



STRATEGI DAN TEKNIK RESTORASI EKOSISTEM HUTAN MANGROVE



Editor:
Dolly Priatna
Yanto Rochmayanto
Kirsfianti Linda Ginoga
Muhammad Zahrul Muttaqin



STRATEGI DAN TEKNIK

**RESTORASI EKOSISTEM
HUTAN MANGROVE**

STRATEGI DAN TEKNIK

RESTORASI EKOSISTEM

HUTAN MANGROVE

Editor:
Dolly Priatna
Yanto Rochmayanto
Kirsfianti Linda Ginoga
Muhammad Zahrul Muttaqin



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

C.01/11.2021

Judul Buku:

STRATEGI DAN TEKNIK RESTORASI EKOSISTEM HUTAN MANGROVE

Penulis:

Yanto Rochmayanto, Dolly Priatna, Kirsfanti Linda Ginoga,
Jasmine Natalia Prihartini, Ari Wibowo, Mimi Salminah, Fentie J. Salaka,
Nurul Silva Lestari, Muhammad Zahrul Muttaqin, Ismayadi Samsoedin,
Urip Wiharjo, Domi Suryadi, Irfan Afandi

Editor:

Dolly Priatna
Yanto Rochmayanto
Kirsfanti Linda Ginoga
Muhammad Zahrul Muttaqin

Foto Sampul:

Mangrove di Hutan Lindung Sungai Lumpur, Sumatera Selatan (Irfan Afandi)

Desain Sampul & Penata Isi:

Makhbub Khoirul Fahmi

Jumlah Halaman:

152 + 22 hal romawi

Edisi/Cetakan:

Cetakan 1, November 2021

PT Penerbit IPB Press

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

ISBN: 978-623-256-823-5

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

© 2021, HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku
tanpa izin tertulis dari penerbit

Tahun Terbit Elektronik: 2021

eISBN: 978-623-256-824-2

UCAPAN TERIMA KASIH

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

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



Kami juga menyampaikan terima kasih kepada Yayasan Konservasi Alam Nusantara (YKAN). dan Universitas Pakuan yang bersinergi dengan APP Sinar Mas, yang telah menjadi kontributor anggota dalam penyiapan bahan dan proses diskusi.



Terima kasih juga kami sampaikan kepada Bapak Imran Amin, S.Pi., Yusuf Fajriyanto, S.Pi, dan Topik Hidayat, S.Hut. dari Yayasan Konservasi Alam Nusantara (YKAN) yang telah memberikan perhatian, melakukan review, koreksi, dan pertimbangan yang sangat berharga bagi penulisan buku.

KATA SAMBUTAN

Plt. Kepala Badan Standardisasi Instrumen Lingkungan Hidup dan Kehutan

Indonesia memiliki luas tutupan hutan mangrove seluas 3,31 juta hektar (Direktorat Konservasi Tanah dan Air, 2021) yang mendeposit sepertiga dari cadangan karbon pesisir global dunia. Dari berbagai hasil telaahan dan observasi fakta di lapangan menunjukkan bahwa hampir seluruh kawasan hutan mangrove mengalami proses degradasi, yang diakibatkan oleh ekspansi tambak baik secara individu maupun korporasi. Berdasarkan data Peta Mangrove Nasional (PMN, 2021) total hutan mangrove yang kritis dengan kondisi tutupan vegetasi mangrove jarang dan sangat jarang adalah seluas 637.624 ha, atau lebih kurang 19% dari total luas hutan mangrove yang ada di Indonesia.

Dampak negatif atas kerusakan hutan mangrove di antaranya adalah menurunnya keanekaragaman flora dan fauna mangrove, mata pencarian nelayan, rusaknya habitat ikan, memperbesar potensi intrusi air laut ke daratan, tidak adanya proteksi alami untuk mencegah terjadinya tsunami, yang menjadi pemicu tragedi lingkungan dan keselamatan manusia Indonesia di masa depan.

Pemerintah Indonesia telah memprogramkan berbagai kegiatan restorasi mangrove termasuk rehabilitasi mangrove seluas 600.000 ha dari 1 juta ha yang rusak, dan kegiatan ini akan dilaksanakan selama empat tahun. Program reforestasi ini harus didukung semua pihak dan juga dukungan IPTEK dan inovasi menjadi kunci utama keberhasilan dalam kegiatan restorasi hutan mangrove. Buku ini diharapkan tidak hanya menggambarkan teknik dan strategi restorasi ekosistem mangrove, namun juga dapat menyentuh perannya untuk menyediakan arahan strategi dan teknik restorasi yang sesuai untuk karakteristik ekosistem hutan mangrove secara komprehensif dan terintegrasi, dengan mempertimbangkan aspek-aspek ekologi, sosial dan ekonomi. Strategi dan teknik restorasi yang direkomendasikan didasarkan pada analisis kondisi dan karakteristik spesifik ekosistem hutan mangrove penyangga ekosistem hutan produksi.

Penghargaan dan ucapan terimakasih disampaikan kepada penulis dan editor buku ini. Semoga buku ini dapat menjadi panduan dan arahan strategi dan teknik restorasi di ekosistem hutan mangrove Indonesia yang memiliki karakteristik ekosistem serta kondisi biofisik dan sosial masyarakat yang beragam.

Bogor, November 2021

Plt. Kepala Badan Standardisasi Instrumen

KATA SAMBUTAN

*Plt Kepala Pusat Standardisasi Instrumen Ketahanan Bencana
dan Perubahan Iklim*

Mangrove, melalui program *blue carbon* dan *nature-based solution*, menjadi salah satu instrumen yang dinilai sangat efektif untuk memitigasi perubahan iklim. Potensi penyimpanan karbon oleh hutan mangrove mencapai tiga hingga lima kali lebih tinggi dibandingkan hutan tropis dataran tinggi. Mempertimbangkan hal tersebut, banyak pihak menyerukan agar masyarakat dunia segera melakukan aksi nyata untuk konservasi dan restorasi ekosistem hutan mangrove sebagai langkah penting mengatasi perubahan iklim.

Laporan *the State of the World's Mangroves* menyatakan bahwa luas hutan mangrove di dunia mencapai 136.000 km², dimana 20% nya berada di wilayah Indonesia. Laporan tersebut juga memaparkan bahwa saat ini sekitar 60% kerusakan hutan mangrove di dunia disebabkan oleh ulah manusia. Sebagian besar kerusakan ekosistem hutan mangrove dipicu oleh konversi menjadi tambak dan lahan pertanian intensif. Lonjakan jumlah penduduk secara eksponensial juga meningkatkan tekanan dan ancaman terhadap kelestarian ekosistem hutan mangrove baik di Indonesia maupun di dunia.

Restorasi menjadi salah satu aksi nyata untuk menyelamatkan ekosistem hutan mangrove. Di Indonesia, Pemerintah telah berupaya mempercepat upaya restorasi hutan mangrove dengan memperluas tugas dan fungsi Badan Restorasi Gambut dan Mangrove. Seluas 630.000 ha hutan mangrove ditargetkan untuk direstorasi selama 5 tahun (2020-2024). Tantangan yang dihadapai dalam upaya restorasi mangrove sangat berat, bukan saja tantangan teknis tetapi juga sosial ekonomi, baik di tingkat tapak maupun di tingkat lokal hingga nasional.

Pengetahuan tentang regim hidrologi wilayah pesisir, autekologi dan fenologi jenis-jenis ekosistem hutan mangrove menjadi hal krusial untuk keberhasilan restorasi ekosistem hutan mangrove. Selain itu, perlu juga dipahami karakteristik sosial ekonomi masyarakat pesisir serta kebijakan pengelolaan hutan mangrove yang berlaku di nasional dan lokal. Hal itu

untuk memastikan bahwa teknik dan restorasi ekosistem hutan mangrove yang diterapkan sesuai dengan kondisi faktual atau dikenal dengan prinsip *site-specific*.

Pusat Standardisasi Instrumen Ketahanan Bencana dan Perubahan Iklim (yang sebelumnya adalah Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Kebijakan dan Perubahan Iklim, P3SEKPI) – Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan bekerjasama dengan APP Sinar Mas telah mengkaji berbagai aspek yang mempengaruhi keberhasilan upaya restorasi ekosistem mangrove di Indonesia. Hasil kajian tersebut dituangkan dalam buku yang berjudul “Strategi dan Teknik Restorasi Ekosistem Mangrove” yang dapat berfungsi sebagai panduan bagi para praktisi restorasi mangrove di lapangan. Kajian difokuskan di wilayah pesisir Timur Sumatera Selatan, khususnya ekosistem mangrove di wilayah KPH Sungai Lumpur. Hal ini mengingat luas dan laju kerusakan ekosistem hutan mangrove di Sumatera Selatan relatif tinggi.

Buku ini memberikan pandangan baru yang komprehensif terkait restorasi ekosistem hutan mangrove. Restorasi ekosistem hutan mangrove harus memperhatikan prinsip efektivitas dan efisiensi biaya. Penanaman hutan mangrove yang sering kali membutuhkan biaya besar bukan satu-satunya teknik dan strategi restorasi ekosistem hutan mangrove. *Natural regeneration* atau suksesi alami dengan biaya yang lebih murah dapat dioptimalkan melalui pemulihan kondisi hidrologinya terlebih dahulu. Restorasi juga harus memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat sekitar sehingga dapat berlangsung secara berkelanjutan.

Startegi dan teknik restorasi ekosistem mangrove yang disajikan dalam buku ini bukan saja memberikan pertimbangan saintifik tetapi juga pertimbangan praktik. Buku ini sangat mendukung upaya perlindungan dan percepatan pemulihan ekosistem mangrove di Indonesia yang dilakukan oleh berbagai pihak. Selamat membaca.

Bogor, November 2021

Plt. Kepala Pusat Standardisasi Instrumen Ketahanan Bencana dan
Perubahan Iklim

DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMA KASIH	v
KATA SAMBUTAN	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH	xxi
BAGIAN I PENDAHULUAN	1
1. Memulihkan Fungsi Ekosistem Hutan Mangrove: Sebuah Pendahuluan	2
<i>Ari Wibowo & Yanto Rochmayanto</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	6
BAGIAN II EKOSISTEM HUTAN MANGROVE DAN URGensi RESTORASI	7
2. Karakteristik Ekosistem Hutan Mangrove	8
<i>Nurul Silva Lestari, Kirsfianti L. Ginoga & Jasmine Natalia Pribartini</i>	
2.1 Gambaran Umum Ekosistem Hutan Mangrove di Indonesia	8
2.2 Karakteristik Edafis dan Biofisik Hutan Mangrove	11
2.3 Kekayaan Biodiversitas Hutan Mangrove	12
Daftar Pustaka	16

3.	Urgensi Restorasi Ekosistem Hutan Mangrove.....	18
	<i>Mimi Salminah & Fentie J Salaka</i>	
3.1	Peran Ekosistem Mangrove bagi Lingkungan.....	18
3.2	Peran Ekosistem Mangrove bagi Kehidupan Sosial Ekonomi..	20
3.3	Regulasi Terkait Pengelolaan dan Pemulihian Ekosistem Mangrove	23
	Daftar Pustaka.....	31
4.	Prinsip-Prinsip Restorasi Ekosistem Hutan Mangrove.....	35
	<i>Nurul Silva Lestari & Ari Wibowo</i>	
4.1	Identifikasi Kondisi Ekologi Historis	35
4.2	Autekologi dan Fenologi Tumbuhan	37
4.3	Pemilihan Jenis	39
4.4	Identifikasi Modal Sosial.....	42
4.5	Kelembagaan Restorasi.....	43
	Daftar Pustaka.....	45
5.	Restorasi Ekosistem Hutan Mangrove pada Hutan Lindung sebagai Penyangga Konsesi HTI	49
	<i>Dolly Priatna, Domi Suryadi, Yanto Rochmayanto & Irfan Afandi</i>	
5.1	Ekosistem Hutan Mangrove sebagai Situs Restorasi pada Areal Penyangga Konsesi APP Sinar Mas.....	49
5.2	Peluang dan Tantangan Pemulihian Ekosistem Mangrove di Areal Penyangga Konsesi Pemasuk Kayu APP Sinar Mas	53
5.3	Pembelajaran Pemulihian Mangrove di Kabupaten OKI.....	56
	Daftar Pustaka.....	57

6.	Ekologi dan Silvikultur Jenis untuk Restorasi Ekosistem Hutan Mangrove.....	58
	<i>Fentie J. Salaka & Ismayadi Samsoedin</i>	
6.1	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierth.....	58
6.2	<i>Rhizophora mucronata</i> Lamk.....	60
6.3	<i>Bruguiera gymnorhiza</i> (L.) Lam	62
6.4	<i>Sonneratia alba</i> J.E Smith	64
	Daftar Pustaka	67
	BAGIAN III ARAHAN STRATEGI DAN TEKNIK RESTORASI DI HUTAN MANGROVE.....	69
7.	Karakteristik dan Kondisi Ekosistem Hutan Mangrove pada Areal Kesatuan Pengelolaan Hutan Sungai Lumpur, Sumatera Selatan	70
	<i>Fentie J. Salaka, Mimi Salminah & Urip Wiharjo</i>	
7.1	Keadaan Geografis	70
7.2	Keadaan Geologis.....	72
7.3	Keadaan Hidrologis dan Klimatologis	73
7.4	Keadaan Tutupan Lahan.....	74
7.5	Keadaan Sosial Ekonomi.....	77
	Daftar Pustaka	79
8.	Arahan Strategi Restorasi Ekosistem Hutan Mangrove Sungai Lumpur	80
	<i>Mimi Salminah, Dolly Priatna, & Yanto Rochmayanto</i>	
8.1	Pertimbangan Strategi Restorasi Ekosistem Hutan Mangrove	80
8.2	Penyusunan Tipologi Lanskap pada Ekosistem Hutan Mangrove	85
8.3	Pemilihan Strategi Restorasi	89
	Daftar Pustaka	92

9. Teknik Restorasi Ekosistem Hutan Mangrove	95
<i>Ari Wibowo, Dolly Pariatna, & Yanto Rochmayanto</i>	
9.1 Persiapan dan Penentuan Lokasi	96
9.2 Perencanaan	100
9.3 Pelaksanaan	111
9.4 Pemantauan dan Evaluasi	125
Daftar Pustaka	128
BAGIAN IV PENUTUP	133
10. Refleksi bagi Pengembangan Strategi Restorasi di Indonesia.....	134
<i>Yanto Rochmayanto & M Zahrul Muttaqin</i>	
LAMPIRAN	137
PROFIL PENULIS	145

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Beberapa jenis flora pada ekosistem mangrove di Indonesia....	13
Tabel 2	Regulasi pengelolaan dan pemulihan ekosistem mangrove	25
Tabel 3	Pemilihan jenis berdasarkan kondisi areal restorasi	41
Tabel 4	Geologi di wilayah KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur.....	72
Tabel 5	Jenis tanah di wilayah KPHP Unit XIII Sungai Lumpur.....	73
Tabel 6	Jenis mangrove di Kabupaten Ogan Komering Ilir.....	76
Tabel 7	Luas wilayah desa dan jumlah penduduk di sekitar KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur.....	77
Tabel 8	Tipologi area restorasi ekosistem hutan mangrove kawasan Sungai Lumpur	87
Tabel 9	Arahan strategi restorasi ekosistem hutan mangrove di areal penyangga konsesi HTI pemasuk kayu, APP Sinar Mas.....	90
Tabel 10	Kelas pertumbuhan mangrove di Indonesia	99
Tabel 11	Pemilihan strategi restorasi berdasarkan jumlah permudaan dan persentase jenis mangrove sejati.....	102
Tabel 12	Kebutuhan biaya untuk rehabilitasi hutan mangrove per hektar.....	104
Tabel 13	Estimasi kebutuhan biaya restorasi ekosistem mangrove di Hutan Lindung Sungai Lumpur, OKI	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Proporsi luas kawasan konservasi mangrove pada berbagai pulau di Indonesia.....	9
Gambar 2	Burung Cakakak Belukar (<i>Halcyon smyrnensis</i>) dan Burung Koak malam (<i>Nycticorax nycticorax</i>) yang berhabitat di hutan mangrove.	15
Gambar 3	Indeks nilai penting vegetasi mangrove di Segara Anakan ..	37
Gambar 4	Zonasi tumbuhan mangrove	40
Gambar 5	Persemaian tanaman mangrove dari propagul	52
Gambar 6	Penanaman mangrove	52
Gambar 7	Pemeliharaan dan monitoring rehabilitasi mangrove.....	53
Gambar 8	Buah <i>Avicennia marina</i>	58
Gambar 9	Bitit <i>Rhizophora</i> sp. yang diikat	61
Gambar 10	Buah <i>Bruguiera gymnorhiza</i>	63
Gambar 11	Buah <i>Sonneratia alba</i>	65
Gambar 12	Peta wilayah kerja UPTD KPH Wilayah IV Sungai Lumpur-Riding, Sumatera Selatan	71
Gambar 13	Areal rehabilitasi mangrove di kawasan KPH Sungai Lumpur	74
Gambar 14	Tegakan <i>Avicennia marina</i> di wilayah KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur	75
Gambar 15	Denah pemasangan perangkap lumpur di lokasi restorasi mangrove.....	112
Gambar 16	Pola penanaman mangrove	119
Gambar 17	Pola tanam <i>silvofishery</i> untuk restorasi mangrove bersama masyarakat.....	122
Gambar 18	Tahap-tahap pokok dalam penerapan <i>bio-rights</i> yang dapat diacu untuk pendanaan mikro restorasi ekosistem hutan mangrove.....	124

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	138
Lampiran 2	140
Lampiran 3	141
Lampiran 4	142
Lampiran 5	143

DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH

Abrasi	Suatu proses pengikisan pantai yang diakibatkan oleh tenaga gelombang laut dan arus laut atau pasang surut arus laut yang bersifat merusak.
APL	Areal Penggunaan Lain
Autekologi	Ekologi yang mempelajari suatu spesies atau organisme secara individu yang berinteraksi dengan lingkungannya.
BPKH	Balai Pemantapan Kawasan Hutan
DAS	Daerah Aliran Sungai
Ekosistem referensi	Ekosistem tidak terganggu yang berada di sekitar areal 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 pemulihian, dimana unsur-unsur ekosistem referensi dapat menjadi contoh bagi kegiatan pemulihian.
Fenologi	Ilmu yang mempelajari waktu dan pola terjadinya perubahan siklus hidup tumbuhan
Fisiografi pantai	Uraian tentang aspek fisik dari lingkungan pantai yang mencakup aspek udara, tanah/batuan, air, dan lahan.
HPH	Hak Pengusahaan Hutan
HTI	Hutan Tanaman Industri
IUPJL	Ijin Usaha Pemanfaatan Jasa Lingkungan.
Kanopi	Penutup hutan yang tersusun dari dahan dan daun-daun pohon.
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
Kotiledon	Bakal daun yang terbentuk, dan melekat pada embrio dengan hipokotil.
KPHP	Kesatuan Pengelolaan Hutan Produksi.
Mangrove sejati	Jenis tumbuhan mangrove yang tumbuh pada wilayah pasang surut dan membentuk tegakan murni.
NDC	<i>Nationally Determined Contribution</i>
UPTD	Unit Pelaksanaan Teknis Daerah
OKI	Ogan Komering Ilir
Pasang purnama	Pasang yang terjadi ketika bumi, bulan dan matahari berada dalam suatu garis lurus sehingga menghasilkan pasang tinggi yang sangat tinggi dan pasang rendah yang sangat rendah.
Pohon induk	Pohon yang merupakan sumber genetik atau penghasil benih.
Polutan	Bahan/benda yang menyebabkan pencemaran, baik secara langsung maupun tidak langsung.
Propagul	Buah mangrove yang telah mengalami perkecambahan.
Salinitas	Tingkat keasinan atau kadar garam terlarut dalam air.
Sedimen	Bahan utama pembentuk morfologi (topografi dan batimetri) pesisir, dan berasal dari fragmentasi (pemecahan) batuan.
SM	Suaka Margasatwa
Substrat	Tempat dimana akar-akar mangrove dapat tumbuh yang dapat meliputi material biotik dan abiotik.
Tanin	Aneka senyawa polifenol yang sering ditemukan pada banyak jenis tumbuhan dan berperan penting untuk melindungi tumbuhan dari pemangsaan oleh herbivora dan hama, dan dalam pengaturan pertumbuhan.



BAGIAN I

PENDAHULUAN

1. Memulihkan Fungsi Ekosistem Hutan Mangrove: Sebuah Pendahuluan

Ari Wibowo & Yanto Rochmayanto

1.1 Latar Belakang

Hutan mangrove merupakan salah satu bentuk ekosistem hutan yang unik dan khas, terdapat di daerah pasang surut di wilayah pesisir, pantai, dan atau pulau-pulau kecil, serta merupakan sumberdaya alam yang sangat potensial. Hutan mangrove memiliki nilai ekonomis dan ekologis yang tinggi, tetapi sangat rentan terhadap kerusakan apabila pengelolaannya kurang memperhatikan prinsip kelestarian.

Hutan mangrove sangat menunjang perekonomian masyarakat pesisir, karena merupakan sumber mata pencaharian masyarakat yang berprofesi sebagai nelayan. Secara ekologis, di samping sebagai habitat biota laut, hutan mangrove juga merupakan tempat pemijahan bagi ikan yang hidup di laut bebas. Keragaman jenis mangrove dan keunikannya juga memiliki potensi sebagai wahana hutan wisata, serta sebagai penyangga perlindungan wilayah pesisir dan pantai dari ancaman sedimentasi, abrasi, intrusi air laut, serta sebagai sumber pakan biota laut.

Pada ekosistem alamiah, tegakan mangrove membentuk zonasi sesuai dengan habitat (lumpur berpasir), salinitas, dan fluktuasi pasang surut air laut. Pada masing-masing zonasi dicirikan oleh tumbuhnya jenis tertentu, yang umumnya mulai dari pantai hingga daratan; dengan urutan jenis paling luar dijumpai *Avicennia* sp, yang secara berangsur-angsur diikuti oleh jenis-jenis *Rhizophora* sp, *Bruguiera* sp, *Ceriops* sp, *Kandelia* sp, dan *Xylocarpus* sp.

Karakteristik ekosistem hutan mangrove yang menarik merupakan hasil adaptasi terhadap lingkungan atau habitatnya. Tapak mangrove bersifat anaerobik bila dalam keadaan terendam; oleh karena itu beberapa jenis mangrove mempunyai sistem perakaran udara yang spesifik. Akar tunjang

(*stilt roots*) dijumpai pada genus *Rhizophora*, akar napas (*pneumatophores*) pada genus *Avicennia* dan *Sonneratia*, akar lutut (*knee roots*) pada genus *Bruguiera*, dan akan papan (*plank roots*) yang dijumpai pada genus *Xylocarpus*.

Ekosistem hutan mangrove mempunyai jasa ekosistem yang beragam baik jasa biologis, ekologis maupun ekonomis. Peranan fisik mangrove mampu mengendalikan abrasi dan penyusupan air laut (intrusi) ke wilayah daratan, serta mampu menahan sampah yang bersumber dari daratan, yang dikendalikan melalui sistem perakarannya. Jasa biologis mangrove sebagai sempadan pantai, berperan sebagai penahan gelombang, memperlambat arus pasang surut, menahan serta menjebak besaran laju sedimentasi dari wilayah atasnya. Selain itu komunitas mangrove juga merupakan sumber unsur hara bagi kehidupan hayati (biota perairan) laut, serta sumber pakan bagi kehidupan biota darat seperti burung, mamalia dan jenis reptil. Jasa ekologis mangrove lainnya yaitu mampu menghasilkan jumlah oksigen lebih besar dibanding dengan tumbuhan darat, serta merupakan sumber pelestarian plasma nutfah.

Manfaat ekonomis hutan mangrove juga memegang peranan penting bagi masyarakat, karena merupakan sumber penghasil ikan, ketam, kerang dan udang, Buah dari beberapa jenis mangrove juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan. Manfaat lainnya yang menjadi sumber pendapatan masyarakat melalui budidaya tambak, kulit mangrove sebagai bahan baku industri penyamak kulit, industri batik, patal dan pewarna jaring, serta sebagai wahana wisata alam, penelitian dan laboratorium pendidikan.

Meskipun ekosistem hutan mangrove diketahui mempunyai manfaat yang besar terhadap kehidupan masyarakat dan kualitas lingkungan, hutan mangrove pada umumnya mengalami tekanan berat akibat pertumbuhan ekonomi dan pembangunan. Selain dirambah dan dialihfungsikan, kawasan mangrove di beberapa daerah diubah untuk kepentingan tambak. Akibat yang ditimbulkan adalah terganggunya peranan fungsi kawasan hutan mangrove sebagai perlindungan wilayah pesisir, habitat biota laut, dan terputusnya mata rantai makanan bagi biota kehidupan seperti burung, reptil dan berbagai kehidupan lainnya. Selain terciptanya perubahan dan kerusakan lingkungan, bagian hulu juga ikut andil dalam memperburuk kondisi kawasan pantai.

Berbagai bentuk masukan bahan padatan sedimen (erosi), bahan cemaran baik yang bersumber dari industri maupun rumah tangga, merupakan faktor penyebab pendangkalan pantai dan kerusakan ekosistem mangrove.

Sebenarnya, akan lebih efektif dan hemat untuk mencegah kehilangan mangrove dibandingkan dengan investasi yang harus dikeluarkan untuk restorasi mangrove yang telah hilang atau mengalami kerusakan. Namun seringkali restorasi mangrove dibutuhkan di wilayah yang telah mengalami kerusakan. Jika dilakukan dengan baik, restorasi mangrove akan meningkatkan keamanan pesisir, perikanan, budidaya perairan dan penyerapan karbon. Upaya restorasi hutan mangrove bertujuan bukan saja untuk mengembalikan fungsi utama ekologis kawasan hutan mangrove, tetapi juga mengembalikan nilai estetika.

Prinsip berikut harus dipahami, yakni "*manakala perubahan terjadi pada suatu ekosistem hutan mangrove maka tidak mudah mengembalikan/memperbaikinya, dan bibit mangrove yang berada di tempat yang salah tidak akan pernah tumbuh kecuali tempat itu kemudian berubah dan mendukung terjadinya pertumbuhan mangrove*". Kedua hal prinsip tersebut bermakna bahwa perbaikan ekosistem mangrove baik secara alami maupun artifisial bukanlah hal yang dapat begitu saja terjadi, tetapi seringkali rumit dan membutuhkan teknik serta biaya yang mahal.

Banyak program restorasi hutan mangrove di Indonesia mengalami kegagalan. Biaya yang sangat besar dibuang sia-sia tanpa hasil. Salah satu faktor penyebab utama terjadinya kegagalan tersebut yaitu adanya pandangan bahwa "*restorasi mangrove dapat dilakukan secara mudah melalui penanaman kembali*". Hingga kini, pandangan tersebut masih dipegang banyak pihak, walaupun kebanyakan implementasinya di lapangan tidak berhasil (Djamaludin, 2017)

Mangrove harus dilihat sebagai tumbuhan yang membutuhkan suatu kondisi yang dapat mendukung kebutuhan hidupnya terutama terkait dengan faktor fisiologis. Tumbuhan ini membutuhkan makanan dalam bentuk zat hara dan faktor-faktor lingkungan yang mendukung seperti pencahayaan yang cukup untuk melakukan proses fotosintesa. Setiap jenis mangrove memiliki kemampuan toleransi atau adaptasi terhadap kadar garam dalam substrat yang berbeda. Hal tersebut antara lain yang menyebabkan terjadinya semacam zonasi pada ekosistem mangrove, atau kematian mangrove dalam jumlah banyak pada suatu tempat.

Agar upaya restorasi hutan mangrove dapat berhasil, pengetahuan tentang teknik menanam atau memperbaiki kondisi fisik lahan tidak akan cukup bila tidak didukung oleh pengetahuan tentang karakter masing-masing jenis mangrove dan kondisi habitat tumbuh mangrove itu sendiri. Teknik restorasi lahan mangrove yang telah mengalami gangguan atau kerusakan yakni dengan cara memperbaiki kondisi hidrologi lahan tersebut, sehingga memungkinkan regenerasi alami terjadi atau rehabilitasi mangrove dengan penanaman kembali lahan bekas penebangan atau telah terbuka atau terdegradasi.

1.2 Ruang Lingkup

Restorasi ekosistem hutan mangrove telah menjadi prioritas pada beberapa tahun terakhir. Pelaksana restorasinya beragam antara pemerintah pusat, pemerintah daerah, swasta, dan lembaga non pemerintah lainnya termasuk masyarakat.

Buku ini akan memfokuskan pada pembahasan strategi dan teknik restorasi ekosistem hutan mangrove yang dilakukan oleh dunia usaha. Situs restorasi hutan mangrove tersebut walaupun bukan merupakan bagian dari areal konsesinya, tetapi merupakan bagian dari areal penyangga konsesi.

Strategi dan teknik restorasi ekosistem hutan mangrove dalam buku ini bersumber dari data primer. Ekosistem hutan mangrove di Sumatera Selatan diambil sebagai pembelajaran untuk tempat lain yang memiliki karakteristik ekosistem yang serupa. Tingkat kedalaman strategi dan teknik restorasi ekosistem yang diulas adalah tingkat *meso*, yaitu bersifat sebagai arahan pelaksanaan lapangan namun tidak terlalu rinci. Apabila dibutuhkan panduan yang lebih detail, para pelaku tingkat operasional dapat menjabarkannya dalam bentuk panduan, rancangan teknis, atau *Standard Operational Procedure (SOP)*. Hasil perumusan tersebut diharapkan dapat dijadikan pedoman, baik oleh masyarakat atau pelaksana restorasi gambut secara umum maupun pelaksana lapangan.

1.3 Tujuan Penulisan Buku

Penyusunan buku restorasi ekosistem hutan mangrove ini ditujukan untuk menyediakan arahan strategi dan teknik restorasi yang sesuai untuk karakteristik ekosistem hutan mangrove yang komprehensif dan terintegrasi,

dengan mempertimbangkan aspek-aspek ekologi, sosial dan ekonomi. Strategi dan teknik restorasi yang direkomendasikan didasarkan pada analisis kondisi dan karakteristik spesifik ekosistem hutan mangrove di hutan produksi areal konsesi yang menjadi referensi yaitu areal penyanga konsesi Hutan Tanaman Industri yang menjadi pemasok kayu bagi Asia Pulp and Paper (APP) Sinar Mas yang berlokasi di Sumatera Selatan.

1.4 Sistematika Penulisan Buku

Buku ini dapat menjadi panduan dan arahan strategi dan teknik restorasi ekosistem hutan mangrove di Indonesia yang memiliki karakteristik ekosistem dan kondisi biofisik dan sosial masyarakat yang sesuai dengan karakteristik yang digambarkan pada buku ini. Buku ini disusun secara sistematis menjadi empat bagian.

Pendahuluan pada Bagian 1 menjelaskan fungsi hutan mangrove, ancaman kerusakan hutan mangrove, konsep restorasi serta pentingnya restorasi pada ekosistem tersebut. Bagian 2 menjelaskan Karakteristik Ekosistem Hutan Mangrove, Urgensi Restorasi Ekosistem Hutan Mangrove, Prinsip-prinsip Restorasi Ekosistem Hutan Mangrove, Restorasi Ekosistem pada Areal Penyanga Konsesi APP Sinar Mas, serta Ekologi dan Silvikultur Jenis Pilihan untuk Restorasi Ekosistem Hutan Mangrove.

Bagian 3 tentang Arahan Teknis Restorasi Ekosistem Hutan Mangrove berisi beberapa bab, yaitu Karakteristik Ekosistem Hutan Mangrove: pembelajaran dari OKI, Sumsel, Strategi RE Hutan Mangrove dan Arahan Teknik RE Hutan Mangrove. Penutup pada Bagian 4 merupakan sintesa menyeluruh pemilihan strategi dan teknik restorasi hutan mangrove.

Daftar Pustaka

Djamaluddin, R. (2017). Teknik Rehabilitasi Lahan Mangrove. Laboratorium Geomorfologi Pantai & Hidro-Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi. Manado: Universitas Sam Ratulangi.



BAGIAN II

EKOSISTEM HUTAN MANGROVE DAN URGensi RESTORASI

2. Karakteristik Ekosistem Hutan Mangrove

Nurul Silva Lestari, Kirsfianti L Ginoga & Jasmine Natalia Pribartini

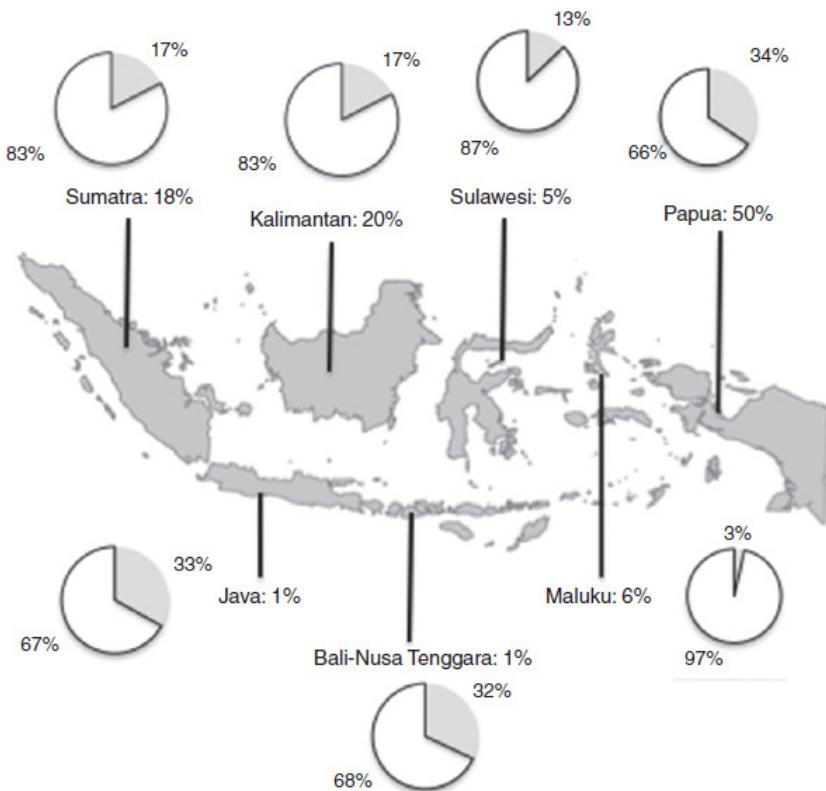
2.1 Gambaran Umum Ekosistem Hutan Mangrove di Indonesia

Indonesia memiliki potensi mangrove yang besar, dengan luas yang cukup signifikan jika dibandingkan pada skala global. Luas mangrove Indonesia mencapai sekitar 19% dari luas total mangrove di dunia, menempatkan Indonesia sebagai peringkat pertama negara dengan mangrove terluas (FAO, 2020). Sementara itu, terdapat beberapa versi luas mangrove di Indonesia. Perbedaan tersebut disebabkan oleh adanya perbedaan dalam proses interpretasi citra satelit, yang meliputi perbedaan metodologi, jenis citra yang digunakan, serta waktu pengambilan data citra. Selain itu, skala yang digunakan juga dapat berpengaruh terhadap luas yang diperoleh. Perbedaan definisi juga menjadi salah satu faktor yang menyebabkan perbedaan interpretasi. Beberapa studi hanya memasukkan area yang ditumbuhi oleh spesies mangrove, sementara studi lainnya juga memasukkan area dengan vegetasi yang berasosiasi mangrove (Ilman *et al.*, 2011).

Berdasarkan Keputusan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No.27/2019 bahwa validata Informasi Geospasial Tematik (IGT) untuk mangrove adalah KLHK. KLHK telah menerbitkan Peta Mangrove Nasional (PMN) sebagai upaya untuk menghindarkan beberapa data tentang mangrove yaitu dengan kebijakan *One Map Mangrove* (OMM). Pada bulan Oktober 2021, pemerintah mengeluarkan peta mangrove nasional berdasarkan kondisi aktual di lapangan dengan skala 1:50.000. Luas ekosistem mangrove di Indonesia berdasarkan peta terbaru tersebut adalah 3.364.080 Ha, meningkat sebesar 52.835 ha dibandingkan peta mangrove periode 2013-2019. Peningkatan tersebut dapat mengindikasikan keberhasilan upaya konservasi ekosistem mangrove pada beberapa tahun terakhir (KLHK, 2021). Dari total luas tersebut, sekitar 45% berada di Papua, 22% di Kalimantan, 20% di Sumatera, 6% di Maluku, 4% di Sulawesi, sementara sisanya tersebar di Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara. Peta nasional mangrove yang dikeluarkan oleh pemerintah

memiliki peran yang strategis untuk digunakan sebagai acuan dalam pengelolaan mangrove, termasuk penentuan area prioritas restorasi ekosistem mangrove yang telah terdegradasi serta untuk memonitor keberhasilan restorasi.

Ekosistem mangrove di Indonesia tersebar merata di seluruh pulau besar. Dari luas total mangrove tersebut, hanya sekitar 22% yang termasuk ke dalam kawasan konservasi. Papua memiliki proporsi luas kawasan konservasi mangrove terbesar, diikuti oleh Bali dan Nusa Tenggara. Sementara Sumatera dan Kalimantan yang memiliki luas mangrove yang cukup besar, proporsi luas kawasan konservasi mangrovenya lebih rendah dibandingkan kedua region sebelumnya (Sidik *et al.*, 2018).



Keterangan: warna abu-abu menunjukkan proporsi kawasan konservasi (Sumber: Sidik *et al.*, 2018)

Gambar 1 Proporsi luas kawasan konservasi mangrove pada berbagai pulau di Indonesia

Meski memiliki potensi yang sangat besar, ekosistem mangrove di Indonesia juga memiliki ancaman yang cukup tinggi sehingga luasnya terus berkurang. Salah satu faktor utama yang menyebabkan deforestasi dan degradasi ekosistem mangrove adalah pembukaan tambak untuk budidaya udang. Studi yang dilakukan oleh YKAN (2020) menyebutkan bahwa luas mangrove di Indonesia mengalami penurunan sebesar 10,3% pada periode 1990-2019, sementara luas tambak meningkat sebesar 108% pada periode waktu yang sama. Penurunan luas mangrove terjadi pada semua pulau di Indonesia, kecuali Pulau Jawa. Penurunan luas mangrove paling banyak terjadi di Sulawesi (25%), disusul oleh Kalimantan (23.5%). Sementara itu, luas mangrove di Pulau Jawa justru mengalami peningkatan sebesar 32%. Pembukaan tambak pada periode yang sama diperkirakan berkontribusi sekitar 25% terhadap rusaknya ekosistem mangrove di Indonesia. Selain konversi menjadi tambak, faktor lain yang menyebabkan kerusakan mangrove adalah pembangunan perkebunan kelapa sawit, pembukaan lahan pertanian, pembukaan tambak garam, pembangunan infrasuktur pada wilayah pantai dan perairan, penebangan liar, pertambangan, serta bencana alam (Ilman *et al.*, 2011).

Monitoring perubahan tutupan hutan mangrove untuk memantau tingkat deforestasi dan degradasi cukup menantang. Hal ini disebabkan salah satunya oleh adanya kesulitan identifikasi batas antara ekosistem mangrove dan air tawar sehingga luas lahan yang dieksplorasi pada tahap awal tidak mudah untuk terdeteksi. Berdasarkan skenario penggunaan lahan di masa akan datang, pembukaan tambak akan tetap menjadi salah satu penyebab utama perubahan ekosistem hutan mangrove di Indonesia, diikuti oleh pembangunan kebun kelapa sawit. Jika produktivitas budidaya udang tambak tidak dapat ditingkatkan, maka sekitar 600.000 ha mangrove akan dikonversi menjadi tambak pada dua dekade mendatang. Oleh sebab itu, peningkatan produktivitas tambak udang serta penghentian izin konsesi baru untuk pembangunan kebun kelapa sawit di ekosistem mangrove menjadi kunci untuk pencegahan konversi hutan mangrove di Indonesia (Ilman *et al.*, 2016).

2.2 Karakteristik Edafis dan Biofisik Hutan Mangrove

Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem lahan basah yang terletak di sepanjang garis pantai. Ekosistem ini tersebar di daerah tropis dan sub tropis. Mangrove juga sering didefinisikan sebagai ekosistem yang memiliki toleransi dengan kadar salinitas tinggi yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Komposisi, distribusi, serta pola pertumbuhan spesies pada ekosistem mangrove dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan, yaitu fisiografi pantai, iklim, pasang surut, gelombang air laut, salinitas, oksigen terlarut, tanah, dan nutrisi (Aksomkoae, 1993).

Fisiografi pantai sangat berkaitan dengan topografi yang mempengaruhi pasang surut dan tinggi genangan air laut serta sedimentasi. Sementara itu, variabel iklim yang berpengaruh pada ekosistem mangrove adalah intensitas cahaya, curah hujan, suhu, dan angin. Spesies mangrove tumbuh secara optimal pada intensitas cahaya 3.000 – 3.800 Kcal/m²/day. Anakan spesies mangrove yang berada di bawah naungan dalam jangka waktu lama memiliki tingkat kematian yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang terpapar cahaya matahari yang cukup. Rata-rata curah hujan pada ekosistem mangrove berkisar antara 1.500-3.000 mm per tahun, meski di beberapa tempat dapat mencapai 4.000 mm per tahun. Jumlah curah hujan tersebut mempengaruhi suhu dan tingkat salinitas. Sementara angin dapat berperan dalam meningkatkan evapotranspirasi spesies mangrove (Aksomkoae, 1993).

Pasang surut air laut mempengaruhi zonasi tumbuhan dan komunitas satwa pada ekosistem mangrove. Tingkat salinitas akan tinggi pada saat pasang, dan rendah pada saat surut. Aliran pasang surut air laut yang menyebabkan pertukaran air tawar dan air asin berdampak terhadap distribusi spesies dan struktur vegetasi. Pada area yang tergenang sepanjang waktu, jenis yang umumnya ditemui adalah *Rhizophora* spp., sementara jenis yang umum dijumpai pada area yang tergenang pada waktu tertentu adalah *Bruguiera* spp. dan *Xylocarpus* spp. Perbedaan tinggi permukaan air saat pasang dan saat surut juga dapat mempengaruhi sistem perakaran jenis-jenis mangrove. Akar mangrove pada area dengan perbedaan pasang surut yang besar lebih tinggi dibandingkan dengan akar mangrove yang tumbuh pada area dengan perbedaan pasang surut yang kecil. Faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan adalah oksigen terlarut, yang merupakan faktor penting untuk respirasi dan fotosintesis (Aksomkoae, 1993; Ball, 2002).

Salah satu hal yang membedakan ekosistem mangrove dengan ekosistem lainnya adalah tanahnya yang terbentuk dari akumulasi sedimen yang berasal dari pantai atau tepi sungai yang tererosi, serta dekomposisi material organik. Oleh sebab itu, tanah mangrove memiliki simpanan karbon yang sangat tinggi, dengan rata-rata mencapai 849 ton karbon/ha (Murdiyarsa *et al.*, 2015). Semakin dalam lapisan tanah mangrove, maka akan semakin besar persentase kandungan karbonnya. Sementara itu, rata-rata berat jenis tanah mangrove berkisar antara 0,28 g/cm³ pada kedalaman 0-15 cm, sampai 0,76 g/cm³ pada kedalaman 100 – 20 cm (Murdiyarsa *et al.*, 2015). Tanah organik mangrove umumnya berwarna abu-abu gelap atau abu-abu kecokelatan. Tanah mangrove juga memiliki pH tanah yang rendah, kandungan garam dan potassium yang tinggi, serta kandungan fosfor yang rendah. Tekstur tanah mangrove cenderung berlempung dan berpasir. Kondisi tanah juga berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetasi. Misalnya, *Rhizophora mucronata* dapat tumbuh dengan baik pada tanah berlumpur dan dalam, sementara *Avicennia marina* dan *Bruguiera* spp. dapat tumbuh pada tanah lumpur yang berpasir (Aksomkoae, 1993).

2.3 Kekayaan Biodiversitas Hutan Mangrove

Ekosistem mangrove di Indonesia merupakan salah satu sumber keanekaragaman hayati yang sangat berharga. Jumlah jenis flora yang dapat dijumpai pada ekosistem mangrove Indonesia meliputi 202 jenis, yang terdiri atas 89 jenis pohon, 5 jenis palem-paleman, 19 jenis liana, 44 jenis tumbuhan bawah, 44 jenis epifit, dan 1 jenis paku-pakuan. Dari 50 spesies mangrove sejati yang ada di seluruh dunia, 43 jenis di antaranya dapat ditemukan di Indonesia. Beberapa jenis flora bahkan termasuk dalam jenis flora langka dan endemik, seperti *Amyema anisomeres*, *Sonneratia ovata*, dan *Kandelia candel*. Hal ini menunjukkan bahwa Indonesia memiliki keanekaragaman flora yang tinggi pada ekosistem mangrovenya (Noor *et al.*, 1999).

Tabel 1 Beberapa jenis flora pada ekosistem mangrove di Indonesia

Genus	Spesies
Acanthus	<i>Acanthus ebracteatus</i> <i>Acanthus ilicifolius</i>
Acrostichum	<i>Acrostichum aureum</i> <i>Acrostichum speciosum</i>
Aegialitis	<i>Aegialitis annulata</i>
Aegiceras	<i>Aegiceras corniculatum</i> <i>Aegiceras floridum</i>
Amyema	<i>Amyema anisomeres</i> <i>Amyema gravis</i> <i>Amyema mackayense</i>
Avicennia	<i>Avicennia alba</i> <i>Avicennia eucalyptifolia</i> <i>Avicennia lanata</i> <i>Avicennia marina</i> <i>Avicennia officinalis</i>
Barringtonia	<i>Barringtonia asiatica</i>
Bruguiera	<i>Bruguiera cylindrica</i> <i>Bruguiera exaristata</i> <i>Bruguiera gymnorhiza</i> <i>Bruguiera hainessii</i> <i>Bruguiera parvifolia</i> <i>Bruguiera sexangula</i>
Calophyllum	<i>Calophyllum inophyllum</i>
Calotropis	<i>Calotropis gigantea</i>
Campstostemon	<i>Campstostemon philippinense</i> <i>Campstostemon schultzii</i>
Cerbera	<i>Cerbera manghas</i>
Ceriops	<i>Ceriops tagal</i> <i>Ceriops decandra</i>
Clerodendrum	<i>Clerodendrum inerme</i>
Derris	<i>Derris trifolia</i>
Excoecaria	<i>Excoecaria agallocha</i>
Finlaysonia	<i>Finlaysonia maritima</i>
Gymnanthera	<i>Gymnanthera paludosa</i>
Heritiera	<i>Heritiera globosa</i> <i>Heritiera littoralis</i>
Hibiscus	<i>Hibiscus tiliaceus</i>
Ipomoea	<i>Ipomoea pes-caprae</i>
Kandelia	<i>Kandelia candel</i>
Lumnitzera	<i>Lumnitzera littorea</i> <i>Lumnitzera racemosa</i>

Tabel 1 Beberapa jenis flora pada ekosistem mangrove di Indonesia (lanjutan)

Genus	Spesies
Melastoma	<i>Melastoma candidum</i>
Morinda	<i>Morinda citrifolia</i>
Nypa	<i>Nypa fruticans</i>
Osbornia	<i>Osbornia octodonta</i>
Pandanus	<i>Pandanus odoratissima</i> <i>Pandanus tectorius</i>
Passiflora	<i>Passiflora foetida</i>
Phemphis	<i>Phemphis acidula</i>
Pongamia	<i>Pongamia pinnata</i>
Rhizophora	<i>Rhizophora apiculata</i> <i>Rhizophora mucronata</i> <i>Rhizophora stylosa</i>
Rincinus	<i>Rincinus communis</i>
Sarcolobus	<i>Sarcolobus globosa</i>
Scaevela	<i>Scaevela taccada</i>
Scyphiphora	<i>Scyphiphora hydrophyllacea</i>
Sesuvium	<i>Sesuvium portulacastrum</i>
Sonneratia	<i>Sonneratia alba</i> <i>Sonneratia caseolaris</i> <i>Sonneratia ovata</i>
Stachytarpheta	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>
Terminalia	<i>Terminalia catappa</i>
Thespesia	<i>Thespesia populnea</i>
Xylocarpus	<i>Xylocarpus granatum</i> <i>Xylocarpus mekongensis</i> <i>Xylocarpus moluccensis</i> <i>Xylocarpus rumphii</i>
Wedelia	<i>Wedelia biflora</i>

Sumber: Noor et al. (1999)

Selain tumbuhan tingkat tinggi, ekosistem mangrove juga memiliki keanekaragaman fitoplankton dan alga yang tinggi. Secara ekologis, alga berperan dalam menjaga tekstur tanah mangrove dengan mempengaruhi ukuran partikel tanah serta menyatukan partikel-partikel tanah tersebut menggunakan sekresi mucus. Dengan kualitas nutrisi yang tinggi, beberapa jenis alga juga memiliki nilai komersial sebagai salah satu sumber bahan baku agar-agar yang dapat dikonsumsi. Keanekaragaman jenis fungi pada ekosistem

mangrove juga cukup tinggi. Fungi dapat ditemukan pada serasah daun, kayu mati, tanah, dan air mangrove. Fungi berperan dalam dekomposisi dan aliran energi pada ekosistem mangrove (Macintosh dan Ashton, 2002).

Ekosistem mangrove di Indonesia juga memiliki keanekaragaman fauna yang cukup tinggi. Selain berbagai jenis fauna perairan seperti ikan, kepiting dan udang, mangrove juga merupakan habitat bagi berbagai jenis primata, burung, serta reptil. Selain memiliki nilai penting secara ekologi, beberapa jenis fauna perairan juga memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Beberapa jenis di antaranya adalah *Terebralia palustris* dan *Telescopium telescopium* yang termasuk dalam Gastropoda, *Anadara kuno*, *Coaxans polymesoda*, dan *Ostrea cucullata* yang termasuk dalam Bivalvia, serta *Scylla serrata*, *S. olivacea*, *Portunus pelagicus*, *Epixanthus dentatus*, dan *Labnaniun politum* yang termasuk dalam Crustacea (Karimah, 2017). Jenis primata yang dapat ditemukan pada ekosistem mangrove di antaranya adalah monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) dan bekantan (*Nasalis larvatus*). Beberapa jenis reptil yang dapat ditemukan meliputi buaya muara (*Crocodylus porosus*), biawak (*Varanus salvator*), ular air (*Enhydris enhydris*), ular mangrove (*Boiga dendrophila*), dan ular tambak (*Cerberus rhynchops*).

Sementara itu, jenis burung yang ditemukan dapat mencapai 200 jenis termasuk berbagai jenis burung air migran (Noor *et al.*, 1999). Potensi keanekaragaman fauna tersebut juga dapat menjadi peluang untuk pengembangan ekowisata di ekosistem mangrove (Lhota *et al.*, 2020; Wardhani *et al.*, 2020).



Foto: Aris Hidayat

Gambar 2 Burung Cakakak Belukar (*Halcyon smyrnensis*) dan Burung Koak malam (*Nycticorax nycticorax*) yang berhabitat di hutan mangrove.

Daftar Pustaka

- Aksomkoae, S. (1993). Ecology and management of mangroves. Bangkok, Thailand: IUCN.
- Ball, M. C. (2002). Interactive effects of salinity and irradiance on growth: implications for mangrove forest structure along salinity gradients. *Trees*, 16(2), 126-139.
- FAO. (2020). Global Forest Resources Assessment 2020: Main report. Rome: FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9825en>
- Hutomo, M., & Moosa, M. K. (2005). Indonesian marine and coastal biodiversity: Present status.
- Ilman, M., Wibisono, I. T. C., & Suryadiputra, I. N. N. (2011). State of the art information on mangrove ecosystems in Indonesia. Bogor: Wetland International-Indonesia Programme.
- Ilman, M., Dargusch, P., & Dart, P. (2016). A historical analysis of the drivers of loss and degradation of Indonesia's mangroves. *Land use policy*, 54, 448-459.
- Karimah, K. (2017). Peran Ekosistem Hutan Mangrove sebagai Habitat untuk Organisme Laut. *Jurnal Biologi Tropis*, 51-57.
- KLHK. (2021). Peta mangrove nasional tahun 2021: Baseline pengelolaan rehabilitasi mangrove nasional. <https://www.menlhk.go.id/site/single-post/4476/peta-mangrove-nasional-tahun-2021-baseline-pengelolaan-rehabilitasi-mangrove-nasional>. [diunduh pada 22 November 2021].
- Lhota, S., Scott, K., & Sha, J. C. M. (2019). Primates in flooded forests of Borneo. *Primates in Flooded Forests of Borneo: Opportunities and Challenges for Ecotourism as a Conservation Strategy*. Cambridge: Cambridge University Press. 331-339.
- Macintosh, D. J., & Ashton, E. C. (2002). A review of mangrove biodiversity conservation and management. Centre for tropical ecosystems research, Denmark: University of Aarhus.
- Murdiyarno, D., Purbopuspito, J., Kauffman, J. B., Warren, M. W., Sasmito, S. D., Donato, D. C., ... & Kurnianto, S. (2015). The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. *Nature Climate Change*, 5(12), 1089-1092.

- Noor, R. Y., Khazali, M., Suryadiputra, I.N.N. (1999). *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. PHKA/WI-IP, Bogor.
- Sidik, F., Supriyanto, B., Krisnawati, H., & Muttaqin, M. Z. (2018). Mangrove conservation for climate change mitigation in Indonesia. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 9(5), e529.
- Wardhani, M. K., Rosyid, D. M., & Armono, H. D. (2020). Mangrove Conservation Opportunity at Southern Coast of Bangkalan-East Java, Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 557, No. 1, p. 012050). IOP Publishing.
- [YKAN] Yayasan Konservasi Alam Nusantara. (2020). Multitemporal mangrove and ponds mapping in Indonesia caterpillar project. Jakarta: YKAN.

3. Urgensi Restorasi Ekosistem Hutan Mangrove

Mimi Salminah & Fentie J Salaka

3.1 Peran Ekosistem Mangrove bagi Lingkungan

Ekosistem hutan mangrove memiliki berbagai manfaat, baik itu ditinjau dari aspek ekologi, sosial maupun aspek ekonomi (Pramudji, 2000a). Ekosistem mangrove memberikan nilai yang luar biasa bagi umat manusia melalui berbagai jasa ekosistemnya (Webber *et al.*, 2016). Keberadaan ekosistem mangrove sangat mendukung keanekaragaman makhluk hidup, termasuk beberapa spesies yang unik di hutan mangrove (Wolf, 2012). Beberapa manfaat ekologis mangrove menurut Kusmana *et al.*, (2008) adalah:

- a. Sebagai tempat pembiakan, bertelur, pembesaran, mencari makan, dan tempat tinggal bagi beberapa ikan jenis komersil, kerang-kerangan, udang-udangan, moluska (hewan lunak), dan satwa liar lainnya, seperti burung.
- b. Sebagai penyangga terhadap ombak dan badai yang kuat.
- c. Sebagai pelindung garis pantai, pantai berpasir, serta mencegah intrusi air laut.
- d. Sebagai tempat perlindungan satwa liar dan sebagai tempat rekreasi.

Pada sektor perikanan, fungsi ekologis ekosistem mangrove antara lain: sebagai daerah asuhan (*nursery ground*), daerah tempat pemijahan (*spawning ground*), dan tempat mencari makanan bagi berbagai jenis biota laut yang hidup di dalamnya (*feeding ground*) (Bengen, 2000). Ekosistem mangrove merupakan pemasok bahan organik, sehingga dapat menyediakan makanan untuk organisme yang hidup pada perairan sekitarnya (Noor, *et al.*, 2006). Beberapa jenis ikan hidup di mangrove secara penuh, beberapa ada yang datang dan pergi mengikuti musim, dan ada juga yang hanya tinggal di ekosistem mangrove sampai dewasa (Wolf, 2012). Beberapa jenis udang juga bergantung pada mangrove, sekurang-kurangnya pada sebagian dari siklus

hidupnya (Kusmana *et al.*, 2008). Jenis-jenis ikan herbivora dan karnivora epifitik mempunyai kecenderungan berada pada perairan dangkal dan di sela-sela tanaman mangrove, dimana banyak dijumpai fitoplankton epifitik dan fauna permukaan dasar (Romimohtarto dan Juwana, 1999).

Mangrove dapat bertindak sebagai penahan gelombang alami dari gelombang kuat yang terbentuk di lautan terbuka dan dapat mencegah erosi sebagai akibat pukulan ombak (Pramudji, 2000b; Wolf, 2012). Hasil pemodelan Taofiqurohman (2014) yang dilakukan di Desa Mayangan, Kabupaten Subang, Jawa Barat, membuktikan bahwa keberadaan hutan mangrove di desa tersebut dapat mereduksi tinggi gelombang hingga mencapai 0,1 meter. Karminarsih (2007) mengungkapkan bahwa Pulau Banyak (Kabupaten Singkil) dan Kota Singkil terlindung dari amukan tsunami pada 26 Desember 2004 karena adanya hutan mangrove dan cemara laut yang cukup tebal di daerah tersebut, dengan lebar mencapai 500 meter. Menurut Pramudji (2000b), tipe perakaran dari jenis *Rhizophora* sp., *Avicennia* sp. dan *Sonneratia* sp. dapat meredam hantaman gelombang.

Kusmana *et al.* (2008) menyatakan bahwa abrasi seringkali terjadi setelah lenyapnya mangrove sebagai akibat tindakan manusia. Kerusakan mangrove akibat perluasan tambak ke arah laut di Desa Tanggultlare, Desa Bulakbaru, dan Desa Panggung, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah, telah menyebabkan abrasi sehingga mengikis daratan yang ada di depannya (Pariyono, 2006). Hasil penelitian Utami & Pamungkas (2013) juga mengungkapkan bahwa variabel yang paling mempengaruhi kerentanan terhadap bencana abrasi di pesisir Kabupaten Tuban, Jawa Timur, adalah variabel kawasan hutan mangrove.

Mangrove juga merupakan habitat bagi berbagai hewan seperti lebah, burung, reptil, mamalia dan beberapa hewan lainnya (Kusmana *et al.*, 2008; Nagelkerken *et al.*, 2008). Beberapa dari jenis hewan ini ada yang merupakan penghuni tetap mangrove, dan ada yang memasuki hutan mangrove untuk mencari makan dan sebagai tempat perlindungan (Kusmana *et al.*, 2008). Beberapa vegetasi yang paling sering dimanfaatkan oleh burung sebagai tempat bersarang, bertengger, dan mencari makan yaitu *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Pandanus odoratissima*, *Ceiba pentandra*, *Hibiscus tiliaceus*, *Muntingia calabura*, *Tectona grandis*, *Calotropis gigantea*, *Acacia constricta*, *Acacia auriculiformis*, *Manilkara kanki*, dan *Casuarina equisetifolia* (Paramita, *et al.*, 2015).

Di kawasan mangrove Batu Ampar, Kalimantan Barat ditemukan 3 jenis burung yang hidup secara khusus pada ekosistem mangrove yaitu sikatan bakau (*Cyornis rufigastra*), kancilan bakau (*Pachycephala grisola*) dan burung madu bakau (*Nectarinia calcostetha*) (Hernowo *et al.*, 2007). Fauna lain yang sering ditemui di hutan mangrove adalah monyet ekor panjang, biawak, buaya muara, kadal, bekantan, dan lain-lain (Noor *et al.*, 2006). Beberapa berang-berang seperti *Aonyx cinerea*, *Lutra lutra*, *Lutra Sumaterana* dan *Lutra perspicillata* yang diketahui hidup di Indonesia juga ditemukan di hutan mangrove (Noor *et al.*, 2006).

Beberapa peran hutan mangrove lainnya yang penting bagi lingkungan adalah kemampuannya untuk menahan sedimen yang terbawa oleh sungai akibat banjir (Pramudji, 2000) dan berfungsi sebagai *biofilter* dalam pengendalian polutan Pb dan Cu (Manikasari & Mahayani, 2018). Mangrove dan habitat mangrove juga berkontribusi signifikan terhadap siklus karbon global (Kathiresan & Bingham, 2001). Total biomassa di hutan alam mangrove Kubu Raya, Kalimantan Barat diperkirakan mencapai 438,79 ton/ha atau setara dengan 219,53 tonC/ha (Heriyanto & Subiandono, 2016).

Hutan mangrove juga sangat potensial untuk dijadikan kawasan wisata alam. Kawasan Ekowisata Mangrove Pantai Indah Kapuk misalnya, memiliki potensi alam yang digunakan sebagai daya tarik untuk ekowisata, berupa ekosistem pesisir dengan berbagai jenis mangrove dan keanekaragaman fauna (Febriyanto, 2020). Potensi hutan mangrove yang dikembangkan untuk ekowisata di Taman Wisata Alam Angke Kapuk adalah atraksi penjelajahan hutan menggunakan jalan kayu di atas kanopi, foto hunting dan keanekaragaman jenis burung pantai yang hidup di hutan mangrove seperti pecuk ular (*Anhinga melanogaster*), kowak malam (*Nycticorax nycticorax*), kuntul putih (*Egretta* sp.), kuntul kerbau (*Bubulcus ibis*), dan lain-lain.

3.2 Peran Ekosistem Mangrove bagi Kehidupan Sosial Ekonomi

Hutan mangrove sudah lama dimanfaatkan dan digunakan oleh masyarakat yang tinggal di sekitar hutan mangrove untuk keperluan lokal maupun sebagai bahan industri (Pramudji, 2000b). Mangrove merupakan

ekosistem yang sangat produktif yang menghasilkan berbagai produk seperti kayu bakar, bahan bangunan, keperluan rumah tangga, kertas, kulit, obat-obatan dan perikanan (Noor *et al.*, 2006).

Tingkat dan laju perekonomian pedesaan yang berada di kawasan pesisir seringkali sangat bergantung pada habitat mangrove yang ada di sekitarnya (Noor *et al.*, 2006). Kawasan mangrove seringkali dimanfaatkan untuk kebutuhan utama konsumsi, sebagian lainnya dijual untuk membeli kebutuhan lain, ditabung, dan untuk biaya sekolah anak (Kasim *et al.*, 2017). Menurut Kusmana *et al.*, (2008), nilai pemanfaatan mangrove yang paling nyata adalah pengumpulan hasil-hasil hutan berupa hasil kayu dan non kayu. Hasil kayu, mencakup tiang, kayu bakar, arang, dan bahan bangunan berkayu lainnya (misalnya bahan bangunan rumah dan peralatan mencari ikan), sementara hasil non kayu mencakup antara lain tanin, obat-obatan, zat warna, atap dari daun nipah, dan nira nipah (untuk cuka, pembuatan minuman arak, dan makanan atau minuman lainnya).

Bagi masyarakat pesisir Kabupaten Merauke, misalnya, kayu mangrove sering dimanfaatkan sebagai kayu bakar dan bahan bangunan (Widiastuti, *et al.*, 2016). Kayu bakar sering digunakan untuk memasak bahan pangan keluarga sehari-hari, dan tidak jarang juga digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi industri rumah tangga, seperti gula coklat dan produksi kapur (di Jawa, Batu Ampar/Kalimantan Barat, Sulawesi), dan produksi garam di Jawa dan Bali (Kusmana *et al.*, 2008). Biasanya jenis kayu mangrove untuk konstruksi dimanfaatkan masyarakat untuk tiang pancang di ladang, penyangga rumah dan perlengkapan perahu seperti tiang perahu dan alat memancing (Kasim *et al.*, 2017). Di sekitar pesisir pantai utara dan selatan Jawa Tengah, ekosistem mangrove dimanfaatkan oleh masyarakat untuk tambak ikan/udang, pemasangan jaring apung (karamba), tempat penangkapan langsung, sumber kayu bakar dan arang, sumber kayu bangunan, sumber bahan pangan, pakan ternak, bahan obat, bahan baku industri, serta kepentingan sosial-budaya berupa pariwisata dan pendidikan (Setyawan & Winarno, 2006).

Menurut Noor *et al.* (2006) produk yang paling memiliki nilai ekonomis tinggi dari ekosistem mangrove adalah perikanan pesisir. Jumaedi (2016) menuliskan bahwa produksi hasil tangkapan ikan yang berasosiasi dengan ekosistem mangrove di pesisir Kota Singkawang, Kalimantan Barat adalah

sebesar 456,2 ton/tahun atau senilai dengan Rp. 7.837.560.000,-/tahun. Sementara itu, Mahardhika, *et al.*, (2018) memperkirakan nilai ekonomi sumberdaya perikanan pada hutan mangrove di Muara Angke mencapai Rp. 370.313.869.500 pada tahun 2018. Beberapa jenis ikan bernilai ekonomi tinggi seperti kakap (*Lates calcarifer*), kepiting bakau (*Scylla serrata*) serta ikan salmon (*Polynemus sherdani*) merupakan jenis ikan yang secara langsung bergantung kepada habitat mangrove (Noor *et al.*, 2006).

Beberapa masyarakat lokal juga masih menggunakan mangrove (kulit kayu pohon mangrove) sebagai sumber tanin untuk mewarnai jala ikan, pakaian dan bahan penangkap ikan lainnya, karena ekstraksinya yang lebih mudah (Kusmana *et al.*, 2008). Selain itu, mangrove juga masih dimanfaatkan sebagai sumber obat-obatan tradisional, seperti yang dilakukan beberapa suku di Papua yang memanfaatkan mangrove (akar, kulit, daun, dan buah) sebagai sumber obat tradisional untuk berbagai gejala penyakit seperti, kudis, malaria, gatal-gatal, sakit gigi, obat nyamuk, pestisida alami, dan menambah stamina (stimulan) (Mahmud & Wahyudi, 2014). Masyarakat pesisir Sulawesi juga dilaporkan memanfaatkan beberapa tumbuhan mangrove sebagai bahan obat yaitu jenis *Rhizophora* sp. untuk mengobati luka dan penyakit muntaber, *Xylocarpus granatum* dan *Avicennia* sp. sebagai obat kulit, serta *Ceriops tagal* sering digunakan untuk menguatkan gigi biasa, pengganti sirih dan untuk mengobati encok dan kurap (Purwanti, 2016).

Ekosistem mangrove juga memiliki keterkaitan dengan adat dan budaya sebagian masyarakat pesisir. Hal ini dapat dilihat beberapa masyarakat di wilayah pesisir Kota Kupang yang masih mempercayai kaitan antara mangrove dengan mitos dan adat budayanya, seperti untuk memanggil hujan dan perlindungan diri, sehingga mereka membuat peraturan desa yang mengatur pemanfaatan tumbuhan mangrove (Rupidara, *et al.*, 2020). Masyarakat Pulau Tanakeke, Sulawesi Selatan, juga membuat peraturan dalam pengelolaan mangrove di wilayah pulau tersebut dengan membagi kawasan mangrove Bangko Tappampang menjadi 3 (tiga) zona yaitu zona inti untuk perlindungan (dilarang melakukan penebangan), zona penyangga untuk pemanfaatan secara terbatas, dan zona rehabilitasi untuk perbaikan mangrove yang mengalami kerusakan (Hermawan & Setiawan, 2018).

3.3 Regulasi Terkait Pengelolaan dan Pemulihan Ekosistem Mangrove

Pengelolaan ekosistem mangrove mendapat perhatian serius baik pada tingkat global maupun nasional, mengingat fungsinya yang sangat penting bagi kelestarian ekologi dan kehidupan sosial ekonomi masyarakat pesisir. Bahkan, saat ini mangrove menjadi salah satu ekosistem yang berperan penting dalam upaya mitigasi perubahan iklim melalui program *blue carbon*. Selain itu, ekosistem mangrove masuk dalam kategori kawasan ekosistem penting yang harus dilindungi.

Komitmen global untuk melindungi dan merestorasi ekosistem mangrove telah dimulai sejak disepakatinya Konvensi Ramsar terkait konservasi dan pemanfaatan lahan basah pada tahun 1975. Beberapa kesepakatan di antaranya adalah penentuan daftar *site* lahan basah yang penting untuk dilindungi termasuk ekosistem mangrove. Selain itu, Konvensi Ramsar juga mengeluarkan beberapa resolusi terkait perlindungan dan restorasi mangrove. Resolusi VIII.11 tahun 2002 mendorong negara-negara terutama Asia untuk menetapkan ekosistem mangrove sebagai ekosistem penting dengan tingkat ancaman kerusakan tinggi. Resolusi VII.32 mendorong pelaksanaan pengelolaan mangrove yang lebih berkelanjutan melalui perbaikan kebijakan dan strategi perlindungan dan pengembangan kerjasama mangrove. Resolusi VIII.4 menyepakati prinsip dan pedoman mengintegrasikan isu lahan basah ke dalam pengelolaan zona pesisir untuk memastikan upaya konservasi dan pemanfaatan lahan basah yang ramah lingkungan.

Upaya perlindungan dan restorasi ekosistem mangrove juga sejalan dengan *Convention on Biodiversity* (CBD) dimana negara-negara berkomitmen untuk melindungi kekayaan biodiversitas di setiap ekosistem termasuk mangrove. Berbagai komitmen global tersebut kemudian dikukuhkan pada tahun 1996 dalam kesepakatan kerjasama internasional untuk mempercepat realisasi perjanjian tersebut, dan saat ini telah disusun kerangka kerja untuk periode setelah tahun 2020 (*Post-2020 Framework*) untuk menyepakati strategi dan target pasca 2020. Kesepakatan kerjasama internasional untuk menyelamatkan ekosistem mangrove diperkuat dengan dibentuknya *The Global Mangrove Alliance* (GMA) yang terdiri atas 27 organisasi di dunia termasuk IUCN untuk mengawal percepatan upaya konservasi dan restorasi mangrove

di dunia. GMA berkomitmen untuk menghentikan kerusakan mangrove, meningkatkan upaya perlindungan mangrove yang efektif dan berkeadilan, dan mempercepat upaya restorasi dengan didukung pengembangan iptek.

Berbagai komitmen global tersebut kemudian ditindaklanjuti dan diterjemahkan ke dalam konteks nasional. Pada tahun 1991, Indonesia meratifikasi Konvensi Ramsar melalui Keputusan Presiden No 48/1991 dan Konvensi Keragaman Hayati (CBD) pada tahun 1994 melalui UU No 5/1994. Berbagai kebijakan terkait perlindungan mangrove telah dikeluarkan sebagai perwujudan komitmen Indonesia terhadap berbagai kesepakatan dunia. Pada tahun 2021, Indonesia bekerjasama dengan Jerman dengan dukungan hibah senilai EUR 20 juta untuk melakukan upaya perlindungan ekosistem mangrove. Pembentukan Pusat Mangrove Dunia (*World Mangrove Center*) merupakan salah satu manifestasi dari komitmen kerjasama tersebut. Pusat mangrove tersebut akan mengembangkan prinsip dan praktik restorasi dan pengelolaan mangrove yang berkelanjutan baik secara sosial, ekologi dan ekonomi.

Pengelolaan ekosistem mangrove dalam konteks nasional kemudian dibagi kedalam dua zona, yaitu zona budidaya atau pemanfaatan dan zona lindung atau konservasi. Selain itu, ekosistem mangrove ditetapkan ke dalam kawasan hutan dan di luar kawasan hutan. Peta Mangrove Nasional menunjukkan bahwa lebih dari 76% ekosistem mangrove berada di kawasan hutan, dan selebihnya berada di luar kawasan hutan. Berdasarkan Peraturan Presiden No 82 tahun 2020, pengelolaan ekosistem hutan mangrove yang berada di kawasan hutan menjadi kewenangan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, sedangkan yang berada di luar kawasan hutan merupakan kewenangan Kementerian Kelautan dan Perikanan. Koordinasi pengelolaan ekosistem hutan mangrove di luar dan di dalam kawasan hutan dilakukan oleh Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi.

Mengingat tingkat kerusakan ekosistem mangrove yang semakin meningkat, pada tahun 2020 Pemerintah, melalui Perpres No 120 tahun 2020, memperluas tugas dan fungsi Badan Restorasi Gambut (BRG) menjadi Badan Restorasi Gambut dan Mangrove (BRGM). BRGM diberi mandat untuk melakukan percepatan upaya pemulihan atau rehabilitasi ekosistem mangrove yang telah mengalami kerusakan, dengan target 600.000 ha hingga tahun 2024.

Sementara itu, mekanisme pengelolaan dan pemulihan ekosistem mangrove diatur oleh berbagai regulasi baik di tingkat nasional maupun sub nasional. Berdasarkan UU No 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, kerusakan ekosistem mangrove menjadi salah satu indikator kriteria baku kerusakan lingkungan hidup yang harus menjadi dasar perencanaan pembangunan khususnya di tingkat regional. Pengelolaan dan pemulihan ekosistem hutan mangrove di dalam kawasan hutan diatur oleh berbagai peraturan terkait pengelolaan hutan dan lingkungan hidup seperti UU No 41 tahun 1999 tentang Kehutanan, PP No 23 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Kehutanan sebagai peraturan turunan UU Cipta Kerja. Sementara itu, pengelolaan ekosistem mangrove di luar kawasan hutan khususnya untuk tujuan budidaya perikanan mengacu pada berbagai peraturan terkait tata ruang wilayah pesisir dan kelautan, salah satunya adalah UU No. 1 tahun 2014 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Berbagai peraturan terkait pengelolaan dan pemulihan ekosistem mangrove disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Regulasi pengelolaan dan pemulihan ekosistem mangrove

No	Bentuk Kebijakan	Isi
1	Undang-Undang No. 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup	Kerusakan mangrove menjadi indikator kriteria baku kerusakan lingkungan hidup
2	Undang-Undang No. 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang	Kawasan pantai berhutan bakau (mangrove) masuk sebagai kawasan lindung
3	Undang-Undang No. 27 tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau – Pulau Kecil	Larangan menebang mangrove di kawasan konservasi untuk kegiatan industri, pemukiman, dan/ atau kegiatan lain
4	Undang-Undang No. 7 tahun 2004 tentang Pengelolaan Sumberdaya Air	Sumber daya air dikelola berdasarkan asas kelestarian, keseimbangan, kemanfaatan umum, keterpaduan dan keserasian, keadilan, kemandirian, serta transparansi dan akuntabilitas.
5	Undang-Undang No. 41 tahun 1999 tentang Kehutanan	Rehabilitasi hutan dan lahan termasuk mangrove dilakukan melalui kegiatan reboisasi, penghijauan, pemeliharaan, pengayaan tanaman, penerapan teknik konservasi tanah secara vegetatif dan sipil teknis pada lahan kritis dan tidak produktif

Tabel 2 Regulasi pengelolaan dan pemulihan ekosistem mangrove (lanjutan)

No	Bentuk Kebijakan	Isi
6	PP No 23/2021 tentang Penyelenggaraan Kehutanan	<ul style="list-style-type: none"> Dana Reboisasi digunakan oleh Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah Provinsi untuk membiayai kegiatan pemulihan ekosistem gambut dan mangrove. Pemerintah Pusat menyelenggarakan perlindungan dengan mencegah dan membatasi kerusakan hutan mangrove Kegiatan rehabilitasi hutan, lahan dan area bekas terbakar termasuk ekosistem mangrove yang dilakukan oleh Pemerintah Pusat meliputi kegiatan prakondisi; pengembangan perbenihan; pengembangan teknologi; pengamanan hutan dan perlindungan tanaman; pengembangan kelembagaan; dan atau penataan kawasan hutan. Rehabilitasi hutan dan lahan yang dilakukan oleh Pemda di antaranya adalah kegiatan prakondisi; pengembangan perbenihan; pengembangan teknologi; pencegahan dan penanggulangan kebakaran hutan dan lahan; pengamanan hutan dan perlindungan tanaman; pengembangan kelembagaan; dan pemulihan ekosistem gambut dan mangrove.
7	Peraturan Pemerintah No. 13 tahun 2017 Tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah No. 26 tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional	Kawasan ekosistem mangrove menjadi kawasan lindung lainnya yang ditetapkan kriterianya. Peraturan zonasi kawasan ekosistem mangrove harus memperhatikan pemanfaatannya
8	Peraturan Presiden No 120 tahun 2020 tentang Badan Restorasi Gambut dan Mangrove	BRGM memfasilitasi percepatan pelaksanaan restorasi gambut dan rehabilitasi mangrove.
9	Peraturan Pemerintah No. 26 tahun 2020 tentang Rehabilitasi dan Reklamasi Hutan	<p>Kriteria dan standar rehabilitasi dan reklamasi hutan meliputi aspek:</p> <ol style="list-style-type: none"> kawasan (perencanaan, status penguasaan lahan, fungsi kawasan) kelembagaan (SDM, organisasi & kewenangan, tata hubungan kerja) teknologi (kesesuaian lahan, pemilihan jenis, partisipasi masyarakat)
10	Instruksi Presiden No 5 tahun 2019 tentang Penghentian Pemberian Izin Baru dan Penyempurnaan Tata Kelola Hutan Alam Primer dan Lahan Gambut	Penghentian izin usaha baru di hutan primer termasuk mangrove primer

Tabel 2 Regulasi pengelolaan dan pemulihan ekosistem mangrove (lanjutan)

No	Bentuk Kebijakan	Isi
11	Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. P.59/Menlhk/Setjen/ Kum.1/10/2019 tentang Penanaman dalam rangka Rehabilitasi Daerah Aliran Sungai	<ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitasi hutan dan lahan untuk memulihkan, mempertahankan dan meningkatkan fungsi DAS sehingga daya dukung, produktivitas dan peranannya dalam mendukung sistem penyangga kehidupan tetap terjaga. • Penanaman rehabilitasi DAS pada hutan mangrove, dilakukan dengan paling sedikit 130 (seratus tiga puluh) kali selisih pasang tertinggi dan pasang terendah dari tepi pantai; dan jumlah tanaman paling sedikit 3.300 (tiga ribu tiga ratus) batang/hektar dengan jenis tanaman sesuai kondisi lahan setempat.
12	Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. P.105/ MENLHK/SETJEN/ KUM.1/12/2018 tentang Tata Cara Pelaksanaan, Kegiatan Pendukung, Pemberian Incentif, serta Pembinaan dan Pengendalian Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan acuan dalam menyelenggarakan kegiatan RHL pada kawasan pesisir (mangrove) dan pemulihan daya dukung DAS serta peningkatan kesejahteraan masyarakat. • Rehabilitasi areal sempadan pantai dilaksanakan pada habitat/ekosistem mangrove yang tidak mengalami pasang surut air laut dan tidak bisa ditanami dengan mangrove. • Penanaman areal sempadan pantai dilakukan paling sedikit 100 (seratus) meter dari titik pasang tertinggi ke arah darat yang bukan termasuk habitat/ekosistem mangrove. • Rehabilitasi areal sempadan pantai dilaksanakan dengan jumlah tanaman paling sedikit 1.100 (seribu seratus) batang/hektar dengan jenis tanaman sesuai kondisi lahan setempat. • Rehabilitasi hutan mangrove sebagaimana dimaksud dalam Pasal 32 huruf b, dilaksanakan pada habitat/ekosistem mangrove yang memiliki substrat lumpur atau lumpur berpasir dan mengalami pasang surut air laut. • Penanaman rehabilitasi hutan mangrove dilakukan paling sedikit 130 (seratus tiga puluh) kali selisih pasang tertinggi dan pasang terendah dari tepi pantai. • Rehabilitasi hutan mangrove dilaksanakan dengan jumlah tanaman paling sedikit 3.300 (tiga ribu tiga ratus) batang/hektar dengan jenis tanaman sesuai kondisi lahan setempat

Tabel 2 Regulasi pengelolaan dan pemulihan ekosistem mangrove (lanjutan)

No	Bentuk Kebijakan	Isi
13	Permen LHK No 59/2019 tentang Penanaman dalam rangka Rehabilitasi DAS	Pemegang izin IPKKH diwajibkan melakukan rehabilitasi lahan 75% di kawasan hutan dan 25% di luar kawasan hutan termasuk ekosistem mangrove
14	Permen LHK Nomor: P.2/Menlhk/Setjen / Kum.1/1/2020 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.105/Menlhk/Setjen/ Kum.1/12/2018 tentang Tata Cara Pelaksanaan, Kegiatan Pendukung, Pemberian Insentif, serta Pembinaan dan Pengendalian Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan	<ul style="list-style-type: none"> Satuan unit evaluasi tanaman rehabilitasi hutan mangrove di dalam kawasan hutan adalah petak tanaman yang ditetapkan dalam rancangan kegiatan yang telah disahkan, sedangkan di luar kawasan hutan adalah pada lahan pembuatan tanaman setiap kelompok tani sesuai rancangan kegiatan. Evaluasi tanaman meliputi pengukuran luas lokasi penanaman, penghitungan jumlah rumpun, jumlah tanaman per rumpun dan jarak antar rumpun, penghitungan persentase tumbuh tanaman sehat
15	Perda Provinsi Sumatera Selatan No 2/2020 tentang Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil Provinsi Sumatera Selatan tahun 2020-2040	Strategi peningkatan kualitas ekosistem penting pesisir meliputi: peningkatan pemahaman dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan mangrove, rehabilitasi mangrove
16	Permen LHK No 83 tahun 2016 tentang Perhutanan Sosial dan Permen LHK No 9 tahun 2021 tentang Pengelolaan Perhutanan Sosial	Kawasan hutan yang telah dikuasai oleh masyarakat termasuk ekosistem mangrove yang telah berubah menjadi tambak atau lahan pertanian lainnya dapat ditetapkan sebagai areal Perhutanan Sosial
17	Perdirjen KSDAE No P.1/KSDAE/BPE2/ KSA.4/2/2021 tentang Petunjuk Teknis Penilaian Efektivitas Pengelolaan Kawasan Ekosistem Esensial	Mangrove dapat dijadikan sebagai Kawasan Ekosistem Esensial (KEE). Salah satu cara pemulihan KEE adalah penanaman atau pengayaan jenis, melindungi ekosistem dari gangguan sehingga terjadi regenerasi alami, pengendalian jenis invasif, pelepasliaran atau relokasi satwa liar

Sumber: diadopsi dari Salminah & Alvija, 2018

Kebijakan saat ini menekankan bahwa perlindungan atau konservasi ekosistem hutan mangrove diutamakan pada mangrove yang berada di kawasan konservasi. Pemerintah secara tegas melarang penebangan mangrove di kawasan tersebut. Sementara itu, pada hutan mangrove yang berada di luar kawasan konservasi diberikan larangan mengkonversi atau menggunakan cara dan metode yang dapat merusak ekosistem mangrove yang tidak memperhitungkan keberlanjutan fungsi ekologis. Saat ini sebagian besar ekosistem mangrove yang telah berubah fungsinya menjadi tambak atau tutupan lahan lainnya akan dilepas melalui program reforma agraria atau TORA.

Instruksi Presiden No 5/2019 tentang Penghentian Pemberian Izin Baru dan Penyempurnaan Tata Kelola Hutan Alam Primer dan Lahan Gambut sebenarnya mencakup juga hutan mangrove primer, namun perlu penegasan dalam pelaksanaannya di hutan mangrove. Ditetapkannya Peta Mangrove Nasional (PMN) seharusnya menjadi momentum bagi perbaikan tata kelola ekosistem mangrove. Identifikasi mangrove dengan kerapatan lebat, kerapatan sedang dan kerapatan jarang dalam PMN dapat menjadi dasar kebijakan bagi pelaksanaan konservasi dan restorasi mangrove.

Selain itu, masih terdapat kontradiksi antara UU no 26/2007 dengan UU No 27/2007. UU No 26/2007 tentang Penataan Ruang menetapkan seluruh kawasan pantai berhutan bakau (mangrove) sebagai kawasan lindung. Sementara, UU No 27/2007 membagi ekosistem mangrove menjadi zona budidaya dan konservasi, dimana pada zona budidaya masih diperbolehkan penebangan mangrove apabila fungsi ekologis kawasan pesisirnya masih dapat berfungsi dengan baik. Hal ini dilakukan mengingat kebutuhan lahan untuk pembangunan lainnya, khususnya yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Oleh karena itu, perlu digali upaya konservasi dan restorasi mangrove yang selain memberikan dampak ekologis juga memberikan nilai sosial ekonomi bagi masyarakat dan pemerintah setempat.

Sementara itu, pada awalnya terminologi restorasi mangrove di Indonesia lebih banyak menggunakan istilah rehabilitasi. Hal ini terlihat dari penggunaan istilah rehabilitasi dalam berbagai kebijakan yang terkait dengan upaya perlindungan dan pemulihan ekosistem mangrove. Restorasi pada konteks ini lebih diarahkan pada pemulihan fungsi-fungsi penting ekosistem

mangrove, meskipun tidak sama dengan kondisi awalnya (Lewis & Brown, 2014). Terminologi restorasi mangrove digunakan oleh Pemerintah ketika memperluas tugas dan fungsi Badan Restorasi Gambut menjadi Badan Restorasi Gambut dan Mangrove.

Meskipun pada beberapa peraturan disebutkan mekanisme restorasi hutan dan lahan termasuk mangrove selain penanaman, tetapi kebijakan restorasi mangrove yang berkembang di Indonesia lebih banyak diarahkan kepada kegiatan penanaman. Sebagai contoh, unit evaluasi restorasi hutan mangrove diukur dari luas petak tanaman atau vegetasi mangrove yang ditanam. Padahal, prinsip restorasi mangrove adalah mengembalikan kondisi normal ekosistem mangrove sehingga proses regenerasi mangrove secara alami dapat berlangsung dengan baik. Penanaman hanya dianjurkan dilakukan apabila proses tersebut tidak berhasil mendukung proses suksesi alami ekosistem hutan mangrove. Hal ini seringkali menyebabkan proses restorasi mangrove dilakukan dengan pendekatan keproyekan dan meningkatkan resiko kegagalan. Pada beberapa kasus, vegetasi mangrove yang telah ditanam dicabut kembali dengan tujuan agar dilakukan penanaman kembali ketika tanaman rusak.

Kegagalan restorasi ekosistem hutan mangrove juga seringkali disebabkan oleh perencanaan dan tata kelola pengelolaan ekosistem mangrove yang kurang terintegrasi antar pemangku kepentingan. Tumpang tindih peraturan, khususnya penetapan zonasi budidaya dan lindung ekosistem mangrove memicu terjadinya konflik penguasaan lahan di tingkat tapak. Belum adanya data spasial peta ekosistem mangrove yang akurat memperparah konflik penguasaan lahan mangrove di tingkat tapak (Salminah & Alviya, 2018). Hal ini memperberat upaya restorasi ekosistem hutan mangrove, karena tidak saja menghadapi kendala teknis yang memiliki tingkat kesulitan tinggi tetapi juga menghadapi kendala sosial, ekonomi dan politik. Bahkan di tingkat nasional pengelolaan ekosistem hutan mangrove sebagai zona lindung seringkali dikalahkan oleh kepentingan ekonomi dan politik. Ekosistem mangrove pada zona lindung dapat dimanfaatkan untuk pembangunan strategis nasional yang pada umumnya merusak ekosistem hutan mangrove. Sementara itu, kebijakan terkait penetapan ekosistem mangrove sebagai Kawasan Ekosistem Esensial hanya ada pada tingkat Perdirjen yang tidak cukup memiliki kekuatan dalam implementasinya.

Kebijakan terkait pengelolaan ekosistem mangrove melalui program Perhutanan Sosial menawarkan solusi bagi konflik kepemilikan lahan pada ekosistem mangrove. Ekosistem mangrove yang telah dikuasai oleh masyarakat dan telah berubah menjadi tambak, lahan pertanian atau penggunaan lainnya dapat direstorasi melalui skema Perhutanan Sosial. Kegiatan pemberdayaan ekonomi masyarakat dalam program Perhutanan Sosial dapat diterapkan sebagai tindak lanjut dari kegiatan restorasi. Pendampingan terhadap masyarakat terus dilakukan hingga masyarakat memiliki kemandirian dalam pengelolaan mangrove secara berkelanjutan. Hal ini bertujuan agar upaya restorasi ekosistem mangrove tidak mengurangi manfaat ekonomi bagi masyarakat. Dengan demikian, upaya restorasi hutan mangrove akan mendapat dukungan dari masyarakat sekitar.

Daftar Pustaka

- Bengen, D.G. (2000). *Pedoman teknis pengenalan dan pengelolaan ekosistem mangrove*. Bogor: Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor.
- Febriyanto, O. (2020). Strategi pengembangan kawasan ekowisata mangrove Pantai Indah Kapuk sebagai daya tarik di DKI Jakarta. *Geomedia* 18(1): 32-42.
- Heriyanto, N.M., & Subiandono, E. (2016). Peran biomassa mangrove dalam menyimpan karbon di Kubu Raya, Kalimantan Barat. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*. Vol 13 (1).
- Hermawan A., & Setiawan H. (2018). Kearifan lokal masyarakat Pulau Tanakeke dalam mengelola ekosistem mangrove. *Info Teknis Ebomi* 15(1): 53 – 64.
- Hernowo, J.B., Priambodo, E., & Siregar, S. (2007). Inventarisasi keanekaragaman fauna di demosite kawasan mangrove Batu Ampar, Kalimantan Barat. *Laboratorium Ekologi Satwa Liar Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata dan Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Mangrove Indondesia*. Diunduh dari <https://repository.ipb.ac.id>, 2 Mei 2021.
- Jumaedi, S. (2016). Nilai manfaat hutan mangrove dan faktor-faktor penyebab konversi zona sabuk hijau (*greenbelt*) menjadi tambak di wilayah pesisir Kota Singkawang Kalimantan Barat. *Sosiohumaniora* 18 (3): 227 – 234.

- Karminarsih, E. (2007). Pemanfaatan ekosistem mangrove bagi minimasi dampak bencana di wilayah pesisir. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 13(3): 182-187.
- Kasim, F., Nursinar, S., Panigoro, C., Karim, Z., & Lamalango, A. (2017). Pemanfaatan dan persepsi masyarakat sekitar hutan mangrove terhadap kerusakan hutan mangrove di pesisir Kabupaten Gorontalo Utara, Kasus Kecamatan Tomilito. Prosiding Seminar Nasional KSP2K II, 1 (2): 33-44.
- Kathiresan, K. & Bingham, B.L. (2001). Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems. *Advances In Marine Biology* 40: 81-251.
- Kusmana, C., Istomo, Wibowo, C., Budi, R.S.W., Siregar I.Z., Tiryan, T., & Sukardjo, S. 2008. *The Rehabilitation Mangrove Forest and Coastal Area damaged by Tsunami in Aceh Project*. Jakarta: Korea International Cooperation Agency (KOICA).
- Lewis, R. R., & Brown, B. (2014). Ecological mangrove rehabilitation. A field manual for practitioners. www.mangroverestoration.com [diunduh pada 7 Februari 2021]
- Mahardhika, S.M., Saputra, S.W., & Ain, C. (2018). Valuasi ekonomi sumberdaya ikan dan ekowisata mangrove di Muara Angke, Jakarta. *Journal of Maquares* 7(4): 458-464.
- Mahmud & Wahyudi. (2014). Pemanfaatan vegetasi mangrove sebagai obat-obatan tradisional pada lima suku di Papua. *Biota* Vol. 19 (1): 1–8.
- Manikasari, G.P., & Mahayani, N.P.D. (2018). Peran hutan mangrove sebagai biofilter dalam pengendalian polutan Pb dan Cu di hutan mangrove Sungai Donan, Cilacap, Jawa Tengah. *Jurnal Nasional Teknologi Terapan* 2(2): 105 – 117.
- Nagelkerken, I., Blaber, S.J.M., Bouillon, S., Green, P., Haywood, M., Kirton, L.G., Meynecke, O., Pawlik, J., Penrose, H.M., Sasekuma, A., & Somerfield, P.J. (2008). The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review. *Aquatic Botany* 89: 155–185.
- Noor, R., Khazali, Y.M., & Suryadiputra, I.N.N. (1999). *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Bogor: PHKA/Wetland International - Indonesia Programme.

- Paramita, E.C., Kuntjoro, S, Ambarwati, R. (2015). Keanekaragaman dan kelimpahan jenis burung di Kawasan Mangrove Center Tuban. *LenteraBio* 4 (3): 161–167.
- Pariyono. (2006). Kajian potensi kawasan mangrove dalam kaitannya dengan pengelolaan wilayah pantai di Desa Panggung, Bulakbaru, Tanggulare, Kabupaten Jepara [Tesis]. Semarang: Program Pascasarjana Magister Manajemen Sumber Daya Pantai, Universitas Diponegoro Semarang.
- Pramudji. (2000a). Dampak perilaku manusia pada ekosistem hutan mangrove di Indonesia. *Jurnal Oseana* XXV (2): 13-20.
- Pramudji. (2000b). Hutan mangrove di Indonesia: Peranan, Permasalahan dan pengelolaannya. *Oseana* XXV (1): 13-20.
- Purwanti, R. (2016). Studi etnobotani pemanfaatan jenis-jenis mangrove sebagai tumbuhan obat di Sulawesi. *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 3(2), 340-348.
- Romimohtarto, K. dan Juwana, S. (1999). Biologi laut: Ilmu pengetahuan tentang biologi laut. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanografi-LIPI.
- Rupidara, A.N.D., Tisera, W.L., & Ledo, M.E.S. (2020). Studi etnobotani tumbuhan mangrove di Kupang. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(3): 875-884.
- Saprudin & Halidah. (2012). Potensi dan nilai manfaat jasa lingkungan hutan mangrove di Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 9 (3): 213-219.
- Salminah, M & Alviya, I. (2018). Efektivitas kebijakan pengelolaan mangrove untuk mendukung mitigasi perubahan iklim di Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan* 16 (1): 11-29
- Setyawan, A.D. & Winarno, K. (2006). Pemanfaatan langsung ekosistem mangrove di Jawa Tengah dan penggunaan lahan di sekitarnya; kerusakan dan upaya restorasinya. *Biodiversitas* 7(3): 282-291.
- Webber, M., Calumpong, H., Ferreira, B., Granek, E., Green, S., Ruwa, R., Soares, M. (2016). Mangroves. First Global integrated marine assessment. Chapter 48. United Nations, pp 1-18. http://www.un.org/depts/los/global_reporting/WOA_RPROC/Chapter_48.pdf. [diunduh pada tanggal 15 November 2021].

- Widiastuti, M.M.D, Ruata, N.N, & Arifin, T. (2016). Valuasi ekonomi ekosistem mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Merauke. *Jurnal Sosek KP* 11 (2): 147-159.
- Wolf, B.M. (2012). *Ecosystem of the mangroves*. Stevens Point: International Resource Management, University of Wisconsin-Stevens Point.
- Taofiqurohman, A. (2014). Pemodelan tinggi gelombang akibat keberadaan hutan mangrove di Desa Mayangan, Kabupaten Subang. *Jurnal Akuatika* V(1): 1-7.
- Utami, V.H., & Pamungkas, A. (2013). Identifikasi kawasan rentan terhadap abrasi di pesisir Kabupaten Tuban. *Jurnal Teknik Pomits* 2(2): 114-117.

4. Prinsip-Prinsip Restorasi Ekosistem Hutan Mangrove

Nurul Silva Lestari & Ari Wibowo

Upaya restorasi ekosistem mangrove memiliki tantangan tersendiri karena ekosistem ini memiliki karakteristik biofisik yang unik. Selain itu, aspek lain yang meliputi aspek sosial dan kelembagaan juga perlu diperhatikan untuk meningkatkan keberhasilan restorasi. Bab ini akan membahas prinsip-prinsip restorasi pada ekosistem hutan mangrove, yang terdiri atas kondisi ekologi historis, autekologi dan fenologi tumbuhan, pemilihan jenis, identifikasi modal sosial, serta kelembagaan restorasi.

4.1 Identifikasi Kondisi Ekologi Historis

Kondisi ekologi historis merupakan faktor penting yang perlu diketahui sebelum menentukan strategi dan teknik restorasi yang akan diaplikasikan pada ekosistem mangrove yang telah terdegradasi. Hasil identifikasi tersebut kemudian dibandingkan dengan kondisi ekosistem saat ini untuk merumuskan tujuan akhir ekosistem. Jika kondisi ekosistem yang terdegradasi masih dapat dipulihkan, maka upaya restorasi diarahkan untuk kembali menjadi ekosistem yang sama seperti kondisi ekologi historisnya. Namun apabila kondisi ekosistem saat ini sangat sulit atau tidak dapat dipulihkan, ekosistem hibrida dan ekosistem baru merupakan opsi lain yang dapat digunakan sebagai tujuan akhir upaya restorasi (Hulvey *et al.*, 2013; Hobbs *et al.*, 2014).

Berbagai pendekatan dapat digunakan untuk mengidentifikasi kondisi ekosistem hutan mangrove historis. Penggunaan data hasil pengamatan atau monitoring langsung di lapangan merupakan metode yang paling ideal. Namun demikian, informasi mengenai struktur dan fungsi ekosistem mangrove secara historis seringkali terbatas sehingga menjadi kendala dalam menyusun perencanaan restorasi ekosistem (Twilley *et al.*, 1999). Jika data historis tidak tersedia, kondisi ekosistem historis dapat merujuk pada ekosistem mangrove yang belum terganggu, yang berada di sekitar areal yang

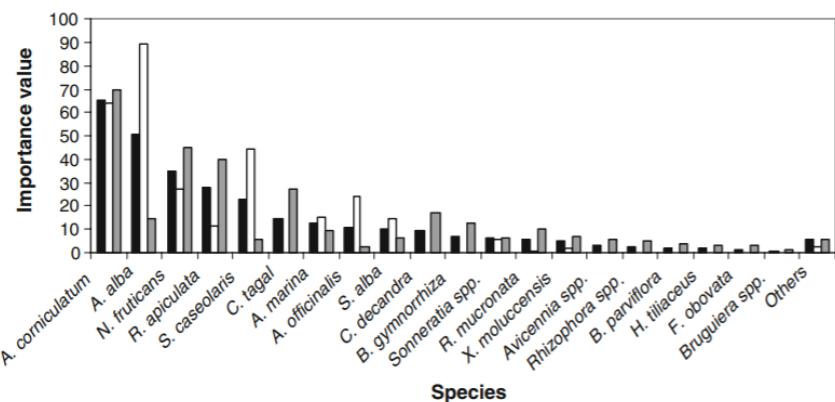
terdegradasi. Pendekatan lain yang dapat digunakan adalah menggunakan informasi karakteristik mangrove yang diperoleh dari publikasi atau literatur sebagai acuan dalam penentuan tujuan dan strategi restorasi.

Restorasi dari aspek ekologi sangat terkait dengan frekuensi dan sejarah gangguan yang terjadi dalam suatu ekosistem. Gangguan tersebut berpengaruh terhadap pembentukan potongan-potongan area pada skala spasial dan temporal dengan berbagai level suksesi. Level suksesi tersebut dipengaruhi oleh karakteristik spesies dan komposisi yang membentuk ekosistem mangrove. Identifikasi tingkat degradasi ekosistem umumnya jarang memperhatikan pola spasial dan lebih menekankan pada tingkat gangguan. Hal ini perlu diperbaiki mengingat gangguan yang terjadi umumnya bervariasi, mulai dari penebangan beberapa individu pohon hingga pembukaan lahan mangrove dalam skala besar (Twilley *et al.*, 1999). Upaya mempertimbangkan pola spasial dalam mengidentifikasi gangguan ekosistem mangrove dapat memperkuat perencanaan restorasi agar berjalan secara efektif dan efisien.

Kesuksesan restorasi mangrove sangat ditentukan oleh kondisi hidrologi (Lewis *et al.*, 2005). Perubahan kondisi hidrologi dapat menyebabkan perubahan tekstur tanah dan tingkat salinitas, yang berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetasi (Ball 2002). Pada ekosistem mangrove yang terganggu, tekstur tanahnya menjadi liat dan berpasir. Sementara rata-rata salinitas pada hutan mangrove adalah 17 ppt, lebih rendah dibandingkan salinitas pada mangrove yang telah dikonversi menjadi tambak sebesar 20 ppt (Djamaludin *et al.*, 2019; Arifanti *et al.*, 2019). Kondisi hidrologi normal pada ekosistem mangrove dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu tinggi permukaan tanah dan sirkulasi pasang surut air, dimana tinggi genangan air harus dijaga agar sedekat mungkin dengan level genangan air pada ekosistem mangrove yang masih dalam kondisi baik. Hal tersebut dapat dicapai dengan membuat saluran-saluran pasang surut air dan memblok saluran-saluran buatan yang telah ada (Djamaludin *et al.*, 2019).

Komposisi dan struktur vegetasi hutan mangrove sebelum terjadi degradasi juga perlu diidentifikasi untuk digunakan sebagai salah satu pertimbangan dalam menentukan tujuan restorasi ekosistem. Kerapatan individu yang tinggi merupakan salah satu indikasi suatu ekosistem masih dalam kondisi baik. Kondisi tersebut beragam pada setiap lokasi. Hasil penelitian di hutan mangrove di Jawa Timur menyebutkan bahwa vegetasi

yang membentuk hutan mangrove meliputi *Avicennia* spp., *Rhizophora* spp., dan *Sonneratia alba*. Kerapatan vegetasi tingkat pancang mencapai 533 – 1.674 individu/ha, tingkat tiang 833 – 1.300 individu/ha, dan kerapatan tingkat pohon 17 – 142 individu/ha (Isroni *et al.*, 2019). Pada hutan mangrove di Delta Mahakam Kalimantan Timur, jenis vegetasi yang ditemukan meliputi *Avicennia* sp., *Bruguiera* sp., dan *Rhizophora* sp. Rata-rata kerapatan vegetasi pada hutan mangrove di lokasi tersebut mencapai 4.283 individu/ha, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kerapatan vegetasi pada mangrove terdegradasi sebesar 1.316 individu/ha (Arifanti *et al.*, 2019). Indeks Nilai Penting juga dapat dijadikan sebagai salah satu variabel dalam identifikasi komposisi jenis. Pada ekosistem mangrove terdegradasi di Segara Anakan, jumlah jenis vegetasi yang ditemukan masih cukup banyak dengan Indeks Nilai Penting tertinggi pada jenis *A. corniculatum* dan *A. alba* (Hinrichs *et al.*, 2008).



Sumber: (Hinrichs *et al.*, 2008)

Gambar 3 Indeks nilai penting vegetasi mangrove di Segara Anakan

4.2 Autekologi dan Fenologi Tumbuhan

Autoekologi dan fenologi tumbuhan mulai menjadi perhatian dalam kegiatan restorasi sejak beberapa tahun terakhir karena berkaitan dengan kondisi iklim dan perubahan biologis vegetasi. Secara umum, fenologi tumbuhan dapat diidentifikasi melalui dua metode, yaitu secara konvensional dengan mencatat perubahan biologis yang terjadi yang meliputi saat berbunga, berbuah, serta bertunas (Pastor-Guzman, 2018). Selain itu, kajian fenologi

untuk mengetahui dinamika vegetasi dalam skala lanskap yang lebih luas dapat dilakukan dengan menggunakan nilai indeks vegetasi dari penginderaan jauh atau dikenal dengan *land surface phenology* (Hanes *et al.*, 2014). Metode ini cukup potensial untuk digunakan karena dapat mendeteksi hubungan antara pertumbuhan vegetasi dengan periode pasang surut dan tingkat kedalaman air (Songsom *et al.*, 2021). Namun demikian, kajian tersebut masih jarang dilakukan di Indonesia.

Fenologi pada ekosistem mangrove sangat dipengaruhi oleh tingkat curah hujan, tinggi permukaan air, serta musim. Studi fenologi mangrove di Thailand menunjukkan bahwa daun mangrove mulai mengalami pertumbuhan pada bulan September, setelah curah hujan tinggi. Setelah tumbuh daun baru, daun mangrove terus berkembang hingga bulan Desember – Januari. Kondisi pada bulan kering tersebut optimal dalam mendukung fase reproduksi termasuk penyerbukan, musim berbunga dan musim awal berbuah. Musim buah yang lebih banyak terjadi pada bulan-bulan basah sekitar bulan Mei dan Juni. Secara umum, aktivitas pertumbuhan vegetasi mangrove banyak terjadi pada musim kering, saat sinar matahari banyak tersedia untuk fotosintesis (Songsom *et al.*, 2021). Sementara itu, studi di Malaysia menyebutkan bahwa musim berbunga *Rhizophora mucronata* terjadi pada musim kering dengan curah hujan yang lebih rendah (Akmar *et al.*, 2012).

Masing-masing jenis vegetasi mangrove memiliki pola reproduksi yang berbeda-beda. Pada jenis *Bruguiera sexangula* musim berbunga dapat terjadi sepanjang tahun. Propagul tua banyak ditemukan pada saat musim hujan, sementara propagul muda dapat dijumpai hampir sepanjang tahun (Kamruzzaman *et al.*, 2019). Sementara pada genus *Xylocarpus*, pengguguran daun umumnya dapat terus-menerus terjadi saat musim curah hujan tinggi, sementara pada musim kering pengguguran hanya terjadi sesekali. Musim berbunga terjadi saat bulan-bulan basah pada saat curah hujan tinggi (Robertson *et al.*, 2020). Pada penelitian lain yang melakukan pengamatan terhadap 47 spesies mangrove yang berkaitan dengan curah hujan dan temperatur, diketahui bahwa 72% dari individu yang diamati memiliki kecenderungan untuk menjatuhkan propagul pada saat musim basah. Namun pada daerah tropis di sekitar garis khatulistiwa, propagul jatuh dari pohon induk sepanjang tahun tanpa musim raya pada bulan tertentu (van der

Stocken *et al.*, 2017). Sementara itu, pada kajian fenologi jenis *Sonneratia alba* di Sumatera Selatan disebutkan bahwa periode awal berbunga terjadi pada bulan Juli selama 7 hari. Setelah itu muncul pucuk bunga pada bulan Juli-September. Bunga mulai bermekaran pada bulan September, diikuti kemunculan buah dari bulan September sampai Oktober (Sarno *et al.*, 2017).

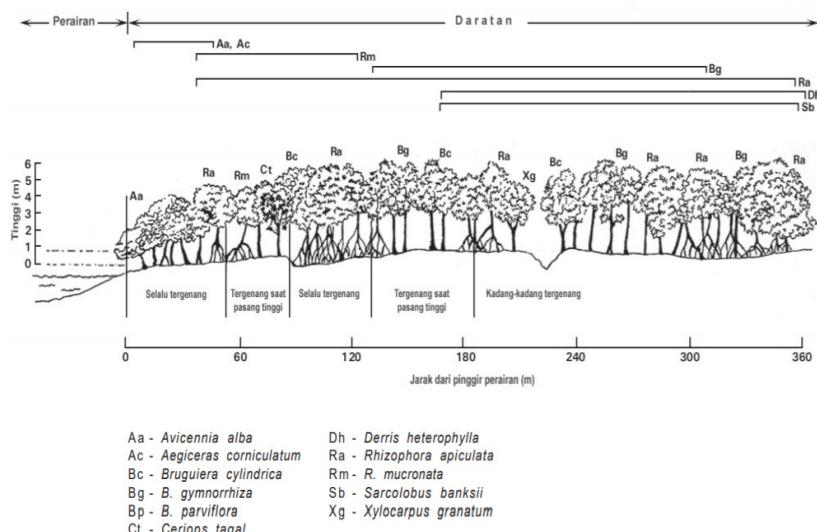
Ekosistem mangrove memiliki karakteristik penyebaran anakan alami yang khas. Propagul mangrove umumnya dapat terdistribusi jauh dari pohon induk karena dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Oleh sebab itu, pengetahuan mengenai mekanisme dan pola penyebaran sangat diperlukan. Namun demikian, informasi yang tersedia masih sangat terbatas. Untuk mengetahui pola sebaran mangrove, perlu dilakukan kajian genetik dan pemodelan. Data mengenai karakteristik khusus juga diperlukan, seperti ukuran propagul, kerapatan individu, kemampuan propagul untuk mengapung, morfologi, kemampuan bertahan hidup, serta proses pertumbuhan. Pada saat pasang tinggi, propagul cenderung untuk berpindah jauh dari pohon induk. Perubahan pola hujan dan temperatur dapat menyebabkan perubahan waktu jatuhnya propagul dari pohon induk yang juga dapat berdampak pada perubahan pola distribusi vegetasi mangrove (van der Stocken *et al.*, 2017).

4.3 Pemilihan Jenis

Pemilihan jenis mangrove yang akan digunakan dalam kegiatan restorasi sangat penting karena sangat berpengaruh terhadap kemampuan bertahan hidup pada areal yang sudah terdegradasi (Nguyen *et al.*, 2017). Salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan adalah kesesuaian zonasi spesies mangrove. Jenis yang dipilih idealnya merupakan jenis yang secara alami pernah tumbuh atau saat ini tumbuh di sekitar lokasi restorasi (ekosistem referensi). Spesies yang umum digunakan dalam restorasi mangrove meliputi genus *Rhizophora*, *Heritiera*, *Lumnitzera*, *Ceriops*, *Bruguiera*, dan *Xylocarpus*. Selain zonasi, faktor penting yang perlu diperhatikan dalam pemilihan jenis adalah kondisi areal yang akan direstorasi meliputi tekstur tanah, salinitas, dan lama tergenangnya air (Setyawan *et al.*, 2004).

Zonasi spesies mangrove juga berkaitan erat dengan tingkat salinitas air. Beberapa jenis tumbuhan mangrove tahan terhadap tingkat salinitas yang tinggi, seperti jenis-jenis dari genus *Avicennia* dan *Sonneratia*. Jenis-jenis

Rhizophora dapat tumbuh dengan baik pada tingkat salinitas menengah. Sementara itu, jenis-jenis *Bruguiera* umumnya dapat tumbuh dengan baik pada kondisi salinitas yang tidak terlalu tinggi. Pada areal mangrove yang tetap tergenang pada saat pasang rendah, jenis yang ditemukan umumnya adalah *Avicennia alba* dan *Sonneratia alba*. Pada areal yang tergenang saat pasang sedang, jenis yang umumnya ditemukan adalah *Rhizophora* spp. Sementara pada areal yang hanya tergenang saat pasang tinggi atau sangat tinggi, jenis yang umum ditemukan adalah *Bruguiera* spp., *Xylocarpus granatum*, dan *Lumnitzera littorea* (Noor, et al., 1999)



Sumber: Noor et al., (1999)

Gambar 4 Zonasi tumbuhan mangrove

Kondisi kesuburan tanah juga menjadi salah satu pertimbangan dalam pemilihan jenis untuk restorasi. Pada areal restorasi dengan kandungan hara yang rendah, jenis yang sesuai untuk digunakan adalah *Avicennia* spp. Jenis tersebut diketahui dapat meningkatkan kandungan Nitrogen dalam tanah yang sangat berperan dalam pertumbuhan tanaman (Lewaru & Khan, 2012). Dekomposisi yang dihasilkan dari daun mangrove yang jatuh juga dapat meningkatkan kesuburan tanah, sehingga pemilihan jenis yang tepat dan tumbuh baik pada areal yang telah terdegradasi dapat berkontribusi dalam mengembalikan tingkat kesuburan tanah mangrove.

Parameter lain juga perlu diperhatikan dalam menentukan jenis yang tepat untuk ditanam pada areal restorasi. Identifikasi awal perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat salinitas, pH perairan, jenis substrat, pH substrat serta frekuensi penggenangan air. Penelitian yang dilakukan oleh Kusmana & Chaniago (2017) mengidentifikasi berbagai parameter tersebut untuk menentukan jenis yang sesuai untuk digunakan dalam kegiatan penanaman (Tabel 3).

Tabel 3 Pemilihan jenis berdasarkan kondisi areal restorasi

Parameter	Areal bervegetasi jarang	Areal didominasi nipah
Salinitas (ppt)	28-33 ppt	28-33 ppt
pH perairan	6,5-8	6,5-8
Substrat	Pasir berlempung	Lempung berpasir
pH substrat	7	7,20
Frekuensi penggenangan	5-20 hari/bulan	20-25 hari/bulan
Jenis yang sesuai	<i>Avicennia</i> spp. <i>Bruguiera gymnorhiza</i> <i>Bruguiera parviflora</i> <i>Heritiera littoralis</i> <i>Rhizophora apiculata</i> <i>Rhizophora mucronata</i> <i>Sonneratia alba</i> <i>Sonneratia caseolaris</i> <i>Xylocarpus granatum</i>	<i>Avicennia</i> spp. <i>Bruguiera parviflora</i> <i>Rhizophora apiculata</i> <i>Rhizophora mucronata</i> <i>Sonneratia alba</i>

Sumber: Kusmana & Chaniago (2017)

Untuk restorasi pada areal dengan vegetasi jarang seperti bekas tambak, salah satu jenis yang direkomendasikan adalah *Rhizophora mucronata*. Hasil monitoring setelah 1 tahun penanaman di areal bekas tambak menunjukkan bahwa jenis tersebut memiliki tingkat kemampuan bertahan hidup sebesar 96%, terutama pada lokasi yang letaknya agak jauh dari batas perairan. Hasil ini juga menunjukkan bahwa penempatan lokasi penanaman yang tepat dapat meningkatkan keberhasilan pertumbuhan vegetasi yang ditanam (Basyuni *et al.*, 2018)

4.4 Identifikasi Modal Sosial

Selain aspek teknis, aspek sosial juga merupakan faktor penentu keberhasilan restorasi ekosistem hutan mangrove. Identifikasi modal sosial sebelum kegiatan restorasi dimulai sangat penting untuk mengetahui potensi yang ada, dan menentukan intervensi yang tepat untuk meningkatkan peluang keberhasilan restorasi. Salah satu penyebab utama kerusakan ekosistem mangrove adalah aktivitas manusia, seperti pembukaan lahan untuk tambak, perkebunan, permukiman, dan penebangan liar. Oleh sebab itu, partisipasi masyarakat lokal sangat diperlukan untuk meningkatkan kesadaran tentang pemanfaatan hutan mangrove secara berkelanjutan. Selain itu, masyarakat lokal juga memiliki tingkat ketergantungan yang tinggi terhadap keberadaan hutan mangrove serta memiliki pengetahuan tradisional yang dapat digunakan untuk mendukung kegiatan restorasi (Eddy *et al.*, 2019).

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

Tidak hanya bersifat individu dan kelompok, modal sosial juga terdiri atas berbagai skala, baik mikro maupun makro. Fokus modal sosial tidak hanya bersifat horizontal antar anggota kelompok, hubungan dalam modal sosial juga bisa bersifat vertikal antar kelompok atau antar individu yang berada dalam kelompok. Hubungan tersebut membentuk jaringan kerja dan kesepahaman yang sama. Dengan terbentuknya jaringan kerja sama yang

melibatkan seluruh kelompok yang ada, kolaborasi yang menggabungkan kekuatan-kekuatan yang dimiliki masing-masing pihak akan terbangun (McDougall & Banjade, 2015).

Roslinda *et al.* (2017) menyebutkan bahwa jaringan kerja sama dapat dibentuk secara formal dan informal. Untuk kerja sama antar individu dan kelompok pengelola lahan, pembentukannya biasanya dilakukan secara informal sedangkan kerja sama dengan lembaga luar bisa bersifat lebih formal. Tinggi atau rendahnya level modal sosial dapat dilihat dari seberapa besar peran organisasi atau jaringan kerja sama dalam peningkatan mata pencaharian dan mobilisasi aset. Modal sosial dapat menjadi dasar dalam penyusunan kebijakan, namun yang tidak kalah penting, kebijakan yang mendorong penguatan modal sosial di masyarakat juga perlu dikembangkan dan diimplementasikan secara luas. Modal sosial yang dibentuk dengan baik dapat memfasilitasi implementasi rencana aksi restorasi ekosistem hutan, melalui peningkatan koordinasi dan kerja sama yang menguntungkan bagi semua pihak. Selain itu, modal sosial juga dapat meningkatkan kemampuan masyarakat dalam mengatasi masalah yang mungkin timbul selama proses implementasi restorasi hutan secara kolektif.

4.5 Kelembagaan Restorasi

Berbagai regulasi dan panduan mengenai perlindungan dan restorasi ekosistem hutan mangrove sudah dikeluarkan oleh pemerintah dan lembaga lainnya. Salah satunya adalah penambahan restorasi mangrove ke dalam Badan Restorasi Gambut (BRG) sehingga menjadi Badan Restorasi Gambut dan Mangrove (BRGM). Namun demikian, tujuan restorasi yang telah ditetapkan tidak dapat tercapai tanpa kapasitas kelembagaan yang memadai. Seringkali regulasi pada level nasional tidak dapat dilaksanakan pada level tapak sehingga diperlukan beberapa penyesuaian. Kelembagaan yang terbentuk berpengaruh dalam penentuan praktik-praktik restorasi yang sesuai dengan tujuan serta bagaimana praktik tersebut diadopsi dalam konteks lokal (Uda, *et al.*, 2018).

Kelembagaan restorasi dibentuk atas dasar kepentingan *stakeholders* yang beragam. Kelembagaan dalam restorasi juga menyangkut beberapa level mulai dari level pusat hingga lokal. *Stakeholders* yang terlibat dapat berinteraksi melalui beberapa bentuk kelembagaan, baik yang bersifat umum maupun

kelembagaan yang bersifat spesifik pada lokasi tertentu. Kelembagaan yang bersifat spesifik ini dibangun berdasarkan karakteristik biofisik lokasi restorasi, tipe tata kelola yang digunakan, serta nilai-nilai khas lainnya. Kelembagaan restorasi ekosistem hutan dapat mengacu pada pola penggunaan lahan secara tradisional, sistem *tenure*, sistem produksi serta ritual-ritual yang telah ada sebelumnya. Praktik-praktik pengelolaan lahan secara lokal dan kolaborasi dalam penggunaan ruang juga perlu dipertimbangkan dalam pembentukan kelembagaan (van Oosten, 2013).

Kelembagaan lokal dianggap mampu berkontribusi dalam pengelolaan dan konservasi hutan. Dalam kelembagaan ini, sistem pengelolaan hutan ditetapkan berdasarkan masing-masing fungsi dan tipe hutan sesuai dengan pemanfaatan tradisional yang biasa dilakukan. Untuk mengikuti perkembangan zaman dan teknologi, kelembagaan lokal harus mampu beradaptasi dengan berbagai perubahan yang mungkin terjadi. Kecenderungan modernisasi yang terjadi pada semua aspek kehidupan mendorong pentingnya sistem kelembagaan lokal menjadi lebih inklusif, terutama pada lembaga lokal di mana peran tokoh masyarakat sangat penting. Namun demikian, proses adaptasi lembaga lokal tersebut harus diiringi dengan kehati-hatian agar pengetahuan lokal yang dimiliki masyarakat tidak hilang (Tiwari *et al.*, 2013).

Model kelembagaan lain yang dapat dikembangkan dalam pengelolaan hutan, termasuk restorasi ekosistem mangrove adalah kelembagaan yang bersifat kolaboratif atau *co-management*. Prasyarat kondisi yang diperlukan dalam membangun kelembagaan yang bersifat kolaboratif adalah adanya kesetaraan dalam pengambilan keputusan oleh *stakeholder* yang relevan. Manajemen kolaboratif juga harus menganut asas keterbukaan dan transparansi, serta memberi pengakuan terhadap hak-hak masyarakat dalam restorasi. Sistem kelembagaan yang bersifat kolabratif ini juga dapat mengurangi potensi tumpang tindih dalam pemanfaatan lahan (Rudianto, 2014). Kelembagaan yang bersifat kolaboratif dalam program restorasi juga mampu meningkatkan kepercayaan dan hubungan kerja sama antar *stakeholders*. Pendekatan kolaboratif ini dapat dibangun mulai dari kesepakatan dalam penentuan kondisi historis yang dijadikan sebagai referensi dalam penentuan tujuan pemulihan ekosistem, jenis intervensi manajemen yang digunakan, serta bagaimana menjaga keseimbangan antara tujuan restorasi yang diharapkan dengan kondisi penggunaan lahan yang terjadi saat ini (Walpole *et al.* 2017).

Daftar Pustaka

- Akmar, Z. N., & Wan Juliana, W. A. (2012). Reproductive phenology of two *Rhizophora* species in Sungai Pulai Forest Reserve, Johor, Malaysia. *Malaysian Applied Biology Journal*, 41(1), 11-21.
- Arifanti, V. B., Kauffman, J. B., Hadriyanto, D., Murdiyarso, D., & Diana, R. (2019). Carbon dynamics and land use carbon footprints in mangrove-converted aquaculture: The case of the Mahakam Delta, Indonesia. *Forest ecology and management*, 432, 17-29.
- Ball, M. C. (2002). Interactive effects of salinity and irradiance on growth: implications for mangrove forest structure along salinity gradients. *Trees*, 16(2), 126-139.
- Basyuni, M., Telaumbanua, T. F. C., Wati, R., Sulistyono, N., & Putri, L. A. P. (2018). Evaluation of *Rhizophora mucronata* growth at first-year mangrove restoration at abandoned ponds, Langkat, North Sumatera. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 126, No. 1, p. 012118). IOP Publishing.
- Djamaluddin, R., Brown, B., & LEWIS III, R. R. (2019). The practice of hydrological restoration to rehabilitate abandoned shrimp ponds in Bunaken National Park, North Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(1), 160-170.
- Eddy, S., Iskandar, I. I., Ridho, M. R., & Mulyana, A. (2019). Restorasi hutan mangrove terdegradasi berbasis masyarakat lokal. *Indobiosains*, 1(1).
- Hanes, J. M., Liang, L., & Morisette, J. T. (2014). Land surface phenology. In *Biophysical applications of satellite remote sensing* (pp. 99-125). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Hinrichs, S., Nordhaus, I., & Geist, S. J. (2009). Status, diversity and distribution patterns of mangrove vegetation in the Segara Anakan lagoon, Java, Indonesia. *Regional Environmental Change*, 9(4), 275-289.
- Hobbs, R. J., Higgs, E., Hall, C. M., Bridgewater, P., Chapin, F. S., Ellis, E. C., Ewel, J.J., Hallet, L. M., Harris, J., Hulvey, K. B., & Jackson, S. T. (2014). Managing the whole landscape: historical, hybrid, and novel ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12(10), 557-564

- Hulvey, K. B., Standish, R. J., Hallett, L. M., Starzomski, B. M., Murphy, S. D., Nelson, C. R., Gardener, M. R., Kennedy, P. L., Seastedt, T. R., & Suding, K. N. (2013). Incorporating novel ecosystems into management frameworks. *Novel ecosystems: intervening in the new ecological world order*, 157-171. John Wiley & Sons. Oxford
- IsroniI, W., Islamy, R. A., Musa, M., & Wijanarko, P. (2019). Species composition and density of mangrove forest in Kedawang Village, Pasuruan, East Java, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(6).
- Kamruzzaman, M., Paul, S. K., Ahmed, S., Azad, M. S., & Osawa, A. (2019). Phenology and litterfall production of *Bruguiera sexangula* (Lour.) Poir. in the Sundarbans mangrove forests, Bangladesh. *Forest Science and Technology*, 15(3), 165-172.
- Kusmana, C., & Chaniago, Z. A. (2017). Kesesuaian lahan jenis pohon mangrove di Bulaksetra, Pangandaran Jawa Barat (*Land Suitability Mangrove Trees Species in Bulaksetra, Pangandaran West Java*). *Jurnal Silvikultur Tropika*, 8(1), 48-54.
- Lee, Y., Rianti, I. P., & Park, M. S. (2017). Measuring social capital in Indonesian community forest management. *Forest science and technology*, 13(3), 133-141.
- Lewaru, M. W., & Khan, A. M. (2012). Struktur komunitas vegetasi mangrove berdasarkan karakteristik substrat di muara harmin Desa Cangkring Kecamatan Cantigi Kabupaten Indramayu. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 3(3).
- Lewis III, R. R. (2005). Ecological engineering for successful management and restoration of mangrove forests. *Ecological engineering*, 24(4), 403-418.
- McDougall, C., & Banjade, M. R. (2015). Social capital, conflict, and adaptive collaborative governance: exploring the dialectic. *Ecology and Society*, 20(1).
- Nguyen, T. P., Luom, T. T., & Parnell, K. E. (2017). Mangrove transplantation in Brebes Regency, Indonesia: lessons and recommendations. *Ocean & Coastal Management*, 149, 12-21.
- Noor, R. Y., M. Khazali, dan Suryadiputra, I.N.N. (1999). *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. PHKA/WI-IP, Bogor.

- Pastor-Guzman, J., Dash, J., & Atkinson, P. M. (2018). Remote sensing of mangrove forest phenology and its environmental drivers. *Remote sensing of environment*, 205, 71-84.
- Robertson, A. I., Dixon, P., & Zagorskis, I. (2020). Phenology and litter production in the mangrove genus *Xylocarpus* along rainfall and temperature gradients in tropical Australia. *Marine and Freshwater Research*, 72(4), 551-562.
- Roslinda, E., Ekyastuti, W., & Kartikawati, S. M. (2017). Social capital of community forest management on Nusapati Village, Mempawah District, West Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 18(2), 548-554.
- Rudianto, R. (2014). Analisis Restorasi Ekosistem Wilayah Pesisir Terpadu Berbasis Co-Management: Studi Kasus di Kecamatan Ujung Pangkah dan Kecamatan Bungah, Kabupaten Gresik. *Research Journal of Life Science*, 1(1), 54-67.
- Sarno, S., Suwignyo, R. A., Dahlan, Z., Munandar, M., Ridho, M. R., Aminasih, N., ... & Wildayana, E. (2017). The phenology of *Sonneratia alba* J. Smith in Berbak and Sembilang National Park, South Sumatera, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 18(3), 909-915.
- Songsom, V., Koedsin, W., Ritchie, R. J., & Huete, A. (2021). Mangrove Phenology and Water Influences Measured with Digital Repeat Photography. *Remote Sensing*, 13(2), 307.
- Setyawan, A. D., Winarno, K., & Purnama, P. C. (2003). Ekosistem Mangrove di Jawa: 2. Restorasi. *Biodiversitas*, 5(2), 105-118.
- Tiwari, B. K., Tynsong, H., Lynrah, M. M., Lapasam, E., Deb, S., & Sharma, D. (2013). Institutional arrangement and typology of community forests of Meghalaya, Mizoram and Nagaland of North-East India. *Journal of Forestry Research*, 24(1), 179-186.
- Twilley, R. R., Rivera-Monroy, V. H., Chen, R., & Botero, L. (1999). Adapting an ecological mangrove model to simulate trajectories in restoration ecology. *Marine Pollution Bulletin*, 37(8-12), 404-419.
- Uda, S. K., Schouten, G., & Hein, L. (2020). The institutional fit of peatland governance in Indonesia. *Land Use Policy*, 99, 103300.

- van der Stocken, T., Lopez-Portillo, J., & Koedam, N. (2017). Seasonal release of propagules in mangroves—Assessment of current data. *Aquatic Botany*, 138, 92-99.
- van Oosten, C. (2013). Forest landscape restoration: Who decides? A governance approach to forest landscape restoration. *Nat. Conserv*, 1, 119-126.
- Walpole, E., Toman, E., Wilson, R., & Stidham, M. (2017). Shared visions, future challenges: a case study of three Collaborative Forest Landscape Restoration Program locations. *Ecology and Society*, 22(2).

5. Restorasi Ekosistem Hutan Mangrove pada Hutan Lindung sebagai Penyangga Konsesi HTI

Dolly Priatna, Domi Suryadi, Yanto Rochmayanto & Irfan Afandi

Hutan mangrove menyediakan banyak manfaat penting sebagai fungsi ekonomis dan fungsi ekologis. Fungsi ekonomis dapat menghasilkan kayu dan hasil hutan non kayu (makanan, obat-obatan dan lainnya) serta sebagai tempat pariwisata, penelitian dan pendidikan. Fungsi ekologis memberikan layanan sebagai sebuah ekosistem hutan mangrove. Ekosistem ini membantu mencegah terjadinya erosi dan menstabilkan garis pantai, serta memberikan perlindungan wilayah pesisir, yang bisa saja berupa aset-aset penting negara seperti pemukiman, infrastuktur, perkebunan, dan lain sebagainya.

Selain itu, ekosistem mangrove merupakan penyangga wilayah di atasnya dari rembesan air laut (intrusi), mengolah bahan limbah yang mengandung senyawa logam berat, mencegah terjadinya keasaman tanah, sebagai penghasil oksigen dan menyerap karbondioksida, serta sebagai penghasil bahan detritus yang menjadi sumber makanan penting bagi plankton. Ekosistem yang dikenal sebagai hutan bakau ini juga menjadi tempat memijah dan berkembang biaknya berbagai macam ikan, kerang, kepiting dan udang, serta merupakan tempat berlindung dan bersarang serta berkembangbiaknya burung dan satwa lain. Tidak kalah penting, ekosistem mangrove juga menjadi sumber plasma nutfah dan sumber genetika, serta merupakan habitat alami bagi organisme laut lainnya dari keluarga molusca atau krustasea.

5.1 Ekosistem Hutan Mangrove sebagai Situs Restorasi pada Areal Penyangga Konsesi APP Sinar Mas

Pemulihan hutan mangrove harus dilakukan karena beberapa alasan. Pertama, pemulihan mangrove untuk kepentingan ekologis dan nilai-nilai lingkungan hutan mangrove yang telah lama terabaikan. Kedua, pemulihan mangrove penting karena adanya subsistensi ketergantungan pada sumber daya alam hutan mangrove yang tinggi. Ketiga, pentingnya pemulihan

mangrove karena adanya kerusakan hutan mangrove skala besar yang terjadi di seluruh dunia, yang memicu erosi pesisir, penurunan sumber daya perikanan dan konsekuensi lingkungan lainnya (Wardhani, 2011).

Untuk menjalankan strategi pemulihan ekosistem mangrove, selain dilakukan upaya rehabilitasi dan restorasi ekosistem hutan mangrove, juga diperlukan dukungan peraturan pemerintah. Peraturan tersebut khususnya terkait dengan pengelolaan hutan mangrove yang memberikan tanggung jawab pengelolaan pada semua pihak termasuk adanya partisipasi masyarakat dan kolaborasi sektor swasta.

Sejak tahun 2020, isu restorasi hutan mangrove semakin mengemuka setelah Badan Restorasi Gambut (BRG), yakni lembaga pemerintah non struktural yang berada di bawah dan bertanggung jawab kepada presiden, berubah nama menjadi Badan Restorasi Gambut dan Mangrove (BRGM). BRGM bertugas memfasilitasi percepatan pelaksanaan restorasi gambut dan peningkatan kesejahteraan masyarakat pada areal restorasi gambut serta melaksanakan percepatan rehabilitasi mangrove di provinsi target. BRGM diberikan mandat untuk melakukan restorasi mangrove di sembilan provinsi prioritas, yaitu: Sumatera Utara, Riau, Kepulauan Riau, Bangka Belitung, Kalimantan Barat, Kalimantan Utara, Kalimantan Timur, Papua dan Papua Barat. Sasaran restorasi mangrove berada di dalam maupun di luar kawasan hutan, sehingga BRGM perlu berkolaborasi dengan pemerintah daerah dan masyarakat setempat dalam melakukan restorasi.

Kegiatan pemulihan ekosistem mangrove di kawasan hutan lindung yang menjadi penyangga bagi konsensi Hutan Tanaman Industri (HTI) pemasok kayu APP Sinar Mas menjadi bagian yang amat penting untuk mendukung program pemerintah dalam kegiatan rehabilitasi kawasan lindung yang ada, sehingga fungsi dan karakteristik ekosistemnya dapat terpulihkan serta tetap terjaga. Situs restorasi di areal yang menjadi penyangga konsesi pemasok kayu APP Sinar Mas merupakan areal-areal yang terdegradasi, lokasinya berada pada kawasan Hutan Lindung Sungai Lumpur-Air Sugihan yang berbatasan langsung dengan IUPHHK-HTI PT. Bumi Andalas Permai (PT. BAP), PT Sebangun Bumi Andalas (PT. SBA) dan PT. Bumi Mekar Hijau (PT. BMH). Lokasi tersebut memiliki formasi hutan pantai dan hutan mangrove. Kondisi

areal penyangga ini sebagian besar memiliki tutupan lahan semak belukar, dimana secara historis tutupan lahannya telah mengalami beberapa kali kebakaran hutan, yaitu tahun 1997 hingga tahun 2015.

Restorasi hutan mangrove di PT. BAP yang ditargetkan adalah seluas ±230,91 ha berdasarkan dokumen perjanjian kerjasama antara Unit Pelaksana Teknis Dinas (UPTD) Kesatuan Pengelolaan Hutan Wilayah IV Sungai Lumpur-Riding dengan PT. Bumi Andalas Permai pada periode tahun 2021 hingga 2026. Lokasi pelaksanaan restorasi hutan mangrove tersebut berdekatan dengan Distrik Bagan Rame PT. BAP. Jenis mangrove yang ditanam adalah jenis bakau (*Rhizophora apiculata*) yang berasal dari propagul. Pemilihan jenis tanaman bakau tersebut ditentukan berdasarkan kesesuaian dengan jenis tanah dan habitat setempat. Penanaman mangrove dilakukan pada jarak tanam 3x4 meter atau sebanyak 833 batang/ha. Total bibit bakau yang diperlukan ditambah 10% untuk penyulaman sebanyak 211.668 batang.

Penentuan lokasi dimulai dari survei awal melalui analisis spasial dengan melihat hasil foto citra satelit dan pengecekan langsung ke lapangan untuk memastikan lokasi yang terdegradasi atau terbuka. Berdasarkan hasil survei terdapat 4 lokasi yang akan direncanakan dengan luasan 77,6 ha untuk kegiatan tahun 2022, kemudian 79,93 ha untuk kegiatan tahun 2023, dan 73,38 ha untuk kegiatan tahun 2024. Tahun 2021 hingga pertengahan tahun 2022 akan difokuskan terlebih dahulu dalam pembuatan persemaian bibit anakan alam. Hal tersebut dilakukan untuk mendukung penyediaan stok bibit dalam kegiatan tanam restorasi yang akan dimulai tahun 2022 sampai 2024. Setelah kegiatan restorasi selesai selanjutnya hingga tahun 2026 akan terus dilakukan perawatan dan monitoring evaluasi tingkat keberhasilan hidup tanaman (PT. Bumi Andalas Permai, 2021).

Situs restorasi areal penyangga lainnya terdapat di perbatasan Kawasan Hutan Lindung Sungai Lumpur-Mesuji dengan IUPHHK-HTI PT. SBA Wood Industries (PT. SBA-WI) yang berada di dekat Distrik Teluk Pulai. Areal yang ditetapkan sebagai lokasi restorasi adalah lokasi yang terdegradasi atau yang memiliki tutupan lahan semak belukar dan lahan terbuka. Kegiatan restorasi yang telah dimulai sejak tahun 2011 ini merupakan kolaborasi dengan Pemerintah Kabupaten Ogan Komering Ilir. Target restorasi hutan lindung di PT. SBA- WI sekitar 666,5 Ha. Lokasi tersebut terdiri atas jenis mangrove

bakau seluas 200,9 Ha, dengan jumlah bibit sebanyak 167.348 batang dan jarak tanam 3x4 m. Selain itu ditanam juga jenis-jenis non-mangrove seluas 465,6 ha dengan jumlah bibit sebanyak 232.800 batang pada jarak tanam 4x5 m di areal yang terdegradasi atau memiliki tutupan lahan semak belukar dan lahan terbuka (SBA-WI, 2015).



Foto: Forest Sustainability Departemen, PT. SBA-WI (2011)

Gambar 5 Persemaian tanaman mangrove dari propagul



Foto: Forest Sustainability Departemen, PT SBA-WI (2011 & 2013)

Gambar 6 Penanaman mangrove

Kegiatan pemeliharaan dan perawatan dilakukan dalam pelaksanaan restorasi di dua konsensi ini, untuk memastikan dan upaya meningkatkan *survival rate* pasca kegiatan penanaman. Upaya perlindungan dan pengamanan hutan menjadi bagian yang tidak terpisah dalam pelaksanaan kegiatan restorasi, melalui kegiatan patroli terutama untuk mengantisipasi bahaya kebakaran.

Kegiatan penyuluhan dan sosialisasi ke masyarakat juga dilakukan untuk memberikan himbauan dan larangan aktvititas *illegal* serta melakukan pemasangan papan himbauan sebagai media sosialisasi yang bersifat pasif kepada seluruh masyarakat, pekerja maupun karyawan, agar tidak melakukan kegiatan yang merusak lingkungan di areal penyangga konsensi pemasok kayu APP Sinar Mas.



Foto: PT SBA Wood Industries

Gambar 7 Pemeliharaan dan monitoring rehabilitasi mangrove

5.2 Peluang dan Tantangan Pemulihian Ekosistem Mangrove di Areal Penyangga Konsesi Pemasuk Kayu APP Sinar Mas

Ekosistem hutan mangrove memiliki fungsi dan peranan untuk sistem penyangga ekosistem daratan di atasnya. Restorasi dapat menaikkan nilai sumber daya hayati mangrove, menambah sumber mata pencaharian penduduk, mencegah kerusakan pantai, menjaga biodiversitas, produksi perikanan, dan lain-lain (Setyawan, 2002). Besarnya manfaat dari restorasi ekosistem hutan mangrove di areal penyangga konsensi pemasok kayu APP Sinar Mas memberikan peluang bagi peningkatan aspek ekologi, sosial-ekonomi, dan sosial-budaya.

Pelaksanaan restorasi dapat dijadikan sarana untuk menunjang perekonomian bagi masyarakat yang berada di sekitar areal penyangga konsensi pemasok kayu APP Sinar Mas. Ekosistem hutan mangrove merupakan habitat yang digunakan untuk mencari makan, pemijahan, pengembangbiakkan, sekaligus menjadi tempat perlindungan dari serangan predator bagi jenis ikan dan biota air lainnya. Pulihnya ekosistem hutan mangrove memberikan

jaminan ketersediaan sumber plasma nutrimental berbagai biota laut yang menjadi sumber mata pencarian dan dijadikan bahan makanan untuk dikonsumsi. Hasil hutan non kayu dan pengetahuan masyarakat mengenai etnobotani yang tersedia di hutan mangrove juga turut memberikan nilai tambah ekonomi bagi masyarakat.

Hutan mangrove yang merupakan ekosistem peralihan antara darat dan laut membuat keberadaan kelompok fauna yang hidup pada habitat terestrial, peralihan dan perairan dapat ditemukan. Restorasi ekosistem hutan mangrove di areal penyangga konsensi APP Sinar Mas memberikan peluang kembalinya habitat bagi berbagai jenis fauna terestrial seperti mamalia, reptilia, burung, insekta dan fauna akuatik seperti ikan, udang, kepiting serta jenis invertebrata. Keberhasilan restorasi hutan mangrove juga turut meningkatkan keanekaragaman satwa liar terutama kelas burung (aves). Keberhasilan restorasi juga memberikan peluang kembalinya spesies-spesies flora yang mampu menyetarai dengan formasi tegakan alami. Restorasi ekosistem hutan mangrove di areal penyangga konsensi APP Sinar Mas merupakan bagian dari upaya mengembalikan fungsi hutan mangrove secara fisik, yaitu untuk menahan abrasi pantai, menahan intrusi air laut ke darat, menahan tiupan angin kencang dan laut ke darat serta menjadi perlindungan dan mitigasi bencana di sekitar pesisir pantai.

Pengelolaan ekosistem hutan mangrove dalam jangka panjang dan berkelanjutan dapat membuka peluang untuk dikembangkan menjadi kegiatan ekowisata. Kekhasaan dan keunikan ekosistem hutan mangrove membawa daya tarik tersendiri untuk dikembangkan sebagai tujuan ekowisata. Kekayaan sumberdaya alam (flora dan fauna) hutan mangrove memiliki potensi nilai jual lain serta dengan pembangunan konsep yang tepat menjadi kunci untuk pengembangan ekowisata. Jasa ekosistem lainnya yang dapat dikembangkan menjadi potensi kegiatan adalah sarana pendidikan konservasi alam dan penelitian.

Peluang lain dari kegiatan restorasi memberikan sumbangsih bagi cadangan karbon yang tersimpan di ekosistem pesisir pada umumnya, dan hutan mangrove pada khususnya yang dikenal sebagai *Blue Carbon*. Penyerapan dan penyimpanan karbon di ekosistem ini diyakini memiliki kemampuan lebih tinggi jika dibandingkan ekosistem hutan daratan. Kegiatan restorasi di

ekosistem hutan mangrove ini dapat membuka kesempatan untuk melakukan kegiatan penelitian di lokasi restorasi skala kecil terkait kemampuan menyerap dan menyimpan karbon yang menjadi bagian dari upaya mitigasi perubahan iklim.

Proses restorasi mangrove di lapangan menghadapi beberapa keterbatasan yang menjadi tantangan dalam pelaksanaan restorasi eksosistem hutan mangrove di areal penyangga konsensi HTI. Restorasi hutan mangrove yang telah terdegradasi tidak mudah dilakukan, di samping membutuhkan biaya yang tinggi juga dibutuhkan waktu yang relatif lama. Selain itu, dalam pelaksanaan restorasi memerlukan teknik yang spesifik dan pemahaman lebih yang mempengaruhi tingkat keberhasilan. Perlu ada penguasaan teknik mulai dari penyiapan areal tanam, pembibitan, penanaman dan pengetahuan mengenai kesesuaian formasi jenis tumbuhan dengan zonasi mangrove. Pemeliharaan dan pencegahan serangan hama dan penyakit turut menjadi faktor penting untuk meminimalisir kegagalan restorasi.

Meningkatnya aktivitas masyarakat di sekitar areal penyangga serta kebutuhan yang tinggi menyebabkan keberadaaan hutan mangrove mengalami tekanan yang dapat mengancam keberadaan dan fungsi hutan mangrove, serta menjadikan tantangan lain dalam pemulihian ekosistem mangrove. Diperlukan upaya ekstra untuk mengubah cara pandang masyarakat terhadap hutan mangrove dari sisi ekologi dan ekonomi, serta untuk meningkatkan partisipasi dan menempatkan masyarakat pada posisi sentral dalam pelaksanaan restorasi. Pencemaran lingkungan dengan terdapatnya sampah kemudian menjadi permasalahan lain dalam pelaksanaan restorasi. Tertutupinya areal penanaman oleh sampah mempengaruhi pertumbuhan dan bahkan mematikan anakan karena adanya risiko anakan mangrove terbawa hanyut ke laut karena sistem perakaran yang masih lemah.

Untuk menghadapi tantangan tersebut, dibutuhkan sebuah strategi yang tepat yang sesuai dengan karakteristik lingkungan, baik secara fisik, kimia, biologi, sosial, budaya dan ekonomi masyarakat yang ada di sekitar areal penyangga konsensi pemasok kayu APP Sinar Mas. Di samping itu, diperlukan juga kolaborasi dan dukungan kebijakan dari pemerintah serta peran akademisi, peneliti serta Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) dalam upaya restorasi ekosistem hutan mangrove.

5.3 Pembelajaran Pemulihan Mangrove di Kabupaten OKI

Restorasi ekosistem hutan mangrove saat ini sudah menjadi salah satu prioritas di Indonesia. Inisiatif dari pihak swasta merupakan sumbangan berharga dalam membantu program pemerintah untuk percepatan pemulihan ekosistem hutan mangrove. Inisiatif ini dapat memberikan pembelajaran dan masukan bagi pendekatan serta strategi restorasi, khususnya restorasi hutan mangrove di Indonesia.

Pembelajaran pertama, restorasi ekosistem hutan mangrove di areal penyangga konsensi pemasok kayu APP Sinar Mas di lokasi yang terdegradasi dikombinasikan dengan pengamanan dan perlindungan sebagai bagian dari upaya meningkatkan kualitas lingkungan. Pelaksanaan restorasi ini juga sejalan dengan komitmen sukarela APP Sinar Mas untuk membantu percepatan restorasi hutan mangrove.

Pembelajaran kedua, keterlibatan masyarakat memegang peranan penting dalam keberhasilan pemulihan ekosistem hutan mangrove. Masyarakat memiliki pemahaman dan pengetahuan yang lebih baik mengenai kelestarian hutan serta didukung dengan kearifan lokal yang mereka miliki untuk meningkatkan keberhasilan pelaksanaan pemulihan hutan mangrove. Model restorasi yang dikembangkan dengan masyarakat dijalankan berdasarkan konsep partisipasi konservasi, agar masyarakat memiliki pemahaman dalam memanfaatkan sumber daya alam secara lestari, memelihara keseimbangan ekosistem serta terlibat aktif dalam perlindungan ancaman dan gangguan akan potensi kerusakan.

Pembelajaran ketiga, karakteristik ekosistem hutan mangrove yang unik dan termasuk salah satu ekosistem langka membutuhkan strategi dan teknik tertentu yang sesuai. Ekosistem hutan mangrove bersifat kompleks dan dinamis, tetapi labil. Sifat labil tersebut disebabkan oleh kondisinya yang mudah rusak akibat gangguan dan sulit untuk dipulihkan kembali. Kemampuannya untuk dapat tumbuh dan berkembang terus serta mengalami suksesi mengikuti perubahan habitat alaminya memperlihatkan sifat dinamis ekosistem ini. Sifat kompleksnya ditunjukan oleh ekosistemnya yang dipenuhi berbagai jenis vegetasi dan sekaligus habitat bagi beraneka ragam satwa dan biota perairan

(Iskandar *et al.*, 2019). Kompleksitas ekosistem tersebut sekaligus dijadikan sebagai pemicu keberhasilan pelaksanaan restorasi sehingga merefleksikan pengembangan ekosistem hutan mangrove di Indonesia.

Pembelajaran keempat, pelaksanaan restorasi ekosistem hutan mangrove memiliki banyak tantangan yang turut mempengaruhi tingkat keberhasilannya. Pemulihian ekosistem mangrove secara alami memerlukan waktu yang lama sehingga penting untuk memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilannya, seperti sistem hidrologi (pasang surut) dan ketersedian biji atau bibit. Teknik restorasi yang tepat diperlukan untuk memastikan tantangan kegagalan yang disebabkan faktor sistem hidrologi, pemilihan jenis, sampah dan tingkat partisipasi masyarakat dapat diminimalisir.

Daftar Pustaka

- Iskandar, A.O.T., Schaduw, J.N.W., Rumampak, N.D.C., Sondak, C.F.A., Warouw, V. dan Rondonuwu, A. (2019). Kajian kesesuaian lahan ekowisata mangrove di Desa Arakan, Kabupaten Minahasa Selatan, Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis* 7 (1):40-52.
- Setyawan, A.D. (2002). Ekosistem Mangrove sebagai Kawasan Peralihan Ekosistem Perairan Tawar dan Perairan Laut. *Enviro* 2 (1): 25-40.
- PT Bumi Andalas Permai. (2021). Dokumen Rencana Kolaborasi Rehabilitasi di Hutan Lindung Sungai Lumpur Mesuji. Palembang: PT Bumi Andalas Permai
- PT SBA Wood Industries. (2015). Laporan Pelaksanaan Kegiatan Rehabilitasi Hutan Lindung Sungai Lumpur Mesuji. Palembang: PT SBA Wood Industries.
- Wardhani, M.K. (2011). Kawasan Konservasi Mangrove: Suatu Potensi Ekowisata. *Jurnal Kelautan* 4(1); 60-76.

6. Ekologi dan Silvikultur Jenis untuk Restorasi Ekosistem Hutan Mangrove

Fentie J. Salaka & Ismayadi Samsoedin

6.1 *Avicennia marina* (Forssk.) Vierth

6.1.1 Perbenihan

Benih jenis-jenis *Avicennia* yang baik dihasilkan dari pohon induk penghasil benih yang berumur minimal 5 tahun (Kusmana *et al.*, 2008). Ciri buah atau benih yang masak adalah buah berwarna putih kekuningan dengan kulit buah sedikit mengelupas (Kusmana *et al.*, 2008).

Buah dikumpulkan pada musimnya, yaitu bulan Desember sampai dengan Februari (di kawasan hutan mangrove di Batu Ampar, Kalimantan Barat), dipetik langsung dengan tangan dan jangan sampai bunga dan buah berjatuhan (Wiarta, 2012). Benih-benih yang dipilih untuk disemaikan adalah benih-benih yang matang, segar, sehat tanpa keluar akar (Kusmana *et al.*, 2008). Benih jenis-jenis *Avicennia*, termasuk *Avicennia marina*, harus disimpan pada tempat yang dingin, gelap dan terhindar dari sinar matahari langsung (Kusmana *et al.*, 2008).



Foto: Wiarta (2012)

Gambar 8 Buah *Avicennia marina*

6.1.2 Persemaian

Setelah pemilihan buah yang tepat untuk pembibitan, benih *Arvicennia* sp. direndam di dalam *polybag* yang berisi air selama beberapa hari sampai kulit buah terkelupas dan tunas akarnya tumbuh (Yona *et al.*, 2018). Setelah tunas akar muncul, bibit dapat dipindahkan ke dalam *polybag* yang telah diisi dengan substrat lumpur (Yona *et al.*, 2018). Benih disemaikan masing-masing satu buah dalam satu *polybag* dengan cara ditancapkan sedalam kurang lebih sepertiga panjang benih kedalam media tanah, dengan bagian bakal akar dan batang menghadap ke bawah atau kedalam media (Wiarta, 2012). Buah *Arvicennia* juga dapat ditebarkan langsung di bak persemaian atau kulit buah dibelah dua terlebih dahulu sebelum disemaikan di bak persemaian, kemudian dipindahkan ke *polybag* ketika berumur 1 bulan atau ditandai dengan keluarnya daun 5-6 helai (Khazali, 1999).

Media tanam yang digunakan adalah lumpur matang (lumpur yang telah dicampur dengan air) yang dapat diambil dari lokasi alami habitat mangrove untuk menjaga kesesuaian faktor lingkungan (Yona *et al.*, 2018). Lumpur yang sudah dimasukkan ke dalam *polybag* dipadatkan untuk memudahkan penanaman bibit (Yona *et al.*, 2018) atau dibiarkan selama kurang lebih 24 jam agar tidak terlalu lembek (Priyono, 2010).

6.1.3 Penanaman

Semai *Arvicennia marina* yang siap ditanam adalah yang telah berumur 3-4 bulan dengan tinggi 30 cm dan jumlah daun minimal 6 helai (Kusmana *et al.*, 2008). *Arvicennia marina* tumbuh baik pada keadaan lumpur dalam, pinggir sungai dan daerah kering dengan salintas tinggi (Kusmana *et al.*, 2008). *Arvicennia marina* cocok ditanam di bagian terdepan garis pantai, di daerah yang didominasi pasir tapi mengandung lumpur dan terkena pasang surut rata-rata 20 hari/bulan (Khazali, 1999). Bibit dimasukkan ke dalam lubang tanam yang telah dibuat terlebih dahulu secara tegak sebatas leher akar dan ditutup kembali dengan lumpur (Khazali, 1999). Jarak tanam yang dianjurkan untuk penanaman *Arvicennia marina* adalah 1,5 x 1,5 m (Kusmana *et al.*, 2008).

Penanaman mangrove, terutama untuk penanaman di pantai yang menghadap laut lepas yang ombaknya cukup besar dapat dilakukan dengan menambahkan ajir yang ditancapkan ke dalam tanah sebagai penopang untuk

menjaga agar bibit baru tidak roboh dan tidak hanyut dibawa ombak (Khazali, 1999; Yona *et al.*, 2018). Salah satu hal yang menjadi perhatian pada kegiatan penanaman adalah transportasi/pengangkutan bibit. Kegiatannya tampak sederhana dan mudah, tetapi sering kali menimbulkan banyak masalah yang berakibat menurunnya daya hidup bibit di lapangan dan kelambatan penanaman (Kusmana *et al.*, 2008). Pengangkutan bibit ke lokasi restorasi harus dilakukan secara hati-hati dan menggunakan alat yang cocok agar bibit tidak rusak (Khazali, 1999).

6.1.4 Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan dapat dilakukan dengan cara penyiaangan/penebasan terhadap tumbuhan pengganggu, penyulaman terhadap tanaman yang mati, perlindungan tanaman dari hama, penyakit, gangguan ternak dan aktivitas manusia (Khazali, 1999).

6.2 *Rhizophora mucronata* Lamk.

6.2.1 Perbenihan

Pohon induk penghasil benih dari jenis-jenis *Rhizophora* sebaiknya berumur minimal 8 tahun (Kusmana *et al.*, 2008). Ciri-ciri *Rhizophora mucronata* yang tua adalah berwarna hijau tua atau kecoklatan dengan kotiledon (cincin) sudah memanjang (Khazali, 1999). *Rhizophora mucronata* biasanya berbuah pada bulan September-November (Kurniasari, n.d). Pemanenan propagul *Rhizophora mucronata* bisa dilakukan saat keping buah masih menempel di propagulnya dan perlu dilakukan upaya penyimpanan yang baik untuk menjaga viabilitasnya (Rusdiana *et al.*, 2015). Cara pengambilan buah *Rhizophora mucronata* dengan mengumpulkan buah jatuh yang tidak menunjukkan adanya bekas serangan kepiting atau serangga dan belum berakar (Wiarta, 2012). Benih harus terlindung dengan baik dari sengatan matahari langsung, dan harus selalu diberi air (Kusmana *et al.*, 2008).

6.2.2 Persemaian

Kantong *polybag* yang telah diatur di bedeng semai dibiarkan terkena air pasang surut beberapa hari agar basah, kemudian dilakukan penyemaian (Wiarta, 2012). Media tanam yang digunakan adalah lumpur matang (lumpur yang telah dicampur dengan air) dimana lumpur ini diambil dari lokasi alami habitat mangrove untuk menjaga kesesuaian faktor lingkungan (Yona *et al.*, 2018). Menurut Priyono (2010) media tanam untuk jenis-jenis *Rhizophora* dapat menggunakan sedimen dari tanggul bekas tambak atau sedimen yang sesuai dengan karakteristik pohon induknya, dan dibiarkan selama kurang lebih 24 jam agar tidak terlalu lembek. *Polybag* yang digunakan adalah *polybag* berukuran besar dan memiliki lubang di bagian samping dan bawahnya, yang berguna untuk sirkulasi air dan udara (Priyono, 2010).

Penyemaian sebaiknya dilakukan pada pasang purnama, karena air pasang dapat membantu memperkecil penguapan air dari hipokotil benih (Wiarta, 2012). Buah disemaikan masing-masing 1 buah dalam setiap *polybag* dan ditancapkan kurang lebih sepertiga dari total panjangnya (± 7 cm) dan setiap 6-10 buah diikat menjadi satu agar tidak mudah rebah (Priyono, 2010). Ikatan dibuka setelah daun pertama keluar, yaitu setelah 1-3 bulan setelah dilakukan pembibitan (Priyono, 2010; Yona *et al.*, 2018).



Sumber: Yona *et al.* (2018)

Gambar 9 Bibit *Rhizophora* sp. yang diikat

6.2.3 Penanaman

Bibit *Rizophora mucronata* yang siap ditanam adalah bibit yang telah mencapai tinggi 55 cm dengan jumlah daun minimal 4 helai dan telah berada di persamaian selama 4-5 bulan (Kusmana *et al.*, 2008). *Rizophora mucronata* juga sesuai untuk ditanam di bagian depan garis pantai, terutama di pantai yang ombaknya cukup besar (Khazali, 1999). *Rizophora mucronata* tumbuh dengan baik pada lumpur dalam dengan rentang salinitas lebar, pinggir sungai, gambut, ke arah laut sampai ke zona pertengahan (Kusmana *et al.*, 2008).

Kegiatan penanaman dimulai dengan penancapan ajir ke dalam lumpur hingga dapat berdiri tegak dengan posisi stabil (Muhrerahmi *et al.*, 2016). Bibit *Rizophora mucronata* kemudian dimasukkan ke dalam lubang tanam yang telah dibuat terlebih dahulu secara tegak sebatas leher akar dan ditutup kembali dengan lumpur (Khazali, 1999). Bibit kemudian diikat dengan tali rafia agar tidak hanyut (Muhrerahmi *et al.*, 2016). Jarak tanam *Rizophora mucronata* yang dianjurkan adalah 1,5 x 1,5 m (Kusmana *et al.*, 2008).

6.2.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan bibit *Rizophora mucronata* yang telah ditanam dapat dilakukan dengan cara penyangan/penebasan dilakukan terhadap tumbuhan pengganggu (gulma), penyulaman apabila ada tanaman yang mati, dan perlindungan tanaman dari gangguan hama maupun ternak, bahkan manusia (Khazali, 1999).

6.3 *Bruguiera gymnorhiza* (L.) Lam

6.3.1 Perbenihan

Pohon induk penghasil benih dari jenis-jenis *Bruguiera* sebaiknya berumur minimal 8 tahun untuk diambil buahnya (Kusmana *et al.*, 2008). Ciri buah atau benih yang masak adalah propagul berwarna coklat kehijauan atau merah kecoklatan dengan panjang minimal 20 cm (Kusmana *et al.*, 2008). Buah jenis-jenis *Bruguiera* yang terkumpul tidak perlu dicuci dengan air tapi cukup dibersihkan dengan lap dan dipilih buah yang segar, sehat, bebas hama dan

penyakit, dan belum berakar (Wiarta, 2012). Benih *Bruguiera* spp termasuk benih *viviparous* yang berukuran besar sehingga dapat langsung ditanam pada bedeng sapih (Kusmana *et al.*, 2008).



(Kurniasari, n.d)

Gambar 10 Buah *Bruguiera gymnorhiza*

6.3.2 Persemaian

Media tanam jenis-jenis *Bruguiera* sama dengan jenis-jenis *Rhizophora*, yaitu menggunakan sedimen dari tangkul bekas tambak atau sedimen yang sesuai dengan karakteristik pohon induknya yang dibiarkan selama kurang lebih 24 jam agar tidak terlalu lembek (Priyono, 2010). Buah disemaikan masing-masing 1 buah dalam setiap *polybag* (Wiarta, 2012) dengan kedalaman penyemaian benih kurang lebih 5 cm (Kusmana *et al.*, 2008).

Persemaian bibit jenis-jenis *Bruguiera* biasanya terletak di lokasi yang terkena pasang surut sehingga tidak perlu dilakukan penyiraman (Kurniasari, n.d). Setelah bibit berumur sekitar 3-4 bulan, bibit siap untuk ditanam di lapangan (Khazali, 1999).

6.3.3 Penanaman

Bruguiera gymnorhiza tumbuh dengan baik pada lumpur berlempung atau berpasir dengan salinitas rendah, gambut bergerombol pada tanah lebih kering, tengah sampai zona pedalaman (Kusmana *et al.*, 2008). Bibitnya dapat ditanam lebih ke arah darat yang tanahnya lebih keras di ekosistem mangrove (Khazali, 1999). Bibit yang siap ditanam umumnya berumur 3-4 bulan dengan tinggi minimal 35 cm dan jumlah daun minimal 6 helai (Kusmana *et al.*, 2008). Jarak tanam yang dianjurkan adalah 1,5 x 1,5 m (Kusmana *et al.*, 2008). Pada lokasi penanaman berlumpur agak keras terlebih dahulu dibuat lubang baru buah/benih dimasukkan ke dalam lubang secara tegak, kemudian ditutup kembali dengan tangan sehingga benih dapat berdiri tegak (Khazali, 1999).

Penanaman *Bruguiera gymnorhiza* juga dapat dilakukan menggunakan propagul jika penanamannya dilakukan pada areal yang merupakan tanah lumpur, dengan membiarkan kelopak buahnya tetap utuh (Kusmana *et al.*, 2008). Penanaman propagul dilakukan dengan cara membenamkan seperempat sampai sepertiga panjang propagul ke dalam lumpur secara tegak dengan bakal kecambah menghadap ke atas (Kusmana *et al.*, 2008).

6.3.4 Pemeliharaan

Keberhasilan penanaman mangrove membutuhkan pemeliharaan yang tepat, terutama pada awal tahun penanaman (Kusmana *et al.*, 2008). Kegiatan pemeliharaan yang umumnya dilakukan adalah penyangan, penyulaman, dan pengontrolan terhadap faktor perusak seperti hama, penyakit, gangguan ternak, dan lain-lain (Kusmana *et al.*, 2008).

6.4 *Sonneratia alba* J.E Smith

6.4.1 Perbenihan

Pohon induk penghasil benih dari jenis-jenis *Sonneratia* sebaiknya telah berumur minimal 5 tahun sebelum diambil buahnya (Kusmana *et al.*, 2008). Ciri buah yang masak adalah berwarna hijau tua kecoklatan (Kusmana *et al.*, 2008). *Sonneratia alba* biasanya berbuah pada bulan September-Desember (Kurniasari, n.d). pada beberapa daerah yang lain, musim puncak berbuah

Sonneratia alba terjadi pada bulan April-Mei dan bulan Oktober-November (Anwar, 2006). Buah yang sudah tua memiliki warna hijau tua (Khazali, 1999), bersifat mengapung di air (Kurniasari, n.d), dan berdiameter > 4 cm (Brown, 2006).

Pengumpulan buah dapat dilakukan langsung dari pohonnya ataupun memungut buah yang jatuh di bawah pohon induknya (Kusmana *et al.*, 2008). Untuk mendapatkan benih *Sonneratia alba*, buah yang sudah tua direndam di dalam air selama 1 - 2 hari hingga benihnya benar-benar terpisah (Khazali, 1999).



Foto: Kurniasari (n.d)

Gambar 11 Buah *Sonneratia alba*

6.4.2 Persemaian

Benih *Sonneratia alba* dapat disemaikan di bak semai yang berisi tanah lumpur sampai berumur kurang lebih 1 bulan atau ditandai dengan keluarnya daun 5 - 6 helai (Khazali, 1999). Media semainya dapat dicampur dengan kotoran sapi/kerbau yang kering dengan proporsi tanah sebanyak 70%, dan kotoran sapi/kerbau sebanyak 30%. (Kusmana *et al.*, 2008). Kedalaman penyemaian benih *Sonneratia alba* adalah kurang lebih setengah dari panjang benih atau sekitar 0,5 cm (Kusmana *et al.*, 2008). Bedeng sapih *Sonneratia alba* membutuhkan naungan 30% selama kurang lebih 2 bulan (Kusmana *et al.*, 2008).

Persemaian *Sonneratia alba* seringkali diganggu oleh hama seperti serangga dan kepiting, sehingga dianjurkan untuk membuat penghalang seperti tabir dari daun nipah di sekeliling bedeng untuk melindungi persemaian (Kusmana *et al.*, 2008). Setelah berumur 1 bulan, semai *Sonneratia alba* dapat dipindahkan ke *polybag* untuk disapih (Khazali, 1999). Penyiraman bibit hanya dilakukan apabila air pasang tidak sampai membasahi bibit (Khazali, 1999).

6.4.3 Penanaman

Sonneratia alba tumbuh dengan baik pada tanah lempung, lumpur berpasir, berbatu atau berkoral dengan salinitas tinggi dan dapat ditanam pada sungai kuala dan pinggir laut (Kusmana *et al.*, 2008). *Sonneratia alba* cocok ditanam di daerah yang didominasi pasir tapi mengandung lumpur dan terkena pasang surut rata-rata 20 hari/bulan (Khazali, 1999).

Bibit *Sonneratia alba* yang siap ditanam apabila telah mencapai tinggi 15 cm dan memiliki 6 helai daun serta sudah berumur 5-6 bulan di persemaian (Kusmana *et al.*, 2008). Lubang tanam hendaknya dibuat satu setengah kali lebih besar dan lebih dalam daripada ukuran lingkar akar anakan yang akan ditanam (Brown, 2006). Penanaman dapat dilakukan pada saat air laut surut dengan genangan air maksimal sekitar 10 cm dan pada awal musim penghujan (Kusmana *et al.*, 2008).

6.4.4 Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan pada penanaman *Sonneratia alba* dapat dilakukan dengan cara penyiraman dengan frekuensi 2 kali dalam setahun, penyulaman untuk menggantikan tanaman yang mati, dan kontrol terhadap faktor-faktor perusak seperti kepiting, monyet, hama, hewan ternak bahkan manusia (Kusmana *et al.*, 2008).

Daftar Pustaka

- Anwar, C. (2006). Prediksi musim puncak buah empat jenis mangrove berdasar hasil fenologinya. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* III (3): 237-247.
- Brown, B. (2006). Petunjuk teknis rehabilitasi hidrologi mangrove. Yogyakarta: Mangrove Action Project dan Yayasan Akar Rumput Laut Indonesia.
- Khazali, M. (1999). Panduan teknis: Penanaman mangrove bersama masyarakat. Bogor: Wetlands International – Indonesia Programme.
- Kurniasari, T. (n.d). Mempersiapkan bibit di persemaian. Bogor: Wetlands International – Indonesia Programme.
- Kusmana, C., Istomo, Wibowo, C., Budi, R.S.W., Siregar, I.Z., Tiryana, T., & Sukardjo, S. (2008). The rehabilitation mangrove forest and coastal area damaged by tsunami in Aceh Project. Jakarta: Korea International Cooperation Agency (KOICA).
- Muharrahmi, N., Budihastuti, R., Hastuti, E.D. (2016). Pertumbuhan semai *Rhizophora mucronata* Lamk. pada komposisi jenis mangrove dan lebar saluran outlet yang berbeda di tambak wanamina Kelurahan Mangunharjo, Semarang. *Jurnal Biologi* 5(1): 60-71.
- Rusdiana, O., Sukendro, A., & Baiquni A.R. (2015). Pertumbuhan bakau merah (*Rhizophora mucronata*) di persemaian mangrove Desa Muara, Kecamatan Teluk Naga, Kabupaten Tangerang. *Jurnal Silvikultur Tropika* 6(3): 172-178.
- Priyono, A. (2010). Panduan praktis teknik rehabilitasi mangrove di kawasan pesisir Indonesia. Semarang: KeSEMaT.
- Wiarta, R. (2012). Manual persemaian hutan mangrove di areal PT. Bina Ovivipari Semesta dan sekitarnya. Pontianak: PT. Bina Ovivipari Semesta.
- Yona, D., Hidayati, N., Sari, S.H.J., Amar, I.N., & Sesanty, K.W. (2018). Teknik pembibitan dan penanaman mangrove di Banyuurip Mangrove Center, Desa Banyuurip, Kecamatan Ujungpangkah, Kabupaten Gresik. *Jurnal Pengabdian Masyarakat J-Dinamika* 3(1): 67-70.



BAGIAN III

ARAHAN STRATEGI DAN TEKNIK RESTORASI

DI HUTAN MANGROVE

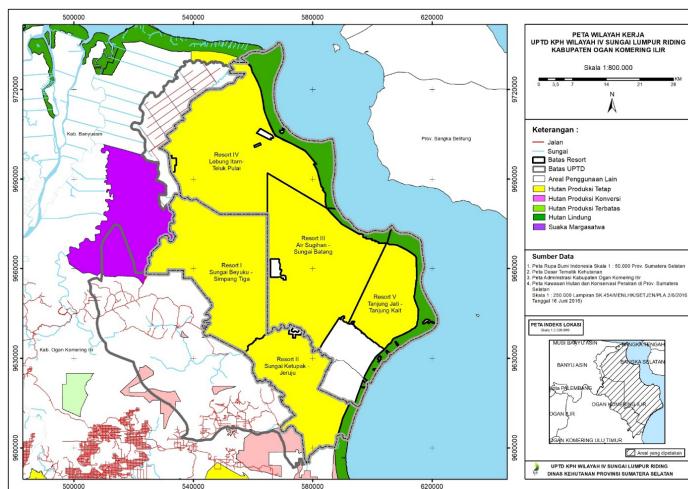
7. Karakteristik dan Kondisi Ekosistem Hutan Mangrove pada Areal Kesatuan Pengelolaan Hutan Sungai Lumpur, Sumatera Selatan

Fentie J. Salaka, Mimi Salminah & Uriip Wiharjo

Seluruh data dan informasi mengenai karakteristik ekosistem hutan mangrove yang disajikan dalam bab ini termasuk pada wilayah Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) Unit XXIII Sungai Lumpur, Provinsi Sumatera Selatan. KPH tersebut secara organisatoris merupakan bagian dari UPTD KPH Wilayah IV Sungai Lumpur – Riding (KPH Wilayah IV Sungai Lumpur-Riding, 2021).

7.1 Keadaan Geografis

KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur secara geografis terletak di koordinat $02^{\circ} 50' 38''$ LS sampai dengan $03^{\circ} 40' 01''$ LS dan $105^{\circ} 12' 47''$ BT sampai dengan $105^{\circ} 52' 00''$ BT (Gambar 12). Secara administrasi, KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur berada di Kecamatan Cengal, Kecamatan Tulung Selapan dan Kecamatan Pangkalan Lampam, Kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI) Provinsi Sumatera Selatan. Berdasarkan Keputusan Menteri Kehutana RI No. SK 866/Menhet-II/2014 tanggal 29 September 2014 tentang Kawasan Hutan dan Konservasi Perairan di Sumatera Selatan, luas KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur adalah 206.475,31 ha yang terdiri atas Hutan Produksi Simpang Heran Beyuku 202.358,05 ha dan Hutan Lindung Sungai Lumpur Mesuji 4.117,26 ha.



Sumber: UPTD KPH Wilayah IV Sungai Lumpur Riding (2021)

Gambar 12 Peta wilayah kerja UPTD KPH Wilayah IV Sungai Lumpur-Riding, Sumatera Selatan

Secara geografis dan administrasi batas-batas wilayah KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur adalah sebagai berikut:

- a. Sebelah Utara berbatasan dengan KPHP Unit XXIV Sungai Batang-Riding dan PT. OKI Pulp & Paper Mills.
 - b. Sebelah Timur berbatasan dengan KPHP Unit XXIV Sungai Batang-Riding, Areal Penggunaan Lain (APL) dan Selat Bangka.
 - c. Sebelah Selatan berbatasan dengan KPHP Unit XXII Mesuji Hilir dan APL.
 - d. Sebelah Barat berbatasan dengan APL dan Suaka Margasatwa Padang Sugihan.

Adapun pembagian blok di KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur meliputi:

- a. Blok inti hutan lindung seluas 338,15 Ha, difungsikan sebagai perlindungan tata air dan perlindungan lainnya serta sulit untuk dimanfaatkan. Blok inti KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur merupakan Hutan Lindung Pantai dengan vegetasi mangrove terdegradasi, kondisi spesifik lautnya berombak besar dan arus yang deras, sementara tanah dan lantai pantai berlumpur dalam (2 - 3 meter bahkan lebih).

- b. Blok pemanfaatan hutan lindung seluas 3.779,11 Ha, difungsikan sebagai areal yang direncanakan untuk pemanfaatan terbatas sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan. Areal KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur tersebut dapat dimanfaatkan dalam bentuk pemanfaatan jasa lingkungan, wisata alam, dan hasil hutan non kayu. Blok pemanfaatan KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur berada dekat dengan masyarakat sekitar dan bahkan terdapat tambak masyarakat di dalam kawasan hutan dan mempunyai aksesibilitas yang tinggi.
- c. Blok pemanfaatan HHK-HT (Hasil Hutan Kayu-Hutan Tanaman), pada blok tersebut terdapat ijin pemanfaatan HHK-HT PT. Bumi Mekar Hijau seluas \pm 195.006,04 Ha.
- d. Blok pemberdayaan masyarakat seluas 7.352,01 Ha. Blok pemberdayaan masyarakat pada KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur merupakan Hutan Produksi yang telah terdegradasi sehingga arealnya tidak berhutan lagi, potensi hasil hutan kayu rendah dan dekat dengan masyarakat di dalam dan sekitar kawasan hutan.

7.2 Keadaan Geologis

Keadaan geologis wilayah KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur terdiri atas berbagai batuan di antaranya aluvium, endapan danau dan pantai, batu lumpur, batu pasir, batu bara, endapan rawa, sedimen klastik, tuf, dan tuf pasiran, seperti yang tercantum pada Tabel 4. Sementara itu, berdasarkan Peta Kelerengan Wilayah KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur memiliki satu tipe kelerengan yaitu datar dengan kelerengan antara 0 % sampai 8%.

Tabel 4 Geologi di wilayah KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur

No.	Jenis Geologi	Luas (ha)	Percentase (%)
1	Aluvium, endapan danau dan pantai	892,19	0,43
2	Batu pasir, batu lumpur, dan batu bara	8.024,51	3,89
3	Endapan rawa	195.326,25	94,60
4	Sedimen klastik, tuf, dan tuf pasiran	2.232,34	1,08
Jumlah		206.475,31	100,00

Sumber: UPTD KPH Wilayah IV Sungai Lumpur (2018)

Jenis tanah yang berada di wilayah KPHP Unit XIII Sungai Lumpur terdiri atas 10 jenis, seperti tercantum pada Tabel 5. Dari sepuluh jenis tanah tersebut, jenis tanah yang mendominasi adalah jenis tanah Glei yaitu tanah yang terbentuk karena pengaruh genangan air.

Tabel 5 Jenis tanah di wilayah KPHP Unit XIII Sungai Lumpur

No.	Jenis Tanah	Luas (ha)	Percentase (%)
1	A.Glei Humus & Organosol	111.589,40	54,04
2	A.Latosol Coklat dan Litosol	42.448,25	20,56
3	A.Podsolik Coklat dan Podsolik	11.381,18	5,51
4	Kuning dan Hidromorf	7.471,07	3,62
5	Air	320,45	0,16
6	Aluvial Hidromorf	19.062,31	9,23
7	Latosol Coklat Kemerahan	4.209,63	2,04
8	Latosol Merak Kekuningan	189,78	0,09
9	Podsolik Coklat Kekuningan	8.214,83	3,98
10	Podsolik Kuning	1.558,40	0,77
Jumlah		206.475,31	100,00

Sumber: UPTD KPH Wilayah IV Sungai Lumpur Riding (2018)

7.3 Keadaan Hidrologis dan Klimatologis

KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur termasuk ke dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) Batang seluas 766,93 Ha, DAS Bulurarinding/Sugihan seluas 55.956,04 Ha, DAS Jeruju seluas 36.298,83 Ha, DAS Lebong Hitam seluas 28.393,37 Ha, DAS Lumpur seluas 83.868,60 Ha, dan DAS Riding seluas 1.191,54 Ha. Sementara itu, wilayah Unit XXIII Sungai Lumpur termasuk pada tipe iklim B dengan luas 184.152,96 ha dan tipe iklim C dengan luas 22.322,31 Ha.

Rerata curah hujan tahunan selama 6 tahun terakhir (2011-2016) adalah 221 mm. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Desember dengan rerata 410 mm sedangkan curah hujan terendah terjadi bulan Juli dengan rerata 77 mm. Selama periode 2010 – 2016, tahun dengan curah hujan terendah terjadi pada tahun 2015 (rerata 93 mm). Suhu rerata bulanan berkisar antara 27°C sampai 29°C dan rerata kelembaban udara berkisar antara 81% sampai 89%.

7.4 Keadaan Tutupan Lahan

KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur di Kabupaten Ogan Komering Ilir adalah kawasan hutan produksi yang pada awal tahun 1970-an pemanfaatannya dikelola oleh manajemen HPH yang berorientasi pada kayu. Namun dalam perkembangannya, pemanfaatan tersebut tidak berjalan dengan baik sehingga kegiatan HPH dihentikan dan ijinnya tidak diperpanjang. Kerusakan hutan di wilayah ini bertambah parah dengan adanya beberapa kali terjadi kebakaran besar pada tahun 1996, 1999, 2011 dan 2015 yang menghabiskan hampir seluruh tegakan pohon.



Foto: UPTD KPH Wilayah IV Sungai Lumpur–Riding (2021)

Gambar 13 Areal rehabilitasi mangrove di kawasan KPH Sungai Lumpur

Berdasarkan data dari peta penutupan lahan BPKH Wilayah II Palembang tahun 2017 hasil penafsiran Citra Landsat, tutupan lahan di wilayah KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur terdiri atas 14 jenis penutupan lahan yakni Hutan Mangrove Sekunder, Hutan Rawa Sekunder, Hutan Tanaman, Padang Rumput, Pemukiman, Perkebunan, Pertanian Lahan Kering, Pertanian Lahan Kering Campuran, Rawa, Belukar, Belukar Rawa, Tambak, Tanah Terbuka dan Tubuh Air.



Foto: UPTD KPH Wilayah IV Sungai Lumpur–Riding (2021)

Gambar 14 Tegakan *Avicennia marina* di wilayah KPH Unit XXIII Sungai Lumpur

Berikut adalah gambaran umum hutan mangrove yang ada di KPH Unit XXIII Sungai Lumpur:

- a. Luas seluruh kawasan Hutan Lindung (HL) mangrove di Sungai Lumpur adalah $\pm 70.023,26$ Ha.
- b. Telah ada IUPJL PT. Tiara Asia Permai (PT. TAP) seluas ± 23.500 Ha.
- c. Tambak masyarakat seluas ± 13.811 ha (berada di sebelah Selatan mulai dari Desa Kuala Sungai Pasir, Kuala Sungai Jeruju, Sungai Lumpur, Simpang Tiga Abadi, Simpang Tiga Makmur, Kuala Dua Belas dan Simpang Tiga Jaya).
- d. Lahan terbuka di Hutan Lindung seluas $\pm 948,8$ ha (berada di sebelah Utara sebanyak 8 titik/lokasi di luar izin PT. TAP).
- e. Lahan yang masih ada mangrove (relatif hijau) seluas $\pm 31.763,46$ ha (majoritas berada di sebelah Utara)
- f. Vegetasi sebagian besar hutan mangrove antara lain *Rhizophora* sp., *Avicennia* sp., *Sonneratia* sp., *Nypa fruticans* (nipah) dan lain-lain, seperti yang tercantum pada Tabel 7.

- g. Di sepanjang pesisir pantai lebih didominasi oleh mangrove jenis *Avicennia marina* (api-api pute'), sedangkan sepanjang sungai lebih didominasi oleh jenis *Nypa fruticans* (Nipah).

Tabel 6 Jenis mangrove di Kabupaten Ogan Komering Ilir

No.	Nama ilmiah	Nama lokal
1.	<i>Avicennia marina</i>	Api-api pute'
2.	<i>Avicennia alba</i>	Api-api bolong
3.	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	Tomo'
4.	<i>Rhizophora apiculata</i>	Siji' sedang
5.	<i>Sonneratia alba</i>	Beropa/perepat
6.	<i>Sonneratia caseolaris</i>	Pidada
7.	<i>Ceriops tagal</i>	-
8.	<i>Nypa fruticans</i>	Nypa
9.	<i>Achantus ilicifolius</i>	Jeruju/Kelli-kelli
10.	<i>Excoecaria agallocha</i>	Buta-butu
11.	<i>Acrosticum aureum</i>	-
12.	<i>Sonneratia ovata</i>	Pidada
13.	<i>Rhizophora stylosa</i>	Siji'
14.	<i>Rhizophora mucronata</i>	Siji' loppo
15.	<i>Bruguiera cylindrica</i>	-
16.	<i>Xylocarpus granatum</i>	Buli puteh
17.	<i>Xylocarpus moluccensis</i>	Buli bolong
18.	<i>Pandanus</i> sp. (Assosiasi)	-
19.	<i>Cerbera manghas</i> (Assosiasi)	-
20.	<i>Terminalia catappa</i> (Assosiasi)	Ketapang
21.	<i>Hibiscus tiliaceus</i> (Assosiasi)	Waru laut

Sumber: UPTD KPH Wilayah IV Sungai Lumpur – Rinding (2021); Blue Forest (2021)

7.5 Keadaan Sosial Ekonomi

Terdapat 3 kecamatan yang masyarakatnya memiliki interaksi cukup tinggi dengan wilayah KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur, yaitu Kecamatan Pangkalan Lampam, Kecamatan Tulung Selapan dan Kecamatan Cengal. Ketiga kecamatan tersebut mencakup 16 desa sebagaimana disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7 Luas wilayah desa dan jumlah penduduk di sekitar KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur

Kecamatan	Nama Desa	Luas Wilayah (Km ²)	Jumlah Penduduk (Jiwa)
Pangkalan Lampam	Riding	312,50	3.807
Tulung Selapan	Jerambah Rengas	18,67	1.370
	Penanggoan Duren	205,77	2.703
	Lebung Itam	187,23	2.562
	Tulung Seluang	189,08	2.984
	Lebung Gajah	196,50	1.178
	Ujung Tanjung	324,41	2.970
	Petaling	46,34	1.237
Cengal	Ulak Kedondong	283,07	1.947
	Sungai Ketupak	205,80	1.089
	Sungai Lumpur	80,00	2.283
	Pelimbangan	186,47	2.817
	Kuala Sungai Jeruju	124,40	1.886
	Kuala Sungai Pasir	13,97	2.741
	Sungai Jeruju	154,71	4.142
	Sungai Pasir	41,91	8.319

Sumber: UPTD KPH Wilayah IV Sungai Lumpur Riding (2018)

Desa Riding, Desa Jerambah Rengas, Desa Penanggoan Duren, Desa Lebung Itam, Desa Tulung Seluang, Desa Petaling, Desa Ujung Tanjung, dan Desa Lebung Gajah dihuni oleh warga dengan suku Melayu. Sementara Desa Sungai Lumpur, Desa Sungai Ketupak, Desa Ulak Kedondong, Desa Pelimbangan, Desa Sungai Jeruju, Desa Sungai Pasir, dan Desa Kuala Sungai Pasir terdapat suku Melayu yang merupakan suku dominan di samping suku Jawa dan Bugis.

Mata pencaharian pokok sebagian besar penduduk di desa-desa sekitar kawasan KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur adalah bertani/berkebun karet dan nelayan. Menurut data KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur, jumlah penduduk yang bekerja sebagai petani adalah 6.732 jiwa, pemungut hasil hutan 193 jiwa, nelayan tangkap air tawar 780 jiwa dan buruh serabutan 1.334 jiwa. Sementara sebagian lainnya adalah bekerja pada sektor perdagangan, peternakan, pemerintahan maupun jasa-jasa lainnya.

Berdasarkan tingkat pendidikan dari enam belas desa yang berada di sekitar kawasan hutan/KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur hampir semua warga dengan pendidikan yang relatif sedang. Desa Lebung Itam dan Desa Jerambah Rengas adalah dua desa yang penduduknya relatif lebih tinggi jika dibandingkan dengan desa lainnya.

Sarana dan prasarana perekonomian di desa-desa yang transportasi daratnya lancar seperti Desa Riding, Jerambah Rengas, Penanggoan Duren, Lebung Itam, Tulung Seluang, Petaling, Ujung Tanjung, dan Lebung Gajah tergolong baik. Desa belum memiliki pasar permanen yang buka setiap hari. Akan tetapi sekali dalam seminggu diadakan pasar yang disebut dengan kalangan. Untuk desa-desa yang hanya bisa dijangkau dengan transportasi air seperti Desa Sungai Lumpur, Kuala Sungai Jeruju, dan Kuala Sungai Pasir harga kebutuhan pokok sehari-hari dijual dengan harga lebih tinggi meskipun pada saat pasar mingguan/kalangan.

Beberapa aktivitas masyarakat yang dikhawatirkan akan menjadi ancaman bagi kelestarian ekosistem hutan mangrove di Sungai Lumpur adalah:

- a. Penangkapan ikan yang tidak konservatif (setrum, racun, pada saat awal kemarau membakar semak belukar/hutan untuk memudahkan mengetahui letak lebung dan menuju lebung ikan serta memungut ikan).
- b. Kebakaran hutan akibat pembukaan lahan dengan sistem sonor.
- c. Perambahan dan pembukaan lahan oleh masyarakat untuk kegiatan tambak.

Daftar Pustaka

- Blue Forest. (2021). Rapid Scoping Report: Program Development Potential in Ogan Komering Ilir Regency. Sustainable Mangrove Management, Fisheries, Livelihoods and Community Health Programs. Blue Forest.
- UPTD KPH Wilayah IV Sungai Lumpur Riding. (2018). Rencana Pengelolaan Hutan Jangka Panjang Kesatuan Pengelolaan Hutan Produksi (KPHP) Unit XXIII Sungai Lumpur Tahun 2018 – 2027. Kayu Agung: UPTD KPH Wilayah IV Sungai Lumpur Riding, Dinas Kehutanan Provinsi Sumatera Selatan.
- UPTD KPH Wilayah IV Sungai Lumpur Riding (2021). Karakteristik ekosistem mangrove dan rencana pengelolaannya di UPTD KPH Wilayah IV Sungai Lumpur – Riding. Disampaikan pada Focus Group Discussion Pemahaman Karakteristik Hutan Mangrove di Areal Penyangga Konsesi APP Sinar Mas, Bogor (*Online Meeting*) 9 Juni 2021.

8. Arahan Strategi Restorasi Ekosistem Hutan Mangrove Sungai Lumpur

Mimi Salminah, Dolly Priatna, & Yanto Rochmayanto

8.1 Pertimbangan Strategi Restorasi Ekosistem Hutan Mangrove

Pada prinsipnya, mencegah kerusakan ekosistem mangrove lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan restorasi yang membutuhkan investasi tinggi. Restorasi mangrove perlu dilakukan pada wilayah-wilayah yang telah mengalami kerusakan berat dan proses suksesi alami tidak dapat terjadi karena berbagai faktor. Lewis (2005) mengungkapkan bahwa restorasi atau rehabilitasi mangrove perlu dilakukan ketika ekosistem mangrove telah mengalami perubahan sehingga tidak mampu lagi mengalami perbaikan secara alami, karena pada fase itu proses suksesi menjadi terganggu. Oleh karena itu, langkah pertama restorasi ekosistem mangrove adalah mengatasi permasalahan yang menyebabkan terganggungnya proses suksesi alami (Kamali & Hashim, 2011), atau dengan cara memperbaiki kondisi hidrologis ekosistem mangrove yang telah terdegradasi. Hal ini karena prasyarat terjadinya suksesi alami pada ekosistem mangrove adalah apabila pola pasang surut air laut tidak mengalami gangguan serta bibit mangrove tersedia dengan cukup (Lewis 1982; Field, 1999; Kairo *et al.*, 2001; Saenger 2002).

Mengingat kondisi ekosistem hutan mangrove di wilayah Sungai Lumpur pada umumnya telah mengalami degradasi dengan berbagai tingkat kerusakan, restorasi di ekosistem hutan mangrove Sungai Lumpur menjadi sangat krusial, khususnya untuk mengembalikan fungsi ekologi, fungsi sosial ekonomi dan nilai estetika kawasan tersebut. Kerusakan yang terjadi lebih banyak diakibatkan oleh faktor antropogenik, seperti ekstraksi sumber daya alam mangrove terutama pada era HPH sejak tahun 1970-an, perambahan hutan mangrove, konversi hutan mangrove menjadi tambak, dan kebakaran khususnya yang terjadi pada tahun 1996, 1999, 2011 dan 2015 (KPHP Sungai Lumpur-Riding, 2018).

Sumber permasalahan yang menyebabkan timbulnya faktor antropogenik tersebut menjadi pertimbangan penting dalam penyusunan strategi restorasi ekosistem hutan mangrove Sungai Lumpur, khususnya kondisi sosial ekonomi masyarakat setempat serta kebijakan dan arah pembangunan kawasan pesisir secara berkelanjutan khususnya di Provinsi Sumatera Selatan. Selain itu, penyusunan strategi restorasi ekosistem hutan mangrove Sungai Lumpur perlu memperhatikan kondisi dan karakteristik spesifik area hutan mangrove yang akan direstorasi, meliputi karakteristik biofisik dan kimia. Restorasi ekosistem hutan mangrove bukan berarti penanaman kembali hutan mangrove. Salah satu faktor penyebab tingginya tingkat kegagalan program rehabilitasi mangrove di Indonesia adalah pandangan bahwa "*rehabilitasi mangrove dapat dilakukan secara mudah melalui penanaman kembali*" (Djamaludin, 2018)

Area pesisir Sungai Lumpur yang akan direstorasi memiliki karakteristik beragam sehingga diperlukan strategi dan teknik restorasi yang berbeda pula. Untuk menyusun strategi dan teknik restorasi yang tepat untuk lokasi tertentu (*site specific*) dibutuhkan data dan informasi yang lengkap tentang karakteristik ekosistem hutan mangrove Sungai Lumpur khususnya yang memiliki perbedaan mencolok. Mengingat keragaman kondisi pesisir Sungai Lumpur, beberapa data dan informasi penting yang diperlukan dan menjadi prasyarat bagi penyusunan strategi restorasi ekosistem hutan mangrove di antaranya adalah sebagai berikut.

8.1.1 Kondisi hidrologi termasuk pola pasang surut air laut, salinitas, dan sedimentasi

Kondisi hidrologi menjadi salah satu penentu keberhasilan restorasi ekosistem hutan mangrove. Vegetasi hutan mangrove tidak dapat tumbuh pada daerah pantai dengan ombak yang besar, endapan lumpur yang minim serta pantai yang curam. Ombak besar dan arus yang kuat dapat menyapu bibit mangrove yang baru ditanam. Selain itu, pertumbuhan vegetasi mangrove sangat dipengaruhi oleh ketinggian dan lama genangan terutama pada periode pertumbuhan awal (McKee, 1995). Pertumbuhan vegetasi mangrove pada usia muda rentan terhadap kondisi tergenang dalam jangka waktu lama. Kondisi pantai ideal yang mendukung pertumbuhan vegetasi mangrove di antaranya

adalah ombak yang tenang, salinitas pada rentang air payau (2–2,2%), dan cukup kandungan endapan lumpur dimana lereng endapan tidak lebih dari 0,25 - 0,50% (Khazali, 2005).

Tinggi genangan air laut juga mempengaruhi tingkat salinitas, yang pada akhirnya mempengaruhi kemampuan vegetasi mangrove untuk tumbuh dan beradaptasi. Setiap jenis vegetasi mangrove memiliki toleransi terhadap tingkat salinitas yang berbeda-beda sehingga akan membentuk zonasi vegetasi (Jamil et al., 2009; Laulikitnont, 2014). Zona vegetasi mangrove akan mempengaruhi pemilihan jenis yang perlu ditanam dalam kegiatan restorasi mangrove. Beberapa vegetasi mangrove tahan pada kondisi salinitas tinggi, tetapi beberapa jenis hanya tumbuh pada kondisi salinitas rendah hingga normal. *Avicennia marina* dan *Lumnitzera racemosa* adalah jenis yang mampu beradaptasi pada kondisi salinitas tinggi. *Sonneratia caseolaris*, *S. alba*, *S. apelata* dan *S.griffithii* adalah jenis-jenis yang hanya hidup pada kondisi salinitas rendah hingga normal (Eddy et al., 2019).

Sementara itu, sedimentasi bermanfaat untuk meningkatkan kandungan lumpur di area pantai hingga mencapai ketinggian yang sesuai agar bibit mangrove tidak tergenang terlalu lama. Bibit mangrove tidak dapat tumbuh pada areal dengan kandungan lumpur yang rendah. Dengan demikian, pada tingkat tertentu sedimentasi diperlukan untuk kegiatan penanaman pada restorasi ekosistem hutan mangrove. Meskipun demikian, tingkat sedimentasi yang berlebih juga dapat menghambat pertumbuhan vegetasi mangrove karena dapat menutup akar nafas dan mengubah ekosistem mangrove menjadi daratan.

Berdasarkan data Dinas Kehutanan Provinsi Sumatera Selatan, kondisi hidrologis Sungai Lumpur dipengaruhi oleh pasang surut air laut dan oleh pola aliran sungai. Secara fisiografi, pesisir pantai Timur Sumatera Selatan dikategorikan sebagai wilayah lahan basah, dengan aliran sungai membentuk pola aliran *rectangular* (Arifelia et al., 2017; Intan, 2019). Kondisi hidrologi beberapa wilayah Sungai Lumpur telah mengalami perubahan akibat pembangunan tambak konvensional, sedimentasi atau pembentukan lidah pasir dari masa lalu, dan pembuatan kanal (Massa et al., 2021).

Muara Sungai Lumpur berwarna keruh kecokelatan akibat partikel tanah atau lumpur yang dibawa oleh aliran sungai-sungai sekitar (Arifelia *et al.*, 2017). Salinitas rendah terjadi pada musim hujan akibat tingginya aliran sungai yang masuk muara, sedangkan salinitas tinggi terjadi pada saat kemarau akibat air laut yang masuk ke muara. Area yang lebih dekat ke arah laut juga pada umumnya memiliki salinitas lebih tinggi dibandingkan area yang lebih dekat ke daratan karena pengaruh air laut dan air sungai.

8.1.2 Ketersediaan dan keragaman jenis benih/anakan dan pohon induk mangrove

Lewis and Streever (2000) menyatakan bahwa tidak terjadinya suksesi alami pada ekosistem hutan mangrove kemungkinan besar disebabkan karena keterbatasan propagul mangrove. Keterbatasan propagul adalah situasi dimana propagul yang dapat disebarluaskan melalui media air tidak tersedia dengan cukup di area yang akan direstorasi (Lewis, 2005). Kurangnya jumlah propagul atau anakan mangrove biasanya terjadi akibat kurangnya pohon induk atau kondisi koneksi hidrologi di area restorasi yang menyebabkan penyebaran benih menjadi terganggu. Apabila benih atau anakan mangrove tidak tersedia dengan cukup di area restorasi, maka intervensi penanaman wajib dilakukan. Selain ketersediaan benih/anakan, restorasi ekosistem mangrove dengan cara suksesi alami juga harus mempertimbangkan keragaman jenis mangrove sehingga struktur ekosistem yang terbentuk setelah direstorasi lebih mendekati struktur ekosistem hutan mangrove yang asli.

Kondisi vegetasi mangrove di kawasan pesisir Timur Sumatera Selatan sebagai lokus restorasi sangat beragam. Kondisi vegetasi di kawasan pesisir Timur khususnya di areal KPH Sungai Lumpur terbagi menjadi tiga kelompok, yaitu area blok inti hutan lindung yang masih memiliki cukup banyak vegetasi mangrove, areal terbuka di dalam hutan lindung, dan area hutan mangrove yang telah berubah menjadi tambak masyarakat. Kondisi tersebut memerlukan intervensi yang berbeda dalam strategi restorasi ekosistem hutan mangrove.

8.1.3 Kondisi sosial ekonomi masyarakat

Kerusakan ekosistem hutan mangrove di Indonesia termasuk di kawasan pesisir Timur Sumatera Selatan pada umumnya berasosiasi dengan penggunaan hutan mangrove untuk tambak masyarakat. Tambak menjadi sumber penghidupan masyarakat pesisir yang mengakibatkan tingginya konversi hutan mangrove. Pembangunan tambak di kawasan pesisir juga seringkali diiringi oleh permasalahan tenurial. Banyak tambak yang dibangun di atas lahan negara atau kawasan hutan.

Dalam upaya menghindari konflik sekaligus meningkatkan partisipasi masyarakat pada restorasi ekosistem hutan mangrove, diperlukan strategi restorasi yang dapat mengakomodir kepentingan dan budaya masyarakat setempat. Saat ini, masyarakat pengelola tambak di kawasan Sungai Lumpur menjadi target program Pemulihan Ekonomi Nasional (PEN). Program tersebut dapat dioptimalkan untuk mendukung perbaikan pola pengembangan tambak konvensional masyarakat agar lebih mendukung konservasi ekosistem hutan mangrove Sungai Lumpur.

8.1.4 Gangguan hama predator dan sampah laut

Keberadaan beberapa jenis hewan laut seperti kepiting dapat menjadi hama bagi pertumbuhan anakan mangrove. Kepiting atau siput dapat memakan bibit mangrove yang batangnya belum mengeras. Selain kepiting, keberadaan sampah laut seperti plastik, tali dan lain-lain dapat menghambat pertumbuhan bibit mangrove karena menutupi area restorasi dan menyebabkan akar anakan mangrove tidak menancap dengan sempurna. Kondisi demikian menyebabkan banyak anakan mangrove mati atau hanyut ke laut.

8.1.5 Tata kelola ekosistem hutan mangrove

Kegiatan pengelolaan ekosistem hutan mangrove Sungai Lumpur melibatkan berbagai pihak baik di tingkat nasional maupun sub nasional. Pada tingkat nasional, Kementerian Kelautan dan Perikanan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, serta Badan Restorasi Gambut dan Mangrove merupakan tiga institusi yang terkait langsung dengan pengelolaan ekosistem mangrove. Sementara di tingkat sub nasional khususnya di Provinsi

Sumatera Selatan, terdapat beberapa stakeholder yang berkaitan langsung, seperti Dinas Kehutanan Provinsi Sumatera Selatan, UPTD KPH Wilayah IV Sungai Lumpur-Riding, Dinas Kelautan dan Perikanan, berbagai perusahaan di sektor kehutanan dan jasa lingkungan, serta para pemerhati mangrove termasuk Forum DAS Sumatera Selatan. Kegiatan restorasi mangrove juga telah banyak diinisiasi oleh beberapa institusi di Sumatera Selatan. Untuk mendukung pengelolaan ekosistem mangrove yang berkelanjutan, pemerintah baik pusat maupun masing-masing provinsi telah mengeluarkan peraturan terkait pengelolaan ekosistem mangrove dan pembangunan kawasan pesisir sebagaimana telah diuraikan pada Bab 3.

Pelaksanaan restorasi ekosistem mangrove di kawasan pesisir Sungai Lumpur harus disesuaikan dengan peraturan yang berlaku di tingkat nasional maupun sub nasional. Perbaikan tata kelola pengelolaan hutan mangrove menjadi krusial dilakukan agar kegiatan restorasi dapat berjalan efektif. Mengingat banyaknya pihak yang telah melakukan inisiasi restorasi mangrove, strategi restorasi ekosistem hutan mangrove Sungai Lumpur harus dapat disinergikan dan dikolaborasikan dengan berbagai inisiatif restorasi yang telah berjalan. Hal ini agar kegiatan restorasi menjadi lebih efektif dan efisien, tidak terjadi tumpang tindih dan pengulangan kegiatan di lokasi yang sama. Permasalahan yang sering terjadi akibat banyaknya *stakeholder* yang terlibat dalam pengelolaan ekosistem mangrove adalah adanya tumpang tindih kebijakan, khususnya terkait penetapan zona lindung dan budidaya ekosistem mangrove.

8.2 Penyusunan Tipologi Lanskap pada Ekosistem Hutan Mangrove

Untuk menentukan strategi dan teknik restorasi ekosistem hutan mangrove yang tepat sesuai dengan karakteristik spesifik setiap area yang akan di restorasi di wilayah Sungai Lumpur, perlu disusun tipologi area hutan mangrove yang akan direstorasi terlebih dahulu. Tipologi area hutan mangrove menggambarkan kondisi atau karakteristik spesifik area yang akan direstorasi, yang menjadi faktor penentu keberhasilan upaya restorasi dan memiliki perbedaan mencolok dengan kondisi atau karakteristik area lainnya.

Kondisi atau karakteristik tersebut meliputi kondisi hidrologi, ketersediaan anakan dan pohon induk vegetasi mangrove, kondisi sosial ekonomi masyarakat sekitar, serta gangguan hama dan sampah laut yang dapat menyebabkan anakan mangrove tidak dapat tumbuh dengan baik. Secara teknis, tipologi lanskap hutan mangrove yang akan direstorasi di kawasan Sungai Lumpur akan menentukan jenis intervensi pemulihan hutan mangrove termasuk jenis mangrove yang akan ditanam serta teknik penanamannya.

Sementara itu, area restorasi hutan mangrove kawasan Sungai Lumpur merupakan kawasan hutan lindung yang membentang di sepanjang pesisir Timur Sumatera Selatan dan berada di bawah pengelolaan UPTD KPH Wilayah IV Sungai Lumpur-Riding, Dinas Kehutanan Provinsi Sumatera Selatan. Berdasarkan karakteristiknya, tipologi lanskap hutan mangrove yang akan direstorasi di kawasan Sungai Lumpur dibagi menjadi tiga, yaitu area dengan vegetasi mangrove kerapatan sedang (Tipologi 1), area dengan vegetasi mangrove jarang dan lahan terbuka (Tipologi 2), dan area hutan lindung yang telah menjadi tambak masyarakat (Tipologi 3). Ketiga tipologi area restorasi ekosistem hutan mangrove kawasan Sungai Lumpur disajikan secara lebih detail dalam Tabel 8.

Tabel 8 Tipologi area restorasi ekosistem hutan mangrove kawasan Sungai Lumpur

Kondisi vegetasi	Kondisi hidrologi	Salinitas	Gangguan hama predator & sampah plastik
Tipologi I			
Vegetasi mangrove dengan kerapatan sedang yang telah terdegradasi akibat penebangan	Ombak besar dengan arus yang kuat, tinggi pasang pada saat pasang purnama dapat mencapai 5 m, memiliki endapan lumpur dalam hingga diatas 2 m, pengaruh pasang air tawar rendah.	Di atas 25 ppt (air asin)	Sedang hingga rendah karena berada di area dalam ke arah laut
Tipologi 2			
Vegetasi mangrove dengan kerapatan rendah hingga terbuka	Ombak besar, arus sedang, masih ada pengaruh pasang air tawar dari sungai sekitar, endapan lumpur cukup dalam	Antara 10 – 20 ppt (payau)	Tinggi
Tipologi 3			
Areal terbuka yang sudah dijadikan tambak masyarakat	Ombak sedang hingga tenang, pengaruh pasang surut air laut dan air tawar terhalang oleh gulungan tambak	Antara 2 – 10 ppt (payau)	Tinggi

Tipologi 1 area restorasi ekosistem hutan mangrove kawasan Sungai Lumpur berada di blok inti Hutan Lindung Sungai Lumpur yang ditujukan untuk perlindungan kawasan pesisir. Pada tahun 1970-an, area tersebut dikelola oleh HPH yang selanjutnya ditemukan kerusakan pada vegetasi mangrove. Meskipun demikian, area tersebut telah mengalami regenerasi alami, beberapa vegetasi mangrove tumbuh alami membentuk hutan mangrove sekunder. Ombak dan arus air laut pada areal tersebut sangat kuat sehingga dapat menghambat terjadinya suksesi alami apabila tidak ada intervensi hidrologi.

Tipologi 2 sebagian besar berada di blok pemanfaatan, sementara tipologi 3 berada di blok pemberdayaan. Pada umumnya ombak dan arus air laut yang terjadi di tipologi 2 dan 3 tidak sekuat yang terjadi di tipologi 1. Area tersebut memiliki topografi yang cenderung landai dengan tingkat

sedimentasi yang tinggi sehingga mengandung endapan lumpur cukup dalam. Potensi gangguan hama dan sampah plastik pada area dengan tipologi ini juga tinggi karena dekat ke arah daratan dengan akses yang lebih terbuka.

Khusus untuk tipologi 3, tingkat gangguan antropogenik menjadi lebih tinggi karena adanya aktivitas petambak. Pola tambak konvensional seringkali menyebabkan kondisi hidrologi menjadi terganggu. Adanya tanggul-tanggul sekitar tambak menyebabkan pergantian pasang surut air laut dan air tawar yang penting untuk pertumbuhan vegetasi mangrove menjadi terganggu. Selain itu, area bekas tambak udang pada umumnya memiliki kadar garam atau asam sulfat tanah yang tinggi. Dengan demikian, selain tingkat konflik sosial yang tinggi, pada tipologi ini rekayasa hidrologi menjadi faktor yang sangat penting.

Sementara itu, pola pasang surut air laut di area restorasi pada umumnya merupakan pola asimetrik, proses pasang tertinggi menuju surut terendah membutuhkan waktu ± 15 jam, sedangkan proses dari surut terendah menjadi pasang tertinggi membutuhkan waktu ± 9 jam (Simatupang *et al.*, 2016). Karakteristik pada berbagai tipologi tersebut menjadi dasar penentuan strategi dan teknik restorasi ekosistem hutan mangrove di kawasan Sungai Lumpur. Menurut Watson (1982) dan Brown (2006), tinggi dan lama genangan air pada ekosistem hutan mangrove akan menentukan jenis vegetasi mangrove yang sesuai dengan kategori sebagai berikut:

- Mangrove yang selalu tergenang berapapun ketinggian air. Pada area ini jenis vegetasi mangrove yang mampu beradaptasi adalah *Rhizophora mucronata*, *R. stylosa*, dan *R. apiculata*. Di sisi lain, *R. mucronata* dapat tumbuh lebih baik di areal yang memiliki cukup pasokan air tawar.
- Mangrove yang tergenang ketika ketinggian air sedang. Pada umumnya jenis yang dapat beradaptasi pada kondisi ini adalah *Avicennia alba*, *A. marina*, *Sonneratia alba*, dan *R. mucronata*.
- Mangrove yang tergenang ketika ketinggian air normal. Pada umumnya semua species mangrove dapat tumbuh baik pada kondisi seperti ini, sehingga area ini memiliki tingkat keragaman yang tinggi. Jenis yang paling mendominasi adalah *Rhizophora* spp.

- Mangrove yang tergenang hanya pada saat air tinggi. Pada umumnya area ini ditumbuhi jenis *Bruguiera* spp., *Xylocarpus* spp., *Lumnitzera littorea*, dan *Excoecaria agallocha*. Area ini lebih kering dibandingkan dengan area mangrove lainnya sehingga jenis *Rhizophora* sulit tumbuh.
- Mangrove yang tergenang hanya apabila terjadi pasang besar. Jenis yang dapat beradaptasi adalah *Bruguiera gymnorhiza*, *Intsia bijuga*, *Nypa fruticans*, *Heritiera littoralis*, *Excoecaria agallocha*, dan *Aegiceras* spp.

8.3 Pemilihan Strategi Restorasi

Prinsip utama restorasi ekosistem mangrove adalah memperbaiki kondisi alam (hidrologi dan ketersediaan bibit/propagul mangrove) yang menyebabkan terhambatnya regenerasi alami vegetasi mangrove. Intervensi penanaman diperlukan apabila perbaikan yang telah dilakukan tidak berhasil mendorong terjadinya suksesi alami, atau apabila kondisi ekosistem hutan mangrove telah terdegradasi berat sehingga tidak lagi memungkinkan vegetasi mangrove tumbuh secara alami. Mekanisme perbaikan kondisi alam dapat mengacu pada kondisi ekosistem mangrove referensi di daerah sekitarnya. Sebagai contoh, tingkat kemiringan, topografi, dan ketinggian substrat media tumbuh vegetasi mangrove di ekosistem mangrove terdekat yang masih bagus (ekosistem referensi) dapat dijadikan acuan/*benchmark* bagi perbaikan kondisi substrat di area ekosistem mangrove yang akan direstorasi. Begitu pula perbaikan kondisi hidrologi perlu mengacu kondisi hidrologi di ekosistem mangrove yang masih terjaga.

Pemilihan strategi dan teknik restorasi pada masing-masing tipologi spesifik area ekosistem hutan mangrove yang akan direstorasi di kawasan Sungai Lumpur disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9 Arahan strategi restorasi ekosistem hutan mangrove di areal penyangga konsesi HTI pemasuk kayu, APP Sinar Mas

Tipologi lanskap	Strategi restorasi	Perlakuan
Tipologi 1	<i>Ecological mangrove restoration</i> (EMR) melalui perbaikan hidrologi dan penyebaran biji atau propagul mangrove	<ul style="list-style-type: none">Merancang pemulihan hidrologi untuk memperbaiki kondisi pemungkin bagi pertumbuhan mangrove secara alami, antara lain: dengan pembuatan dinding tanggul pemecah arus dan ombak sehingga menjadi lebih tenang dan sesuai untuk pertumbuhan vegetasi mangrove secara alamiPenyebaran biji atau propagul pada saat pasang khususnya jenis mangrove toleran air asin/ salinitas tinggi atau jenis pionir seperti <i>Avicennia</i> dan <i>Sonneratia</i>
Tipologi 2	<i>Ecological mangrove restoration</i> melalui perbaikan hidrologi dan penyebaran biji atau propagul mangrove	<ul style="list-style-type: none">Mendesain pemulihan hidrologi untuk memperbaiki kondisi pemungkin bagi pertumbuhan mangrove secara alami, misalnya pembuatan parit sebagai media pertukaran aliran air laut dan air tawar atau pembangunan dinding tanggul pemecah ombak sehingga ombak menjadi lebih tenang.Penyebaran biji atau propagul pada saat pasangPengerukan sedimentasi apabila telah mengganggu pertumbuhan akar nafas jenis mangrove

Tabel 9 Arahan strategi restorasi ekosistem hutan mangrove di areal penyangga konsesi HTI pemasuk kayu, APP Sinar Mas (lanjutan)

Tipologi lanskap	Strategi restorasi	Perlakuan
Tipologi 3	Perbaikan hidrologi, penyebaran bibit/propagul mangrove, penanaman, dan penyelesaian konflik tenurial tambak	<ul style="list-style-type: none"> • Meratakan tanggul/bedengan penghalang pertukaran air laut dan air tawar jika memungkinkan • Jika tidak memungkinkan, membuat desain pintu-pintu air pada tambak dengan bentuk alami yang menghubungkan tambak dengan laut untuk pertukaran aliran air laut dan air tawar • Memastikan pintu-pintu air tersebut tidak tersumbat dan tetap terbuka • Semakin ke arah laut aliran air dibuat semakin lebar • Mengatur kemiringan lahan mangrove yang sesuai untuk pertumbuhan vegetasi mangrove • Penyebaran biji atau propagul pada saat pasang, diutamakan jenis-jenis yang toleran dengan kondisi tambak seperti <i>Lumnitzera</i> spp. • Penanaman bibit mangrove yang berasal dari alam (area sekitarnya) apabila jumlah propagul yang tersedia di area tambak tidak mencukupi • Memastikan permukaan tanah di <i>polybag</i> sejajar dengan permukaan tanah di sekeliling lubang tanam dan membuang <i>polybag</i>nya • Bibit yang ditanam adalah bibit yang batangnya sudah keras untuk menghindari hama pemakan mangrove • Pembersihan hama predator dan sampah plastik • Pelibatan masyarakat dalam pelaksanaan restorasi sehingga masyarakat mendapat manfaat ekologi dan ekonomi dari upaya restorasi ekosistem hutan mangrove

Ecological mangrove restoration (EMR) merupakan teknik restorasi mangrove yang mengutamakan perbaikan hidrologi area restorasi dan diikuti oleh penyediaan biji atau propagul mangrove, sehingga dapat memfasilitasi proses suksesi alami ekosistem hutan mangrove (Lewis & Brown, 2014). Kondisi hidrologi yang normal diharapkan mendukung pertumbuhan secara alami biji atau propagul mangrove yang disebar. EMR dilakukan dengan melibatkan masyarakat dan *stakeholder* relevan lainnya sehingga tingkat kegagalan akibat adanya konflik atau hambatan tata kelola lahan mangrove dapat dihindari.

Teknik EMR dapat diterapkan pada setiap tipologi dengan tambahan perlakuan yang disesuaikan dengan karakteristik masing-masing tipologi. Selain itu, yang membedakan pada setiap tipologi adalah jenis perlakuan/rekayasa hidrologi yang perlu dilakukan serta jenis tanaman yang sesuai dengan masing-masing tipologi. Pada tipologi 3 di mana potensi konflik dengan masyarakat dan ketidaksesuaian tata kelola ekosistem mangrove membutuhkan pendekatan sosial tersendiri, sehingga masyarakat dapat menerima strategi dan teknik restorasi yang akan dilakukan.

Sebagai contoh, rekayasa hidrologi yang efektif di area tambak adalah dengan meratakan tanggul atau bedengan tambak yang menghalangi pertukaran air asin dan air tawar. Meskipun demikian, metode tersebut kemungkinan akan mendapat resistensi dari masyarakat petambak. Hal itu dapat disiasati dengan membangun pintu-pintu air yang menghubungkan tambak, sungai dan laut, sehingga terjadi pertukaran air asin dan air tawar. Teknik tambak konvensional yang diterapkan oleh masyarakat juga perlu diperbaiki, salah satunya dengan teknik *silvofishery* dengan pembinaan yang intensif.

Daftar Pustaka

- Arifelia, D.R., Diansyah, G., Surbakti, H. (2017). Analisis kondisi perairan ditinjau dari konsentrasi total *suspended solid* dan sebaran klorofil-A di Muara Sungai Lumpur, Sumatera Selatan. *Maspuri Journal*. 9 (2): 95-104
- Brown, B. (2006). *Lima Tahap Rehabilitasi Mangrove*. Petunjuk teknis rehabilitasi hidrologi mangrove. Yogyakarta, Indonesia: Mangrove Action Project dan Yayasan Akar Rumput Laut Indonesia.

- Djamaluddin, R. (2018). *Mangrove: biologi, ekologi, rehabilitasi dan konservasi*. Manado: Unsrat Press. 237 hal.
- Eddy, S., Iskandar, I., Ridho, M.R., Mulyana, A. (2019). Restorasi hutan mangrove terdegradasi berbasis masyarakat lokal. *Jurnal Indobiosains*. Vol 1 (1).
- Field, C.D. (1999). Rehabilitation of Mangrove Ecosystems: An Overview. *Mar. Poll. Bull.* 37(8-12), 383-392.
- Jamili, Setiadi, D., Qayim, I., & Guhardja, E. (2009). Struktur dan komposisi mangrove di Pulau Kaledupa Taman Nasional Wakatobi, Sulawesi Tenggara. *Ilmu Kelautan*, 14(4): 36-45.
- Intan, M.F.S. (2019). Simpang Tiga Abadi Kabupaten Ogan Komering Ilir, Provinsi Sumatera Selatan: Jejak Sungai Lama di Lahan Basah. *Jurnal Walennae* Vol 17 (1). Pp 37-56.
- Kairo, J.G., Dahdouh-Guebas, F., Bosire, J. and Koedam, N. (2001). Restoration and Management of Mangrove Systems – A lesson for and from the East African Region. *South African Journal of Botany*, 67:383-389.
- Laulikitnont, P. (2014). Evaluation of Mangrove Ecosystem Restoration Success in Southeast Asia. Master's Projects. University of San Francisco.
- Lewis R.R., & B. Streever. (2000). Restoration of mangrove habitat. WRP Technical Notes Collection (ERDC TN-WRP-VN-RS-3.2), U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.
- Lewis, R.R. (1982). Mangrove forests. Ch. 8, pages 153-172 in RR Lewis (ed.), *Creation and Restoration of Coastal Plant Communities*. Boca Raton, Florida: CRC Press, 219 pp
- Lewis, R.R. (2005). Ecological engineering for successful management and restoration of mangrove forests. *Ecol. Eng.* 24:403–418.
- Lewis, R. R., & Brown, B. (2014). Ecological Mangrove Rehabilitation. A field Manual for Practitioners. www.mangroverestoration.com. [Diunduh pada 7 Februari 2021].
- Kamali, B., & Hashim R. (2011). Mangrove restoration without planting. *Ecological Engineering* 37. Pp 387-391
- Khazali, M. (2005). Panduan Teknis Penanaman Mangrove Bersama Masyarakat. Bogor: Wetlands International- Indonesia Programme.

- KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur. (2018). Rencana pengelolaan hutan jangka panjang KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur Tahun 2018-2027. OKI: KPHP Unit XXIII Sungai Lumpur.
- Massa, Y.N., Iman, A.N., Opu, W., Taufik, A., Ahmad, R., Silalahi, M. (2021). Rapid Scoping Report. Program Development Potential in Ogan Komering Ilir Regency. Sustainable Mangrove Management, Fisheries, Livelihoods and Community Health Programs. Blue Forest.
- McKee K.L. (1995). Inter-specific variation in growth, biomass partitioning, and defensive characteristics of neotropical mangrove seedlings: response to availability of light and nutrients, *Am. J. Bot.* 82 (3): 299–307.
- Saenger, P. (2002). Mangrove Ecology, Silviculture and Conservation. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 360 pp.
- Simatupang, C.M., Surbakti, H., & Agussalim, A. (2016). Analisis data arus di perairan muara sungai Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Maspuri Journal* 8(1): 15-24
- Watson, J.G. (1928). Mangrove forest of the Malay Peninsula. *Malaysian Forest Records* No 6, 275p

9. Teknik Restorasi Ekosistem Hutan Mangrove

Ari Wibowo, Dolly Priatna, & Yanto Rochmayanto

Fakta akan pentingnya ekosistem mangrove dan ancaman yang dihadapi hutan mangrove saat ini membuat kebutuhan akan restorasi mangrove menjadi suatu keharusan. Meskipun demikian, banyak program rehabilitasi mangrove di Indonesia mengalami kegagalan. Biaya yang sangat besar terbuang sia-sia tanpa hasil. Restorasi ekosistem hutan mangrove tidak selalu harus dengan penanaman, sebab setiap tahun mangrove menghasilkan ratusan ribu benih berupa buah atau biji per pohonnya. Dengan kondisi hidrologi yang layak, biji atau buah mangrove ini dapat tumbuh secara alami. Lima langkah penting dalam prosedur teknis yang menunjang kesuksesan rehabilitasi mangrove (Brown, 2006) yaitu:

1. Memahami autekologi, yakni sifat-sifat ekologi tiap-tiap jenis mangrove di lokasi, khususnya pola reproduksi, distribusi benih, dan keberhasilan pertumbuhan bibit.
2. Memahami pola hidrologi normal yang mengatur distribusi dan pertumbuhan spesies mangrove.
3. Meneliti perubahan yang terjadi pada lingkungan mangrove yang menghambat terjadinya regenerasi alami.
4. Membuat disain program restorasi hidrologi untuk memungkinkan pertumbuhan mangrove secara alami.
5. Melakukan pembibitan dan penanaman hanya jika keempat langkah di atas telah dilakukan namun tidak menghasilkan pertumbuhan sebagaimana yang diharapkan.

Teknik restorasi mangrove dimasukkan ke dalam berbagai tahapan yang dilaksanakan agar implementasi restorasi dapat berjalan dengan baik.

9.1 Persiapan dan Penentuan Lokasi

Tahapan persiapan dan penentuan lokasi restorasi ini meliputi beberapa hal, mulai dari proses identifikasi dan penetapan areal restorasi hingga identifikasi faktor-faktor penghambat regenerasi mangrove. Uraian yang lebih rinci terhadap kegiatan persiapan adalah sebagai berikut:

a. Identifikasi dan penetapan areal restorasi

Areal yang akan direstorasi diidentifikasi dan ditetapkan menggunakan hasil citra satelit dan melakukan kunjungan lapangan.

b. Sosialisasi

Sosialisasi adalah salah satu proses di mana pengelola menerangkan konsep kegiatan restorasi kepada para pihak terkait untuk mendapat dukungan atau persetujuan. Cara sosialisasi dapat dilakukan pengelola dengan mengunjungi para pihak terkait untuk memberikan penjelasan, atau mengadakan pertemuan dengan cara mengundang para pihak terkait dan memberikan penjelasan.

c. Pembentukan organisasi dan pelaksana restorasi,

Pengelola menunjuk satu atau dua stafnya sebagai supervisor. Pengelola bersama supervisor dan donor memilih *Field Manager* (FM). Pengelola bersama FM membentuk Kelompok Kerja (Pokja) Restorasi Mangrove. Organisasi pelaksana restorasi terdiri atas pengelola, supervisor, FM, dan kelompok kerja.

d. Pemantapan areal restorasi

Pengelola menetapkan batas areal restorasi dan membuat peta dengan cara deliniasi areal restorasi, pengecekan areal restorasi dengan menggunakan GPS dan mencatat hasil pengukuran, memasang patok batas areal restorasi dan membuat peta kerja areal restorasi skala 1:10.000.

e. Pelatihan teknis restorasi

Pelatihan dilakukan kepada kelompok kerja pelaksana restorasi agar setiap pelaksana lapangan restorasi memahami dan dapat melaksanakan tugas restorasi dengan baik.

f. Survei awal

Survei awal merupakan *base-line survey* terhadap areal hutan mangrove, baik yang akan direstorasi maupun kawasan hutan alam terdekat yang relatif masih utuh di sekitar areal restorasi sebagai ekosistem referensi. Survei pada kondisi hutan alam dimaksudkan untuk mengidentifikasi jenis-jenis asli yang tumbuh melalui kegiatan analisa vegetasi dan mencocokannya dengan pustaka terpercaya.

Survei awal di areal restorasi dimaksudkan untuk mengetahui:

- Kondisi penutupan lahan, apakah terjadi kerusakan vegetasi yang 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.

Kondisi vegetasi, termasuk tingkat penutupan lahan akan mempengaruhi 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 areal 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.

- Kondisi fisik kawasan, iklim dan sumber air terdekat untuk mendukung pembuatan persemaian apabila diperlukan.
- Kondisi biologis seperti keberadaan satwa liar, sumber benih, vegetasi lantai hutan, jenis tumbuhan berkayu asli, dan jenis invasif. Survei satwa dapat dilakukan salah satuya 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.

- Kondisi sosial-ekonomi dan budaya masyarakat, termasuk hubungan antara masyarakat dengan hutan mangrove.
- Kendala atau hambatan kegiatan restorasi, yang meliputi berbagai aspek yang berpotensi sebagai ancaman terhadap keberhasilan restorasi. Kendala-kendala ini perlu dipertimbangkan untuk menghindari gagalnya kegiatan restorasi.
- Ekosistem hutan mangrove yang masih dalam kondisi baik dan terletak di sekitar areal restorasi dapat dijadikan salah satu ekosistem referensi.

g. Memahami autekologi hutan mangrove

Autekologi hutan mangrove yang dimaksud adalah memahami sifat-sifat ekologi tiap-tiap jenis mangrove di lokasi restorasi, khususnya pola reproduksi, distribusi benih, dan keberhasilan pertumbuhan bibit (Brown, 2006). Mangrove membutuhkan makanan dalam bentuk zat hara dan faktor-faktor lingkungan yang mendukung seperti pencahayaan yang cukup untuk melakukan proses fotosintesis. Setiap jenis mangrove memiliki kemampuan toleransi atau adaptasi terhadap kadar garam dalam substrat yang berbeda. Hal tersebut antara lain yang menyebabkan terjadinya zonasi pada ekosistem mangrove. Agar dapat melakukan restorasi mangrove dengan baik, maka perlu didukung oleh pengetahuan tentang karakter masing-masing jenis mangrove dan kondisi habitat tumbuh mangrove.

h. Identifikasi kondisi dan pola hidrologi

Faktor yang paling penting dalam merencanakan suatu kegiatan restorasi hutan mangrove adalah menentukan hidrologi normal (kedalaman, durasi dan frekuensi genangan air) dari jenis mangrove alami pada situs restorasi (Brown, 2006). Masing-masing jenis mangrove tumbuh pada ketinggian substrat yang berbeda dan pada bagian tertentu tergantung pada besarnya paparan mangrove terhadap genangan air pasang. Pencatatan periode kritis tingkat genangan dan kekeringan yang mempengaruhi kesehatan

hutan mangrove adalah faktor yang juga penting dalam perencanaan restorasi hutan mangrove. Tabel 10 menunjukkan zonasi mangrove menurut ketinggian dan frekuensi genangan.

Tabel 10 Kelas pertumbuhan mangrove di Indonesia

Kelas Mangrove	Digenangi oleh	Ketinggian (meter)	Frekwensi genangan (per bulan)
1	Seluruh level air	0-8 (2,44)	56-62
2	Ketinggian sedang	8-11 (3,35)	45-59
3	Ketinggian normal	11-13 (3,96)	20-45
4	Ketinggian besar	13-15 (4,57)	2-20
5	Abnormal (<i>equinoctial tides</i>)	15	2

Sumber: diolah dari Brown (2006)

i. Identifikasi faktor penghambat regenerasi

Proses identifikasi dilakukan dengan meneliti perubahan pada lingkungan mangrove yang diperkirakan menghambat terjadinya regenerasi alami. Beberapa hal yang perlu dilakukan saat melakukan survei adalah:

- Memperhatikan apakah substrat telah berbeda bila dibandingkan dengan kondisi substrat yang masih ditumbuhi mangrove di sekitarnya;
- Memperhatikan apakah ada bagian tanah yang terangkat atau tenggelam bila dibandingkan dengan tinggi tanah di sekitarnya;
- Memperhatikan apakah sistem pengairan (hidrologi) telah berubah pada lahan seperti terbentuknya aliran-aliran air baru, perendaman air laut atau tawar, atau bagian lahan ada yang kering dan sudah ditumbuhi semak-semak tumbuhan darat;
- Memperhatikan struktur komunitas mangrove yang ada terutama komposisi jenis sekitar lahan yang akan di restorasi.

9.2 Perencanaan

Hasil survei awal dan informasi yang diperoleh pada tahap persiapan merupakan bahan untuk merencanakan kegiatan restorasi. Bila terjadi perubahan nyata pada sistem hidrologi lahan, maka tindakan perbaikan sistem hidrologi harus dilaksanakan terlebih dahulu. Bila kondisi fisik lahan masih sama atau relatif sama dengan kondisi sekitarnya yang masih ditumbuhi mangrove, upaya restorasi dengan suksesi alami atau pengayaan dan penanaman dapat diterapkan. Jenis bibit yang akan ditanam dan di lokasi mana masing-masing jenis bibit akan ditanam juga menjadi rekomendasi hasil survei.

Dalam perencanaan restorasi harus dilihat pula faktor-faktor tekanan yang dihadapi oleh mangrove, misalnya hambatan masuknya air. Setelah mengenali hambatan tersebut, selanjutnya disusun rencana untuk mengendalikan atau menghilangkan hambatan tersebut. Perlu juga diketahui lahan yang akan direstorasi tersebut sebelumnya digunakan untuk apa. Hal yang sangat penting dalam merencanakan kegiatan restorasi adalah bahwa lokasi restorasi yang ditetapkan sebelumnya merupakan hutan mangrove juga.

Seringkali lokasi yang dipilih untuk restorasi mangrove hanya berdasarkan kondisi dataran yang berupa lumpur (*mudflat*), dataran garam (*salt pan*) atau laguna dengan asumsi bahwa lahan tersebut akan lebih baik dan produktif jika dijadikan hutan mangrove. Akan tetapi sebenarnya dataran lumpur adakalanya memiliki fungsi ekologi tertentu, misalnya sebagai tempat mencari makan burung-burung yang bermigrasi, sehingga penanaman mangrove cenderung gagal.

Kerusakan ekosistem mangrove seringkali disebabkan oleh aktivitas manusia. Tambak udang yang terlantar, lahan yang gundul karena penebangan untuk arang, atau hutan mangrove yang kering akibat adanya perubahan hidrologi (dampak dari pembuatan tanggul, jalan, dan pembabatan hutan di hulu sungai) merupakan areal yang umumnya dijadikan lokasi restorasi. Dalam kasus seperti ini, sebelum melakukan penanaman mangrove atau upaya restorasi lainnya, sangat penting untuk dinilai terlebih dahulu apakah areal yang akan direstorasi ini cocok untuk pertumbuhan mangrove.

Faktor-faktor apa saja yang menjadi hambatan/tekanan yang menghalangi pertumbuhan mangrove juga perlu dikenali. Untuk itu kerja sama dengan masyarakat setempat penting dilakukan untuk mengetahui sejarah perubahan hutan mangrove di areal tersebut. Contoh-contoh tekanan yang dapat menyebabkan kegagalan program restorasi di antaranya:

- Kurangnya air tanah
- Terhambatnya pertukaran air pasang surut.
- Tingginya kadar garam atau asam sulfat tanah (seringkali terjadi pada bekas tambak udang)
- Penggembalaan ternak
- Abrasi garis pantai dan penurunan ketinggian substrat

Pada tahap penyusunan rencana kegiatan restorasi ditentukan teknik restorasi, pola penanaman, jenis tanaman, jadwal kegiatan, dan rencana anggaran. Perencanaan disusun berdasarkan data hasil survey serta berbagai informasi yang didapat dari hasil persiapan.

9.2.1 Pemilihan strategi dan intervensi restorasi

Rancangan strategi dan intervensi restorasi merupakan dasar untuk pelaksanaan restorasi dan merupakan dasar agar kegiatan restorasi dapat dilaksanakan secara efektif dan efisien serta mendapatkan hasil yang diharapkan. Hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan strategi dan intervensi restorasi yang paling sesuai, apakah dengan suksesi alami, atau dengan penunjang suksesi alami, atau dengan pengayaan tanaman atau penanaman.

Mengacu kepada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 21 tahun 2004 tentang Kriteria Baku Kerusakan Mangrove dan JICA (2014), pemilihan pola restorasi dapat dilakukan seperti pada Tabel 11.

Tabel 11 Pemilihan strategi restorasi berdasarkan jumlah permudaan dan persentase jenis mangrove sejati

No.	Strategi restorasi	Jumlah permudaan mangrove alami	Persentase jenis mangrove sejati (<i>Major species</i>)
1	Suksesi alam	≥ 1.000 batang per Ha,	$\geq 50\%$
2	Penunjang Suksesi Alam	600-1.000 batang per Ha,	30-50%
3	Pengkayaan Tanaman	200-600 batang per ha	$< 30\%$
4	Penanaman (<i>replanting</i>)	< 200 batang per Ha,	na

9.2.2 Membuat desain restorasi hidrologi

Prinsip dasar restorasi hidrologi adalah menciptakan kembali kemiringan dan ketinggian substrat alami yang akan mendukung aliran air secara normal, serta pembentukan dan pertumbuhan alami bibit mangrove. Tanggul tambak udang perlu diratakan dan paritnya harus ditimbun. Jika pekerjaan meratakan keseluruhan tanggul tidak memungkinkan, maka disain restorasi hidrologi dapat dilakukan dengan membuat beberapa pintu air untuk memastikan air keluar masuk dengan lancar dan sekaligus dapat membantu merobohkan tanggul tersebut secara perlahan-lahan.

Kadangkala penghalang keluar-masuk air laut di suatu lahan sulit dipastikan karena dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kurangnya air tanah akibat penggundulan hutan di daratan, perubahan alur sungai, pengembangan pumukiman, tambak serta pembuatan jalan yang berdekatan dengan areal mangrove. Seringkali hambatan hidrologi ini tidak dapat diubah karena pemanfaatan seperti yang disebutkan di atas lebih diutamakan daripada pertumbuhan mangrove.

9.2.3 Penetapan jarak tanam dan sistem penanaman

Jarak tanam 3×3 m ($>1.000/\text{ha}$) dapat dipilih dengan asumsi bahwa apabila jumlah tanaman dalam suatu kawasan sebanyak 1.000 batang/ha sudah dianggap cukup sebagai ekosistem hutan mangrove yang baik (menurut Kriteria Baku Kerusakan Mangrove dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 21 tahun 2004). Pada areal vegetasi mangrove, apabila kerapatan tumbuhan <1.000 batang/ha maka vegetasi tersebut dianggap rusak. Pola penanaman telah diuraikan lebih rinci pada sub bab 9.3.2.

9.2.4 Pemilihan jenis mangrove

Pemilihan jenis mangrove yang akan ditanam perlu mengacu pada ekosistem referensi yang digunakan. Ekosistem referensi tersebut dapat berupa ekosistem hutan alam yang ada di dekat areal restorasi atau informasi struktur dan komposisi jenis hutan mangrove yang pernah ada sebelumnya di situs restorasi. Dalam pelaksanaan restorasi memprioritaskan jenis-jenis kunci seperti pohon sarang dan pakan satwa untuk pembentukan ekosistem. Penanaman dilakukan secara polikultur (penanaman campuran dengan beberapa jenis). Jumlah jenis tanaman disarankan paling sedikit 50% dari ekosistem hutan alam yang ada di dekat areal restorasi, dengan komposisi jenis pionir 60% dan jenis pohon klimaks 40%.

9.2.5 Pembuatan jadwal kegiatan restorasi

Jadwal setiap kegiatan untuk pelaksanaan restorasi dibuat dalam bentuk tulisan dan tabel. Jadwal kegiatan tersebut dibuat secara detil setiap kegiatan dan diperhitungkan berdasarkan hari kerja, dituangkan dalam tabel untuk skala waktu bulanan.

9.2.6 Penyusunan rencana anggaran

Mengingat musim penghujan untuk melakukan penanaman dengan tingkat keberhasilan tinggi pada bulan Desember atau Januari, maka biaya restorasi harus dianggarkan dengan berkelanjutan (*multiyears*). Berdasarkan jumlah dan macam kegiatan yang harus dilaksanakan pada setiap strategi dan intervensi restorasi dan tingkat kesulitan pelaksanaan restorasi maka perlu dibuat standar biaya masing-masing strategi dan intervensi. Acuan biaya dibedakan berdasarkan tingkat kesulitannya. Misalnya panjang jarak mempengaruhi kemampuan menyelesaikan pekerjaan dalam satu hari. Jumlah bulan basah dan bulan kering dapat mempengaruhi biaya pemeliharaan.

Sebagai rujukan awal, kebutuhan biaya restorasi ekosistem hutan mangrove di Region OKI di Sumatera Selatan dapat mengacu pada pengalaman rehabilitasi hutan mangrove di lokasi yang sama (Tabel 12). Komponen dan besaran biaya tersebut adalah untuk satuan luasan 1 Ha, dengan jarak tanam 3x4 meter. Harga bibit diperoleh dari pemberdayaan masyarakat sekitar lokasi kegiatan

Tabel 12 Kebutuhan biaya untuk rehabilitasi hutan mangrove per hektar

No.	Jenis kegiatan	Satuan	Vol.	Harga satuan (Rp.)	Jumlah (Rp)
1.	Pengadaan bibit mangrove	Batang	833	10.000	8.330.000
2.	Penanaman bibit	Ha	1	2.499.000	2.499.000
3.	Pemasangan ajir bambu	Batang	833	300	249.900
4.	Perawatan tanaman selama 2 tahun	Ha	1	2.499.000	2.499.000
Total kebutuhan biaya					13.577.900

Sebagai acuan lain, perencanaan pembiayaan restorasi ekosistem mangrove di daerah OKI Sumatera Selatan dapat mengacu pada standar harga satuan kegiatan dari Ditjen PDAS-HL (2021) (Tabel 13). Harga satuan tersebut meliputi kegiatan penyusunan rencana teknis, kegiatan penanaman pada dua macam pola tanam dan kerapatan (penanaman intensif kerapatan 3.300 dan 10.000 batang/ha, dan penanaman rumpun berjarak kerapatan 5.000 dan 10.000 batang/ha), serta pengayaan mangrove (kerapatan 3.000 dan 1.000 batang/ha).

Tabel 13 Estimasi kebutuhan biaya restorasi ekosistem mangrove di Hutan Lindung Sungai Lumpur, OKI

No	Uraian	Vol	Unit	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Penyusunan Rencana Teknis (per ha)				
a.	Upah pengukuran dan pemancangan batas	0,8	HOK	110.000	88.000
b.	Pembelian bahan				
	- Patok batas	0,1	buah	60.000	6.000
	- Bahan pembuatan peta dan blanko isian	0,05	paket	300.000	15.000
	- Personal use	0,05	unit	300.000	15.000

Tabel 13 Estimasi kebutuhan biaya restorasi ekosistem mangrove di Hutan Lindung Sungai Lumpur, OKI (lanjutan)

No	Uraian	Vol	Unit	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
c.	Perjalanan identifikasi, inventarisasi dan pengumpulan bahan				
	- Identifikasi dan inventarisasi lapangan	0,1	OT	800.000	80.000
	- Pengukuran dan pengumpulan bahan risalah lapangan	0,1	OT	1.200.000	120.000
	- Transport lokal (sewa perahu)	0,1	unit	1.250.000	125.000
d.	Lain-lain				
	- Penyusunan konsep rancangan, penggambaran peta, pembahasan, penyusunan rancangan, pengesahan	0,1	OH	550.000	55.000
	- Penggandaan naskah dan peta rancangan	0,04	Ekspl	162.500	6.500
	- Penyiapan kelompok	1	palet	25.000	25.000
Jumlah (1)					535.500
2	Penanaman (3.300 batang/ha)				
a.	Upah				
	- Pembuatan arah larikan	4	HOK	110.000	440.000
	- Pembuatan dan pemancangan ajir	6	HOK	110.000	660.000
	- Pembuatan papan nama dan gubuk kerja	1,08	HOK	110.000	118.800
	- Pengangkutan bibit, penanaman, pemeliharaan dan perlindungan tanaman	45	HOK	110.000	4.950.000
	- Pengawasan	5	HOK	110.000	550.000
	- Pembuatan pelindung tanaman/saluran pasang surut	35	HOK	110.000	3.850.000

Tabel 13 Estimasi kebutuhan biaya restorasi ekosistem mangrove di Hutan Lindung Sungai Lumpur, OKI (lanjutan)

No	Uraian	Vol	Unit	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
b.	Bahan				
	- Patok arah larikan	132	patok	1.000	132.000
	- Ajir	3.300	ajir	300	990.000
	- Papan nama	0,1	unit	550.000	55.000
	- Gubuk kerja	0,1	unit	1.250.000	125.000
	- Bibit mangrove	3.300	batang	2.200	7.260.000
	- Pelindung tanaman/saluran	1	paket	3.500.000	3.500.000
c.	Lainnya				
	- Transport lokal (sewa perahu)	0,1	paket	2.250.000	225.000
Jumlah (2)					22.855.800
3	Penanaman (10.000 batang/ha)				
a.	Upah				
	- Pembuatan arah larikan	4	HOK	110.000	440.000
	- Pembuatan dan pemancangan ajir	12	HOK	110.000	1.320.000
	- Pembuatan papan nama dan gubuk kerja	1,08	HOK	110.000	118.800
	- Pengangkutan bibit, penanaman, pemeliharaan dan perlindungan tanaman	90	HOK	110.000	9.900.000
	- Pengawasan	5	HOK	110.000	550.000
	- Pembuatan pelindung tanaman/saluran pasang surut	70	HOK	110.000	7.700.000
b.	Bahan				
	- Patok arah larikan	132	patok	1.000	132.000
	- Ajir	10.000	ajir	300	3.000.000
	- Papan nama	0,1	unit	550.000	55.000
	- Gubuk kerja	0,1	unit	1.250.000	125.000
	- Bibit mangrove	10.000	batang	2.200	22.000.000
	- Pelindung tanaman/saluran	1	paket	3.500.000	3.500.000

Tabel 13 Estimasi kebutuhan biaya restorasi ekosistem mangrove di Hutan Lindung Sungai Lumpur, OKI (lanjutan)

No	Uraian	Vol	Unit	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
c.	Lainnya				
	- Transport lokal (sewa perahu)	0,1	paket	2.250.000	225.000
	Jumlah (3)				49.065.800
4	Penanaman (rumpun berjarak 5.000 btg/ha)				
a.	Upah				
	- Pembuatan papan nama dan gubuk kerja	1,08	HOK	110.000	118.800
	- Pengangkutan bibit, penanaman, pemeliharaan dan perlindungan tanaman	30	HOK	110.000	3.300.000
	- Pengawasan	5	HOK	110.000	550.000
	- Pembuatan pelindung tanaman	40	HOK	110.000	4.400.000
b.	Bahan				
	- Papan nama	0,1	unit	550.000	55.000
	- Gubuk kerja	0,1	unit	1.250.000	125.000
	- Bibit mangrove	5.000	batang	2.200	11.000.000
	- Pelindung tanaman/saluran	1	paket	3.500.000	3.500.000
c.	Lainnya				
	- Transport lokal (sewa perahu)	0,1	paket	2.250.000	225.000
	Jumlah (4)				23.273.800
5	Penanaman (rumpun berjarak 10.000 btg/ha)				
a.	Upah				
	- Pembuatan papan nama dan gubuk kerja	1,08	HOK	110.000	118.800
	- Pengangkutan bibit, penanaman, pemeliharaan dan perlindungan tanaman	60	HOK	110.000	6.600.000
	- Pengawasan	5	HOK	110.000	550.000
	- Pembuatan pelindung tanaman	80	HOK	110.000	8.800.000

Tabel 13 Estimasi kebutuhan biaya restorasi ekosistem mangrove di Hutan Lindung Sungai Lumpur, OKI (lanjutan)

No	Uraian	Vol	Unit	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
b.	Bahan				
	- Papan nama	0,1	unit	550.000	55.000
	- Gubuk kerja	0,1	unit	1.250.000	125.000
	- Bibit mangrove	10.000	batang	2.200	22.000.000
	- Pelindung tanaman/saluran	1	paket	3.500.000	3.500.000
c.	Lainnya				
	- Transport lokal (sewa perahu)	0,1	paket	2.250.000	225.000
Jumlah (5)					41.973.800
6. Pengayaan (3.000 batang/ha)					
a.	Upah				
	- Pembuatan dan pemancangan ajir	6	HOK	110.000	660.000
	- Pembuatan papan nama dan gubuk kerja	1,08	HOK	110.000	118.800
	- Pengangkutan bibit, penanaman, pemeliharaan dan perlindungan tanaman	40	HOK	110.000	4.400.000
	- Pengawasan	5	HOK	110.000	550.000
	- Pembuatan pelindung tanaman/saluran pasang surut	30	HOK	110.000	3.300.000
b.	Bahan				
	- Ajir	3.000	ajir	300	900.000
	- Papan nama	0,1	unit	550.000	55.000
	- Gubuk kerja	0,1	unit	1.250.000	125.000
	- Bibit mangrove	3.000	batang	2.200	6.600.000
	- Pelindung tanaman/saluran	1	paket	2.500.000	2.500.000
c.	Lainnya				
	- Transport lokal (sewa perahu)	0,1	paket	2.250.000	225.000
Jumlah (6)					19.433.800

Tabel 13 Estimasi kebutuhan biaya restorasi ekosistem mangrove di Hutan Lindung Sungai Lumpur, OKI (lanjutan)

No	Uraian	Vol	Unit	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
7.	Pengayaan (1.000 batang/ha)				
a.	Upah				
	- Pembuatan dan pemancangan ajir	2	HOK	110.000	220.000
	- Pembuatan papan nama dan gubuk kerja	1,08	HOK	110.000	118.800
	- Pengangkutan bibit, penanaman, pemeliharaan dan perlindungan tanaman	20	HOK	110.000	2.200.000
	- Pengawasan	5	HOK	110.000	550.000
	- Pembuatan pelindung tanaman/saluran pasang surut	15	HOK	110.000	1.650.000
b.	Bahan				
	- Ajir	1.000	ajir	300	300.000
	- Papan nama	0,1	unit	550.000	55.000
	- Gubuk kerja	0,1	unit	1.250.000	125.000
	- Bibit mangrove	1.000	batang	2.200	2.200.000
	- Pelindung tanaman/saluran	1	paket	2.500.000	2.500.000
c.	Lainnya				
	- Transport lokal (sewa perahu)	0,1	paket	2.250.000	225.000
	Jumlah (7)				10.143.800
8.	Pemeliharaan mangrove tahun 1 (kerapatan 3.300 batang/ha)				
a.	Gaji/upah				
	- Pembersihan lapangan, pengangkutan bibit, penyulaman dan perlindungan tanaman	10	HOK	110.000	1.100.000
	- Pengawasan/mandor tanam	0,1	OB	3.800.000	380.000
b.	Bahan				
	- Pelindung tanaman	660	ajir	550	363.000
	- Bibit (sulaman 20%)	660	batang	1.700	1.122.000

Tabel 13 Estimasi kebutuhan biaya restorasi ekosistem mangrove di Hutan Lindung Sungai Lumpur, OKI (lanjutan)

No	Uraian	Vol	Unit	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
c.	Lain-lain				
	- Sewa perahu	0,1	unit	1.250.000	125.000
Jumlah (9)					3.090.000
9.	Pemeliharaan mangrove tahun 2 (kerapatan 3.300 batang/ha)				
a.	Gaji/upah				
	- Pembersihan lapangan, pengangkutan bibit, penyulaman dan perlindungan tanaman	8	HOK	110.000	880.000
	- Pengawasan/mandor tanam	0,1	OB	3.800.000	380.000
b.	Bahan				
	- Bibit (sulaman 10%)	330	batang	1.700	561.000
c.	Lain-lain				
	- Sewa perahu	0,1	unit	1.250.000	125.000
Jumlah (9)					1.946.000

Sumber: Ditjen PDAS-HL (2021), Ditjen PDAS-HL (2019), dengan penyesuaian pada biaya upah.

Estimasi sebagaimana Tabel 13 tersebut berasal dari pendekatan untuk Rayon 2. Rayon 2 mencakup daerah Provinsi Sumatera Utara, Sumatera Barat, Sumatera Selatan, Jambi, Lampung, Bengkulu, Riau, Bali dan Nusa Tenggara Barat. Rayon 2 ini menunjukkan estimasi kebutuhan biaya yang lebih tinggi dari Rayon 1 (Provinsi Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, dan Jawa Timur), namun lebih rendah dari Rayon 3, 4 dan 5 (yang meliputi Kalimantan, Sulawesi, Nusa Tenggara Timur, Maluku, Papua, termasuk Aceh, Kepulauan Riau, Bangka Belitung dan DKI Jakarta).

Hal lain yang penting dalam hal pembiayaan restorasi ekosistem hutan mangrove adalah keberlanjutan pendanaan. Sumber-sumber pendanaan perlu diidentifikasi dan dijadikan acuan kolaborasi agar keberlanjutan restorasi yang membutuhkan intervensi jangka panjang lebih terjamin. Pendanaan dari

pemerintah, swasta, lembaga multi nasional, lembaga filantropi, dan lembaga donor lainnya harus dioptimalkan untuk pembiayaan restorasi ekosistem hutan mangrove di tingkat tapak yang melibatkan masyarakat.

9.3 Pelaksanaan

9.3.1 Perbaikan hidrologi

Secara alami, ekosistem mangrove memiliki kemampuan untuk memperbaiki diri sendiri dalam periode waktu 15 – 20 tahun, sepanjang ketersedian biji dan bibit mangrove tidak terganggu atau terhalangi, dan kondisi normal hidrologi tidak terganggu. Oleh karena habitat mangrove dapat diperbaiki tanpa penanaman, maka rencana restorasi harus terlebih dahulu melihat potensi aliran air laut yang terhalangi atau tekanan-tekanan lingkungan lainnya yang mungkin menghambat perkembangan mangrove. Jika aliran air terhalangi dan ditemukan adanya tekanan lainnya, maka hal-hal tersebut harus ditangani terlebih dahulu. Jika masalah ini tidak ada atau telah ditanggulangi, maka perlu dilakukan pengamatan untuk memastikan tersedianya bibit alami. Bila bibit dari alam tidak cukup tersedia, maka penanaman dapat dilakukan untuk membantu perbaikan alami.

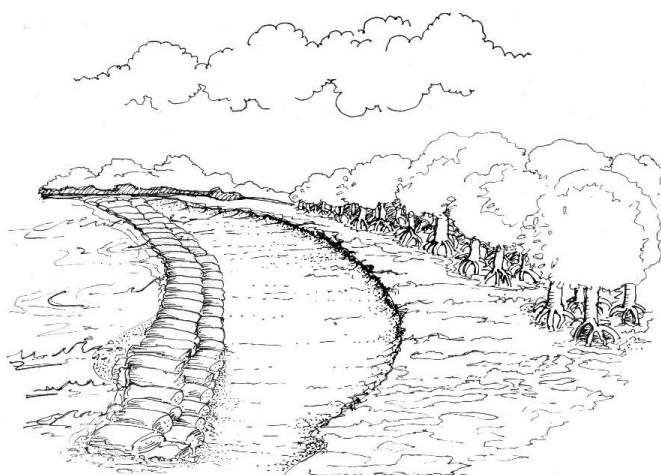
Di areal penimbunan yang dilakukan terhadap lahan yang pernah ditumbuhi mangrove, pengeringan kembali timbunan tersebut untuk mencapai tanah humus mangrove sebelumnya kemungkinan akan menghasilkan kondisi yang terlalu lembab untuk pembentukan mangrove. Hal ini disebabkan oleh kepadatan dan kerapatan lapisan aslinya. Seperti telah dikemukakan sebelumnya, ketinggian dapat disesuaikan dengan ketinggian habitat mangrove yang masih ada. Bentuk lain dari restorasi mangrove yaitu melibatkan penggabungan kembali areal-areal hidrologi yang terpisah ke situasi jangkauan air yang normal. Dengan demikian, restorasi ekosistem dilakukan dengan cara memperbaiki kondisi hidrologi ekosistem mangrove yang telah terdegradasi.

Perbaikan sistem hidrologi pada lahan mangrove yang terdegradasi dapat membantu regenerasi mangrove secara alami. Salah satu contoh perbaikan hidrologi areal mangrove adalah perangkap lumpur. Teknik ini telah digunakan untuk merehabilitasi pantai yang terabrasi di pesisir Sawah Luhur, Kota Serang, Banten, dan di beberapa daerah pesisir di Kabupaten Demak, Jawa Tengah

(Kalistiningsih *et al.*, 2020). Pada lokasi seperti ini, mangrove tumbuh alami, karena bibit terbawa hanyut dari lokasi lain lalu tumbuh pada habitat baru yang terbentuk akibat adanya lumpur yang terperangkap. Aplikasi perangkap lumpur cukup efektif menambah areal tempat tumbuh mangrove yang sesuai sehingga terjadi peningkatan luasan tutupan mangrove.

Perangkap lumpur dapat berupa struktur menyerupai dinding poros yang terbuat dari bahan alami (misalnya: jalinan ranting dan pancang) atau tumpukan karung berisi pasir yang disusun memanjang searah dengan garis pantai, atau menggunakan jaring ikan bekas. Dengan struktur ini, lumpur yang terbawa air laut secara perlahan dapat terperangkap di daerah belakang struktur perangkap lumpur, yang kemudian akan membentuk daratan lumpur (Wibisono, 2015).

Penggunaan teknik pemerangkap lumpur ini (yang disebut juga sebagai *hybrid engineering*, pemerangkap sedimen, atau *semi permeable structure*) tetap harus mempertimbangkan perbedaan karakteristik pantai dan proses terkait yang terlibat. Beberapa proses tersebut meliputi proses-proses pada aspek hidroceanografi, suplai sedimen, penggunaan lahan pesisir, estetika, dan metode yang digunakan (Wibisono, 2015).



Gambar: Wibisono (2015)

Gambar 15 Denah pemasangan perangkap lumpur di lokasi restorasi mangrove

Apabila daratan lumpur telah terbentuk, benih atau propagul yang terdampar di areal ini mampu tumbuh secara alami. Untuk mempercepat terjadinya penutupan mangrove, upaya penanaman dapat juga dilakukan. Penanaman direkomendasikan dalam beberapa kondisi, di antaranya:

1. Ketersediaan atau pertumbuhan benih yang dapat disebarluaskan melalui media air sangat terbatas akibat kurangnya pohon induk atau kondisi koneksi hidrologi yang menyebabkan penyebaran benih menjadi terganggu;
2. Ada kebutuhan untuk menambah jenis-jenis tertentu yang sudah langka di area restorasi;

9.3.2 Revegetasi mangrove

Apabila lokasi restorasi telah ditetapkan maka beberapa hal yang perlu diperhatikan (Enright & Wadehouse, 2019) di antaranya adalah :

- Memahami permasalahan yang menyebabkan regenerasi alami tidak dapat berlangsung dan melakukan penyesuaian sebagai solusi permasalahan tersebut.
- Penanaman jenis mangrove sebaiknya dilakukan di lokasi jenis tersebut telah tumbuh secara alami. Dua atau tiga bibit mangrove perlu ditanam secara berdekatan dalam satu rumpun atau kelompok.
- Tidak menanam terlalu padat karena akan menghambat berlangsungnya suksesi alami dan peningkatan biodiversitas. Akan tetapi, jika memungkinkan perlu ditanam sebanyak mungkin jenis mangrove yang berbeda seperti halnya kondisi ekosistem mangrove alaminya.
- Tahap awal perlu dilakukan percobaan penanaman dalam skala kecil untuk menghindari kegagalan dalam skala besar.

Uraian pelaksanaan restorasi mangrove selanjutnya diuraikan menurut strategi berikut:

1. Restorasi Mangrove dengan Suksesi Alami

Suksesi alami berlangsung melalui pertumbuhan benih/propagul (tunas atau spora) atau bibit jenis mangrove yang telah tersedia secara alami pada areal/situs restorasi. Komposisi jenis mangrove di area restorasi pada

umumnya akan bergantung pada jenis mangrove yang ada di sekitarnya yang menjadi sumber penyebaran benih mangrove tersebut. Sebagai contoh, propagul mangrove dengan hipokotil runcing yang jatuh dari induknya dapat tumbuh secara alami di dalam lumpur (Kairo *et al.*, 2001). Kendala yang sering terjadi pada proses suksesi alami adalah tidak semua propagul yang lepas dari pohon induknya akan tumbuh dengan baik karena berbagai hal di antaranya gelombang besar, adanya makrobentos sebagai predator (kepiting, siput, dan lainnya). Selain itu, pada suksesi alami kerapatan dan komposisi jenis mangrove di areal restorasi tidak dapat dikontrol.

Hal yang pertama dilakukan untuk restorasi mangrove melalui suksesi alami adalah memastikan faktor-faktor yang dapat menyebabkan proses suksesi alami terganggu, seperti genangan pasang surut yang tertahan, dan lain-lain. Setelah mengetahui penyebab terganggungnya suksesi alami, apabila diperlukan langkah selanjutnya adalah mengatasi faktor-faktor penghambat suksesi alami tersebut. Hal ini dapat dilakukan melalui restorasi hidrologi, yaitu memodifikasi atau memperbaiki proses hidrologi yang terganggu termasuk regim pasang surutnya menjadi seperti kondisi hidrologi aslinya (Lewis & Brown, 2014). Ketika tanda-tanda suksesi alami tidak terlihat dalam waktu 6 sampai dengan 12 bulan setelah melakukan restorasi hidrologi, maka perlu dilakukan suksesi buatan (*artificial regeneration*) melalui berbagai intervensi termasuk penanaman.

Berdasarkan pembelajaran Project-RECA (2014), restorasi melalui suksesi alami dapat dilakukan apabila tumbuhan mangrove berkayu yang tingginya > 1 m atau diameter > 2 cm berjumlah > 1.000 batang per Ha, dan jumlah jenis mangrove sejati $> 50\%$ dibandingkan jumlah jenis mangrove sejati pada hutan utuh di dekat areal restorasi pada zonasi yang sama.

Kegiatan yang dilakukan pada restorasi dengan suksesi alami adalah melakukan patroli dan penjagaan agar terhindar dari gangguan yang menghambat pertumbuhan anakan. Gangguan tersebut dapat berupa penggembalaan liar, hama, dan satwa. Kegiatan lain yang juga penting adalah monitoring pertumbuhan anakan alam.

2. Restorasi Mangrove dengan Penunjang Suksesi Alami

Restorasi melalui penunjang suksesi alami dipilih apabila tumbuhan mangrove berkayu yang tingginya >1 m atau diameter >2 cm berjumlah 600-1.000 batang per Ha, jumlah jenis tumbuhan mangrove sejati $>30\%$ dibandingkan jumlah jenis mangrove sejati pada hutan utuh didekat areal restorasi pada zonasi yang sama.

Kegiatan yang dilakukan pada pola penunjang suksesi alami adalah:

- Melakukan patroli dan penjagaan agar terhindar dari gangguan yang menghambat pertumbuhan anakan. Gangguan tersebut dapat berupa penggembalaan liar, hama, serta satwa.
- Membuka pintu air dan atau membuka sebagian tanggul agar pada saat air pasang bisa masuk bebas ke dalam tambak.
- Perbaikan kondisi substrat lumpur untuk menunjang regenerasi dan pertumbuhan mangrove secara alami, misalnya dengan perbaikan hidrologi, membangun perangkap lumpur, dan lain-lain.
- Penyiangan gulma.
- Monitoring pertumbuhan anakan alam.

3. Restorasi Mangrove dengan Pengayaan Tanaman

Pengayaan tanaman dilakukan apabila tumbuhan mangrove berkayu yang tingginya >1 m atau diameter >2 cm berjumlah 200-600 batang per Ha. Kegiatan yang dilakukan pada restorasi dengan pengayaan adalah:

- Pembuatan persemaian dan pembibitan
- Membuka pintu air dan atau membuka sebagian tanggul agar pada saat air pasang bisa masuk bebas ke dalam tambak.
- Melakukan penanaman dengan jenis dominan atau jenis-jenis 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.
- Monitoring dan evaluasi

4. Restorasi Mangrove dengan Penanaman

Restorasi ekosistem mangrove dengan penanaman dilakukan apabila tumbuhan mangrove berkayu yang tingginya > 1 m atau diameter > 2 cm berjumlah < 200 batang per Ha. Beberapa langkah berikut perlu dilakukan untuk memastikan terlaksananya upaya proses penanaman secara artifisial.

Persemaian

Media persemaian dapat berupa kantong plastik bila tersedia, atau menggunakan kulit batang pisang, atau ditanam langsung di bedeng-bedeng yang telah disiapkan. Tanah sebaiknya berasal dari lokasi tempat pengumpulan bibit atau anakan. Penambahan pupuk kandang dapat mempercepat pertumbuhan bibit.

Khusus untuk jenis bibit yang berukuran kecil seperti *Sonneratia* spp., seleksi bibit yang baik dapat dilakukan dengan merendam buah yang telah matang ke dalam ember dan diambil biji yang timbul dan berbentuk sempurna (tidak saling menempel atau rusak dimakan serangga). Bibit ditanam dalam media tanam dengan posisi tempat keluarnya calon akar (radikel) ditancapkan ke dalam tanah.

Lokasi persemaian yang ideal terletak di dekat lahan yang akan direhabilitasi dan masih dapat dijangkau air pasang di zona dekat daratan, atau di darat untuk benih yang berukuran kecil atau berupa biji. Bila bibit disemaikan di darat maka minimal sekali sehari disirami air laut.

Persemaian yang dibangun untuk restorasi dapat berupa persemaian sementara, atau dapat juga persemaian permanen apabila dapat menunjang keberlanjutan pemasokan bibit untuk kegiatan lainnya. Lokasi persemaian dipilih dari lokasi yang mempunyai syarat sebagai berikut:

- Lokasi terkena pasang surut/dekat dengan sumber air
- Tersedia tenaga kerja yang cukup
- Lokasi terletak dekat dengan areal penanaman
- Terhindar dari gangguan satwa
- Terletak pada areal yang terbuka
- Luas areal disesuaikan dengan jumlah bibit yang diperlukan
- Pembangunan persemaian mangrove meliputi kegiatan antara lain:

- Persiapan lahan untuk persemaian
- Pembuatan bedeng tabur dan bedang sapih
- Pembuatan naungan
- Pembuatan jaringan penyiraman

Pembibitan

Berdasarkan sumbernya, ada beberapa jenis bibit yang dapat digunakan sebagai sumber pembibitan, yakni:

- Bibit yang dikumpulkan langsung dari hutan mangrove berupa anakan yang sudah berkecambah dan masih bergantung di pohon induk terutama untuk jenis *Bruguiera* spp., *Ceriops* sp., dan *Rhizophora* spp. Proses pengumpulannya dapat dilakukan dengan menggoyang dahan pohon dimana bibit tersebut berada, atau dengan memetik langsung di pohon dengan memperhatikan beberapa tanda yang menunjukkan bahwa anakan tersebut sudah siap jatuh seperti ukuran buah relatif besar, kotiledon nampak berwarna kuning tua, berwarna lebih gelap atau buram (biasanya agak kecoklatan atau hijau tua).
- Bibit yang berupa anakan yang telah jatuh dan menumpuk di bawah pohon induk, baik yang telah berakar atau belum atau yang telah berdaun sebanyak 2 – 6 lembar.
- Bibit dalam bentuk anakan yang sudah berkecambah seperti pada *Bruguiera* spp., *Ceriops* sp., dan *Rhizophora* spp., atau jenis lain dengan ukuran yang lebih kecil seperti pada *Avicennia* spp., dan *Sonneratia* spp.

Dalam praktek, dua tipe bibit yang pertama dapat langsung ditanam, atau disemaikan terlebih dahulu, kecuali untuk anakan yang sudah berdaun sebaiknya langsung ditanam.

Persiapan Lahan

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

- Pembukaan pintu air tambak agar aliran air pasang surut berjalan dengan lancar.
- Pemasangan ajir di lokasi penanaman sesuai dengan jarak tanam.

Penanaman

Terdapat empat sumber benih atau bibit mangrove untuk penanaman, yaitu:

- Bibit dari persemaian yang berasal dari sumber benih terdekat.
- Penanaman biji mangrove secara langsung.
- Penanaman anakan mangrove yang telah tumbuh di alam.
- Penyebaran biji mangrove di areal restorasi pada saat air pasang.

Sebaiknya, anakan yang akan ditanam/dipindahkan ke lahan restorasi tidak terlalu kecil terutama untuk anakan yang berasal dari benih atau bibit yang berukuran kecil atau berbentuk biji. Umur anakan yang sudah dapat dipindahkan dapat bervariasi, tetapi sebagai dasarnya, anakan dengan jumlah daun 4 – 6 sudah dapat dipindahkan. Agar tidak terbawa air, anakan harus ditanam cukup kuat. Hal yang tidak dapat ditinggalkan ketika penanaman dilakukan yaitu setiap jenis mangrove hanya akan tumbuh sehat di tempat yang menjadi habitatnya.

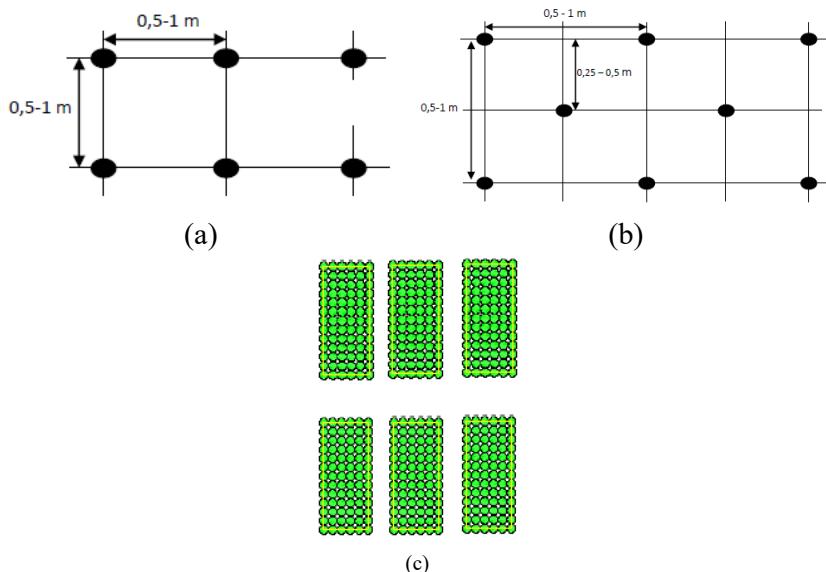
Kematian bibit di tahap awal jarang terjadi, namun tingkat harapan keberhasilannya adalah sekitar 50%. Kerapatan khas mangrove dewasa adalah sekitar 1.000 pohon per hektar atau 1 pohon per 10 meter persegi, jadi 50% kematian penanaman tahap awal dengan jarak 1 meter tidak akan berpengaruh terhadap kerapatan hutan. Meskipun penanaman pada musim panas adalah yang ideal, tetapi bibit mangrove dapat pula ditanam sepanjang tahun dengan hasil yang baik.

Hal yang perlu diperhatikan pada waktu penanaman adalah:

- Lakukan seleksi bibit yang sehat.
- Bibit yang akan ditanam sudah berdaun 4 untuk jenis propagul dan sudah memiliki tinggi ± 50 cm untuk bibit dari biji.
- Pengangkutan bibit ke lokasi restorasi harus dilakukan secara hati-hati dan menggunakan alat yang cocok agar bibit tidak rusak.
- Waktu penanaman dilakukan pada awal musim hujan cukup stabil.

Pola penanaman mangrove dapat disesuaikan dan dipilih salah satu dari 3 pola, yaitu: (1) bujur sangkar, (2) *untu walang* atau zig zag, dan (3) bergerombol (dapat disebut juga sebagai pola kluster atau rumpun berjarak) (Gambar 16).

Pola penanaman bergerombol disarankan untuk diterapkan di pulau-pulau kecil di tengah laut terutama pada tanah yang mengandung banyak pasir atau kerikil, pinggir-pinggir sungai dan pantai yang berarus deras (Kusmana *et al.*, 2008)



Sumber: Kusmana *et al.*, (2008)

Gambar 16 Pola penanaman mangrove

Keterangan: (a) pola tanam bujur sangkar, (b) pola tanam zig-zag (*untu walang*), dan (c) pola tanam kluster (rumpun berjarak)

Dalam hubungannya dengan potensi gangguan hama kepiting yang tinggi, teknik penanaman berikut dapat dipertimbangkan (Khazali, 1999; Kusmana *et al.*, 2008), yaitu:

- Bibit/benih mangrove ditanam lebih banyak atau rapat-rapat di daerah yang sering diganggu kepiting. Penanaman yang rapat ditujukan agar sebagian dari bibit/benih ini akan lolos dari gangguan dan dapat tumbuh dengan baik.
- Benih ditanam sekaligus dua dan rapat dalam satu lubang. Dengan demikian kepiting tidak dapat memanjat dan menggigit benih yang rapat ini.

- Bibit/benih dibungkus dengan bambu yang telah dilubangi ruas dalamnya dan diperuncing bagian bawahnya.
- Bibit/benih atau propagul dihalangi areal sekelilingnya dengan anyaman bambu atau batang paku laut.

Saat ini tengah dikembangkan *Teknologi Drone Sowing System* (TDSS) dalam rehabilitasi atau restorasi mangrove dengan menggunakan *seed ball* atau *seed bomb*. Kunci keberhasilan TDSS antara lain: perlunya penguasaan operasional drone, pemilihan jenis pohon khusus benih ukuran kecil, standarisasi *coating* benih, efektivitas dan efisiensi *dispersal*, dan pemeliharaan tanaman. TDSS mempunyai lima keunggulan, yaitu *zero nursery*, area per waktu lebih besar, biaya per area lebih kecil dibandingkan teknik penanaman konvensional, solusi untuk lahan yang sulit akses, minim infrastruktur, tidak berpenghuni dengan *survival rate* yang dapat mendekati 75% (Pusat Litbang Hutan, 2021).

Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan terdiri atas:

- Pengawasan termasuk patroli untuk monitoring serangan hama dan penyakit dan melindungi tanaman dari kerugian oleh ternak.
- Gangguan pada lahan yang telah ditanami kembali harus dibuat minimal. Sebaiknya sebuah papan pemberitahuan di pasang di lokasi penanaman agar tidak diganggu. Begitu pula dengan batang-batang kayu hasil penebangan harus disingkirkan atau diikat pada akar pohon mangrove agar tidak bergerak dan menyapu anakan saat lahan terendam air.
- Penyangan/penebasan gulma difokuskan pada lokasi penanaman di daerah terbuka dan lokasinya lebih ke arah darat (kadar lumpurnya tipis). Lokasi demikian sangat cepat ditumbuhi piyai (*Acanthus ilicifolius*) atau paku-pakuan (*Acrostichum aereum*). Selain itu, perhatian khusus juga harus dilakukan apabila penanaman dilakukan di areal bekas piyai atau paku-pakuan. Piyai atau paku-pakuan akan menjadi pesaing bagi bibit/benih mangrove yang baru ditanam. Paku-pakuan atau piyai setelah ditebang dalam waktu yang tidak terlalu lama sekitar 5 bulan akan tumbuh kembali, terutama di musim hujan. Pemeliharaan dilakukan dengan cara penebasan piyai atau pakis-pakisan secara teratur sampai bibit/benih mangrove yang ditanam menjadi besar dan cukup kuat bersaing dengan piyai atau pakis-pakisan ini.

- Penyulaman dilakukan apabila ada tanaman yang mati. Penyulaman sebaiknya dilakukan dengan bibit yang umurnya sama dengan tanaman yang mati agar umur tegakan tetap seragam.
- Perlindungan tanaman dari gangguan kepiting

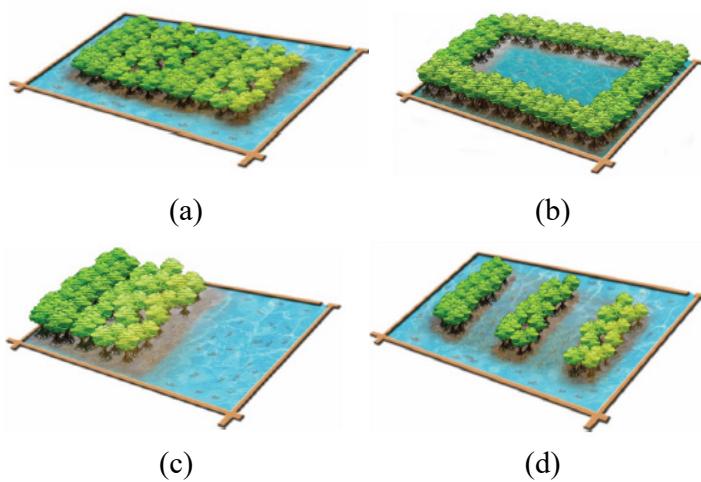
Pada areal dengan tenik penanaman yang rapat, pemeliharaan lanjutan melalui penjarangan perlu dilakukan dengan menebang sebagian pohon untuk memberi ruang tumbuh yang ideal bagi pohon lainnya atau memperpanjang jarak tanam. Penjarangan biasanya dilakukan terhadap tanaman di tambak, terutama di bagian tengah, dan biasanya dilakukan setelah tanaman berumur 5 tahun ke atas. Penjarangan di tengah tambak ini bertujuan untuk memperluas ruang budidaya ikan dan sekaligus memperkecil resiko pembusukan air tambak apabila sirkulasi airnya tidak lancar. Hasil penjarangan ini dapat dimanfaatkan untuk bahan bangunan atau kayu bakar (Khazali, 1999).

9.3.3 Pelibatan dan pemberdayaan masyarakat

Situs restorasi ekosistem hutan mangrove yang berdekatan dengan pemukiman atau lahan tersebut memiliki kaitan kuat dengan pemanfaatan oleh masyarakat, maka pelibatan dan pemberdayaan masyarakat menjadi penting. Ada banyak inisiatif dan teknik yang dapat didorong untuk pelaksanaan restorasi hutan mangrove dengan masyarakat, dua di antaranya adalah *silvofishery* dan pendanaan mikro.

Silvofishery

Silvofishery sebagai sebuah praktik tambak yang ramah lingkungan memadukan budidaya perikanan dengan penanaman mangrove. Mangrove pada tambak ini difungsikan untuk pemijahan (*spawning ground*), pemeliharaan (*nursery ground*) dan area pencarian makan (*feeding ground*). Banyak manfaat yang dapat diperoleh melalui *silvofishery* ini, antara lain dapat menekan biaya dan risiko, meningkatkan hasil sampingan atau tangkapan alam (udang alam, kepiting, dan ikan-ikan liar), serta mempercepat proses pemulihan lingkungan (PfR, 2019).



Keterangan: (a) Empang parit konvensional; (b) Empang parit terbuka (c) Komplangan; (d) Empang kao-kao

Gambar: PjR (2019)

Gambar 17 Pola tanam *silvofishery* untuk restorasi mangrove bersama masyarakat

Ada beberapa pola tanam dalam *silvofishery* yang dapat digunakan untuk restorasi ekosiste, yaitu: empang parit, empang parit terbuka, komplangan, dan kao-kao. Pola-pola tersebut telah banyak digunakan di berbagai daerah dan juga diakomodir dalam Peraturan Menteri Kehutanan No. P.70/Menhut-II/2008 tentang Pedoman Teknis Rehabilitasi Hutan dan Lahan. Gambar 17 berikut mengilustrasikan pola-pola tanam *silvofishery* yang dapat diacu.

Selain itu, penanaman mangrove pada tambak akan berdampak baik untuk menguatkan pematang dan mencegah pencucian tanah pematang tambak. Mangrove di bagian dalam tambak akan meningkatkan kesehatan ikan, sekaligus dapat mengurangi emisi Gas Rumah Kaca dibanding teknik keduk teplok. Keduk teplok adalah teknik meninggikan tanggul tambak dengan cara mengangkat dan menimbunkan tanah dari dasar tambak ke pematang. Tanah dari dasar tambak sangat kaya bahan organik yang berasal dari algae, sisa pakan ikan, ekskresi ikan, atau bahan organik yang masuk dari sungai dan laut. Teknik ini membuat tereksposennya bahan organik ke udara yang menyebabkan teremisinya Gas Rumah Kaca (GRK) (Kalistaningsih *et al.*, 2020).

Pendanaan mikro untuk restorasi mangrove

Pendanaan mikro yang dimaksud adalah mekanisme penyaluran pinjaman lunak kepada masyarakat untuk mendukung pengembangan mata pencaharian dan perekonomian rumah tangga yang didasarkan pada partisipasi mereka dalam restorasi mangrove. Dalam konteks ini, maka penerima pinjaman adalah warga masyarakat yang berperan dalam kegiatan restorasi mangrove. Pinjaman tersebut dapat dikomunikasikan dari awal bahwa pengembalian pinjaman dapat dilakukan atau diganti dengan kontribusi mereka dalam luasan tertentu restorasi mangrove, dan dikuatkan dengan perjanjian atau nota persetujuan.

Konsep pendanaan mikro demikian menurut Eijk & Kumar (2008) disebut dengan *bio-rights*, yaitu sebuah mekanisme pendanaan inovatif yang ditujukan untuk menggabungkan upaya pengentasan kemiskinan dan konservasi lingkungan melalui penyediaan kredit mikro pembangunan berkelanjutan. Pendekatan ini mendukung penduduk setempat agar secara aktif terlibat dalam upaya-upaya restorasi dan konservasi lingkungan. Pinjaman akan berubah menjadi bantuan (hibah) apabila upaya konservasi yang mereka lakukan berhasil dalam jangka waktu tertentu sesuai kesepakatan antara pemberi dan penerima pinjaman. Kesepakatan paket pinjaman dan kegiatan restorasi dapat berbeda untuk setiap kelompok bergantung kepada jenis dan volume kegiatan yang akan dilaksanakan oleh kelompok masyarakat dan kapasitas pendanaan yang tersedia.

Pelaksanaan skema pendanaan mikro terdiri atas tiga tahapan (diadaptasi dari Eijk & Kumar 2008; Suharti, 2017), yaitu:

- Tahap 1, berupa pengalokasian dana pinjaman kepada masyarakat yang dapat digunakan untuk mengembangkan kegiatan untuk menciptakan pendapatan secara berkelanjutan.
- Tahap 2 adalah pengembalian dana pinjaman beserta jasanya bukan dalam bentuk uang, tetapi dalam bentuk pelayanan pemulihan, perlindungan dan konservasi lingkungan, yang dalam hal ini adalah restorasi hutan mangrove.
- Tahap 3 adalah apabila kegiatan pemulihan, perlindungan dan konservasi lingkungan pada tahap 2 dinilai berhasil, maka dana pinjaman akan diubah menjadi bantuan (hibah murni), dan selanjutnya dapat diteruskan

kepada anggota masyarakat lain untuk pembangunan berkelanjutan.

Model pendanaan mikro ini berusaha memberikan penyadaran akan pentingnya pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan digerakkan untuk perbaikan mata pencaharian masyarakat. Manfaat di lapangan adalah selain mengatasi masalah lingkungan, sekaligus memperbaiki mata pencaharian dan perekonomian masyarakat. Bagi pemangku kepentingan yang lebih luas, mekanisme pendanaan mikro untuk restorasi ekosistem ini dapat membantu penyediaan layanan lingkungan di masa depan.

<p>Langkah 1. Persiapan Proyek:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Pembangunan konsep dan penilaian pendekatanb) Generasi sumberdayac) Identifikasi pemangku kepentingan yang berminatd) Pemilihan lokasi proyeke) Pembangunan jaringan dan konsultasi pemangku kepentingan (I)f) Pemilihan manajer program lokalg) Pelatihan manajer program lokal	<p>Langkah 3. Kontrak:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Negosiasi kontrakb) Penandatanganan kontrak Bio-rights
<p>Langkah 2. Pembangunan Proyek:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Konsultasi pemangku kepentingan (II): penjelasan konsep dan pembentukan kelompokb) Konsultasi pemangku kepentingan (III): penentuan tujuan dan perencanaanc) Opsional: studi lapangan lanjutand) Mencocokkan perencanaan Bio-rights dalam konteks yang lebih besare) Mengatasi hambatan kebijakan	<p>Langkah 4. Penerapan Proyek:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Peningkatan kapasitas dan peningkatan kesadaranb) Pemberian kredit mikroc) Persiapan kegiatan-kegiatan konservasi dan pembangunan
	<p>Langkah 5. Pemantauan dan Evaluasi Proyek:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Monitoring hasil dan pencapaian proyekb) Perubahan kredit mikroc) Evaluasi pelajaran-pelajaran yang diperoleh

Sumber: Eijk & Kumar 2008

Gambar 18 Tahap-tahap pokok dalam penerapan *bio-rights* yang dapat diacu untuk pendanaan mikro restorasi ekosistem hutan mangrove

9.4 Pemantauan dan Evaluasi

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

9.4.1 Pemantauan kegiatan restorasi

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

9.4.2 Pemantauan hasil restorasi

Pemantauan hasil restorasi mangrove dapat dibagi menjadi dua fase, yaitu fase awal pertumbuhan sampai dengan 3 tahun dan fase lanjutan untuk pertumbuhan 3 tahun ke atas. Pemantauan pada fase awal pertumbuhan perlu dilakukan secara intensif karena pertumbuhan mangrove sampai dengan 3 tahun masih sangat rentan (Kusmana *et al.*, 2008).

Pemantauan pada 3 tahun pertama

Teknik monitoring yang paling tepat adalah dengan pengukuran secara sensus (pohon per pohon) untuk memperoleh data tentang persen tumbuh dan kondisi kesehatan dari masing-masing pohon yang ditanam. Teknik monitoring tersebut dapat dilakukan dengan tahapan kegiatan sebagai berikut:

1. Pembuatan peta situasi tanaman.

Peta situasi dapat dibuat dalam skala yang besar, yaitu skala 1:5.000, sehingga dapat menampilkan informasi yang lebih rinci tentang pembagian blok dan petak tanaman.

2. Pembuatan denah sensus pohon

Denah dibuat dalam bentuk grid atau kotak-kotak kecil yang masing-masing memiliki koordinat (x,y). Setiap grid merepresentasikan satu batang mangrove. Denah sensus pohon didasarkan atas peta situasi

tanaman yang dapat dibagi ke dalam beberapa petak tanaman dengan luasan tertentu. Denah sensus pohon bermanfaat untuk memudahkan tim teknis dalam melakukan pengukuran secara sistematis, dan mengetahui posisi tempat tumbuh dengan tepat.

3. Sensus pohon

Sensus pohon mangrove dilakukan untuk mengetahui informasi persen tumbuh dan kesehatan pohon mangrove.

4. Pengukuran perkembangan dimensi pohon mangrove

Pengukuran dan pencatatan diameter dan tinggi pohon dilakukan pada plot sampel dengan intensitas sampling 0,5-5%.

Pemantauan pada periode 4 tahun ke atas

Setelah 3 tahun restorasi mangrove (terutama pada situs restorasi dengan intervensi penanaman, pengayaan, dan pada restorasi alami dengan anakan mangrove yang dipelihara), pertumbuhan mangrove akan berkembang menjadi tegakan dengan peningkatan ukuran/dimensi pohon yang ada di dalamnya (diameter, tinggi, luas bidang dasar, dan volume). Pemantauan tegakan pada fase ini dilakukan dengan mengukur jumlah pohon, diameter, tinggi, volume, dan tingkat serangan hama penyakit.

Pemantauan pertumbuhan tegakan dilakukan dengan pengukuran pada plot contoh (*sample*) dari setiap blok restorasi. Plot contoh berbentuk bujur sangkar dengan ukuran tertentu sesuai tingkat pertumbuhan pohon. Ukuran plot 2x2 m untuk tingkat pertumbuhan semai, plot 5x5 m untuk tingkat pertumbuhan pancang, plot 10x10 m untuk tingkat pertumbuhan tiang, dan plot 20x20 m untuk tingkat pertumbuhan pohon. Plot contoh diletakkan secara sistematis dalam situs restorasi.

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

- Pemantauan hasil restorasi ditujukan untuk mengetahui fluktuasi pasang surut air laut dan salinitasnya serta kualitas pertumbuhan mangrove dan kualitas proses suksesi yang terjadi secara biofisik pada periode tertentu.

- Pemantauan kondisi tanaman dilaksanakan setahun sekali sampai tanaman berumur lima tahun.
- 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 serta intervensi lainnya yang diperlukan untuk perbaikan pencapaian hasil restorasi mangrove. Hasil pemantauan juga dipakai sebagai bahan penyempurnaan pelaksanaan kegiatan selanjutnya. Kekurangan atau kesalahan akan diperbaiki pada tahun berikutnya.

9.4.3 Evaluasi

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

- Realisasi luas areal pelaksanaan restorasi
- Perkembangan pertumbuhan mangrove, yang meliputi persentase tumbuh, tinggi dan diameter pohon, serta kesehatan pohon,
- Dinamika tegakan mangrove yang dianalisis berdasarkan data parameter pertumbuhan, yang meliputi jumlah vegetasi per Ha, kompisisi dan struktur tegakan,
- Flora dan fauna.
- Kondisi tanah
- Partisipasi dan manfaat bagi masyarakat.
- Anggaran
- Strategi dan teknik restorasi

Evaluasi restorasi mangrove dilaksanakan dengan cara sebagai berikut:

- Evaluasi realisasi restorasi, perkembangan pertumbuhan mangrove, dan dinamika tegakan mangrove dilakukan dengan menggunakan data monitoring yang dilakukan secara berkala.

- Evaluasi keragaman jenis flora dan fauna didasarkan pada data monitoring sesuai pengukuran plot contoh secara periodik.
- Evaluasi kondisi tanah dilakukan dengan cara observasi dan pengamatan berkala, serta pengambilan sampel tanah untuk dianalisis sifat fisik dan kimia tanahnya di laboratorium. Hasil observasi dan uji laboratorium kemudian dianalisis dengan pola pasang surut hasil pengamatan berkala serta dikomparasikan dengan sifat fisik dan kimia tanah pada ekosistem referensi.
- Evaluasi sosial ekonomi masyarakat dilakukan dengan pertemuan kelompok, audiensi, wawancara, ataupun menggunakan kuesioner. Indikator sosial ekonomi dapat berupa penambahan sumber mata pencaharian yang berasal dari ekosistem mangrove, peningkatan pendapatan rumah tangga, dan partisipasi dalam kegiatan restorasi.
- Evaluasi anggaran dilakukan dengan pertemuan internal dengan pelaksana lapangan untuk menganalisis kesesuaian dan kecukupan pendanaan menurut dinamika lapangan.
- Evaluasi strategi dan teknis restorasi ekosistem dilakukan dengan cara analisis terhadap keseluruhan proses dan hasil restorasi pada semua aspek, target restorasi, tantangan dan kendala, termasuk faktor-faktor pendukung dan penghambatnya.

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.

Daftar Pustaka

- Adijaya. (2018). Kajian Potensi Ekowisata Terintegrasi di Lahan Gambut dan Strategi Pengembangannya. *Laporan Akhir*. Palangka Raya: UPT Laboratorium Lahan Gambut (CIMTROP).
- Barkah, B. S. (2009). Survey vegetasi dan kerusakan hutan rawa gambut areal MRPP. *Laporan Kegiatan*. Jakarta: GTZ.
- Brown, B. (2006). 5 Tahap Rehabilitasi Mangrove. Yogyakarta, Indonesia: Mangrove Action Project dan Yayasan Akar Rumput Laut Indonesia.

- [Ditjen KSDAE] Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem. (2018). Standar Biaya dan Kegiatan 2019 Bidang Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem. Jakarta: Sekretariat Ditjen KSDAE.
- [Ditjen PDAS-HL] Direktorat Jenderal Pengendalian Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung. (2021). Keputusan Direktur Jenderal Pengendalian Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung No. SK.10/PDASHL/SET/KEU.0/4/2021 tanggal 5 April 2021 tentang Harga Satuan Pokok Kegiatan Padat Karya Percepatan Rehabilitasi Mangrove Tahun 2021. Jakarta: Direktorat Jenderal PDAS-HL.
- [Ditjen PDAS-HL] Direktorat Jenderal Pengendalian Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung. (2019). Harga Satuan Pokok Kegiatan Bidang Pengendalian Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung Tahun 2020. Jakarta: Direktorat Jenderal PDAS-HL.
- Dohong, A. (2017). Restorasi Gambut di Indonesia: Kebijakan dan Pendekatan Teknis. Bahan Presentasi. <https://www.researchgate.net/publication/327883621>.
- Eijk, P. van & R. Kumar, 2008. Bio-rights in theory and practice. A financing mechanism for poverty alleviation and environmental conservation (Biorights dalam Teori dan Praktek. Sebuah Mekanisme Pembiayaan Pendanaan untuk Pengentasan Kemiskinan dan Konservasi Lingkungan). The Netherland: Wetland International.
- Graham, L. L., Giesen, W., & Page, S. E. (2017). A common sense approach to tropical peat swamp forest restoration in Southeast Asia. *Restoration ecology*, 25(2), 312-321.
- Heriyanto, N. M., Priatna, D., Supriatno, Wiharjo, U., Nurpiansyah, Zulfikar, & Samsoedin, I. (2018). Struktur dan komposisi vegetasi serta kandungan karbon pada lahan terbuka (LT) di Kelompok Hutan Air Sugihan, Areal Konsesi PT Karawang Ekawana Nugraha (KEN), Kabupaten Ogan Komering Ilir, Provinsi Sumatera Selatan (Laporan Penelitian). Bogor: Pusat Litbang Hutan bekerja sama dengan Asia Pulp and Paper Group, Sinarmas Forestry, dan PT. Karawang Ekawana Nugraha.
- Heyne, K. (1987). *Tumbuhan Berguna Indonesia* (Jilid III), diterjemahkan oleh Badan Litbang Kehutanan. Jakarta: Yayasan Sarana Wana Jaya.

- Huwoyon, G.H dan Gustiano, R. (2013). Peningkatan produktivitas budidaya ikan di lahan gambut. Media Akuakultur Volume 8 Nomor 1 Tahun 2013. Bogor: Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Tawar.
- JICA. (2014). Pedoman tata cara restorasi di kawasan konservasi - hutan hujan tropis pegunungan dan hutan monsoon tropis. Jakarta: JICA.
- Kalistaningsih, A., Lusiana, S., dan Triana. (2020). Rehabilitasi Pesisir: Menanam atau Tidak Menanam Mangrove? Webinar “Penghijauan Pertambakan dan Penanggulangan Abrasi di Kawasan Pesisir Teluk Banten”. Warta Konservasi Lahan Basah Vol 28 No 4 Desember 2020. Wetland International/Yayasan Lahan Basah.
- Khazali, M. (1999). *Panduan Teknis: Penanaman Mangrove bersama Masyarakat*. Bogor: Wetlands International – Indonesia Programme.
- KLHK. (2015). Pedoman Pemulihan Ekosistem Gambut. Jakarta: KLHK.
- Kusmana, C., Istomo, Wibowo, C., Budi R, S.W., Siregar, I.Z., Tiryan, T., Sukardjo, S. (2008). *Manual Silvikultur Mangrove di Indonesia*. Jakarta: Korea International Cooperation Agency (KOICA).
- [PfR] Partners for Resilience. (2019). Katalog Praktik Cerdas PfR di Indonesia. Jakarta: PfR Indonesia.
- [PT TPJ] PT Tri Pupa Jaya. (2020). Revisi Dokumen Rencana Pemulihan Ekosistem Gambut IUPHHK-HTI PT Tri Pupa Jaya. PT TPJ. Musi Banyuasin, Sumatera Selatan: PT TPJ.
- [PT RHM] PT Rimba Hutani Mas. (2020). Revisi Dokumen Rencana Pemulihan Ekosistem Gambut IUPHHK-HTI PT Rmba Hutani Mas. PT RHM. Musi Banyuasin, Sumatera Selatan: PT RHM.
- Pusat Litbang Hutan. (2021). Teknologi *Drone Sowing System* untuk Rehabilitasi Mangrove. *Policy Brief* April 2021. Bogor: Pusat Litbang Hutan.
- Suharti, S. (2017). Skema Insentif *Bio-rights* Untuk Konservasi Mangrove Partisipatif. Media Brief Oktober 2017. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan.
- Sukma. (2020). Ekowisata Hutan Gambut, Salah Satu Solusi Konservasi Hutan. Kompas TV.
- Suryadiputra, I.N.N., Dohong, A., Roh, S.B., Waspodo, Muslihat, L., Irwansyah,

- Lubis, R., Hasudungan, F., & Wibisono, I.T.C. (2005). Panduan Penyekatan Parit dan Saluran di Lahan Gambut Bersama Masyarakat. Proyek Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia. Bogor: Wetlands International – Indonesia Programme dan Wildlife Habitat Canada.
- Tata, H. L., & Susmianto, A. (2016). *Prospek Paludikultur Ekosistem Gambut*. Bogor: Forda Press.
- Wibisono, I.T.C. 2015. Modul rehabilitasi pantai berbasis masyarakat; suatu upaya dalam pengurangan resiko bencana. Bogor: Wetlands International Indonesia - Palang Merah Indonesia.



BAGIAN IV

PENUTUP

10. Refleksi bagi Pengembangan Strategi Restorasi di Indonesia

Yanto Rochmayanto & M Zahrul Muttaqin

Ekosistem hutan mangrove pada beberapa tahun terakhir ini menjadi prioritas restorasi dan perlindungan di Indonesia. Semua entitas perlu didorong untuk secara kolaboratif melakukan restorasi ekosistem mangrove, antara pemerintah pusat, pemerintah daerah, sektor swasta, dan kelompok masyarakat. Sebagai refleksi bagi pengembangan strategi restorasi ekosistem di Indonesia, beberapa pembelajaran dari peran sektor swasta dapat diambil.

Pembelajaran pertama, restorasi ekosistem hutan mangrove oleh pemegang izin konsesi dapat dilakukan pada areal penyangga sebagai situs restorasi. Areal penyangga memegang peranan penting sebagai zona perlindungan ekosistem pada areal konsesi. Apabila ekosistem mangrove mengalami kerusakan, salah satu dampak potensial yang akan diterima oleh areal konsesi yang berada pada ekosistem dataran rendah di belakang mangrove adalah ancaman intrusi air laut dan perluasan pasang surut air laut ke wilayah daratan. Karakteristik fisika dan kimia tanah akan terpengaruh secara signifikan, sehingga kesesuaian lahan terhadap jenis tanaman akan mengalami pergeseran. Kerusakan akibat abrasi juga akan memperluas ancaman kerusakan fisik lahan di dataran rendah yang berbatasan langsung dengan area pasang surut.

Pembelajaran kedua, komponen kegiatan restorasi ekosistem hutan mangrove berbeda dengan tipe ekosistem lain. Pada ekosistem hutan mangrove terdapat tiga komponen kegiatan restorasi yang harus terintegrasi, yaitu: pemulihan zona pasang surut, pemulihan vegetasi, dan pemberdayaan sosial ekonomi masyarakat. Pemulihan zona pasang surut merupakan tahapan awal restorasi ekosistem hutan mangrove karena menjadi prasyarat pemulihan vegetasi untuk jenis-jenis mangrove yang khas. Pemulihan vegetasi merupakan tahapan selanjutnya, yang tidak harus dilakukan melalui kegiatan penanaman. Pemulihan ekosistem hutan mangrove 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. Sedangkan pemberdayaan sosial-ekonomi masyarakat ditujukan untuk menjembatani ketergantungan masyarakat terhadap ekosistem mangrove yang menjadi situs restorasi. Dukungan moral dan teknis dari masyarakat sekitar lokasi sangat penting bagi keberhasilan pelaksanaan restorasi ekosistem. Pendekatan preventif, penyadartahanan, partisipatif, dan pemanfaatan bersama perlu dikedepankan dalam semangat resolusi konflik pada areal mangrove.

Pembelajaran ketiga, ekosistem referensi untuk ekosistem hutan mangrove di penyangga areal konsesi merujuk pada ekosistem hutan klimaks semula sesuai sejarah penutupan lahan atau ekosistem serupa yang masih ada saat ini di sekitar situs restorasi. Tingkat keparahan degradasi mangrove dan tingkat penguasaan 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 mapan. Prinsip penyelamatan keanekaragaman hayati tetap menjadi target utama.

Pembelajaran keempat, tantangan lapangan restorasi ekosistem hutan mangrove banyak dijumpai di berbagai tempat yang mengarah pada munculnya risiko kegagalan restorasi. Untuk mengantisipasi hal demikian, restorasi ekosistem hutan mangrove perlu strategi dan pendekatan tertentu guna meningkatkan peluang keberhasilannya. Modifikasi pola penanaman mangrove dan pengaturan pemulihan pola pasang surut merupakan pilihan yang dapat digunakan.

Pembelajaran kelima, restorasi ekosistem hutan mangrove secara praktis dapat memenuhi prinsip *additionality* serapan karbon. Walaupun jumlahnya berada di bawah ekosistem hutan rawa gambut dan lahan kering (karena luas mangrove di Indonesia lebih kecil dari kedua ekosistem tersebut), restorasi ekosistem hutan mangrove dapat berkontribusi bagi pencapaian NDC Indonesia dari dua sektor potensial, yaitu sektor berbasis lahan maupun sektor kelautan (karbon biru). Pemenuhan prinsip *additionality* ini juga akan membuka peluang manfaat jasa lingkungan, baik domestik maupun internasional.

Sebagai panduan umum untuk strategi restorasi ekosistem hutan mangrove, pemilihan kegiatan teknis operasional di lapangan dapat dilakukan dengan mengacu pada strategi ini. Namun demikian, apabila ditemukan kondisi tertentu di lapangan, inisiatif teknik restorasi tertentu dapat dilakukan dan merupakan bagian dari pengembangan strategi restorasi di tingkat tapak.

A black and white photograph of a dense forest. The scene is dominated by a large, bright area in the upper right, possibly a clearing or a bright sky, which creates a strong lens flare effect. The foreground and middle ground are filled with dark, silhouetted tree branches and leaves, creating a sense of depth and texture. The overall mood is mysterious and atmospheric.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Lembar survei lapangan vegetasi untuk restorasi ekosistem hutan mangrove

Lembar Data Analisis Vegetasi

No. plot :

Blok/petak :

Koordinat :

Ketinggian tempat : mdpl

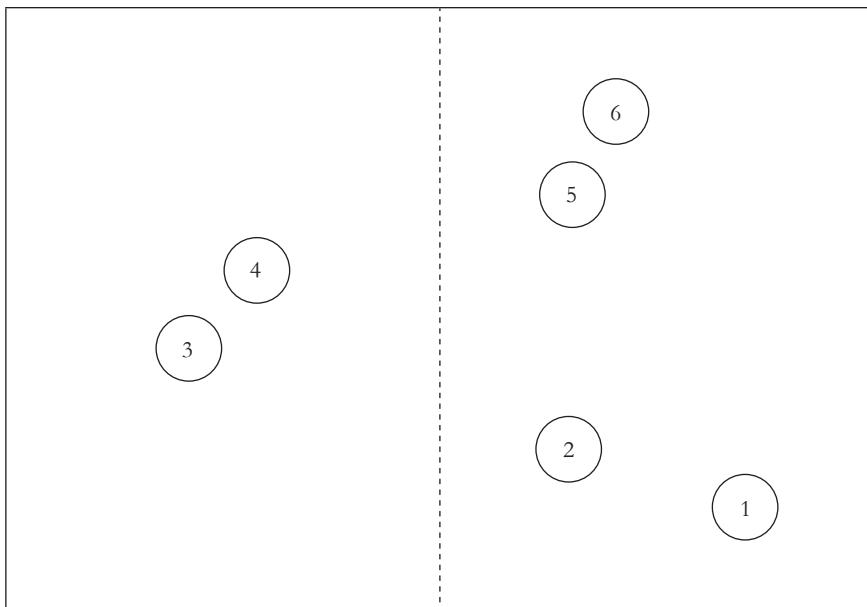
Kondisi genangan lahan :

Tanggal survei :

Surveyor :

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

Peta pohon dalam plot



Keterangan :

(1) : Posisi dan nomor pohon

Lampiran 2

Lembar survei lapangan pohon induk/sumber benih untuk restorasi ekosistem hutan mangrove

Lembar Data Survei Pohon Induk/Sumber Benih

Tanggal survei :

Pelaksana :

Lampiran 3

Lembar survei lapangan analisis tanah untuk restorasi ekosistem hutan mangrove

Lembar Data Survei Tanah

No. sampel :

Blok/petak :

Koordinat :

Ketinggian tempat : mdpl

Kondisi vegetasi :

Kondisi genangan lahan :

Tanggal survei :

Surveyor :

Lapis-an	Ketebalan (cm)	Warna	Tekstur	Kekeras-an	Humus	Kelembaban	pH	Keterangan
Ao								
A								
B								
C								

Lampiran 4

Form survei lapangan analisis fauna untuk restorasi ekosistem hutan mangrove

Tally sheet survei fauna

No. sampel :
Blok/petak :
Koordinat :
Ketinggian tempat : mdpl
Kondisi vegetasi :
Kondisi genangan lahan :
Tanggal survei : jam

Surveyor :

Kelompok fauna	Jenis	Keterangan
Mamalia		
Burung		
Reptil		
Amfibi		
Serangga		

Lampiran 5

Lembar pemantauan kegiatan untuk restorasi ekosistem hutan mangrove

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 :

E. Pelaksanaan restorasi

ASPEK BIOFISIK		Kegiatan	Satuan	Kondisi awal	Kondisi saat ini	Kendala	Saran tindak lanjut	Keterangan
Penanaman								
- Luas		Ha						
- Rerata diameter		Cm						
- Rerata tinggi		Cm						
- Prosentasi tanaman hidup (<i>survival rate</i>)		%						
Pemeliharaan								
- Penyulaman		Batang						
- Penyirianan		Batang						
Gangguan hutan								
- Kebakaran		Ha						
- Genangan		Ha						
- Hama/penyakit		Barang						
- Kerusakan fisik		Barang						
- Perambahan		Ha						
- Gangguan lain:								
ASPEK SOSIOKULTURAL MASYARAKAT YANG TERLIBAT								
- Penyediaan lapangan pekerjaan	orang							
- Kontribusi pendapatan	Rp							
- Kelembagaan masyarakat yang terbentuk	Unit							
- Luas lahan garapan	Ha							

PROFIL PENULIS

Ari Wibowo



Dilahirkan di Salatiga pada tanggal 11 April 1961, menyelesaikan Sarjana dari Fakultas Kehutanan IPB pada tahun 1984, dan meraih gelar *Master of Forest Science* dari *The University of Melbourne* pada tahun 1994. Ari merupakan Peneliti Ahli Madya bidang Perlindungan Hutan pada Pusat Litbang Sosial Ekonomi, Kebijakan dan Perubahan Iklim (P3SEKPI), Badan Litbang dan Inovasi (BLI), KLHK. 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, serta sering menjadi dosen tamu pada Jurusan Biologi-FMIPA Universitas Andalas dan Fakultas Kehutanan Universitas Sumatera Utara. 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 biodiveritas 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* (InJAST). Selain sebagai dosen, saat ini juga aktif sebagai Direktur Pengembangan dan Keuangan pada Komite Nasional *Man and the Biosphere* (MAB)-UNESCO Indonesia, Sekretaris Dewan Pengurus Yayasan Belantara, Anggota Dewan Penasihat Forum Konservasi Harimau Sumatera (HarimauKita), serta sebagai Anggota IUCN's *Commission on Ecosystem Management* (CEM). Saat ini Dolly juga merupakan direktur eksekutif Yayasan Belantara.

Domi Suryadi



Domi memulai pendidikan S1 di Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Falkutas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University pada tahun 2006. Sejak tahun 2011 sudah terlibat aktif sebagai tenaga ahli di bidang keanekaragaman hayati dan jasa lingkungan dalam kajian High Conservation Value (HCV), serta tahun 2014 sebagai tenaga ahli untuk kajian High Carbon Stock (HCS) untuk kebutuhan pengelolaan areal lindung perusahaan kehutanan dan perkebunan sawit. Tahun 2018 menjadi tenaga ahli Earthworm Foundation dalam penyusunan dokumen HCV-HCS skala lanskap untuk Kabupaten Belitung Timur, Kabupaten Musi Banyuasin, dan Kabupaten Kutai Kartanegara. Sejak 2019 bergabung pada Departemen Konservasi Lanskap APP Sinar Mas sebagai Wildlife Conservation Officer. Domi dapat dihubungi melalui alamat email: domisurya13@gmail.com

Fentie J. Salaka



Fentie adalah peneliti pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial, Ekonomi, Kebijakan dan Perubahan Iklim, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Menyelesaikan studi S1 Manajemen Hutan di Universitas Pattimura, Ambon pada tahun 2006. Pada 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.

Irfan Afandi



Irfan lahir 16 Juli 1986 di Sidua Dua, Labuhan Batu Utara, Sumatera Utara. Anak ke 5 dari keluarga Yatiman dan Misiem. Menyelesaikan pendidikan SD di Sidua Dua, SMP dan SMA Muhammadiyah di Aek Kanopan, Diploma III Teknologi Pangan di Politani Negeri Payakumbuh. Jenjang S1 di Fakultas FEM Mayor Agribisnis di IPB University. Memulai karir di Hutan Tanaman Industri bergabung pada bagian Environmental Staff di PT. Riau Andalan Pulp and Paper (APRIL Group) Estate Teso dan Estate Pelalawan tahun 2011. Pada tahun 2018 bergabung dan menjabat sebagai Environmetal Head di PT. Bumi Andalas Permai (APP Sinar Mas Grup). Saat ini sedang menangani project rehabilitasi hutan mangrove di Hutan Lindung Sungai Lumpur-Air Sugihan bekerjasama dengan Unit Pelaksana Teknis Dinas (UPTD) Kesatuan Pengelolaan Hutan Wilayah IV Sungai Lumpur – Riding seluas \pm 230,91 ha untuk periode kegiatan 2021-2026. Kontak email Irfan dapat melalui di environmentalconservationhead@gmail.com

Ismayadi Samsoedin



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 Sumatera. 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, al: 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*.

Jasmine Natalia Prihartini



Jasmine adalah Kepala Departemen landscape conservation, 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.

Kirsfianti Linda Ginoga



Etti Ginoga lulus sarjana dari Departmen of Agricultural Economics, IPB Indonesia. Mendapat master of *Agricultural Economics and Doctor of Philosophy* dari *Departmen 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 Pelaksana Tugas 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 Organisastion (AFOCO)*.

Mimi Salminah



Mimi adalah peneliti di Puslitbang Sosial Ekonomi Kebijakan dan Perubahan Iklim. 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.

Muhammad Zahrul Muttaqin



Adalah pemerhati kehutanan dan perubahan iklim. Ia memiliki kepakaran dan pengetahuan yang luas dalam aspek sosial-ekonomi dan kebijakan kehutanan sejak ia menjadi peneliti di bidang ekonomi dan kebijakan kehutanan di Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) selama hampir dua dasa warsa, sebelum mengambil posisi saat ini, sebagai Kepala Bagian Kerja Sama Multilateral pada Biro Kerja Sama Luar Negeri KLHK. Ia lulus dari Institut Pertanian Bogor dengan gelar sarjana di bidang Kehutanan dan gelar magister di bidang Manajemen Agribisnis. Ia juga memperoleh gelar *Master of Forestry* dan *PhD* di bidang Manajemen Lingkungan dan Pembangunan dari Universitas Nasional Australia. 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 atau zahrul2005@yahoo.com.au.

Nurul Silva Lestari



Nurul adalah peneliti di Puslitbang Sosial, Ekonomi, Kebijakan dan Perubahan Iklim (P3SEKPI), Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). 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.

Urip Wiharjo



Urip menyelesaikan Pendidikan sarjana kehutanan di Universitas Gadjah Mada tahun 1995. Memulai pekerjaan pertama di propinsi 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 Propinsi Sumatera Selatan.

Yanto Rochmayanto



Saat ini adalah Peneliti Madya, berafiliasi di Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Kebijakan dan Perubahan Iklim, Bogor, Indonesia (P3SEKPI). Bidang yang ditekuninya adalah Ekonomi dan Kebijakan Kehutanan, dengan aktivitas riset meliputi *social forestry*, *micro policy analysis*, *livelihoods*, dan *valuasi sumberdaya hutan*. Pendidikan doktoralnya diselesaikan di Departemen Manajemen Hutan IPB University dalam *sandwich program* dengan *Department of Sociology and Globalization, Roskilde University, Denmark*. Selain sebagai peneliti dan penulis, Rochmayanto juga adalah *Associate Editor* pada Jurnal Analisis Kebijakan, dan *Reviewer* pada beberapa Jurnal Nasional. Penulis juga memiliki pengalaman aktif dalam kolaborasi riset nasional dan internasional, antara lain Perum Perhutani, *Asia Pulp and Paper*, Inisiatif Dagang Hijau, Yayasan Konservasi Alam Nusantara (YKAN), *Forest Carbon Partnership Facility (FCPF)*, *Australian Center for International Agricultural Research (ACIAR)*, *Forest Investment Program (FIP)*, *Danida*, dan *KfW*. Alamat kontak melalui email rochmayantoyr@yahoo.co.uk.

STRATEGI DAN TEKNIK RESTORASI EKOSISTEM HUTAN MANGROVE

Ekosistem hutan mangrove merupakan ekosistem yang unik dan khas. Tipe ekosistem ini memiliki nilai ekonomi dan ekologi yang tinggi, namun sangat rentan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh aktivitas manusia. Untuk menunjang keberhasilan restorasi ekosistem mangrove yang telah terdegradasi, pengetahuan mengenai karakteristik dan teknik restorasi yang komprehensif sangat diperlukan. Buku ini menyediakan informasi mengenai strategi dan teknik restorasi ekosistem hutan mangrove, mulai dari aspek teknis hingga aspek sosial, ekonomi, dan kelembagaan. Strategi dan teknik restorasi dalam buku ini disusun berdasarkan berbagai karakteristik tipologi lanskap ekosistem hutan mangrove di areal penyangga konsesi APP Sinar Mas di Provinsi Sumatra Selatan. Tipologi lanskap pada ekosistem hutan mangrove ditentukan berdasarkan kondisi hidrologi yang meliputi pola pasang surut air laut, salinitas, dan sedimentasi, serta gangguan hama predator dan sampah plastik. Pembagian tipologi tersebut menggambarkan kondisi atau karakteristik spesifik area yang akan direstorasi, sehingga akan menentukan intervensi pemulihan ekosistem hutan mangrove yang tepat termasuk jenis mangrove yang akan ditanam serta teknik penanamannya.



PT Penerbit IPB Press

Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

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

 www.ipbpress.com  IPB PRESS  IPB PRESS  IPB PRESS

Kehutanan

eISBN : 978-623-256-824-2



9 786232 568242

Kehutanan

ISBN : 978-623-256-823-5



9 786232 568235