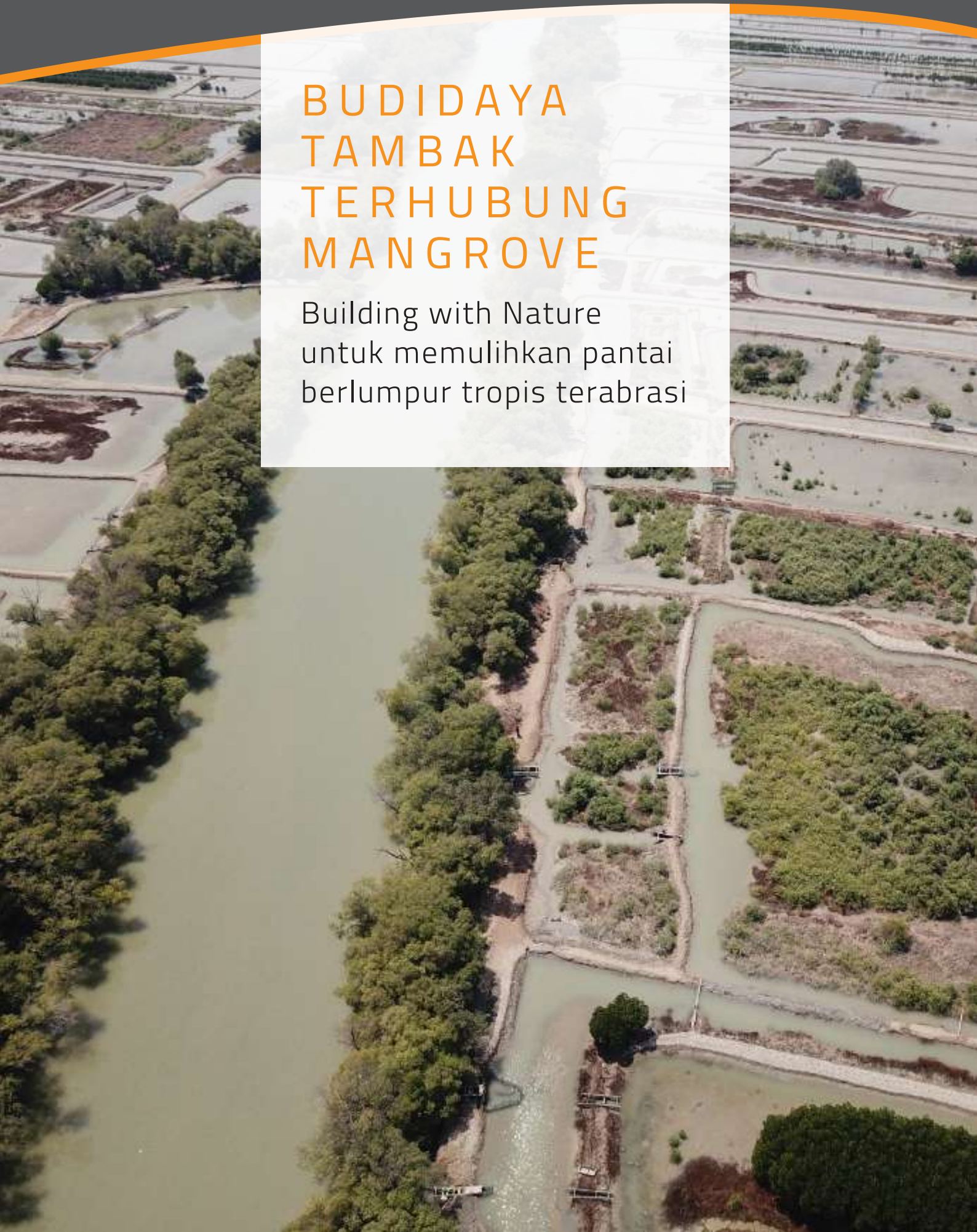


BUDIDAYA TAMBAK TERHUBUNG MANGROVE

Building with Nature
untuk memulihkan pantai
berlumpur tropis terabrasi



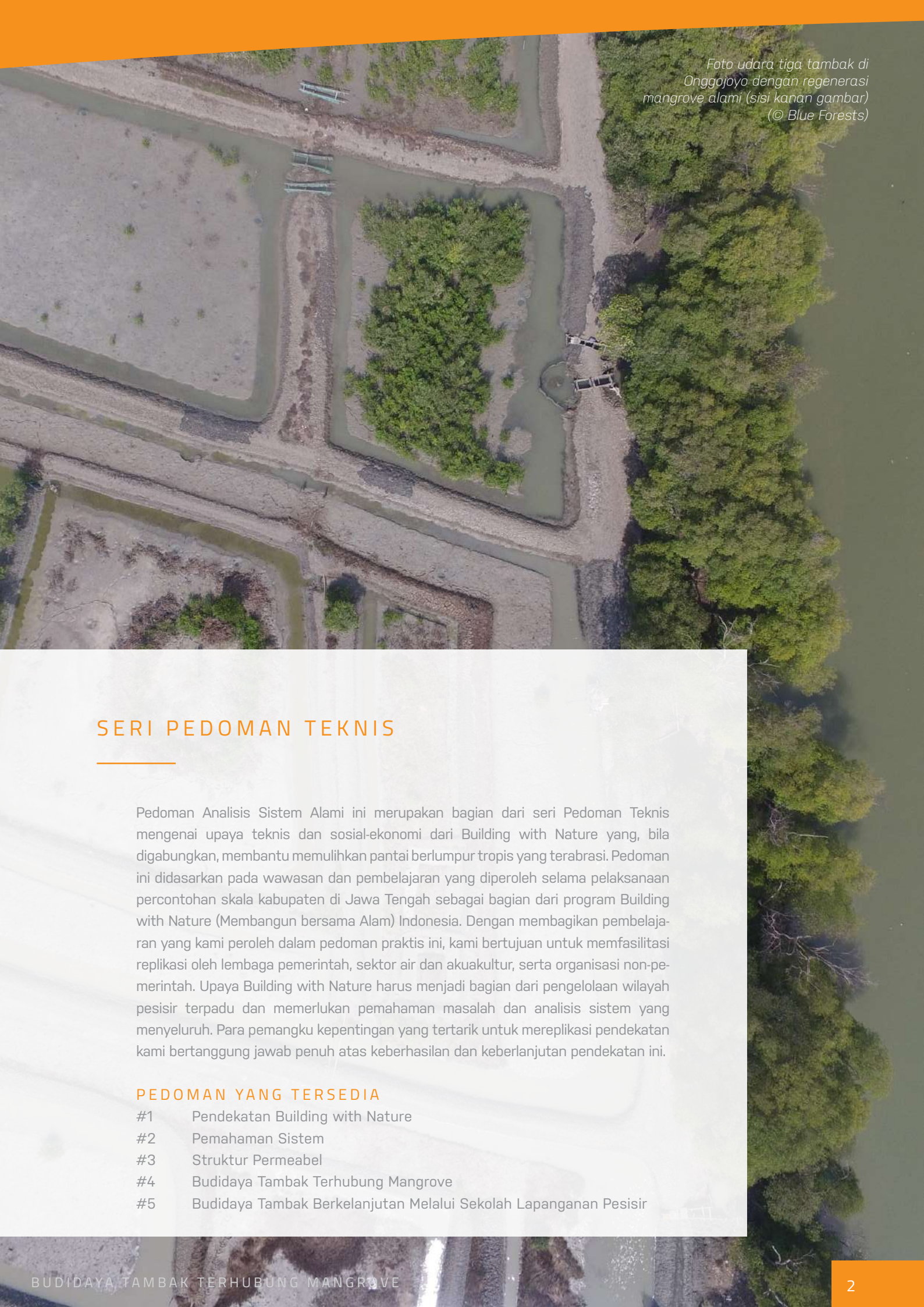


Foto udara tiga tambak di Onggajoyo dengan regenerasi mangrove alami (sisi kanan gambar)
(© Blue Forests)

SERI PEDOMAN TEKNIS

Pedoman Analisis Sistem Alami ini merupakan bagian dari seri Pedoman Teknis mengenai upaya teknis dan sosial-ekonomi dari Building with Nature yang, bila digabungkan, membantu memulihkan pantai berlumpur tropis yang terabrasi. Pedoman ini didasarkan pada wawasan dan pembelajaran yang diperoleh selama pelaksanaan percontohan skala kabupaten di Jawa Tengah sebagai bagian dari program Building with Nature (Membangun bersama Alam) Indonesia. Dengan membagikan pembelajaran yang kami peroleh dalam pedoman praktis ini, kami bertujuan untuk memfasilitasi replikasi oleh lembaga pemerintah, sektor air dan akuakultur, serta organisasi non-pemerintah. Upaya Building with Nature harus menjadi bagian dari pengelolaan wilayah pesisir terpadu dan memerlukan pemahaman masalah dan analisis sistem yang menyeluruh. Para pemangku kepentingan yang tertarik untuk mereplikasi pendekatan kami bertanggung jawab penuh atas keberhasilan dan keberlanjutan pendekatan ini.

PEDOMAN YANG TERSEDIA

- #1 Pendekatan Building with Nature
- #2 Pemahaman Sistem
- #3 Struktur Permeabel
- #4 Budidaya Tambak Terhubung Mangrove
- #5 Budidaya Tambak Berkelanjutan Melalui Sekolah Lapangan Pesisir

PENULIS

Roel H. Bosma (Wageningen University & Research)

Dolfi Debroth (Wageningen University & Research)

Sri Rejeki (Diponegoro University)

Femke Tonneijck, Eko Budi Priyanto, Apri Susanto (Wetlands International)

Woro Yuniati (Blue Forests)

Weny Sihombing (Witteveen+Bos)

PENINJAU

Ben Brown (Blue Forests), Mauricio Mejia (World Wildlife Fund),

Fegi Nurhabni (Kementerian Kelautan dan Perikanan)

SARAN REFERENSI

Bosma, R.H, Debroth, D., Rejeki, S., Tonneijck, F., Yuniati, W. & Sihombing, W. (2020). Budidaya Tambak Terhubung Mangrove; Building with Nature untuk memulihkan pantai berlumpur tropis terabrasi. Laporan teknis EcoShape, Dordrecht, The Netherlands.

PENGAKUAN & PENGHARGAAN

Building with Nature Indonesia merupakan program yang diinisiasi oleh Wetlands International, EcoShape, Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), dan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), bekerja sama dengan Witteveen+Bos, Deltares, Wageningen University & Research, UNESCO-IHE, Blue Forests, TU Delft, Kota Kita, dan Von Lieberman, dengan dukungan dari Universitas Diponegoro, dan masyarakat setempat.

"Building with Nature Indonesia" didukung oleh Dutch Sustainable Water Fund, sebuah program dari Netherlands Enterprise Agency atas nama Kementerian Luar Negeri Belanda, Kementerian Federal Jerman untuk Lingkungan Hidup, Konservasi Alam dan Keselamatan Nuklir (BMU) sebagai bagian dari International Climate Initiative (IKI), Waterloo Foundation, Otter Foundation, Topconsortia for Knowledge and Innovation, dan Mangroves for the Future.

Kredit foto sampul: ©Eko Budi Priyanto, Wetlands International





DAFTAR ISI

RINGKASAN EKSEKUTIF	6
1 PENDAHULUAN	8
2 BUDIDAYA TAMBAK TERHUBUNG MANGROVE	14
2.1 Konsep Budidaya Tambak Terhubung Mangrove	14
2.2. Mengapa Menerapkan Budidaya Tambak Terhubung Mangrove	15
2.3. Mengapa Menerapkan Budidaya Tambak Terhubung Mangrove Variasi Kompleks	17
3 BAGAIMANA MEMBANGUN TAMBAK TERHUBUNG MANGROVE	18
3.1. Tambak mana yang cocok untuk Budidaya terhubung Mangrove?	19
3.2. Desain dan pembangunan tanggul	22
4 SISTEM BUDIDAYA TAMBAK VARIASI KOMPLEKS DAN INOVASI LAINNYA	26
5 REKRUTMEN MANGROVE ALAMI ATAU PENANAMAN	30
6 BASELINE DAN PEMANTAUAN	33
7 TINDAKAN PENUNJANG DAN KEGIATAN PASCA-PEMBANGUNAN	34
8 REFERENSI DAN SUMBER	35
LAMPIRAN 1: SISTEM SILVO-AKUAKULTUR YANG UMUM	39
X: DAFTAR SINGKATAN, GAMBAR DAN TABEL	41

RINGKASAN EKSEKUTIF

Perluasan budidaya udang telah menjadi salah satu pendorong utama hilangnya mangrove di seluruh dunia. Akibatnya, garis pantai berlumpur tropis menjadi rentan terhadap erosi yang parah dan bencana banjir. Hal ini meningkatkan kemungkinan terjadinya skenario dimana jutaan penduduk akan tergusur dari rumah dan tanah mereka, serta kehilangan mata pencaharian, termasuk pendapatan dari budidaya perairan. Di garis pantai berlumpur tropis, membangun tembok laut dan tanggul untuk melindungi budidaya perairan dan rumah tangga dari erosi dan banjir terlalu mahal. Alternatif yang lebih berkelanjutan dan hemat biaya adalah pendekatan Building with Nature, sebuah cara yang terintegrasi dan partisipatif dalam merencanakan, merancang, dan membangun infrastruktur air dengan tujuan menciptakan manfaat bersama bagi alam dan masyarakat.

Di sepanjang garis pantai berlumpur tropis, Building with Nature dapat melibatkan penciptaan ekonomi berbasis mangrove yang memadukan revitalisasi produktivitas budidaya tambak dengan restorasi mangrove untuk melindungi pantai. Sabuk hijau mangrove meredam ombak dan menumpuk sedimen, sehingga melindungi tanggul tanah tradisional di sepanjang sungai dan tambak, serta mengurangi biaya perawatan, dan sekaligus meningkatkan perikanan dan kualitas air.

Di Indonesia, pendekatan ini telah diterapkan pada skala kabupaten dalam proyek Building with Nature Indonesia di Demak, Jawa Tengah. Proyek ini memperkenalkan sistem Tambak terhubung Mangrove atau Associated Mangrove Aquaculture (AMA) yang inovatif, yang merupakan fokus dari pedoman ini, untuk memulihkan sabuk hijau mangrove di muara di sepanjang perairan darat dan juga melindungi tambak yang berdekatan. Dalam sistem AMA, sebagian dari tambak dialokasikan untuk memberi ruang bagi mangrove di tepi sungai. Sabuk mangrove tepi sungai di sepanjang sungai dan anak sungai menjalankan fungsi ekosistem (jasa ekosistem) dan meningkatkan keanekaragaman hayati serta menambah peluang ekonomi bagi penduduk setempat. Dengan demikian, AMA menawarkan alternatif yang lebih berkelanjutan dari sistem silvofishery, yang

beberapa jenisnya dipraktikkan di Indonesia, tetapi tidak ada yang berkontribusi terhadap perlindungan pesisir, dan beberapa mungkin memiliki efek negatif pada budidaya tambak.

Untuk menerapkan sistem AMA, petambak memundurkan tanggul sungai dan menyesuaikan sistem pintu air untuk menciptakan sabuk mangrove di sepanjang sungai. Pengelolaan tambak yang tepat adalah kunci keberhasilan, misalnya dengan membiarkan sedimentasi alami dengan membuka dan menutup pintu air pada saat yang tepat. Untuk penerapan sistem AMA, petambak perlu merelakan sebagian tambak mereka dan berinvestasi dalam pembangunan tanggul dan pintu air tambahan. Untuk meningkatkan pengetahuan dan kepercayaan diri mereka, proyek Building with Nature di Demak melibatkan petambak melalui Sekolah Lapangan Pesisir untuk menunjukkan bahwa penerapan Budidaya Berkelanjutan dengan Input Eksternal Rendah atau Low External Input Sustainable Aquaculture (LEISA) dan praktik pengelolaan budidaya tambak yang baik lainnya, memang dapat meningkatkan hasil panen dan pendapatan mereka dengan cara yang ramah lingkungan. Proyek Building with Nature Indonesia menunjukkan bahwa penerapan LEISA memungkinkan petambak melipatgandakan pendapatan mereka dari budidaya ikan bandeng dan udang.

Penciptaan lanskap budidaya mangrove yang berkelanjutan, dan praktik-praktik yang diterapkan di Demak, memiliki relevansi global mengingat penurunan hutan mangrove yang parah di seluruh dunia. Solusi Building with Nature selalu disesuaikan dengan kondisi setiap lokasi dan memerlukan keterlibatan aktif para pemangku kepentingan, terutama petambak lokal, sejak awal pengembangan proyek. Disarankan juga untuk melibatkan petambak melalui pendampingan dan kegiatan pasca pembangunan, seperti Platform Inovasi Pemangku Kepentingan (SIP) dan Kelompok Simpan Pinjam.

1 PENDAHULUAN

Hampir separuh dari seluruh mangrove di dunia telah hilang sejak pertengahan abad ke-20, mengakibatkan hilangnya fungsi-fungsi penting seperti perlindungan pesisir, penyerapan karbon, dan peningkatan perikanan. Tingkat kehilangan mangrove sangat tinggi di Asia Tenggara, Karibia, dan Pasifik³¹.

Indonesia masih menjadi rumah bagi kawasan mangrove terluas di dunia. Namun, sejak tahun 1980-an, perluasan perkotaan, tambak, perkebunan kelapa sawit, dan ekstraksi kayu menyebabkan hilangnya sekitar 1,2 juta hektar mangrove. Saat ini, mangrove yang tersisa kurang dari 3,5 juta hektar³⁰, sementara masih banyak lokasi yang terdegradasi dan memiliki nilai ekologi dan ekonomi yang terbatas. Dalam beberapa tahun terakhir, deforestasi mangrove telah menyebabkan hilangnya 30 ribu hektar lahan di sepanjang pesisir pantai²⁹.

Perluasan tambak air payau yang tidak terkendali untuk mencari keuntungan merupakan salah satu penyebab utama hilangnya hutan mangrove di dunia. Mangrove yang tersisa memerlukan perlindungan, termasuk di sepanjang pantai utara Jawa, Indonesia, di mana hilangnya hutan mangrove telah menyebabkan erosi pantai dan hilangnya lahan yang berharga (Gambar 1). Keputusan Presiden Indonesia (2016-51) mendukung pemeliharaan sabuk hijau atau hamparan mangrove sepanjang 50 meter di sepanjang jalur air (sungai dan anak sungai) di muara, serta 100 meter (diukur dari garis yang dicapai pada air pasang tertinggi) di sepanjang pantai. Namun, begitu lahan menjadi kepemilikan pribadi, wewenang hukum atas penggunaan lahan juga hilang, dan hukum sulit untuk ditegakkan, kecuali jika ditentukan secara kontraktual. Selain itu, Keputusan presiden tersebut berlaku untuk wilayah laut, sementara mandat pemerintah provinsi hanya sampai pada garis pasang tertinggi.

Di Kabupaten Demak, kehidupan penduduk setempat bergantung pada sawah dan tambak di belakang hamparan mangrove yang luas. Akibat deforestasi mangrove dan ancaman lainnya, seperti penurunan permukaan tanah, lahan, desa dan infrastruktur menjadi terancam. Di beberapa kecamatan di Demak, dekat Semarang, di mana garis pantai telah mundur beberapa kilometer, ratusan hektar telah hilang dan penduduk di dua desa harus pindah. Selain hilangnya mangrove dan pendapatan dari hasil hutan dan pertanian, penduduk juga kehilangan pendapatan dari perikanan yang terkait dengan mangrove, karena banyak spesies ikan yang bergantung pada mangrove sebagai tempat pembiakan dan mencari pakan.

Di pedesaan, hutan mangrove dan budidaya air payau dapat menjadi sistem tata guna lahan yang saling melengkapi jika dikelola secara berkelanjutan. Fungsi ekosistem mangrove untuk budidaya perairan antara lain sebagai peredam ombak dan sedimentasi yang melindungi dan memperkuat tanggul tambak. Petambak juga mengumpulkan benih ikan liar dari perairan mangrove untuk ditebar di tambak mereka. Akar mangrove menyerap logam berat, sementara serasah daun mangrove meningkatkan siklus hara biogenik dan keanekaragaman makrobenthos, dan serasah dalam jumlah terbatas dari beberapa spesies meningkatkan kualitas air tambak.



Gambar 1. Perubahan garis pantai Demak (timur laut Semarang), 1972-2015 (© Wetlands International, berdasarkan peta dari fotografi udara, WorldView, Landsat, US Army, Peta Rupa Bumi Indonesia).

Di Indonesia, restorasi mangrove sering dilakukan melalui apa yang disebut 'silvofishery' atau wanamina, yang beberapa jenisnya dipraktikkan. Pada sebagian besar sistem silvofishery di Indonesia, mangrove ditanam di tanggul dan/atau pelataran yang ditinggikan di tengah-tengah tambak yang dikelilingi parit yang lebih dalam. Sayangnya, sistem ini berkinerja rendah dalam hal hasil budidaya tambak dan fungsi ekosistem^{16, 18} (lihat Kotak 1). Rendahnya fungsi ekosistem disebabkan karena mangrove tersebut terputus dari air muara dan air pasang. Mangrove yang berada di dalam tambak tidak dapat mendukung sedimentasi, atau meredam ombak laut dan badai, serta tidak dapat membantu menyaring air, atau menyediakan habitat bagi spesies ikan^{16, 18}.

Contoh dari Kecamatan Sayung di Demak dan Kecamatan Kaliwingi di Brebes menunjukkan bahwa penanaman mangrove di tanggul dan tambak (Lihat Lampiran 1) tidak membantu melindungi pantai: setelah beberapa kali pasang surut disertai badai, pepohonan masih tetap berdiri, namun sebagian besar tanggul hancur (Gambar 2). Selain itu, pepohonan menggugurkan dedaunan dan sebagian daun tersebut jatuh ke dalam tambak ketika pohon tersebut ditanam di atas; terlalu banyak daun di dalam tambak akan mengurangi kualitas air¹⁸. Dengan demikian, sistem silvofishery seperti itu tidak berkontribusi terhadap perlindungan pesisir¹⁶ dan bahkan dapat menimbulkan dampak negatif terhadap budidaya perairan¹⁸. Sebaliknya, hamparan mangrove di antara jalur air dan tambak, seperti dalam sistem AMA, berkontribusi terhadap perlindungan tanggul dan keanekaragaman hayati laut, dan meningkatkan kualitas air karena adanya pasang surut



Gambar 2: Tambak silvofishery yang hilang di tempat lain di Timbuloko (© Witteveen+Bos)

KOTAK 1: MANFAAT FINANSIAL DARI BUDIDAYA TAMBAK TERHUBUNG MANGROVE

Tambak udang monokultur menghasilkan sekitar 1.000 hingga 30.000 USD/ha/tahun, dan hasil panen udang bervariasi antara 40 hingga 6.000 kg/ha/tahun. Nilai Ekonomi Total (TEV) hutan mangrove bervariasi berdasarkan kontribusi terhadap jasa ekosistem (ESS).

Di Minahasa Selatan, nilai TEV mencapai 36.000 USD per ha (Mankay et al, 2012, dikutip oleh [16]). ESS tersebut meliputi, kayu dan buah-buahan yang dipanen (penyediaan), tangkapan ikan yang berkembang biak di sana (habitat) dan perlindungan dari banjir (regulasi) (Russi et al, 2013, dikutip oleh [16]).

NILAI TEV MINIMUM DAN MAKSIMUM DARI EMPAT ESS MANGROVE (USD/HA/TH)		
	MIN	MAX
Penyediaan	44	8,300
Habitat	27	68,800
Regulasi/Pengaturan	1,900	135,400
Budaya	10	2,900

Tabel 1: Nilai TEV minimum dan maksimum dari empat ESS mangrove (USD/ha/tahun)

Sementara tambak udang windu yang dikelola dengan baik rata-rata menghasilkan 6.000 kg/ha/tahun, sistem silvofishery klasik hanya dapat menghasilkan maksimum sekitar 400 kg/ha/tahun.

PRODUKSI UNTUK BUDIDAYA SELUAS 12HA	EKSTENSIF	INTENSIF	AMA (7 HA MANGROVE)
Apr. shrimp yield (*1,000 kg)	4.8	72	30
Farm revenues	30	432	180
TEV of Ecosystem Services	0	0	252
Total economic values	29	432	432

(Jumlah dalam 1.000 USD/th)

Tabel 2: Produksi untuk budidaya tambak seluas 12 ha

Dalam sistem AMA, tambak dapat dikelola dengan lebih intensif, karena kualitas air tidak terdampak oleh dedaunan yang jatuh ke dalam tambak. Dengan demikian, hasil panen udang dalam AMA dapat serupa dengan panen udang di tambak intensif biasa. Oleh karena itu, apabila dikombinasikan dengan TEV dari ESS (dengan memperhitungkan nilai di Minahasa Selatan), nilai ekonomi AMA setara dengan nilai ekonomi dari tambak udang intensif monokultur apabila luas wilayah mangrove sekitar 60%. Selain itu, karena kualitas ekologis yang lebih rendah, risiko finansial dari sistem intensif juga lebih tinggi. Proporsi mangrove dalam sistem AMA yang didorong oleh Building with Nature adalah sekitar 20%, dan dengan demikian nilai ekonomi totalnya jauh lebih tinggi.

Untuk menciptakan lanskap budidaya mangrove berkelanjutan yang mengoptimalkan fungsi ekosistem mangrove dan sistem budidaya perairan, hamparan mangrove di sepanjang pesisir dan sungai perlu dipulihkan, sementara produktivitas budidayanya ditingkatkan. Hal ini memerlukan kerja sama yang erat dengan pemilik tambak karena para petambak harus merelakan sebagian dari tambak mereka untuk sabuk hijau atau mangrove muara. Untuk memulihkan sebagian besar tambak yang tidak produktif atau terabrasi di sepanjang pesisir untuk menciptakan hamparan mangrove pesisir yang luas, mungkin diperlukan pendekatan yuridis. Hal ini karena pemilik lahan dapat mengklaim hak atas wilayah mangrove yang dilindungi selama mereka menduduki lahan tersebut. Untuk sabuk hijau di sempadan sungai, proyek Building with Nature Indonesia mengusulkan untuk mengganti sebagian tambak di sepanjang jalur air, termasuk kanal, anak sungai dan sungai, di setiap muara dengan mangrove. Pedoman ini berfokus pada restorasi sabuk hijau atau hamparan mangrove tepi sungai melalui pengenalan 'sistem budidaya tambak terhubung mangrove'(AMA) (Gambar 3).

Setelah memperkenalkan sistem AMA dan menjelaskan alasan di balik penerapan sistem ini, pedoman ini menguraikan prinsip-prinsip pendekatan dan alasan mengapa petambak akan ingin mengadopsinya (bab 2). Pedoman ini kemudian menguraikan di mana, kapan, dan bagaimana sistem AMA harus dibangun (bab 3), mengapa petambak sebaiknya membangun sistem AMA variasi kompleks (bab 4), spesies mangrove mana yang sebaiknya diperkenalkan di sepanjang muara untuk mengoptimalkan fungsi ekosistem (bab 5), bagaimana pemantauan dapat dilakukan (bab 6), dan kegiatan apa saja yang disarankan atau diperlukan setelah pembangunan tambak AMA (bab 7).



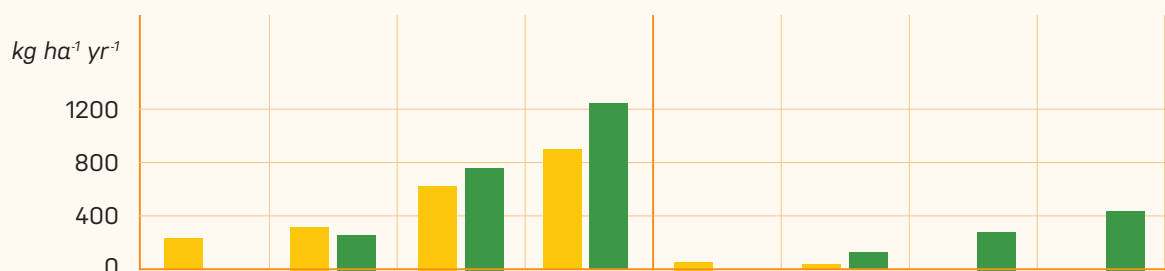
Gambar 3: Regenerasi alami pada komponen mangrove AMA, dengan tongkat pengukur untuk memantau sedimentasi dan tinggi air. (© Roel Bosma)

KOTAK 2: SEKOLAH LAPANGAN PESISIR MENINGKATKAN HASIL PANEN DAN PENDAPATAN DENGAN LEISA²⁰

Proyek Building with Nature - Demak melatih para petambak untuk mempraktikkan Low External Input Sustainable Aquaculture (LEISA) melalui Coastal Field School/CFS (Sekolah Lapangan Pesisir). Para alumni diharapkan dapat meningkatkan pengelolaan tambak mereka, dan belajar untuk menerapkan LEISA (lihat Kotak 4 untuk informasi lebih lanjut tentang praktik LEISA). Sebagai bagian dari praktik ini, para petambak menyebarkan kompos cair buatan sendiri dan pupuk kandang ke tambak yang telah dikeringkan setahun sekali, dan menjaga kualitas air dengan menambahkan kompos cair ini setiap kali diperlukan dengan mempertimbangkan warna air. Pemantauan umum terhadap seluruh 277 alumni memungkinkan kami mengetahui tingkat adopsi dan peningkatan hasil panen, sementara pemantauan lebih intensif terhadap sampel yang lebih kecil, yaitu 17 petambak, memberikan data tentang pendapatan dari penjualan, biaya operasional, dan margin kotor. Hasil dari alumni kemudian dibandingkan dengan data dasar dari 6 desa di Demak pada tahun 2015: 192 kg ha⁻¹ thn⁻¹ bandeng, 43 kg ha⁻¹ thn⁻¹ udang, dan margin kotor 10 juta rupiah per tambak, atau 630 USD ha⁻¹ thn⁻¹.

Sekitar 85% dari alumni CFS menerapkan LEISA sampai batas tertentu. Petambak yang tidak menerapkan LEISA, atau tidak menebar udang, tetap melakukan budidaya bandeng dengan menggunakan bahan kimia, dan hanya mendapatkan sekitar 700 kg bandeng ha⁻¹ thn⁻¹ dan memperoleh sedikit penghasilan. Hasil panen bandeng para petambak LEISA tiga kali lebih tinggi dari data awal. Rata-rata hasil panen udang mereka enam kali lebih tinggi dari data awal. Margin rata-rata petambak yang menerapkan LEISA adalah 3 hingga 10 kali lebih tinggi daripada mereka yang tidak menerapkan LEISA, dan 2 hingga 4 kali lebih tinggi dari data awal, masing-masing pada tahun 2017 dan 2018. Hasil panen dan pendapatan petambak yang menerapkan LEISA lebih tinggi pada tahun ke-2 (2018) dibandingkan dengan tahun ke-1 (2017), yang mungkin disebabkan oleh (1) penebaran yang lebih sering, (2) lebih banyak petambak yang menggunakan (lebih banyak) pakan industri, atau (3) faktor lain seperti lebih sedikit banjir, atau penerapan pembelajaran yang lebih baik. Petambak yang mencapai hasil terbaik memiliki tambak yang lebih kecil dan menggunakan lebih banyak pupuk kandang.

	IKAN BANDENG				UDANG			
	2015	2017/18	S-2017	S-2018	2015	2017/18	S-2017	S-2018
KONTROL	234	350	633	854	47	31	-	-
LEISA	-	243	770	1291	-	134	268	434



Tabel 3: Angka untuk petambak non-LEISA dan LEISA pada tahun 2017 dan 2018 dibandingkan dengan data awal pada tahun 2015 dari rata-rata hasil panen bandeng dan udang untuk semua petambak yang menerima pelatihan (2017/18) dan sampel kecil (S-2017 & S-2018), serta biaya operasional tambak, pendapatan, dan margin kotor untuk sampel kecil.

SEKOLAH LAPANGAN PESISIR (CFS)

Saat ini, sebagian besar petambak di Indonesia mendapatkan hasil atau keuntungan yang rendah karena kurangnya pelatihan yang memadai, praktik yang buruk, serta penggunaan bahan kimia dan antibiotik yang mengganggu keseimbangan ekologi. Oleh karena itu, kami merekomendasikan agar para petambak menerima pelatihan awal di Sekolah Lapangan Pesisir (Kotak 2), untuk menunjukkan bahwa penerapan budidaya berkelanjutan dengan input eksternal rendah (LEISA) dan praktik pengelolaan budidaya perairan yang baik lainnya benar-benar dapat meningkatkan produktivitas dan pendapatan mereka (lihat pedoman Membangun Budidaya Tambak Berkelanjutan melalui Sekolah Lapangan Pesisir). Kurikulum Sekolah Lapangan Pesisir yang dikembangkan oleh Blue Forest Indonesia dan disesuaikan dengan program Building with Nature Indonesia, mencakup peningkatan kesadaran akan pentingnya mangrove dan cara merehabilitasi jenis ekosistem ini¹⁹. CFS melatih para petambak untuk menerapkan LEISA dan melipatgandakan pendapatan mereka dari tambak bandeng dan udang, serta meningkatkan kesediaan untuk menanamkan sebagian tambak mereka dengan mangrove (Kotak 3).



Gambar 4: Sekolah Lapangan Pesisir (© Boskalis)

KOTAK 3: PEMULIHAN MANGROVE DI DEMAK

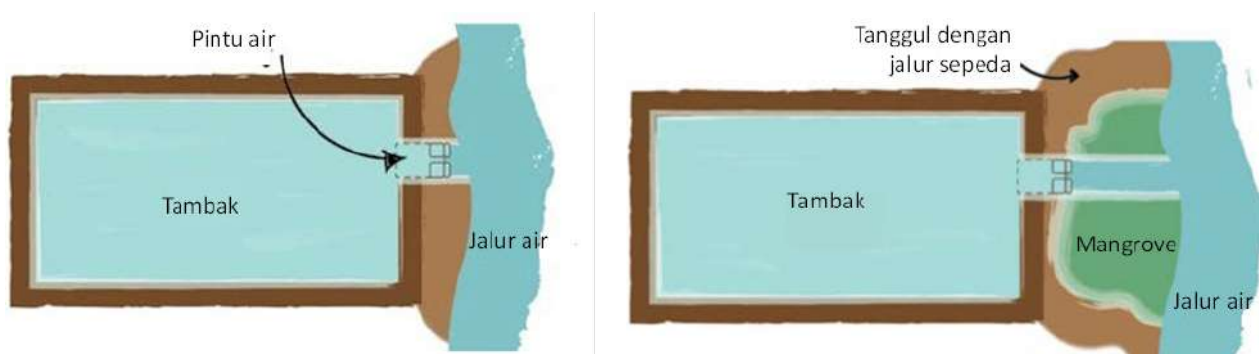
Di 10 desa pesisir Kabupaten Demak, para petambak yang telah mengikuti CFS menyadari bahwa mereka memerlukan lebih banyak mangrove dalam bentuk sabuk hijau di sepanjang pesisir, muara, sungai, dan kanal. Lebih dari dua puluh petambak menyerahkan tambak mereka (yang terdegradasi) untuk pemulihan sabuk hijau pesisir (~50 ha), dan sekitar empat puluh petambak mengalokasikan sebagian tambak mereka untuk sempadan sungai guna membuat budidaya tambak terhubung mangrove (~110 ha). Program Building with Nature Indonesia memberikan dukungan finansial dan teknis kepada kelompok masyarakat untuk pemulihan mangrove di pesisir dan sungai yang dikombinasikan dengan budidaya tambak dan revitalisasi mata pencaharian melalui mekanisme insentif Bio-rights. Proyek lain dapat mengusulkan cara untuk mendukung petambak secara finansial dengan investasi awal untuk menyesuaikan tata letak tambak dan sistem pintu air untuk membangun sistem budidaya tambak terhubung mangrove variasi kompleks.

2.1 KONSEP BUDIDAYA TAMBAK TERHUBUNG MANGROVE

Budidaya Tambak Terhubung Mangrove, atau AMA, adalah sebuah konsep untuk menghubungkan budidaya tambak dengan kehutanan melalui sabuk hijau mangrove di sepanjang garis pantai perairan muara sungai. Hal ini berbeda dengan tambak yang ada saat ini yang hanya memiliki sedikit atau bahkan tidak ada mangrove di tepi pantai (Gambar 5). AMA adalah jenis silvofishery atau wanamina (lihat Lampiran 1) dan terkadang disebut *mixed-mangrove-aquaculture* (MMA). Namun, berbeda dengan sistem silvofishery pada umumnya, di mana mangrove ditanam di tanggul dan di dalam tambak (Lampiran 1), sistem AMA menanam mangrove di luar tambak.

Area yang direkomendasikan untuk dialokasikan sebagai mangrove bergantung pada limbah dari tambak yang berdekatan. Untuk budidaya udang intensif, luas mangrove harus setidaknya sama dengan luas tambak. Untuk sistem LEISA, persyaratan ini lebih kecil; di mana lebar sabuk hijau yang direkomendasikan bergantung pada banyak faktor, tetapi 10m tampaknya merupakan batas minimum untuk petambak perorangan, sementara rencana komunitas mungkin memerlukan dua kali lipat atau lebih agar efektif dari segi biaya.

Mangrove di tanggul dan di dalam tambak sering kali menghambat pemeliharaan tambak, dan serasah serta naungan pepohonannya mengurangi produktivitas tambak. Dedaunan dari mangrove akan terurai di dalam tambak. Penguraian ini dapat menyediakan sumber pakan bagi udang dan organisme budidaya lainnya. Namun, jika terlalu banyak mangrove, atau jika air tambak tidak diperbarui secara berkala, serasah ini akan meningkatkan kadar amonia dalam air, mengurangi kandungan oksigen terlarut, dan dengan demikian mengurangi produktivitas tambak. Racun-racun bahkan dapat menyebabkan kematian pada organisme yang dibudidayakan. Banyak petambak yang mengetahui hal ini dan memotong ranting secara teratur untuk menjaga agar pohon-pohon tetap kecil, tetapi pada tambak yang dangkal, naungan pepohonan memiliki fungsi lokal untuk mengurangi suhu air. Tambak udang yang ideal memiliki kedalaman 0,9 hingga 1,4 meter¹.



Gambar 5: Gambaran tambak umum tanpa mangrove (kiri) dan AMA standar untuk satu tambak (kanan) (© Roel Bosma)

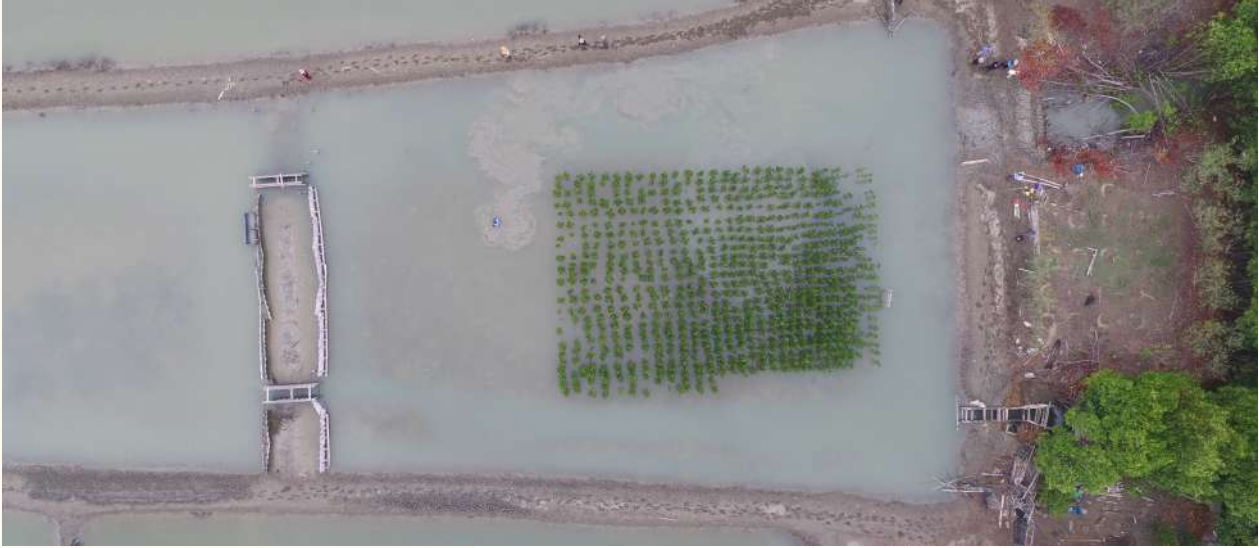
2.2. MENGAPA MENERAPKAN BUDIDAYA TAMBak TERHUBUNG MANGROVE

Kami merekomendasikan AMA karena beberapa alasan:

- Sabuk hijau mangrove melindungi tanggul dari dampak ombak serta dari erosi parah, dan dapat mengimbangi penurunan permukaan tanah;
- Sabuk hijau mangrove berfungsi sebagai biofilter, mengurangi kadar material beracun, seperti logam berat, hidrogen sulfida, dan patogen udang.
- Sabuk hijau mangrove memberikan manfaat tambahan yang tidak terkait langsung dengan tambak:
 - Produk, seperti kayu bakar dan kayu.
 - Pupuk yang dibuat dengan mengomposkan daun dari beberapa spesies; setelah dikomposkan, daun-daun ini tidak menghasilkan amonia, dan juga tidak mengurangi kadar oksigen.
 - Makanan manusia dari spesies *Avicennia*, *Bruguiera* dan *Sonneratia*, yang juga memiliki potensi pasar.
 - Tempat pembiakan dan tempat mencari pakan bagi organisme perairan, dan dengan demikian meningkatkan potensi tangkapan untuk perikanan muara dan lepas pantai.

Produk tambahan dari mangrove dan perikanan mengurangi ketergantungan petambak dan desa terhadap tambak. Hal ini sedikit mengompensasi kerugian akibat burung pemangsa dan ular, yang berlindung di pepohonan, yang juga umum terjadi pada sistem budidaya tambak lainnya. Salah satu tantangan potensial dalam memperkenalkan sistem AMA adalah bagi petambak untuk mempertahankan kepemilikan lahan dan produknya. Oleh karena itu, tiang pembatas atau pagar terbuka dari ranting-ranting pohon dapat dipasang pada tanggul lama untuk menunjukkan batas kepemilikan.

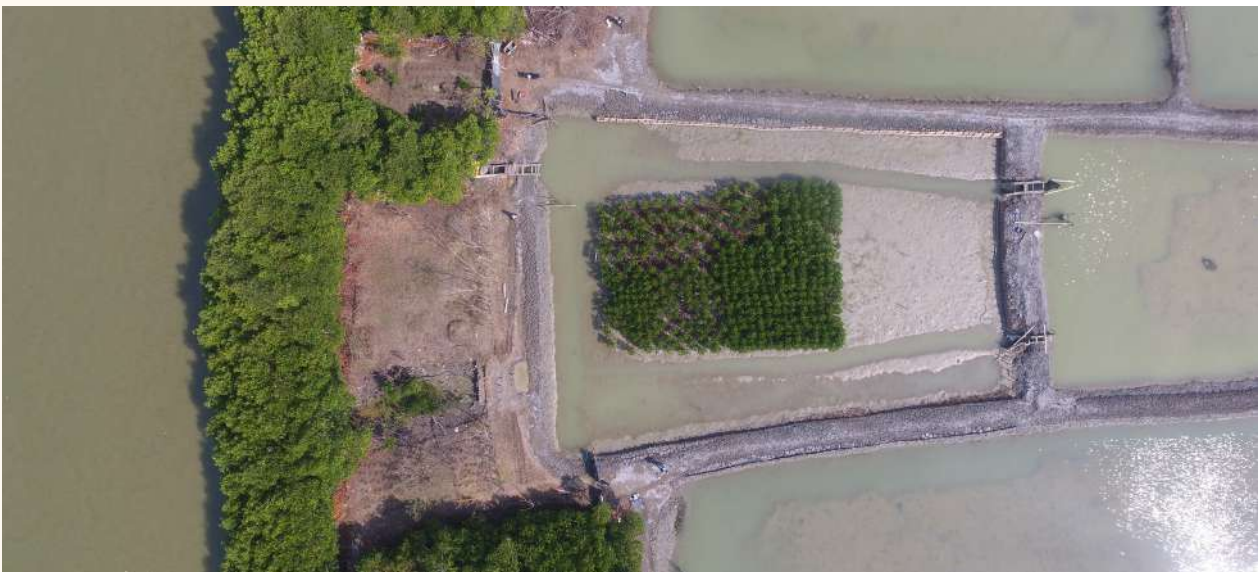
Satu petambak dapat mempraktikkan sistem AMA, namun untuk memperbaiki lanskap, idealnya semua petambak di sepanjang jalur air berpartisipasi dalam peralihan sistem mereka. Namun, petambak perlu menyerahkan sebagian area tambak mereka yang merupakan potensi produksi. Hal ini diimbangi dengan peningkatan hasil panen dan keuntungan yang diperoleh dari tambak yang lebih kecil, setelah menerapkan teknik-teknik yang dipelajari di Sekolah Lapangan Pesisir (CFS)²⁰. Keuntungan ini dapat ditingkatkan lebih lanjut dengan mempraktikkan Budidaya Tambak Terhubung Mangrove yang akan dibahas di bawah ini. Di Pulau Tanakeke (Sulawesi Selatan), pembudidaya ikan yang merelakan seluruh atau sebagian tambaknya untuk rehabilitasi mangrove dapat mendaftarkan lahan tersebut ke Badan Pertanahan untuk mendapatkan keringanan pajak yang diberikan untuk pelestarian lingkungan (Hak Pelestarian).



Gambar 6a: AMA sesaat setelah pembangunan di Tambakbulusan (© Suhadi, Blue Forests)



Gambar 6b: AMA sesaat setelah pembangunan di Tambakbulusan (© Suhadi, Blue Forests)



Gambar 6c: AMA 6 bulan setelah pembangunan di Tambakbulusan (© Suhadi, Blue Forests)



Gambar 6d: AMA 6 bulan setelah pembangunan di Tambakbulusan (© Suhadi, Blue Forests)

2.3. MENGAPA MENERAPKAN BUDIDAYA TAMBAK TERHUBUNG MANGROVE VARIASI KOMPLEKS

Petambak yang mampu berinvestasi lebih banyak dalam budidaya tambak untuk mencapai hasil yang lebih tinggi, dapat membuat AMA variasi kompleks dengan lebih banyak tambak untuk lebih banyak spesies. Budidaya Tambak Terhubung Mangrove Variasi Kompleks memiliki petak tambahan untuk tandon (persiapan air) dan pengendapan yang memungkinkan pengelolaan kualitas air yang lebih baik (Gambar 7 dan 15). Di petak tandon (reservoir), dengan tujuan lebih meningkatkan kualitas air sekaligus memungkinkan panen tambahan yang dapat dijual, petambak menebar ikan nila, rumput laut, kerang, dan, jika tersedia, ikan kakap putih (*Lates calciferes*). Di petak tandon (reservoir) ini, tingkat salinitas dapat terjaga dalam kisaran yang aman untuk udang atau organisme budidaya lainnya. Dari tambak ini, air disalurkan ke tambak-tambak berisi udang dan, sesuai keinginan, berisi ikan bandeng. Terakhir, petak sedimentasi memungkinkan pembuangan limbah berlebih sebelum air dibuang atau dikembalikan ke petak reservoir.

Setidaknya terdapat dua keuntungan tambahan dari AMA variasi kompleks:

- Peningkatan kualitas air di tambak udang
- Sistem yang terdiversifikasi dengan lebih banyak produk dan sumber pendapatan.

Kedua keunggulan ini menurunkan risiko gagal panen bagi petambak, dan meningkatkan hasil panen per hektar. Sistem ini juga lebih murah dibandingkan sistem intensif terkait risiko, pengelolaan dan peningkatan hasil panen; misalnya sistem bio-flock yang memerlukan pakan, aerator, penyediaan energi secara terus menerus dan pengawasan yang berkelanjutan. AMA variasi kompleks adalah sistem yang sempurna untuk menerapkan LEISA (Kotak 4). Untuk menerapkan ini, petambak harus merelakan permukaan tambak tambahan dan berinvestasi lebih banyak untuk membangun tanggul dan pintu air atau saluran air yang terbuat dari pipa.



Gambar 7: Sistem AMA variasi kompleks untuk pengelolaan air yang lebih baik (© Roel Bosma)

3

BAGAIMANA MEMBUAT TAMBAK TERHUBUNG MANGROVE

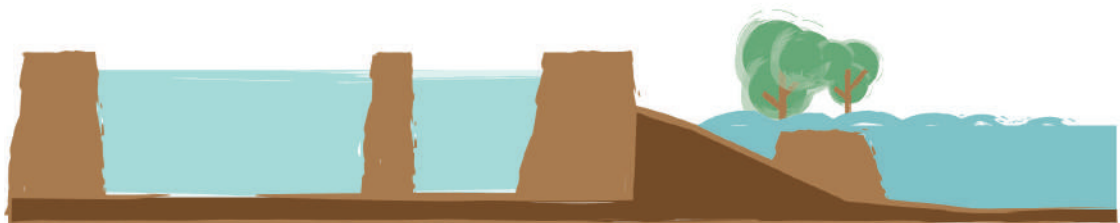
Gambar 8a, 8b dan 8c menunjukkan penampang melintang dari tambak biasa, AMA biasa (sederhana) dan AMA variasi kompleks. Para peneliti merekomendasikan AMA variasi kompleks dengan dua reservoir dan, jika tambak yang tersisa >1 ha, beberapa tambak udang yang lebih kecil. Petambak yang memilih desain standar biasa tidak memiliki tanggul pemisah dan hanya memiliki tanggul luar. Namun, mereka perlu mengetahui bahwa tambak yang lebih kecil justru menghasilkan lebih banyak hasil laut dan pendapatan, serta lebih mudah dikelola.



Gambar 8a: Kondisi saat ini (© Roel Bosma)



Gambar 8b: Sistem AMA sederhana (© Roel Bosma)



Gambar 8c: AMA variasi kompleks (© Roel Bosma)

3.1. TAMBAK MANA YANG COCOK UNTUK BUDIDAYA TERHUBUNG MANGROVE?

Lokasi berikut tidak cocok untuk diubah ke sistem AMA:

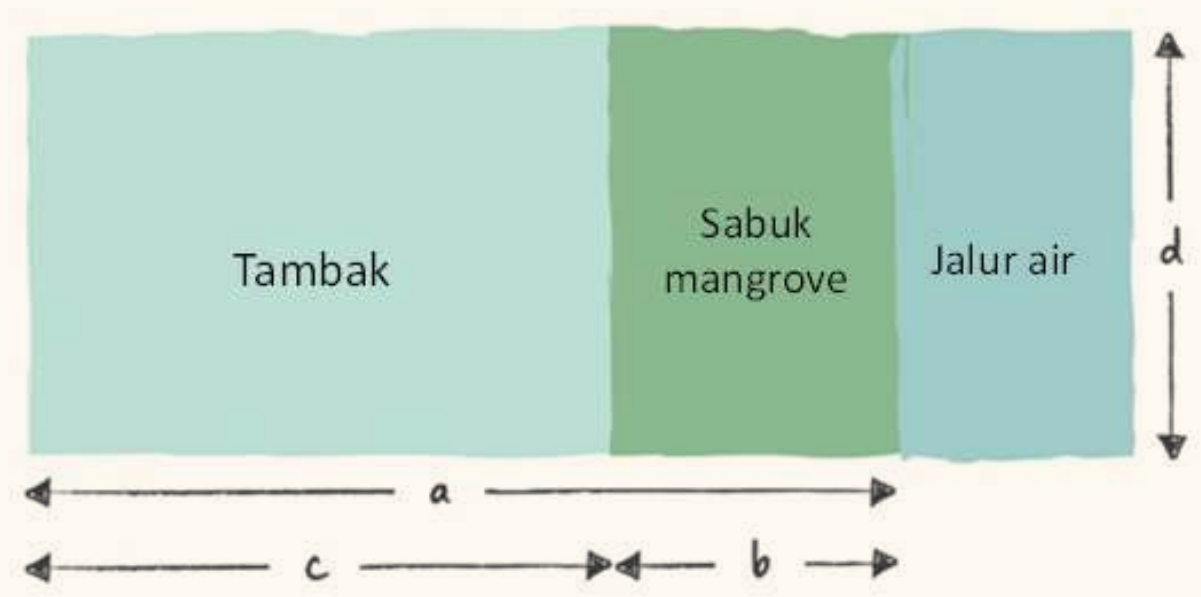
- Tambak dengan tanggul yang dilintasi jalan besar, atau tanggul pelindung berat di sepanjang sungai atau kanal yang lebih besar. Apabila jalannya besar atau tanggulnya merupakan tanggul pelindung berat, pemindahan tanggul memerlukan perencanaan dan investasi yang cukup besar.
- Tambak tunggal dengan tanggul yang memiliki jalan beraspal/tidak beraspal/berlumpur yang cocok untuk gerobak.

Apabila beberapa tambak yang berdekatan dengan jalan besar tidak beraspal/tidak berlumpur, akan direstrukturisasi, tanggul dapat dipindahkan secara bersamaan oleh pemiliknya, meskipun hal ini akan memerlukan perencanaan dan menelan biaya besar. Tanggul dengan jalan setapak atau jalur sepeda dapat dipindahkan dengan lebih mudah. Namun, tanggul yang digunakan bersama dengan orang lain yang enggan mengubah sistem mereka akan memerlukan penguatan struktural.

Tujuannya adalah untuk menciptakan muara dengan sabuk mangrove selebar minimal 20 m (idealnya 50 m). Apabila sabuk mangrove sudah tersedia, hanya sebagian kecil dari tambak yang perlu dialihfungsikan. Dimensinya bergantung pada kondisi spesifik (lihat Gambar 9), dan beberapa rekomendasi diberikan selanjutnya.

- Apabila sabuk mangrove selebar minimal 5 m sudah tersedia, maka tambahkan 15 hingga 20 m tergantung pada jarak tambak.
- Apabila sabuk mangrove yang tersedia kurang dari 5 m, maka tambahkan 20 m jika jarak tambak cukup lebar, jika tidak, direkomendasikan untuk menambah sabuk mangrove hingga 20 m.
- Apabila sabuk mangrove selebar 15 m atau lebih sudah tersedia, maka penambahan 5 m memerlukan investasi yang relatif tinggi dan terlalu mahal. Apabila petambak ingin menambah 10 m atau lebih, maka upaya tersebut akan sepadan.
- Apabila sisi terpanjang berada di sepanjang jalur air, dan jarak tambak kurang dari 30 m, maka direkomendasikan untuk mengubah seluruhnya menjadi hutan mangrove. Pada prinsipnya, tambak dengan jarak kurang dari 30 m dari tepi jalur air harus sepenuhnya menjadi sabuk mangrove.
- Apabila sisi terpanjang berada di sepanjang jalur air namun jaraknya antara 30 hingga 40 m, maka direkomendasikan untuk membuat sabuk mangrove selebar 10m.
- Apabila jaraknya lebih dari 40 m dari jalur air, maka usahakan untuk membuat sabuk mangrove selebar 20 m

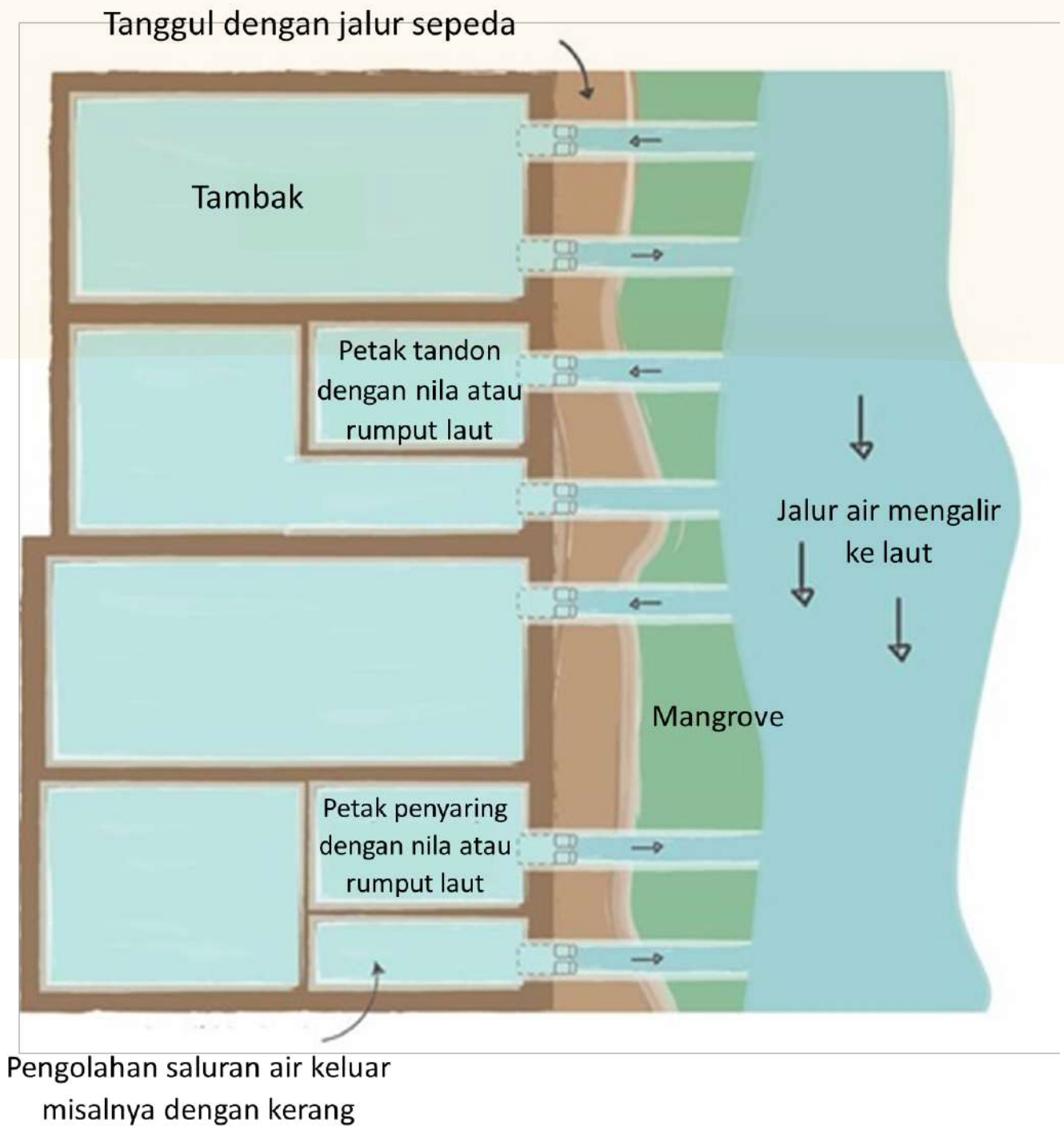
Tambak yang tersisa harus selalu memiliki lebar 20 m atau lebih. Tambak yang sempit dengan sisi panjang yang berdekatan dengan jalur air akan menelan lebih banyak biaya untuk diubah, atau akan menjadi tidak layak secara ekonomi, sehingga kami merekomendasikan perubahan total menjadi sabuk mangrove.



DESKRIPSI TAMBAK	PANJANG DARI BAGIAN DI ATAS			REKOMENDASI
	a	b	c	
Tambak sempit dengan sisi panjang di sungai	< 30 m	-	-	Sebaiknya tidak diubah menjadi AMA tetapi seluruhnya menjadi mangrove
Tambak sempit dengan sisi panjang di sungai	30 m < a < 40 m	10 to 20 m	20 m	Tidak disarankan karena luas tambak menjadi terlalu kecil
Tambak sempit dengan sisi panjang di sungai	a > 40 m	20 to 25 m	≥ 20 m	Paling cocok untuk diubah

Gambar 9: Dimensi minimum yang direkomendasikan untuk tambak ikan setelah diubah ke sistem AMA untuk tambak yang lebih kecil dari 3 ha, seperti di Demak

Sebaiknya tambak yang dipilih untuk intervensi dikelompokkan, yaitu ditempatkan bersebelahan. Dengan demikian, pekerjaan dapat dibagi dan dampak positifnya akan lebih tinggi. Gambar 10 menunjukkan seperti apa kondisi ini pada tingkat lanskap.



Gambar 10: Tampilan lanskap dengan sungai (© Roel Bosma)

3.2. DESAIN DAN PEMBANGUNAN TANGGUL

Tahapan konstruksi untuk membangun tanggul dari sistem Budidaya Tambak terhubung Mangrove sebagaimana diuraikan di bawah ini, diilustrasikan dalam gambar 13. Acuan untuk menghitung tinggi tanggul adalah muka air laut terendah (LAT). Hal-hal lain yang menjadi pertimbangan dalam perancangan dan pembangunan adalah HAT= muka air laut tertinggi, HHWS= muka air laut tertinggi saat pasang purnama, MHWS= rerata pasang purnama, MSL= muka laut rata-rata, MLWS= rerata surut purnama, dan LLWS= muka air laut terendah saat surut purnama.

Tahapan pembangunan:

- Pembangunan tanggul baru dimulai dengan mengeringkan tambak, mengukur lokasi dan membangun pintu air di lokasi yang diinginkan.
- Sekat-sekat bambu (lihat Gambar 10) ditempatkan untuk menjaga material tanah agar berbentuk tanggul; pastikan bukaan di bagian atas cukup lebar untuk membuat tanggul dengan puncak selebar 2m.
- Tanggul dan pematang tambak yang diperkuat memerlukan tanah lempung yang dapat diambil dari dasar tambak atau dari dasar sungai (tidak dikeruk di dekat tepian, melainkan dari tengah!).
- Selama konstruksi, sebaiknya tambak dikeringkan secara teratur; kemudian dasar tanggul mengering dan lapisan dapat ditambahkan lebih cepat, sehingga memungkinkan penyelesaian yang lebih cepat.
- • Puncak dari tanggul baru ditinggikan hingga LATA+2,0 m. Ketinggian puncak ditentukan sebagai penjumlahan dari HHWS1 (LAT +1,1 m), penurunan permukaan tanah (0,3 m), kenaikan muka air laut (0,1 m), dan *freeboard* 0,5 m untuk mengakomodasi ketidakpastian lain selama setidaknya 2 tahun masa desain. Penjumlahan pertama dari 3 item tersebut disebut Design Water Level (DWL) pada LAT +1,5 m, yang dengan demikian mempertimbangkan langkah-langkah adaptasi termasuk terhadap perubahan iklim dan mungkin berbeda sesuai dengan dampak yang diharapkan secara lokal dan global.
- Perkuat bagian tanggul, di samping habitat mangrove baru yang terhubung dengan tambak-tambak di sekitarnya.
- Pematang tambak yang memisahkan tambak penyaringan dan tambak sedimentasi dari tambak produksi sebaiknya memiliki ketinggian sekurang-kurangnya 0,2 m lebih tinggi dari permukaan tambak normal, tetapi boleh kurang dari itu.
- Sabuk hijau memerlukan lumpur yang dapat diambil dari tanggul lama dan dari dasar tambak jika kedalamannya belum terlalu dalam (kedalaman tambak yang ideal adalah 0,9 hingga 1,1 m). Sabuk hijau memerlukan ketinggian substrat setidaknya setinggi muka laut rata-rata atau lebih tinggi untuk memperhitungkan penurunan bentang alam dan kenaikan permukaan air laut.
- Demi keamanan, sebaiknya tanggul lama dibiarkan pada ketinggian muka laut rata-rata (MSL). Dengan demikian, air dan sedimen akan masuk ke habitat baru melalui saluran masuk dan keluar air, dan bersama ombak.

^A

*HAT = Highest Astronomical Tide;
MHWS = Mean High Water Spring;
MLWS = Mean Low Water Spring;
LAT =Lowest Astronomical Tide.*

*HHWS = Highest High Water Spring;
MSL = Mean Sea Level;
LLWS = Lowest Low Water Spring;*

Sebagian besar tambak menampung sedimen dari sungai, terkadang beberapa sentimeter per tahun. Oleh karena itu, tambak memerlukan pengerukan secara teratur, yang merupakan peluang untuk mendapatkan hasil yang saling menguntungkan: yaitu tambak yang lebih dalam dan tanah yang cukup untuk tanggul baru. Sebaiknya dasar tambak tetap lebih tinggi dari permukaan air surut di sungai selama musim di mana petambak mengeringkan dan mengeruk tambak. Dengan membuat kanal sekunder dengan pintu air dan pompa, ketinggian air di kanal dapat diturunkan untuk memungkinkan pengosongan. Hal ini memerlukan keterlibatan semua atau sebagian besar petambak yang bersangkutan, serta perencanaan dan investasi di tingkat masyarakat dan wilayah.

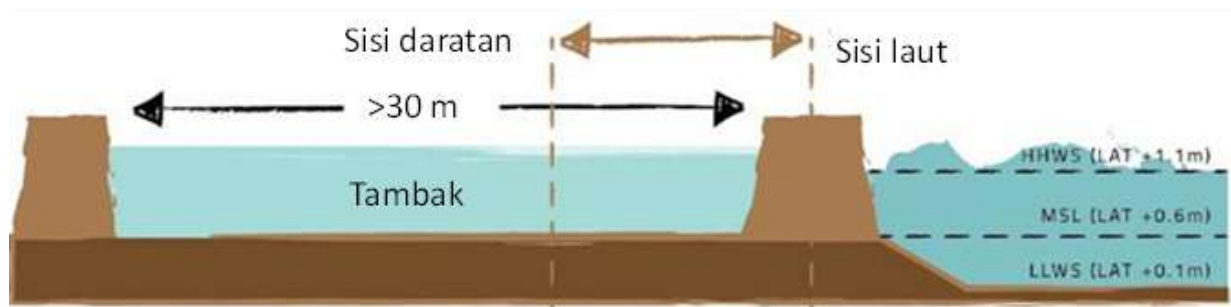
Tujuan dari sabuk hijau juga untuk menciptakan habitat bagi berbagai spesies mangrove, dan oleh karena itu habitat ini memerlukan gradien antara tanggul lama di jalur air dan tanggul baru, dari kering pada saat rerata surut purnama (MLWS) hingga terendam/tergenang pada saat muka air laut tertinggi saat pasang purnama (HHWS).



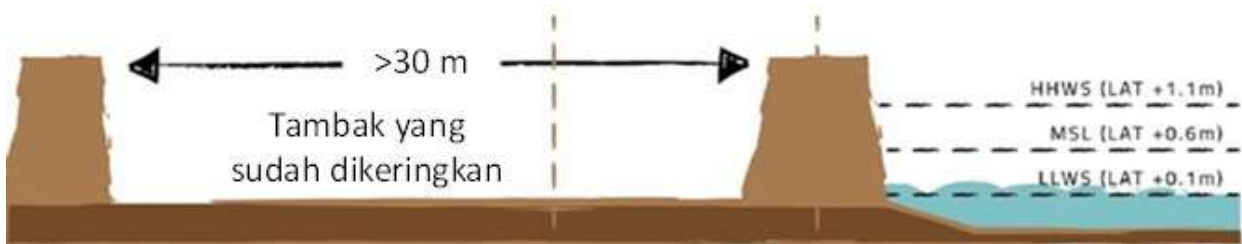
Gambar 11: Sekop dan rakit yang digunakan untuk mengeruk tambak dan mengumpulkan sedimen untuk membangun tanggul (© Roel Bosma)



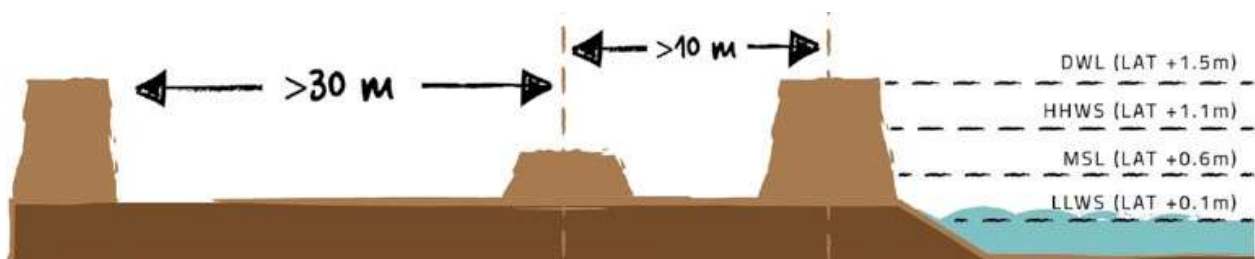
Gambar 12: Gambar tanggul baru dengan sekat-sekat bambu, yang diikat satu sama lain dengan kawat besi, masih terpasang, dan tanggul sungai yang lama sebagai latar belakang (© Roel Bosma)



Gambar 13a: Kondisi asli tambak

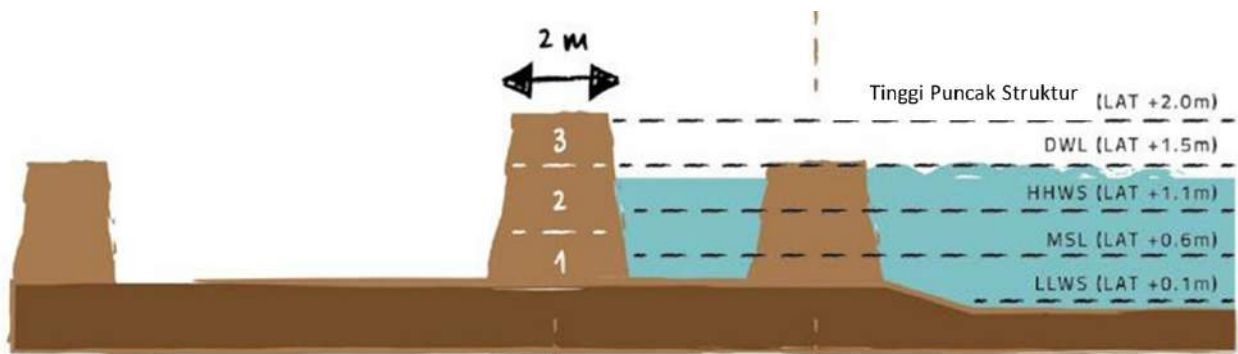


Gambar 13b: Sebelum memulai konstruksi, tambak harus dikeringkan selama LLWS.

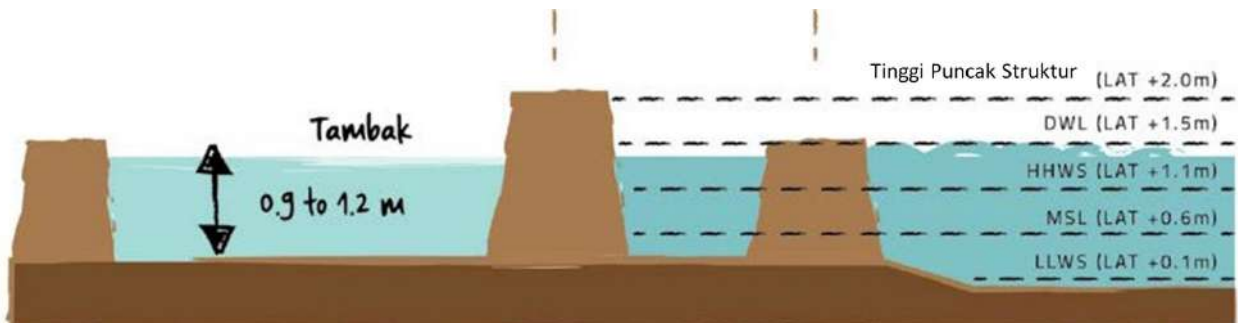


Gambar 13c: Tanggul digeser 10 m atau lebih ke arah daratan. Tanggul baru akan dibangun secara bertahap untuk memungkinkan tanah mengering dan memadat. Puncak tanggul dirancang pada LAT +2,0 m; yaitu 0,5 m di atas Design water level (DWL). DWL adalah penjumlahan dari HHWS, penurunan muka tanah dan kenaikan muka air laut selama 2 tahun masa desain.

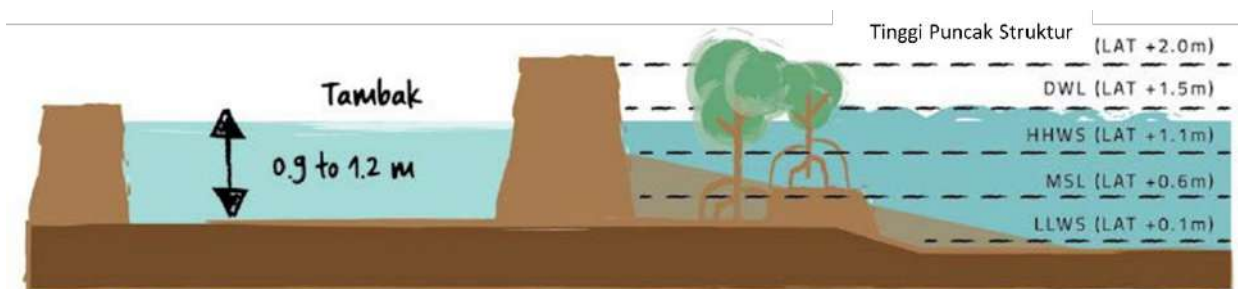
Gambar 13: Tahapan Pembangunan Tanggul sistem Budidaya Tambak terhubung Mangrove (© Weny Sihombing)



Gambar 13d: Kemiringan tanggul dapat sama dengan pengalaman pemilik tambak, jika tidak diketahui, gunakan 1:1,5 (V:H) untuk tinggi tanggul 1 m. Semakin tinggi tanggul, semakin landai kemiringannya.



Gambar 13e: Pengisian tambak dengan air



Gambar 13f: Setelah tanggul baru dibangun dan tambak terisi air, tanggul lama dapat dijadikan sebagai habitat mangrove, dengan sedikit material timbunan yang diperlukan. Habitat baru dimulai dari HHWS, dengan panjang minimal 10m.

Gambar 13: Tahapan Pembangunan Tanggul sistem Budidaya Tambak terhubung Mangrove (© Weny Sihombing)

4

SISTEM BUDIDAYA TAMBAK VARIASI KOMPLEKS DAN INOVASI LAINNYA

Tambak di bagian bawah gambar 10 menunjukkan sistem AMA variasi kompleks dengan dua tambak reservoir tambahan. Petak yang lebih besar difungsikan untuk menyaring, memperbaiki, dan menyimpan air sebelum air tersebut dialirkan ke tambak udang. Di daerah dengan banyak tambak udang atau sumber lain yang mencemari air, petambak juga dapat mempertimbangkan untuk menambahkan petak sedimentasi dan daur ulang yang terpisah, di mana air dibersihkan sebelum digunakan kembali, baik secara langsung maupun melalui petak penyaringan.

Meningkatkan kualitas air membantu mengurangi wabah penyakit dan meningkatkan pertumbuhan udang. Peningkatan kualitas air ini didasarkan pada prinsip-prinsip ekologi, seperti LEISA. Mereka menggunakan campuran spesies tertentu untuk menjaga kualitas air yang optimal⁴. Misalnya, ikan kakap atau spesies karnivora lainnya di tambak penyaringan dapat mengurangi jumlah kepiting penular penyakit, dan juga dapat dipanen. Ikan nila di tambak penyaringan atau di tambak udang, membantu menciptakan keseimbangan yang baik antara zooplankton dan fitoplankton, sekaligus mengeluarkan lendir yang menghambat pertumbuhan bakteri dan virus penyebab penyakit^{5,20}. Sistem ini sering disebut sistem "green-water". Kerang hijau dan *Gracilaria* dalam jumlah yang tepat di petak penyaringan dapat digunakan untuk menghilangkan unsur hara (nutrien) dan bahan organik berlebih²⁰. Rumput laut *Caulerpa* juga dapat digunakan untuk memurnikan air.



Gambar 14: Eceng gondok yang telah dicacah dan akan digunakan sebagai kompos untuk praktik LEISA (© Cynthia Boll)

KOTAK 4: BUDIDAYA TAMBAK BERKELANJUTAN DENGAN INPUT EKSTERNAL RENDAH (LEISA)

Budidaya Tambak Berkelanjutan dengan Input Eksternal Rendah atau Low External Input Sustainable Aquaculture (LEISA) didasarkan pada prinsip budidaya yang dikembangkan untuk pertanian. Penggunaan input eksternal yang tidak tepat atau berlebihan, terutama dari bahan kimia sintetis, sangat dihindari, untuk meminimalkan resistensi hama dan kerusakan ekosistem tanah. LEISA untuk budidaya air payau bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam yang tersedia secara lokal (tanah, air, tanaman) dan input (misalnya, hewan, limbah organik) untuk melengkapi dan memberikan sinergi terbesar dalam ekosistem pertanian. LEISA memiliki visi untuk menjadi strategi budidaya tambak berkelanjutan yang memungkinkan petambak dengan sumber daya terbatas untuk mengurangi biaya produksi, mempertahankan ekosistem pertanian yang sehat, dan mendapatkan hasil panen yang baik dari produk yang sehat. Prinsip LEISA untuk budidaya perairan adalah untuk:

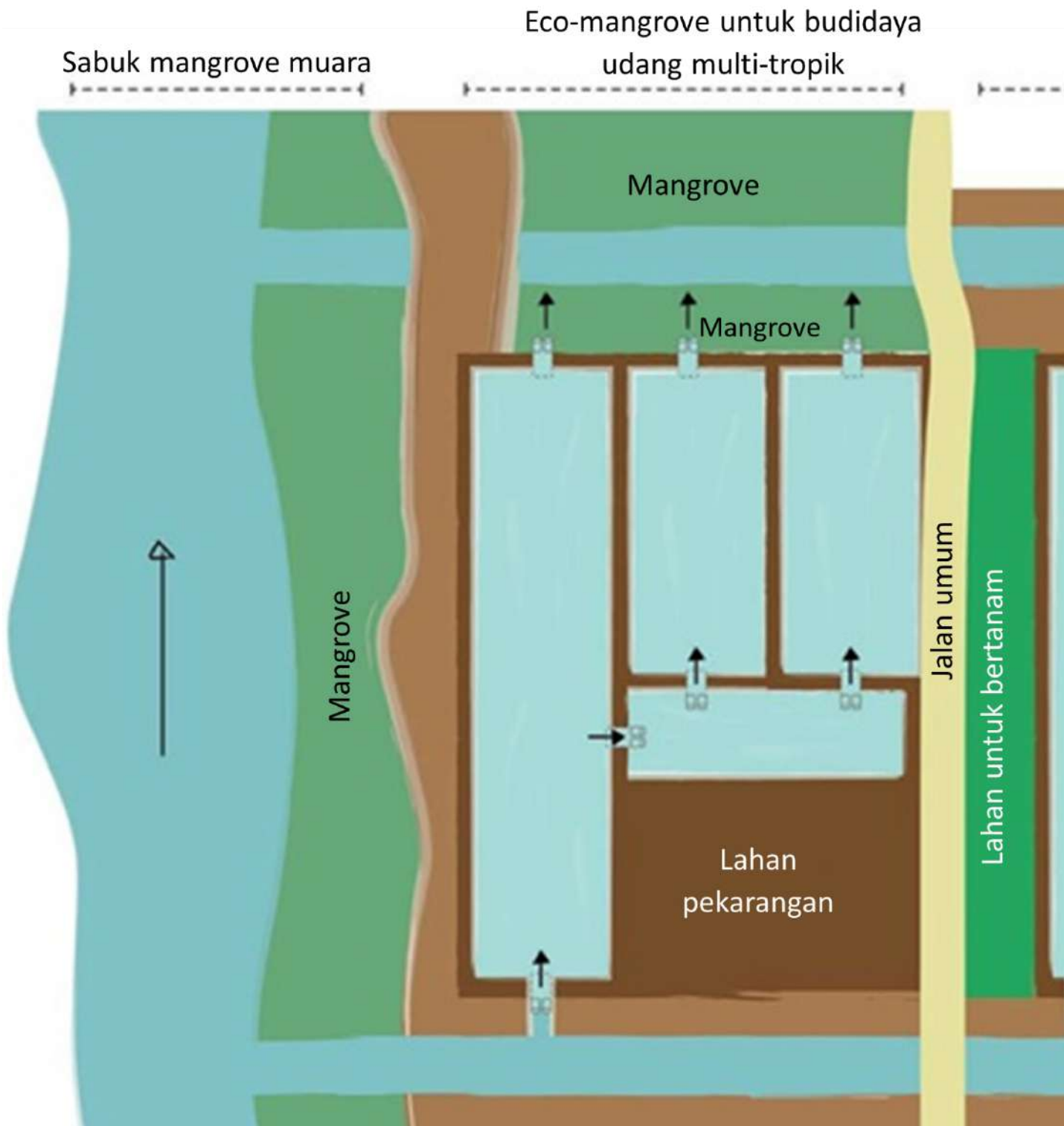
- Menjaga dan meningkatkan kesuburan tanah dengan menggunakan kompos padat dan cair.
- Merangsang daur ulang material organik di tambak dengan kompos cair.
- Melakukan pengelolaan hama dan penyakit melalui pencegahan dan pengobatan yang aman.

Input umum untuk tambak air payau LEISA adalah pupuk organik, baik kompos padat atau limbah cair yang difermentasi (disebut MOL atau mikroorganisme lokal di Indonesia). Material organik yang terurai dari kompos menjaga dan meningkatkan kesuburan di dasar tambak dengan memperbaiki sifat fisik dan struktur tanah, serta komposisi kimia dan biologi. MOL cair menambahkan energi, mineral dan mikroorganisme ke dalam air tambak untuk merangsang pertumbuhan pakan alami bagi organisme yang dibudidayakan dengan meningkatkan daur ulang material organik yang mengendap dan tersuspensi, dan mendukung pertumbuhan bakteri yang bermanfaat⁷.

Panduan khusus tentang jenis Budidaya Tambak Multi-Trofik ini sedang dipersiapkan⁶. Beberapa teknologi ini juga dapat digunakan untuk tambak di luar muara mangrove.

Gambar 15 menunjukkan budidaya tambak dengan beberapa tambak kecil. Pengalaman dan penelitian menunjukkan bahwa petambak dapat mengelola tambak dengan luas kurang dari 1 ha dengan lebih baik, apabila tambak-tambak tersebut memiliki pelataran yang dangkal dan parit (*careen*) yang cukup dalam di sepanjang tanggul. Hasil panen dan pendapatan yang dihasilkan dari tambak dengan luas kurang dari 1 ha dapat mencapai dua kali lipat dibandingkan tambak dengan luas beberapa ha, bahkan ketika petambak menerapkan LEISA (Kotak 4).

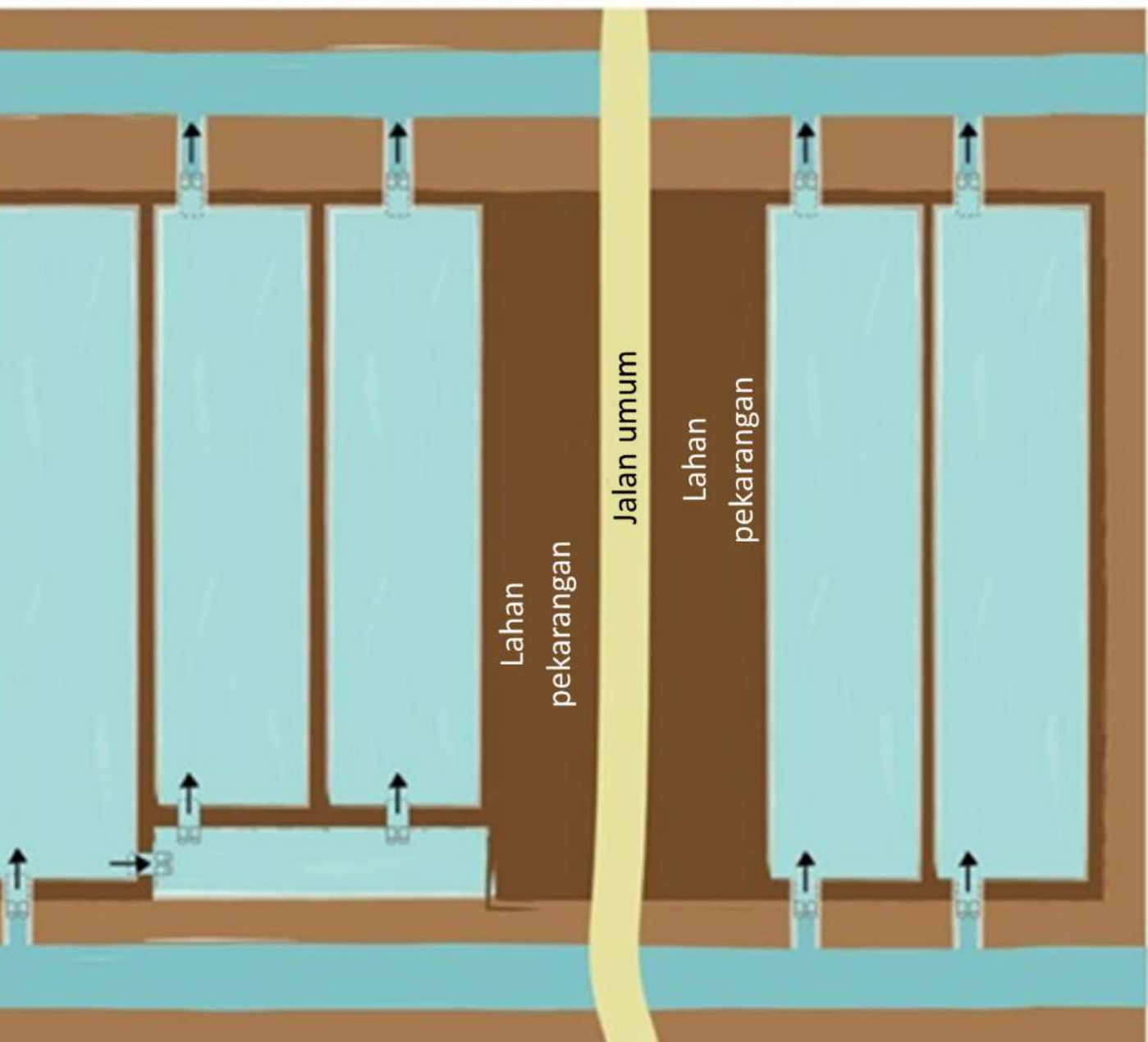
Petambak mungkin berpikir bahwa ruang untuk produksi menjadi hilang, tetapi hasil panen dan pendapatan akhir akan lebih tinggi karena sistem variasi kompleks dapat menurunkan risiko gagal panen akibat penyakit. Menginvestasikan waktu dan uang untuk membagi sebuah tambak menjadi beberapa petak yang lebih kecil tampak seperti upaya yang sangat besar. Namun, ini hanyalah langkah pertama menuju penggunaan waktu dan sumber daya petambak yang lebih efisien. Pelatihan lebih lanjut melalui sekolah lapangan pesisir (CFS) merupakan langkah lain untuk meningkatkan produktivitas budidaya perairan di Indonesia.



Gambar 15: Diagram lanskap tiga tambak yang berbagi sabuk hijau mangrove di sebelah kiri, saluran masuk air di bagian bawah, saluran keluar di bagian atas, dan tambak sedimentasi di sudut kiri atas. Pada saat air surut, arus air mengalir dari bawah ke atas menuju laut.
(© Roel Bosma)

Budidaya multi-trofik dengan polikultur dan udang intensif

Pertanian-tambak terpadu



Perairan muara di pantai utara Jawa mengangkut cukup banyak propagul mangrove, yang berarti mangrove seharusnya dapat tumbuh dan berkembang tanpa intervensi manusia. Apabila mangrove gagal tumbuh secara alami, hal ini dapat disebabkan oleh satu dari beberapa faktor berikut: tidak cukupnya propagul yang masuk, muka air terlalu tinggi pada saat air surut untuk pertumbuhan kembali mangrove, atau rekrutmen propagul dari spesies yang tidak sesuai. Dalam desain AMA kami, saluran menuju pintu air biasanya memungkinkan air untuk masuk dengan cukup, tetapi jika tidak, mungkin diperlukan pembukaan kedua pada tanggul lama. Apabila muka air terlalu tinggi, pemindahan tanah dari tambak dan sungai akan diperlukan. Beberapa spesies mungkin cukup melimpah untuk pulih berdasarkan seleksi alami tanpa perlu penanaman yang mahal. Namun, apabila sirkulasi air mencukupi, substrat tidak terlalu rendah, dan jenis tanah cocok, namun propagul masih belum terlihat, maka penanaman mungkin bisa menjadi solusinya. Propagul lebih disukai untuk penanaman, karena metode ini menghasilkan tanaman yang lebih kuat.

Pemilihan spesies pohon mangrove untuk ditanam harus mempertimbangkan beberapa faktor (Gambar 16). Misalnya, sebagian besar *Rhizophora* memerlukan lebih sedikit hari genangan, sementara beberapa spesies bahkan dapat bertahan hanya dengan air hujan. Namun, tunas *Rhizophora* umumnya tidak tumbuh dengan baik di daerah pinggir laut dan perlu ditanam di dekat tanggul tambak yang baru. Penanaman pada zona depan akan lebih berhasil dengan menggunakan spesies yang telah beradaptasi dengan lingkungan zona depan, terutama *Sonneratia alba*, dan dengan menggunakan anakan hasil dari pembibitan yang lebih tinggi dengan tinggi setidaknya 0,5 - 1 m. Terakhir, *Avicennia* dan *Sonneratia* dapat bertahan terhadap genangan air harian, menjadikannya cocok untuk zona depan, dan pneumatofornya sangat baik untuk memerangkap sedimen. *Bruguiera* cocok untuk bagian tanggul yang miring, karena mereka dapat bertahan dengan hari genangan yang sangat sedikit.

Spesies *Avicennia* dan *Sonneratia* dapat ditanam dengan risiko rendah terhadap produksi perairan (Tabel 4). Daun dari sebagian besar spesies mangrove menyediakan substrat untuk pertumbuhan biofilm perfiton, dan daun dari *Ceriops*, *Rhizophora* dan *Sonneratia* memiliki efek anti-virus. Penguraian daun *Rhizophora apiculata* dan *R. mucronata* lebih lambat dibandingkan spesies lain; penguraian memerlukan oksigen, sementara spesies ini juga mengandung tanin dalam jumlah tinggi dan juga zat beracun lainnya, sehingga kurang cocok. Beberapa spesies dapat diambil untuk pakan ternak atau digunakan untuk keperluan rumah tangga dan mata pencaharian lainnya. Untuk penggunaan sebagai pakan ternak, direkomendasikan untuk memilih spesies dengan rasio C/N rendah.

SPESIES	DEDAUNAN UNTUK			DR (%)	C (%)	N (%)	C:N	JENIS AKAR
	PAKAN	TAMBAK	MANUSIA					
<i>Avicennia alba</i>	+	+	+	33	43	2.5	17	PE
<i>Avicennia officinalis</i>	+	+	+	34	47	1.9	25	PE
<i>Avicennia marina</i>	+	-	+	30	44	2.0	22	PE
<i>Kandelia candel</i>	+	+	+	23	47	1.5	31	-
<i>Sonneratia apetala</i>	+	-	+	29	44	1.8	24	PE
<i>Sonneratia caseolaris</i>	+	-	+	20	52	2.6	20	PE
<i>Xylocarpus mekongensis</i>	0	+	0	34	48	3.0	16	PE, B
<i>Lumnitzera racemosa</i>	0	-	0	23	44	2.0	22	-

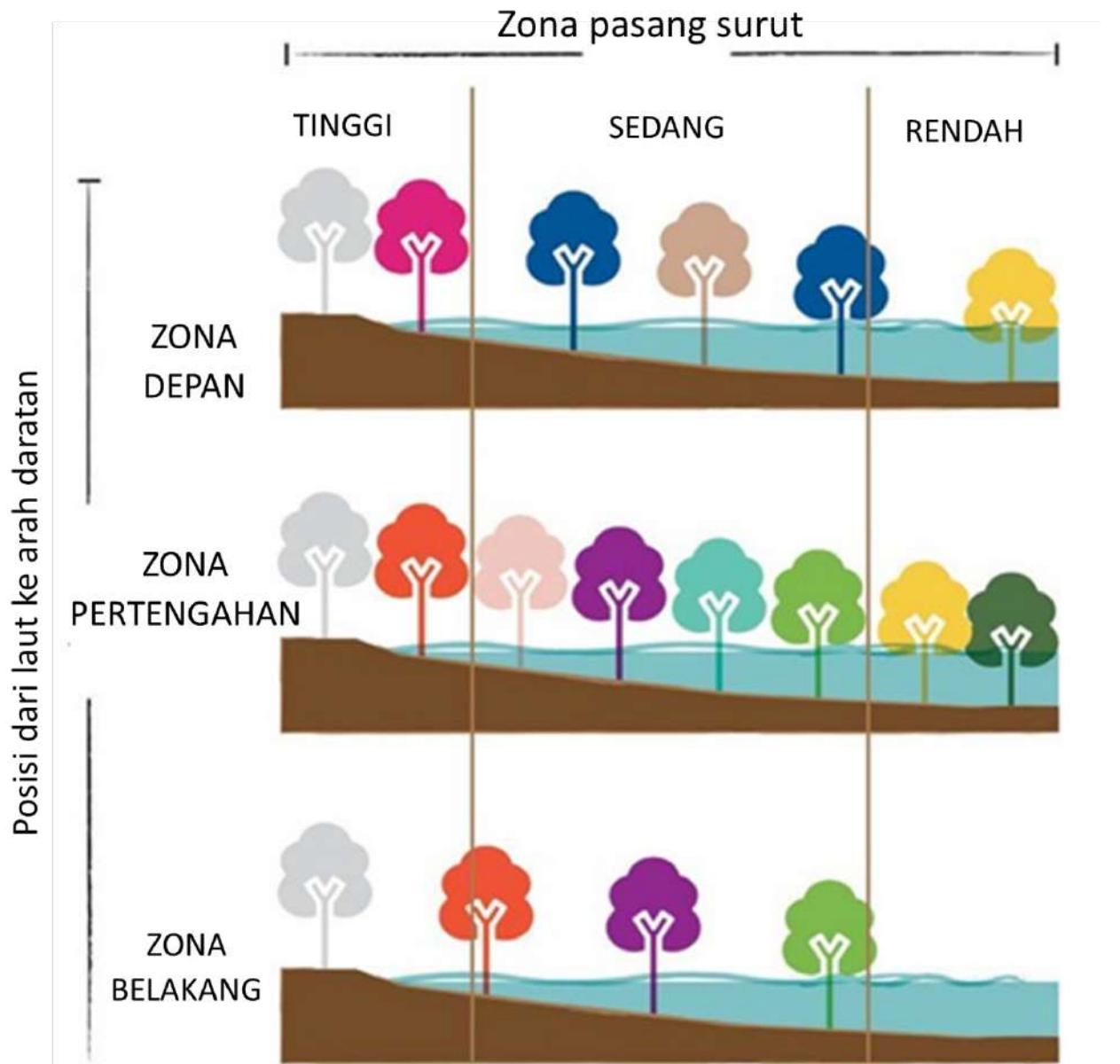
Legenda:

b = buttress (akar banir)
pl = plank (akar papan)

k = knee (akar lutut)
s = stilt (akar tunjang)

pe = pencil (akar pensil)
 - = non-pneumatophore
 (bukan akar napas)

Tabel 4: Karakteristik mangrove yang dapat digunakan dalam AMA, termasuk penggunaan daun yang diketahui (+ = terkonfirmasi; - = tidak ada informasi; 0 = tidak sesuai), laju dekomposisi daun (DR) setelah enam minggu, dan perkiraan rasio C/N (Sumber data: Chanda et.al., 2016), dan jenis akar pneumatofor (Diadaptasi dari K.S. Rahman, M.D.N. Islam, M. Uddin Ahmed, R.H. Bosma, A.O. Debrot & M.D.N Ahsan. pemilihan spesies mangrove untuk budidaya udang berbasis silvofishery di wilayah pesisir Bangladesh. Jurnal Konservasi Pesisir 24:59 <https://doi.org/10.1007/s11852-020-00770-8>).



- | | | |
|--|---|--|
| ● <i>Sonneratia caseolaris</i> | ● <i>Rhizophora mucronata</i> | ● Pohon Dataran Tinggi |
| ● <i>Bruguiera sexangula</i> | ● <i>Bruguiera parviflora</i> | ● <i>Bruguiera gymnorhiza</i> |
| ● <i>Heritiera littoralis</i> | ● <i>Avicennia marina</i> | ● <i>Sonneratia alba</i> |
| ● <i>Aegiceras corniculatum</i> | ● <i>Rhizophora stylosa</i> | |

Gambar 16: Lokasi spesies mangrove di zona pasang surut tinggi, menengah dan rendah, dan jaraknya dari tepi laut, untuk Australia¹⁰. Sebagian besar, jika tidak semua spesies yang disebutkan, juga tumbuh di Indonesia (diadaptasi dari: Duke, 2006).

6 BASELINE AND PEMANTAUAN

Menetapkan data dasar untuk produktivitas budidaya tambak, perikanan, mangrove, dan pendapatan, serta pemantauan perkembangan selanjutnya dapat dilakukan melalui survei terhadap petambak, nelayan, dan rumah tangga mereka. Dengan pelatihan dan dukungan yang tepat, para petambak dapat belajar untuk melakukan sebagian besar hal tersebut sendiri (lihat bab berikutnya, dan Kotak 5).

Pemantauan laju sedimentasi dan ketinggian permukaan tanah mudah dilakukan dengan mengukur tinggi sedimen secara berkala terhadap tiang referensi. Pemulihan mangrove dapat diikuti dengan penghitungan setiap spesies secara berkala dan estimasi tinggi tanaman oleh petambak sendiri atau perwakilan masyarakat.

KOTAK 5: EVALUASI HASIL BUDIDAYA TAMBAK SETELAH PANEN.

1. Setelah panen, petambak dapat menghitung efisiensi penggunaan pakan yang lebih dikenal dengan istilah Rasio Konversi Pakan (FCR). Untuk budidaya ikan nila dan udang secara intensif, pakan merupakan faktor biaya tertinggi, dan FCR memberikan indikasi cepat terkait efisiensi.
2. FCR dihitung dengan cara: *Jumlah Pakan yang Ditebar dibagi dengan Total Berat Panen.*
3. Untuk ikan nila dan udang di tambak, FCR harus di bawah 1,2, bila menggunakan pelet pabrik. FCR untuk pakan buatan sendiri umumnya lebih tinggi, dengan biaya lebih murah.
4. Petambak juga dapat menghitung hasil finansial, dengan mempertimbangkan semua faktor biaya, seperti lahan dan pajak, pendapatan, dan hasil panen yang dikonsumsi oleh rumah tangga. Membagi keuntungan dengan perkiraan jumlah hari kerja, memungkinkan perbandingan margin keuntungan dengan standar upah industri.

Di setiap tambak, petambak harus memantau parameter kualitas air, seperti pH, salinitas, suhu, dan warna air, sebagaimana biasanya dianjurkan. Kualitas air masuk diperkirakan akan membaik secara bertahap seiring dengan pertumbuhan mangrove dan mulai menjalankan fungsi bio-filtrasinya. Namun, hal ini menyangkut parameter kimia, seperti alkalinitas dan hidrogen sulfida (H_2S), yang tidak dapat diukur oleh petambak. Parameter ini dapat dipantau di sungai atau kanal dan di titik masuk air ke tambak oleh para ilmuwan atau petugas penyuluhan perikanan.

Proyek Building with Nature di Demak menggunakan mekanisme insentif keuangan Bio-rights untuk menyediakan investasi lebih besar yang diperlukan untuk memungkinkan pembangunan AMA. Bio-rights adalah mekanisme pembiayaan inovatif untuk menghubungkan pengentasan kemiskinan dan konservasi lingkungan¹¹. Mekanisme ini menyediakan kredit mikro beserta dukungan teknis untuk mengimplementasikan langkah-langkah pembangunan berkelanjutan sekaligus mendorong konservasi dan pemulihan alam. Setelah penerapan langkah-langkah tersebut berhasil, kredit mikro ini diubah menjadi pembayaran definitif (hibah). Mekanisme pembiayaan Bio-rights bergantung pada manajemen pusat dan sumber pendanaan eksternal. Dalam kasus Demak, mekanisme Bio-rights melibatkan pembentukan 10 kelompok masyarakat berbadan hukum di 9 desa. Kelompok masyarakat ini menerima pelatihan dan rekomendasi tentang manajemen kelompok, keterlibatan dalam kebijakan dan perencanaan, serta budidaya tambak berkelanjutan, mata pencaharian alternatif dan restorasi mangrove.

Setelah sistem AMA mereka selesai, para petambak disarankan untuk berpartisipasi dalam Platform Inovasi Pemangku Kepentingan (SIP) dan Kelompok Simpan Pinjam (Lihat bab 8 dan Pedoman CFS). SIP dapat menyelenggarakan sesi pembelajaran tentang penerapan LEISA untuk spesies lain, atau tentang peningkatan infrastruktur tambak, misalnya, melalui tambak '*green-water*' yang terpisah. Petambak dapat menggunakan uang dari Kelompok Simpan Pinjam untuk memperbaiki tambak mereka, misalnya dengan membuat sistem AMA variasi kompleks. Pendekatan kelompok simpan pinjam umumnya hanya cocok untuk belanja modal yang lebih terbatas.

Di Indonesia, manfaat tambahan dari kelompok masyarakat atau kelompok simpan pinjam adalah bahwa kelompok formal dapat mengajukan permohonan bantuan pemerintah melalui berbagai program. Bahkan, beberapa kelompok masyarakat di Demak dapat mengakses dana pemerintah.

8 REFERENSI DAN SUMBER

Pedoman ini membahas banyak topik yang relevan dengan budidaya tambak dan garis pantai mangrove. Informasi penunjang dapat ditemukan dalam pedoman lain dari seri ini dan dalam dokumen-dokumen berikut:

BUDIDAYA PERAIRAN

1. Apud F, Primavera JH, 1983. Farming of Prawns and Shrimps, SEAFDEC Extension Manual No. 5 ISSN – 0115-5369; <http://hdl.handle.net/10862/1492>
2. Hilbrands A & Yzerman C (2004) On-farm fish culture. Agrodok 21. Agromisa Foundation Wageningen. https://publications.cta.int/media/publications/downloads/863_PDF_1.pdf
3. Cameron A (2002) Survey Toolbox for Aquatic Animal Diseases. A Practical Manual and Software Package. ACIAR Monograph No. 94, 375p.
4. SEAFDEC, 2007. InfoTips on mangrove-friendly shrimp farming. Southeast Asian Fisheries Development Center. Iloilo, <http://hdl.handle.net/10862/633>.
5. Tendencia, E.A., Fermin, A.C., dela Peña, M.R., Choresca Jr., C.H., 2006. Effect of *Epinephelus coioides*, *Chanos chanos*, and GIFT tilapia in polyculture with *Penaeus monodon* on the growth of the luminous bacteria *Vibrio harveyi*. *Aquaculture* 253, 48–56.
6. Widowati Lestari L., Sri Rejeki and Ariyati RW, akan terbit. Pedoman Budidaya Udang Multi-tropik Variasi kompleks UNDIP

LEISA

7. Ariyati RW, Sri Rejeki, Lestari L. Widowati, Tita Elfitasari, RH Bosma, 2019. Pengaruh tiga jenis kompos cair yang dikombinasikan dengan daun *Avicennia marina* terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup Udang Windu (*P. monodon*). *Intern. Riset Perairan* 11: 311-321. <https://doi.org/10.1007/s40071-019-00239-x>.
8. Kessler & Moolhuijzen (1994) Low External Input Sustainable Agriculture: Expectations and Realities. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 42-3
9. Rukmana R, 2007. Bertanam Petsai dan Sawi. Kanisius, Yogyakarta.

MANGROVE

10. Duke NC. 2006. Australia's mangroves. University of Queensland, Brisbane, Australia. 200 pp.
11. Eijk P van & Kumar R (2009) Bio-rights in theory and practice. A financing mechanism for linking poverty alleviation and environmental conservation. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands.
12. Eco- Mangrove Rehabilitation, GAP.
13. NF (2007) Mangrove Rehabilitation Guidebook. EU-ASIA PRO ECO II B Post Tsunami Project in Sri Lanka. Global Nature Fund (GNF) Radolfzell, Germany.
14. Mangrove Action Project - Indonesia (2006) Memasak Dengan Mangrove: 25 resep mangrove Indonesia. Yayasan Mangrove, Jakarta.
15. Kementerian Kehutanan Indonesia (2004) Peraturan Menteri Kehutanan No.3/2004 Lampiran I: Pedoman Rehabilitasi Hutan Mangrove dalam Gerakan Rehabilitasi Hutan dan Lahan. Indonesia.
16. Van Oudenhoven et al (2015). Effects of different management regimes on mangrove ecosystem services in Java, Indonesia. *Ocean & Coastal Management*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.08.003>.

MANGROVE AND AQUACULTURE

17. Bosma RH, Nguyen H Tin, Siahainenia AJ, Tran TP Ha & Tran Ngoc Hai, 2014. Shrimp-based livelihoods in mangrove silvo-aquaculture farming systems. *Reviews in Aquaculture* 6 (1) 1-18. (2015).

SEKOLAH LAPANGAN BUDIDAYA TAMBAK

18. Blue Forest: www.blue-forests.org; info@blue-forests.org; +61 411 440443. For the complete curriculum guidelines and the questionnaires.
19. Widowati LL, Ariyati RW, Rejeki S, Bosma RH, akan terbit. Dampak Sekolah Lapangan Budidaya Tambak terhadap Hasil Udang dan Ikan Bandeng, serta Pendapatan Petambak di Demak, Jawa Tengah. *Journal of the World Aquaculture Society*.
20. Dilts R, Bartlett A, Pontius J (1999) From Farmer Field Schools to Community IPM: Ten Years of IPM Training in Asia. FAO-Asia. Bangkok. <https://ipm-info.org/community-ipm-documents/>
21. Hagiwara T, Ogawa S, Kariuki P M, Ndeti J N, Kimondo J M (2011) Farmer Field School Implementation Guide. Farm forestry and livelihood development. Kenya Forests Service, FAO and JICA.
22. Khisa G (2004) Farmers Field School Methodology Training of Trainers Manual.
23. Clark M, Harvey M, West K, Wilburn M (1985) Training Manual in Combatting Childhood Communicable Diseases: Volume I, Peace Corps, Information Collection & Exchange, Training Manual T039, 579 p.) Accessed on 12-2 2019 from <http://www.nzdl.org/> ; See Session 20A.

MATA PENCAHARIAN DAN GENDER

24. Rim, Ji-Yeune & Rouse, John. 2002. The Group Savings Resource Book - A Practical Guide to Help Groups Mobilize and Manage Their Savings. FAO. <http://www.fao.org/docrep/005/Y4094E/y4094e04.htm>.
25. FAO (1996) Field guide on gender and IPM. FAO-Integrated Pest Management office & Plant Protection Department MARD, Center for Family and Women's Studies. Hanoi. https://ipm-info.org/library/documents/gender_vietnam.pdf

PEMULIHAN KAWASAN PESISIR

26. BwN, 2018. Building with Nature untuk memulihkan pantai berlumpur tropis yang terabrasi – Struktur Permeable. Pedoman Teknis No 4.
27. Spalding M, McIvor A, Tonneijck FH, Tol S, van Eijk P (2014) Mangroves for coastal defence. Guidelines for coastal managers & policy makers. Published by Wetlands International and The Nature Conservancy. 42 p. Link: <https://www.wetlands.org/publications/mangroves-for-coastal-defence/>

REFERENSI LAIN YANG DIKUTIP DALAM DOKUMEN INI:

28. KKP. Komunikasi lisan
29. KLHK, 2015
30. Global Mangrove Alliance: <http://www.mangrovealliance.org/>

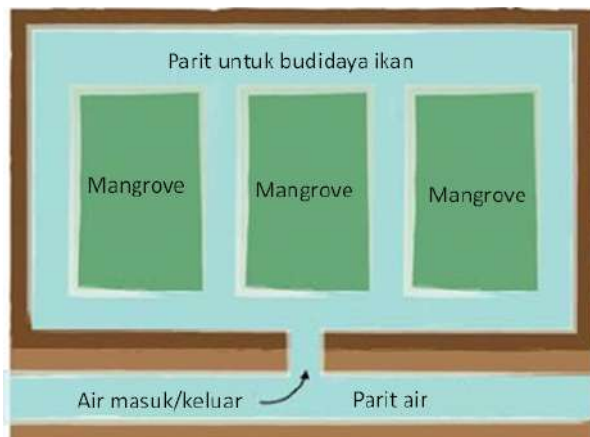




LAMPIRAN

X LAMPIRAN 1: SISTEM SILVO-AKUAKULTUR YANG UMUM

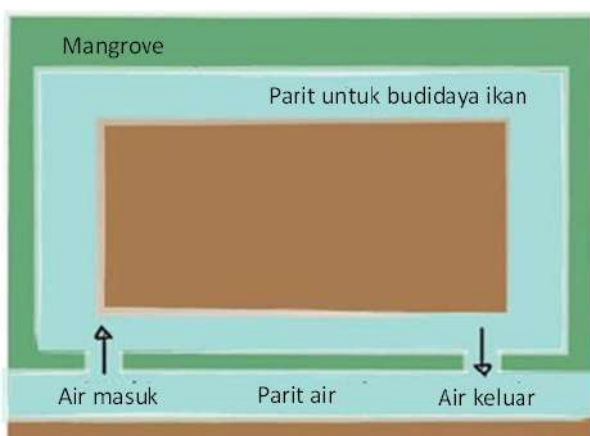
Beberapa sistem silvo-akuakultur yang umum diterapkan di Indonesia tidak menyediakan jasa ekosistem yang memadai dan karenanya tidak disarankan untuk pelaksanaan Building with Nature yang efektif dan berkelanjutan.



Gambar 17a: Tambak biasa dengan parit dan sistem satu pintu air serta tiga platform mangrove, yang disebut Model Empang Parit Tradisional (Sofiawan, 2000). Secara resmi diakui oleh Kementerian Kehutanan (2004) sebagai opsi ketiga dari empat opsi silvofishery (ilustrasi diadaptasi dari: Audrie Siahainenia).



Gambar 17b: Modifikasi dari tambak biasa dengan parit tanpa tanggul tengah, yang disebut Model Komplangan (Sofiawan, 2000). Diakui secara resmi oleh Kementerian Kehutanan (2004) sebagai opsi kedua dari empat opsi silvofishery (ilustrasi diadaptasi dari: Audrie Siahainenia).



Gambar 17c: Tipe tambak terbuka (Model Empang Terbuka) dengan sistem dua pintu air dan tepian yang ditinggikan (Sofiawan, 2000). Secara resmi diakui oleh Kementerian Kehutanan (2004) sebagai opsi keempat dari empat opsi silvofishery. Masyarakat setempat cenderung menggunakan opsi ini, beberapa juga tanpa peninggian. Model ini kemudian dikenal sebagai model tanggul (ilustrasi diadaptasi dari Audrie Siahainenia).



Gambar 17d: Model Kao-Kao dengan tiga parit terpisah dengan sistem satu pintu air. Air dapat mengalir dari parit ke parit, tergantung pada pasang surut air laut (Sofiawan, 2000). Perhatikan bahwa area yang berwarna lebih terang adalah saluran, bukan tanggul (ilustrasi diadaptasi dari: Audrie Siahainenia).

Sumber: Pengaruh berbagai rezim pengelolaan yang berbeda terhadap jasa ekosistem mangrove di Jawa, Indonesia. Van Oudenhoven, A.P.E., A.J. Siahainenia, I. Sualia, F.H. Tonneijck, S. Van der Ploeg dan R.S. de Groot Makalah teknis untuk proyek 'Mangrove Capital'. Desember 2014

Udang windu dari tambak revitalisasi milik Pak Syafa'adi, salah satu anggota kelompok masyarakat Onggojoyo Jaya di Dusun Gojoyo, Desa Wedung (© Pak Maksur)



X DAFTAR SINGKATAN, GAMBAR DAN TABEL

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Deskripsi
AMA	Associated Mangrove Aquaculture – Budidaya Tambak Terhubung Mangrove
CFS	Sekolah Lapangan Pesisir
cm ²	Sentimeter/meter persegi
DWL	Design Water Level
ESS	<i>Ecosystem Services</i> - Jasa Ekosistem
EUR	Euro
FCR	<i>Feed Conversion Ratio</i> – Rasio Konversi Pakan
ha	Hektar
HAT	<i>Highest Astronomical Tide</i> – muka air laut tertinggi
HHWS	<i>Highest High Water Spring</i> – muka air laut tertinggi saat pasang purnama
IDR	Indonesia Rupiah
kg	kilogram (berat)
LAT	<i>Lowest Astronomical Tide</i> - muka air laut terendah
LEISA	<i>Low External Input Sustainable Aquaculture</i> – Budidaya Tambak Berkelanjutan dengan Input Eksternal Rendah
LLWS	<i>Lowest Low Water Spring</i> - muka air laut terendah saat surut purnama
m	meter (jarak)
MHWS	<i>Mean High Water Spring</i> – rerata pasang purnama
MLWS	<i>Mean Low Water Spring</i> – rerata surut purnama
mm	millimeter (jarak)
MSL	<i>Mean Sea Level</i> – muka laut rata-rata
SIP	<i>Stakeholder Innovation Platforms</i> - Platform Inovasi Pemangku Kepentingan
TEV	<i>Total Economic Value</i> - Nilai Ekonomi Total
USD	Dolar Amerika Serikat
th	Tahun

LIST OF FIGURES

NO. GAMBAR	HAL.	JUDUL
1	7	Perubahan garis pantai Demak (timur laut Semarang), 1972-2015 (© Wetlands International, berdasarkan peta dari fotografi udara, WorldView, Landsat, US Army, Peta Rupa Bumi Indonesia).
2	7	Tambak silvofishery yang hilang di tempat lain di Jawa (© Roel Bosma)
3	9	AMA standar untuk tambak tunggal (© Roel Bosma)
4	11	Sekolah Lapangan Pesisir (© Boskalis)

NO. GAMBAR	HAL.	JUDUL
5	12	Gambaran tambak umum tanpa mangrove (© Roel Bosma)
6a	14	AMA sesaat setelah pembangunan di Tambakbulusan (© Suhadi, Blue Forests)
6b	14	AMA sesaat setelah pembangunan di Tambakbulusan (© Suhadi, Blue Forests)
6c	14	6 bulan setelah pembangunan di Tambakbulusan (© Suhadi, Blue Forests)
6d	14	6 bulan setelah pembangunan di Tambakbulusan (© Suhadi, Blue Forests)
7	15	Sistem AMA variasi kompleks untuk pengelolaan air yang lebih baik (© Roel Bosma)
8a	16	Kondisi saat ini (© Roel Bosma)
8b	16	Sistem AMA sederhana (© Roel Bosma)
8c	16	AMA variasi kompleks (© Roel Bosma)
9	18	Dimensi minimum yang direkomendasikan untuk tambak ikan setelah diubah ke sistem AMA untuk tambak yang lebih kecil dari 3 ha, seperti di Demak.
10	19	Tampilan lanskap dengan sungai (© Roel Bosma)
11	21	Sekop dan rakit yang digunakan untuk mengeruk tambak dan mengumpulkan sedimen untuk membangun tanggul (© Roel Bosma)
12	21	Gambar tanggul baru dengan sekat-sekat bambu, yang diikat satu sama lain dengan kawat besi, masih terpasang, dan tanggul sungai yang lama sebagai latar belakang (© Roel Bosma)
13a	22	Kondisi asli tambak
13b	22	Sebelum memulai konstruksi, tambak harus dikeringkan selama LLWS.
13c	22	Tanggul digeser 10 m atau lebih ke arah daratan. Tanggul baru akan dibangun secara bertahap untuk memungkinkan tanah mengering dan memadat. Puncak tanggul dirancang pada LAT +2,0 m; yaitu 0,5 m di atas Design water level (DWL). DWL adalah penjumlahan dari HHWS, penurunan muka tanah dan kenaikan muka air laut selama 2 tahun masa desain.
13d	23	Kemiringan tanggul dapat sama dengan pengalaman pemilik tambak, jika tidak diketahui, gunakan 1:1,5 (V:H) untuk tinggi tanggul 1 m. Semakin tinggi tanggul, semakin landai kemiringannya.
13e	23	Pengisian tambak dengan air
13f	23	Setelah tanggul baru dibangun dan tambak terisi air, tanggul lama dapat dijadikan sebagai habitat mangrove, dengan sedikit material timbunan yang diperlukan. Habitat baru dimulai dari HHWS, dengan panjang minimal 10 m.
14	24	Eceng gondok yang telah dicacah dan akan digunakan sebagai kompos untuk praktik LEISA (© Cynthia Boll)

NO. GAMBAR	HAL.	JUDUL
15	26	Diagram lanskap tiga tambak yang berbagi sabuk hijau atau hamparan mangrove di sebelah kiri, saluran masuk air di bagian bawah, saluran keluar di bagian atas, dan tambak sedimentasi di sudut kiri atas. Pada saat air surut, arus air mengalir dari bawah ke atas menuju laut. (© Roel Bosma)
16	30	Lokasi spesies mangrove di zona pasang surut tinggi, menengah dan rendah, dan jaraknya dari tepi laut, untuk Australia ¹⁰ . Sebagian besar, jika tidak semua spesies yang disebutkan, juga tumbuh di Indonesia (diadaptasi dari: Duke, 2006).
17a	37	Tambak biasa dengan parit dan sistem satu pintu air serta tiga platform mangrove, yang disebut Model Empang Parit Tradisional (Sofiawan, 2000). Secara resmi diakui oleh Kementerian Kehutanan (2004) sebagai opsi ketiga dari empat opsi silvofishery (ilustrasi diadaptasi dari: Audrie Siahainenia).
17b	37	Modifikasi dari tambak biasa dengan parit tanpa tanggul tengah, yang disebut Model Komplangan (Sofiawan, 2000). Diakui secara resmi oleh Kementerian Kehutanan (2004) sebagai opsi kedua dari empat opsi silvofishery (ilustrasi diadaptasi dari: Audrie Siahainenia).
17c	37	Tipe tambak terbuka (Model Empang Terbuka) dengan sistem dua pintu air dan tepian yang ditinggikan (Sofiawan, 2000). Secara resmi diakui oleh Kementerian Kehutanan (2004) sebagai opsi keempat dari empat opsi silvofishery. Masyarakat setempat cenderung menggunakan opsi ini, beberapa juga tanpa peninggian. Model ini kemudian dikenal sebagai model tanggul (ilustrasi diadaptasi dari Audrie Siahainenia).

DAFTAR TABEL

TABLE NO.	PAGE	TITLE
1	8	Nilai TEV minimum dan maksimum dari empat ESS mangrove (USD/ha/tahun)
2	8	Produksi untuk budidaya tambak seluas 12 ha
3	10	Angka untuk petambak non-LEISA dan LEISA pada tahun 2017 dan 2018 dibandingkan dengan data awal pada tahun 2015 dari rata-rata hasil panen bandeng dan udang untuk semua petambak yang menerima pelatihan (2017/18) dan sampel kecil (S-2017 & S-2018), serta biaya operasional tambak, pendapatan, dan margin kotor untuk sampel kecil.
4	29	Karakteristik mangrove yang dapat digunakan dalam AMA, termasuk penggunaan daun yang diketahui (+ = terkonfirmasi; - = tidak ada informasi; 0 = tidak sesuai), laju dekomposisi daun (DR) setelah enam minggu, dan perkiraan rasio C/N (Sumber data: Chanda et.al., 2016), dan jenis akar pneumatofor (Diadaptasi dari K-S Rahman, Md N Islam, M Uddin Ahmed, R H Bosma, A O Debrot & Md. N Ahsan, dalam penyusunan).

BUDIDAYA TAMBAK TERHUBUNG MANGROVE

BUILDING WITH NATURE
UNTUK MEMULIHKAN PANTAI
BERLUMPUR TROPIS TERABRASI

