



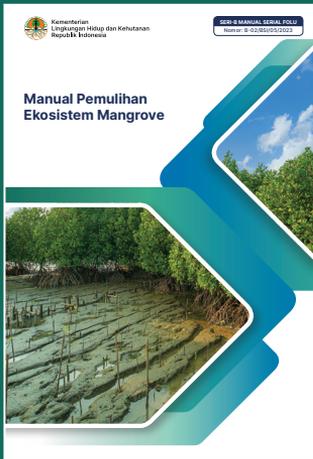
Kementerian
Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Republik Indonesia

SERI-B MANUAL SERIAL FOLU

Nomor: B-02/BSI/05/2023

Manual Pemulihan Ekosistem Mangrove





MANUAL PEMULIHAN EKOSISTEM MANGROVE

EDITOR IN CHIEF:

Siti Nurbaya, Alue Dohong

REVIEWERS:

Agus Justianto, Ruandha Agung Sugardiman, Bambang Hendroyono, Hanif Faisol Nurofiq, Haruni Krisnawati, Naresworo Nugroho, Sigit Sunarta, Efransjah, Kirsfianti L. Ginoga, Elias, Subarudi.

ASSOCIATE EDITORS:

Cece Sukmana, Wahjudi Wardojo, Hartono Prawiraatmaja, Rudi Pribadi, Chairil Anwar Siregar.

CONTRIBUTORS:

Yanto Rochmayanto, Mimi Salminah, Fentie J. Salaka, Mirna Aulia Pribadi, Alifa Zahra Adhyana.

FACILITATORS:

Romilla Sari, Hasnawati Hamzah, Agung Bayu Nalendro, Puri Puspita Sari, Danny Armando Wikongko, Purna Fitria, Claudia Meitrivane Silalahi, Yoga Wanda Pratama, Nunung Parlinah, Choirul Akhmad, Mega Lugina, Indartik, Elvida Y. Suryandari, Galih Kartika Sari, Aneka Prawesti Suka, Irfan Malik Setiabudi, Arif Muhsin F, Kuncoro Ariawan.

ISBN:

--

Diterbitkan oleh:

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan

© 2023 Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan



Kementerian
Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Republik Indonesia

SERI-B MANUAL SERIAL FOLU

Nomor: B-02/BSI/05/2023

Manual Pemulihan Ekosistem Mangrove



KATA PENGANTAR

Ekosistem mangrove merupakan salah satu penyumbang penyerapan karbon terbesar dalam pengendalian gas rumah kaca. Peran ekosistem mangrove terhadap ekologi, ekonomi, sosial, termasuk juga mitigasi dan adaptasi perubahan iklim cukup penting. Indonesia memiliki mangrove yang cukup luas (3,36 juta hektar hutan mangrove dan potensi habitat mangrove seluas 750.000 hektar berdasarkan Peta Mangrove Nasional). Luas hutan mangrove Indonesia tersebut sekitar 24% dari mangrove dunia (*Global Mangrove Alliance*, 2021). Oleh karena itu, Indonesia sangat peduli terhadap upaya pemulihan ekosistem mangrove agar fungsi dan peran areal-areal mangrove yang terdegradasi dapat pulih seperti aslinya atau mendekati aslinya.



Berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 120 Tahun 2020 tentang Pembentukan Badan Restorasi Gambut dan Mangrove (BRGM), pemulihan ekosistem mangrove melalui kegiatan Percepatan Rehabilitasi Mangrove merupakan salah satu upaya strategis pembangunan nasional. Kegiatan ini dimaksudkan sebagai wujud nyata komitmen pemerintah dalam pelaksanaan pembangunan rendah karbon dengan melibatkan berbagai pihak terkait baik masyarakat, badan usaha, komponen masyarakat sipil, maupun entitas global yang memiliki kepedulian dan komitmen yang sama.

Manual Pemulihan Ekosistem Mangrove ini merupakan panduan yang dimaksudkan sebagai prinsip kerja berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi serta temuan lapangan (empirik) dalam melaksanakan pemulihan ekosistem mangrove melalui kegiatan Percepatan Rehabilitasi Mangrove. Manual ini bertujuan juga untuk memudahkan pelaksanaan kegiatan Percepatan Rehabilitasi Mangrove untuk pemulihan ekosistem mangrove secara efektif dan efisien.

Manual Pemulihan Ekosistem Mangrove merupakan panduan dimaksudkan sebagai prinsip kerja yang berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi serta temuan lapangan (empirik) dalam melaksanakan pemulihan ekosistem mangrove melalui kegiatan percepatan rehabilitasi mangrove yang bertujuan untuk memudahkan pelaksanaan kegiatan percepatan rehabilitasi mangrove untuk pemulihan ekosistem mangrove secara efektif dan efisien.

Manual ini diharapkan dapat memberi kontribusi bagi implementasi *Roadmap* Rehabilitasi Mangrove Nasional dan mendukung komitmen Indonesia dalam menjalankan aksi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca.

Jakarta, Juli 2023

Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan

A handwritten signature in blue ink, belonging to Prof. Dr. Ir. Siti Nurbaya Bakar, M. Sc.

Prof. Dr. Ir. Siti Nurbaya Bakar, M. Sc.

1. Pendahuluan

Indonesia memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia yaitu sepanjang 99.093 km yang ditumbuhi oleh mangrove seluas 3,36 juta ha (KLHK, 2021) atau sekitar 2,7% dari total luas hutan Indonesia. Ekosistem mangrove memiliki nilai ekonomis dan ekologis yang tinggi, Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan (PKSPL) IPB pada tahun 2002 menaksir nilai manfaat mangrove dengan keseluruhan fungsi yang dimilikinya, baik secara fisik, biologi, kimia, ekonomi, dan sosial mencapai Rp. 820 trilyun (Ilman *et al.*, 2011).

Peta Mangrove Nasional (PMN) tahun 2021 menunjukkan total luas mangrove di Indonesia adalah 4.120.263,62 ha. Luasan tersebut terdiri dari mangrove eksisting seluas 3.364.081 ha, dan potensi habitat mangrove seluas 756.182,62 ha. Potensi habitat mangrove mencakup ekosistem mangrove yang telah rusak parah sehingga vegetasi mangrovenya telah hilang atau sangat berkurang tutupannya dan habitat mangrove baru (KLHK, 2021).

Luas hutan mangrove di Indonesia cenderung mengalami penurunan secara signifikan. Kerusakan mangrove berkontribusi sebesar 9% dari emisi sektor kehutanan Indonesia. Sepanjang periode 2009-2019 tercatat sebanyak 261.141 ha lahan mangrove telah hilang akibat deforestasi dan degradasi (Arifanti *et al.*, 2021). Kelestarian mangrove mendapatkan ancaman yang tinggi dari berbagai bentuk gangguan, baik manusia (anthropogenic disturbance) maupun faktor alami (natural disturbance). Menurut Spalding *et al.* (2021), penurunan luas mangrove diperkirakan sebesar 4,3% dalam dua dekade terakhir (diperhitungkan sebelum 2016). Sebesar 60% penurunan luas mangrove tersebut disebabkan oleh kegiatan langsung manusia. Sisanya disebabkan oleh faktor alami atau dampak tidak langsung dari aktivitas manusia, termasuk erosi, kenaikan permukaan air laut, dan badai yang dipicu oleh perubahan iklim. Penyebab utama kerusakan mangrove adalah konversi mangrove menjadi tambak dan perkebunan kelapa sawit yang diperkirakan sebesar 56.984 ha atau 31% dari total deforestasi mangrove pada periode 2009-2019 (Direktorat Konservasi Tanah dan Air, 2021). Degradasi mangrove primer menjadi sekunder diperkirakan sekitar 79.050 ha atau 30% dari total mangrove yang hilang (Arifanti *et al.*, 2021). Faktor lain yang menyebabkan kerusakan mangrove adalah pembangunan perkebunan kelapa sawit, pembukaan lahan pertanian, pembukaan tambak garam, pembangunan infrastruktur pada wilayah pantai dan perairan, penebangan liar, pertambangan, serta bencana alam (Ilman *et al.*, 2011).

Upaya rehabilitasi dalam rangka pemulihan dan peningkatan tutupan lahan pada ekosistem mangrove telah lama dilakukan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). Pada 2011-2020 KLHK melalui dana APBN telah merehabilitasi hutan mangrove seluas 49.215,88 ha. Upaya rehabilitasi juga dilakukan berbagai pihak lainnya seperti pemerintah daerah, swasta, dan komunitas masyarakat atau pegiat lingkungan dengan penanaman jenis tanaman asli pada fungsi lindung atau dengan jenis tanaman lain yang adaptif terhadap kondisi fungsi lahan mangrove.

Beberapa ancaman yang dihadapi dalam rehabilitasi antara lain konversi dan perubahan penggunaan lahan baik yang terencana ataupun tidak terencana, angin dan gelombang tinggi, limbah/polutan dari hulu dan industri sekitar, pemanfaatan tidak lestari (over-cutting dan illegal logging), dan open access. Untuk meminimalisir ancaman-ancaman tersebut, dirumuskan strategi rehabilitasi mangrove yang mempertimbangkan pemahaman publik dan kompatibilitas dengan program dan kegiatan sektor terkait sebagaimana dituangkan dalam Roadmap Rehabilitasi Mangrove Nasional. Hal lain yang dipertimbangkan meliputi

skala prioritas yang ditentukan oleh ketersediaan sumberdaya, sifat dan urgensi kegiatan, dan kemudahan dalam pelaksanaannya (KLHK, 2021). Strategi tersebut meliputi: a) pemulihan lahan terbuka, tanah timbul, dan mangrove terabrasi melalui kegiatan utama penanaman pola intensif, rumpun berjarak atau pola lainnya dan kegiatan pendukungnya, b) meningkatkan mangrove terdegradasi dan tambak melalui kegiatan pengkayaan tanaman dan jenis, wanamina (sylvofishery) untuk tambak dalam kawasan hutan, akuakultur dengan pendekatan ekosistem (APDE) untuk tambak di luar kawasan hutan, dan kegiatan pendukungnya, c) mempertahankan ekosistem mangrove yang masih dalam kondisi baik, d) penyediaan bibit dengan kuantitas yang mencukupi dan kualitas baik, dan e) penguatan sistem silvikultur pengelolaan hutan mangrove lestari dan mendorong pembentukan kelembagaan pengelolaan hutan dan lahan pada ekosistem mangrove yang cenderung open access.

Pemulihan ekosistem mangrove melalui kegiatan Percepatan Rehabilitasi Mangrove (PRM) merupakan salah satu upaya strategis dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024. Kegiatan PRM dimaksudkan sebagai wujud nyata komitmen pemerintah dalam pelaksanaan pembangunan rendah karbon, dengan melibatkan berbagai pihak terkait antara lain masyarakat, badan usaha dan entitas global. Manual pemulihan ekosistem mangrove ini diharapkan dapat memberi kontribusi untuk PRM dan implementasi Roadmap Rehabilitasi Mangrove Nasional serta mendukung komitmen Indonesia dalam menjalankan aksi mitigasi pengurangan emisi gas rumah kaca.

2. Tujuan

Manual ini dimaksudkan sebagai prinsip kerja yang berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi serta empirik dalam melaksanakan pemulihan ekosistem mangrove melalui kegiatan percepatan rehabilitasi mangrove.

Tujuan dari manual ini adalah untuk memudahkan pelaksanaan kegiatan percepatan rehabilitasi mangrove untuk pemulihan ekosistem mangrove secara efektif dan efisien.

3. Ruang Lingkup

Ruang lingkup pelaksanaan pemulihan ekosistem mangrove meliputi:

- a. Perencanaan;
- b. Perlindungan habitat mangrove;
 1. Perlindungan habitat mangrove;
 2. Penyediaan bibit;
 3. Penanaman;
 4. Perlindungan tanaman;
 5. Faktor yang diperhatikan dalam penanaman;
 6. Pemeliharaan tanaman; dan
- c. Pemantauan dan evaluasi

4. Istilah dan Pengertian

Abrasi	: Suatu proses pengikisan pantai yang diakibatkan oleh tenaga gelombang laut dan arus laut atau pasang surut arus laut yang bersifat merusak.
Autekologi	: Cabang dari ilmu ekologi yang mempelajari suatu spesies atau organisme secara individu yang berinteraksi dengan lingkungannya.
Ekosistem referensi	: Ekosistem tidak terganggu yang berada di sekitar areal yang akan dipulihkan atau deskripsi ekologis berupa laporan survei, jurnal, foto udara atau citra satelit, suatu ekosistem yang memiliki kemiripan ekologis dengan ekosistem yang akan dipulihkan dan merupakan referensi sementara untuk mencapai tujuan pemulihan, dimana unsur-unsur ekosistem referensi dapat menjadi contoh bagi kegiatan pemulihan.
Kelembagaan	: Suatu tatanan dan pola hubungan antara anggota masyarakat atau organisasi yang saling mengikat yang dapat menentukan bentuk hubungan antar manusia.
Pohon induk	: Pohon yang merupakan sumber genetik atau penghasil benih unggul.
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.
Substrat	: Tempat dimana akar-akar mangrove dapat tumbuh yang dapat meliputi material biotik dan abiotik.
Sumber benih	: Tegakan yang dikelola untuk memproduksi benih berkualitas dan dapat disertifikasi.

5. Landasan Teori Dan Empirik

Ekosistem mangrove merupakan salah satu bentuk ekosistem 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 (Priatna *et al.*, 2021). Ekosistem ini merupakan salah satu ekosistem penting di wilayah pesisir. Kedua ekosistem penting lainnya adalah padang lamun dan terumbu karang. Pada tiga ekosistem penting pesisir ini terjadi interaksi yang kompleks secara fisik, kimia dan biologis serta saling memiliki keterkaitan fungsional yang terdiri atas lima macam interaksi yang saling berhubungan yaitu interaksi fisik, bahan organik terlarut, bahan organik partikel, migrasi fauna dan dampak manusia, sehingga gangguan yang terjadi pada salah satu ekosistem akan mempengaruhi ekosistem lainnya (Febrianto *et al.*, 2019).

Ekosistem mangrove memiliki berbagai manfaat, baik itu ditinjau dari aspek ekologi, sosial maupun aspek ekonomi (Pramudji, 2000). 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,

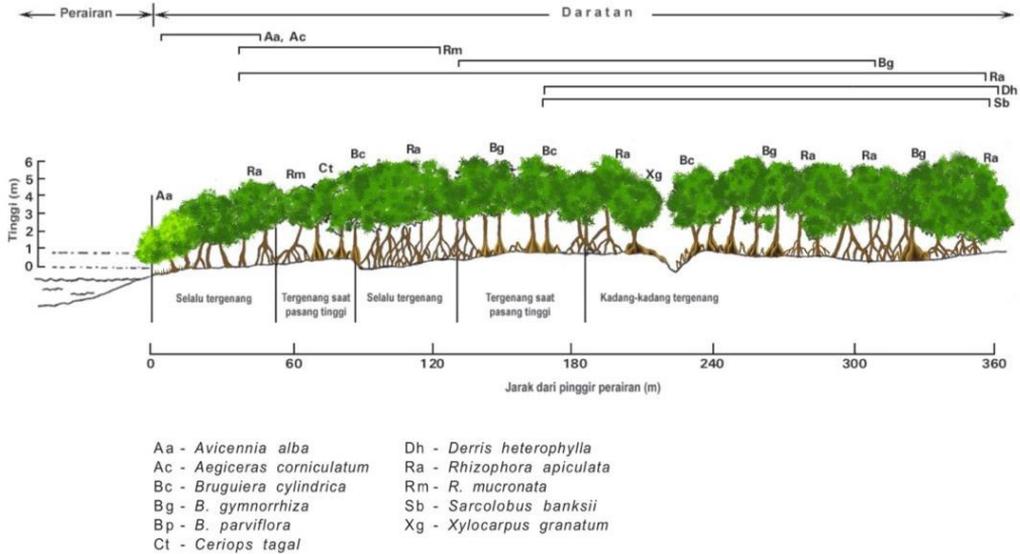
udang-udangan, moluska (hewan lunak), dan satwa liar lainnya, seperti burung, b) sebagai penyangga terhadap ombak dan badai yang kuat, c) sebagai pelindung garis pantai, pantai berpasir, serta mencegah intrusi air laut, dan d) sebagai tempat perlindungan satwa liar dan sebagai tempat rekreasi.

Sebagai salah satu ekosistem penting di pesisir, ekosistem mangrove berperan terhadap ekologi, ekonomi, sosial, termasuk juga mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. 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 mampu menghasilkan jumlah oksigen lebih besar dibanding dengan tumbuhan darat, serta merupakan sumber pelestarian plasma nutfah. Manfaat ekonomis ekosistem 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 (Priatna *et al.*, 2021).

Besarnya manfaat dari ekosistem mangrove tersebut mengakibatkan upaya pemulihan ekosistem mangrove dibutuhkan di wilayah yang telah mengalami kerusakan. Jika dilakukan dengan baik, pemulihan mangrove akan meningkatkan keamanan pesisir, perikanan, budidaya perairan, dan penyerapan karbon. Upaya pemulihan ekosistem mangrove bertujuan bukan saja untuk mengembalikan fungsi utama ekologis kawasan ekosistem mangrove, tetapi juga mengembalikan nilai estetika (Priatna *et al.*, 2021). Pemulihan fungsi ekosistem mangrove merupakan aktivitas yang dilakukan untuk mengembalikan sifat dan fungsi ekosistem mangrove sesuai atau mendekati sifat dan fungsi semula, melalui: 1) suksesi alami; 2) rehabilitasi vegetasi atau revegetasi; 3) pasang-surut; dan 4) mekanisme lain sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Namun dalam perjalanannya, pelaksanaan rehabilitasi mangrove juga mengalami kegagalan. Salah satu faktor penyebab utama terjadinya kegagalan dalam pemulihan mangrove yaitu adanya pandangan bahwa "restorasi mangrove dapat dilakukan secara mudah melalui penanaman kembali". Hingga kini, pandangan tersebut masih dipegang banyak pihak, sehingga kebanyakan implementasinya di lapangan tidak berhasil (Kusmana dan Chaniago, 2017). Keberhasilan pemulihan mangrove dipengaruhi oleh banyak faktor, di antaranya faktor fisiologis, edafis, salinitas, pengaruh pasang-surut dan gelombang. 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 (salinitas) dalam substrat (edafis) yang berbeda. Hal tersebut antara lain yang menyebabkan terjadinya semacam zonasi pada ekosistem mangrove, atau kematian mangrove dalam jumlah banyak pada suatu tempat (Priatna *et al.*, 2021).

Gambar 1 | Zonasi Mangrove



Pemulihan ekosistem mangrove dapat berhasil melalui dukungan pengetahuan tentang teknik menanam, perbaikan kondisi fisik lahan, karakter masing-masing jenis mangrove dan kondisi habitat tumbuh. Teknik pemulihan ekosistem mangrove yang telah mengalami gangguan atau kerusakan dilakukan dengan cara memperbaiki kondisi hidrologi lahan, sehingga memungkinkan regenerasi alami terjadi atau penanaman kembali (Priatna *et al.*, 2021). Kondisi sejarah ekologi merupakan faktor penting yang perlu diketahui sebelum menentukan strategi dan teknik restorasi yang akan diaplikasikan pada ekosistem mangrove yang telah terdegradasi. Restorasi dari aspek ekologi sangat terkait dengan frekuensi dan sejarah gangguan yang terjadi dalam suatu ekosistem. Gangguan tersebut berpengaruh terhadap fragmentasi area dengan berbagai level suksesi (Hulvey *et al.*, 2013; Hobbs *et al.*, 2014).

Kesuksesan rehabilitasi 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 (parts per thousand), lebih rendah dibandingkan salinitas pada mangrove yang telah dikonversi menjadi tambak sebesar 20 ppt (Djamaluddin *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 (Djamaluddin *et al.*, 2019).

Pemilihan jenis mangrove yang akan digunakan dalam kegiatan rehabilitasi sangat penting karena berpengaruh terhadap kemampuan bertahan hidup pada areal yang sudah terdegradasi (Nguyen *et al.*, 2017). 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.*, 2003).

Untuk mencapai keberhasilan pemulihan ekosistem mangrove yang berkelanjutan, bukan hanya dipengaruhi oleh kegiatan fisik penanaman, tapi juga dipengaruhi oleh kondisi sosial-ekonomi masyarakatnya. Oleh sebab itu, partisipasi masyarakat lokal sangat diperlukan untuk meningkatkan kesadaran tentang pemanfaatan ekosistem mangrove secara berkelanjutan. Selain itu, masyarakat lokal juga memiliki tingkat ketergantungan yang tinggi terhadap keberadaan ekosistem mangrove serta memiliki pengetahuan tradisional yang dapat digunakan untuk mendukung kegiatan restorasi (Eddy *et al.*, 2019). Untuk itu dalam upaya pemulihan ekosistem mangrove diperlukan dukungan kegiatan pemberdayaan masyarakat. Kegiatan pemberdayaan masyarakat yang dilakukan meliputi peningkatan pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam rehabilitasi mangrove, sehingga dapat menumbuhkan persepsi dan sikap yang positif dalam mendukung pelaksanaan rehabilitasi mangrove.

Kegiatan pemulihan ekosistem mangrove, dimungkinkan dapat mengurangi kegiatan mata pencaharian masyarakat sekitar. Contohnya masyarakat di Kota Sorong, Provinsi Papua Barat yang awalnya hidup dengan menebang mangrove dan menambang batu karang, namun sejak adanya program pemulihan ekosistem mangrove akses masyarakat menjadi terbatas. Sebagai kompensasinya masyarakat di lokasi tersebut diberikan kegiatan peningkatan kesempatan dan kemitraan berusaha untuk pengembangan usaha mangrove lainnya yang ramah lingkungan seperti usaha perikanan tangkap (Murtiningsih, 2020).

Aspek penting lainnya yang perlu menjadi perhatian dalam pemulihan ekosistem mangrove adalah aspek kelembagaan. Pengembangan kelembagaan pada pemulihan ekosistem mangrove meliputi kelembagaan formal maupun informal. Pengembangan kelembagaan formal dalam hal ini adalah kelembagaan pemerintah dan instansi lain terkait. Sedangkan kelembagaan informal untuk penguatan kelembagaan masyarakat pedesaan dengan tujuan terjadinya pemberdayaan masyarakat hingga mandiri. Model kelembagaan lain yang dapat dikembangkan dalam pemulihan 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 kolaboratif ini juga dapat mengurangi potensi tumpang tindih dalam pemanfaatan lahan (Rudianto, 2014).

6. Penanggung Jawab

Pihak pelaksana yang bertanggung jawab dalam kegiatan ini adalah pemangku kawasan, di antaranya:

- a. Ekosistem perairan yaitu mangrove, padang lamun, rawa air payau dan terumbu karang penanggung jawabnya Kementerian LHK, Kementerian Kelautan dan Perikanan, dan Pemerintah Daerah.

- b. Kawasan Hutan Konservasi yang telah ditunjuk/ditetapkan oleh Kementerian LHK, dilakukan oleh UPT BKSDA, UPT Balai Taman Nasional, UPTD Tahura, swasta, dan masyarakat.
- c. Kawasan Hutan Lindung dan Hutan Produksi yang tidak dibebani izin, dilakukan oleh Direktorat Jenderal Pengelolaan Hutan Lestari, Direktorat Jenderal Pengelolaan DAS dan Rehabilitasi Hutan, Pemerintah Provinsi cq. Dinas Kehutanan Provinsi cq. KPH dan masyarakat.
- d. Kawasan Hutan Lindung dan Hutan Produksi yang dibebani izin, dilakukan oleh Direktorat Jenderal Pengelolaan Hutan Lestari (PHL), Direktorat Jenderal Pengelolaan DAS dan Rehabilitasi Hutan, dan Pemegang Izin (swasta maupun masyarakat).
- e. Areal Penggunaan Lain (APL) yang dibebani izin, dilakukan oleh Pemegang Izin (swasta maupun masyarakat).
- f. Areal Penggunaan Lain (APL) yang tidak dibebani izin : i) untuk provinsi yang menjadi penugasan BRGM, dilakukan oleh BRGM, Kementerian Kelautan dan Perikanan, Pemerintah Daerah, dan masyarakat dan ii) untuk provinsi yang tidak menjadi tugas BRGM dilakukan oleh Kementerian LHK, Kementerian Kelautan dan Perikanan, Pemerintah Daerah, dan masyarakat.

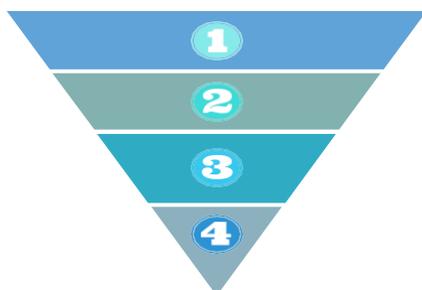
7. Uraian Dan Petunjuk Pelaksanaan Pekerjaan

7.1 Perencanaan Pemulihan Ekosistem Mangrove

7.1.1 Lokasi Dan Peta Kegiatan

Hierarki perencanaan terkait rehabilitasi mangrove pada bidang kehutanan secara berjenjang terdiri dari Rencana Umum Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RURHL), Rencana Tahunan Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RTnRHL), dan Rencana Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RKRHL). Untuk percepatan rehabilitasi mangrove disusun sistem perencanaan secara berjenjang yang terdiri dari Rencana Percepatan Rehabilitasi Mangrove 2021-2024, Rencana Tahunan Percepatan Rehabilitasi Mangrove, dan Rancangan Kegiatan Percepatan Rehabilitasi Mangrove (Gambar 2). Hingga saat ini rencana-rencana tersebut belum tersedia, sehingga Peta Mangrove Nasional (PMN) 2021

Gambar 2 | Hierarki Perencanaan Rehabilitasi Mangrove



Hierarki Perencanaan

1. Roadmap Percepatan Rehabilitasi Mangrove
2. Rencana Umum Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RU RHL)
3. Rencana Tahunan (RTn)
4. Rencana Kegiatan

dan dokumen Roadmap Rehabilitasi Mangrove Nasional 2021-2030 yang dapat dijadikan acuan. Selain itu, norma-norma umum untuk pelaksanaan rehabilitasi mangrove telah tersedia dalam regulasi setingkat peraturan pemerintah dan peraturan menteri.

Areal mangrove yang menjadi target pemulihan diidentifikasi dan ditetapkan menggunakan hasil citra satelit yang ditindaklanjuti dengan pengecekan di lapangan (ground truthing), termasuk memastikan status legalitas lahan lokasi pemulihan. Hasil identifikasi citra satelit dituangkan dalam bentuk peta area pemulihan dengan skala 1:1.000 – 1:10.000. Peta pemulihan memuat blok pemulihan setiap tahun selama jangka waktu pemulihan.

Rehabilitasi mangrove dilakukan pada area paling sedikit 130 (seratus tiga puluh) kali selisih pasang tertinggi dan pasang terendah dari tepi pantai didasarkan pada:

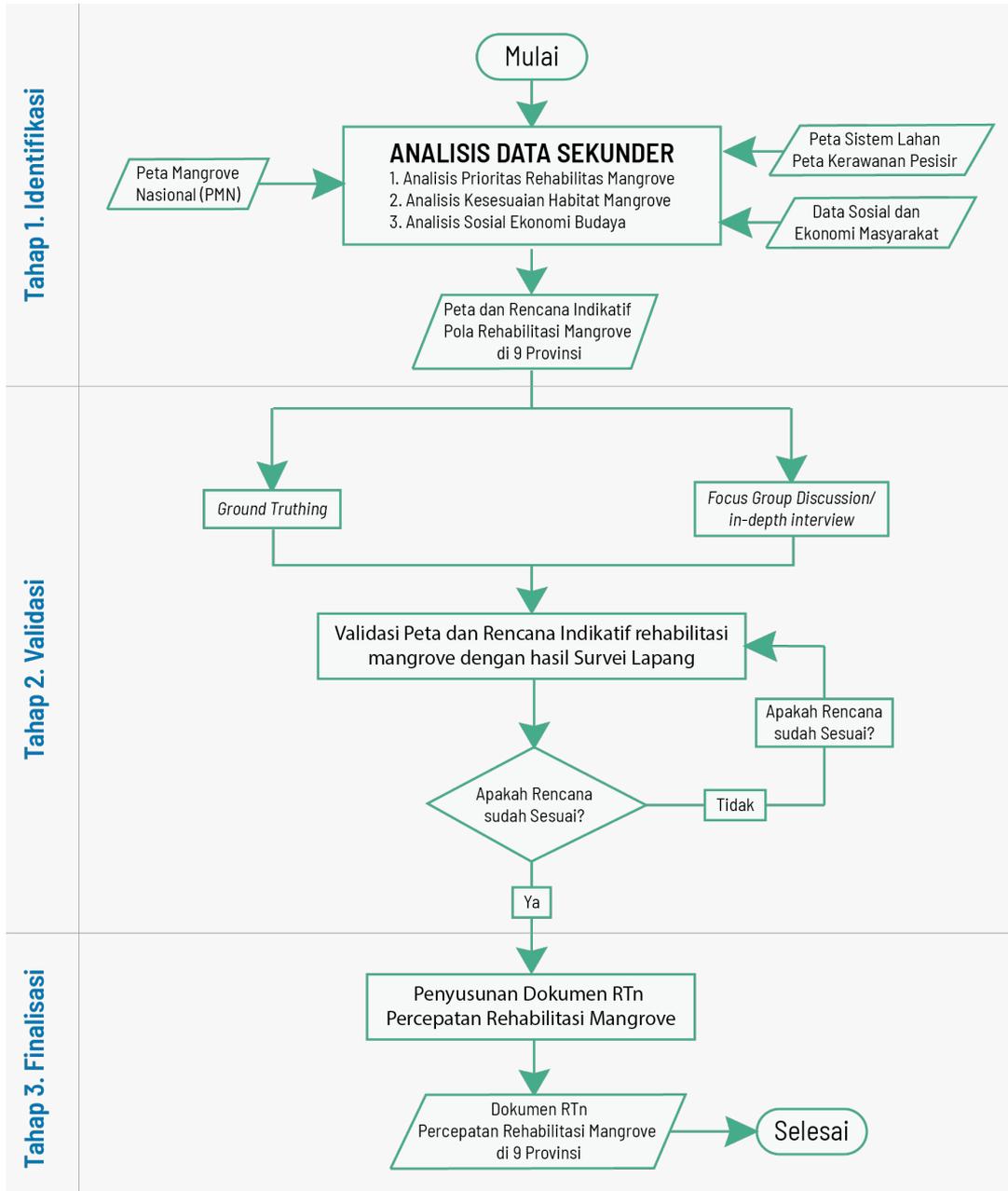
1. Rencana Umum Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RU-RHL)

Penyusunan Rencana Umum Rehabilitasi Hutan dan Lahan mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 10 Tahun 2022 tentang Penyusunan Rencana Umum Rehabilitasi Hutan Dan Lahan Daerah Aliran Sungai Dan Rencana Tahunan Rehabilitasi Hutan Dan Lahan, dan disusun oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

2. Rencana Tahunan (RTn)

- a. Rencana Tahunan Rehabilitasi Hutan dan Lahan mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 10 Tahun 2022 tentang Penyusunan Rencana Umum Rehabilitasi Hutan Dan Lahan Daerah Aliran Sungai Dan Rencana Tahunan Rehabilitasi Hutan Dan Lahan
- b. Pada 9 wilayah provinsi yang menjadi penugasan BRGM maka RTn disusun oleh BRGM dalam bentuk RTn-PRM (Rencana Tahunan Percepatan Rehabilitasi Mangrove).
- c. RTn merupakan rencana manajemen dan rencana fisik yang lebih detail setiap tahunnya dalam wilayah provinsi, digunakan sebagai masukan dalam penyusunan Rencana Kerja Pemerintah.
- d. Rencana Tahunan yang selanjutnya disingkat RTn adalah rencana yang disusun pada tahun sebelum kegiatan (T-1) yang bersifat operasional berisi lokasi definitif kegiatan RHL, volume kegiatan, kebutuhan bahan dan upah serta kegiatan pendukung. Untuk menjabarkan pelaksanaan kegiatan RHL yang akan dilaksanakan setiap tahun, maka diperlukan Dokumen Rencana Tahunan Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RTn RHL) yang bersifat operasional berisi lokasi definitif kegiatan RHL, volume kegiatan, biaya kegiatan serta kegiatan pendukung agar dalam pelaksanaannya dapat berjalan efektif dan efisien.
- e. Rehabilitasi Hutan dan Lahan dapat dilaksanakan secara vegetatif dan/atau bangunan sipil teknis.
- f. Penyusunan Rencana Tahunan (RTn) dimaksudkan untuk menyajikan rencana/usulan kegiatan rehabilitasi mangrove di wilayah kerja rehabilitasi mangrove secara lengkap dan akurat selama periode pelaksanaan kegiatan, sehingga penanaman mangrove maupun kegiatan lainnya dapat dilaksanakan secara efektif dan efisien. Tujuan penyusunan dokumen RTn RHL adalah untuk memberikan arahan pelaksanaan penanaman mangrove dan kegiatan lainnya

- dapat dilaksanakan secara tepat dan terarah, disertai dengan pengalokasian anggaran untuk kegiatan rehabilitasi mangrove.
- g. RTn memuat antara lain:
- 1) Rekapitulasi seluruh kegiatan yang direncanakan, meliputi lokasi (kabupaten, kecamatan, desa), jenis, luas dan volume kegiatan.
 - 2) Rincian setiap jenis kegiatan yang berisi:
 - Lokasi (Kabupaten, Kecamatan, Desa, kawasan hutan dan luar kawasan hutan);
 - Jenis kegiatan;
 - Luas dan Volume kegiatan (Ha/unit);
 - Kebutuhan biaya;
 - Tata waktu;
 - Kelembagaan;
 - Pembinaan, pelatihan, pendampingan dan penyuluhan;
 - Pemantauan dan evaluasi.
 - 3) Peta RTn-PRM (skala 1 : 25.000)
- h. RTn disusun oleh Tim Kerja yang dibentuk oleh Kepala Unit Kerja Kelompok Kerja Perencanaan Restorasi Gambut dan Rehabilitasi Mangrove, yang beranggotakan Unit Kerja terkait lingkup BRGM, Ditjen PDASRH, Ditjen KSDAE, dan/atau Perguruan Tinggi.
- i. Outline Rencana Tahunan adalah sebagai berikut:
- 1) Kondisi Umum (Biofisik dan Kondisi Sosial Ekonomi);
 - 2) Metodologi;
 - 3) Rencana Tahunan;
 - 4) Rencana Anggaran;
 - 5) Pemantauan dan Evaluasi.
- j. Data yang digunakan dalam penyusunan RTn RHL mangrove adalah:
- Peta Mangrove Nasional (PMN) dgn atributnya: eksisting & potensi, kerapatan mangrove.
 - Peta Kerawanan Pesisir
 - Peta Sistem Lahan
 - Peta Penutupan Lahan
 - Peta Pelaksanaan Kegiatan PEN Padat Karya Penanaman Mangrove.
- k. Metode Penyusunan RTn

Gambar 3 | Metode Penyusunan Dokumen RTn-PRM


3. Rancangan Kegiatan Percepatan Rehabilitasi Mangrove (RK-PRM)

- a. Rancangan Kegiatan yang selanjutnya disingkat RK merupakan rancangan detail (bestek) dari satu kegiatan yang akan dilaksanakan pada setiap site/ lokasi di dalam setiap Kesatuan Landscape Mangrove (KLM). Dalam penyusunan rancangan kegiatan perlu dilakukan sosialisasi, konsultasi, dan PADIATAPA kepada masyarakat setempat yang berpotensi terkena dampak pelaksanaan kegiatan rehabilitasi.
- b. Tahapan awal penyusunan rancangan kegiatan dilakukan dengan identifikasi dan inventarisasi data dan informasi berdasarkan data peta mangrove nasional, peta indikatif RTn, data fungsi kawasan, data status kawasan, data sosial, data perizinan dan data terkait lainnya. Kegiatan ini dilakukan untuk menapis calon lokasi kegiatan sebelum dilakukan survei (pengukuran lapangan) dalam penyusunan rancangan kegiatan. Pada tahap ini juga dilakukan survei biofisik seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 | Parameter utama biofisik yang diteliti di lapangan untuk menyusun rencana pemulihan ekosistem mangrove

Parameter Utama	Parameter spesifik / Data sekunder	Output
Landscape	Kondisi pantai dan hidro dinamika di pesisir: sedimentasi/akresi, erosi, land subsidence	Kategori dinamika pantai: Stabil, akresi lambat, Akresi cepat, Erosi kecil, erosi kuat). Posisi lansekap terhadap pengaruh ombak dan arus (terlindung, terbuka, dll)
	Batas wilayah intertidal/ pasang surut	Batas wilayah pasang surut dan wilayah dimana mangrove bisa tumbuh
Ekologi	Autecology	Species, phenology, % abundance
	Community ecology	Community associations
	Lowest occurring seedling/sapling/ tree (sapling terluar yang tumbuh di lokasi)	Zona recruitment alami
	Tipe substrat	Tipe substrat/ sedimen yang berhubungan dengan potensi rekrutmen jenis
Hidrologi	Tipe, periode dan tinggi pasang surut	Memahami Tipe, periode dan tinggi pasang surut
	Hydro period (durasi dan frekuensi penggenangan pasang surut)	Memahami potensi kolonisasi, kelas penggenangan dan jenis yang sesuai untuk tumbuh
	Surface elevation/ Elevasi permukaan	Elevasi permukaan dan jenis yang sesuai untuk tumbuh
Gangguan	Lokasi, tipe dan tingkat gangguan yang menghambat pertumbuhan alami atau suksesi sekunder mangrove	Gangguan dan hambatan pertumbuhan mangrove yang perlu diatasi dan dihilangkan (misalnya, gelombang, arus, dan penghambat saluran pasang surut).Deskripsi tingkat dan tingkat gangguan yang menghambat pertumbuhan mangrove dan suksesi sekunder.

- c. Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data sosial, ekonomi, kelembagaan serta menyajikan status calon lokasi kegiatan clear dan clean. Kegiatan dilakukan dengan mengadakan sosialisasi untuk memberikan informasi awal kegiatan yang akan dilakukan. Aktivitas kegiatan juga bisa dilakukan dengan diskusi dengan calon pelaksana kegiatan dan perangkat desa untuk memastikan calon lokasi serta desain kegiatan.
- d. Rancangan Kegiatan dibuat pada setiap tapak/site di dalam setiap KLM yang akan dilaksanakan kegiatan dan tercantum dalam RTn.
- e. Rancangan Kegiatan sebagai acuan dalam pelaksanaan dan pengendalian kegiatan fisik dan penggunaan anggaran di setiap tapak/site serta jadwal waktu yang ditetapkan.
- f. Rancangan Kegiatan disusun berdasarkan hasil analisis data lapangan (biofisik, sosial ekonomi, kelembagaan, harga setempat, dan lain-lain) yang dikumpulkan melalui survei lapangan pada setiap tapak/site di dalam setiap KLM yang akan dilaksanakan kegiatan rehabilitasi.
- g. Rancangan Kegiatan disusun 1 (satu) tahun sebelum kegiatan dilaksanakan (T-1) atau dalam kondisi tertentu dapat dilaksanakan pada tahun berjalan (T-0).
- h. Rancangan Kegiatan sebagai masukan dalam menyusun Rencana Kegiatan dan Anggaran (RKA) pada masing-masing lembaga pelaksana.
- i. Rancangan Kegiatan secara umum memuat:
 - 1) risalah umum (mengguraikan kondisi biofisik, sosial ekonomi, budaya dan kelembagaan) KLM;
 - 2) tipologi KLM sebelum dilaksanakan kegiatan;
 - 3) ikhtisar pekerjaan dan jadwal pelaksanaan (uraian jenis pekerjaan yang akan dilakukan dan tata waktu pelaksanaan tiap jenis pekerjaan);
 - 4) kelembagaan pada tingkat organisasi pelaksanaan kegiatan yang memperlihatkan struktur organisasi dan tata hubungan kerja pelaksanaan kegiatan tingkat tapak/site;
 - 5) rincian volume kebutuhan bahan/alat dan tenaga kerja setiap jenis kegiatan (mulai dari persiapan sampai dengan pelaksanaan);
 - 6) rincian biaya kebutuhan bahan/alat dan tenaga kerja setiap jenis pekerjaan (mulai dari persiapan sampai dengan pelaksanaan);
 - 7) peta rancangan vegetatif (skala 1 : 10.000 – 1 : 5.000), peta rancangan sipil teknis untuk pembinaan habitat skala 1 : 500 – 1 : 100);
 - 8) lampiran (daftar harga bahan/alat dan upah, gambar konstruksi/bestek, peta situasi, berita acara hasil sosialisasi dan PADIATAPA, surat keputusan pembentukan kelompok, daftar nama kelompok masyarakat pelaksana, dan lain-lain).
- j. Outline Rancangan kegiatan memuat antara lain:
 - LEMBAR JUDUL
 - KATA PENGANTAR
 - LEMBAR PENGESAHAN
 - DAFTAR ISI
 - DAFTAR TABEL
 - DAFTAR GAMBAR

PETA SITUASI (yang menunjukkan lokasi kegiatan)

- I. PENDAHULUAN
 - A. Latar Belakang;
 - B. Maksud dan Tujuan;
 - C. Dasar Penyusunan.
- II. RISALAH UMUM
 - A. Biofisik;
 - B. Sosial Ekonomi Budaya;
 - C. Kelembagaan.
- III. RANCANGAN KEGIATAN PENANAMAN
 - A. Pemilihan Teknik Restorasi (Pemulihan)
 - B. Pola tanam
 - C. Jenis Tanaman
 - D. Kebutuhan bahan
 - E. Alat dan tenaga kerja
 - F. Jadwal Kegiatan
- IV. RANCANGAN KEGIATAN PERBAIKAN HIDROLOGI
- V. RANCANGAN KEGIATAN PELINDUNG HABITAT
- VI. RANCANGAN ANGGARAN BIAYA
Rancangan Anggaran Biaya Pengadaan Bahan, Alat dan Tenaga Kerja Setiap Jenis Pekerjaan.
- VII. JADWAL PELAKSANAAN KEGIATAN
- VIII. RANCANGAN PELUANG USAHA REHABILITASI MANGROVE
Potensi aktivitas/usaha ekonomi/bisnis berbasis komoditas/pemanfaatan jasa lingkungan ekosistem mangrove
- IX. PENUTUP
- X. LAMPIRAN
 - A. Peta Rancangan (Vegetatif/Sipil Teknis Pembinaan Habitat);
 - B. Peta Situasi LAMPIRAN Gambar (gubuk kerja, patok, pola dan tata tanam, papan nama, gambar konstruksi (untuk bangunan konservasi tanah).

7.1.2 Proses Diskusi Dengan Para Pihak

Rencana pemulihan disosialisasikan dan didiskusikan dengan para pihak terkait dimulai sejak perencanaan. Sosialisasi adalah salah satu proses di mana pengelola menerangkan konsep kegiatan pemulihan kepada para pihak terkait untuk mendapat dukungan atau persetujuan terhadap rencana pelaksanaan pemulihan. 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, atau cara lainnya yang dinilai efektif.

7.1.3 Pengumpulan Data dan Informasi

- Pengumpulan data dan informasi dilakukan melalui baseline survei terhadap areal ekosistem mangrove, baik yang akan dipulihkan maupun ekosistem mangrove terdekat yang relatif masih utuh di sekitar areal pemulihan sebagai ekosistem referensi. Survei pada kondisi ekosistem mangrove dimaksudkan untuk

mengidentifikasi jenis-jenis asli yang tumbuh melalui kegiatan analisa vegetasi dan mencocokkannya dengan pustaka terpercaya. Hasil identifikasi jenis dan kondisi ekosistem referensi akan menjadi benchmark atau pertimbangan bagi penentuan target dan teknik pemulihan. Data dan informasi yang dikumpulkan meliputi (Brown, 2006):

- Kondisi penutupan lahan, apakah terjadi kerusakan vegetasi yang berat, sedang atau ringan yang ditunjukkan oleh kerapatan tumbuhan berkayu.
- Jenis vegetasi 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 invasive. Survei satwa dapat dilakukan salah satunya dengan 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 ekosistem mangrove.
- Ekosistem mangrove yang masih dalam kondisi baik dan terletak di sekitar areal pemulihan dapat dijadikan salah satu ekosistem referensi. Tingkat keparahan degradasi mangrove dan tingkat penguasaan lahan dapat menjadi pertimbangan utama dalam mendefinisikan tujuan ekosistem acuan yang akan dibangun. Ekosistem yang akan dibangun merujuk pada ekosistem referensi dan 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 dalam pemulihan ekosistem.
- Informasi autekologi mangrove yaitu sifat-sifat ekologi tiap-tiap jenis mangrove di lokasi pemulihan, khususnya pola reproduksi, distribusi benih, dan keberhasilan pertumbuhan bibit.
- Informasi kondisi dan pola hidrologi pada areal pemulihan yang mencakup periode kritis tingkat genangan dan kekeringan yang akan mempengaruhi kesehatan mangrove.
- Informasi potensi masalah dan skenario pemecahannya, termasuk masalah-masalah sosial ekonomi.

7.1.4 Pemilihan Jenis

Jenis yang dipilih idealnya merupakan jenis yang secara alami pernah tumbuh atau saat ini tumbuh di sekitar lokasi restorasi (ekosistem referensi). Faktor penting yang perlu diperhatikan dalam pemilihan jenis adalah zonasi dan kondisi areal yang akan direstorasi meliputi tekstur tanah, salinitas, dan lama tergenangnya air (Setyawan, et al., 2003). Tabel 2 berikut ini menampilkan pemilihan jenis berdasarkan kondisi areal restorasi.

Tabel 2 | 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	Avicennia spp. Bruguiera gymnorrhiza Bruguiera parviflora Heritiera littoralis Rhizophora apiculata Rhizophora mucronata Sonneratia alba Sonneratia caseolaris Xylocarpus granatum	Avicennia spp. Bruguiera parviflora Rhizophora apiculata Rhizophora mucronata Sonneratia alba

Sumber: Kusmana & Chaniago, 2017)

7.2 Pelaksanaan Pemulihan Ekosistem Mangrove

7.2.1 Perlindungan Habitat Mangrove

Perlindungan habitat mangrove dimaksudkan agar kondisi lingkungan tetap sesuai dengan persyaratan tempat tumbuh mangrove dan memiliki ketahanan terhadap gangguan seperti gelombang tinggi atau ombak besar yang menyebabkan abrasi, sedimentasi tak terkendali yang menyebabkan akresi (penumpukan sedimen), sampah yang menyebabkan polusi, dan lain-lain. Perlindungan habitat mangrove ditujukan untuk menjaga dan membina kembali kondisi lingkungan agar sesuai dengan persyaratan tempat tumbuh mangrove dan terhindar dari berbagai bentuk gangguan. Penerapan perlindungan habitat mangrove dilakukan melalui pembuatan dan/atau perbaikan kondisi hidrologi dengan beberapa kegiatan yaitu pembuatan Alat Pemecah Ombak (APO), Pelindung Tanaman dari Sampah (PTS), dan Alat Perangkap Sedimen.

1. Pembuatan Alat Pemecah Ombak (APO)

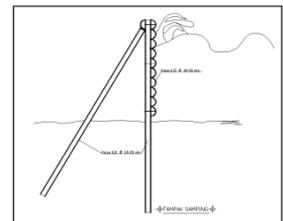
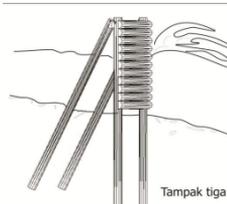
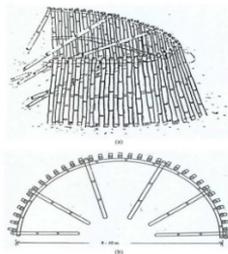
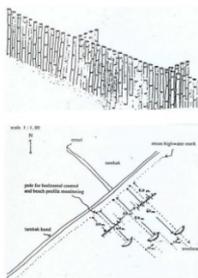
- Alat Pemecah Ombak (APO) merupakan salah satu bangunan yang berfungsi untuk melindungi mangrove dan habitatnya dari hempasan gelombang yang besar;
- APO dibangun di sepanjang pantai sebagai bagian dari pertahanan atau untuk melindungi habitat dan tanaman mangrove dari pengaruh cuaca dan ombak dan/atau gelombang;
- Pembuatan bangunan APO memerlukan perencanaan yang memperhitungkan kekuatan struktur dan stabilitas bangunan;
- Bangunan APO diletakkan di depan tanaman yang akan dilindungi agar ombak

yang datang dari laut lepas menuju pantai mengalami difraksi dan refleksi setelah menghantam APO. Gelombang yang terdifraksi ini diharapkan sebagai pembawa sedimen di daerah yang dilindungi. Gundukan pasir yang terbentuk pada akhirnya dapat ditanami bibit mangrove, sehingga luas areal mangrove yang terbentuk lebih besar;

e. Bangunan APO yang terbuat dari tiang-tiang kayu, bambu, atau pipa pvc yang diisi semen dibuat dengan ditancapkan ke dalam tanah. Untuk menambah efektifitas bangunan dari hempasan ombak, ditambahkan kayu atau bambu melintang pada tiang pancang;

- f. Bentuk bangunan APO ditentukan dengan memperhatikan kondisi tapak, dan tujuan pembangunannya. Untuk penempatan, desain, dan spesifikasi APO memperhatikan pola arus, tinggi dan hempasan gelombang, pasang surut, dan lain-lain yang dituangkan dalam rancangan.

Contoh bangunan APO yang terbuat dari kayu atau bambu.



Gambar 4 | Contoh Bangunan APO

Sumber Foto: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2021 Tentang Rehabilitasi Hutan dan Lahan, Perubahan Iklim Global, 8 Agustus 2009; Mangrove dengan Alat Pemecah Ombak (APO) sebagai Perlindungan Garis Pantai.

2. Pembuatan Pelindung Tanaman dari Sampah (PTS)

- a. Salah satu ancaman bagi mangrove adalah sampah yang terbawa masuk ke dalam hutan mangrove saat pasang dan terjebak pada akar-akar pohon mangrove dimana saat surut tidak dapat keluar dari ekosistem mangrove. Tumpukan sampah yang menutupi akar-akar mangrove dapat menyebabkan kematian bibit

- mangrove terutama yang masih kecil;
- b. PTS dapat terbuat dari waring, paranet atau bahan lainnya dengan fungsi yang sama dengan bambu atau kayu sebagai penegaknya;
 - c. Bentuk PTS dapat bermacam-macam tergantung pada kondisi tapak dan kreativitas penanaman dengan tetap memperhatikan fungsi utamanya yang dituangkan dalam rancangan;
 - d. Pembuatan PTS dapat dilakukan pada daerah yang terdapat banyak sampah.
4. Alat Perangkap Sedimen
- a. Alat Perangkap Sedimen (sediment trap) merupakan bangunan sipil teknis yang dimaksudkan untuk menangkap dan mengendapkan sedimen dengan tujuan pengkondisian atau pembinaan habitat mangrove agar menjadi area yang sesuai untuk ditumbuhi mangrove;
 - b. Perangkap sedimen dapat berupa karung-karung berisi pasir yang ditumpuk, pagar dengan struktur permeable, tanggul permeable, atau konstruksi lainnya;
 - c. Perangkap sedimen dipasang pada wilayah ekosistem mangrove yang tidak terdapat sedimen, berhadapan dengan laut dan berdekatan dengan sumber benih agar tumbuh secara alamiah dengan tujuan meningkatkan sedimen.

Berikut merupakan contoh-contoh bentuk perangkap sedimen yang terbuat dari bambu dan tumpukan karung:

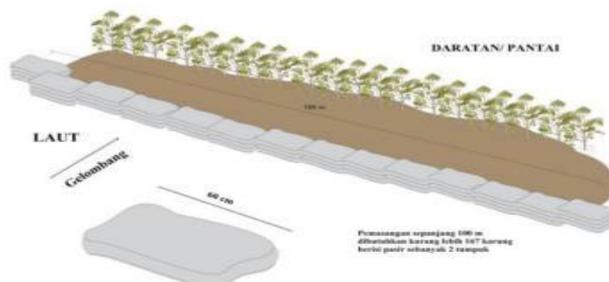


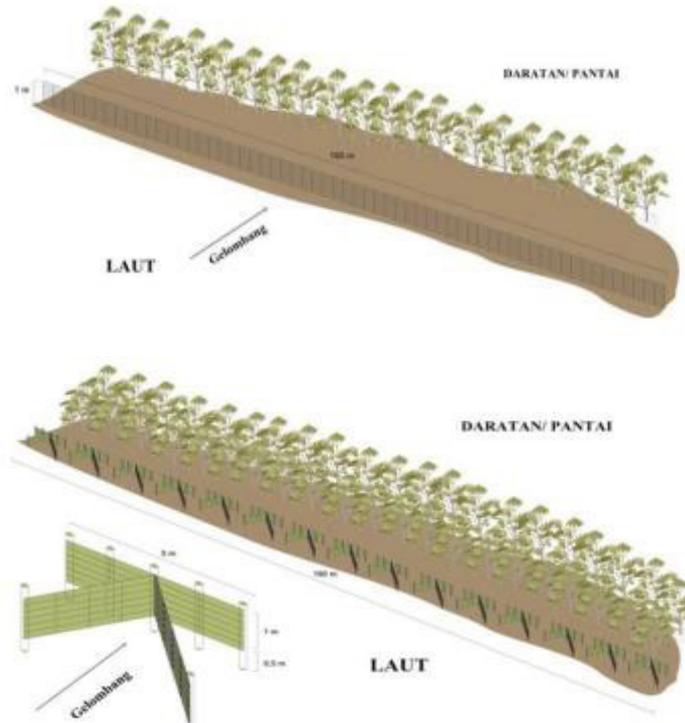
struktur pagar permeabel



Tumpukan karung

Sumber Foto: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2021 Tentang Rehabilitasi Hutan dan Lahan.





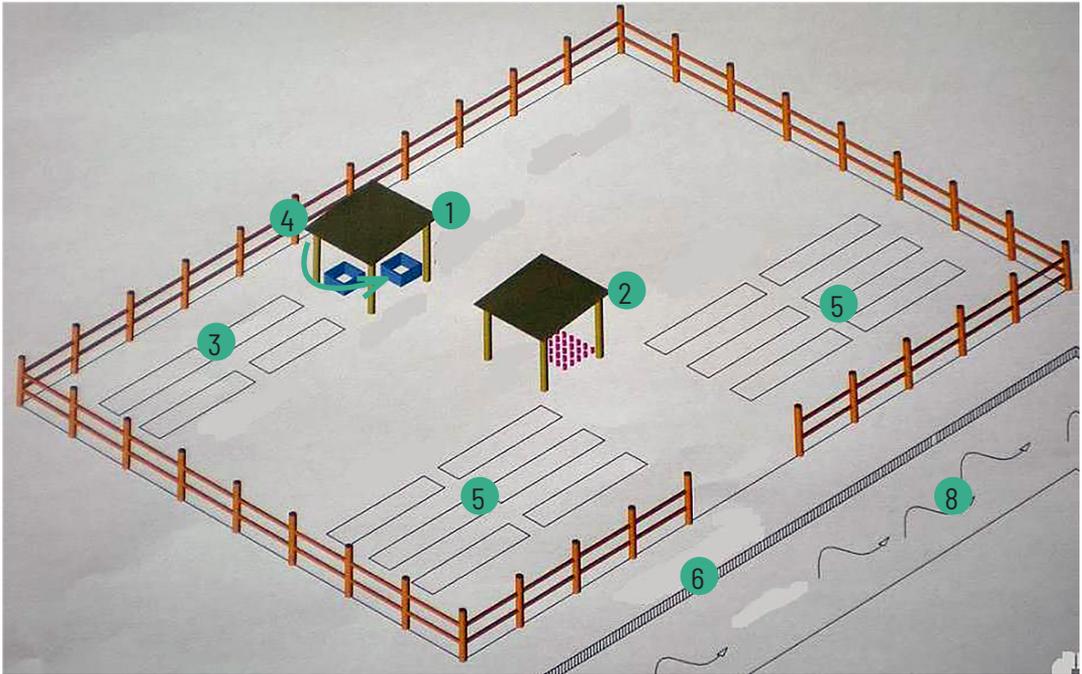
Gambar 6 | Ilustrasi Perangkap Sedimen

Sumber: Lestari, T.A. "Pendugaan Simpanan Karbon Organik Ekosistem Mangrove di Areal Perangkap Sedimen-Pesisir Cagar Alam Pulau Dua Banten ". Tugas Akhir., IPB Bogor, (2016).

7.2.2 Penyediaan Bibit dan Penanaman

Maksud penyediaan bibit adalah agar tersedia bibit/propagul untuk pelaksanaan penanaman dan pemeliharaan dalam kegiatan peningkatan kualitas ekosistem mangrove dalam kondisi terdegradasi dan/atau pemulihan ekosistem mangrove yang dalam kondisi rusak. Sementara tujuannya adalah agar bibit atau propagul yang digunakan dalam kegiatan penanaman, dan pemeliharaan memiliki spesifikasi yang baik dan siap tanam.

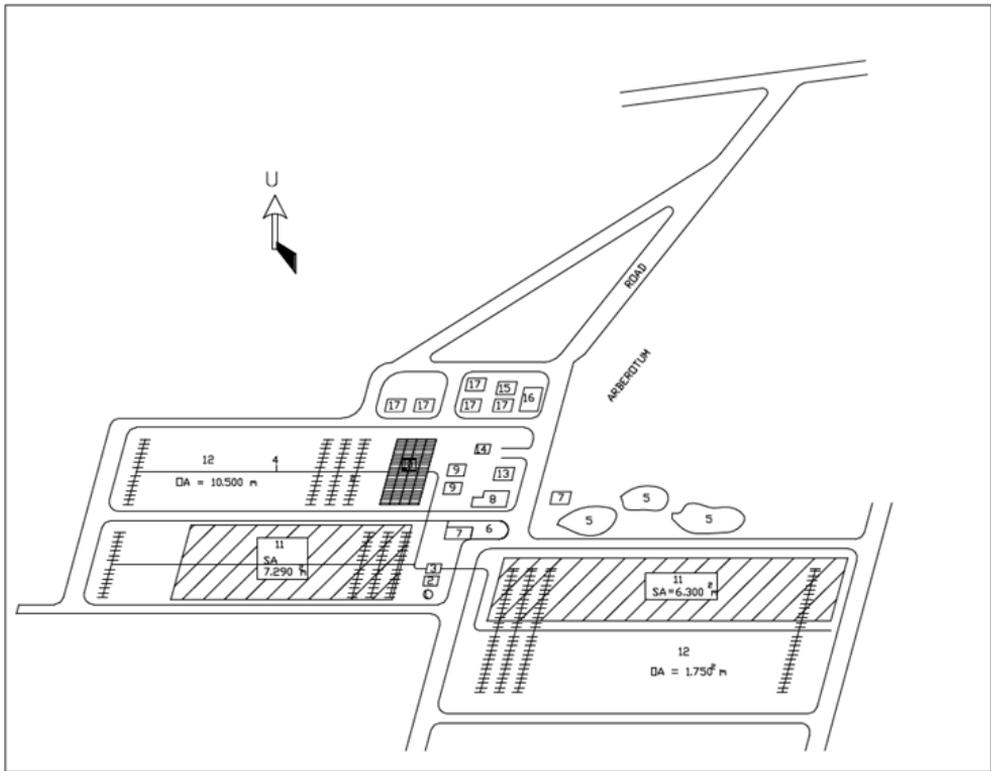
Persemaian mangrove dapat dibuat dalam bentuk temporary persemaian (persemaian sementara) (Gambar 7) dan permanent persemaian (persemaian permanen) (Gambar 8). Persemaian sementara hanya dipergunakan beberapa kali produksi bibit sekitar 1 – 3 tahun. Karena sifatnya sementara, maka fasilitas bangunan juga bersifat sementara, lokasinya berpindah-pindah mengikuti dan mendekati lokasi penanaman. Persemaian permanen dirancang untuk kegiatan jangka panjang sekitar 10-15 tahun. Bangunan dibuat secara permanen dan lokasinya menetap.



Gambar 7 | Tata letak persemaian mangrove sementara
Sumber: Kusmana *et al.*, 2008

Ket.:

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| 1. Tempat pengecambahan | 5. Bedeng saph |
| 2. Tempat pembuatan media | 6. Tempat bongkar muat |
| 3. Bedeng tabur | 7. Cadangan perluasan area |



4. Kotak biji

8. Parit

Gambar 8 | Tata letak persemaian mangrove modern

 Sumber: Kusmana *et al.*, 2005.

Ket.:

- | | | |
|--|-----------------------------|------------------------|
| 1. Sumur dalam | 7. Tempat penyimpanan media | 13. Bengkel |
| 2. Tangki air | 8. Bangunan pengisian media | 14. Gudang |
| 3. Rumah pompa | 9. Rumah penyemaian | 15. Pencucian |
| 4. Jaringan pipa irigasi | 10. Sungkup plastic | 16. Kantor |
| 5. Penyimpanan media di tempat terbuka | 11. Areal naungan | 17. Perumahan Karyawan |
| 6. Tempat penjemuran media | 12. Areal terbuka | |

1. Pembuatan persemaian

Tahapan pembuatan persemaian mangrove seperti yang diuraikan Kusmana et al., 2008 adalah sebagai berikut.

a. Perencanaan persemaian

Kegiatan perencanaan persemaian meliputi: perhitungan luas lahan yang akan ditanami, jarak tanam, jumlah bibit yang akan ditanam, jenis bibit yang akan ditanam, jumlah benih yang diperlukan, jumlah bedeng semai, bedeng saph dan volume media yang diperlukan, luas persemaian yang perlu dibuat dan jumlah tenaga kerja yang diperlukan.

- Jumlah bibit yang perlu dibuat tergantung dari jumlah areal yang akan ditanami dan jarak tanam yang direncanakan ditambah 20 % untuk keperluan penyulaman.

Untuk menghitung keperluan benih, digunakan rumus sebagai berikut:

$$KB = \frac{B}{Kc \times Km \times Kj \times Jb}$$

Keterangan:

KB = Kebutuhan benih (kg)

B = Kebutuhan Bibit

Kc = % Kecambah benih

Km = % Kemurnian benih

Kj = % Jadi bibit

Jb = Jumlah benih/kg

- Kebutuhan bedeng tabur. Bedeng tabur biasanya dibuat dengan ukuran 5 m x 1 m. Untuk menghitung kebutuhan bedeng tabur maka diperlukan data-data mengenai jumlah benih yang akan di tabur, jumlah benih per kg dan jarak penaburan. Jumlah bedeng tabur yang diperlukan dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$BT = \frac{KB \times Jb}{JT}$$

Keterangan:

BT = Kebutuhan bedeng tabur

KB = Kebutuhan benih (kg)

Jb = Jumlah benih per kg

JT = Jarak tabur

- Luas bedeng, baik bedeng tabur maupun bedeng saph perlu dihitung, karena akan menentukan luas lahan secara keseluruhan untuk membangun sebuah persemaian. Luas bedeng dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

Luas Bedengan = (Jumlah Bedeng Tabur + Jumlah Bedeng Saph) x luas bedeng saph

- Luas persemaian. Dalam perencanaan pembangunan persemaian, areal persemaian terdiri dari bedeng tabur dan bedeng saph saja, ada jalan pemeriksaan, ruang antar bedeng, serta bangunan sarana dan prasarana persemaian. Ruang areal yang dialokasikan untuk bedengan biasanya sebesar 60 %, sedangkan sisanya yang 40 % dialokasikan untuk keperluan lainnya.

- Menghitung jumlah kantong plastik. Kebutuhan kantong plastik tergantung dari jumlah bibit yang akan diproduksi ditambah dengan jumlah kantong plastik yang akan rusak. Kantong plastik ukurannya bermacam-macam, misalnya, 10 x 15 cm, 12 x 20 cm, 15 x 20 cm. Kebutuhan kantong plastik dihitung dengan

$$KK = \frac{KB + (KB \times KR)}{Z}$$

Keterangan:

KK = Jumlah kantong yang diperlukan (kg)

KB = Jumlah bibit yang akan diproduksi

KR = Kerusakan Kantong Plastik

Z = Jumlah kantong plastik/kg

- Tenaga kerja yang diperlukan tergantung dari prestasi kerja dan volume kegiatan yang ada. Secara umum untuk menghitung tenaga kerja dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$JT = \frac{VK}{PK}$$

Keterangan:

JT = Jumlah tenaga kerja yang diperlukan (HOK)

VK = Volume pekerjaan yang harus diselesaikan

PK = Prestasi Kerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan

- Kebutuhan media semai. Untuk media semai anakan mangrove dapat digunakan: (1) tanah lumpur mangrove, (2) campuran tanah mineral, pasir dan pupuk kandang (kompos) dengan perbandingan 1 atau 2 (tanah) : 1 atau 2 (pasir) : 1 (pupuk kandang atau kompos). Untuk menghitung volume media, harus diketahui volume kantong plastik yang digunakan dan jumlah bibit yang akan di produksi.

b. Persiapan Persemaian

Pemilihan lokasi persemaian

Pemilihan lokasi persemaian memperhatikan beberapa persyaratan sebagai berikut:

- Tapak relatif keras, dimaksudkan agar supaya pekerjaan operasional di darat dapat berjalan dengan lancar.
- Dekat dengan pasang surut air laut, untuk memudahkan mendapatkan air yang sangat diperlukan untuk penyiraman. Sangat dianjurkan lokasi persemaian secara alami terkena pasang paling sedikit 20 kali dalam sebulan.
- Akumulasi garam tidak terlalu tinggi, karena akan mengganggu pertumbuhan tanaman tersebut, terutama akan terjadi plasmolisis. Karena itu air yang digunakan untuk menyiram harus dicari yang kadar salinitasnya kurang dari 30 ppm.
- Bebas dari ombak, angin kencang dan banjir, karena dapat merusak bibit yang masih kecil, karena itu antisipasi sedini mungkin harus dilakukan.
- Aksesibilitas bagus, mudah dijangkau dan dapat dilalui alat transportasi, baik

darat maupun laut. Aksesibilitas yang baik akan memperlancar pekerjaan operasional pembibitan dan penanaman.

- Dekat sumber tenaga kerja.
- Dekat dengan sumber benih dan areal penanaman, karena sebagian besar benih mangrove bersifat recalcitrant, artinya tidak dapat disimpan lama. Areal persemaian yang didesain dekat dengan lokasi penanaman akan menghemat biaya transportasi, dan akan meminimalkan kerusakan bibit selama transportasi.

Pengukuran, pemetaan dan pengaturan tata letak

Kegiatan pengukuran lapangan dilakukan setelah lokasi persemaian ditentukan dan kapasitas produksinya sudah diketahui. Sebelum dilakukan pengukuran, dilakukan kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

- Pemancangan batas. Pada setiap sudut lokasi persemaian dipasang batas-batas dengan patok-patok dari pal-pal kayu dan atau bahan lain yang tahan terhadap hama dan air laut setinggi 2,5 m yang ujungnya dicat merah. Jarak antar pal 50 meter.
- Pemagaran lapangan. Apabila di lokasi persemaian diperkirakan akan mendapatkan gangguan hewan atau lainnya, sebaiknya di sekeliling persemaian dibuat pagar. Bahan pembuatan pagar dapat berupa bambu, kayu, kawat atau pagar hidup. Bila menggunakan pagar hidup, dapat dipilih pohon secang yang berduri atau jenis tumbuhan lain yang berduri.
- Pembersihan lapangan. Lapangan dibersihkan dari rumput-rumput, semak belukar dan tunggak-tunggak pohon untuk mempermudah pembuatan sarana dan prasarana persemaian.
- Kegiatan selanjutnya adalah pengukuran lapangan. Peralatan yang diperlukan dalam kegiatan pengukuran ini meliputi, kompas, meteran, helling meter dan tabel konversi jarak miring ke jarak datar. Data-data lapangan ini akan dijadikan sebagai dasar untuk memetakan lokasi persemaian.
- Luas persemaian disesuaikan dengan jumlah bibit tanaman yang dibutuhkan untuk penanaman dan penyulaman. Dalam satu unit persemaian, sekitar 60 % - 70 %-nya ditetapkan untuk keperluan: (a) bedeng penaburan benih, dan (b) bedeng penyapihan. Sedangkan sisanya sekitar 30 % - 40 % dimanfaatkan untuk : (a) jalan pemeriksaan, (b) drainase (saluran air), (c) perkantoran dan sarana prasarana lainnya. Tata letak dari bagian-bagian bangunan tersebut harus diatur sedemikian rupa sehingga alur pekerjaan mengikuti proses produksi dari pembibitan tersebut sampai pada tahap pengangkutannya.

c. Perbenihan

Pengunduhan Benih

Pengunduhan benih dilakukan pada sumber-sumber benih yang sudah diidentifikasi sebelumnya. Apabila Sumber Benih dari KBK atau KBS belum ada, maka pengunduhan benih harus dipilih dari pohon-pohon plus (pohon induk) yang mempunyai fenotipa bagus. Pohon plus dipilih yang mempunyai tinggi

dan diameter di atas rata-rata, berbatang lurus, tinggi bebas cabang yang cukup tinggi, tajuk yang seimbang dan sehat. Fungsi pohon induk disamping sebagai sumber benih, juga dapat dijadikan sebagai sumber anakan alam, yang bibitnya dapat diambil sebagai bahan tanaman.

Buah atau benih sebaiknya dikumpulkan dari tegakan alam mangrove yang ada di dekat lokasi penanaman, karena benih-benih dari tegakan tersebut biasanya sudah teradaptasi secara genetik dengan lokasi penanaman. Penggunaan sumber benih lokal juga akan mengurangi biaya pengangkutan dan resiko kerusakan karena pengangkutan.

Pohon mangrove pada umumnya berbuah sepanjang tahun, namun ada musim-musim tertentu dimana pohon tersebut berbuah sangat lebat. Pengumpulan buah pada musim puncaknya (saat dimana buah masaknya paling banyak) akan memberikan peluang yang besar untuk mendapatkan benih bermutu baik dalam jumlah yang lebih besar dibandingkan dengan musim di luar musim puncak, serta pengumpulan benih dapat dilakukan lebih efisien karena jumlah benih yang bisa diambil relatif lebih banyak. Umur pohon induk sebaiknya di atas batas minimal tertentu, bergantung dari jenis pohonnya. Pohon induk penghasil benih dari jenis-jenis *Rhizophora* dan *Bruguiera* sebaiknya berumur minimal 8 tahun, sedangkan pohon induk penghasil benih dari jenis-jenis *Avicennia* dan *Sonneratia* berumur minimal 5 tahun.

Pengumpulan hanya dapat dilakukan pada benih yang masak, karena benih yang belum masak cenderung tidak akan hidup. Ciri buah atau benih yang masak dari beberapa jenis mangrove adalah seperti tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3 | Ciri buah atau benih yang masak dari beberapa jenis mangrove.

No	Jenis	Karakteristik Buah Masak
1	<i>Rh. mucronata</i>	Propagul berwarna hijau tua dengan panjang minimal 50 cm, kotiledon berwarna kuning, ada cincin berwarna putih pada hipokotil yang bersebelahan dengan perikarp, perikarp mudah lepas dari plumula.
2	<i>Rh. apiculata</i>	Propagul berwarna hijau kecoklatan dengan panjang minimal 20 cm, kotiledon berwarna merah, perikarp berwarna coklat dan mudah lepas dari plumula.
3	<i>B. gymnorhiza</i>	Propagul berwarna coklat kehijauan atau merah kecoklatan dengan panjang minimal 20 cm.
4	<i>C. tagal</i>	Propagul berwarna hijau kecoklatan dengan panjang minimal 16 cm, kotiledon berwarna kuning.
5	<i>A. marina</i>	Buah berwarna putih kekuningan dengan kulit buah sedikit mengelupas.
6	<i>A. alba</i>	Buah berwarna coklat kekuningan.
7	<i>S. alba</i>	Buah berwarna hijau tua kecoklatan.
8	<i>S. caseolaris</i>	Buah berwarna kekuningan dan agak lembek.

9	<i>X.granatum</i>	Kulit buah berwarna kuning kecoklatan dan mulai retak sepanjang alur kulit, biji buah berwarna coklat tua dengan bercak-bercak berwarna abu-abu dan struktur bakal akar (radikula) sudah tampak.
---	-------------------	--

Sumber: Taniguchi et al., 1999 dalam Kusmana et.al., 2008.

Pengumpulan buah dapat langsung dari pohonnya ataupun memungut buah yang jatuh di bawah pohon induknya. Pengumpulan benih dari pohon induk akan lebih mudah pada waktu air pasang, dengan menggunakan perahu, lalu dilakukan pemanjatan pohon atau memakai galah yang ujungnya terkait. Pengambilan buah dengan cara mengguncang pohon induknya tidak dianjurkan, karena akan merontokkan buah yang masih muda.

Seleksi benih

Benih-benih yang sudah dikumpulkan kemungkinan besar tidak semuanya mempunyai kualitas yang bagus, oleh karena itu harus dilakukan seleksi. Pada dasarnya benih-benih yang dipilih untuk disemaikan adalah benih-benih yang matang, segar, sehat tanpa keluar akar. Benih yang dikumpulkan di bawah pohon induk mempunyai peluang yang lebih besar terserang hama dan penyakit. Benih-benih yang tidak sehat harus segera dipisahkan agar hama dan penyakitnya tidak menular ke benih yang masih sehat. Kotoran-kotoran yang terbawa pada waktu pengunduhan juga harus segera dipisahkan.

Pengangkutan dan penyimpanan

Benih-benih yang sudah dikumpulkan dan diseleksi tidak selamanya langsung disemaikan, adakalanya harus diangkut dan disimpan terlebih dahulu. Beberapa saran untuk penanganan dan pengangkutan benih mangrove adalah sebagai berikut (Kusmana, 1999).

- Tetap membiarkan perikarp (struktur seperti tudung yang terletak di atas kotiledon yang menutupi plumula) menutupi dan melindungi plumula yang merupakan tunas muda, selama pengangkutan dan penanganan.
- Setelah pengumpulan, benih disimpan dibawah naungan dan diselimuti dengan daun pisang segar atau daun nipah untuk mencegah hilangnya air dari benih, terutama pada saat hari panas.
- Mengikat benih dalam ikatan, 50 sampai 100 buah per ikat untuk memudahkan perhitungan dan penanganan.
- Selama pengangkutan, benih harus ditempatkan dalam posisi horisontal, diselimuti karung goni lembab atau daun-daun nipah dan dihindarkan dari sengatan panas matahari.

Kondisi penyimpanan benih mangrove bervariasi untuk setiap jenisnya. Benih harus disimpan dalam wadah yang berair dan terlindung dari sinar matahari. Kondisi yang diperlukan untuk penyimpanan setiap jenisnya disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 | Kondisi tempat penyimpanan benih beberapa jenis mangrove 10 hari

Jenis	Tempat Simpan	Periode Waktu	Lainnya
<i>Rh. mucronata</i>	Terlindung dengan baik dari sengatan matahari langsung, harus selalu diberi air.	10 hari	Daun kelopak tidak boleh disiram terlalu lama
<i>Rh. apiculata</i>		5 hari	
<i>B. gymnorhiza</i>		10 hari	Daun kelopak tidak boleh dilepas
<i>C. tagal</i>		10 hari	Siram dengan air setiap hari
<i>S. alba</i>	Pada tempat yang dingin, gelap dan hindari sinar matahari langsung secara total.	5 hari	
<i>A. marina</i>	Tempat yang dingin, tempat yang gelap dan hindari dari sinar matahari langsung.	10 hari	
<i>X.granatum</i>	Tempat yang terhindar dari matahari langsung.	10 hari	Sebagian radikul terendam dalam air

Sumber: Taniguchi et al., 1999 dalam Kusmana et.al., 2008.

d. Pembuatan media tabur dan media saph

Pembuatan media tabur

Media tabur dapat disiapkan dari tanah berpasir dicampur dengan pupuk kandang (kompos) dengan perbandingan 1:1 yang sudah diayak terlebih dahulu.

Pembuatan media saph

Media saph adalah bahan yang diisikan ke dalam pot-pot semai untuk tempat tumbuhnya kecambah. Media saph harus mempunyai sifat fisik yang baik dan mampu memberikan hara kepada semai mangrove. Media saph ini biasanya adalah berupa:

1. Tanah lumpur basah yang diambil dari sekitar hutan mangrove yang dicampur dengan pasir dan atau bahan organik (pupuk kandang, kompos, serbuk gergaji) dengan perbandingan 2:1:1.
2. Tanah lumpur yang terlebih dahulu dikeringkan yang diambil dari sekitar hutan mangrove. Tanah tersebut dikeringkan, setelah itu dihaluskan dan dicampur dengan pasir dan atau bahan organik (pupuk kandang, kompos, serbuk gergaji) dengan perbandingan 2 : 1 : 1. Tahap selanjutnya tanah yang telah dicampur tersebut diayak dengan ayakan kawat berukuran kisi-kisi antara 0,5-1 cm untuk memperoleh struktur tanah yang lebih remah (gembur). Khusus untuk *Sonneratia alba*, media semainya terbuat dari campuran antara tanah dengan tinja sapi/kerbau yang kering dengan proporsi 70% : 30%. (Hachinohe et al., 1998).

e. Cara pengecambahan benih mangrove

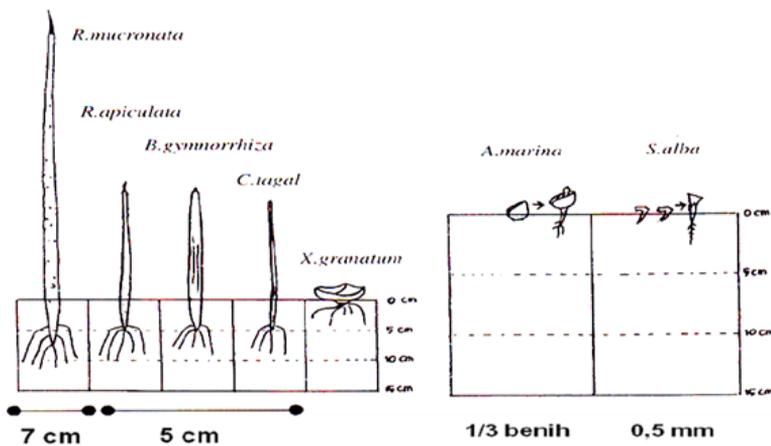
Pengecambahan benih

Pengecambahan benih mangrove ada yang langsung ditanam pada polibag di bedeng-bedeng sapih ada juga yang harus disemaikan dahulu di bedeng semai (tempat perkecambahan). Benih-benih viviparous yang berukuran besar seperti benih jenis pohon anggota famili Rhizophoraceae (*Rhizophora* spp., *Bruguiera* spp. dan *Ceriops* spp., dan *Kandelia* spp.) dapat langsung ditanam pada bedeng sapih, sedangkan jenis-jenis yang mempunyai ukuran kecil seperti *Sonneratia* spp, *Avicinea* spp. dan *Xylocarpus* spp., harus dikecambahkan terlebih dahulu di bedeng semai, setelah mencapai ukuran tertentu dipindahkan ke polibag di bedeng sapih (Kusmana, 1999). Kedalaman penyemaian benih mangrove perlu diperhatikan dan disesuaikan dengan jenis tanamannya. Menurut Taniguchi et al. (1999), kedalaman penyemaian untuk setiap jenis disajikan pada Tabel 5 dan Gambar 9.

Tabel 5 | Kedalaman penyemaian benih beberapa jenis mangrove

Jenis	Kedalaman
<i>Rhizophora mucronata</i>	Kurang lebih 7 cm
<i>Rhizophora apiculata</i>	Kurang lebih 5 cm
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	Kurang lebih 5 cm
<i>Ceriops tagal</i>	Kurang lebih 5 cm
<i>Sonneratia alba</i>	Kurang lebih setengah dari panjang benih (0.5 cm)
<i>Avicennia marina</i>	Kurang lebih 1/3 dari panjang benih
<i>Xylocarpus granatum</i>	Kedalaman sampai radikel terbenam

Gambar 9 | Kedalaman penyemaian benih pada media semai dari beberapa jenis mangrove (Taniguchi et al., 1999)



Pembuatan bedeng persemaian

1. Bedeng tabur

Bedeng tabur dapat berupa bedeng-bedeng berukuran 45 cm panjang x 25 cm lebar x 10 cm tinggi atau kotak-kotak yang berukuran 60 cm x 40 cm x 10 cm. Bedeng tersebut perlu diberi naungan setinggi 150 cm dengan atap terbuat dari daun nipah atau paranet dengan intensitas cahaya yang tertahan kurang lebih 60 %. Naungan ini berperan untuk mengurangi intensitas cahaya matahari dan pukulan mekanis dari air hujan.

2. Bedeng saph

Bedeng saph dibuat dengan ukuran 5 m x 1 m memanjang searah utara selatan, memuat kantong plastik yang berukuran 15 x 20 cm sebanyak 1389. Bedeng saph diberi batas berupa belahan bambu, kayu atau dibuat semi permanen dengan bata merah. Seperti halnya pada bedeng tabur, bedeng saph juga perlu diberi naungan yang terbuat dari daun nipah atau paranet. Naungan 50% diperuntukan bagi jenis tanaman *Rh. mucronata*, *C. tagal* dan *Rh. apiculata*, sedangkan naungan 30% (meneruskan cahaya matahari 70%) bagi tanaman *B. gymnorhiza*, *A. marina*, *S. alba* dan *X. granatum*).

Ketinggian bedeng saph perlu diatur (dengan cara digali atau ditimbun) dan harus diperhitungkan dengan fluktuasi ketinggian air laut (pasang surut), sehingga bedeng saph tersebut bisa digenangi oleh air laut dengan frekuensi yang sesuai untuk masing-masing jenis (30-50 kali per bulan, tergantung jenisnya). Ketinggian bedeng saph juga perlu diatur sedemikian rupa sehingga pada waktu terjadi pasang tertinggi, bibit terendam kira-kira sedalam $\frac{3}{4}$ dari tinggi anakan. Untuk mencegah akar menembus dasar bedengan, maka dasar bedengan sebaiknya diberi lapisan lembaran plastik yang hitam dan agak tebal. Dengan cara ini maka kemungkinan serangan kepiting terhadap akar bibit dapat dihindari, disamping itu juga untuk menghindari kelayuan bibit pada waktu akan ditanam, karena bibit yang akarnya sudah menancap ke dasar bedeng akan segera layu bila dicabut. Cara lain untuk menghindari menancapnya akar ke dasar bedengan adalah dengan cara mengangkat bibit secara periodik sambil melakukan pengelompokan keseragaman bibit.

f. Penyapihan bibit

Benih dari beberapa jenis mangrove yang berukuran relatif kecil dan tidak bersifat viviparous terlebih dahulu disemaikan di bedeng tabur setelah mencapai ukuran tertentu harus disaph kedalam media saph di bedeng saph. Penyapihan bibit sebaiknya dilakukan pagi hari pukul 6.00-8.00 atau sore hari pukul 16.00-18.00. Pengambilan bibit dari bedeng tabur harus dengan alat dari bambu atau kayu yang bagian ujungnya ditipiskan seperti pisau. Sebelum penyapihan, bedeng atau bak perkecambahan dibasahi air terlebih dahulu untuk memudahkan pengambilan bibit. Kecambah yang kelihatan sehat dan ukurannya sedang diambil dengan hati-hati jangan sampai memutuskan akarnya. Kecambah ditempatkan dalam wadah yang terlindung dari sengatan matahari dan dibawa ke bedeng saph. Kecambah tersebut segera ditanam pada bedeng saph atau ditampung dulu dalam wadah yang berisi air

kemudian segera ditanam. Kecambah ditanam berdiri dengan menggunakan ibu jari atau telunjuk sehingga kecambah tidak goyah ketika disiram air. Setelah penanaman selesai, bedeng sapih disiram dengan pancaran air halus.

g. Pemeliharaan persemaian

Pemeliharaan persemaian merupakan kegiatan yang sangat penting, karena akan menentukan keberhasilan bibit yang akan ditanam. Kegiatan pemeliharaan persemaian meliputi penyiraman, perlindungan dari gangguan hama (serangga dan keping) dan pemberian serta pembukaan naungan.

Penyiraman hanya dilakukan bila bedengan tidak terkena air pasang lebih dari satu hari. Penyiraman dilakukan satu hari satu kali, selama periode beberapa hari, pada saat pasang kecil saja. Untuk semai yang diletakkan di bedeng sapih yang tidak terkena air pasang harus disiram sebanyak dua kali dalam satu hari yaitu pagi dan sore hari. Di luar periode tersebut, semai memperoleh air secara alami dari air pasang. Secara umum, perlindungan semai dari gangguan hama (serangga dan keping) dilakukan dengan menghindari penggunaan benih yang dari awalnya sudah digerek serangga dan membuat penghalang-penghalang tertentu (misalnya berupa tabir daun nipah di sekeliling bedeng). *S. alba* dan *A. marina* biasanya mendapatkan gangguan yang serius dari serangan hama ini. Perlindungan terhadap serangan hama adalah seperti pada Tabel 6.

Tabel 6 | Hama penyerang mangrove dan pencegahannya

No	Hama Penyerang	Cara Pencegahannya
1	<i>Keping</i>	Ganti bedeng persemaiannya, atau cegah dengan menutup lobang. Pembalutan propagule dengan plastik, atau daun nipah, dan penggunaan anakan/ semai (bukan propagul)
2	<i>Tikus</i>	Melindungi anakan dengan jaring
3	<i>Ulat bulu</i>	Gunakan insektisida, atau dimatikan secara manual
4	<i>Belalang</i>	Dimatikan, melindungi anakan dengan jaring
5	<i>Laba-laba</i>	Pemasangan bambu perangkap dan penanaman rumput disekitar anakan mangrove untuk memperluas permukaan sarang laba-laba untuk kemudian dibakar.
6	<i>Kutu Sisik</i>	Florbac FC dengan dosis 4 cc/lit dan Azodrin 15 WSC dosis 10 cc/lt
7	Perusak batang (<i>Zuzera sp.</i> , <i>Xyleborus sp.</i>)	Pemangkasan, penjarangan, pengaturan jarak tanam dan penyiangan
8	Ulat Kantong : (<i>Crytothelea sp.</i> <i>Lymanthria sp.</i> <i>Dasychira sp.</i>)	Matteh dengan dosis 2% untuk penyemprotan atau insektisida lain
9	Ulat Kantong: (<i>Acanthopsyche sp.</i>)	Dimecron-100 dengan konsentrasi 0,1% untuk penyemprotan

10	Ngengat rumpun (<i>tussock moth</i>)	.Mengambil (melenyapkan) larva secara manual
11	Penggerek biji	Tidak menggunakan propagul yang menunjukkan tanda-tanda keberadaan serangga tersebut atau keberadaan lubang gerek. Propagul dikering udarkan untuk mengurangi kadar air sebelum dikedambahkan.
12	Kutu daun (<i>aphid</i>)	Menyemprotkan bahan kimia (pestisida) dengan dosis dan cara .sesuai petunjuk perusahaan pestisida
13	Kutu perisai (<i>scale insect</i>)	Menyemprotkan bahan kimia (pestisida) dengan dosis dan cara .sesuai petunjuk perusahaan pestisida
14	Ulat lintah bulan (<i>slug caterpillar</i>)	.Mengambil (melenyapkan) larva secara manual
15	Bercak daun (<i>leaf spot</i>)	Mengambil (melenyapkan) daun yang terinfeksi dan membakar daun yang terserang
16	Mosaik bakau	Mengambil (melenyapkan) anakan yang terinfeksi dan membakar anakan yang terserang

Sumber: Taniguchi et al., 1999, Sinohin et al., 1996; Anwar (n.d) dalam Kusmana et al., 2008.

Bedeng saphi di persemaian bersifat sementara. Beberapa bulan sebelum bibit ditanam di lapangan, naungan harus dibuka supaya bibit dapat beradaptasi dengan cahaya penuh di lapangan. Periode waktu pemberian naungan tergantung dari jenisnya. Lama pemberian naungan dan naungan dibuka di persemaian sebelum ditanam disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7 | Lama pemberian naungan dan lama naungan dibuka di persemaian sebelum ditanam

No	Jenis	Lama Pemberian Naungan (Bulan)	Lama Pemberian Naungan (Bulan)
1	<i>Rh. mucronata</i>	4 - 3	1
2	<i>Rh. apiculata</i>	4 - 3	1
3	<i>B. gymnorrhiza</i>	3 - 2	1
4	<i>C. tagal</i>	4 - 3	4 - 3
5	<i>S. alba</i>	2	4 - 3
6	<i>S. caseolaris</i>	2	4 - 3
7	<i>A. marina</i>	2	2 - 1
8	<i>X. granatum</i>	2	2 - 1

Sumber: Taniguchi et al., 1999 dalam Kusmana et al., 2008.

h. Seleksi dan pengangkutan

Seleksi bibit

Seleksi bibit dilakukan sebelum bibit ditanam di lapangan. Kegiatan seleksi sangat

penting dilakukan, disamping untuk menjamin ukuran keseragaman bibit, juga untuk menjamin kualitas bibit yang akan ditanam. Kriteria umum yang digunakan dalam seleksi bibit ini adalah: (a) tidak terserang hama dan penyakit (b) tidak layu, (c) jumlah daun minimal empat, dan (d) tinggi bibit antara 15 cm – 55 cm tergantung jenisnya. Berdasarkan berbagai hasil penelitian, ciri bibit yang berkualitas baik dan siap tanam disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8 | Spesifikasi semai siap tanam

No	Jenis	Jumlah Daun	Tinggi (cm)	Lama Waktu Persemaian (Bulan)
1	<i>Rh. mucronata</i>	4	55	4-5
2	<i>Rh. apiculata</i>	4	30	4-5
3	<i>B. gymnorhiza</i>	6	35	3-4
4	<i>C. tagal</i>	4	20	6-7
5	<i>S. alba</i>	6	15	5-6
6	<i>A. marina</i>	6	30	3-4
7	<i>X. granatum</i>	6	40	3-4

Sumber: Kusmana, 1999 dalam Kusmana, et al., 2008.

Transportasi bibit

Transportasi bibit diartikan sebagai pengiriman semai siap tanam dari persemaian ke areal tanaman (Parisi, 1990). Kegiatannya tampak sederhana dan mudah, tetapi sering kali menimbulkan banyak masalah yang berakibat menurunnya daya hidup bibit di lapangan dan kelambatan penanaman. Metode transportasi bibit secara umum ditentukan berdasarkan:

- Metode produksi semai yang digunakan (pot-trays, kantong plastik, akar terbuka/bare root, dsb.)
- Prasarana dan kondisi jalan yang tersedia (darat, air, udara)
- Jarak angkutan dari persemaian ke areal tanaman
- Jenis alat/kendaraan pengangkut (manusia, truk, traktor, kapal/perahu, hewan, dsb.)

Bagi persemaian permanen, transportasi bibit (jauh dan dekat) perlu mendapat perhatian yang proporsional karena merupakan satu paket teknologi dalam pengembangan teknologi persemaian. Suatu teknik transportasi bibit dikatakan baik apabila memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- Kematian dan kerusakan bibit selama transportasi rendah.
- Praktis dan mudah pelaksanaannya.
- Biaya angkutan relatif murah sesuai jarak angkut.

Pengangkutan bibit selalu mempunyai pengaruh terhadap kondisi bibit, tetapi tidak selalu berakibat negatif terhadap survival dan pertumbuhannya, kecuali bila terjadi keadaan sebagai berikut:

1. Media semai rusak parah sehingga merusak perakaran.

2. Batang semai patah.
3. Bibit layu berat.

Untuk menghindari pengaruh negatif daripada pengangkutan terhadap kondisi bibit, perlu diketahui bahwa:

1. Kerusakan media selama proses transportasi bibit, dipengaruhi oleh:
 - Jenis dan komposisi media.
 - Tingkat kebasahan media.
 - Teknik seleksi dan pengepakan semai.
 - Teknik muat-bongkar semai dari alat transportasi.
 - Tingkat guncangan selama transportasi.
2. Batang semai patah, pada banyak kejadian disebabkan kecerobohan dalam muat bongkar dan penyusunan bibit diatas alat angkutan.
3. Tingkat kelayuan selama transportasi dipengaruhi oleh:
 - Jenis/spesies tanaman.
 - Tingkat kebasahan media dan atau semai.
 - Sengatan panas matahari
 - Tiupan angin kencang dalam transportasi.
 - Tingkat kerusakan media.

Umumnya ada 2 (dua) tahapan pekerjaan dalam kegiatan transportasi bibit yaitu:

1. Pengangkutan bibit dari persemaian ke lokasi penanaman.
2. Distribusi bibit ke petak-petak penanaman.

Catatan: Bila kondisi jalan rusak parah sehingga tidak mungkin dilewati jenis alat angkut tertentu, maka bibit yang dikirim dari persemaian perlu ditampung pada suatu tempat dengan persyaratan harus teduh dan dekat sumber air untuk memudahkan pemeliharaan selama di penampungan berupa penyiraman (10 ltr/m²) agar kondisi bibit tetap segar. Lama bibit di tempat penampungan bisa mencapai 5 hari apabila kondisinya memenuhi syarat, lebih daripada itu kesegaraan dan kesehatan bibit mulai menurun. Dari tempat penampungan di lokasi pembuatan tanaman selanjutnya bibit didistribusikan ke petak-petak penanaman.

7.2.3 Penanaman

Penanaman mangrove dimaksudkan untuk mengembalikan kondisi hutan mangrove pada kondisi tutupan dan kerapatan agar kembali berfungsi menjaga stabilitas dan produktivitas ekosistem mangrove yang baik. Penanaman mangrove ditujukan untuk meningkatkan kualitas mangrove yang terdegradasi dan/atau memulihkan mangrove yang rusak sehingga memiliki tutupan dan kerapatan sesuai dengan standar mutu ekosistem mangrove yang baik.

Sasaran penanaman mangrove pada mangrove terdegradasi melalui pengkayaan, *sylvofishery* dan *Associated Mangrove Aquaculture* (AMA). Sedangkan mangrove yang rusak melalui penanaman dengan pola murni, rumpun berjarak, dan lain-lain. Beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam penanaman adalah:

1. Pembersihan Lahan

Pembersihan lahan dilakukan pada lokasi penanaman yang ditumbuhi oleh

tumbuhan bawah/gulma secara manual dengan menggunakan parang/pemotong rumput/alat lainnya yang mendukung.

2. Pengangkutan Bibit/propagul

Pengangkutan bibit/propagul perlu dilakukan secara hati-hati untuk menghindari kerusakan pada batang maupun akar. Pengangkutan bibit dilakukan melalui dua tahap, yaitu dari persemaian ke lokasi penanaman dan pengangkutan bibit di lokasi penanaman. Dalam pengangkutan bibit perlu diperhatikan:

a. Pengangkutan bibit dari pembibitan ke lokasi penanaman

Pengangkutan dari lokasi pembibitan dapat menggunakan angkutan darat/air yang disesuaikan dengan kondisi. Bibit yang diangkut ke lokasi tanam dapat dikemas dalam kotak atau kantong plastik;

b. Pengangkutan bibit/propagul di lokasi penanaman

Pengangkutan menggunakan perahu rakit, kotak kayu, box styrofoam atau bahan lainnya yang tersedia dan tidak beresiko mengurangi kerusakan bibit akibat pemindahan.

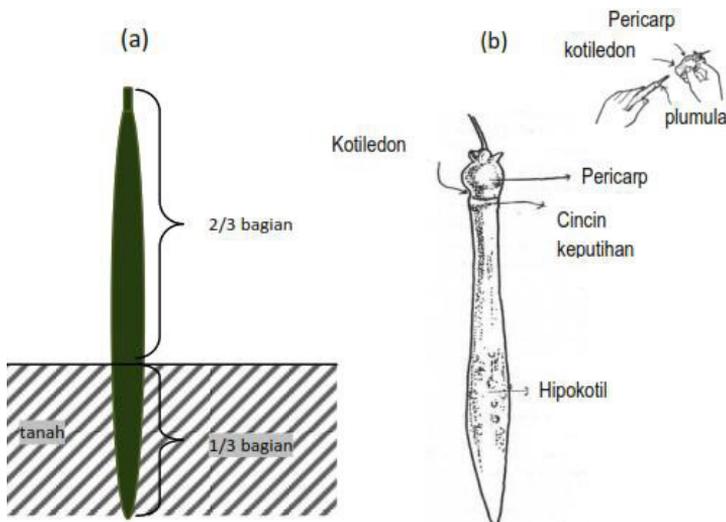
3. Cara Penanaman

Penanaman mangrove dilakukan dengan menggunakan bibit atau propagul sesuai dengan Rancangan Kegiatan.

a. Propagul

Penanaman dengan propagul disarankan pada areal tanam yang berlumpur. Penggunaan propagul dimungkinkan untuk jenis mangrove yang memiliki ukuran propagul yang panjang karena relatif aman pada genangan air yang cukup tinggi. Secara teknis, propagul ditanam sekitar sepertiga dari panjangnya dan ditancapkan ke lumpur secara tegak dengan kecambah menghadap keatas.

Gambar 10 | (a) Cara penanaman dengan menggunakan propagul. (b) bagian pada propagul (Sumber: Kusmana, *et al.*, 2008)



b. Bibit

Bibit digunakan pada daerah yang langsung dipengaruhi pasang surut dan penanaman dilakukan pada saat air surut. Penanaman dengan wadah polybag dapat ditanam langsung bersamaan dengan merobek pada bagian bawah polybag. Penanaman bibit menggunakan wadah gelas/botol air plastik bekas perlu dikeluarkan dari wadahnya dengan cara menekan bagian bawah gelas/botol air plastik bekas dan langsung menanamnya. Perlu dibuat lubang tanam pada lokasi penanaman menggunakan tangan/alat bantu menyesuaikan kondisi di lapangan. Wadah bibit yang digunakan sebelumnya dapat dikumpulkan untuk dapat digunakan ulang/dibuang pada tempatnya agar tidak mengotori lokasi penanaman dan menambah limbah di laut.

Polybag disarankan tidak dibuka jika penanaman dilakukan pada tanah-tanah berpasir.

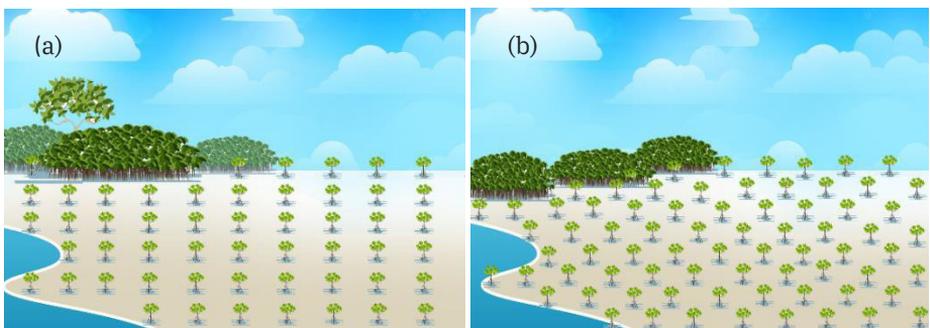
4. Teknik Pola Tanam

Rehabilitasi mangrove menggunakan 5 (lima) pola tanam sesuai dengan kondisi lokasi penanaman. Pada tiap pola tanam memiliki masing-masing teknik, yaitu:

a. Pola tanam murni

- 1) Pola tanam murni dilakukan pada lokasi berupa hamparan, ombak tidak terlalu besar, dan/atau tidak terdapat aktivitas pertambakan;
- 2) Penanaman murni meliputi penanaman merata dan/atau penanaman strip (jalur) pada areal tanam yang telah disiapkan sesuai rancangan;
- 3) Jumlah tanaman per hektar berkisar antara 3.300 – 10.000 batang/ha (setara dengan jarak tanam 3 m x 1 m atau – 1 m x 1 m) sesuai dengan kondisi lapangan yang dituang dalam rancangan kegiatan.

Gambar 11 | (a) Pola tanam strip dan (b) dan pola tanam merata



b. Pola tanam rumpun berjarak

- 1) Pola penanaman rumpun berjarak lebih cocok untuk ekosistem mangrove di pulau-pulau kecil yang biasanya media tanamnya berpasir yang labil akan ombak laut. Pola tanam ini dimaksudkan untuk kekokohan dan menjerat lumpur;
- 2) Penanaman rumpun berjarak dilakukan dengan menanam anakan secara rapat membentuk rumpun-rumpun;

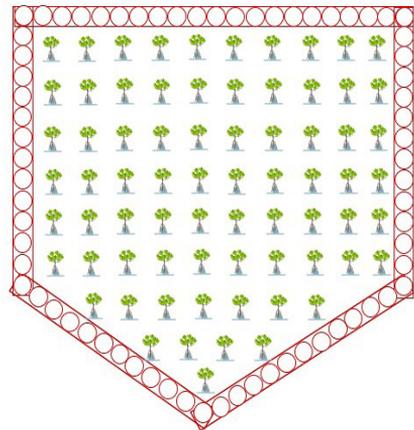
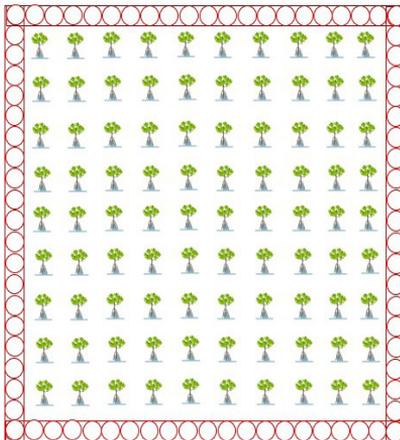
- 3) Jumlah tanaman paling sedikit 5.000 batang/ha sesuai dengan rancangan kegiatan;

Gambar 12 | Pola penanaman rumpun berjarak

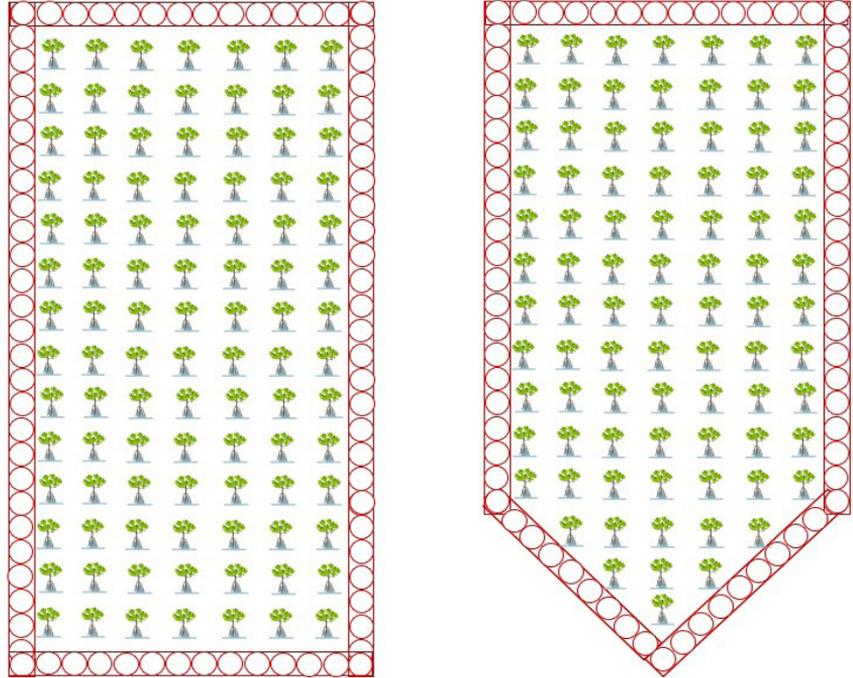


- 4) Bentuk rumpun dapat berupa persegi, persegi panjang atau perpaduan segitiga dan persegi/persegi panjang.

Gambar 13 | Berbagai macam rumpun dalam bentuk (a) persegi dan perpaduan persegi dan segitiga. (b) persegi panjang dan perpaduan persegi panjang dan segitiga



(a)



(b)

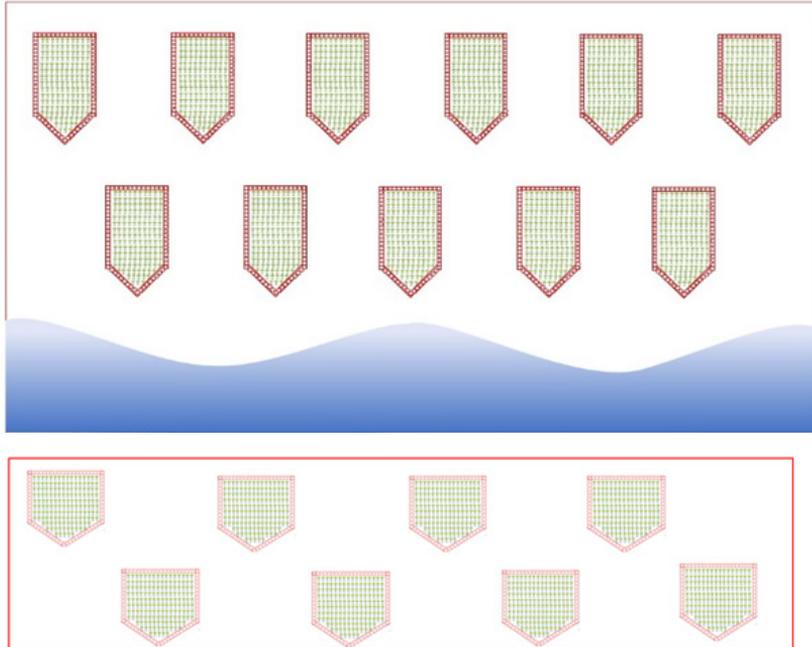
Rekomendasi jumlah tanaman dan ukuran rumpun dalam tiap rumpun sebagai berikut:

Tabel 9 | Contoh Perhitungan Pembuatan Pola Rumpun Berjarak

Jumlah batang/ha	Jumlah batang/rumpun	Jumlah rumpun	Ukuran rumpun (m)
5.000	100	50	1 x 1
	200	25	2 x 1
10.000	200	50	2 x 1

- 5) Rumpun ditempatkan berselang seling menyesuaikan kondisi lapangan dengan jumlah baris menuju ke arah laut paling 3 s.d. 5 baris.

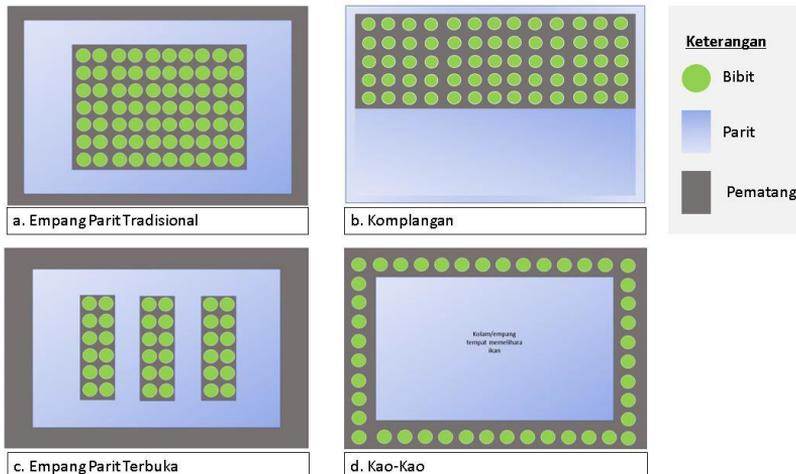
Gambar 14 | Contoh penempatan rumpun berjarak



c. Pola tanam wanamina/*sylvofishery*

- 1) Pola tanam wanamina/*sylvofishery* dilakukan dengan mengombinasikan kegiatan penanaman dengan aktifitas pertambakan, dengan komposisi 40-50% mangrove dan 50-60% tambak. Penanaman selain pada tanggul juga dilakukan di pelataran tambak sesuai dengan rancangan;
- 2) Cara penanaman dapat secara langsung dengan propagul atau menggunakan bibit;

Gambar 15 | Pola tanam wanamina/*Sylvofishery*



- 3) Jumlah tanaman paling sedikit 800 batang per hektar dengan jarak tanam disesuaikan dengan yang dituang dalam rancangan kegiatan;
- 4) Komoditas perikanan yang dapat dikembangkan antara lain: ikan bersirip (ikan kakap, kerapu, bandeng, baronang), udang, kepiting, rajungan, dan kerang-kerangan;
- 5) Pola tanam wanamina/*sylvofishery* terdiri dari 4 (empat) pola yaitu: empang parit tradisional, komplangan, empang parit terbuka dan kao-kao.
- 6) Penanaman pola wanamina/*sylvofishery* dapat menggunakan saluran air untuk membantu proses pasang surut pada areal tambak.

d. Pola tanam pengkayaan

- 1) Penanaman dilakukan untuk mempercepat proses revegetasi dan menambah keanekaragaman jenis;
- 2) Pemilihan jenis disesuaikan dengan jenis yang tumbuh pada habitat tersebut atau jenis baru sesuai dengan tapaknya;
- 3) Jumlah tanaman per hektar antara 1.000 – 3.000 batang/ha dengan jarak tanam disesuaikan dengan kondisi tanaman yang dituang dalam rancangan kegiatan;
- 4) Penanaman dapat secara langsung menggunakan bibit atau propagul.

Gambar 16 | Pola penanaman pengkayaan



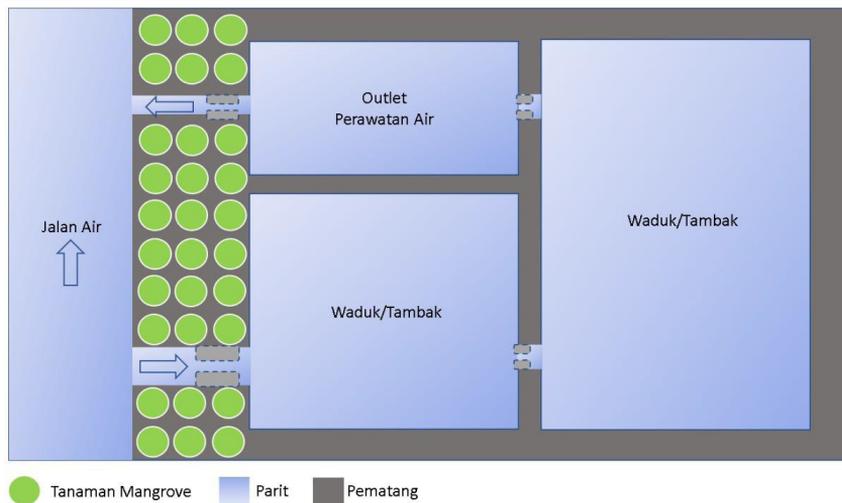
e. Pola lainnya

1) *Associated Mangrove Aquaculture (AMA)*

- Pola AMA atau sistem tambak terhubung mangrove diterapkan dengan maksud sebagai perlindungan pesisir laut, hutan mangrove, dan eksistensi tambak. Pola AMA dapat diterapkan pada wilayah pesisir habitat mangrove yang sudah banyak dibudidayakan untuk tambak dan dapat mengurangi risiko penurunan kualitas air tanpa mengganggu produksi budidaya.
- Pola AMA dilaksanakan dengan membuat sabuk hijau (green belt) pada area yang berhadapan langsung dengan laut dan sungai. Lebar sabuk hijau pada sempadan pantai berkisar antara 100-200 m, sedangkan pada sempadan sungai berkisar antara 10-20 m.

- Pada pola AMA ini area budidaya tambak dikurangi luasannya sebagian menjadi area rehabilitasi.
- Area rehabilitasi dipisahkan dari kolam budidaya dengan membangun tanggul baru sebagai pemisah area rehabilitasi dengan area budidaya. Proses penguatan tanggul baru dibiarkan secara alami yang biasanya memerlukan waktu sekitar 6 bulan.
- Area rehabilitasi juga dibiarkan mengalami proses sedimentasi dan pertumbuhan mangrove secara alami.

Gambar 17 | Pola penanaman AMA



2) Suksesi

- Pola tanam suksesi dilakukan dengan melakukan perbaikan hidrologi pada areal penanaman.
- Perbaikan yang dilakukan dengan membuat *sediment trap* sesuai dengan rancangan teknis.
- Penebaran benih dapat dilakukan untuk mempercepat proses suksesi.

5. Faktor Yang Diperhatikan Dalam Penanaman

Lokasi penanaman mangrove sebagian besar berada di garis pantai dipengaruhi beberapa faktor alam yang perlu dipertimbangkan untuk menentukan waktu penanaman terbaik seperti:

- Gelombang Laut

Kegiatan penanaman tidak disarankan pada kondisi gelombang laut tinggi.

- Pasang Surut

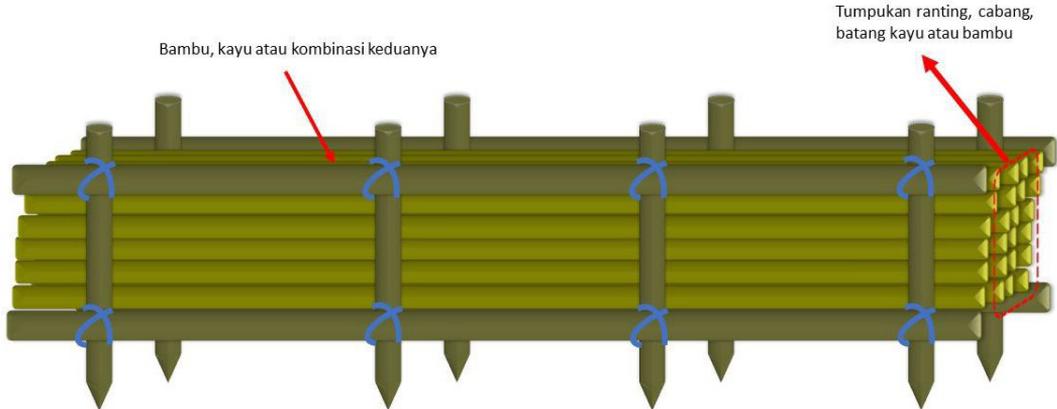
Kondisi pasang surut air laut membantu pelaksana menentukan jadwal harian penanaman. Terdapat 4 (empat) tipe pasang surut yang tersebar di Indonesia, yaitu pasang surut harian tunggal; pasang surut harian ganda; pasang surut campuran dominan harian ganda; dan pasang surut campuran dominan hari tunggal.

- **Aktivitas di Lokasi Penanaman**
Sebaiknya kegiatan penanaman menghindari lokasi yang terdapat aktivitas nelayan, karena sering kali memberikan pengaruh terhadap keberadaan tanaman.
- **Tata Waktu Pekerjaan**
Tata waktu pekerjaan digunakan sebagai panduan dalam menyusun jadwal pekerjaan bagi pelaksana untuk mengurangi kekeliruan dalam penugasan anggota kelompok dalam jangka waktu pelaksanaan yang sudah disepakati.

7.2.4 Perlindungan Tanaman

1. Perlindungan tanaman dilakukan untuk pengendalian hama/gulma dan menjaga tanaman tetap kokoh menghadapi berbagai faktor gangguan terutama gelombang air pada saat pasang dan surut air laut.
2. Perlindungan tanaman dalam rangka pengendalian hama/gulma diperlukan karena tanaman memiliki masa kritis 1-4 tahun dan biasanya menjadi faktor kegagalan pertumbuhan mangrove. Keberadaan hama/gulma dalam jumlah yang banyak dapat menurunkan kualitas dan kuantitas pada tanaman.
3. Jenis hama tanaman yang sering ditemui dan menyerang pada tanaman pada umumnya adalah kepiting/ketam (Crustacea sp.), ulat daun dan batang, cendawan akar, tritip serta gulma (biasanya lumut).
4. Beberapa cara untuk mengendalikan hama/gulma sebagai berikut:
 - a. Untuk mengatasi serangan kepiting; 1). bibit/propagul ditanam lebih banyak atau lebih rapat di daerah yang sering diganggu kepiting dengan harapan sebagian bibit/propagul akan lolos dari gangguan dan dapat tumbuh;
 - b. Untuk mengatasi adanya serangan hama ulat maupun cendawan adalah dengan penggunaan insektisida secara hati-hati dan terbatas, cara lain adalah pemusnahan tanaman yang terkena serangan hama;
 - c. Penyiangan secara teratur dilakukan sampai bibit/propagul tumbuh dengan baik;
 - d. Pengendalian hama/gulma dapat dilakukan pada pemeliharaan tanaman tahun berjalan (P0), tahun pertama (P1) dan atau tahun kedua (P2).
5. **Pembuatan pelindung tanaman**
Pembuatan pelindung tanaman dapat menyesuaikan kebutuhan di lapangan dan ketersediaan bahan baku yang memadai. Berikut pelindung tanaman yang dapat digunakan pada setiap pola tanam:
 - a. Pola tanam merata/intensif atau pola tanam pengkayaan
Pada pola tanam murni, alat pelindung tanaman dibuat berjajaran menutupi lokasi penanaman. Alat pelindung tanaman ini dapat digunakan sebagai penahan ombak dan menahan tanaman tidak terbawa hanyut air laut.

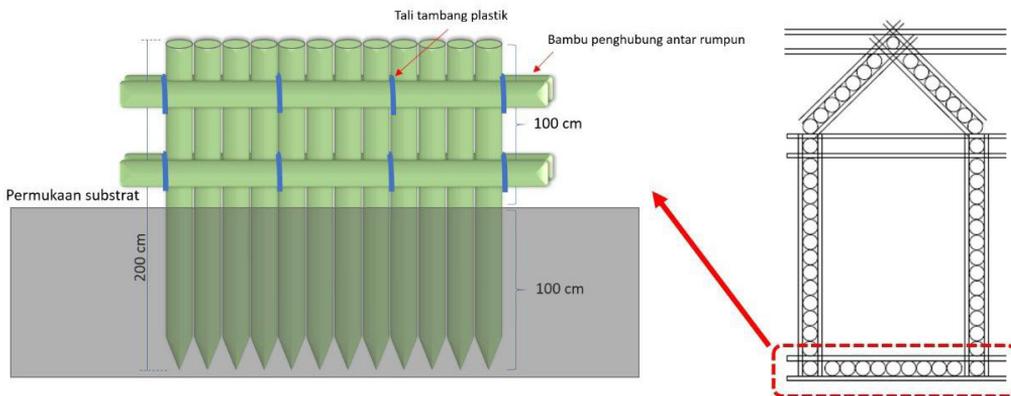
Gambar 18 | Contoh pelindung tanaman pola intensif/murni



b. Pola tanam rumpun berjarak

Pada pola rumpun berjarak, pada setiap rumpun kayu/bambu bagian bawah pagar dibuat lebih rapat dan bawah permukaan ditambah alat penahan sedimen dengan media yang mudah untuk ditembus akar.

Gambar 19 | Contoh pelindung tanaman rumpun berjarak



Adapun bentuk pelindung tanaman dapat berupa :

1. Pagar pelindung

Pagar pelindung merupakan Alat Pemecah Ombak (APO) sederhana dibuat dengan maksud untuk mengurangi intensitas gelombang (ombak) di perairan dekat pantai dengan cara memecah gelombang sehingga dapat melindungi tanaman dari gempuran ombak. Pagar pelindung adalah struktur yang dibangun di pantai sebagai bagian dari pertahanan atau untuk melindungi tanaman dari pengaruh cuaca dan ombak yang dapat berupa sesuatu yang tetap ataupun mengambang. Pagar pelindung dapat terbuat dari bahan bambu, kayu, jaring, perpaduan bambu, kayu dan/atau jaring, atau bahan lainnya yang ditempatkan

pada lokasi penanaman dengan ombak yang cukup besar dan berpotensi merusak bibit/benih yang ditanam. Bentuk pagar pelindung dapat bermacam-macam tergantung pada kondisi tapak dan kreativitas pelaksana penanaman.

2. Guludan

Guludan merupakan teknik membentuk area tertentu yang dibatasi oleh tonggak bambu untuk ditanami mangrove. Teknik guludan berupa tapak-tapak khusus yang diterapkan pada lahan yang terendam air cukup dalam antara satu meter hingga dua meter, sebagian besar berupa hamparan lahan tambak yang terlantar. Guludan terbuat dari cerucuk bambu ukuran tertentu, misalnya lebar 4 meter x panjang 6 meter x dalam 2 meter atau ukuran tertentu sesuai kondisi tapak. Selain bermaterikan bambu, konstruksi guludan membutuhkan karung plastik, tali kapal, serta tanah uruk. Guludan tersebut kemudian diisi/dimasukkan tumpukan karung berisi tanah pada bagian bawahnya, kemudian diuruk dengan tanah curah/lumpur pada bagian atas sesalam lebih kurang 50 centimeter. Urukan tanah itulah yang difungsikan sebagai media tanaman. Bibit mangrove kemudian ditanam pada permukaan tanah tersebut dengan pola serta jarak tanam tertentu. Pada satu areal tanam dapat dibuat sejumlah guludan dengan jarak tertentu antar guludan sesuai dengan rancangan penanaman.

3. Bronjong

Prinsip kerja metode bronjong sama dengan metode guludan yaitu sebagai tapak untuk meninggalkan media tanam namun berisi individu/beberapa individu bibit tanaman mangrove. Bronjong diisi tanah pada bagian bawahnya, kemudian diisi dengan lumpur pada bagian atasnya sedalam lebih kurang 50 centimeter. Bibit mangrove kemudian ditanam pada permukaan tanah tersebut. Meskipun metode bronjong lebih murah daripada menggunakan metode guludan, namun kelemahan dari metode ini adalah minimnya asupan tanah sehingga metode ini memerlukan pemeliharaan yang cukup intensif.

4. Perangkap sedimen

Struktur perangkap sedimen dimaksudkan untuk menangkap/ mengendapkan sedimen dengan tujuan pengkondisian tapak agar menjadi area yang sesuai untuk ditumbuhi mangrove. Perangkap sedimen dapat berupa karung-karung berisi tanah yang ditumpuk, pagar dengan struktur permeabel, atau konstruksi lainnya. Karung-karung berisi tanah yang ditumpuk biasanya dipasang pada endapan tanah di pinggir pantai di depan vegetasi mangrove sehingga menangkap sedimen dan juga menahan benih-benih mangrove pada sedimen tersebut dan tumbuh secara alamiah.

7.2.5 Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman dilakukan pada tahun berjalan (P0), tahun pertama (P1) dan tahun kedua (P2). Kegiatan-kegiatan dalam pemeliharaan meliputi:

1. Pengawasan

Pengawasan termasuk patroli untuk monitoring serangan hama dan penyakit dan melindungi tanaman dari kerugian oleh ternak.

2. Meminimalisir Gangguan

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.

3. **Penyiangan**

Penyiangan dimaksudkan untuk membebaskan tanaman pokok mangrove dari tanaman pengganggu. Pada areal genangan atau daerah pasang surut umumnya tidak perlu dilaksanakan penyiangan, pada areal yang kering dapat dilakukan penyiangan sampai tanaman berumur 2 tahun (pemeliharaan tahun kedua) sesuai dengan kondisi di lapangan.

4. **Penyulaman**

- a. Penyulaman dilakukan untuk mengganti tanaman yang mati, diusahakan menggunakan bibit sejenis;
- b. Penyulaman pada P0 dengan menggunakan bibit dilakukan minimal 1 (satu) bulan setelah penanaman, sedangkan penanaman menggunakan propagul minimal 3 (tiga) bulan setelah penanaman;
- c. Jumlah bibit penyulaman dapat dilakukan pada tahun berjalan (P0) paling banyak 10% dari bibit yang ditanam, tahun pertama (P1) paling banyak 20% dari bibit yang ditanam, dan tahun kedua (P2) paling banyak 10% dari bibit yang ditanam sesuai dengan ketersediaan anggaran.
- d. Penyulaman pada pemeliharaan tanaman tahun pertama (pemeliharaan I) dilakukan apabila persentase tumbuh tanaman tahun berjalan setelah sulaman paling sedikit 55%.
- e. Penyulaman pada pemeliharaan tanaman tahun kedua (pemeliharaan II) dilakukan apabila persentase tumbuh tanaman setelah pemeliharaan tahun pertama paling sedikit 55%.

7.3 **Pemantauan dan Evaluasi**

Tahap pemantauan dan evaluasi pemulihan dilakukan untuk memastikan proses pemulihan berjalan dengan baik dan menghasilkan kualitas suksesi yang baik. Pemantauan dan evaluasi ditujukan pada proses dan hasil. Hasil pemantauan dan evaluasi menjadi bahan pertimbangan proses perbaikan atau revisi rencana pelaksanaan pemulihan ke depannya, apabila diperlukan perbaikan atau penyesuaian.

Pemantauan hasil pemulihan mangrove dapat dibagi menjadi dua fase, yaitu fase awal pertumbuhan sampai dengan 3 tahun dan fase lanjutan untuk pertumbuhan 3 tahun ke atas (Kusmana *et al.*, 2008).

7.3.1 **Pemantauan Tiga Tahun Pertama**

Teknik monitoring dapat dilakukan dengan cara 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:

- Pembuatan peta situasi tanaman skala 1:5000
- Pembuatan denah sensus pohon dalam bentuk grid atau kotak-kotak kecil yang masing-masing memiliki koordinat (x,y). Denah sensus pohon didasarkan atas peta

situasi tanaman yang dapat dibagi ke dalam beberapa petak tanaman dengan luasan tertentu.

- Sensus pohon mangrove untuk mengetahui informasi persen tumbuh dan kesehatan pohon mangrove, dapat menggunakan teknologi berbasis aplikasi, citra satelit resolusi tinggi, pesawat udara tanpa awak, dan/atau perangkat lunak sistem informasi geografis.
- Pengukuran perkembangan dimensi pohon mangrove pada plot sampel dengan intensitas sampling 0,5-5%.

7.3.2 Pemantauan Pada Periode 4 Tahun Ke Atas

Pada fase ini dilakukan pemantauan pada beberapa hal:

- Pemantauan jumlah pohon, diameter, tinggi, volume, dan tingkat serangan hama penyakit.
- Pemantauan pertumbuhan tegakan yang dilakukan dengan pengukuran pada plot contoh (sample) dari setiap blok pemulihan. 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 pemulihan.
- Pemantauan kondisi tanaman setiap akhir tahun sampai tanaman berumur lima tahun.

Hasil pemantauan dipakai untuk bahan pertimbangan kegiatan penyulaman dan pemeliharaan tanaman serta intervensi lainnya yang diperlukan untuk perbaikan pencapaian hasil pemulihan mangrove.

Evaluasi pemulihan mangrove dilaksanakan dengan cara sebagai berikut:

- Evaluasi realisasi pemulihan, 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 periodic.
- 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 pemulihan.
- Evaluasi strategi dan teknis pemulihan ekosistem, dilakukan dengan cara analisis terhadap keseluruhan proses dan hasil pemulihan pada semua aspek, target pemulihan, tantangan dan kendala, termasuk faktor-faktor pendukung dan penghambatnya.

Hasil evaluasi digunakan oleh manajemen untuk merevisi dan menyempurnakan strategi dan teknik pemulihan.

8. Formulir Isian

Formulir 1 | Lembar survei lapangan vegetasi untuk pemulihan ekosistem 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)				

Formulir 2 | Lembar survei lapangan pohon induk/sumber benih untuk pemulihan ekosistem mangrove

Lembar Data Survei Pohon Induk/Sumber Benih

Tanggal survei :

Pelaksana :

No	Jenis	Lokasi (Koordinat, blok/petak)	Ketinggian tempat (mdpl)	Habitus (tinggi, diameter)	Cara penyebaran biji	Perilaku musim berbunga- berbuah	Keterangan

Formulir 3 | Lembar survei lapangan analisis tanah untuk pemulihan ekosistem mangrove

Lembar Data Survei Tanah

No. Sampel :

Blok/petak :

Koordinat :

Ketinggian tempat : mdpl

Kondisi vegetasi :

Kondisi genangan lahan :

Tanggal survei :

Surveyor :

Lapisan	Ketebalan (cm)	Warna	Tekstur	Kekerasan	Humus	Kelembaban	pH	Keterangan
---------	----------------	-------	---------	-----------	-------	------------	----	------------

Ⓐ

Ⓑ

Ⓒ

Ⓓ

Formulir 4 | Form survei lapangan analisis fauna untuk pemulihan ekosistem mangrove

Tally Sheet Survei Fauna

Blok/petak :
 Koordinat :
 Ketinggian tempat :mdpl
 Kondisi vegetasi :
 Kondisi genangan lahan :
 Tanggal survei :
 Waktu survei : jam
 Surveyor :

Kelompok fauna	Jenis	Keterangan
Mamalia		
Burung		
Reptil		
Ampibi		
Serangga		
Ikan		

Formulir 5 | Lembar pemantauan kegiatan untuk pemulihan ekosistem mangrove

LEMBAR PEMANTAUAN KEGIATAN PEMULIHAN EKOSISTEM
A. Informasi umum

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

B. Pelaksanaan pemulihan

Kegiatan	Satuan	Kondisi awal	Kondisi saat ini	Kendala	Saran tindak lanjut	Ket.
ASPEK BIOFISIK						
Penanaman						
- Luas	Ha					
- Rerata diameter	Cm					
- Rerata tinggi	Cm					
- Prosentasi tanaman hidup (survival rate)	%					
Pemeliharaan						
- Penyulaman	batang					
- Penyiangan	batang					
Gangguan						
- Kebakaran	Ha					
- Genangan	Ha					
- Hama/penyakit	Batang					
- Kerusakan fisik	Batang					
- Perambahan	Ha					
- Gangguan lain:						
ASPEK SOSIAL-EKONOMI & SOSIAL-BUDAYA MASYARAKAT YANG TERLIBAT						

Kegiatan	Satuan	Kondisi awal	Kondisi saat ini	Kendala	Saran tindak lanjut	Ket.
Penyediaan lapangan pekerjaan	orang					
Kontribusi pendapatan	Rp					
Kelembagaan masyarakat yang terbentuk	unit					
Luas lahan garapan	Ha					

9. Skenario Pemecahan Masalah

Beberapa risiko yang perlu dikelola dalam pemulihan ekosistem mangrove antara lain:

1. Kesalahan pemilihan jenis
Hal ini dapat diatasi dengan melakukan analisis kesesuaian jenis dan lahan/substrat.
2. Ancaman sampah laut
Hal ini dapat diatasi dengan pembuatan perangkap sampah.
3. Ancaman perambahan
Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan sosialisasi dan kolaborasi dengan masyarakat sekitar.
4. Ancaman banjir rob
Hal ini dapat diatasi dengan pembuatan Alat Pemecah Ombak (APO).
5. Ancaman hama
Hal ini dapat diatasi dengan membuat perlindungan tanaman yang meliputi pagar pelindung, guludan, bronjong, dan perangkap sedimen.

10. Peringatan Kesehatan dan Keselamatan

Pelaksanaan rangkaian kegiatan agar memenuhi syarat-syarat Penerapan K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) di tempat kerja tertuang dalam Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja dan SNI ISO 45001:2018 Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) di antaranya sebagai berikut:

1. Mencegah & mengurangi kecelakaan kerja.
2. Mencegah, mengurangi & memadamkan kebakaran.
3. Memberi jalur evakuasi keadaan darurat.
4. Memberi P3K Kecelakaan Kerja.
5. Memberi APD (Alat Pelindung Diri) pada tenaga kerja.
6. Mencegah dan mengendalikan Penyakit Akibat Kerja (PAK) dan keracunan.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Arifanti, V. B., Malik, A., Novita, N., Ilham, M., Amin, M. I., Suryadi, S., Subarno, & Tosiani, A. (2021). Strategi Optimalisasi Potensi Mitigasi Ekosistem Mangrove Indonesia Dalam Pencapaian Target Emisi. Policy Brief. Pusat Standardisasi Ketahanan Bencana dan Perubahan Iklim. BSILHK-KLHK. ISSN: 2085-787 X Volume 15, No. 8.
- 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.
- Brown, B. (2006). Petunjuk teknis rehabilitasi hidrologi mangrove. Yogyakarta: Mangrove Action Project dan Yayasan Akar Rumput Laut Indonesia.
- Direktorat Konservasi Tanah dan Air, KLHK. (2021). Peta Mangrove Nasional (PMN) tahun 2021.
- 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).
- Hachinohe, H., O. Suko, & A. Ida. (1998). Nursery manual for mangrovespecies at Benoa Port in Bali. Ministry of Forestry – Indonesia & Japan International Cooperation Agency.
- 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.
- 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.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Roadmap Rehabilitasi Mangrove Nasional 2021-2030.
- Kusmana, C. (1999). Pedoman Pembuatan Persemaian Jenis-Jenis Pohon Mangrove. Bogor: Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB.

- Kusmana, C., I. Hilwan, P. Pamungkas, S. Wilarso, C. Wibowo, T. Tiryana, A. Triswanto, Yunasfi dan Hamzah. (2005). Teknik rehabilitasi mangrove. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Kusmana, C., Istomo, Wibowo, C., Budi R, S. W., Siregar, I. Z., Tiryana, T., and Sukardjo, S. (2008). Manual Silvikultur Mangrove di Indonesia. Jakarta: MoF & KOICA.
- 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.
- Lewis III, R. R. (2005). Ecological engineering for successful management and restoration of mangrove forests. *Ecological engineering*, 24(4), 403- 418.
- Murtiningsih, D. (2020). Keberadaan Hutan Bakau di Papua Barat: Potensi, Tantangan, dan Solusi. Direktorat Jenderal Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung – KLHK.
- Nguyen, T. P., Luom, T. T., & Parnell, K. E. (2017). Mangrove transplanted in Brebes Regency, Indonesia: lessons and recommendations. *Ocean & Coastal Management*, 149, 12-21.
- Pramudji. (2000). Dampak perilaku manusia pada ekosistem hutan mangrove di Indonesia. *Jurnal Oseana*, XXV(2).
- Priatna, D., Rochmayanto, Y., Ginoga, K.L., & Muttaqin, M. Z. (2021). Strategi dan Teknik Restorasi Ekosistem Hutan Mangrove. Bogor: PT Penerbit IPB Press.
- 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.
- Setyawan, A. D., Winarno, K., & Purnama, P. C. (2003). Ekosistem Mangrove di Jawa: 2. Restorasi. *Biodiversitas*, 5(2), 105-118.
- Sinohin, V.O., C. Garcia & Bancanguis. (1996). Manual on mangrovenursery establishment and development. Ecosystem, Research and Development Bureau, Department of Environment and Natural Resources, College, Laguna.
- Spalding, Mark D, and Leal, Maricé (editors). (2021). *The State of the World's Mangroves 2021*. Global Mangrove Alliance.
- Taniguchi, K, S. Takashima dan O. Suko. (1999). *The silviculture manual for mangrove*. Ministry of Forestry and Estate Crops. Jakarta: PT. Indografika Utama.





Kementerian
Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Republik Indonesia