinsip restorasi ekosistem untuk mencegah, menghentikan, serta memulihkan ekosistem yang terdegradasi. Prinsip-prinsip tersebut meliputi pelibatan *stakeholders*, penggunaan berbagai sumber ilmu pengetahuan, pertimbangan referensi ekosistem dan perubahannya, pertimbangan aspek ekologi, sosial, dan ekonomi, serta penggunaan konteks lokal dalam penentuan strategi restorasi namun tetap mempertimbangkan kondisi pada skala lanskap yang lebih luas (UNEP, 2021; Gann *et al.*, 2019). Oleh sebab itu, bab ini membahas prinsip restorasi yang juga berlaku pada tipe ekosistem lainnya, yang meliputi ekologi historis, autekologi dan fenologi tumbuhan, pemilihan jenis, modal sosial, serta kelembagaan restorasi.

## 4.1 Ekologi Historis

Pemulihan fungsi ekosistem merupakan tujuan utama dalam restorasi ekosistem. Indikator pemulihan tersebut adalah terbentuknya struktur dan komposisi keanekaragaman hayati serta kondisi biofisik yang sama atau mendekati kondisi ekosistem sebelum terdegradasi. Informasi mengenai kondisi ekologi historis sangat diperlukan sebagai dasar penentuan target restorasi ekosistem dengan mempertimbangkan kondisi ekosistem saat ini. Informasi tambahan lain seperti riwayat frekuensi dan intensitas gangguan yang terjadi, serta kondisi iklim mikro juga penting untuk diketahui karena berkaitan dengan proses ekologi yang terjadi pada periode waktu tertentu (Balaguer *et al.*, 2014).

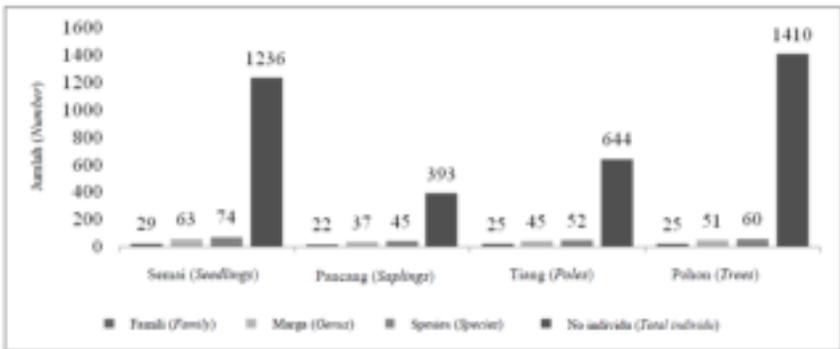
Identifikasi sumber-sumber informasi yang dapat digunakan sebagai referensi ekosistem yang masih dalam kondisi baik, merupakan langkah awal mengetahui kondisi ekologi historis. Namun demikian, ketersediaan data dan

informasi yang komprehensif tentang kondisi historis suatu ekosistem masih sangat terbatas. Oleh sebab itu, lokasi lain dengan tipe ekosistem sama yang masih dalam kondisi baik juga dapat dijadikan sebagai referensi. Jika informasi mengenai kondisi historis dan ekosistem referensi tidak tersedia, pengumpulan informasi yang akurat mengenai hubungan antara spesies dengan habitatnya perlu dilakukan untuk menyediakan tempat tumbuh yang sesuai dengan kebutuhan spesies. Penilaian kesuksesan restorasi tidak hanya ditentukan oleh indeks kesamaan vegetasi antara area restorasi dengan ekosistem referensi, namun juga adanya peningkatan kelimpahan dan frekuensi spesies pada area target restorasi (Brewer & Menzel, 2009).

Penelitian yang dilakukan oleh Suganuma & Durigan (2014) pada hutan riparian menyebutkan bahwa indikator penting untuk menilai keberhasilan revegetasi adalah tutupan tajuk, luas bidang dasar, kerapatan pancang, serta kekayaan jenis tumbuhan bawah. Waktu yang diperlukan untuk mencapai kondisi yang sesuai dengan ekosistem referensi sangat bervariasi tergantung dari tingkat degradasi area yang menjadi target restorasi. Pada umumnya, perubahan struktur vegetasi dapat dilihat dalam jangka waktu lebih pendek jika dibandingkan dengan komposisi jenis. Kekayaan jenis dan proporsi jenis-jenis yang lambat tumbuh (*slow growing species*) dapat menyamai kondisi hutan sekunder dalam waktu 40 tahun. Sementara waktu yang diperlukan untuk mencapai kondisi *old growth forest* dapat mencapai 70 tahun atau lebih. Bahkan, hasil penelitian Priatna *et al.*, (2006) dibutuhkan 56-172 tahun untuk mencapai klimaks di hutan dataran rendah sikundur, Sumatra Utara.

Informasi mengenai tipe vegetasi dan komposisi jenis dalam hutan rawa air tawar sangat diperlukan dalam proses identifikasi kondisi historis. Tipe-tipe vegetasi dan komposisi jenis masing-masing tipe vegetasi pada ekosistem rawa air tawar ditampilkan pada Bab 2 buku ini yang meliputi vegetasi terna rawa air tawar pamah, vegetasi savana rawa air tawar pamah, hutan sagu rawa air tawar pamah, hutan pandan rawa air tawar pamah, hutan rawa air tawar pamah, hutan tepi sungai pamah, danau pamah, vegetasi rawa dalam lingkungan hutan pegunungan, vegetasi rawa perdu subalpin, padang rumput rawa sub alpin *Poa lamii*–*Vaccinium amblyandrum*, vegetasi rawa sub alpin *Astelia papuana*, padang rumput pendek rawa sub alpin, dan vegetasi terna rawa musiman sub alpin.

Salah satu contoh komposisi jenis pada tipe vegetasi hutan rawa air tawar dapat dilihat pada studi yang dilakukan di hutan rawa Rimbo Tujuh Danau Riau (Lisdayanti *et al.*, 2016). Jumlah jenis yang ditemukan mencapai 97 jenis dengan *Sterculia gilva* sebagai jenis yang paling dominan. Pada ekosistem ini, jumlah individu yang paling banyak terdapat pada tingkat pertumbuhan pancang dan tiang. Indeks keanekaragaman jenis pada lokasi ini juga cukup tinggi yaitu 3,29 pada tingkat semai, 3,13 pada tingkat pancang, 3,18 ada tingkat tiang, dan 3,08 pada tingkat pohon. Sementara tutupan tajuknya sebesar 67,94%, dengan intensitas cahaya 448,53 lx (Lisdayanti *et al.*, 2016).



Sumber: Lisdayanti *et al.* (2016)

Gambar 1 Komposisi vegetasi hutan rawa air tawar

Selain tipe dan komposisi vegetasi, informasi klasifikasi spesies berdasarkan karakteristik habitat juga sangat diperlukan dalam mengidentifikasi kondisi historis. Informasi tersebut meliputi perubahan komposisi jenis berdasarkan tingkat kerusakan habitat yang terjadi dalam periode waktu tertentu. Pengetahuan mengenai klasifikasi jenis berdasarkan tingkat kerusakan, dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan strategi restorasi, khususnya dalam pemilihan jenis. Gelam (*Melaleuca leucadendra*) misalnya, tanaman berperan dominan sebagai pohon pionir seperti yang terdapat di Muara Barito, menjadi jenis yang sangat penting untuk digunakan dalam percepatan proses restorasi ekosistem (Mirmanto & Kartawinata, 1989).

Pada aspek hidrologi, tinggi permukaan genangan air bervariasi cukup signifikan tergantung musim. Pada ekosistem rawa air tawar di Danau Sentarum, perbedaan tinggi genangan air pada musim kemarau dan musim

hujan dapat mencapai 12 meter. Pada lokasi lain di Sungai Kapuas, ekosistem rawa air tawar berperan sebagai area penyangga yang menyimpan limpahan air saat puncak banjir, sementara pada musim kemarau 50% air pada hulu sungai dapat berasal dari danau dan hutan rawa air tawar. Meski genangan air tawar merupakan salah satu karakteristik utama ekosistem rawa air tawar, banjir yang berlebihan dan bersifat permanen dapat mematikan vegetasi yang hidup pada ekosistem tersebut, karena akar tumbuhan dan tanah tidak teraerasi dengan baik. Oleh sebab itu, pengelolaan air juga diperlukan dalam upaya restorasi ekosistem rawa air tawar (Giesen, 2018).

## 4.2 Autekologi dan Fenologi Tumbuhan

Autoekologi merupakan ilmu yang mempelajari hubungan antara spesies dengan lingkungannya. Penelitian mengenai autoekologi dilakukan pada organisme atau spesies dengan berbagai variabel lingkungan seperti ketersediaan cahaya, kelembaban, suhu, pH, serta ketersediaan air dan nutrisi. Studi autoekologi yang lebih lengkap juga memasukkan faktor biotik lain seperti mikrohabitat dan interaksi antara satu spesies dengan spesies lainnya. Informasi tersebut sangat diperlukan untuk mengetahui persyaratan tumbuh serta perilaku tumbuh dan perkembangbiakkan suatu organisme atau spesies (Pianka, 2008).

Sementara fenologi adalah ilmu yang mempelajari waktu terjadinya peristiwa biologi yang berulang serta penyebabnya dalam siklus hidup tumbuhan, yang berkaitan dengan faktor biotik and abiotik. Informasi ini menjadi penting dan semakin diperhatikan karena meningkatnya kepedulian terhadap isu perubahan iklim. Studi fenologi dapat digunakan untuk menjelaskan dan memprediksi berbagai pola yang terjadi akibat perubahan kondisi lingkungan, termasuk yang disebabkan oleh perubahan iklim. Dalam kaitannya dengan upaya restorasi ekosistem, pengetahuan mengenai fenologi sangat diperlukan untuk mendukung perencanaan restorasi. Fenologi dapat memperkaya data tentang ekosistem referensi yang berperan dalam penentuan spesies target yang digunakan dalam restorasi. Informasi fenologi suatu spesies bermanfaat untuk merencanakan waktu pengumpulan bibit, optimalisasi produksi bibit, serta penentuan waktu yang tepat untuk memberi perlakuan pada tanaman (Tang *et al.*, 2016; Buisson *et al.*, 2017; Schwart, 2013).

Pada daerah tropis, ekosistem hutan rawa air tawar yang tidak tergenang permanen biasanya didominasi oleh vegetasi berkayu dan dapat tumbuh tinggi. Sementara area yang tergenang dalam periode waktu yang lebih lama, atau tergenang permanen, biasanya didominasi oleh tumbuhan bersemak atau herba. Pada dataran rendah dengan elevasi < 1.000 m vegetasi perdu dan/atau terna banyak berkembang sebagai komunitas suksesi di tepi danau dan sungai beraliran lambat. Sementara itu pada rawa air tawar permanen di Taman Nasional Sebangau, terdapat komunitas yang didominasi oleh terna *Hanguana anthelementica* yang berasosiasi dengan anggrek *Papilionanthe bookeriana*. Vegetasi berkayu pada ekosistem rawa air tawar yang hampir selalu tergenang air, menunjukkan beberapa mekanisme adaptasi terhadap lingkungan untuk bertahan hidup, yaitu adaptasi struktural, fisiologis, dan reproduksi. Adaptasi struktural meliputi pembesaran lentisel, serta pembentukan akar nafas dan akar papan. Adaptasi fisiologis meliputi penyesuaian proses fotosintesis dan transpirasi pada daun. Sementara adaptasi reproduksi dapat terlihat dari morfologi biji atau buah yang mendukung untuk tersebar melalui aliran air atau terbawa ikan (Giesen, 2018).

Vegetasi pada ekosistem riparian juga dipengaruhi oleh faktor tanah, topografi, dan vegetasi yang tumbuh di area perbatasan ekosistem. Kombinasi tersebut dapat menyebabkan variasi komposisi flora. Beberapa parameter tanah seperti jenis, tekstur, dan kandungan nutrisi, memiliki kaitan langsung terhadap jenis dan pertumbuhan vegetasi. Sementara faktor lain seperti frekuensi banjir dan jenis gangguan, baik yang terjadi secara alami atau aktivitas manusia, berpengaruh terhadap struktur dan distribusi spasial vegetasi (Fagundes *et al.*, 2020).

Hasil penelitian lain pada tipe ekosistem yang sama menyebutkan bahwa waktu berbunga spesies ditentukan oleh jumlah curah hujan dan temperatur. Masa berbunga dan berbuah satu spesies umumnya terjadi saat musim basah, meski pada musim kering juga masih dapat terjadi proses perkecambahan. Hal ini berkaitan dengan strategi spesies untuk meningkatkan kesuksesan reproduksi, yaitu dengan menyebarkan buah dan biji selama tanah berada dalam kondisi basah (Silva *et al.*, 2011; Shen *et al.*, 2019). Informasi autoekologi dan fenologi pada tipe ekosistem hutan rawa air tawar masih sangat terbatas. Dengan karakteristik yang hampir mirip dalam aspek hidrologi, penggunaan

informasi autoekologi dan fenologi pada ekosistem ini dapat didekati dengan menggunakan informasi ekosistem hutan rawa gambut yang lebih banyak tersedia.

### 4.3 Pemilihan Jenis

Pemilihan jenis yang tepat untuk digunakan dalam kegiatan penanaman merupakan kunci keberhasilan restorasi ekosistem. Tidak hanya kesesuaian dengan tipe ekosistem, pemilihan jenis idealnya juga perlu memperhatikan pertimbangan lain seperti manfaat untuk masyarakat lokal, serta kemampuan bertahan hidup pada tingkat gangguan yang terjadi pada area restorasi. Selain berdasarkan data ekologi, pengetahuan masyarakat lokal juga memiliki potensi yang cukup tinggi untuk dijadikan sebagai rujukan dalam pemilihan jenis. Pengetahuan masyarakat lokal dapat memberi informasi mengenai manfaat suatu jenis dalam kehidupan sehari-hari, serta status ancaman dan ketahanan suatu spesies terhadap gangguan (Fremout *et al.*, 2021).

Salah satu pendekatan yang sering digunakan pada kegiatan penanaman untuk restorasi ekosistem adalah melalui percepatan suksesi alami (*accelerated natural succession*). Pendekatan ini menggabungkan spesies pionir dan spesies hutan sekunder yang memiliki nilai ekonomi (Kartawinata, 1994). Hal tersebut dilakukan karena spesies pionir mampu mempercepat penambahan tutupan tajuk, untuk kemudian digantikan dengan spesies hutan sekunder. Namun demikian, kombinasi tersebut harus diaplikasikan dengan tepat agar tujuan restorasi untuk menambah tutupan tajuk dan meningkatkan keanekaragaman hayati dapat tercapai. Charles (2018) menyebutkan bahwa pemilihan jenis yang akan digunakan dalam kegiatan restorasi juga harus mempertimbangkan kemampuan bibit tanaman dalam menghadapi berbagai faktor yang dapat menghambat pertumbuhan. Salah satu parameter yang dapat digunakan untuk menilai kemampuan suatu jenis bertahan hidup adalah berat jenis kayu. Vegetasi yang memiliki kerapatan jenis rendah seperti yang umumnya dimiliki jenis pionir, cenderung mengalami penurunan kemampuan hidup jika semakin jauh ditanam dari area hutan terdekat. Sementara vegetasi dengan kerapatan jenis tinggi tidak, mengalami banyak perubahan dalam kemampuan bertahan hidup pada berbagai jarak dari hutan terdekat. Hal ini kemungkinan berhubungan dengan perbedaan sifat mekanis batang dan kemampuan tanah

untuk mengalirkan air. Hasil penelitian tersebut dapat dijadikan sebagai dasar dalam penentuan strategi pemilihan jenis pionir dan jenis hutan sekunder, dengan memperhatikan jarak area restorasi dengan hutan yang ada di sekitarnya untuk memaksimalkan pertumbuhan tanaman.

Jika informasi komposisi jenis pada ekosistem referensi tidak tersedia, pemilihan jenis untuk restorasi ekosistem hutan rawa air tawar dapat menggunakan hasil penelitian tentang jenis tanaman yang mampu bertahan hidup, mulai dari tingkat semai sampai pohon, pada ekosistem yang sama. Beberapa jenis yang dapat digunakan untuk restorasi ekosistem hutan rawa air tawar dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Beberapa jenis vegetasi pada hutan rawa air tawar yang dapat digunakan untuk restorasi ekosistem

No	Famili	Jenis
1	Anacardiaceae	<i>Gluta renghas</i>
2	Anisophylleaceae	<i>Combretocarpus rotundatus</i>
3	Annonaceae	<i>Polyalthia glauca</i>
4	Bignoniaceae	<i>Haplophragma macrolobum</i>
5	Combretaceae	<i>Terminalia copelandii</i>
6	Clusiaceae	<i>Calophyllum pulcherrimum</i>
7	Dipterocarpaceae	<i>Shorea singkawang</i> <i>Shorea parvifolia</i> <i>Dryobalanops lanceolata</i> <i>Parashorea parvifolia</i> <i>Dipterocarpus oblongifolius</i> <i>Shorea balangeran</i> <i>Vatica pauciflora</i>
8	Dilleniaceae	<i>Dillenia reticulata</i>
9	Euphorbiaceae	<i>Baccaurea deflexa</i> <i>Baccaurea sumatrana</i> <i>Macaranga hypoleuca</i> <i>Macaranga gigantea</i> <i>Macaranga diepenhorstii</i>
10	Ebenaceae	<i>Diospyros</i> sp.
11	Fabaceae	<i>Dialium praetermissum</i>
12	Fagaceae	<i>Castanopsis motleyana</i> <i>Quercus gemelliflora</i>

Tabel 3 Beberapa jenis vegetasi pada hutan rawa air tawar yang dapat digunakan untuk restorasi ekosistem (lanjutan)

No	Famili	Jenis
13	Hypericaceae	<i>Cratoxylum arborescens</i>
14	Lecythidaceae	<i>Barringtonia accutangula</i> <i>Chydenanthus excelsus</i>
15	Lythraceae	<i>Duabanga moluccana</i>
16	Malvaceae	<i>Sterculia rubiginosa</i> <i>Heritiera simplicifolia</i>
17	Melastomaceae	<i>Pternandra azurea</i>
18	Meliaceae	<i>Aglaia odoratissima</i> <i>Dysoxylum alliaceum</i>
19	Moraceae	<i>Artocarpus elasticus</i> <i>Ficus fistulosa</i> <i>Ficus variegata</i>
20	Melastomataceae	<i>Pternandra galeata</i>
21	Myrtaceae	<i>Syzygium perpuncticulatum</i> <i>Syzygium confertum</i> <i>Syzygium griffithii</i> <i>Baeckea frutescens</i> <i>Eucalyptus deglupta</i> <i>Tristaniopsis whiteana</i> <i>Rhodamnia cinerea</i>
22	Phyllantaceae	<i>Baccaurea edulis</i>
23	Rubiaceae	<i>Anthocephalus chinensis</i>
24	Sapindaceae	<i>Pometia pinnata</i> <i>Nauclea officinalis</i>
25	Sterculiaceae	<i>Sterculia gilva</i> <i>Pterospermum javanicum</i>
26	Theaceae	<i>Schima wallichii</i> <i>Gordonia ovalis</i>
27	Tiliaceae	<i>Berrya cordifolia</i> <i>Croton</i> sp.
28	Lamiaceae	<i>Vitex pinnata</i>

Sumber: Purwaningsih dan Kartawinata (2018); Lisdayanti et al. (2016); Purwaningsih (2009); Yusuf dan Purwaningsih (2009); Kartawinata (1994).

## 4.4 Identifikasi Modal Sosial

Selain aspek teknis, aspek sosial juga menjadi modal penting yang berperan dalam restorasi ekosistem. Modal sosial merupakan seperangkat norma, nilai, perilaku, dan kepercayaan bersama yang membentuk kerja sama individu di dalam masyarakat. Struktur dimensi modal sosial terdiri atas interaksi sosial antar kelompok yang bersifat homogen atau heterogen, serta bagaimana menghubungkan modal sosial antara individu atau kelompok masyarakat dengan individu atau kelompok yang memiliki kemampuan finansial atau posisi politik yang lebih tinggi. Hubungan tersebut perlu dibangun untuk memberi akses sumber daya dan informasi kepada masyarakat, agar dapat memperkuat modal dan aksi sosial. Dimensi penting lainnya adalah modal sosial kelompok yang mengumpulkan individu-individu dengan kepentingan yang sama, misalnya kelompok tani (Gomez-Limon *et al.*, 2013).

Salah satu tantangan yang sering muncul dalam pelaksanaan restorasi adalah pelibatan masyarakat secara aktif, misalnya melalui penerapan skema tumpangsari yang memungkinkan masyarakat lokal dapat menanam tanaman sela (Kartawinata, 1994). Modal sosial yang dikelola dengan baik dapat memicu aksi kolektif yang kuat, yang sangat diperlukan dalam restorasi (Ido, 2019). Modal sosial yang paling berpengaruh adalah kepercayaan yang bersifat timbal balik. Kepercayaan yang kuat salah satunya didasari oleh kesamaan budaya dan nilai yang dianut, serta hubungan persaudaraan. Kesamaan nilai dan tradisi dapat menjadi dasar dalam membangun hubungan dengan masyarakat (Jalil *et al.*, 2021), sehingga mempelajari nilai dan budaya lokal yang berlaku pada area restorasi sangat diperlukan. Kepercayaan juga dapat berperan sebagai mekanisme kontrol pada interaksi yang terbentuk sehingga dapat mendorong upaya kolektif (Gomez-Limon *et al.*, 2013).

Aksi kolektif yang baik dapat terlihat dari partisipasi aktif semua pihak sesuai dengan peran masing-masing. Setiap individu berkomitmen untuk saling terbuka, percaya, dan memberi kewenangan kepada individu lain untuk bertindak sesuai dengan kemampuannya. Hal tersebut membentuk solidaritas dan tanggung jawab untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Terkait dengan program restorasi ekosistem, motivasi masyarakat umumnya juga

didominasi oleh faktor ekonomi yaitu untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat serta meningkatkan kapasitas ekonomi rumah tangganya (Jalil *et al.*, 2021).

Hubungan antara modal sosial dan upaya restorasi bersifat saling memengaruhi. Pelibatan masyarakat dalam restorasi ekosistem juga berdampak pada makin menguatnya modal sosial, salah satunya bermanfaat dalam peningkatan akses pelayanan dan pendapatan. Hasil penelitian menyebutkan bahwa kegiatan restorasi memiliki dampak positif terhadap mata pencaharian masyarakat. Kerja sama yang terjalin dengan organisasi pengelola restorasi, juga memungkinkan masyarakat mendapat pengetahuan yang lebih banyak mengenai program-program lain dengan lebih cepat. Hal ini meningkatkan peluang masyarakat untuk terus terlibat dalam berbagai program restorasi, dan peningkatan kapasitas yang disediakan oleh pemerintah dan organisasi lain yang berperan dalam restorasi ekosistem (Valenzuela *et al.*, 2020).

## 4.5 Kelembagaan Restorasi

Restorasi ekosistem merupakan salah satu jenis pengelolaan sumber daya alam yang bersifat jangka panjang. Sehingga membuat upaya restorasi seringkali membutuhkan biaya yang tidak sedikit. Kurangnya pendanaan yang menjadi salah satu kendala dalam pelaksanaan restorasi, disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain kebijakan yang umumnya mengutamakan keuntungan jangka pendek, kesenjangan perolehan manfaat finansial antarpihak yang menyebabkan degradasi hutan dan yang merestorasi hutan, serta ketidakpastian pihak mana yang akan memperoleh keuntungan. Oleh sebab itu, kelembagaan restorasi perlu dibangun untuk mengatasi berbagai tantangan tersebut (IUCN, 2021).

Sapkota *et al.*, (2018) menyebutkan bahwa kelembagaan dengan akuntabilitas yang baik diperlukan dalam restorasi, mengingat kesuksesan restorasi harus diobservasi dalam jangka waktu yang relatif panjang. Dengan karakteristik yang demikian, bentuk kelembagaan dapat berupa lembaga yang terintegrasi mulai dari perencanaan hingga fase pemantauan (*monitoring*) dan evaluasi, untuk menjamin keberlanjutan program restorasi. Selain itu, pelaksanaan kegiatan restorasi juga perlu didukung oleh lembaga yang dapat mendorong kolaborasi dan koordinasi dengan berbagai pemangku

kepentingan. Selain memperbaiki tata kelola, kelembagaan restorasi juga perlu menyediakan bantuan teknis bagi pihak yang membutuhkan. Faktor lain yang perlu diperhatikan adalah keterlibatan lembaga lokal. Dengan memberi peran yang besar pada lembaga lokal, rasa kepemilikan pada proses restorasi yang berlangsung dapat lebih kuat. Dukungan dan keterlibatan lembaga lokal juga dapat menghindari berulangnya aktivitas yang sama yang mungkin dilakukan oleh organisasi lain pada level yang lebih tinggi.

Aksi restorasi yang efektif membutuhkan kontribusi aktif dari semua pemangku kepentingan, yang masing-masing memiliki kebutuhan dan kepentingan berbeda. Sebagai implikasi, pengaturan kelembagaan restorasi harus mempertimbangkan manfaat ekologi yang diperoleh dan kebutuhan sosial ekonomi. Terkait dengan pendanaan restorasi, berbagai inovasi juga dapat dikembangkan, misalnya melalui pendanaan publik yang dapat merespon kebutuhan lokal dan mengurangi risiko investasi (IUCN, 2021). Sektor swasta juga dapat mengalokasikan sebagian besar dana sosial perusahaan untuk restorasi. Adopsi berbagai model pendanaan yang bermanfaat bagi berbagai pihak dapat menjamin keberlanjutan keterlibatan pemangku kepentingan selama dan pasca restorasi (Abhilash *et al.*, 2021).

## Daftar Pustaka

- Abhilash, P. C. (2021). Restoring the Unrestored: Strategies for Restoring Global Land during the UN Decade on Ecosystem Restoration (UN-  
DER). *Land*, 10(2), 201.
- Balaguer, L., Escudero, A., Martín-Duque, J. F., Mola, I., & Aronson, J. (2014). The historical reference in restoration ecology: re-defining a cornerstone concept. *Biological Conservation*, 176, 12-20.
- 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.
- Brewer, J. S., & Menzel, T. (2009). A method for evaluating outcomes of restoration when no reference sites exist. *Restoration Ecology*, 17(1), 4-11.
- Charles, L. S. (2018). Plant functional traits and species selection in tropical forest restoration. *Tropical Conservation Science*, 11, 1940082918784157.

- Fagundes, N. C. A., Ávila, M. A. D., Souza, S. R. D., Azevedo, I. F. P. D., Nunes, Y. R. F., Fernandes, G. W., ... & Veloso, M. D. D. M. (2019). Riparian vegetation structure and soil variables in Pandeiros river, Brazil. *Rodriguésia*, 70.
- Fremout, T., Gutiérrez-Miranda, C. E., Briers, S., Marcelo-Peña, J. L., Cueva-Ortiz, E., Linares-Palomino, R., ... & Thomas, E. (2021). The value of local ecological knowledge to guide tree species selection in tropical dry forest restoration. *Restoration Ecology*, 29(4), e13347.
- Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., ... & Dixon, K. W. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. *Restoration Ecology*. 27 (S1): S1-S46., 27(S1), S1-S46.
- Giesen, W. (2018). Tropical Freshwater Swamps (Mineral Soils). *The wetland book: II: distribution, description, and conservation*. Springer Netherlands.
- Gómez-Limón, J. A., Vera-Toscano, E., & Garrido-Fernández, F. E. (2014). Farmers' Contribution to Agricultural Social Capital: Evidence from Southern Spain. *Rural Sociology*, 79(3), 380-410.
- Ido, A. (2019). The effect of social capital on collective action in community forest management in Cambodia. *International Journal of the Commons*, 13(1).
- IUCN. (2021). Science-based ecosystem restoration for the 2020s and beyond. *Science Task Force for the UN Decade on Ecosystem Restoration*. Gland, Switzerland: IUCN. 60pp.
- Jalil, A., Yesi, Y., Sugiyanto, S., Puspitaloka, D., & Purnomo, H. (2021). The Role of Social Capital of Riau Women Farmer Groups in Building Collective Action for Tropical Peatland Restoration. *Forest and Society*, 341-351.
- Kartawinata, K. (1994). The use of secondary forest species in rehabilitation of degraded forest lands. *Journal of tropical forest science*, 76-86.
- Lisdayanti, L., Hikmat, A., & Istomo, I. (2016). Komposisi Flora Dan Keragaman Tumbuhan Di Hutan Rawa Musiman, Rimbo Tujuh Danau Riau. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 13(1), 15-28.
- Pianka, E. R. (2008). *Autecology*. Elsevier B.V Netherlands

- Priatna, D., Abdulhadi, R., & Kartawinata, K. (2006). *The recovery of a log-over tropical forest at Sekundur Gunung Leuser National Park*. *Reinwardtia* 12 (3): 237–255.
- Purwaningsih & Kartawinata, K. (2018). Species Composition and Structure of Forests in the Muara Kendawangan Nature Reserve, West-Kalimantan, Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 166, No. 1, p. 012005). IOP Publishing.
- Purwaningsih, P. (2009). Analisa Vegetasi Hutan Riparian Dataran Rendah di Tepi Sungai Nggeng, Taman Nasional Kayan Mentarang, Kalimantan Timur. *Berita Biologi*, 9(5), 547-559.
- Sapkota, R. P., Stahl, P. D., & Rijal, K. (2018). Restoration governance: An integrated approach towards sustainably restoring degraded ecosystems. *Environmental development*, 27, 83-94.
- Schwartz MD (2013) Phenology: an integrative environmental science. 2<sup>nd</sup> edition. Springer, Dordrecht, Netherlands
- Shen, X., Liu, B., Xue, Z., Jiang, M., Lu, X., & Zhang, Q. (2019). Spatiotemporal variation in vegetation spring phenology and its response to climate change in freshwater marshes of Northeast China. *Science of the Total Environment*, 666, 1169-1177.
- Silva, I. A., da Silva, D. M., de Carvalho, G. H., & Batalha, M. A. (2011). Reproductive phenology of Brazilian savannas and riparian forests: environmental and phylogenetic issues. *Annals of Forest Science*, 68(7), 1207-1215.
- Suganuma, M. S., & Durigan, G. (2015). Indicators of restoration success in riparian tropical forests using multiple reference ecosystems. *Restoration Ecology*, 23(3), 238-251.
- Tang, J., Körner, C., Muraoka, H., Piao, S., Shen, M., Thackeray, S. J., & Yang, X. (2016). Emerging opportunities and challenges in phenology: a review. *Ecosphere*, 7(8), e01436.
- United Nations Environment Programme (UNEP). 2022. *Becoming #GenerationRestoration: Ecosystem restoration for people, nature and climate* [online]. Nairobi. [Cited 8 August 2022]. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/36251/ERPNC.pdf>

- Valenzuela, R., Yeo-Chang, Y., Park, M. S., & Chun, J. N. (2020). Local people's participation in mangrove restoration projects and impacts on social capital and livelihood: A case study in the Philippines. *Forests*, *11*(5), 580.
- Yusuf, R., & Purwaningsih, P. (2009). Studi Vegetasi Hutan Rawa Air Tawar di Cagar Alam Rimbo Panti, Sumatra Barat. *Berita Biologi*, *9*(5), 491-508.

# 5. Ekologi dan Silvikultur Jenis untuk Restorasi Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar

*Fentie J. Salaka, Dolly Priatna, & Ismayadi Samsuodin*

Pada bab ini diuraikan karakteristik ekologi dan silvikultur beberapa jenis utama penyusun ekosistem hutan rawa air tawar, yang diambil dari pembelajaran di Sumatra dan Kalimantan, sehingga memiliki relevansi untuk restorasi di daerah tersebut. Pendalaman lebih lanjut untuk mengetahui kesesuaian jenis akan diperlukan untuk diaplikasikan pada situs restorasi yang spesifik di daerah lain. Jenis-jenis utama ini dipilih sebagai pelengkap informasi untuk restorasi ekosistem hutan rawa air tawar dengan penanaman atau pengayaan. Pemilihan jenis untuk penanaman dan pengayaan dapat menyesuaikan dengan kondisi masing-masing lokasi.

## 5.1 *Vitex pinnata* L. (Laban)

Laban (*Vitex pinnata* L.) adalah spesies yang berasal dari sekitaran Asia Selatan sampai Asia Timur (China, Mongolia, Korea Selatan, Korera Utara, Jepang, dan Taiwan), dan dapat ditanam pada berbagai jenis tanah, tumbuh pada hutan sekunder, dan memiliki kemampuan yang unik, yakni tahan terhadap kebakaran dan tahan air (Hartina *et al.*, 2018; Kasmawarni, 2013).

Pohon laban adalah pohon yang mampu hidup dalam keadaan terendam air maupun hangus terbakar, serta pada lahan-lahan yang mengalami gangguan yang cukup berat, bahkan di lahan bekas tambang (Hartina *et al.*, 2018). Pada lahan bekas tambang batu bara di Sumatra Selatan, Laban adalah salah satu spesies yang banyak dijumpai karena mampu beradaptasi dan memiliki daya reproduksi yang tinggi sehingga mendominasi flora pada tingkat pancang (Riswan *et al.*, 2015). Oleh sebab itu, pohon laban sangat cocok ditanam untuk kegiatan restorasi maupun rehabilitasi di lahan marginal.

### 5.1.1 Perbenihan

Buah-buah *V. pinnata* L. yang matang ditandai dengan warna kulit keunguan (Hartina *et al.*, 2018). Di daerah dengan kondisi tropik seperti di Kalimantan Timur, *V. pinnata* dapat berbunga dan berbuah hampir sepanjang waktu dalam setahun. Biji yang berasal dari buah yang dimakan oleh burung tidak dapat berkecambah di bawah naungan karena spesies ini memerlukan cahaya untuk berkecambah (Hartina *et al.*, 2018).



(Sumber: [borneodiversity.org](http://borneodiversity.org))

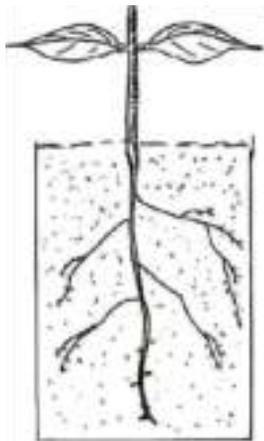
Gambar 2 Bunga laban

Biji *V. pinnata* L. termasuk jenis biji yang tidak merespon perlakuan cahaya merah dan merah jauh, serta memiliki dormansi fisik (Tiansawat & Dalling, 2013). Ekstraksi biji *V. pinnata* L. dapat dilakukan melalui ekstraksi kering dan ekstraksi basah. Biji *V. pinnata* L. dengan ekstraksi kering memiliki persentase perkecambahan lebih besar dibandingkan dengan biji dengan perlakuan ekstraksi basah. Ekstraksi kering dilakukan dengan mengeringkan buah di bawah sinar matahari selama 3–4 hari sampai buah pecah dan biji mudah dikeluarkan, kemudian diayak untuk memisahkan biji dari kulit buah (Hartina *et al.*, 2018).

### 5.1.2 Persemaian

Biji laban yang telah diekstraksi kemudian disemai pada media tanam tanah yang telah dicampur kompos (Hartina *et al.*, 2018). Bak kecambah dapat menggunakan bak kecambah plastik yang telah dilubangi bagian bawahnya agar tidak terjadi penggenangan air saat disiram (Irawan *et al.*, 2020). Penyemaian dilakukan dengan cara menabur benih secara merata pada media kecambah, kemudian benih yang telah ditabur ditutup media secara tipis (Irawan *et al.*, 2020).

Bibit yang telah berkecambah dengan umur 30 hari dan tinggi awal 2 cm kemudian dipindahkan dari bak tabur/kecambah ke *polybag* yang sudah diisi media tanam tanah dan kompos (Hartina *et al.*, 2018). Pastikan bahwa akar terdistribusi dengan baik di dalam *polybag*, dan kedalaman penanaman sehingga permukaan tanah sama dengan permukaan leher akar, yaitu peralihan antara akar dan batang (Irawan *et al.*, 2020). Pemeliharaan semai dapat dilakukan dengan penyiraman 2 kali sehari. Kurniawan *et al.*, (2017) melaporkan bahwa di tingkat persemaian telah muncul risiko serangan hama ulat pada daun anakan umur 8 bulan, khususnya pada daun yang masih muda. Dengan demikian diperlukan pencegahan serangan hama atau penyakit dengan penyemprotan pestisida organik pada pagi dan sore hari serta diulangi setiap empat hari sekali (Irawan *et al.*, 2020).



Sumber: Irawan *et al.*, (2020)

Gambar 3 Posisi penanaman semai yang benar

Bibit dipelihara hingga siap tanam sekitar 4-6 bulan, hingga berukuran tinggi sekitar 35-50 cm. Ukuran tersebut cocok untuk sebagian besar penanaman spesies yang ditanam pada lahan tandus, dan juga sesuai untuk pengangkutan dan penanaman.

### 5.1.3 Penanaman

Penanaman *V. pinnata* L. dapat dilaksanakan pada area terbuka yang cukup luas dengan tujuan untuk mempercepat penutupan vegetasi area terbuka untuk memperbaiki komposisi jenis, penyebaran pohon, dan nilai tegakan (Partomihardjo *et al.*, 2020). Kegiatan penanaman umumnya meliputi penyiapan lapangan serta pengadaan sarana dan prasarana, pelaksanaan penanaman, serta pengayaan. Penanaman dapat menggunakan jarak tanam 3m x 3m untuk area terbuka, dan jarak tanam 5m x 10m untuk area yang penutupan vegetasinya masih tinggi.

Bibit yang siap tanam umumnya adalah bibit yang telah mengalami proses pengerasan, dan dianjurkan untuk ditanam sebelum musim hujan. *Vitex pinnata* adalah tanaman yang mampu hidup dalam kondisi genangan air. Namun apabila dikhawatirkan genangan tersebut bisa menyebabkan kematian bibit, maka penanaman dapat dilakukan di atas gundukan buatan (Randi, 2021).

### 5.1.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman dimaksudkan untuk memberi ruang dan lingkungan yang sesuai bagi bibit untuk tetap hidup dan bertumbuh (Wibisono *et al.*, 2020). Secara umum, kegiatan pemeliharaan pada *V. pinnata* L. yang baru ditanam dapat dilakukan dengan cara penyulaman (mengganti bibit yang mati) dan pembebasan dari gulma atau semak di sekitar bibit.

## 5.2 *Fragrarea fragrans* Roxb. (Tembesu)

Tembesu merupakan salah satu jenis dari famili *Loganiaceae* yang mempunyai wilayah penyebaran alami sangat luas (Junaidah *et al.*, 2014). Penyebaran tembesu mulai dari Bengal di India, Myanmar, Kepulauan

Andaman, Indo-Cina, Filipina, Thailand, Semenanjung Malaysia, Singapura, Sumatra, Jawa Barat, Kalimantan, Sulawesi dan Pulau Yapen di Papua (Junaidah *et al.*, 2014).

Tembesu tumbuh menyebar secara alami dan merupakan pioner pada area bekas kebakaran dan padang rumput ilalang (*Imperata cylindrica*) (Rosalia, 2008). Tembersu merupakan jenis intoleran dan umumnya jenis ini ditemukan di sepanjang tepi-tepi sungai dan berasosiasi dengan *Melaleuca* spp (Rosalia, 2008).

### 5.2.1 Perbenihan

Pohon tembesu berbunga dan berbuah setiap tahun dalam bulan Mei–Agustus dan bulan November–Januari serta berbuah 7,5 bulan setelah penyerbukan (Rosalia, 2008). Benih tembesu sebagian besar disebar oleh burung-burung, kelelawar, dan juga oleh semut. Buah tembesu mengandung biji yang sangat kecil.



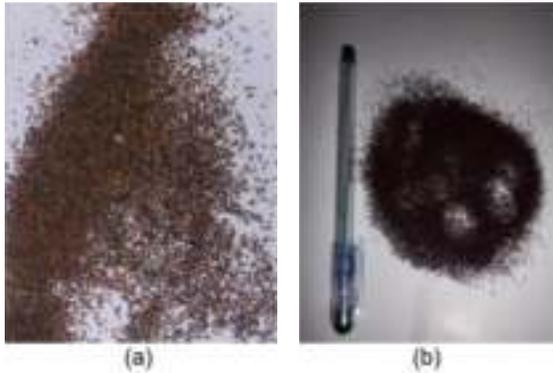
Sumber: Junaidah *et al.* (2014)

Gambar 4 Bunga & buah muda tembesu (a); buah tembesu masak (b)

Buah tembesu yang telah masak fisiologis, secara fisik dicirikan oleh bentuk buah bulat, segar, dan berwarna merah (Junaidah *et al.*, 2009). Berikut adalah teknik perbenihan tembesu yang diuraikan Junaidah *et al.* (2009):

- Ekstraksi benih tembesu dilakukan dengan cara meremas-remas buah yang sudah matang di dalam wadah yang berisi air.
- Tuangkan air dalam wadah tempat ekstraksi secara perlahan-lahan agar benih, kulit, serta daging buah yang berkualitas jelek terbuang. Benih yang kualitasnya baik tertinggal di dalam wadah tempat ekstraksi.

- c. Benih yang telah diekstraksi dikeringanginkan sehingga terpisah tiap butirannya kemudian disimpan dalam toples/wadah kedap udara. Benih yang disimpan dapat bertahan 3 (tiga) bulan dengan daya kecambah 65%.
- d. Benih yang telah dikeringanginkan juga dapat langsung ditabur di dalam bak tabur (Sofyan *et al.*, 2005).



Sumber: Junaidah, *et al.* (2014)

Gambar 5 Biji/benih tembesu muda (a); benih tua (b)

## 5.2.2 Persemaian

Tembesu merupakan jenis tanaman yang mudah untuk dikembangkan. Biji tembesu berukuran sangat kecil, dalam 1 kg benih terdapat + 2,8 juta biji tembesu. Menurut Junaidah *et al.* (2009), dalam perbanyakkan bibit tembesu secara generatif, hal-hal yang harus diperhatikan adalah:

- a. Media tabur yang digunakan adalah pasir halus. Benih yang akan ditabur dicampur dahulu dengan pasir halus dengan perbandingan 1:5.
- b. Benih yang telah ditabur ditutupi lagi dengan pasir halus merata dengan tebal  $\pm 1$  mm, kemudian disiram dengan menggunakan *spayer*. Benih yang telah disimpan lama sebaiknya direndam terlebih dahulu selama 1 malam dengan air dingin (Sofyan *et al.*, 2005).
- c. Bibit dapat disapih pada umur 7 – 8 minggu setelah berkecambah. Media sapih yang digunakan adalah campuran pasir dan tanah Podsolik Merah Kuning dengan perbandingan 1:2.
- d. Intensitas naungan yang digunakan adalah 65%.

Tembesu juga dapat diperbanyak melalui stek. Penyetekan sebaiknya menggunakan sungkup untuk menjaga kelembaban udara di dalam sungkup agar tetap stabil (Sofyan *et al.*, 2005). Menurut Junaidah *et al.* (2009), beberapa hal yang harus diperhatikan dalam perbanyakannya secara melalui stek adalah:

- a. Bahan stek diambil dari batang tanaman yang sehat atau tidak cacat dengan 2 – 3 nodus (ruas), dan disisakan minimal 2 lembar daun yang dipotong sehingga tersisa sepertiganya, pangkal batang stek dipotong miring  $\pm 45^\circ$ .
- b. Waktu pengambilan stek yang paling baik adalah pada pagi hari pukul 07.00 maupun sore hari pukul 16.00.
- c. Pada saat pengambilan stek, stek langsung direndam di dalam air sampai siap tanam.
- d. Media stek yang digunakan adalah pasir yang diberi lapisan batu koral dan ijuk pada bagian bawah. Pada bagian dasar sungkup diberi lapisan batu koral setebal  $\pm 6$  cm, lapisan tengah diberi ijuk dengan ketebalan 3 – 5 mm dan lapisan bagian atas menggunakan pasir sungai setebal 12 – 15 cm.

### 5.2.3 Penanaman

Secara umum Langkah-langkah penanaman tembesu tidak berbeda dengan jenis-jenis tanaman lainnya, yaitu meliputi penyiapan lahan, sarana prasarana, dan penanaman. Tembesu termasuk jenis tanaman yang dapat cepat tumbuh pada berbagai jenis lahan (Junaidah *et al.*, 2009), namun penanaman di hutan rawa air tawar perlu memperhatikan musim pasang surut dalam setahun (Randi, 2021). Berikut adalah langkah-langkah penanaman secara umum seperti yang diuraikan oleh (Arifin, n.d):

- a. Persiapan lahan yang meliputi pengukuran batas lokasi, pembersihan lahan, pengelolaan tanah, pembuatan dan pemasangan ajir.
- b. Pembuatan lubang tanam, dianjurkan dilakukan 1 minggu sebelum penanaman dan disesuaikan dengan besar kecilnya bibit yang akan ditanam. Bibit yang berasal dari stek tidak perlu menggunakan lubang tanam yang terlalu besar dan dalam.

- c. Penanaman, dianjurkan dilakukan empat bulan sebelum datangnya musim hujan sehingga bibit sudah menyesuaikan dengan kondisi setempat. Jarak tanam yang dianjurkan adalah 2m x 3m. pada penanaman di lahan rawa, tinggi bibit perlu disesuaikan dengan tinggi genangan air pada puncak musim hujan.

#### 5.2.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman secara umum dilakukan minimal sampai umur 3 tahun, berupa pembebasan tumbuhan bawah dan pemupukan. Salah satu kegiatan pemeliharaan yang cukup penting dalam pertumbuhan tanaman tembesu adalah penanggulangan hama dan penyakit (Junaidah *et al.*, 2009). Tanaman muda tembesu biasa dimakan kijang, sementara pohon yang besar dapat diserang jamur upas (Junaidah *et al.*, 2009).

### 5.3 *Alstonia spatulata* Blume (Pulai Putih)

Secara ekologis penyebaran pulai mulai dari daerah rawa gambut, daerah pasang surut hingga daerah kering dengan ketinggian tempat rendah sampai tinggi, sebagian besar di vegetasi sekunder, tanah liat dan berpasir yang kering atau digenangi air dan pada lereng bukit berbatu, dengan ketinggian 0 – 1.000 m di atas permukaan laut, dan dalam hutan hujan tropis dengan curah hujan tipe A sampai C (Mashudi *et al.*, 2014; Middleton & Rodda, 2019). Tinggi pohon dapat mencapai 25 m dengan diameter mencapai 40 cm, dan terkadang membentuk banir simetris setinggi 1,2 m (Middleton & Rodda, 2019).

Pulai adalah pohon serba guna yang hampir setiap bagian tanamannya dapat dimanfaatkan, mulai dari bagian batang (kulit dan kayu), daun, akar dan getahnya. Pulai putih dapat ditemukan di Myanmar, Thailand, Kamboja, Vietnam, Sumatra, Semenanjung Malaysia, Jawa, Kalimantan, dan Papua Nugini.

#### 5.3.1 Perbenihan

Masa berbuah pulai tidak bersamaan waktunya antara satu daerah dengan daerah lainnya. Buah pulai berbentuk polong dengan panjang 30 cm – 50 cm dan berisi biji dalam jumlah banyak. Buah yang sudah tua berwarna hijau

kuning kecoklatan. Pemanenan buah hendaknya dilakukan sebelum polong terbuka. Biji yang sudah tua berwarna coklat tua, berbentuk oblong (persegi) dan di kedua ujungnya banyak terdapat bulu (Mashudi *et al.*, 2014).



a. Bunga pulai putih



b. Benih pulai putih

Sumber: Middleton & Rodda (2019)

Gambar 6 Bunga (a) dan benih (b) *Alstonia spatulata*

Setelah buah (polong) diunduh selanjutnya dilakukan ekstraksi benih dengan memasukkan polong ke dalam kantong agar sewaktu polong pecah benih tidak terbang kemana-mana. Kemudian dijemur di bawah sinar matahari selama kurang lebih 2 hari, sampai polong buah terbuka dan benih keluar dari polong. Setelah itu dilakukan sortasi untuk memisahkan benih (biji) dari polongnya. Benih yang sudah bersih kemudian dimasukkan ke dalam kantong kertas atau plastik dan disimpan di dalam ruang dengan suhu kamar atau di dalam *Dry Cold Storage* (DCS). Fluktuasi suhu di tempat penyimpanan diupayakan sekecil mungkin. Biji pulai yang telah dijemur selama 2 hari dan disimpan selama 2 bulan dalam kaleng tertutup rapat, masih mampu berkecambah sampai 90% dengan persentase tumbuh 80%.

### 5.3.2 Persemaian

Benih Pulai tergolong berukuran kecil dan ringan. Dalam 1 kg benih mengandung  $\pm 357.000$  biji. Biji pulai tergolong biji yang tidak perlu mendapatkan perlakuan awal, artinya dapat ditabur secara langsung. Media perkecambahan dapat digunakan pasir halus + kompos dengan perbandingan 3:1.

Benih pulai dikecambahkan di bak tabur, yang dapat dibuat dari kayu atau nampan plastik, yang harus diberi lubang di bagian bawah untuk meloloskan sisa air siraman. Media tabur dimasukkan ke dalam bak tabur sampai ketebalan  $\pm 5$  cm kemudian permukaannya diratakan dan dipadatkan dengan lempengan plat atau papan, lalu dibasahi dengan siraman air halus agar permukaan media tetap rata atau tidak berubah. Kemudian taburlah benih secara merata dan selanjutnya ditutup pasir tipis. Untuk menjaga kondisi lingkungan yang baik bagi perkecambahan, yang perlu diperhatikan adalah naungan (*shading*) yang cukup, yaitu antara 50% – 75%. Lakukan penyiraman rutin 2 – 3 kali perhari, bergantung dari tingkat kelembaban media kecambah yang digunakan.

Benih pulai mulai berkecambah pada hari ke-4 sampai ke-6 setelah penaburan, dan dibiarkan sampai umur  $\pm 8$  minggu untuk disapih. Kecambah yang sudah siap disapih harus diseleksi yaitu batangnya yang tidak bengkok (lurus), berdaun 2 - 3 pasang dan bervigor tegar. Penyapihan dilakukan pada pagi hari atau sore hari, untuk menghindari kerusakan kecambah akibat adanya perubahan suhu udara antara tempat pengecambahan dan penyapihan. Agar perakaran bibit tidak rusak, sebelum bibit dicabut media tabur disiram sampai jenuh. Bibit pulai memerlukan waktu  $\pm 5$  bulan di persemaian. Pemeliharaan semai dapat dilakukan dengan penyiraman rutin (sekali sehari), pemupukan, penyiangan gulma, pemberantasan hama dan penyakit, serta pemangkasan akar dan penjarangan bibit.

Pembibitan tanaman pulai juga dapat dilakukan secara vegetatif dengan teknik stek cabang maupun stek pucuk. Pengambilan materi vegetatif (cabang) dilakukan dengan cara memanjat pohon induk kemudian memotong cabangnya. Cabang yang diambil sebaiknya berdiameter 2 cm – 5 cm, dan segera ditanam di persemaian. Setelah  $\pm 3$  bulan di bak perakaran, stek cabang siap disapih dengan media top soil + kompos (3:1). Stek cabang umumnya siap ditanam di lapangan pada umur  $\pm 6$  bulan. Sementara itu produksi bibit dalam jumlah banyak, dapat diperoleh melalui stek pucuk dengan materi dari kebun pangkas yang telah dibangun terlebih dahulu. Pengambilan tunas sebagai materi stek pucuk sebaiknya dilakukan pada pagi atau sore hari, agar intensitas cahaya dan suhu relatif rendah. Stek pucuk yang diambil adalah yang telah kuat jaringannya (tidak lunak), yaitu pada kira-kira 3 – 4 bulan setelah pemangkasan. Stek pucuk kemudian ditanam dengan kedalaman  $\pm$

5 cm dalam media pasir sungai, arang sekam atau sabut kelapa yang telah disteriliasasi terlebih dulu. Setelah  $\pm$  2 bulan di bak perakaran, stek pucuk siap disapih dan siap ditanam di lapangan pada umur 5-6 bulan.

### 5.3.3 Penanaman

Persiapan lahan merupakan kegiatan pengolahan lahan sebelum kegiatan penanaman dilakukan, antara lain pembersihan lahan, pengolahan tanah/pembuatan cemplong, dan pemasangan ajir. Kegiatan penanaman pulai di lahan rawa disarankan dilakukan sebelum musim hujan. Sebelum bibit ditanam, lubang tanam terlebih dahulu diberi pupuk kandang atau pupuk dasar SP-36 untuk menyediakan unsur hara bagi tanaman yang baru ditanam. Penanaman pulai dapat dilakukan dengan jarak tanam 3 m x 3 m atau 3 m x 2 m.

### 5.3.4 Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan meliputi pemupukan, pendangiran, pembebasan gulma, dan pemberantasan hama/penyakit. Pemupukan dilakukan paling tidak sampai tanaman berumur 2 tahun, menggunakan pupuk NPK dan dalam setahun dapat dilakukan 2 kali pemupukan yaitu pada awal musim hujan dan mendekati akhir musim hujan. Kegiatan pendangiran dan pembebasan gulma dapat dilakukan bersamaan pada waktu pelaksanaan kegiatan pemupukan. Pemberantasan hama/penyakit dapat dilaksanakan dengan menyesuaikan kebutuhan tergantung intensitas serangannya.

## 5.4 *Campnosperma coriaceum* (Jack) Hallier f. (Terentang)

Di Indonesia, *Campnosperma coriaceum* atau yang sering disebut terentang rawa tersebar di Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, dan Papua (Danu & Bogidarmanti, 2012). Pohon terentang dapat mencapai tinggi 40 m dan diameter 90 cm, terkadang mempunyai banir dan tumbuh di lahan rawa air tawar. Pada hutan sekunder pohon ini tumbuh mulai dari dataran rendah sampai ketinggian 500-1000 mdpl. Hasil kajian Rachmanady, *et al.* (2021) menunjukkan bahwa terentang merupakan salah satu jenis pioner di hutan

rawa dan memiliki respon pertumbuhan yang baik pada kondisi tergenang. Pohon ini termasuk salah satu jenis yang disarankan untuk restorasi di hutan rawa air tawar.

### 5.4.1 Perbenihan

Terentang rawa mulai berbunga pada bulan Agustus – September, berbuah muda pada bulan Oktober, buah tua pada November – Desember (Danu & Bogidarmanti, 2012). Pengamatan Danu & Bogidarmanti (2012) menunjukkan bahwa pohon terentang tergolong tipe pembungaan berumah dua. Bunga jantan dicirikan dengan ukuran malai yang lebih panjang (24 - 40 cm) dan memiliki cabang malai (Gambar 7a), sedangkan bunga betina berukuran lebih pendek (12 - 24 cm) tidak memiliki cabang malai (Gambar 7b). Pengumpulan benih dapat dilakukan dari dalam tanah di sekitar pohon betina, karena hanya pohon betina yang dapat menghasilkan buah.

Setelah benih dikumpulkan selanjutnya dilakukan ekstraksi basah dengan cara buah direndam dalam air selama 24 jam. Perendaman dihentikan ketika daging buah sudah lunak dan benih mudah dikeluarkan dari buah (Nurhasybi, 2017). Selanjutnya benih dibiarkan hingga kering pada suhu kamar sampai mencapai kadar air aman untuk penyimpanan (8-12%) (Sudrajat *et al.*, 2015).



*Sumber: Danu & Bogidarmanti (2012)*

Gambar 7 Bunga dan buah terentang rawa yang telah masak fisiologis

Keterangan:

a) bunga jantan; b) bunga betina; c) buah tua; d) buah tua.

## 5.4.2 Persemaian

Benih terentang termasuk jenis yang *intermediate* sehingga harus segera diproses dan disemaikan untuk menghindari penurunan mutu (viabilitas) benih yang berjalan relatif cepat. Benih *intermediate* merupakan benih yang kadar air segarnya relatif tinggi, namun masih mampu dikeringkan (keringangin) hingga kadar air tertentu dan disimpan dalam waktu yang agak lama (umumnya <1 tahun) (Sudrajat, 2017). Bibit terentang juga bisa diperoleh dari cabutan yang ada di alam yang kemudian dipelihara selama kurang lebih 8 bulan sebelum ditanam. Secara umum, persemaian terentang dapat dilakukan mengikuti teknik persemaian yang diuraikan Irawan, *et al.* (2020), yaitu sebagai berikut.

- a. Siapkan media semai kemudian masukkan ke dalam bak tabur, bak kecambah plastik, atau bak kecambah papan kayu.
- b. Basahi media dengan air, tetapi tidak sampai becek. Kemudian benih ditanam hingga kedalaman  $\frac{1}{2}$  -  $\frac{3}{4}$  bagian benih, merata pada media kecambah kemudian ditutup media secara tipis. Bagian yang dipendam adalah bagian tempat keluarnya akar.
- c. Pemberian air pada media kecambah hanya sebatas untuk melembabkan kondisi lingkungan media.
- d. Selanjutnya jika semai telah memiliki sepasang daun, maka semai tersebut siap disapih. Media kecambah perlu dibasahi sebelum disapih untuk memudahkan dalam mencabut semai sehingga kerusakan akar dapat dikurangi.
- e. Pindahkan semai secara perlahan ke media tumbuh bibit yang telah disiapkan, kemudian tutup kembali atau tekan media secara perlahan sehingga semai dapat berdiri dengan kokoh.
- f. Tempatkan hasil semai yang telah disapih di bawah naungan paranet hingga siap dipindahkan untuk adaptasi di tempat terbuka.
- g. Bibit dipelihara hingga siap tanam sekitar 4-5 bulan. Lakukan pemeliharaan berupa penyiraman secara rutin pagi dan sore hari, terutama jika tidak hujan. Pencegahan hama dan penyakit dilakukan dengan penyemprotan jenis pestisida organik.

- h. Lakukan penggeseran bibit setiap 2 – 4 minggu agar akar tidak terlalu dalam menembus tanah karena dapat menyebabkan kelayuan hingga kematian bibit saat bibit diangkat dari persemaian ke lokasi penanaman.

### 5.4.3 Penanaman

Pada hutan rawa, disarankan penanaman dilakukan sebelum datangnya musim hujan sehingga bibit sudah teraklimatisasi dengan keadaan setempat. Secara umum, penanaman terentang dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut (Wibisono *et al.*, 2005):

- a. Penyiraman bibit yang akan ditanam beberapa saat sebelum bibit ditanam.
- b. Pembuatan lubang tanam lebih efektif jika dilakukan pada saat akan menanam bibit. Ukuran lubang tanam disesuaikan dengan ukuran *polybag* dan besarnya bibit, umumnya memiliki kedalaman 15-30 cm dan diameter 15-25 cm.
- c. Bibit akan mengalami stres bila akarnya langsung menyentuh tanah yang panas, karenanya, perlu penyiraman air secukupnya ke lubang tanam agar suhu di sekitar lubang tanah turun. Apabila suhu lubang tanam telah turun, maka bibit siap untuk ditanam.
- d. *Polybag* dibuka dengan cara mengguntingnya dari arah samping dengan gunting stek yang tajam dan usahakan media dalam *polybag* tetap kompak (tidak lebur).
- e. Penanaman bibit ke dalam lubang tanam, tepat ditengah lubang dan disesuaikan dengan ukuran *polybag*.
- f. Lubang yang telah ditanami bibit ditutup dengan cara menimbun lubang tanam dengan tanah bekas galian. Beri sedikit tekanan pada sekitar batang dengan maksud bibit tegak dan kokoh (tidak goyang).
- g. Berikan ajir sebagai tanda “lokasi penanaman bibit” dan digunakan untuk memperkuat tegaknya bibit dengan cara mengikat batang bibit pada ajir.
- h. Penanaman sebaiknya dilakukan pada kondisi yang teduh, yaitu pada pagi atau sore hari.

#### 5.4.4 Pemeliharaan

Secara umum pemeliharaan tanaman setelah penanaman dapat dilakukan dengan cara penyulaman, pembebasan, dan penyiangan. Pemeliharaan terentang dapat dilakukan sampai tanaman berumur 2-3 tahun.

Pada tahun pertama pemeliharaan dilakukan minimal 3 kali (setiap 4 bulan), berupa pembebasan tumbuhan bawah sistim jalur dan pemupukan NPK dengan dosis 10 gram/pohon. Pada tahun kedua dan ketiga pemeliharaan dilakukan minimal 2 kali (setiap 6 bulan), berupa pembebasan tumbuhan bawah sistim jalur dan pemupukan dosis 20 gram/pohon untuk tahun kedua, dan 30 gram/pohon untuk tahun ketiga (Bastoni & Sianturi, 2000).

#### 5.5 *Shorea parvifolia* Dyer. (Meranti Sarang Punai)

*Shorea parvifolia* termasuk keluarga Dipterocarpaceae yang secara alami tersebar di hutan-hutan tropis dataran rendah, yang banyak dijumpai di Sumatra dan Kalimantan (Suyana & Abdurachman, 2009). Meranti jenis ini umumnya tumbuh pada tanah liat di perbukitan dengan jenis tanah yang drainasenya baik pada ketinggian di bawah 800 m, yaitu pada hutan dipterokarpa campuran dan hutan kerangas (Purwaningsih, 2020). Populasinya di alam semakin berkurang bahkan semakin langka, karena berbagai alih fungsi habitat alaminya dan penebangan liar (Purwaningsih, 2020). Meranti sarang punai merupakan salah satu Dipterocarpaceae yang pertumbuhannya termasuk cepat (Atmoko *et al.*, 2011; Subiakto *et al.*, 2007; Effendi, 2007), sehingga cocok dijadikan sebagai salah satu jenis untuk restorasi pada ekosistem hutan rawa air tawar. Tinggi pohonnya dapat mencapai 65 m dengan diameter mencapai 190 cm (Suyana & Abdurachman, 2009). Teknik silvikultur meranti ini dapat menggunakan teknik silvikultur meranti rawa seperti yang diuraikan oleh Wibisono *et al.* (2005).

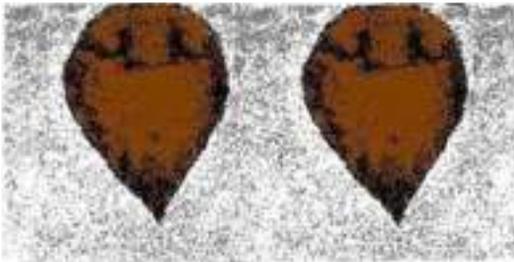
##### 5.5.1 Perbenihan

Pemanenan buah meranti dilakukan terhadap buah yang sudah matang, yaitu yang telah berwarna coklat kehitam-hitaman. Buah kemudian diekstraksi untuk mendapatkan biji yang siap untuk dikedambahkan. Kegiatan ini dilakukan dengan cara membuang sayap buah secara manual. Biji kemudian

diseleksi untuk mendapatkan biji yang bagus dan bebas dari serangan ulat (dicirikan adanya lubang dan serbuk gerek). Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah perendaman dengan air. Biji yang bagus adalah biji yang berisi dan tenggelam dalam rendaman, sedangkan biji yang rusak biasanya kosong dan akan terapung. Perendaman juga dapat dimanfaatkan untuk membunuh ulat penggerek buah, dengan cara menambahkan insektisida pada air.

### 5.5.2 Persemaian

Penyemaian benih meranti sebaiknya dilakukan di bedeng tabur yang sebelumnya telah dibuat jalur semai, berupa garis dengan kedalaman tertentu sesuai dengan ukuran biji. Biji kemudian ditancapkan sepanjang jalur semai dengan jarak antar biji 1-2 cm dengan cara meletakkan biji ke dalam lubang yang telah dibuat dengan posisi ujung lancip biji menancap ke media seperti yang terdapat pada Gambar 8. Penyemaian juga dapat dilakukan secara langsung di *polybag* berukuran sedang dengan media gambut. Biji yang telah disemaikan disiram secara teratur 2 kali sehari (pagi dan sore) hingga kecambah siap untuk disapih.



*Sumber Wibisono et al. (2005)*

Gambar 8 Posisi benih meranti saat penanaman

Setelah kecambah memiliki sepasang daun pertama atau maksimal 4 helai, penyapihan kemudian dapat dilakukan. Penyapihan sebaiknya dilakukan dengan memindahkan bibit ke dalam *polybag* berukuran 14 cm x 22 cm dengan media gambut. Bibit yang telah disapih disiram secara teratur dan diberi naungan berat. Setelah tunas dan daun baru keluar, tingkat naungan dikurangi hingga mendekati kondisi bedeng sapih pada umumnya, yaitu

dengan intensitas naungan 50%. Proses pengerasan dapat segera dilakukan setelah bibit berumur 4 bulan. Pemeliharaan bibit di persemaian hingga siap tanam memakan waktu 8-12 bulan.

### 5.5.3 Penanaman

Jenis meranti sebaiknya ditanam dengan menggunakan sistem jalur karena bersifat semi toleran, artinya memerlukan naungan saat tingkat semai hingga pancang dan memerlukan cahaya penuh setelah mencapai tingkat tiang. Jarak antar bibit sebaiknya 5 meter, sedangkan jarak antar jalur adalah 5-10 meter. Penanaman dilakukan pada awal musim hujan, yaitu sekitar bulan September-Desember. Sebaiknya bibit ditanam pada pagi atau sore hari, untuk mereduksi tingkat stres bibit akibat sinar matahari. Langkah-langkah penanaman bibit meranti adalah sebagai berikut:

- a. Lahan dipersiapkan dengan cara membuat jalur tanam yang sesuai untuk meranti yaitu lebar 1-2 meter jarak antar jalur 5-10 meter, dan jarak antar bibit (dalam jalur) adalah 5 meter.
- b. Pembuatan jalur tanam yang dibuat selurus mungkin dengan menggunakan alat bantu kompas. Pembabatan dan penyiangan jalur harus dilakukan disepanjang jalur tersebut. Jarak antara satu jalur dengan yang lainnya adalah 5-10 meter.
- c. Menentukan titik tanam dengan menggunakan tambang yang telah diberi tanda setiap 5 meter. Ajir ditancapkan tepat pada tanah sesuai dengan tanda pada tambang tersebut, dan titik yang terkena ajir merupakan titik tanam
- d. Pembersihan piringan dari tanaman liar atau material lain yang tidak diperlukan agar kegiatan tahap selanjutnya menjadi lebih lancar.
- e. Pembuatan lubang tanaman dengan kedalaman 15-30 cm dan diameter 15-25 cm. Kedalaman dan diameter lubang harus disesuaikan dengan ukuran bibit dan *polybag*.

- f. Penanaman bibit dilakukan dengan cara memasukan bibit ke dalam lubang tanam, dan tepat di tengah lubang. Sesuaikan kedalaman lubang dengan ukuran *polybag*. Bila lubang lebih dalam daripada ukuran tinggi *polybag*, maka masukan sedikit galian tanah agar posisi batang tidak tenggelam terlalu dalam setelah ditimbun.
- g. Lubang yang telah ditanami bibit kemudian ditutup dengan cara menimbun lubang tanam dengan tanah bekas galian. Beri sedikit tekanan pada sekitar batang dengan maksud bibit tegak dan kokoh.
- h. Bibit yang sudah ditanam kemudian diikat ke batang ajir untuk memperkuat tegaknya bibit.

#### 5.5.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan anakan meranti rawa dapat dilakukan dengan cara:

- a. Penyiangan jalur tanam. Jalur tanam sebaiknya disiangi sebelum pembersihan gulma dan pendangiran, yaitu dengan cara membatat semak atau vegetasi lain di sepanjang jalur tanam agar intensitas cahaya yang sampai pada tanaman rehabilitasi meningkat. Penyiangan jalur tanam sebaiknya dilakukan 2 kali dalam setahun.
- b. Pembersihan gulma dan pendangiran. Pembersihan piringan dilakukan dengan cara membersihkan gulma atau material lain yang mengganggu pertumbuhan tanaman utama. Kegiatan ini dilakukan 2 kali dalam setahun sampai tanaman berumur 2 tahun. Pendangiran, yaitu menggemburkan tanah di sekitar tanaman (piringan) dengan cangkul atau parang, bertujuan untuk meningkatkan kemampuan tanah dalam penyerapan air, menjaga suhu dan kelembaban tanah.
- c. Penyulaman terhadap tanaman yang rusak atau yang mati dilakukan 2 kali, yaitu 1-3 bulan sesudah penanaman.
- d. Pemupukan dalam penanaman meranti tidak harus dilakukan. Cara yang lebih tepat adalah melakukan inokulasi mikoriza. Mikoriza dapat diambil secara alami karena terkandung dalam spora yang tersimpan dalam tubuh buah jamur penghasil mikoriza. Jamur penghasil mikoriza ini seringkali tumbuh di sekitar tanaman induk meranti.

## 5.6 *Shorea Balangeran* (Korth.) Burck.) (Balangeran)

Balangeran umumnya tersebar di hutan primer tropis basah yang sewaktu-waktu tergenang air, seperti di rawa atau di pinggir sungai, pada tanah berpasir, tanah gambut, atau tanah liat (Wibisono *et al.*, 2005). Balangeran banyak ditanam sebagai tanaman rehabilitasi dan restorasi karena kemampuannya beradaptasi dengan lahan terdegradasi sekalipun. Balangeran memiliki tingkat bertahan hidup dan pertumbuhan yang paling tinggi dibandingkan jenis lainnya yang ditanam pada hutan yang terdegradasi (Tata & Pradjadinata, 2017). Karena kemampuannya itu, balangeran untuk restorasi juga pernah dibahas sebelumnya pada Buku Strategi dan Teknik Restorasi Ekosistem Hutan Rawa Air Payau (Tipe Lahan *Marine Clay*) (Edisi Revisi) yang diterbitkan pada tahun 2020, dan Buku Strategi Dan Teknik Restorasi Ekosistem Hutan Rawa Gambut yang diterbitkan tahun 2021. Dalam seri kali ini, teknik budidaya balangeran akan dibahas seperti yang ditulis oleh Wibisono *et al.* (2005). Teknik budidaya yang diuraikan disini hanya sebagai panduan yang dalam pelaksanaannya dapat menyesuaikan dengan kondisi masing-masing lokasi.

### 5.6.1 Perbenihan

Musim berbunga dan berbuah tidak terjadi setiap tahun, sangat dipengaruhi oleh keadaan iklim setempat. Pemungutan buah masak seringkali dilakukan bersamaan dengan jenis lain dari Suku Dipterocarpaceae, yaitu pada bulan Pebruari, April sampai Juni. Namun ketersediaan anakan alam balangeran sangat melimpah dan dapat mendominasi suatu kawasan. Oleh sebab itu disarankan bibit balangeran sebaiknya dilakukan dengan menggunakan anakan alam. Anakan yang dipilih sebaiknya yang masih kecil, yaitu berdaun 3-6 helai dan masih belum berkayu, harus sehat, terbebas dari hama dan penyakit, serta memiliki penampilan yang bagus. Disarankan untuk mengambil anakan alam dari kumpulan balangeran, bukan dari anakan yang soliter. Pengambilan anakan diusahakan dilakukan pada sore hari dan harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak terjadi kerusakan pada akar.

### 5.6.2 Persemaian

Sebelum anakan alam yang diambil dipindahkan ke *polybag*, anakan tersebut dikurangi jumlah helai daunnya terlebih dahulu untuk untuk menghindari evapotranspirasi yang berlebihan. Penanaman anakan sebaiknya segera ditanam pada *polybag* berukuran 14 cm x 22 cm yang telah diisi media tanah. Penanaman dilakukan pada bedeng saph yang telah diberi naungan tambahan. Sungkup plastik dapat digunakan jika dibutuhkan untuk menjaga kelembaban udara. Penyiraman bibit harus dilakukan secara teratur dua kali sehari. Setelah terlihat tunas atau daun baru, maka naungan tambahan dan sungkup disarankan untuk dibuka. Setelah dipelihara di persemaian selama 4-5 bulan, maka proses pengerasan dapat segera dilakukan.

### 5.6.3 Penanaman

Penanaman belangeran dapat dilakukan dengan sistem jalur. Penanaman sebaiknya dilakukan di musim penghujan, pada pagi atau sore hari. Kegiatan ini mencakup:

- a. Pembuatan jalur tanam. Jalur tanam dibuat dengan cara menentukan titik ikat dan menembak arah utara-selatan terlebih dahulu dengan menggunakan kompas. Jalur tanaman untuk belangeran adalah 1 meter lebar, jarak antar jalur 5-10 m dan jarak antar bibit (dalam jalur) sebaiknya 5 m.
- b. Penentuan titik tanam.
- c. Pembersihan piringan (sekitar titik yang terkena ajir, diameter 1 meter); dilakukan dengan membersihkan titik tanam dari gulma maupun material lain yang tidak diperlukan. Pembersihan ini harus dilakukan sebelum dibuat lubang tanam.
- d. Pembuatan lubang tanam dengan kedalaman 15-30 cm dan diameter 15-25 cm, atau disesuaikan dengan ukuran bibit dan *polybag*. Untuk lokasi yang terbuka, penanaman dapat dilakukan dengan jarak tanam 5 m x 5 m.
- e. Penyiraman lubang tanam. Bibit akan mengalami stres bila akarnya langsung menyentuh tanah yang panas, karenanya diperlukan penyiraman air secukupnya ke lubang tanam agar suhu di sekitar lubang tanah turun. Apabila suhu lubang tanam telah turun, maka bibit siap untuk ditanam. Penyiraman tidak diperlukan bila lahan dalam kondisi basah.

- f. *Polybag* dibuka dengan cara mengguntingnya dari arah samping dengan gunting stek yang tajam, dan usahakan media dalam *polybag* tetap kompak (tidak lebur). Bila media tidak kompak, penanaman sebaiknya dilakukan tanpa membuka *polybag*.
- g. Penanaman bibit dengan cara memasukkan bibit ke dalam lubang tanam, tepat di tengah lubang. Sesuaikan kedalaman lubang dengan ukuran *polybag*. Bila lubang lebih dalam dari ukuran tinggi *polybag*, maka masukan sedikit tanah agar posisi batang tidak tenggelam terlalu dalam setelah ditimbun.
- h. Lubang yang telah ditanami bibit kemudian ditutup dengan cara menimbun lubang tanam dengan tamah bekas galian. Beri sedikit tekanan pada sekitar batang dengan maksud bibit tegak dan kokoh.
- i. Pemberian ajir untuk memperkuat tegaknya bibit dengan cara mengikat batang bibit pada ajir. Ajir juga dapat memberi tanda “dimana bibit ditanam” sehingga seseorang akan mengenali titik penanaman dari kejauhan.

#### 5.6.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan anakan balangeran dapat dilakukan dengan cara:

- a. Pembersihan piringan yang dilakukan dengan cara membersihkan gulma atau bahan/material lain yang berpotensi mengganggu pertumbuhan tanaman. Kegiatan ini dilakukan 2 kali dalam setahun sampai tanaman berumur 2 tahun.
- b. Penyiangan jalur tanam dilakukan secara bersamaan dengan pembersihan piringan. Kegiatan ini dilakukan dengan cara membat semak atau vegetasi lain di sepanjang jalur tanam, dengan maksud untuk meningkatkan intensitas pencahayaan yang dibutuhkan oleh tanaman.
- c. Penyulaman terhadap tanaman yang rusak atau mati dilakukan 2 kali, terutama 2-3 bulan sesudah penanaman.

## Daftar Pustaka

- Arifin, H. (2011). Manual Pelatihan Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman. ITTO Technical Report Volume 3. Jarakta: International Tropical Timber Organization (ITTO) & Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK).
- Ashton, P.S. (2004). Dipterocarpaceae. In: E. Soepadmo, L.G. Saw and R.C.K. Chung (eds), *Tree Flora of Sabah and Sarawak*, pp. 63-388. Kuching: Forest Research Institute Malaysia, Kuala Lumpur, Sabah Forestry Department, Sandakan and Sarawak Forestry Department.
- Atmoko, T., Arifin, Z., dan Priyono. 2011. Struktur Dan Sebaran Tegakan Dipterocarpaceae di Sumber Benih Merapit, Kalimantan Tengah. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 8 (3) : 399-413.
- Bastoni. (2009). Teknik Budidaya Jenis-Jenis Pohon Lokal (*Indigenous Species*) Hutan Rawa Gambut. *Prosiding Seminar Hasil-hasil Penelitian Balai Penelitian Kehutanan: Mengenal Teknik Budidaya Jenis-jenis Pohon Lokal Sumsel dan Upaya Pengembangannya*, 11 Desember 2008. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman.
- Bastoni, dan Sianturi, A. (2000). Teknik Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman Pengayaan (*Enrichment Planting*) pada Hutan Rawa Gambut di Sumatra Selatan. *Prosiding Seminar Pengelolaan Gambut dan Ekspose Hasil Penelitian di Laban Basah*. Bogor: Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam.
- Bodos, V., Hamidi, A., Juiling, S., Maryani, A. & Tanggaraju, S. (2019). *Dryobalanops lanceolata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T33164A68070258. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T33164A68070258.en>.
- Danu, dan Bogidarmanti, R. (2012). Pohon Terentang Sebagai Bahan Baku Alternatif Pulp. *Tekno Hutan Tanaman* 5(1): 29 – 35.
- Dodo, dan Hidayat, S. (2018). Autekologi *Dryobalanops lanceolata* Burck di Kawasan Hutan Kinarum dan Tampuan, Kalimantan Selatan. *Buletin Kebun Raya* 21(1): 53-66.
- Hartina, Kusuma, R., Susanto, D. (2019). Pengaruh Ekstraksi Biji dan Kombinasi Media Tanam Terhadap Penyemaian Laban (*Vitex pinnata* L. Kuntze). *Journal of Biology*, 12(1): 89-95.

- Irawan, U.S., Arbainsyah, Ramlan, A., Putranto, H., Afifudin, S. (2020). *Manual Pembuatan Persemaian dan Pembibitan Tanaman Hutan*. Bogor: Operasi Wallacea Terpadu.
- Junaidah, Lukman, A.H., Prakosa, D., dan Nasrun. (2009). Teknik Silvikutur Tanaman Tembesu (*Fagraea fragrans* Roxb.). *Prosiding Seminar Hasil-hasil Penelitian Balai Penelitian Kebutanan: Mengenal Teknik Budidaya Jenis-jenis Pohon Lokal Sumsel dan Upaya Pengembangannya*, 11 Desember 2008. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman.
- Junaidah, Sofyan, A., Nasrun. (2014). Mengenal Karakteristik Tanaman Tembesu. Dalam Mindawati, N., Nurohmah, HS., Akhmad, C. (2014). *Bunga Rampai, Tembesu Kayu Raja Andalan Sumatra*. Bogor: Forda Press.
- Kasmawarni. (2013). Proses Aktivasi Arang Kayu Laban (*Vitex pinnata* L) dengan Cara Pemanasan pada Suhu Tinggi. *Jurnal Litbang Industri* 3(2): 117-124.
- Kurniawan, A., Imanullah, A., Purwanto. (2017). Studi Kerusakan Semai Laban (*Vitex pubescens*) oleh Serangan Ulat Pelipat Daun (*Cnaphalocrocis medinalis*). *Jurnal Penelitian Kebutanan Sumatrana*, 1(1): 42–52.
- Mashudi, Adinugraha, H.A., Yuskianti, V. (2014). *Budidaya Pulai (Alstonia Spp.) Untuk Bahan Barang Kerajinan*. Bogor: IPB Press.
- Middleton, D.J., Rodda, M. (2019). *Apocynaceae. Flora of Singapore*. Vol. 13: 421–630.
- Nurhasybi. (2017). Prinsip Pengumpulan dan Pengolahan Benih Tanaman Hutan Berwatak Rekalsitran dan Intermediet. Dalam Siregar, CA., Mindawati, N. (2017). *Bunga Rampai Karakteristik dan Prinsip Penanganan Benih Tanaman Hutan Berwatak Intermediet dan Rekalsitran*. Bogor: Penerbit IPB Press.
- Nurhasybi, Sudrajat, D.J., dan Suita, E. (2019). *Kriteria Bibit Tanaman Hutan Siap Tanam: Untuk Pembangunan Hutan dan Rehabilitasi Lahan*. Bogor: IPB Press.
- Partomihardjo, T., Hermawan H., Pradana, E.W., dan Widiastuti, Y. (2020). *Flora Riparian dan Hutan Rawa Gambut untuk Restorasi Area dengan Nilai Konservasi Tinggi (NKT) Terdegradasi*. Bogor: ZSL Indonesia.

- Purwaningsih. 2020. Daftar Merah Tumbuhan Indonesia 1:50 Jenis Pohon Kayu Komersial. Dalam Enny Sudarmonowati, Kusumadewi S. Yulita, Tukirin Partomihardjo, Wita Wardani (Ed.). Jakarta: LIPI Press.
- Rachmanadi, D., Faridah E., Sumardi, van der Meer, P., dan Qirom M.A. (2021). Pengaruh Genangan dan Kompetisi Cahaya Terhadap Tingkat Keberhasilan Penanaman pada Hutan Rawa Gambut Terdegradasi. *Jurnal Galam* Vol 1(2): 123-140.
- Randi, A. (2021). Restorasi Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar: Pengalaman dan Pembelajaran dari Kalimantan. Disampaikan pada Audiensi Strategi dan Teknik Restorasi Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar, 9 Desember 2021.
- Riswan, Harun, U., dan Irsan, C. (2015). Keragaman Flora Di Lahan Reklamasi Pasca Tambang Batubara PT BA Sumatra Selatan. *Jurnal Manusia dan Lingkungan* 22(2): 160-168.
- Rosalia, N. (2008). Penyebaran dan Karakteristik Tempat Tumbuh Pohon Tembesu (*Fragraea Fragrans* Roxb.) [Tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Sofyan, A., Rahmat, M, Kusdi. (2005). Teknik Pembibitan Tembesu. *Prosiding Seminar Hasil-basil Penelitian Hutan Tanaman*, Baturaja 7 Desember 2005. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman, Badan Litbang Kehutanan.
- Sudrajat, D.J., Nurhasybi, Bramasto Y. (2015). Teknologi Penanganan Benih dan Bibit untuk Memenuhi Standar Benih dan Bibit Bersertifikat. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Teknologi Perbenihan, Silvikultur dan Kelembagaan dalam Peningkatan Produktivitas Hutan dan Laban*. Bandar Lampung, 11 Agustus 2015. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Badan Litbang dan Inovasi, KLHK.
- Sudrajat, D.J. (2017). Klasifikasi dan Karakteristik Benih Rekalsitran dan Intermediet. Dalam Siregar, CA., Mindawati, N. (2017). *Bunga Rampai Karakteristik dan Prinsip Penanganan Benih Tanaman Hutan Bertipe Intermediet dan Rekalsitran*. Bogor: IPB Press.
- Tiansawat, P., and Dalling, J. W. (2013). Differential seed germination responses to the ratio of red to far-red light in temperate and tropical species. *Plant Ecology*, 214(5), 751-764.

Wibisono, I.T.C., Labueni, S., and Suryadiputra, I.N.M. (2005). *Panduan Rehabilitasi dan Teknik Silvikultur di Laban Gambut*. Proyek *Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia*. Bogor: Wetlands International – Indonesia Programme dan Wildlife Habitat Canada.





**BAGIAN III**  
**ARAHAN STRATEGI DAN TEKNIK RESTORASI**  
**DI HUTAN RAWA AIR TAWAR**

# 6. Karakteristik dan Kondisi Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar: Pembelajaran dari Sumatra dan Kalimantan

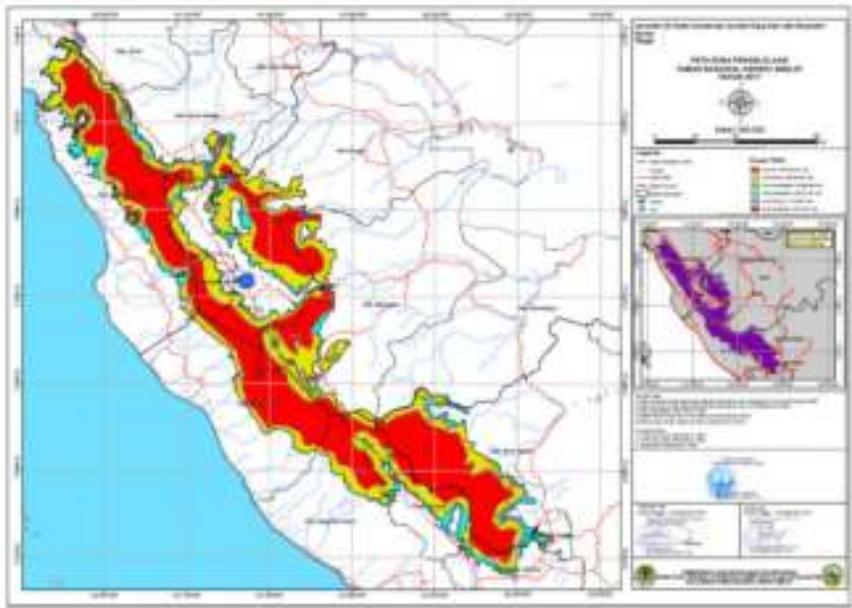
*Fentie J. Salaka, Mimi Salminah, & Urip Wiharjo*

Seluruh data dan informasi mengenai karakteristik ekosistem hutan rawa air tawar yang disajikan dalam bab ini merupakan pembelajaran yang diambil dari wilayah Rawa Bento di Taman Nasional Kerinci Seblat, Provinsi Jambi, dan Rawa Cabang Panti di Taman Nasional Gunung Palung, Kalimantan Barat.

## 6.1 Rawa Bento, Jambi

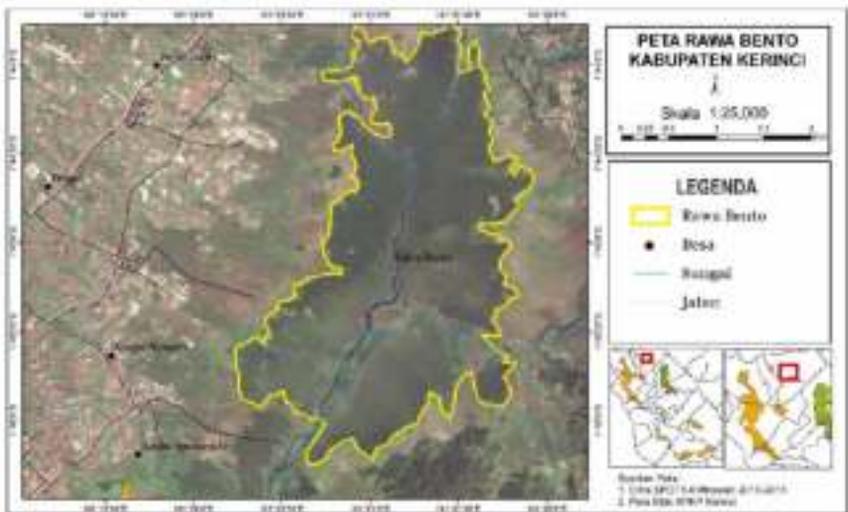
### 6.1.1 Kondisi Geografis

Rawa Bento termasuk zona pemanfaatan di Taman Nasional Kerinci Seblat, Resort Kerinci Utara, Seksi Wilayah Kerinci, Bidang Wilayah I Provinsi Jambi. Secara geografis, kawasan Rawa Bento terletak pada koordinat 101°20'58" BT dan 1°44'19" LS. Hamparan bentang alam Rawa Bento berada di antara Gunung Kerinci dan Danau Gunung Tujuh pada ketinggian  $\pm 1.390$  meter di atas permukaan laut (mdpl) dengan luas  $\pm 1.000$  hektar.



Sumber: Balai TN Kerinci Seblat (2021)

Gambar 9 Zonasi pengelolaan di TN Kerinci Seblat tahun 2017



Sumber: Wulan et al., (2019)

Gambar 10 Peta Rawa Bento di TN Kerinci Seblat

Kondisi topografi Rawa Bento, secara umum memiliki kelerengan yang relatif datar berupa hamparan lahan padang rumput dan perairan yang dikelilingi oleh vegetasi hutan rawa. Kondisi topografi yang datar dengan kemiringan berkisar 0% hingga 8% banyak ditemukan di zona pemanfaatan kawasan Rawa Bento, seperti: (1) hamparan padang rumput dengan tanah yang cukup padat seluas  $\pm 3$  hektar; dan (2) hamparan padang rumput yang digunakan untuk area *camping* seluas  $\pm 1,12$  hektar.



*Foto: TNKS (2021)*

Gambar 11 Bentang lahan hutan Rawa Bento

### 6.1.2 Kondisi Geologis

Rawa Bento merupakan bagian dari *Highland Park* Kerinci yang terdapat di Kabupaten Kerinci seluas 944 km<sup>2</sup> (Oktariadi, 2014). Kawasan ini merupakan daerah dataran tinggi Jambi dengan karakteristik geologi berupa daerah vulkanik dan tektonik yang dipengaruhi sistem Sesar Besar Sumatra yang memanjang dari barat laut-tenggara. Lebih lanjut Oktariadi (2014) menjelaskan bahwa keberadaan Gunung Kerinci dan danau kaldera Gunung Tujuh menandakan daerah tersebut berkarakteristik gunung api. Sementara karakter tektoniknya tampak dari terbentuknya Graben Kerinci, berupa Danau Rawa Bento dan Danau Kerinci. Graben itu sendiri merupakan salah satu bentuk muka bumi yang diakibatkan oleh adanya aktivitas- aktivitas tektonik dari lempeng yang ada di dalam bumi (Fatma, 2017).

Hutan Rawa Bento memiliki morfologi dataran aluvial yang terbentuk karena hasil endapan sungai, danau ataupun air hujan, dengan kondisi air menggenang sehingga membentuk suatu rawa (Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Kerinci, 2016). Hasil penelitian Nopi (2018) menunjukkan bahwa tingkat keasaman (pH) tanah lahan Rawa Bento adalah 5,5 – 7,0, dengan kondisi tekstur tanah lempung berdebu dan lempung liat berdebu. Sementara itu kondisi unsur hara tanah unsur N diperoleh pada rentangan 0,53 – 2,46, dan unsur P diperoleh pada rentangan 2,07-3,94, serta unsur K diperoleh pada rentangan 0,24-3,942.

### 6.1.3 Kondisi Hidrologis

Menurut sumber data klimatologi dari BPS Kabupaten Kerinci tahun 2019, kondisi iklim pada zona pemanfaatan Rawa Bento tidak jauh berbeda dengan kondisi iklim di daerah di Kabupaten Kerinci lainnya. Menurut klasifikasi iklim Schmidt dan Ferguson, kawasan Rawa Bento termasuk klasifikasi iklim basah tipe A dengan curah hujan rata-rata tahunan sebesar 1.709 mm. Curah hujan tertinggi terjadi di bulan Desember yaitu 297,3 mm dengan jumlah hari hujan sebanyak 17 hari. Sedangkan curah hujan terendah terjadi di bulan Januari yaitu 37,7 mm. Suhu rata-rata di Kabupaten Kerinci yaitu sebesar 22,5°C dengan suhu udara rata-rata tertinggi terjadi di bulan April yaitu 29,4°C dan suhu udara rata-rata terendah terjadi di bulan Juli yaitu 17,7°C. Kelembaban udara relatif (RH) antara 77% hingga 92%.

Di sepanjang rawa mengalir dua sungai yaitu Sungai Rumpun dan Sungai Sangir. Rawa ini merupakan tempat hidup berbagai jenis burung air dan menjadi lokasi untuk pengamatan burung migran setiap tahunnya (*Asian Waterbird Census*). Selain itu, rawa ini juga menjadi rumah bagi berbagai jenis ikan.

### 6.1.4 Kondisi Tutupan Lahan

Rawa Bento memiliki ekosistem yang khas dengan vegetasi hutan rawa yang didominasi oleh jenis empening putih (*Quertus umalocos*) dan balau merah (*Shorea balangeran*). Jenis pohon lainnya yang tumbuh di hutan Rawa Bento adalah empening hitam (*Castanopsis acuminatissima*), balam suntai (*Palaquium walsurifolium*), gelam (*Melaleuca Leucadendron* L.), medang (*Litsea* spp.), *Eugenia spicata*, *Palaquium* sp., *Syzygium* sp., *Elaeocarpus* sp., *Ficus* spp., dan laban (*Vitex pubescens*).



Foto: TNKS (2021)

Gambar 12 Kondisi tutupan lahan hutan Rawa Bento

Kawasan hutan rawa air tawar Rawa Bento memiliki tiga karakter ekosistem rawa, yaitu:

1. Rumpun rawa gambut. Rumpun rawa gambut pada Rawa Bento didominasi oleh rumput bento (*Leersia hexandra*);
2. Hutan rawa kerdil. Hutan rawa kerdilnya terdiri atas pohon-pohon *Eugenia spicata*, *Palaquium* sp., *Syzygium* sp., *Elaeocarpus* sp., *Ficus* spp., dan lain-lain; dan
3. Danau rawa kecil, sungai dan Danau Bento memiliki banyak kandungan ikan seperti ikan semah (*Tor douronensis*), ikan pearch (*Tor tambroides*), ikan saluang (*Rasbora lateristriata*), dan belut (*Monopterus albus*).

Saat ini telah terjadi ledakan populasi spesies invasif enceng gondok (*Eichornia crassipes*), kayu apu (*Pistia stratiotes*), dan *Alternanthera* spp yang menyebabkan sedikitnya cahaya matahari yang dapat mencapai dasar sungai. Hal ini menyebabkan penurunan jumlah populasi fitoplankton dan zooplankton yang merupakan sumber makanan bagi ikan-ikan yang berhabitat di Rawa Bento. Dengan demikian akan berdampak pada penurunan populasi ikan di wilayah ini.

### 6.1.5 Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat

Secara administratif, kawasan Rawa Bento berada di Kecamatan Gunung Tujuh, Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi. Jumlah penduduk Kecamatan Gunung Tujuh adalah 15.768 jiwa (BPS Kabupaten Kerinci, 2021).

Rawa Bento merupakan salah satu objek wisata andalan yang ada di Kabupaten Kerinci, yang telah memberikan banyak manfaat bagi masyarakat sekitar. Sebagian besar pekerjaan masyarakat sekitar kawasan Rawa Bento adalah sebagai petani padi, kopi, dan tanaman pertanian lainnya. Pendidikan terakhir masyarakat rata-rata adalah tamatan Sekolah Menengah Atas (SMA) (Wulan, *et al.* 2019).

Desa Jernih Jaya adalah desa yang berbatasan langsung dengan Hutan Rawa Bento. Jumlah penduduk Desa Jernih Jaya adalah 1.529 jiwa dengan kepadatan penduduk adalah 12 jiwa/km<sup>2</sup> (BPS Kabupaten Kerinci, 2021). Selain menjadi petani, beberapa masyarakat Desa Jernih Jaya berperan sebagai operator wisata di kawasan Rawa Bento. Mereka menyediakan beberapa fasilitas wisata seperti perahu motor untuk pengunjung yang ingin menyusuri Rawa Bento, fasilitas untuk kegiatan *camping*, pengamatan burung, dan lain-lain. Kawasan Rawa Bento juga dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk mengembalakan kerbau mereka.



Foto: Sumarya (2020)

Gambar 13 Kerbau milik masyarakat di hutan Rawa Bento

## 6.2 Rawa Cabang Panti, Kalimantan Barat

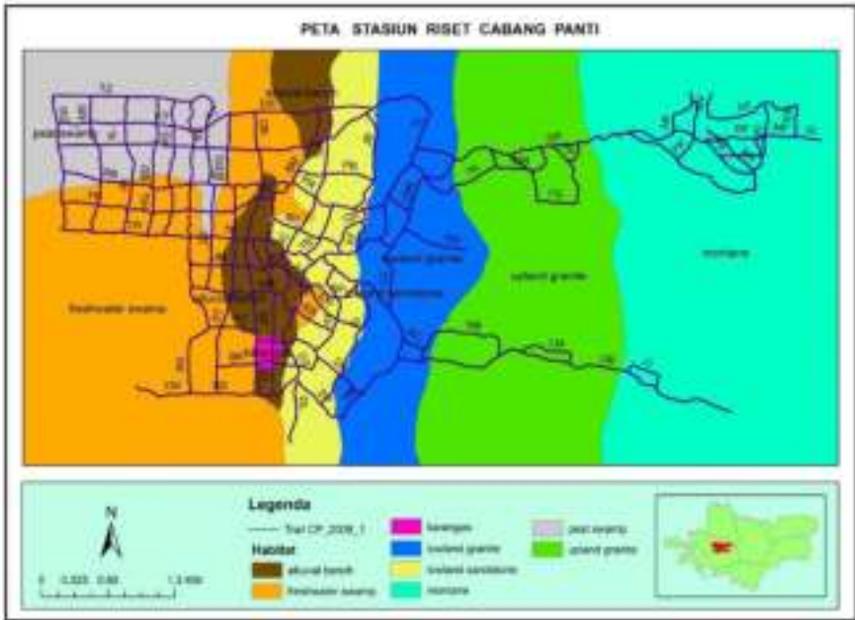
### 6.2.1 Kondisi Geografis

Secara administratif lokasi kawasan Taman Nasional Gunung Palung (Tanagupa) termasuk dalam dua Kabupaten, yaitu Kabupaten Ketapang dan Kabupaten Kayong Utara, Provinsi Kalimantan Barat. Sebagian besar kawasan Tanagupa merupakan hamparan dataran rendah dan di bagian tengah kawasan ini terdapat jajaran perbukitan dan gunung. Keadaan alamnya masih asli dan kondisi topografi landai pada bagian selatan dan bergelombang hingga curam di sekelilingnya.



*Sumber: Balai TN Gunung Palung (2021)*

Gambar 14 Peta tipe ekosistem TN Gunung Palung



Sumber: Balai TN Gunung Palung (2021)

Gambar 15 Peta hutan rawa air tawar di Stasiun Riset Cabang Panti (SRCP), TN Gunung Palung

Luas hutan rawa air tawar di SRCP adalah seluas 762,17 hektar dan berada pada ketinggian 5 – 10 m dpl. Ekosistem hutan rawa air tawar di Tanagupa berada pada lokasi Stasiun Riset Cabang Panti (SRCP) terletak di daerah Cabang Panti, Desa Sejahtera Kecamatan Sukadana, Kabupaten Kayong Utara. Secara geografis, SRCP terletak di  $1^{\circ}13'S, 110^{\circ}7'E$  yaitu di kaki sebelah Barat Gunung Palung dan Gunung Panti.

## 6.2.2 Kondisi Geologis

Daerah dataran rendah Tanagupa sebagian besar tersusun oleh batuan *alluvia quarternary*. Juga terdapat sebagian kecil daerah dengan batuan efusit yang tidak terbelah, efusit *intermediate*, dan batuan-batuan plutonik (Taman Nasional Gunung Palung, 2022). Fraksi tanah di kawasan Tanagupa umumnya kasar, *permiable* dan sangat mudah tererosi. Tanah lapisan atas umumnya granular dengan warna yang cenderung gelap, hal ini menunjukkan bahwa permukaan tanah tersebut kaya akan bahan organik. Ini menandakan juga

bahwa pada tempat tersebut terdapat aktivitas biologi yang berlangsung secara intensif dan selalu mengadakan *recycling* di tempat tersebut. Sedangkan tanah pada lapisan bawah permukaan (*sub-soil*) berwarna merah hingga kuning.

Jenis tanah di ekosistem hutan rawa air tawar SRCP terdiri dari jenis organosol dan podsolik. Organosol merupakan jenis tanah yang terbentuk dari proses pelapukan bahan-bahan organik, seperti dari sisa pembusukan tanaman rawa yang tidak sempurna akibat tergenang air. Jenis tanah ini bersifat asam hingga sangat asam. Sementara itu, podsolik merupakan jenis tanah yang bermineral, mempunyai perkembangan profil dengan tekstur pasir kuarsa, sangat masam dan kurus dimana kemampuan pertukaran kation sangat rendah. Jenis tanah ini mempunyai perkembangan penampang sedang, berwarna merah hingga kuning dan cenderung tidak seberapa mantap, peka terhadap pengikisan.

### 6.2.3 Kondisi Hidrologis

Kawasan Tanagupa sebagian besar berada dalam zona agroklimat terbasah yang dapat ditemukan di Kalimantan. Berdasarkan klasifikasi Schmidt dan Fergusson, iklim di Tanagupa adalah Tipe A. Curah hujan pada kawasan Tanagupa tergolong tinggi dan relatif merata sepanjang tahun. Curah hujan terkering berada di bagian sebelah selatan kawasan dengan curah hujan rata-rata 2.730 mm/tahun, sedangkan wilayah dengan curah hujan tertinggi berada di bagian tengah kawasan, yaitu di sekitar Stasiun Riset Cabang Panti, dengan curah hujan rata-rata 4.040 mm/tahun (Taman Nasional Gunung Palung, 2022).

Dilansir dari laman [tngunungpalung.com](http://tngunungpalung.com), kawasan Tanagupa berada di daerah hilir dan termasuk ke dalam tiga Daerah Aliran Sungai, yaitu:

- a. Daerah di sebelah utara kawasan termasuk dalam DAS Simpang dengan sungai utamanya adalah Sungai Semandang dan anak sungainya antara lain Sungai Matan.
- b. Sebagian daerah barat, termasuk dalam DAS Air Putih dan DAS Air Merah, dengan anak sungainya antara lain adalah Sungai Rantau Panjang, dan Sungai Mulia.

- c. Sebagian daerah sebelah timur termasuk dalam DAS Pawan, dengan sungai utamanya adalah Sungai Pawan dan anak sungainya antara lain Sungai Laur dan Sungai Lekahan, dan;
- d. Sebagian kawasan di sebelah selatan termasuk dalam DAS Siduk, dengan sungainya antara lain Sungai Siduk, Sungai Pebihingan, Sungai Semanai, DAS Melinsum, dan DAS Tolak.

### 6.2.4 Kondisi Tutupan Lahan

Berdasarkan hasil interpretasi yang dilakukan terhadap Citra Landsat ETM7+ liputan tahun 2012, penutupan lahan yang paling dominan di Tanagupa pada tahun 2012 adalah hutan rawa primer yaitu seluas  $\pm 33.676,43$  hektar ( $\pm 39,27\%$ ) (Tricahyono *et al.*, 2016). Sementara itu, kelas penutupan lahan terkecil berupa padang rumput yaitu seluas  $\pm 5,19$  hektar ( $\pm 0,01\%$ ) (Tricahyono *et al.*, 2016). Secara rinci, gambaran penutupan lahan di TNGP disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Penutupan lahan pada kawasan Tanagupa tahun 2012

No.	Kelas Penutupan Lahan	Luas (Ha)	%
1	Hutan lahan kering primer	23.219,19	27,08
2	Hutan lahan kering sekunder	8.223,07	9,60
3	Hutan mangrove primer	-	-
4	Hutan mangrove sekunder	498,73	0,58
5	Hutan rawa primer	33.676,43	39,27
6	Hutan rawa sekunder	14.682,00	17,12
7	Padang rumput	5,19	0,01
8	Pertanian lahan kering campur semak	967,44	1,13
9	Sawah	88,89	0,10
10	Semak belukar	1.384,80	1,61
11	Semak belukar rawa	2.910,58	3,39
12	Pemukimam	8,62	0,01
13	Tanah terbuka	73,54	0,09
14	TOTAL	85.748,53	100

Sumber: Tricahyono, *et al.* (2016)

Terdapat beberapa tipe ekosistem yang ada di Tanagupa mulai dari puncak gunung sampai dataran rendah dan daerah pantai, termasuk ekosistem mangrove. Ekosistem-ekosistem tersebut adalah hutan hujan *sub alpine*, hutan

hujan pegunungan (400 – 800 m dpl), hutan hujan tropika dataran rendah, hutan tanah aluvial, hutan gambut, hutan rawa, hutan mangrove, dan vegetasi *Rheofite* (Taman Nasional Gunung Palung, 2022).



(Gambar: Kanisius (2017))

Gambar 16 Sketsa jenis dan tipe hutan di Gunung Palung

Ekosistem hutan rawa di Tanagupa terdiri atas kelompok hutan rawa air tawar oligotropik dan hutan rawa air tawar eutropik (Hasbullah, 2019). Rawa oligotrophik genangan airnya berasal dari hujan, sehingga memberi pengaruh pada kondisi tanah menjadi relatif kurang subur, sedangkan rawa eutropik dipengaruhi air sungai sehingga kondisi habitatnya lebih subur. Jenis-jenis vegetasi yang ada antara lain jelutung (*Dyera* sp) (Hasbullah, 2019).

Diperkirakan ada 3.500 sampai 4.000 spesies tumbuhan berkayu hidup di kawasan Tanagupa. Beberapa flora yang berhasil diidentifikasi antara lain damar (*Agathis borneensis*), kayu ulin (*Eusideroxylon zygageri*), pulau (*Alstonia scholaris*), ramin (*Gonystylus bancanus*), jelutung (*Dyera costulata*), rengas (*Gluta renghas*), meranti (*Shorea* sp.), keruing (*Dipterocarpus* sp.), resak (*Vatica* sp.), kapur (*Dryobalanops* sp.), merbau (*Intsia* sp.), sindur (*Sindora* sp.), medang (*Litsea* sp. dan *Cryptocarya* sp.), geronggang (*Cratoxylum* sp.), dan bedaru

(*Xanthophyllum ellipticum*), perepat (*Soneratia alba*), punak (*Tetrameristra glabra*), kempas (*Koompasia* sp.), dan juga nyatoh (*Palaquium* sp.). Dalam kawasan Tanagupa juga terdapat spesies unik, yaitu jenis anggrek hitam (*Coelogyne pandurata*) yang dapat dijumpai di sekitar Sungai Matan (Rimba Kita, n.d).

Dalam kawasan Tanagupa juga dapat dijumpai berbagai jenis satwa atau hewan. Adapun spesies yang sangat mudah ditemukan berasal dari kelompok primata seperti orangutan (*Pongo pygmaeus wurmbii*), kelasi (*Presbytis rubicunda*), kera (*Macaca fascicularis*), dan owa (*Hylobathes agilis*) (Rimba Kita, n.d).

### 6.2.5 Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat

Secara administratif, hutan rawa air tawar SRCP terletak di Dusun Tanjung Gunung, Desa Sejahtera, Kecamatan Sukadana, Kabupaten Kayong Utara, Provinsi Kalimantan Barat. Jumlah penduduk Kecamatan Sukadana tahun 2020 adalah 29.651 jiwa, dengan kepadatan penduduk 55 jiwa/km<sup>2</sup> (BPS Kabupaten Kayong Utara, 2021). Adapun Desa Sejahtera memiliki jumlah penduduk 2.143 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk per tahun 1,65% (BPS Kabupaten Kayong Utara, 2021). Pada umumnya, mata pencaharian masyarakat adalah berkebun, beternak, dan nelayan.

Menurut penuturan salah satu warga, hampir semua penduduk Dusun Tanjung Gunung dulunya (1998-2004) adalah para pengumpul kayu (Pahlevy, 2015). Lebih lanjut dijelaskan bahwa pada masa itu, sebagian besar masyarakat merambah kawasan Taman Nasional Gunung Palung, termasuk kawasan mangrove dan membuka usaha penggergajian. Perambahan yang mereka lakukan kemudian berdampak pada mata pencaharian mereka sebagai nelayan, karena jumlah ikan, udang, dan tangkapan lainnya mulai menurun. Bencana banjir juga menerjang.

Masyarakat juga melihat adanya potensi keindahan alam danau yang indah. Hal tersebut memotivasi masyarakat untuk mengikuti kegiatan pemberdayaan yang ditawarkan para penyuluh Balai Tanagupa. Mereka difasilitasi untuk mengembangkan ekowisata di kawasan ini, melalui kegiatan penanaman mangrove yang dijadikan salah satu paket ekowisata di Tanagupa. Kegiatan penanaman dilakukan dengan memanfaatkan bibit hasil semaian swadaya masyarakat. Dalam paket wisata yang mereka tawarkan, masyarakat

menyediakan makan siang, menjual bibit yang akan ditanam turis, serta menyewakan perahu, bahkan ada warga yang dijadikan sebagai pemandu wisata.



*Foto: Aseanty Pablevi (2015)*

Gambar 17 Masyarakat Dusun Tanjung Gunung melakukan pembibitan

## Daftar Pustaka

- BPS Kabupaten Kerinci. (2021). Kecamatan Gunung Tujuh Dalam Angka 2021. Siulak: Badan Pusat Statistik Kabupaten Kerinci.
- BPS Kabupaten Kayong Utara. (2021). Kecamatan Sukadana Dalam Angka 2021. Sukadana: BPS Kabupaten Kayong Utara.
- Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Kerinci. (2016). Dokumen RPI2JM Kabupaten Kerinci Tahun 2016-2020. Siulak: Dinas Pekerjaan Umum Pemerintah Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi.
- Fatma, D. (2017). Patahan Graben: Pengertian, Ciri-ciri dan Contohnya. Diunduh dari <https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/patahan-graben> pada tanggal 10 Desember 2021.
- Hasbullah, H. (2019). Deskripsi Taman Nasional Gunung Palung. Diunduh dari <https://pdfcookie.com/download/deskripsi-taman-nasional-gunung-palung-w5lq77rxmk27> tanggal 14 Januari 2022.

- Kanisius, P. (2017). Ini yang Unik dan Menarik dari Stasiun Penelitian Cabang Panti. Diunduh dari [https://www.kompasiana.com/pit\\_kanisius/58a1a9dbd47e611c3302f0d3/ini-yang-unik-dan-menarik-dari-stasiun-penelitian-cabang-panti?page=all#section1](https://www.kompasiana.com/pit_kanisius/58a1a9dbd47e611c3302f0d3/ini-yang-unik-dan-menarik-dari-stasiun-penelitian-cabang-panti?page=all#section1) tanggal 18 Januari 2022.
- Tricahyono, K., Riyono, J.N., Latifah, S. (2016). Analisis Perubahan Penutupan Lahan Menggunakan Citra Satelit Landsat ETM7+ Pada Kawasan Taman Nasional Gunung Palung di Kabupaten Kayong Utara Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Hutan Lestari* 4 (4) : 401 – 408.
- Nopi, S. (2018). *Evaluasi Kesesuaian Lahan Rawa Bento untuk Tanaman Padi di Desa Sungai Dalam Kecamatan Kayu Aro Kabupaten Kerinci [skripsi]*. Padang: STKIP PGRI Sumatra Barat.
- Oktariadi, O. (2014). Merangin Menuju Taman Bumi Dunia. *Geomagz* 4 (2): 42-47.
- Pahlevy, A. (2015). Para Pembalak Itu Kini Penanam Mangrove. Diunduh dari <https://www.mongabay.co.id/2015/07/26/para-pembalak-itu-kini-penanam-mangrove/> tanggal 18 Januari 2022.
- Rimba Kita. n.d. Taman Nasional Gunung Palung – Sejarah, Alam, Flora Fauna, Wisata. Diunduh dari <https://rimbakita.com/taman-nasional-gunung-palung/> tanggal 18 Januari 2022.
- Taman Nasional Gunung Palung. (2022). Kondisi Umum Taman Nasional Gunung Palung. Diunduh dari <https://tngunungpalung.com/keanekaragaman-hayati/> tanggal 14 Januari 2022.
- Wulan, C., Albayudi, Lidiarti, T. (2019). Analisis Potensi Ekowisata di Kawasan Rawa Bento Kabupaten Kerinci. *Jurnal Silva Tropika* 3(1): 95-107.

# 7. Arahan Strategi Restorasi Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar

*Mimi Salminah, Yanto Rochmayanto, & Dolly Priatna*

## 7.1 Pertimbangan Strategi Restorasi Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar

Ekosistem hutan rawa air tawar merupakan ekosistem yang unik, sama halnya dengan ekosistem lahan basah lainnya seperti gambut dan mangrove. Sayangnya, penelitian tentang ekosistem ini belum banyak dilakukan (Clews, 2018). Sulitnya akses menuju hutan rawa air tawar serta adanya risiko penyakit yang ditularkan serangga dinilai sebagai salah satu penyebabnya (Yamada, 1997). Minimnya informasi tentang ekosistem hutan rawa air tawar, terutama di Indonesia, juga memengaruhi progres kegiatan restorasi pada ekosistem tersebut. Belum banyak kegiatan restorasi ekosistem yang dilakukan di hutan rawa air tawar. Dari total 622.861 hektar kegiatan restorasi ekosistem yang dilakukan melalui skema IUPHHK RE, hanya 1% yang dilakukan di ekosistem hutan rawa air tawar. Oleh karena itu, tidak banyak informasi terkait keberhasilan kegiatan restorasi pada ekosistem tersebut.

Meskipun demikian, kegiatan restorasi ekosistem hutan rawa air tawar pada suatu area konsesi pada prinsipnya sama dengan restorasi yang dilakukan di hampir semua tipe ekosistem hutan, khususnya tipe ekosistem lahan basah. Secara umum, restorasi ekosistem hutan rawa air tawar ditujukan untuk mengembalikan ekosistem tersebut ke kondisi semula sebelum terjadinya gangguan, atau setidaknya mendekati kondisi awal. Pengembalian kondisi ekosistem mencakup pemulihan struktur dan fungsi ekosistem baik pada skala lokal maupun skala lanskap yang lebih luas (National Research Council, 1992). Pemulihan dapat dilihat dari perubahan kondisi fisik, kimia, maupun biologi ekosistem tersebut setelah direstorasi. Apakah fungsi dan peran ekosistem yang telah dipulihkan telah berjalan seperti seharusnya atau seperti ketika belum terdapat gangguan. Sementara itu, restorasi ekosistem hutan

rawa pada skala lanskap hutan ditujukan untuk mencapai keseimbangan antara perbaikan kualitas ekologi dan perbaikan kehidupan sosial masyarakat yang berada di dalam dan sekitar situs restorasi (Lamb & Gilmour, 2003).

Secara teknis, kegiatan restorasi ekosistem hutan rawa air tawar di area konsesi perlu disesuaikan dengan kondisi faktual ekosistem tersebut di lapangan. Ekosistem hutan rawa air tawar di area konsesi dimungkinkan memiliki karakteristik dan kondisi faktual yang berbeda antarlokasi atau region, mengingat luas dan terpisah-pisahannya area konsesi. Perbedaan tipe ekologi antar region atau pulau akan memengaruhi karakteristik ekologi masing-masing area sehingga pendekatan strategi dan teknik restorasi yang dipilih perlu disesuaikan. Aspek sosial dan ekonomi, khususnya ketergantungan masyarakat terhadap keberadaan ekosistem hutan rawa air tawar dan kepentingan perusahaan, juga menjadi salah satu pertimbangan penting untuk menentukan strategi pelaksanaan restorasi ekosistem hutan rawa air tawar di area konsesi.

Hal pertama yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan strategi restorasi ekosistem hutan rawa air tawar adalah tingkat kerusakan dan jenis penyebab kerusakan ekosistem hutan tersebut. Selain memengaruhi pemilihan strategi, tingkat kerusakan ekosistem akan memengaruhi output akhir yang dapat dicapai dari kegiatan restorasi. Tujuan mengembalikan kondisi ekosistem ke kondisi semua pada kegiatan restorasi ekosistem, mungkin tidak dapat tercapai apabila tingkat kerusakan ekosistem tersebut sangat parah. Penyebab kerusakan seperti kebakaran yang berulang, gangguan masyarakat sekitar atau lainnya, yang tidak dapat dikendalikan dengan baik juga dapat menyebabkan restorasi ekosistem tidak berhasil. Restorasi ekosistem pada area yang sulit dipulihkan sebaiknya lebih difokuskan pada upaya mengembalikan dan memelihara siklus kehidupan ekosistem tersebut, seperti siklus hara, siklus hidrologi, dan aliran energi (Maginnis & Jackson, 2007).

Ekosistem hutan yang rusak didefinisikan sebagai bekas lahan hutan yang rusak parah akibat penebangan kayu dan/atau pemanenan hasil hutan bukan kayu secara berlebihan, sistem pengelolaan yang buruk, kebakaran berulang, penggembalaan atau gangguan lain, atau penggunaan lahan yang merusak tanah dan tumbuh-tumbuhan sehingga dapat menghambat proses pemulihan atau pembentukan kembali ekosistem hutan setelah terjadi kerusakan (ITTO,

2002). Ekosistem hutan yang rusak pada umumnya menunjukkan beberapa karakteristik di antaranya: (1) berkurangnya vegetasi hutan dan hanya beberapa jenis pionir yang masih bertahan); (2) tingkat kesuburan lahan rendah; (3) rusaknya struktur dan komposisi tanah; (4) potensi terjadinya erosi; (5) kebakaran yang berulang atau tingkat kerentanan terhadap kebakaran meningkat; (6) kompetisi antar vegetasi tinggi yang biasanya karena banyaknya jenis rumput atau pakis-pakisan; dan (7) rusaknya habitat mikro yang cocok untuk perkecambahan atau pembentukan benih (Rodriguez & Sabogal, 2019). Pada ekosistem hutan yang rusak, vegetasi yang dominan pada umumnya adalah jenis-jenis pionir yang mampu bertahan pada kondisi yang terbatas atau jenis invasif seperti *Eupatorium adenophorum*, *Lantana camara* dan *Parthenium hysterophorus* (Sharma *et al.*, 2010).

Rezim hidrologi menjadi faktor pertimbangan penting berikutnya. Sebagai salah satu ekosistem lahan basah, restorasi hutan rawa air tawar sangat dipengaruhi oleh rezim hidrologi (Mitsch & Gosselink, 1993). Keberadaan, pertumbuhan, dan struktur flora fauna pada ekosistem tersebut bergantung pada kondisi hidrologinya (Hamilton, 2008). Level ketinggian dan periode genangan air memengaruhi proses pertumbuhan vegetasi ekosistem hutan rawa air tawar. Tingginya genangan air terutama pada musim penghujan dapat menghambat pertumbuhan pada tingkat semai. Tingkat genangan air juga memengaruhi keberadaan fauna, khususnya jenis invertebrata, sehingga memengaruhi proses pembentukan unsur hara pada siklus ekosistem tersebut. Dengan demikian, keberhasilan restorasi ekosistem hutan rawa air tawar sangat dipengaruhi oleh proses pengendalian atau pengelolaan rezim hidrologi dan geomorfologi ekosistem tersebut, sehingga dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan struktur flora fauna ekosistem. Kondisi hidrologi juga akan menentukan pemilihan jenis yang digunakan untuk kegiatan restorasi dan mekanisme penanamannya.

Keberhasilan restorasi ekosistem hutan rawa air tawar di areal konsesi pemasuk kayu APP Sinar Mas, juga dipengaruhi oleh ketersediaan dan komposisi jenis flora fauna yang masih ada pada ekosistem tersebut serta di area sekitarnya. Komposisi jenis akan menentukan jenis intervensi yang dibutuhkan pada area restorasi, apakah hanya eradikasi jenis invasif atau diperlukan penanaman. Secara khusus, komposisi jenis akan memengaruhi pemilihan jenis tanaman yang akan digunakan dalam intervensi penanaman

atau pengayaan. Jenis dominan tertentu di areal restorasi dapat dijadikan acuan untuk memilih jenis-jenis yang akan ditanam di areal tersebut karena menunjukkan kemampuan mereka beradaptasi dengan kondisi spesifik areal yang akan direstorasi. Jenis-jenis yang ditanam di areal restorasi sebaiknya berasal dari famili yang sama atau yang memiliki karakteristik atau persyaratan tumbuh yang hampir sama.

Mengingat ketersediaan data komposisi jenis khususnya flora di area restorasi pada umumnya terbatas, keberadaan flora atau jenis vegetasi pada ekosistem hutan rawa air tawar yang akan direstorasi dapat diindikasikan oleh luas tutupan hutannya. Luas tutupan hutan tersebut akan menjadi indikasi apakah proses suksesi alami masih dapat berlangsung pada ekosistem tersebut. Tanaman dan hewan yang masih ada di region sekitar ekosistem hutan rawa air tawar konsesi pemasuk kayu APP Sinar Mas juga akan berperan sebagai sumber pembentukan koloni baru tanaman dan hewan. Tanaman dan hewan yang ada harus mampu menyebar pada area-area yang telah terdegradasi untuk kemudian membentuk koloni baru. Semakin banyak fragmentasi hutan yang saling berdekatan di suatu lanskap semakin cepat terjadinya proses rekolonisasi baru (Lamb & Gilmour, 2003).

Selain melalui intervensi penanaman oleh manusia sebagai upaya mempercepat proses restorasi (*accelerated restoration*), proses rekolonisasi vegetasi juga dapat dipercepat dengan keberadaan hewan pemencar biji. Oleh karena itu, strategi restorasi yang dipilih perlu mempertimbangkan keberadaan agen pemencar biji di sekitar area yang akan direstorasi. Sementara itu, selain kondisi biofisik areal restorasi, pemilihan jenis dan komposisi vegetasi yang akan diintroduksi harus mengacu pada ekosistem hutan rawa air tawar referensi yang berada di sekitar area restorasi. Ekosistem referensi mencerminkan kondisi awal ekosistem hutan rawa air tawar sebelum adanya gangguan, sehingga dapat menjadi acuan target pemulihan kondisi ekosistem rusak yang akan direstorasi.

Struktur dan kesuburan tanah adalah peubah (variabel) penting berikutnya yang harus dipertimbangkan dalam menentukan strategi restorasi ekosistem hutan rawa air tawar (Lamb & Gilmour, 2003). Meskipun pada umumnya ekosistem hutan rawa air tawar memiliki kesuburan tanah yang baik, tetapi pada area-area yang telah dieksploitasi, tanah dapat mengalami penurunan

tingkat kesuburan. Kesuburan tanah yang telah mengalami kekeringan dan pemadatan di area bekas kebakaran atau bekas *logging*, biasanya menurun drastis dan tidak lagi cocok untuk pertumbuhan tanaman. Apabila hal ini terjadi, keberadaan agen pemencar benih menjadi tidak efektif lagi karena media tumbuh benihnya tidak mendukung pertumbuhan benih yang tersebar.

Diperlukan intervensi untuk meningkatkan kesuburan tanah sehingga dapat mendukung pertumbuhan vegetasi asli maupun yang akan diintroduksi. Sebagai contoh, tanah yang telah mengalami pemadatan perlu digemburkan untuk mendukung pertumbuhan tanaman baru. Selain itu, untuk menghindari kompetisi unsur hara maupun cahaya matahari, perlu dilakukan penyiangan gulma di area piringan pada awal pertumbuhan tanaman. Penanaman tanaman bawah jenis legum, dapat menjadi salah satu alternatif untuk mengurangi pertumbuhan gulma.

Peubah lain yang menjadi dasar pertimbangan pemilihan strategi restorasi adalah faktor sosial ekonomi dan regulasi yang berlaku baik di tingkat global, nasional maupun lokal, jika memang ada. Jacobs, Dalglish, & Nelson (2013) menyatakan bahwa faktor sosial ekonomi sangat menentukan keberhasilan restorasi. Tidak sedikit kegiatan restorasi ekosistem di Indonesia yang mengalami kegagalan akibat terabaikannya kondisi sosial ekonomi yang berkembang. Padahal, kerusakan ekosistem hutan di Indonesia banyak disebabkan oleh faktor antropogenik. Pendekatan partisipatif dalam pengelolaan ekosistem hutan rawa air tawar merupakan strategi efektif untuk mengakomodir dan melibatkan masyarakat dalam kegiatan restorasi ekosistem hutan rawa air tawar yang sukses dan berkelanjutan (Borges *et al.*, 2017; Aziz *et al.*, 2020). Dengan demikian, strategi restorasi harus mempertimbangkan pola hubungan masyarakat sekitar dengan ekosistem hutan yang akan direstorasi.

Tingginya tingkat ketergantungan masyarakat terhadap ekosistem hutan tersebut, menuntut strategi restorasi yang dapat mengakomodasi kepentingan dan melibatkan masyarakat. Komunikasi dengan masyarakat perlu dijalin apabila masyarakat memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap keberadaan ekosistem hutan yang akan direstorasi. Bukan hanya untuk mengakomodasi kepentingan mereka, tetapi hal ini juga ditujukan agar masyarakat menyadari bahwa mereka menjadi bagian penting dari restorasi sehingga mereka harus mendukung kegiatan tersebut.

Prinsip *cost effectiveness* dalam kegiatan restorasi menjadi salah satu pertimbangan pemilihan strategi restorasi ekosistem hutan rawa air tawar di area konsesi pemasuk kayu APP Sinar Mas. Sebagai bagian dari prinsip tersebut, pemilihan strategi restorasi ekosistem hutan rawa air tawar di area konsesi tersebut perlu disesuaikan dengan kepentingan dan perencanaan pengelolaan hutan yang sebelumnya sudah disusun oleh perusahaan. Mengingat area restorasi di konsesi pemasuk kayu APP Sinar Mas merupakan bagian kesatuan yang utuh dengan area produksi hutan tanaman industri (HTI), dimungkinkan APP Sinar Mas telah memiliki perencanaan pengelolaan kawasan hutan tersebut sebelum dilakukan kegiatan restorasi. Perusahaan juga perlu mempertimbangkan peraturan baru terkait perizinan pemanfaatan kawasan hutan melalui Peraturan Pemerintah No 23 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Kehutanan. Dalam hal ini pemegang izin usaha kehutanan dapat melakukan multi usaha dalam satu kawasan, baik produksi kayu, HHBK, termasuk jasa lingkungan air dan karbon. Dengan peraturan tersebut, upaya restorasi dapat berubah dari *cost center* menjadi *profit oriented*, di samping tujuan konservasi. Hal ini didukung dengan adanya program prioritas pemerintah untuk memenuhi target NDC yaitu pengurangan emisi hingga 29% – 41% pada tahun 2030. Dalam hal ini, sektor kehutanan menjadi tumpuan dalam upaya tersebut dengan ditargetkannya penurunan emisi dari sektor tersebut hingga 17,2%. Dengan demikian APP Sinar Mas dapat berkontribusi pada program pemerintah tersebut.

## 7.2 Penyusunan Tipologi Lanskap pada Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar

Pemilihan strategi dan teknik restorasi ekosistem hutan rawa air tawar harus disesuaikan dengan karakteristik spesifik, atau tipologi area yang akan direstorasi. Selain memudahkan proses perencanaan, identifikasi tipologi ekosistem hutan rawa air tawar di area yang akan direstorasi penting untuk menentukan strategi dan teknik restorasi yang tepat dan efisien sehingga mengurangi risiko kegagalan. Tidak semua restorasi harus dilakukan dengan penanaman, yang pada umumnya memerlukan biaya tinggi. Pada ekosistem hutan rawa air tawar yang masih memiliki cukup tegakan dan anakan, restorasi dapat dilakukan dengan cara suksesi alami. Mengingat proses suksesi alami hingga terbentuk keseimbangan ekosistem membutuhkan rentang waktu

yang sangat lama, pada beberapa tipologi areal restorasi proses suksesi alami dapat dipercepat melalui intervensi penanaman, khususnya pohon-pohon besar yang mendekati klimaks dan toleran cahaya. Keberadaan pohon-pohon tersebut dapat memacu koloni vegetasi pada area restorasi. Identifikasi tipologi lanskap hutan rawa yang akan direstorasi penting sebagai dasar menentukan perlakuan restorasi yang dibutuhkan untuk mempercepat keberhasilan restorasi ekosistem.

Mengingat keberadaan ekosistem hutan rawa air tawar di area konsesi pemasok kayu APP Sinar Mas sangat terbatas dan tersebar dengan pada area yang tidak luas, maka selain mempertimbangkan kondisi ekosistem di area konsesi APP Sinar Mas, tipologi lanskap hutan rawa air tawar dalam buku ini juga mengacu pada kondisi hutan rawa air tawar yang berada di sekitar area-area tersebut. Kondisi hutan rawa air tawar di Taman Nasional Kerinci Seblat dan sekitarnya mewakili area Sumatra. Sementara itu, kondisi hutan rawa air tawar di Taman Nasional Gunung Palung, TN Danau Sentarum, Cagar Alam Muara Kendawangan dan sekitarnya mewakili area Kalimantan. Beberapa area hutan rawa air tawar mengalami kerusakan parah akibat aktivitas manusia. Sementara area hutan rawa air tawar yang kondisinya masih baik juga tidak terlepas dari ancaman kerusakan. Ancaman terbesar di antaranya adalah *illegal logging*, pengambilan sumber daya perikanan yang berlebihan dengan teknik yang merusak lingkungan, penggembalaan dan penggunaan sungai sebagai sarana transportasi. Ancaman eksploitasi hutan rawa air tawar semakin meningkat mengingat kebutuhan kayu bangunan dan kebutuhan lahan untuk pertanian meningkat setiap saat.

Penyusunan tipologi lanskap hutan rawa air tawar didasarkan pada parameter yang memiliki pengaruh signifikan terhadap strategi dan teknik restorasi yang harus diterapkan sebagaimana disampaikan sebelumnya. Tipologi lanskap hutan rawa air tawar di area Sumatra dan Kalimantan tersaji pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5 Tipologi lanskap ekosistem hutan rawa air tawar yang akan direstorasi di wilayah Sumatra dan Kalimantan

Jenis rawa	Tutupan lahan dan komposisi jenis	Rezim hidrologi	Tingkat gangguan
<b>Tipologi I</b>			
Rawa danau (sekitar danau air tawar)	Belukar, ditumbuhi jenis paku-pakuan, rumput dan spesies rawa air tawar	Kedalaman air di atas 50 cm dengan periode genangan lama hingga sepanjang tahun	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendah sampai sedang karena pada umumnya berada di dataran tinggi dengan akses yang sulit.</li> <li>• Pada umumnya gangguan berupa spesies invasif dan perburuan liar ikan atau burung</li> </ul>
<b>Tipologi II</b>			
Rawa danau (sekitar danau air tawar)	Tutupan vegetasi di atas 30% dengan tegakan dan anakan yang cukup banyak, pada umumnya didominasi oleh famili Euphorbiaceae	Kedalaman air dibawah 50 cm dengan periode genangan pendek	Rendah sampai sedang karena pada umumnya berada di dataran tinggi dengan akses yang sulit
<b>Tipologi III</b>			
Rawa sungai (di hilir sungai)	Belukar tua, pada umumnya didominasi oleh famili Euphorbiaceae, dan Dipterocarpaceae	Kedalaman air di bawah 50 cm dengan periode genangan pendek	Rendah sampai sedang
<b>Tipologi IV</b>			
Rawa sungai (di hilir sungai)	Lahan terbuka atau belukar rumput	Tanah mengering tetapi masih dipengaruhi pasang surut air sungai. Pada musim hujan dapat terjadi genangan	Sedang sampai tinggi akibat aktivitas manusia seperti perburuan rusa, kebakaran, <i>illegal logging</i> , perambahan untuk permukiman dan perkebunan

Terdapat empat tipologi lanskap ekosistem hutan rawa air tawar yang teridentifikasi pada area studi kasus di Rawa Bento Taman Nasional Kerinci Seblat, Jambi, dan di Rawa Cabang Panti Taman Nasional Gunung Palung, Kalimantan Barat. Tipologi I merupakan hutan rawa danau yang pada

umumnya di dataran tinggi dan masuk sebagai kawasan konservasi yang dikelola oleh Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) atau taman nasional di bawah KLHK. Tipologi ini merupakan belukar yang cenderung terbuka dengan vegetasi dominan berupa paku-pakuan, rumput atau tanaman rawa. Karena berada di dataran tinggi biasanya akses menuju ke area tersebut relatif sulit. Hal ini menyebabkan tingkat gangguan antropogenik menjadi lebih kecil. Gangguan yang lazimnya terjadi adalah dominansi jenis invasif dan banyaknya perburuan liar khususnya sumber daya perikanan dan burung. Pada beberapa kasus terjadi ancaman penggembalaan liar.

Meskipun tipologi ini memiliki tutupan hutan berupa belukar bahkan cenderung terbuka, tetapi bukan berarti area ini telah mengalami kerusakan tingkat tinggi. Kondisi tutupan tersebut khas pada ekosistem rawa danau bagian dalam yang dipengaruhi oleh rezim hidrologi di mana area tersebut sebagian besar digenangi air dalam periode cukup lama, bahkan dapat sepanjang tahun. Hal itu menyebabkan jenis-jenis vegetasi yang dapat bertahan hidup merupakan jenis paku-pakuan, rumput atau tanaman air lainnya. Hanya sedikit jenis pohon besar yang tumbuh pada kondisi tersebut. Tipologi tersebut menjadi habitat penting bagi berbagai jenis tumbuhan herba seperti *Eriocaulon sollyanum*, *Oenanthe javanica*, *Cyperus flaccidus*, *Carex* sp., dan *Scirpus* spp, dan jenis satwa seperti *Leersia hexandra* dan *Viola sumatrana*, burung air, raptor, *Macaca fascicularis*, *Presbytis melalophos*, bekantan dan jenis primate lainnya, serta berbagai jenis ikan.

Tipologi II merupakan rawa danau yang berada di daerah tengah hingga luar. Pada area tersebut tutupan vegetasi cukup rapat dengan potensi anakan yang cukup banyak. Tipologi ini juga merupakan bagian dari kawasan konservasi dengan tingkat gangguan yang cukup rendah hingga sedang. Rezim hidrologi tipologi ini ditandai dengan periode genangan yang relatif pendek dengan kedalaman genangan yang juga cukup rendah.

Tipologi III berada di dataran rendah, pinggiran sungai bagian hilir. Area restorasi hutan rawa air tawar tipologi ini banyak berada di dalam konsesi pemasok kayu APP Sinar Mas dengan kondisi tutupan vegetasi yang masih terjaga atau berupa belukar tua. Tipologi III ini juga dijumpai di area hutan rawa air tawar di sekitar TN Danau Sentarum. Area tersebut pada umumnya digenangi secara musiman dengan tinggi genangan tidak lebih dari 50 cm.

Area pada tipologi ini relatif terjaga dari gangguan aktivitas manusia. Hal ini didukung oleh adanya kebijakan yang mengatur area sekitar sungai dan danau sebagai kawasan yang dilindungi.

Tipologi IV menggambarkan area hutan rawa air tawar yang telah mengalami kerusakan sehingga menjadi lahan terbuka, belukar rumput rawa atau vegetasi *Melaleuca cajuputi*. Kerusakan terjadi akibat penebangan liar, pembangunan permukiman dan perladangan masyarakat bahkan perkebunan sawit, kebakaran hutan, serta perburuan liar khususnya rusa. Tingkat konsumsi rusa yang tinggi menyebabkan perburuan yang disertai pembakaran untuk menjerat rusa semakin meningkat. Tingginya ketergantungan kehidupan masyarakat terhadap hutan rawa air tawar tersebut menyebabkan konflik sosial menjadi tinggi. Hal ini terjadi di area sekitar Cagar Alam Muara Kendawangan khususnya di sekitar atau pinggiran muara sungai. Tipologi ini juga ditemukan di sekitar sungai Lempuing, Sumatra Selatan (Giesen & Sukotjo, 1991).



Foto: Randi (2021), P3SEKPI (2020)

Gambar 18 Ilustrasi kondisi masing-masing tipologi. Dari atas kiri ke kanan: Tipologi I, Tipologi II, Tipologi III, dan Tipologi IV

### 7.3 Pemilihan Strategi Restorasi

Strategi restorasi di tingkat tapak ditetapkan berdasarkan masing-masing tipologi lanskap area yang akan direstorasi. Strategi restorasi juga harus mempertimbangkan penyebab atau akar masalah terjadinya kerusakan ekosistem. Kondisi fisik, biologi, dan kimia lingkungan area yang mengalami degradasi perlu diidentifikasi untuk menentukan perlakuan yang diperlukan. Sayangnya, informasi tersebut pada umumnya sangat terbatas bahkan tidak tersedia. Karena ketidaktersediaan data, restorasi pada area yang telah mengalami degradasi berat diasumsikan telah mengalami perubahan biologi, fisik, dan kimia lingkungannya, sehingga diperlukan perlakuan yang lebih spesifik khususnya peningkatan kesuburan tanah sebagai media tanam. Arahan strategi restorasi untuk masing-masing tipologi ekosistem hutan rawa air tawar yang berada di dalam dan sekitar area konsesi disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Arahan strategi restorasi ekosistem hutan rawa air tawar

Tipologi Lanskap	Strategi Restorasi	Perlakuan
Tipologi I	Penunjang Sukses Alami	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pengendalian spesies invasif</li><li>• Penjagaan kawasan dari perburuan liar yang bisa merusak ekosistem.</li><li>• Penyadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga ekosistem hutan rawa air tawar.</li><li>• Meningkatkan nilai ekonomi dan manfaat ekosistem hutan rawa air tawar bagi masyarakat sekitar, misalnya melalui pengembangan ekowisata.</li></ul>
Tipologi II	Suksesi Alami	<ul style="list-style-type: none"><li>• Perlindungan kawasan dengan patroli rutin</li><li>• Penyadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga ekosistem hutan rawa air tawar.</li><li>• Meningkatkan nilai ekonomi dan manfaat ekosistem hutan rawa air tawar bagi masyarakat sekitar, misalnya melalui pengembangan ekowisata.</li></ul>

Tabel 6 Arah strategi restorasi ekosistem hutan rawa air tawar (lanjutan)

Tipologi Lanskap	Strategi Restorasi	Perlakuan
Tipologi III	Suksesi Alami	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perlindungan kawasan dengan patroli rutin.</li> <li>• Penyadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga ekosistem hutan rawa air tawar.</li> <li>• Meningkatkan nilai ekonomi ekosistem hutan rawa air tawar, misalnya melalui pengembangan ekowisata atau pengembangan jasa ekosistem hutan seperti karbon atau biodiversiti.</li> </ul>
Tipologi IV	Penanaman	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penanganan konflik sosial dengan pendekatan dan pelibatan masyarakat dalam kegiatan restorasi.</li> <li>• Pemilihan jenis didasarkan pada ekosistem referensi di sekitar area hutan rawa air tawar yang akan direstorasi, atau jenis-jenis yang berada pada kelompok famili yang sama dengan jenis yang masih tersisa di areal restorasi, atau pada kelompok famili yang memiliki persyaratan tumbuh yang hampir mirip dengan jenis yang tersisa di areal restorasi.</li> <li>• Menggunakan jenis pionir terlebih dahulu, setelah itu dilanjutkan dengan penanaman jenis rawa air tawar asli.</li> <li>• Teknik penanaman dapat dilakukan dengan cara jalur (strip) maupun klaster.</li> <li>• Pengembangan perhutanan sosial dengan jenis-jenis yang disukai masyarakat.</li> </ul>

Restorasi ekosistem hutan rawa air tawar pada Tipologi I, II dan III dapat dilakukan secara suksesi alami dan penunjang suksesi alami. Hal yang paling penting untuk dilakukan dalam suksesi alami adalah menjaga agar proses suksesi alami dapat berjalan lancar tanpa gangguan. Dengan demikian perlakuan yang dibutuhkan adalah meminimalkan gangguan, khususnya yang bersifat antropogenik, dan meningkatkan nilai ekonomi area tersebut sehingga dapat membantu meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar. Selain patroli atau penyadaran masyarakat, kegiatan ekowisata dan pemanfaatan jasa ekosistem lainnya seperti karbon dan keanekaragaman hayati juga dapat dioptimalkan untuk meningkatkan nilai ekonomi ekosistem tersebut. Hal ini dimungkinkan dengan semakin masifnya perkembangan nilai ekonomi karbon dan peningkatan perhatian dunia terhadap keberlanjutan ekosistem hutan dan keanekaragaman hayatinya.

Strategi restorasi untuk area tipologi IV dilakukan dengan cara penanaman menggunakan jenis yang tepat dengan karakteristik area tersebut. Sebelum dilakukan penanaman, perlu dilakukan resolusi konflik terlebih dahulu dengan masyarakat sekitar. Komunikasi intensif dan pelibatan masyarakat dalam upaya restorasi menjadi sangat krusial untuk mendukung keberhasilan restorasi. Upaya penyadaran masyarakat dan larangan pembakaran dan perburuan liar perlu terus ditingkatkan. Sosialisasi kejelasan batas area yang dapat dan tidak dapat dimanfaatkan oleh masyarakat harus dilakukan secara berkelanjutan.

Penanaman dapat dilakukan setelah konflik sosial teratasi. Mengingat kerusakan yang terjadi cukup parah dan telah menyebabkan lahan menjadi terbuka, sebelum penanaman, area restorasi perlu diberikan perlakuan terlebih dahulu, khususnya untuk meningkatkan kesuburan tanah. Penanaman dilakukan pada saat genangan surut. Pada area yang sangat kering dan tidak terjangkau genangan maka penanaman harus diikuti dengan pembasahan area tersebut. Hal ini bertujuan untuk mengembalikan kondisi area yang akan direstorasi sesuai dengan karakteristik asli ekosistem hutan rawa air tawar yang merupakan ekosistem lahan basah.

Pemilihan jenis menjadi hal krusial dalam strategi penanaman. Jenis yang akan dipilih perlu merujuk pada ekosistem referensi yang berada di dekat area yang akan direstorasi. Berdasarkan literatur dan pengalaman di lapangan,

beberapa jenis yang berkembang dengan baik di ekosistem hutan rawa air tawar di antaranya adalah bintangur (*Callophyllum* spp), pulai (*Alstonia* spp), jelutung rawa (*Dyera costulata*), tembesu, bungur, rengas, terentang dan belangeran. Untuk meningkatkan keterlibatan masyarakat dalam upaya restorasi dapat dikembangkan skema agroforestri dengan menanam jenis buah lokal yang adaptif di ekosistem hutan rawa air tawar. Beberapa jenis buah lokal yang adaptif di antaranya langsung, durian, jengkol, pete, sengon, katsuira, rambutan, lengkung, sukun, keranji, asam jawa, mangga dan kecap (Randi, 2021).

## Daftar Pustaka

- Aziz., Henri., Adi., W. (2020). Ragam Vegetasi Hutan Rawa Air Tawar di Taman Wisata Alam Jering Menduyung, Bangka Barat. *Jurnal ilmu lingkungan*. Vol 18 (1): 200-2008
- Borges, J.G., Marques, S., Garcia-Gonzalo, J., Rahman, A.U., Bushenkov, V., Sottomayor, M., Nordström, E.M. (2017). A Multiple Criteria Approach for Negotiating Ecosystem Services Supply Targets and Forest Owners' Programs. *Forest Science*. 63(1): 49–61
- Clews, E., Corlett, R..T., Ho., J.K.H.I., Kim, D.E., Koh, C.Y., Liong, S.Y., Meier, R., Memory, A., Ramchunder, S.J., Sin., T.M., Siow, H.J.M., Sun, Y., Tan, H.H., Tan, S.Y., Tan, H.T.W., Theng, M.T.Y., Wasson, R.J., Yeo, D.C.J., Ziegler, A.D. (2018). The biological, ecological and conservation significance of freshwater swamp forest in Singapore. *Gardens' Bulletin Singapore* 70 (Suppl. 1): 9-31.
- ITTO. (2002). *ITTO Guidelines for the Restoration, Management and Rehabilitation of Degraded and Secondary Tropical Forests*; ITTO Policy Development Series No. 13. Yokohama, Japan: ITTO, CIFOR, FAO, IUCN, WWF International.
- Hamilton, L.S. (2008). Forest and Water. A Thematic Study prepared in the framework of the global resources Assessment 2005. FAO Forestry Paper. FAO. Rome.
- 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.

- Lamb, D. & Gilmour, D. (2003). *Rehabilitation and Restoration of Degraded Forests*. Gland, Switzerland and Cambridge, UK and WWF, Gland, Switzerland: IUCN. x +110 pp.
- 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.
- Mitsch, W.J. & Gosselink, J.G. (1993). *Wetlands* (Second Edition). New York: Wiley p. 920.
- National Research Council. (1992). *Restoration of Aquatic Ecosystems: Science, Technology, and Public Policy*. USA: Division on Earth and Life Studies, Commission on Geosciences, Environment and Resources, Committee on Restoration of Aquatic Ecosystems: Science, Technology, and Public Policy.
- Randi, A. (2021). Restorasi Ekosistem Air Tawar: Pengalaman dan pembelajaran dari Kalimantan. Bahan presentasi pada diskusi restorasi ekosistem hutan rawa air tawar pada tanggal 9 November 2021 di Bogor.
- Rodriguez, J.C. & Sabogal, C. 2019. Restoring Degraded Forest Land with Native Tree Species: The Experience of “Bosques Amazónicos” in Ucayali, Peru. *Forests* 2019, 10(10). 851; <https://doi.org/10.3390/f10100851>
- Sharma, SP., Joshi, HM., Pant. 2010. Restoration of Mothronwala Fresh water Swamp of Doon valley, Uttarakhand Neelam Pant. *Researcher*. 2(7):53-55
- Yamada, I. (1997). *Tropical Rain Forests of Southeast Asia – A Forest Ecologist’s View*. Honolulu: University of Hawaii Press.

# 8. Teknik Restorasi Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar

*Dolly Priatna, Ari Wibowo, & Yanto Rochmayanto*

Upaya melakukan restorasi ekosistem hutan rawa air tawar perlu diawali dengan mengidentifikasi lokasi area yang akan direstorasi, permasalahan yang terjadi dan garis besar tujuan restorasi, apakah untuk menghasilkan kayu/serat, untuk kepentingan lingkungan, ataukah bertujuan memperbaiki ekosistem hutan rawa air tawar dan menjaga keanekaragaman hayati (Onrizal, 2014). Selanjutnya, dilakukan identifikasi pada ekosistem referensi yaitu ekosistem utuh yang menjadi referensi dalam pelaksanaan restorasi. Kondisi awal kawasan sebagai *base line*, dan ekosistem referensi yang diperoleh dari hasil interpretasi citra satelit dan pengamatan lapangan atau hasil survei awal akan menentukan teknik restorasi yang akan dilakukan.

## 8.1 Survei Awal dan Survei Ekosistem Referensi

Sebelum survei lapangan, dilakukan kajian area menggunakan interpretasi citra penginderaan jauh (*remote sensing*) untuk mengetahui perubahan tutupan lahan dari waktu ke waktu terkait luas, sebaran, dan intensitas kerusakan. Selanjutnya dilakukan kegiatan survei lapangan untuk mendapatkan gambaran tentang area yang akan direstorasi.

Survei lapangan yang dilakukan merupakan *base line survey* terhadap area hutan rawa air tawar. Survei awal bertujuan untuk mengetahui kondisi area yang akan direstorasi.

Survei awal di area restorasi dimaksudkan untuk mengetahui:

- a. Kondisi area, apakah terjadi kerusakan berat, sedang atau ringan yang ditunjukkan oleh kerapatan tumbuhan berkayu. Kerusakan berat apabila jumlah tumbuhan berkayu <200 batang per hektar, kerusakan sedang apabila jumlah tumbuhan berkayu 200-600 batang per hektar, dan kerusakan ringan jika jumlah tumbuhan berkayu >600 batang per hektar.

- b. Kondisi fisik kawasan seperti topografi, geografi, sifat fisika dan kimia tanah, iklim (kecepatan angin, kelembaban udara, curah hujan, bulan basah dan bulan kering), dan musim pasang surut dalam setahun. Kondisi genangan air tertinggi dan terendah perlu diketahui untuk menyesuaikan waktu tanam.
- c. Kondisi biologis seperti keberadaan satwa liar, sumber benih, vegetasi lantai hutan, jenis tumbuhan berkayu asli, dan jenis invasif. Survei satwa umumnya dilakukan dengan metode *line transect method* dan analisa vegetasi dengan membuat petak pengamatan berukuran 20 m x 20 m untuk mencatat jenis pohon, 10 m x 10 m untuk tiang, 5 m x 5 m untuk pancang, dan 2 m x 2 m untuk anakan.
- d. Kondisi vegetasi, termasuk tingkat penutupan lahan akan memengaruhi intensitas penetrasi cahaya matahari, kelembaban, dan suhu di permukaan lantai hutan. Informasi ini sangat diperlukan dalam kaitannya dengan pemilihan jenis tanaman yang tepat, jarak tanam, serta pola penanaman. Pada area yang relatif terbuka perlu dilakukan penanaman dengan intensitas tinggi, sedangkan pada lokasi yang masih memiliki pohon induk yang cukup maka regenerasi alami masih dapat terjadi. Survei vegetasi juga dilakukan untuk mengidentifikasi tumbuhan yang dijumpai di lokasi atau tumbuhan yang pernah ada sebelum kerusakan terjadi. Daftar jenis yang ada dapat dijadikan acuan untuk pemilihan jenis-jenis yang cocok ditanam di lokasi tersebut.
- e. Aspek hidrologi. Parameter penting yang sangat memengaruhi keberhasilan suatu kegiatan rehabilitasi di lahan basah adalah genangan air. Ekosistem hutan rawa air tawar memiliki perilaku genangan yang sangat spesifik dan berbeda-beda dari waktu ke waktu. Dengan diketahuinya karakteristik dan potensi genangan, maka dapat diketahui lokasi yang sesuai dan yang tidak untuk direstorasi.
- f. Sosial-ekonomi dan budaya masyarakat, termasuk hubungan antara masyarakat dengan hutan, ketergantungan masyarakat pada sumber daya hutan, gangguan kawasan, dan pengetahuan masyarakat terhadap pengelolaan hutan. Informasi sosial-ekonomi turut menentukan jenis ekosistem tujuan yang akan dibangun. Apabila ketergantungan sosial-ekonomi sangat tinggi dan akan menyebabkan resistensi tinggi apabila

kegiatan restorasi menjadi ekosistem aslinya dipaksakan, maka ekosistem baru yang sesuai dengan kondisi sosial-ekonomi akan menjadi pilihan restorasi yang lebih baik.

- g. Kendala/hambatan kegiatan restorasi. Segala aspek yang berpotensi sebagai ancaman terhadap keberhasilan restorasi sangat penting untuk diketahui secara dini. Kendala yang dihadapi dapat berupa hama seperti babi dan tikus, kondisi genangan yang dalam dan lama, bahaya kebakaran, dan lain sebagainya. Kendala-kendala ini perlu dipertimbangkan untuk menghindari gagalnya kegiatan restorasi.



*Foto: BBTNKS (2021)*

Gambar 19 Inventarisasi vegetasi di Rawa Bento

Survei juga dilakukan pada kondisi hutan alam terdekat yang masih utuh. Survei pada kondisi hutan alam dimaksudkan untuk mengidentifikasi jenis-jenis asli, yang tumbuh melalui kegiatan analisis vegetasi. Inventarisasi jenis pohon asli dilakukan dengan cara membuat daftar jenis pohon dan mencocokkan dengan deskripsi sebaran alaminya yang ada di referensi terpercaya seperti Buku Tumbuhan Berguna Indonesia (Heyne, 1987) atau buku-buku yang relevan dari serial PROSEA (*Plant Resources of South-East Asia*).

Survei di kedua lokasi yaitu area yang akan direstorasi dan hutan alam juga dapat mengetahui sebab-sebab kerusakan dan hal-hal lain yang secara teknis dapat dijadikan pertimbangan dalam menentukan teknik restorasi yang akan dijalankan.

Ekosistem hutan rawa air tawar yang masih dalam kondisi baik dan terletak di sekitar area restorasi, dapat dijadikan sebagai salah satu ekosistem referensi rujukan dalam upaya memulihkan ekosistem hutan rawa air tawar. Salah satu contoh yang dapat digunakan adalah ekosistem hutan rawa air tawar di Kalimantan (Taman Nasional Danau Sentarum). Spesies lokal terbaik di rawa air termasuk, *Vitex pinnata* (leban), *Fagraea fragrans* (tembesu), *Alstonia spatulata* (pulai putih), *Lagerstroemia speciosa* (bungur), *Gluta velutina* (rengas), *Melicope lunuankenda* (jampang/tenggek burung), *Campnosperma coriaceum* (terentang), *Cratoxylum glaucum* (gerunggung/temau), *Shorea seminis* (terindak), *Shorea balangeran* (belangeran), *Ochreinauclea maingayi* (bangkal) dan *Garcinia bancana* (sikup) (Randi, 2021).

## 8.2 Menyusun Perencanaan Restorasi yang Sistematis

Perencanaan disusun untuk menetapkan lokasi dan strategi restorasi yang tepat, guna menghindari kemungkinan kegagalan restorasi karena memaksakan kegiatan restorasi di lokasi yang tidak sesuai. Selanjutnya dibuat rencana yang mencakup tata waktu pelaksanaan restorasi, perencanaan kebutuhan anggaran, dan menentukan jenis yang akan ditanam.

Lokasi yang mengalami genangan permanen yang tinggi sebaiknya dihindari dan dialihkan ke lokasi lain yang lebih berpeluang untuk berhasil. Proses pengambilan keputusan harus diawali oleh suatu analisis terhadap data dan informasi yang didapatkan pada saat survei. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengambil keputusan akhir adalah dengan menilai dan mempertimbangkan faktor-faktor penghambat (musim pasang surut dalam setahun, tinggi genangan, dan potensi kendala lainnya). Faktor penunjang seperti aktivitas masyarakat, kemudahan akses, dan kedekatan dengan pemukiman juga harus menjadi pertimbangan. Faktor penghambat dan faktor penunjang tersebut merupakan bagian penting untuk menyusun tipologi lanskap dalam rangka pemilihan strategi restorasi, sebagaimana sudah diuraikan pada bab sebelumnya.

Beberapa pertimbangan dalam proses pengambilan keputusan pelaksanaan restorasi adalah sebagai berikut:

- Apabila faktor penghambat lebih dominan daripada faktor penunjang, maka sebaiknya restorasi tidak dilakukan atau ditunda karena risiko kegagalan akan tinggi. Penyelesaian persoalan faktor penghambat harus dilakukan sebelum restorasi dilaksanakan.
- Apabila faktor penghambat dan penunjang kurang lebih sebanding, maka kegiatan restorasi masih dapat dilakukan dengan berbagai pertimbangan dan penyesuaian-penyesuaian. Penyesuaian dilakukan untuk mereduksi faktor penghambat sekaligus membuat keberhasilan restorasi menjadi lebih menjanjikan.
- Apabila faktor penunjang lebih dominan daripada faktor penghambat, maka kegiatan restorasi dianjurkan untuk dilakukan.
- Catatan penting bahwa tidak semua area terbuka pada ekosistem rawa air tawar adalah lahan kritis yang perlu direstorasi. Area tersebut dapat merupakan area alami yang memiliki fungsi khas bagi habitat dan manfaat tertentu bagi masyarakat.

Secara umum, kegiatan restorasi dengan intervensi penanaman intensif sebaiknya diprioritaskan pada lokasi yang terbatas kemampuannya untuk pulih secara alami, dan kawasan yang secara alami sukar dijangkau oleh penyebaran benih. Lahan yang memiliki kemampuan untuk pulih secara alami tidak perlu ditargetkan sebagai kawasan kegiatan penanaman.

Jadwal kegiatan pelaksanaan restorasi dapat dibuat dalam bentuk tabel untuk memudahkan dan memberi panduan. Pengaturan jadwal perlu dilakukan secara baik karena setiap kegiatan restorasi memiliki waktu pelaksanaan ideal yang berlainan, misalnya penanaman di musim penghujan dan pembuatan guludan atau piringan di musim kemarau. Jadwal kegiatan tersebut sedapat mungkin dibuat secara detil dan diperhitungkan berdasarkan hari kerja, dituangkan dalam grafik untuk skala waktu bulanan.

Sejalan dengan penyusunan jadwal kegiatan, anggaran kegiatan restorasi harus dipersiapkan dengan teliti. Komponen biaya dalam anggaran dapat berupa biaya pengadaan sarana dan prasarana, pengadaan bibit, persiapan lahan, penanaman, pemeliharaan, dan biaya lainnya. Agar anggaran yang

dibuat menjadi lebih realistis, maka pendugaan atau estimasi kebutuhan fisik seperti jumlah alat, bahan, material, tenaga kerja, dan bibit harus dilakukan dengan tepat. Kelebihan anggaran dapat menyebabkan kegiatan tersebut tidak ekonomis, sebaliknya kurangnya anggaran akan berdampak pada terhambatnya kegiatan. Oleh karena itu, informasi yang akurat tentang standar biaya untuk setiap komponen harus didapatkan.

Jenis tanaman untuk restorasi adalah jenis lokal (*native species*), dengan pertimbangan utama bahwa jenis lokal memenuhi aspek ekologis yang sesuai dengan kondisi lokasi. Penggunaan jenis-jenis eksotik dan invasif (seperti: *Acacia crassicarpa*, *Acacia mangium* dan/atau *Eucalyptus deglupta*) harus dihindarkan, karena termasuk jenis eksotis yang akan mengganggu keseimbangan ekologis dan keanekaragaman hayati hutan rawa air tawar.

### **Box 1**

Spesies lokal terbaik untuk rawa air tawar:

- *Vitex pinnata* (laban)
- *Fagraea fragrans* (tembesu)
- *Alstonia spatulata* (pulai Putih)
- *Lagerstroemia speciosa* (bungur)
- *Gluta velutina* (rengas)
- *Melicope lunu-ankenda* (jampang/tenggek burung)
- *Ploiarium alternifolium*
- *Campnosperma coriaceum* (terentang)
- *Cratoxylum glaucum* (gerunggang/temau)
- *Shorea seminis* (terindak)
- *Shorea balangeran* (belangeran)
- *Ochreinauclea maingayi* (bangkal)
- *Garcinia bancana* (sikup)
- *Gardenia tubifera*
- *Gardenia pterocalyx*

Pohon buah lokal: langsung/duku, durian, jengkol, petai, jabon, sengon, mangga, keranji, asam jawa, kecapi, kasturi, rambutan, lengkung, sukun.

*Agusti (2021)*

Proses pemilihan jenis yang sesuai (*species site matching*) dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Mengidentifikasi jenis lokal yang tumbuh di ekosistem hutan rawa air tawar. Inventarisasi jenis lokal dapat diperoleh dari hasil survei pada ekosistem hutan alam di sekitar area restorasi, hasil penelitian, wawancara dengan masyarakat setempat, maupun literatur lain yang relevan.
- Diperlukan pengenalan sifat dan karakteristik tiap jenis, terutama respon terhadap genangan dan cahaya melalui literatur, hasil penelitian, maupun pengalaman lapangan.
- Mengidentifikasi kondisi tapak, dalam hal:
  - Penutupan vegetasi (rapat-sedang-kurang),
  - Jenis tanah,
  - Rezim hidrologi atau kondisi genangan: tergenang permanen, tergenang musiman, kering,
  - Tingkat gangguan lahan
- Dalam konsep restorasi vegetasi, diperlukan jenis yang tepat pada *site* yang tepat (*right species on the right site*). Jenis yang kurang tepat ditanam di ekosistem rawa air tawar di Kalimantan, yaitu *Shorea leprosula*, *Dyera costulata*, *Mimusops elengi*, dan *Paraserianthes falcataria*. Sedangkan jenis yang baik untuk ditanam adalah *Ochreinauclea maingayi* (bangkal), *Alstonia spatulata* (pulai putih), *Syzygium grande* (jambu-jambu), *Garcinia bancana* (sikup), dan *Gardenia tubifera*.
- Jenis yang tidak tahan naungan atau menyukai penyinaran (*light demanding species*), misalnya balangeran (*Shorea balangeran*), jelutung (*Dyera lowii*), rengas manuk (*Melanorrhoea wallichii*), pulai (*Alstonia pneumatophora*), jambu-jambu (*Syzygium cerinum*, dan *Eugenia spicata*), perepat (*Combretocarpus rotundatus*), perupuk (*Coccoceras borneense*), dan terentang (*Campnosperma macrophylla*).
- Jenis semi toleran terhadap penyinaran, misalnya meranti (*Shorea pauciflora*) sangat sesuai pada lokasi yang memiliki penutupan vegetasi sedang. Jenis ini masih membutuhkan naungan pada tingkat semai namun saat tingkat pancang dan selanjutnya memerlukan cahaya matahari langsung.

- Jenis toleran terhadap naungan (*shade tolerant species*, butuh naungan atau tidak tahan sinar matahari) misalnya nyatoh (*Palaquium rostratum*), ramin (*Gonystylus bancanus*), kempas (*Kompassia malaccensis*), sebaiknya ditanam pada area yang masih bervegetasi atau berhutan.

Selain itu, perencanaan restorasi ekosistem hutan rawa air tawar juga penting untuk melakukan persiapan biaya kegiatan. Tentu saja, biaya kegiatan akan sangat bergantung pada waktu dan tempat pelaksanaan restorasi. Pola harga dan mekanisme pembayaran akan sangat beragam sesuai dengan kebiasaan dan budaya kerja di masing-masing lokasi. Untuk memberi gambaran, Tabel 6 berikut memberikan estimasi biaya yang dibutuhkan untuk kegiatan pendukung restorasi. Estimasi tersebut diadaptasi dari Setditjen PDAS-HL (2019) dan dapat disesuaikan dengan kondisi masyarakat sesuai waktu dan tempat restorasi.

Tabel 7 Estimasi biaya kegiatan pendukung restorasi ekosistem hutan rawa air tawar pada luas <10.000 ha

No	Uraian	Vol	Unit	Biaya (Rp)		
				Rayon II	Rayon III	Rayon IV
1	<b>Penyusunan rencana restorasi hutan rawa air tawar luas &lt;10.000 ha</b>					
	a. Bahan					
	- Pengadaan peta pendukung	1	paket	2.000.000	2.000.000	2.000.000
	- Pengadaan bahan pembuatan peta	1	paket	1.500.000	1.500.000	1.500.000
	- ATK dan perlengkapan komputer	3	paket	3.000.000	3.000.000	3.000.000
	- Fotokopi dan penggandaan materi	3	paket	6.000.000	6.000.000	6.000.000
	- Penggandaan naskah, laporan dan peta	25	eksp	3.750.000	3.750.000	3.750.000
	b. Perjalanan					
	- Survei awal pemilihan lokasi	6	OT	21.468.000	15.485.000	14.750.000
	- Pengumpulan data	6	OT	30.288.000	21.546.000	20.568.000
	- Pelaksanaan FGD bersama stakeholder	6	OT	28.624.000	20.648.000	19.680.000
	- Supervisi	2	OT	7.156.000	5.162.000	4.920.000

Tabel 7 Estimasi biaya kegiatan pendukung restorasi ekosistem hutan rawa air tawar pada luas <10.000 ha (lanjutan)

No	Uraian	Vol	Unit	Biaya (Rp)		
				Rayon II	Rayon III	Rayon IV
2.	<b>Sosialisasi, FGD dan pembahasan rencana</b>					
	- Konsumsi rapat	90	OH	7.380.000	7.470.000	7.560.000
	- Uang harian	90	OH	9.900.000	11.250.000	11.250.000
	- Transportasi lokal	90	org	13.500.000	13.500.000	13.500.000
3.	<b>Identifikasi karakteristik dan klasifikasi area restorasi hutan rawa air tawar</b>					
	- Pembantu lapangan survei sosekbud dan biofisik	20	HOK	1.500.000	1.600.000	1.700.000
	- Analisis tanah	10	sample	2.500.000	2.500.000	2.500.000
	- Perjalanan <i>checking</i> data fisik dan sosek	10	OT	6.380.000	5.610.000	5.240.000
	- Supervisi dan koordinasi	1	OT	2.108.000	1.571.000	1.492.000
	- Pembuatan peta rencana restorasi	1	judul	1.400.000	1.400.000	1.400.000
4.	<b>Pengembangan kelembagaan masyarakat</b>					
	- Perjalanan koordinasi, <i>money</i> dan sosialisasi	3	OT	10.500.000	12.000.000	12.600.000
	- Pertemuan kelompok	1	kali	2.000.000	2.000.000	2.000.000
	- Pengembangan kelembagaan masyarakat	1	unit	50.000.000	50.000.000	50.000.000

Estimasi biaya merujuk ke Rayon II, III dan IV untuk memberi gambaran bagi wilayah di Sumatra dan Kalimantan. Rayon II mencakup Provinsi Sumatra Utara, Sumatra Barat, Sumatra Selatan, Jambi, Lampung, Bengkulu, Riau, Bali, dan Nusa Tenggara Barat. Rayon III mencakup Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Sulawesi Utara, Gorontalo, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Selatan, dan Sulawesi Barat. Adapun Rayon IV meliputi wilayah Provinsi Aceh, Kalimantan Timur, dan Kalimantan Utara.

Estimasi biaya untuk kegiatan langsung yang terkait dengan lahan disajikan pada Tabel 7. Tabel 7 tersebut mengambil pembelajaran dari estimasi kebutuhan biaya restorasi untuk hutan rawa air payau tipe lahan *marine clay* di Sumatra Selatan (Rochmayanto *et al.*, 2020).

Tabel 8 Estimasi biaya restorasi ekosistem hutan rawa air tawar berdasarkan pembelajaran dari hutan rawa payau tipe lahan *marine clay* pada lahan terbuka dan belukar di Sumatra Selatan

Kegiatan	Vol	Unit	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
<b>Pemantapan area restorasi</b>				
- 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
<b>Pelatihan teknis restorasi (3 hari)</b>				
- Bantuan biaya transportasi 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
<b>Survei awal (5 hari)</b>				
- 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
<b>Penyusunan rencana dan rancangan</b>				
- 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
<b>Pembangunan persemaian</b>				
- Pembangunan persemaian	1	paket	50.000.000	50.000.000
<b>Pembuatan bibit (untuk 7.500 btg)</b>				
- Bahan dan perlengkapan ( <i>polybag</i> , sekam, obat-obatan, dan lain-lain)	1	paket	2.000.000	2.000.000

Tabel 8 Estiamasi biaya restorasi ekosistem hutan rawa air tawar berdasarkan pembelajaran dari hutan rawa payau tipe lahan *marine clay* pada lahan terbuka dan belukar di Sumatra Selatan (lanjutan)

Kegiatan	Vol	Unit	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
- 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 <i>polybag</i>	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
<b>Persiapan lahan</b>				
- 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 guludan/piringan	50	HOK	125.000	6.250.000
- Pembuatan sekat bakar (per ha)	10	HOK	125.000	1.250.000
<b>Penanaman</b>				
- Pengangkutan bibit	30	HOK	125.000	3.750.000
- Penanaman	60	HOK	125.000	7.500.000
<b>Pemeliharaan</b>				
- 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
<b>Monitoring dan evaluasi (setiap 6 bulan)</b>				
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 biaya transportasi masyarakat	10	OH	50.000	500.000
- Staf pengelola	2	OH	100.000	200.000
Penyusunan laporan <i>money</i>	1	paket	300.000	300.000

Sumber: Rochmayanto et al. (2020)

Tantangan terbesar pelaksanaan restorasi ekosistem pada area rawa biasanya dijumpai pada kegiatan persiapan lahan dan penanaman. Lahan yang tergenang lebih menyulitkan tenaga kerja untuk mobilisasi di lapangan, termasuk angkutan bahan dan peralatan. Pembuatan guludan atau piringan juga memiliki hambatan tersendiri, antara lain terkait dengan sumber tanah untuk guludan dan piringan, terutama bila lokasi penanaman cukup jauh dari area lahan kering. Sumber tanah di sekitar titik tanam yang terendam relatif sulit digali karena basah dan bercampur dengan akar-akar tanaman *understorey*. Bila sumber tanah diambil dari luar lokasi penanaman, jarak dan teknik pengangkutan tanah akan memerlukan tenaga kerja dan biaya yang tidak sedikit. Karena beratnya pekerjaan tersebut, kesulitan tenaga kerja kadangkala ditemui walaupun pembiayaan sudah tersedia. Oleh karena itu, inovasi lokal dalam memecahkan masalah teknis demikian sangat diperlukan.

### 8.3 Pelaksanaan Restorasi

Pada kondisi area yang telah diputuskan untuk dilakukan restorasi dengan strategi suksesi alami atau penunjang suksesi alami, kegiatan utama yang dilakukan adalah melakukan patroli dan penjagaan agar lokasi terhindar dari faktor-faktor yang menghambat pertumbuhan anakan. Gangguan tersebut dapat berupa perambahan, kebakaran (dengan pembangunan dan pemeliharaan sekat bakar), penggembalaan liar, hama dan penyakit tanaman, termasuk pemeliharaan terhadap gulma, serta dilakukan monitoring pertumbuhan anakan alam.

#### 8.3.1 Restorasi dengan Suksesi Alami

Suksesi alami berlangsung melalui pertumbuhan benih atau bibit jenis alami hutan rawa air tawar alami yang telah tersedia pada area/situs restorasi. Komposisi jenis anakan alam yang tersedia sangat tergantung pada jenis hutan alam sejenis di sekitar situs restorasi dan tingkat degradasi itu sendiri.

Tahap awal restorasi hutan rawa air tawar melalui suksesi alami adalah memastikan faktor-faktor yang dapat menyebabkan proses suksesi alami terganggu, seperti tingkat genangan, tingkat kerusakan tanah, tingkat ancaman lahan dari alam dan manusia, dan lain-lain. Setelah mengetahui penyebab terganggunya suksesi alami, maka diperlukan berbagai upaya untuk mengatasi

masing-masing faktor-faktor penghambat tersebut. Apabila selama 12 bulan tidak ditemukan tanda-tanda keberhasilan suksesi alami, pelaksanaan restorasi dapat dievaluasi untuk mempertimbangkan strategi lain berupa penunjang suksesi alami, pengayaan atau penanaman.

### 8.3.2 Restorasi dengan Penunjang Suksesi Alami

Kegiatan yang perlu dilakukan apabila penunjang suksesi alami dipilih sebagai strategi restorasi yaitu:

- Patroli dan penjagaan agar terhindar dari gangguan yang menghambat pertumbuhan anakan. Gangguan tersebut dapat berupa penggembalaan liar, hama, satwa, termasuk gangguan dari aktivitas manusia.
- Melakukan rekayasa hidrologi, seperti mengatur keluar masuk air agar jumlah air dapat terkendali di situs restorasi pada saat air pasang.
- Perbaikan kondisi substrat lumpur untuk menunjang regenerasi dan pertumbuhan anakan secara alami.
- Penyiangan gulma.
- Pemantauan pertumbuhan anakan alam.

### 8.3.3 Restorasi dengan Pengayaan

Kegiatan yang dilakukan pada restorasi dengan pengayaan adalah:

- Pembuatan persemaian dan pembibitan
- Melakukan rekayasa hidrologi, seperti mengatur keluar masuk air agar jumlah air dapat terkendali di situs restorasi pada saat air pasang.
- Melakukan penanaman dengan jenis dominan atau jenis-jenis sebagai pakan satwa, sarang satwa ataupun jenis-jenis yang belum banyak terdapat pada lokasi tersebut.
- Melakukan patroli dan penjagaan agar terhindar dari gangguan yang menghambat pertumbuhan anakan. Gangguan tersebut dapat berupa penggembalaan liar, hama, dan satwa.

- Pemantauan dan evaluasi

Kegiatan yang serupa dengan tahapan kegiatan penanaman diuraikan lebih lanjut pada sub bab restorasi dengan penanaman.

### 8.3.4 Restorasi dengan Penanaman

Tahapan dalam pelaksanaan restorasi dengan penanaman adalah sebagai berikut.

#### **Pembangunan Persemaian dan Pembibitan**

Persemaian yang perlu dipersiapkan untuk pelaksanaan restorasi dapat berupa persemaian sementara atau persemaian permanen. Syarat lokasi persemaian yang baik adalah:

- Dekat dengan sumber air.
- Tersedia tenaga kerja.
- Berdekatan dengan area penanaman.
- Terhindar dari gangguan satwa.
- Terletak pada area yang terbuka.

Luas area disesuaikan dengan jumlah bibit yang diperlukan. Kegiatan pembangunan persemaian meliputi tahapan:

- Persiapan lahan untuk persemaian.
- Pembuatan bedeng tabur dan bedeng saph.
- Pembuatan naungan.
- Pembuatan jaringan penyiraman.

Hal-hal berikut perlu diperhatikan dalam pembibitan adalah:

- Menentukan jumlah jenis yang akan ditanam pada lokasi restorasi dengan mempertimbangkan kemampuan pertumbuhan tanaman dan jenis kunci.
- Materi untuk pembibitan dapat berasal dari benih (buah) dan anakan alam.

- Buah dan anakan alam yang diambil diupayakan merupakan jenis tanaman asli dari hutan alam di sekitar area restorasi.

### **Persiapan Lahan**

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

- Pembuatan gundukan pada lokasi tertentu yang tergenang permanen maupun musiman (mengggunakan sistem gulud pada jalur tanam atau piringan pada titik tanam saja). Ukuran guludan dan piringan (tinggi dan lebar) disesuaikan dengan kondisi genangan, dan sebaiknya dilakukan pada lokasi yang mudah dijangkau. Pada lokasi yang sulit dijangkau, pembuatan jalur atau piringan disesuaikan dengan ketersediaan dan kemampuan tenaga kerja serta kondisi lain yang mendukung.
- Pemasangan ajir di lokasi penanaman sesuai dengan jarak tanam.

### **Penanaman**

Hal yang perlu diperhatikan pada waktu penanaman adalah sebagai berikut:

- Waktu penanaman

Waktu penanaman dilakukan pada awal musim hujan. Khusus pada area dengan risiko genangan tinggi (tergenang dalam jangka waktu yang lama atau permanen, dengan tinggi genangan yang rendah sampai sedang hingga 50 cm), penanaman dapat dilakukan pada akhir musim hujan. Untuk area yang sulit diakses, penanaman menyesuaikan dengan ketersediaan dan kemampuan tenaga kerja, serta waktu yang memungkinkan untuk dilakukan penanaman. Pada lokasi dengan tingkat genangan yang sedang sampai tinggi, lahan akan tetap relatif basah pada musim kemarau normal. Pada saat kemarau panjang, beberapa area akan kering sehingga tidak disarankan untuk penanaman. Oleh karena itu, dalam hal ini penting juga pelaksana restorasi memiliki informasi prakiraan musim yang lengkap untuk mendukung perencanaan penanaman.

- Material tanaman

Untuk menyediakan material tanaman yang akan digunakan untuk restorasi ekosistem di hutan rawa air tawar yang baik perlu dilakukan pemilihan bibit dengan kriteria sebagai berikut:

- Pemilihan bibit yang sehat.
- Bibit yang akan ditanam sudah berdaun empat untuk jenis anakan alam dan sudah memiliki tinggi  $\pm 50$  cm untuk bibit dari biji. Apabila lokasi restorasi merupakan area yang tergenang dalam jangka waktu lama, maka tinggi bibit yang dipilih adalah bibit dengan tinggi minimal 1 m, agar telah memiliki daya tahan yang lebih baik terhadap genangan. Pengangkutan bibit ke lokasi restorasi harus dilakukan secara hati-hati agar bibit tidak rusak.
- Bibit tanaman jenis tertentu juga dapat berasal dari material vegetatif hasil stek atau kultur jaringan.

- Penentuan jarak tanam

- Pendekatan yang umum dalam menentukan jarak tanam adalah tingkat kerapatan yang sesuai agar bibit tumbuh optimal dan cepat mengokupasi lahan. Jarak tanam tidak ditetapkan secara baku untuk menghasilkan ekosistem hutan alami sebagaimana ekosistem referensi, namun berpedoman pada jumlah tanaman yang ditargetkan untuk dicapai pada kondisi ekosistem klimaks per satuan luas. Bibit pohon ditanam secara tersebar, tidak mengelompok di bidang lahan tertentu saja.
- Jika menggunakan acuan menurut JICA (2014), angka 600 batang per hektar sebagai batas pemilihan restorasi ekosistem untuk suksesi alami, maka acuan kisaran jarak antarlubang tanam adalah 4 meter.

- Penentuan pola penanaman

Kegiatan restorasi di lahan bertegakan kurang dengan strategi penanaman (*replanting*) atau pengayaan tanaman (*enrichment planting*) dengan target pemulihan ekosistem berupa ekosistem hutan alam. Penanam dapat dibuat dengan pola campuran sehingga pada saat ekosistem hutan sudah dewasa (*mature*), dapat mendekati ekosistem sebelumnya atau membentuk ekosistem tertentu yang baru, yang mendekati kondisi ekosistem hutan

alam. Pada tahap awal, dipilih jenis pionir (yaitu spesies lokal yang cepat tumbuh). Pada tahap lanjutan, dilakukan pengayaan dengan spesies lokal asli. Pola tanam dapat menggunakan jalur (*strip*) atau rumpun (*cluster*) (Agusti, 2021).



Foto: Agusti (2021)

Gambar 20 Pola tanam jalur (kiri) dan rumpun (kanan) sebagai pilihan pola tanam restorasi ekosistem hutan rawa air tawar

#### Box 2

Prinsip “*rights species on the right site*” sangat penting untuk pemilihan jenis. *Shorea leprosula*, *Dyera costulata*, *Samanea saman*, *Mimusops elengi*, *Swietenia mahagoni*, dan *Paraserienthes falcataria* tidak cocok ditanam di ekosistem rawa air tawar.

*Ochreinauclea maingayi* (bangkal), *Alstonia spatulate* (pulai putih), *Syzygium grande* (jambu-jambu), *Garcinia bancana* (sikup), dan *Gardenia tubifera* tumbuh lebih bagus di area rawa air tawar di Kalimantan.

Randi Agusti (2021)

### Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan terdiri atas:

- Penyulaman untuk tanaman yang mati.
- Pemeliharaan dari hama dan penyakit tanaman
- Pengawasan, termasuk patroli untuk monitoring perlindungan tanaman dari gangguan alam dan manusia, termasuk monitoring tinggi genangan air.
- Pembangunan sekat bakar.
- Pemeliharaan sekat bakar secara berkala setiap 6 bulan.

## 8.4 Pemantauan dan Evaluasi

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 dan hasil.

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

Beberapa hal yang perlu diperhatikan pada pemantauan hasil restorasi ekosistem adalah sebagai berikut:

- Pemantauan hasil restorasi ditujukan untuk mengetahui kualitas pertumbuhan tanaman dan kualitas proses suksesi yang terjadi secara biofisik dalam periode tertentu.
- Pada area restorasi, dilakukan pemantauan kondisi tanaman (dari serangan hama dan penyakit atau gangguan lain) melalui observasi.
- Pemantauan kondisi tanaman dilaksanakan setahun sekali sampai tanaman berumur lima tahun.
- Pada lokasi penanaman dan pengayaan tanaman, pemantauan dilakukan terhadap persentase hidup, tinggi tanaman, dan diameter tanaman. Pemantauan terhadap unsur-unsur tersebut dapat dilakukan berdasarkan pengukuran pada sampel dengan intensitas *sampling* 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 sampel dengan intensitas *sampling* 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 juga dipakai sebagai bahan penyempurnaan pelaksanaan kegiatan selanjutnya. Kekurangan atau kesalahan akan diperbaiki pada tahun berikutnya.

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

- Flora dan fauna.
- Kondisi tanah.
- Presentase tumbuh dan kesehatan tanaman.
- Jumlah vegetasi per hektar.
- 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 sampel secara acak dengan intensitas *sampling* 5% dari luas setiap petak. Setiap sampel luasnya 1.000-2.000 m.
- Evaluasi kesehatan tanaman dilakukan dengan cara observasi terhadap sampel 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 laporan kepada pengelola, memuat kemajuan fisik, keuangan, dan partisipasi masyarakat. Hasil evaluasi digunakan oleh manajemen untuk memperbaiki dan menyempurnakan strategi dan teknik restorasi,

## 8.5 Pelibatan Masyarakat

### 8.5.1 Sosialisasi

Kegiatan pelibatan masyarakat melalui sosialisasi menjadi sangat penting apabila lokasi restorasi sangat terkait dengan kehidupan sosial-ekonomi masyarakat sekitar. Sosialisasi perlu menyentuh berbagai kelompok masyarakat yang terkait, baik langsung maupun tidak langsung dengan lahan yang akan direstorasi.

Kelompok masyarakat yang terkait langsung misalnya adalah kelompok penggarap lahan di dalam areal restorasi, sedangkan kelompok masyarakat yang tidak terkait langsung misalnya adalah: (1) para pedagang perantara yang membeli hasil ladang atau pertanian kelompok masyarakat yang mengolah lahan di dalam areal restorasi; (2) tokoh masyarakat di wilayah tempat tinggal masyarakat penggarap lahan di dalam areal restorasi; (3) kelompok pemberi pinjaman dana kepada masyarakat penggarap lahan di dalam areal restorasi; dan (4) kelompok masyarakat lain yang mendapat manfaat dari pengelolaan lahan tersebut.

Kegiatan sosialisasi perlu dilaksanakan dalam beberapa kali secara bertahap. Jumlah tahapan disesuaikan dengan tingkat pemahaman, tingkat resistensi, tingkat ketergantungan, dan karakteristik spesifik sosial lainnya yang bersifat lokal.

Materi sosialisasi perlu didahului dengan pengenalan konsep lingkungan secara sederhana, guna menumbuhkan kesadaran awal terhadap pentingnya ekosistem hutan. Penjelasan mengenai fungsi ekosistem hutan dan bagaimana risiko lingkungan, risiko sosial, dan risiko ekonomi apabila kerusakan ekosistem hutan terjadi di sekitar desa mereka. Pada tahap selanjutnya, diulas bagaimana tindakan untuk memperbaiki lingkungan, yang antara lain melalui restorasi.

Restorasi perlu diperkenalkan dalam bahasa yang sederhana agar mudah dipahami oleh masyarakat sekitar areal yang akan direstorasi. Secara persuasif masyarakat diajak dan diberikan kesempatan untuk terlibat dalam proses restorasi ekosistem secara langsung maupun tidak langsung, dengan berbagai pola tanam (wanatani, kebun kayu, dll) dan skema pengelolaan (*co-*

*management, biorights, outgrower*, dll). Keterlibatan langsung masyarakat dapat berupa menjadi anggota kelompok kerja (pokja) restorasi dan menjadi bagian sejak perencanaan kegiatan, pelaksanaan, hingga pemantauan dan evaluasi. Keterlibatan tidak langsung masyarakat dapat menjadi penyedia bibit atau secara aktif memberikan informasi yang lengkap dan benar kepada para pelaksana ketika survei awal untuk perencanaan restorasi ekosistem.

Karena pentingnya kegiatan sosialisasi, maka personel yang melakukan sosialisasi perlu memiliki pengetahuan tentang ekosistem secara umum dan secara khusus tentang hutan rawa air tawar, serta pengetahuan silvikultur jenis pada ekosistem tersebut. Selain itu, pengetahuan dan keterampilan yang sama pentingnya dimiliki oleh pelaksana sosialisasi adalah strategi komunikasi, teknik dan pendekatan sosial, pemberdayaan masyarakat, serta pengembangan masyarakat pedesaan.

## 8.5.2 Membangun Model Bisnis Sosial

Model bisnis sosial yang dimaksud adalah model bisnis yang mendukung secara langsung maupun tidak langsung setiap tahapan kegiatan restorasi. Model bisnis menciptakan hubungan yang saling menguntungkan antara masyarakat dan pelaku restorasi ekosistem, dengan kondisi biofisik dan lingkungan yang berkelanjutan.

Dengan mengadaptasi dari ICRAF (2021), model bisnis dapat dilakukan dengan tiga tahapan utama, yaitu: (1) proses produksi komoditas dari sistem usaha, (2) rantai nilai komoditas yang dihasilkan oleh sistem usaha, dan (3) industri hilir. Tahap 1 merupakan tahapan kunci dari model bisnis tersebut, karena sistem produksi komoditas merupakan *core business* yang perlu dilakukan dengan baik, agar menjadi sistem produksi yang produktif melalui penerapan praktik-praktik budi daya yang sesuai dengan kondisi biofisik dan mempertimbangkan keberlanjutan. Komoditas dapat berupa komoditas produk hasil budi daya (seperti buah-buahan), atau produk pendukung untuk restorasi (seperti pengadaan benih dan bibit) dan jasa lingkungan (seperti ekowisata, jasa air, dan lain-lain).

Proses membangun model bisnis sosial bersama masyarakat ini merupakan proses yang jangka panjang, termasuk di dalamnya adalah pembentukan kelembagaan. Semua unsur yang diperkirakan terlibat perlu

diidentifikasi, yaitu masyarakat, lembaga ekonomi di desa, perusahaan produk pertanian dan perkebunan, lembaga keuangan, pelaku pasar rantai nilai, dan konsumen. Model ini juga perlu dirancang untuk mengatasi masalah sosial yang terkait dengan lahan dan perekonomian secara simultan.

Beberapa model komoditas yang dapat dijadikan pilihan untuk strategi restorasi dengan pelibatan masyarakat antara lain sebagai berikut.

1. Pertanian di lahan basah (paludikultur)

Paludikultur dapat menjadi salah satu opsi teknik restorasi dengan pelibatan masyarakat yang lebih utuh sebagai bentuk budi daya di lahan basah. Paludikultur secara praktis dapat mengembalikan kondisi biofisik, fungsi ekologis, dan bahkan berpotensi mengembalikan fungsi ekonomi ekosistem lahan basah. Implementasi teknik paludikultur memerlukan jenis-jenis tumbuhan yang adaptif terhadap kondisi lahan yang basah dan tergenang. Pemilihan jenis tumbuhan untuk pangan dan papan yang mampu tumbuh dengan baik di lahan tergenang, merupakan kunci keberhasilan model pertanian ini. Secara akumulatif, jenis-jenis tumbuhan yang digunakan dalam paludikultur tersebut dapat memberikan jasa ekosistem berupa serapan karbon yang tinggi (Tata, 2016).

2. Budi daya perairan (akua-kultur)

Ekosistem hutan rawa air tawar sangat sesuai untuk tempat budidaya ikan atau area penangkapan ikan. Di aliran tertentu masyarakat akan membuat semacam kolam, ketika air mengalir ikan akan masuk ke dalam kolam tersebut, dan ketika air surut ikan-ikan akan terjebak di dalamnya. Dengan demikian, model bisnis dan pelibatan masyarakat untuk restorasi ekosistem melalui sumberdaya ikan ini akan prospektif bagi masyarakat.

3. Ekowisata

Ekowisata di hutan rawa air tawar berpotensi mendatangkan keuntungan, tidak hanya keuntungan bagi lingkungan, tetapi juga keuntungan secara ekonomi. Konsep ekowisata seperti ini dapat dijadikan salah satu solusi dalam melindungi kawasan hutan rawa air tawar. Keindahan alam danau, lanskap perairan darat yang unik, serta sumber daya air tawar yang kaya dapat menjadi daya tarik yang sangat atraktif bagi wisatawan apabila dipersiapkan dengan baik

Pendekatan lain sebagai bentuk modifikasi pola penanaman dan model pengelolaan untuk restorasi dengan melibatkan masyarakat untuk vegetasi rawa air tawar antara lain (dapat dilihat juga pada Kartawinata, 1994):

- Tumpangsari yang dimodifikasi

Teknik tumpangsari konvensional adalah suatu pendekatan penghutanan kembali, yang memungkinkan petani untuk menanam tanaman sela atau tanaman budidaya di antara tanaman pokok pada awal pembentukan hutan. Tumpang sari yang dimodifikasi (atau disebut juga Wanatani Rotasi Penuh, *Full Rotation Agroforestry*) membolehkan petani menanam tanaman sela sepanjang siklus pengembangan hutan mulai dari penanaman sampai ke panen akhir (Bratamihardja, 1989).

- Kombinasi jenis rotasi pendek dan panjang

Teknik ini mengkombinasikan penanaman pohon-pohon cepat tumbuh (seperti albizia dan kopi) dengan rotasi 11 tahun, dan pohon yang tumbuh lambat (misalnya tengkawang, *Shorea stenoptera*) dengan rotasi 33 tahun. Konversi penuh ke tengkawang terjadi setelah 33 tahun. Petani menerima upah dan penghasilan dari panen kopi, sementara perusahaan memperoleh penghasilan dari albizia dan tengkawang. Teknik serupa telah dilaksanakan oleh *Paper Industries Corporation* di Filipina.

- Kontrak proyek restorasi

Kegiatan ini merupakan proyek selama periode tertentu (misalnya tiga tahun) untuk melakukan pemulihan ekosistem hutan yang rusak, dan untuk memperbaiki keberlanjutan sumberdaya hutan. Pendekatan ini ada tiga macam, yaitu:

- (1) Pendekatan perusahaan (*corporate approach*). Proyek restorasi pendekatan ini dapat dirancang untuk areal target restorasi yang luas (lebih dari 500 hektar). Kegiatan restorasi ekosistem dilaksanakan oleh pihak ketiga melalui kontrak.
- (2) Pendekatan masyarakat. Kontrak proyek restorasi pendekatan ini dapat dilakukan dengan kelompok masyarakat atau Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM), untuk areal restorasi yang luasnya kurang dari 100 hektar.

(3) Pendekatan keluarga. Kontrak restorasi ekosistem dibuat dengan kelompok masyarakat untuk luasan areal restorasi sampai dengan 100 hektar, yang dikerjakan oleh beberapa keluarga, dan masing-masing keluarga dapat mengerjakan 1-5 hektar.

- Berkebuduhan pohon (*outgrower*)

Pendekatan ini merupakan sistem penanaman pohon oleh masyarakat. Masyarakat dilibatkan dalam kegiatan penanaman pohon dengan pemasaran hasil yang dijamin oleh perusahaan swasta tertentu.

Hal yang penting pada pelibatan masyarakat ini salah satunya adalah pemilihan jenis. Penanaman pohon atau tumbuhan asli (*native*) untuk tanaman restorasi merupakan jenis pohon yang bernilai ekonomi dan bermanfaat bagi masyarakat (seperti buah-buahan, penghasil bahan obat, penghasil minyak dan getah untuk industri, tanaman hias, tumbuhan untuk upacara adat, dll). Jenis tersebut ditanam dan menjadi spesies dominan dalam vegetasi alami yang serupa aslinya (vegetasi klimaks) (Kartawinata & Abdulhadi, 2015); Kartawinata, 1990).

## Daftar Pustaka

- Agusti, R. (2021). Restorasi Ekosistem Rawa Air Tawar. Pengalaman dan Pembelajaran dari Kalimantan. Bahan presentasi pada Diskusi Kerjasama P3SEKPI dan APP, Desember 2021. Foun Pohon Langka Indonesia (FPLI), NUS Environment Research Institute, National University of Singapore (NERI), Yayasan Natural Kapital Indonesia, Pontianak.
- Bratamihardja, M. (1989). Agroforestry on forest lands in Java. Hal 141-146 dalam J. Kartasubrata, S.S. Tjitrosomo & R.C. Umali (eds.), *Symposium on Agroforestry Systems and Technologies*. BIOTROP Special Publication No. 39.
- ICRAF. (2021) Panduan Penyusunan Model Bisnis Sosial Berbasis Agroforestri (MMBA) pada Desa di Dalam dan Sekitar Hutan Produksi. Bogor: Icraft, World Agroforestry Center.
- JICA. (2014). Pedoman tata cara restorasi di kawasan konservasi - hutan hujan tropis pegunungan dan hutan monsoon tropis. Jakarta: JICA.
- Heyne, K. (1987). Tumbuhan berguna Indonesia (Jilid III)., diterjemahkan oleh Badan Litbang Kehutanan. Jakarta: Yayasan Sarana Wana Jaya.

- Kartawinata, K. (1994). The use of secondary forest species in rehabilitation of degraded forest lands. *Journal of Tropical Forest Science* 7(1): 76 – 86.
- Kartawinata, K. & Abdulhadi, R. (2015). Fallows and forest restoration, Pp. 662-681- (ch34) in Malcolm Cairns (Ed.), *Shifting Cultivation and Environmental Change: Indigenous People, Agriculture and Forest Conservation*, Earthscan, London, UK: 998 pages
- Kartawinata, K (1990). A note on the potential application of some non-timber forest plants in agroforestry', in J. Kartasubrata, S.Tjitrosomo and R. C. Umaly (eds) *Symposium on Agroforestry Systems and Technologies*, BIOTROP Special Publication no 39, pp93-97
- Onrizal. (2014). Merancang Program Rehabilitasi Mangrove Terpadu dan Partisipatif. Medan: Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatra Utara.
- Rochmayanto, Y., D. Priatna, M.Z. Muttaqin (Ed.). 2020. Strategi dan Teknik Restorasi Ekosistem Hutan Rawa Air Payau (Tipe Lahan *Marine Clay*). Bogor: IPB Press.
- Setditjen PDAS-HL. (2019). Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Bidang Pengendalian Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung (PDASHL) Tahun 2000. Surat Edaran No. SE.7/PDASHL/SET/REM.0/10/2019.
- Tata, H. L., & Susmianto, A. (2016). *Prospek Paludikultur Ekosistem Gambut*. Bogor: Forda Press.





**BAGIAN IV**  
**PENUTUP**

# 9. Refleksi bagi Pengembangan Strategi Restorasi di Indonesia

*Yanto Rochmayanto, Dolly Priatna, & Muhammad Zahrul Muttaqin*

Ekosistem hutan rawa air tawar memiliki peran dan fungsi yang nyata bagi ekologi dan sosial ekonomi. Penyebaran pengetahuan dan pemahaman terhadap pentingnya ekosistem hutan rawa air tawar perlu terus dilakukan agar kesadaran akan perlindungan ekosistem tersebut makin meningkat. Setiap tipe ekosistem memiliki perannya masing-masing dalam kehidupan, demikian juga dengan ekosistem hutan rawa air tawar. Tindakan manusia yang mengonversi atau mereklamasi rawa air tawar akan mengganggu keseimbangan ekosistem.

## 9.1 Pembelajaran

Fenomena lapangan, studi literatur dan diskusi yang dibangun pada bab-bab sebelumnya menunjukkan bahwa agar upaya restorasi berjalan sesuai dengan rencana dan memiliki tingkat keberhasilan yang tinggi, *stakeholder* yang terkait dengan penggunaan lahan perlu diajak untuk berkolaborasi dalam restorasi ekosistem hutan rawa air tawar. Dari pengalaman yang ditulis dalam buku ini, banyak pembelajaran yang dapat diambil bagi pengembangan strategi restorasi ekosistem di Indonesia.

Pertama, restorasi ekosistem hutan rawa air tawar oleh pemegang izin konsesi dapat dilakukan pada area di dalam konsesi maupun area penyangga. Area penyangga memegang peranan penting sebagai zona perlindungan ekosistem pada area konsesi. Di area hutan produksi, hutan rawa air tawar biasanya dijumpai pada area riparian sepanjang sungai. Walaupun seperti tidak bernilai bagi produksi tanaman untuk industri kehutanan, namun sesungguhnya ekosistem hutan rawa air tawar memiliki manfaat ekologi dan sosial ekonomi tersendiri, yang apabila dirusak akan mengakibatkan ketidakseimbangan fungsi ekosistem. Banyak lokasi ekosistem hutan rawa air tawar yang telah lama dikonversi menjadi lahan kering untuk perkebunan atau permukiman, dalam jangka panjang ternyata berakibat buruk bagi sistem tata air di wilayah tersebut.

Kedua, komponen kegiatan restorasi ekosistem hutan rawa air tawar berbeda dengan tipe ekosistem lain. Pada ekosistem hutan rawa air tawar terdapat tiga komponen kegiatan restorasi yang harus terintegrasi, yaitu: pengaturan hidrologi lahan, pemulihan vegetasi, dan pemberdayaan sosial ekonomi masyarakat. Pengaturan hidrologi lahan merupakan tahapan awal restorasi ekosistem hutan rawa air tawar, karena menjadi prasyarat pemulihan vegetasi untuk jenis-jenis rawa air tawar yang khas. Pemulihan vegetasi merupakan tahapan selanjutnya, yang tidak harus dilakukan melalui kegiatan penanaman. Perlu dicatat juga bahwa kurangnya vegetasi tingkat tinggi di area rawa air tawar tidak selalu menunjukkan area tersebut sebagai lahan terdegradasi. Kajian ekosistem historis sebagai ekosistem referensi merupakan hal yang penting untuk memastikan kondisi tersebut.

Pemulihan ekosistem hutan rawa air tawar secara alami lebih diutamakan apabila prakondisi biofisik masih memungkinkan. Intervensi vegetatif melalui pengayaan dan penanaman, dapat dilakukan untuk akselerasi revegetasi maupun pemulihan kekayaan keanekaragaman hayati bila diperlukan. Selanjutnya, pemberdayaan sosial-ekonomi masyarakat ditujukan untuk menjembatani ketergantungan masyarakat terhadap ekosistem hutan rawa air tawar. Resolusi konflik dan upaya pemberdayaan masyarakat dapat dilakukan melalui sosialisasi dan pengembangan model bisnis yang sesuai, misalnya paludikultur, akuakultur, dan ekowisata.

Ketiga, ekosistem referensi untuk ekosistem hutan rawa air tawar perlu merujuk pada ekosistem historisnya atau ekosistem serupa yang masih ada saat ini di sekitar situs restorasi. Ekosistem historis ini penting karena kondisi hutan rawa tanpa vegetasi tingkat tinggi, bukan berarti area tersebut terdegradasi. Tingkat degradasi lahan dan vegetasi serta tingkat ketergantungan masyarakat terhadap lahan dapat menjadi pertimbangan utama dalam mendefinisikan tujuan ekosistem acuan yang akan dibangun. Ekosistem yang akan dibangun dapat berupa ekosistem semula, ekosistem hibrida, atau ekosistem baru yang memiliki fungsi ekologis dengan aliran energi dan nutrisi yang baik. Prinsip penyelamatan keanekaragaman hayati tetap menjadi target utama.

Keempat, tantangan restorasi ekosistem hutan rawa air tawar di lapangan sangat beragam sesuai waktu dan tempat. Beratnya pekerjaan lapangan karena kondisi medan yang sulit dijangkau dan hambatan genangan air perlu

diantisipasi dengan berbagai inisiatif lokal yang menggunakan bahan dan peralatan setempat. Modifikasi pola penanaman dan pengaturan hidrologi lahan merupakan pilihan yang dapat digunakan.

Kelima, restorasi ekosistem hutan rawa air tawar secara praktis dapat memenuhi prinsip *additionality* serapan karbon, dalam upaya pengurangan emisi dari deforestasi dan degradasi hutan. Walaupun area ekosistem hutan rawa air tawar relatif tidak luas, restorasi ekosistem hutan rawa air tawar dapat berkontribusi bagi pencapaian NDC Indonesia dari sektor berbasis lahan. Pemenuhan prinsip *additionality* ini juga akan membuka peluang monetisasi manfaat jasa lingkungan, baik berupa *result-based payments* maupun pasar karbon domestik, sebagai salah satu sumber pendanaan yang dapat dimobilisasi untuk kegiatan restorasi ekosistem.

## 9.2 Relevansi dengan Pencapaian Indonesia *FOLU Net Sink 2030*

Indonesia telah mencanangkan target penurunan emisi karbon dari sektor kehutanan dan penggunaan lahan lainnya hingga mencapai emisi bersih negatif pada 2030, itu lebih dikenal dengan istilah *FOLU Net Sink 2030*. Salah satu strateginya adalah dengan merestorasi lahan-lahan terdegradasi, termasuk lahan basah berupa rawa. Dengan demikian, upaya restorasi ekosistem hutan rawa air tawar dapat berkontribusi pada pencapaian target *FOLU Net Sink 2030* tersebut.

Dengan mempertimbangkan adanya gerakan nasional ini, maka strategi restorasi ekosistem hutan rawa air tawar, yang dijelaskan melalui buku ini, dapat menjadi salah satu rujukan untuk pelaksanaan restorasi ekosistem hutan rawa air tawar di tempat lain. Bahkan mungkin untuk jenis ekosistem lahan basah lainnya, terutama jika menyangkut persoalan-persoalan sosial ekonomi yang mungkin mirip.

Dengan adanya informasi ilmiah terkait dengan kondisi biofisik, persoalan sosial ekonomi masyarakat, dan pembiayaan restorasi, maka para pemangku restorasi ekosistem nasional maupun internasional dapat merancang langkah-

langkah restorasi ekosistemnya dengan lebih cepat dan tepat. Hal ini akan sangat mendukung upaya restorasi yang dilaksanakan dalam kerangka *FOLU Net Sink 2030*, khususnya di lahan gambut yang secara biofisik mirip dengan hutan rawa air tawar.

### 9.3 Epilog

Teknik dan strategi restorasi ekosistem hutan rawa air tawar yang dipaparkan oleh buku ini dapat dijadikan panduan umum dalam pemilihan kegiatan teknis operasional di lapangan. Namun demikian, apabila ditemukan kondisi khusus di lapangan yang berbeda dengan yang telah dijelaskan pada buku ini, adaptasi dan inovasi teknik restorasi perlu dilakukan dan akan menjadi bagian dari pengembangan strategi restorasi di tingkat tapak sekaligus umpan balik atas apa yang telah dibahas oleh buku ini.





# LAMPIRAN

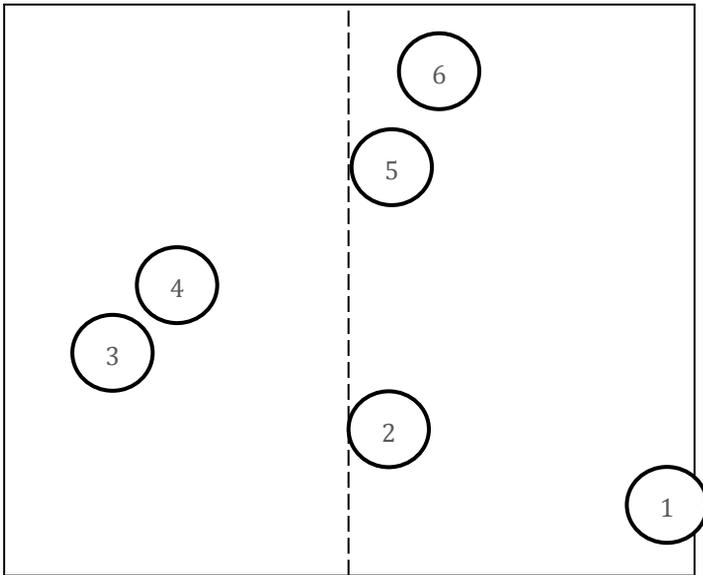
Lampiran 1 Lembar survei lapangan vegetasi untuk restorasi ekosistem hutan rawa air tawar

**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



Keterangan :

1: Posisi dan nomor pohon

Lampiran 2 Lembar survei lapangan pohon induk/sumber benih untuk restorasi ekosistem hutan rawa air tawar

**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 rawa air tawar

**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 Form survei lapangan analisis fauna untuk restorasi ekosistem hutan rawa air tawar

**Tally Sheet Survei Fauna**

Blok/petak :  
Koordinat :  
Ketinggian tempat : ..... mdpl  
Kondisi vegetasi :  
Kelerengan :  
Tanggal survei :  
Waktu surveil : jam .....

Kelompok fauna	Jenis	Keterangan
Mamalia		
Burung		
Reptil		
Ampibi		
Serangga		

Lampiran 5 Lembar pemantauan kegiatan untuk restorasi ekosistem hutan rawa air tawar

**LEMBAR PEMANTAUAN KEGIATAN RESTORASI EKOSISTEM**

A. Informasi umum

- Nama & luas blok :
- Nama & luas petak :
- Jumlah tegakan tinggal awal
  - Pohon :
  - Tiang :
  - Pancang :
  - Semai :
- Pelaksana restorasi :
- Petugas pemantau :
- Tanggal pemantauan :

B. 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					
Presentase tanaman hidup ( <i>survival rate</i> )	%					
Pemeliharaan						
Penyulaman	batang					
Penyiangan	batang					
Gangguan hutan						
Kebakaran	Ha					
Genangan	Ha					
Hama/penyakit	Batang					
Kerusakan fisik	Batang					

**STRATEGI DAN TEKNIK RESTORASI  
EKOSISTEM HUTAN RAWA AIR TAWAR**

Kegiatan	Satuan	Kondisi awal	Kondisi saat ini	Kendala	Saran tindak lanjut	Keterangan
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 (Telah Wafat)

Dilahirkan di Salatiga pada tanggal 11 April 1961, dan wafat di Bogor pada 15 Februari 2022 sebelum buku ini sempat diterbitkan. Beliau menyelesaikan Sarjana dari Fakultas Kehutanan IPB pada tahun 1984, dan meraih gelar *Master of Forest Science* dari *The University of Melbourne* pada tahun 1994. Sampai akhir hayatnya Ari merupakan Peneliti Ahli Madya bidang Perlindungan Hutan pada Badan Riset dan Inovasi Nasional. Karya tulis ilmiah banyak dihasilkan untuk bidang perlindungan hutan dan Perubahan Iklim disamping *interest* di bidang kehutanan umumnya termasuk restorasi ekosistem.



Dolly Priatna

Merupakan pengajar pada Program Studi Manajemen Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Pakuan. Bidang keilmuan yang saat ini ditekuninya antara lain ekologi hutan dan satwa liar, restorasi hutan, dan berbagai aspek terkait pembangunan berkelanjutan. Pendidikan doktoralnya ditempuh di Institut Pertanian Bogor dalam bidang konservasi biodiversitas tropika. Memulai karir profesional sebagai peneliti pada proyek ekologi yang dijalankan oleh *Wildlife Conservation International* di Taman Nasional Gunung Leuser, 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 sebuah lembaga konservasi asal Inggris, *The Zoological Society of London*. Sering menulis naskah ilmiah pada jurnal nasional dan internasional, maupun sebagai kontributor artikel pada berbagai buku tentang konservasi alam. Menjadi *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* (InJASTI). Selain sebagai dosen, saat ini juga aktif pada Komite Nasional *Man and the Biosphere* (MAB)-UNESCO Indonesia, Sekretaris Dewan Pengurus Yayasan Belantara, Anggota Dewan Penasihat Forum Konservasi Harimau Sumatra (HarimauKita), serta sebagai Anggota IUCN's *Commission on Ecosystem Management* (CEM). Saat ini Dolly juga menjabat sebagai Direktur Eksekutif Belantara Foundation. Alamat email: [dollypriatna@unpak.ac.id](mailto:dollypriatna@unpak.ac.id).



Fentie J. Salaka

Fentie adalah peneliti pada Pusat Standardisasi Instrumen Ketahanan Bencana dan Perubahan Iklim, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Menyelesaikan studi S1 Manajemen Hutan di Universitas Pattimura, Ambon pada tahun 2006. Pada tahun 2007 melanjutkan studi S2 pada program studi Ilmu Pengelolaan Hutan, Institut Pertanian Bogor.

Fokus penelitian yang selama ini ditekuni adalah terkait kebijakan dan ekonomi kehutanan. Beberapa hasil penelitian pun sudah dipublikasikan baik dalam bentuk jurnal, buku, maupun prosiding seminar. Alamat email: [fentiesalaka@gmail.com](mailto:fentiesalaka@gmail.com).



Ismayadi Samsuodin

Ismayadi berlatar belakang pendidikan Agronomi (S1, Unsoed); Hutan Kota (S2, UK) dan Biodiversity and *Ecosystem Restoration* (S3, UK) adalah seorang *arboriculturist* dan *forest ecologist* yang kaya pengalaman khususnya di hutan dataran rendah Kalimantan dan Sumatra. Karirnya diawali sebagai PNS di Kebun Raya Bogor-LIPI tahun 1976-1985 dan Badan Litbang

Kehutanan, KLHK sejak 1987 sampai pensiun tahun 2018. Pernah ditugaskan di CIFOR (1998-2003) dan *Conservation International* (2003-2006). Setelah pensiun 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 Grup (2019-2020). Beberapa

buku pernah ditulis: *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 ecologist*, serta Dewan Pembina pada Yayasan Sahabat Pohon Indonesia (YSPI). Alamat email: isamsoedin@yahoo.com.



Jasmine Natalia Prihartini

Jasmine adalah *Head of Corporate Health, Safety & Environment* di *Asia Pulp & Paper (APP) Sinar Mas*. Dengan pengalaman lebih dari 15 tahun di APP Sinar Mas, Jasmine memiliki pengalaman luas dalam memimpin dan mengawasi implementasi dari *Health Safety Environment, Operational Improvement, Performance Management*, termasuk sebagai salah satu anggota dalam memimpin Implementasi dari *Forest Conservation Policy (FCP)*. Pada tahun 2006, Jasmine memulai perannya di APP sebagai Insinyur Lingkungan untuk mengembangkan Cagar Biosfer Giam Siak Kecil dan Taman Raja. Di tahun 2012, Jasmine memimpin proses identifikasi dan penilaian Nilai Konservasi Tinggi dan Nilai Karbon Stok (HCV & HCS) untuk APP. Jasmine memiliki latar belakang Teknik Lingkungan dan memegang gelar Magister Manajemen Bisnis. Membaca, menyelam dan memasak untuk keluarga adalah hobinya di waktu senggang. Korespondensi dapat melalui email: [jasmine.n.prihartini@sinarmasforestry.com](mailto:jasmine.n.prihartini@sinarmasforestry.com).



Kirsfianti Linda Ginoga

Etti Ginoga lulus sarjana dari Departmen of Agricultural Economics, IPB Indonesia. Mendapat *master of Agricultural Economics and Doctor of Philosophy* dari *Department of Rural and Management System, The University of Queensland, Australia*. Sejak 1987 aktif menulis tentang *Social Forestry, Economic Incentives for Environmental Services, Institutional Arrangement and Policy for Indonesian*

REDD+, dan *Economic Potentials for Forestry Product*. Tahun 2000–2008 menjadi peneliti yang mendalami *forest and climate change*, dan koordinator peneliti Indonesia-*ACLAR Research Collaboration on The Role of Carbon Sequestration in Enhancing Economic Benefit of Farm Forestry System*. Tahun 2009 diperbantukan di ITTO dengan ITTO's Public Private Partnership on the Role of National Park for REDD+ di Taman Nasional Meru Betiri, Jawa Timur. Etti Ginoga merupakan Kepala Pusat Litbang Sosial Ekonomi Kebijakan dan Perubahan Iklim (2010–2014), Director of Inventory and Monitoring, Reporting and Verification (MRV) of Green House Gass (2015–2016), Director of Forest Research Development Center-FOERDIA (2017–sekarang), dan Kepala Pusat Standarisasi Instrumen Ketahanan Bencana dan Perubahan Iklim (Agustus 2021–sekarang). Karyanya banyak dipublikasikan dalam *academic* dan *technical paper* (jurnal dan buku nasional maupun internasional), *policy brief*, dan telah mensubmit *first Report of Verified Indonesia Forest Reference Emission Level for REDD to the UNFCCC*, *Integrating SIGN (System Inventory GreenhouseGas National-Smart)*, *Developing MRV System* dan *Contributed to initiating SRN (System Registry National)* untuk *Carbon Stocktake* Indonesia. Aktif juga memberi supervisi bagi *International Tropical Peatland Center (ITPC)*, *Asia-Korea Forestry Cooperation Organisation (AFOCO)*. Email: [klginoga@gmail.com](mailto:klginoga@gmail.com).



Mimi Salminah

Mimi adalah peneliti di Direktorat Kebijakan Lingkungan Hidup, Kemaritiman, Sumber Daya Alam dan Ketenaganukliran, Badan Riset dan Inovasi Nasional. Dia menyelesaikan sekolah 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](mailto:mimisalminah@gmail.com).



Muhammad Zahrul Muttaqin

Zahrul adalah pemerhati kehutanan dan perubahan iklim yang saat ini bertugas sebagai Atase Kehutanan pada Kedutaan Besar RI di Tokyo. Ia memiliki kepakaran dan pengetahuan yang luas dalam aspek sosial-ekonomi dan kebijakan kehutanan sejak mengabdikan diri sebagai peneliti di bidang ekonomi dan kebijakan kehutanan di Kementerian Lingkungan

Hidup dan Kehutanan (KLHK) selama hampir dua dasa warsa, sebelum kemudian menempati posisi sebagai Kepala Bagian Kerja Sama Multilateral pada Biro Kerja Sama Luar Negeri KLHK. Ia lulus dari Institut Pertanian Bogor dengan gelar sarjana di bidang Manajemen Hutan dan gelar magister di bidang Manajemen Agribisnis. Ia juga memperoleh gelar *Master of Forestry* dan *PhD in Environmental Management and Development* dari the Australian National University. Ia telah banyak menerbitkan 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 [zahrulmuttaqin@menlhk.go.id](mailto:zahrulmuttaqin@menlhk.go.id) atau [zahrul.muttaqin@gmail.com](mailto:zahrul.muttaqin@gmail.com).



Nurul Silva Lestari

Nurul adalah peneliti di Pusat Riset Ekologi dan Etnobiologi, Badan Riset dan Inovasi Nasional.. Penulis menempuh pendidikan S1 di Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor (IPB) pada tahun 2001. Penulis 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. Penulis pernah terlibat dalam beberapa kegiatan kerja sama penelitian, baik nasional maupun internasional. Penulis juga terlibat aktif dalam penulisan publikasi ilmiah berupa buku, jurnal, dan *policy brief*. Alamat email: [nurul.silva@gmail.com](mailto:nurul.silva@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 di Jambi. Pada tahun 2007 bergabung dan menjadi staf pada pemegang ijin konsesi restorasi ekosistem pertama di Indonesia. Sejak tahun 2016 bergabung dalam tim konservasi lansekap APP Sinarmas dengan tanggungjawab dalam pengelolaan ijin konsesi restorasi ekosistem di Provinsi Sumatra Selatan. Alamat email: [urip\\_wiharjo@app.co.id](mailto:urip_wiharjo@app.co.id)



Yanto Rochmayanto

Saat ini adalah Peneliti Madya, berafiliasi di Direktorat Kebijakan Lingkungan Hidup, Kemaritiman, Sumber Daya Alam dan Ketenaganukliran, Badan Riset dan Inovasi Nasional. Bidang yang ditekuninya adalah Ekonomi dan Kebijakan Kehutanan, dengan aktivitas riset meliputi *social forestry*, *micro policy analysis*, *livelihoods*, dan valuasi sumberdaya hutan. Pendidikan doctoralnya 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*, *World Resource Institute*, dan *K/W*. Alamat kontak melalui email [rochmayantoyr@yahoo.co.uk](mailto:rochmayantoyr@yahoo.co.uk), dan [yanto13@brin.go.id](mailto:yanto13@brin.go.id).



STRATEGI DAN TEKNIK

# RESTORASI EKOSISTEM HUTAN RAWA AIR TAWAR

Ekosistem hutan rawa air tawar tidak sepopuler ekosistem lahan basah lainnya, seperti hutan gambut dan mangrove. Padahal, fungsi ekosistem tersebut tidak kalah pentingnya dengan ekosistem lain. Selain memiliki keragaman hayati yang tinggi, ekosistem hutan rawa air tawar berperan penting dalam mengatur berbagai fungsi ekologis, antara lain sebagai daerah tangkapan air hujan dan menjadi sumber air bagi masyarakat dan lingkungan sekitarnya. Saat ini, keberadaan hutan rawa air tawar menghadapi berbagai ancaman yang cukup serius yang dapat menyebabkan fungsi ekosistemnya terganggu. Sayangnya, kegiatan restorasi di Indonesia belum banyak menyentuh ekosistem ini, dan informasi mengenai kegiatan restorasi pada ekosistem hutan rawa air tawar juga masih sangat terbatas. Buku ini memuat strategi dan teknik restorasi ekosistem hutan rawa air tawar, bersumber dari pembelajaran yang berasal dari ekosistem serupa di Sumatra dan Kalimantan. Penyusunan tipologi untuk menentukan strategi restorasi dilakukan berdasarkan jenis rawa, tutupan lahan dan komposisi jenis, rezim hidrologi, dan tingkat gangguan. Buku ini diharapkan dapat menyediakan arahan teknis dan praktis untuk digunakan dalam pelaksanaan restorasi di tingkat tapak.



PT Penerbit IPB Press

Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

Telp. 0251-8355 158 E-mail: [ipbpress@apps.ipb.ac.id](mailto:ipbpress@apps.ipb.ac.id)

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

Kehutanan

ISBN : 978-623-467-187-2

