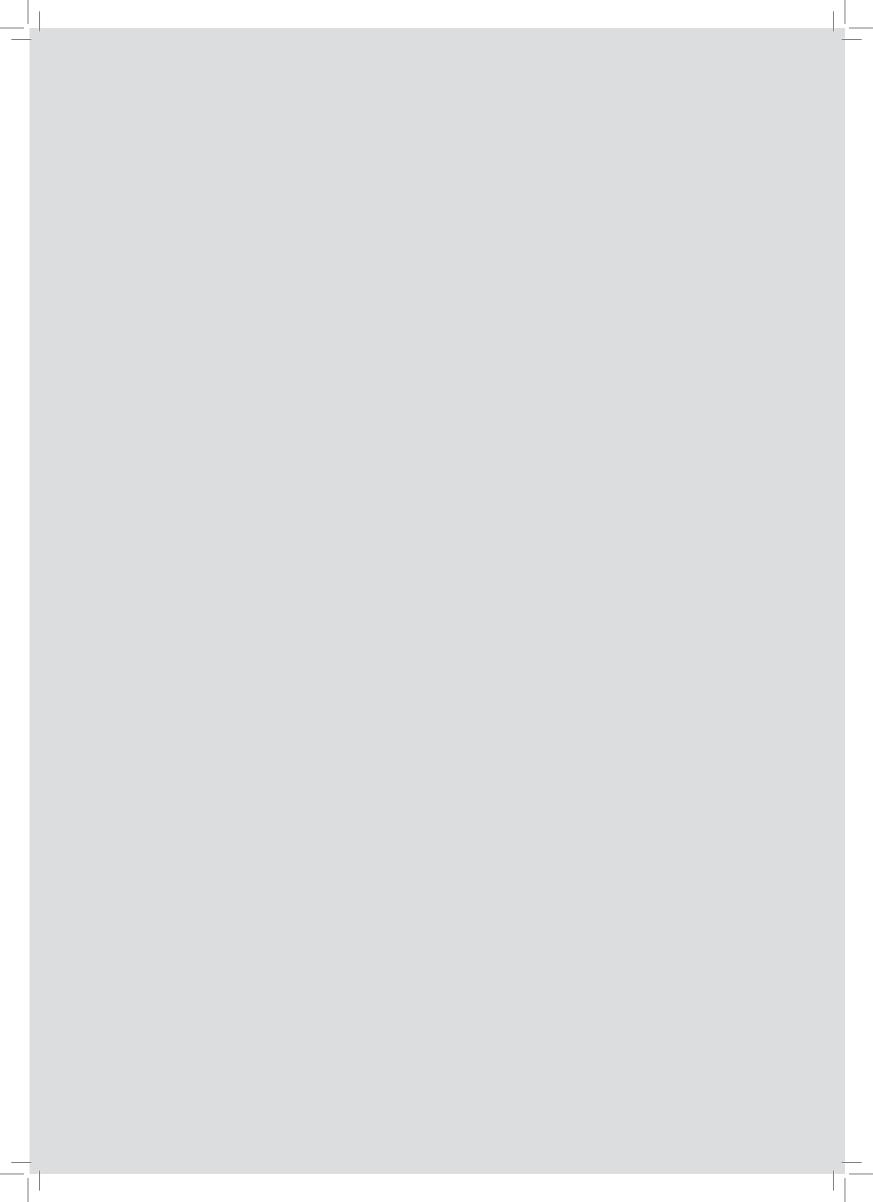






MODUL PENDIDIKAN KONSERVASI SUMBERDAYA KELAUTAN UNTUK ANAK MUDA DI KABUPATEN SUMBAWA



MODUL PENDIDIKAN KONSERVASI SUMBERDAYA KELAUTAN UNTUK ANAK MUDA DI KABUPATEN SUMBAWA

USAID – Indonesia Marine and Climate Support (IMACS) Project Penerima hibah IMACS: Komunitas Penjaga Pulau Tim Penyusun: Eni Hidayati, Ida Ansharyani, Ika Yuni Agustin, Saki Erna Sari

September 2013

Pandangan penulis dinyatakan dalam publikasi ini tidak mencerminkan pandangan dari United States Agency for International Development atau Pemerintah Amerika. Publikasi ini dibuat untuk direview oleh United States Agency for International Development. Dokumen ini disiapkan oleh Komunitas Penjaga Pulau

Daftar Isi

LATAR BELAKANG RINGKASAN ISI MODUL SILABUS	i ii iii - >
BAB I PRINSIP DASAR EKOSISTEM I.I. Ekologi dan Ekosistem I.2. Ekosistem Pesisir	
BAB II EKOSISTEM MANGROVE 2.1. Prinsip Dasar Ekosistem Mangrove 2.2. Kerusakan Ekosistem Mangrove 2.3. Rehabilitasi Mangrove	7 7 25 28
BAB III EKOSISTEM LAMUN 3.1. Prinsip Dasar Ekosistem Lamun 3.2. Kerusakan Ekosistem Padang Lamun 3.3. Rehabilitasi Ekosistem Padang Lamun	35 35 40 42
BAB IV EKOSISTEM TERUMBU KARANG 4.1. Prinsip Dasar Ekosistem Terumbu Karang 4.2. Kerusakan Ekosistem Terumbu Karang 4.3. Rehabilitasi Ekosistem Terumbu Karang	46 46 52 56
BABV PERUBAHAN IKLIM 5.1. Konsep Dasar Perubahan Iklim 5.2. Dampak Perubahan Iklim 5.3. Mitigasi dan Adaptasi	60 60 62 64
BABVI PENGELOLAAN SUMBERDAYA PESISIR DAN LAUT 6.1. Peraturan Perundang-Undangan 6.2. Praktek Pengelolaan Sumberdaya Pesisir Secara Berkelanjutan	66 66 70
PETUNJUK PRAKTIKUM PRE-TEST POST-TEST	75 80 86
Daftar Pustaka	97

Daftar Gambar

Gambar I.I.	Sebaran Ekosistem Pesisir di Kabupaten Sumbawa	
Gambar 2.1.	Zonasi Mangrove	9
Gambar 2.2.	Mangrove Melindungi Ekosistem Pesisir dan Laut yang Lainnya	10
Gambar 2.3.	Persentase Luas Mangrove di Dunia	13
Gambar 2.4.	Persebaran Ekosistem Mangrove di Wilayah Nusa Tenggara Barat	14
Gambar 2.5.	Bentuk-Bentuk Perakaran Mangrove	15
Gambar 2.6.	Berbagai Buah Jenis Pohon Mangrove	16
Gambar 2.7.	Luas Hutan Mangrove Dunia 1980 – 2005	25
Gambar 2.8.	Layout Plot Ukur	27
Gambar 3.1.	Morfologi Lamun	36
Gambar 4.1.	Polip	47
Gambar 4.2.	Karang Batu	48
Gambar 4.3.	Karang Lunak	48
Gambar 4.4.	Cara Karang Makan	48
Gambar 4.5.	Acanthaster Planci	49
Gambar 4.6.	Drupella	49
Gambar 4.7.	Peta Persebaran Terumbu Karang di Dunia	50
Gambar 4.8.	Coral Triangle	51
Gambar 4.9.	Persentase Kondisi Terumbu Karang	52
	Dunia dan Penyebab Rusaknya	
Gambar 4.10.	Tahapan Transplantasi Karang	59
Gambar 5.1.	Perubahan Temperatur tahun 1850 hingga 2000	61
Gambar 5.2.	Proses Terjadinya Efek Rumah Kaca	61

Daftar Tabel

Tabel 2.1. Kriteria Baku Kerusakan Mangrove	27
Tabel 3.1. Pembobotan Komponen Ekosistem Lamun	41
Tabel 3.2. Klasifikasi Kondisi Ekosistem Lamun	41
Tabel 4.1. Status Terumbu Karang Indonesia tahun 2010 – 2012	52
Tabel 4.2. Klasifikasi Kondisi Ekosistem Terumbu Karang	56
Tabel 5.1. Dampak Perubahan Iklim	62
Tabel 5.2. Adaptasi di Daerah Pesisir/Bahari	65

LATAR BELAKANG

Berapa banyakkah dari kita yang menyadari pentingnya fungsi hutan mangrove, padang lamun, dan terumbu karang bagi kelangsungan hidup kita, terutama kita yang hidup di kawasan pesisir dan memiliki mata pencaharian bergantung pada sumberdaya dan jasa yang dihasilkan ekosistem-ekosistem tersebut? Jawabannya bisa beragam, bisa banyak, bisa segelintir, bisa tidak tahu. Satu hal yang pasti bahwa kondisi ekosistem pesisir dan laut terus mengalami kerusakan. Indonesia menjadi Negara nomor I di dunia dalam hal luas mangrove dan juga tingkat kerusakannya. Demikian juga terumbu karang dan padang lamun.

Kerusakan ekosistem pesisir dan laut ini diperparah dengan adanya perubahan iklim yang mengancam para nelayan dan masyarakat yang tinggal di daerah rawan bencana seperti mereka yang tinggal di pulau-pulau kecil dan pesisir. Perubahan iklim telah mengakibatkan terjadinya perubahan cuaca dan musim dan naiknya permukaan air laut. Jika tidak segera diantisipasi, sebagian besar masyarakat Indonesia yang mengandalkan penghidupan dari sektor-sektor yang rentan terhadap iklim seperti perikanan akan merasakan dampak yang signifikan.

Perbaikan ekosistem mangrove, lamun, dan terumbu karang dapat menjadi upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Langkah adaptasi pemerintah Indonesia seperti tertuang dalam Rencana Aksi Nasional menyebutkan beberapa kegiatan terkait dengan konservasi mangrove, lamun, dan terumbu karang seperti I) Penyadaran publik untuk meningkatkan perlindungan ekosistem pesisir dan laut, dan 2) Perlindungan dan konservasi terumbu karang, mangrove, lamun, dan vegetasi pinggir pantai. Oleh karena itu, penting untuk melakukan kegiatan pendidikan konservasi sumberdaya pesisir dan kelautan.

Anak muda adalah agen perubahan yang signifikan dan akan menjadi stakeholder penting di masa datang. Oleh karena itu,

penting untuk memberikan pengetahuan dan keterampilan anak muda tentang konsep dasar ekosistem-ekosistem ini, fungsi, cara rehabilitasi, dan cara pengelolaan yang lestari. Pengetahuan dan keterampilan ini penting untuk meningkatkan ketahanan masyarakat pesisir dari perubahan iklim.

TUJUAN

Modul ini dibuat sebagai sumber bahan acuan dalam kegiatan pendidikan konservasi sumberdaya kelautan untuk anak muda di Sumbawa di bawah program Indonesian Marine Climate Support (IMACS). Modul ini dapat digunakan untuk kegiatan pendidikan lainnya.

SASARAN

Modul ini dibuat untuk digunakan oleh siswa/i Sekolah Menengah Atas (SMA) dan sederajat.

HASILYANG DIHARAPKAN

Setelah menyelesaikan kegiatan pendidikan ini, anak-anak muda yang berpartisipasi diharapkan akan memiliki pengetahuan, kesadaran, dan kapasitas yang diperlukan untuk berkontribusi positif dalam perbaikan, pemeliharaan, dan penggunaan sumberdaya pesisir dan laut secara berkelanjutan.

RINGKASAN ISI MODUL

Modul ini berisi materi tentang konsep dasar tiga ekosistem penting di pesisir dan laut yaitu ekosistem mangrove, lamun, dan terumbu karang. Modul ini juga berisi materi tentang perubahan iklim, peraturan perundang-undangan terkait pengelolaan kawasan pesisir, dan contoh pengelolaan kawasan pesisir secara berkelanjutan. Materi disajikan dalam enam bab.

- **BAB I:** berisi tentang konsep ekologi dan ekosistem yang meliputi pengertian, klasifikasi, struktur, dan fungsi ekosistem; penjelasan singkat tentang ekosistem apa saja yang termasuk dalam ekosistem pesisir; dan persebaran ekosistem pesisir dan laut di Kabupaten Sumbawa.
- **BAB 2**: berisi penjelasan tentang ekosistem mangrove yang meliputi karaketristik habitat mangrove, fungsi mangrove, reproduksi mangrove, zonasi ekosistem mangrove, adaptasi tumbuhan mangrove, biota yang berasosiasi dengan hutan mangrove; persebaran mangrove di dunia, Indonesia, dan Kabupaten Sumbawa; cara identifikasi mangrove; penyebab dan dampak kerusakan mangrove, cara menganalisa kesehatan mangrove; dan cara rehabilitasi mangrove.
- **BAB 3**: berisi penjelasan tentang ekosistem padang lamun yang meliputi ciri-ciri ekologis, biologi lamun, syarat hidup lamun, fungsi lamun, rantai makanan, asosiasi lamun dengan biota lainnya, persebaran lamun, jenis lamun, penyebab dan dampak kerusakan ekosistem lamun, cara mengukur kesehatan ekosistem lamun, dan cara rehabilitasi lamun.
- **BAB 4**: berisi penjelasan tentang ekosistem terumbu karang yang meliputi syarat hidup karang, biologi karang, cara karang berkembang biak, fungsi terumbu karang, biota yang berasosiasi dengan terumbu karang, sebaran terumbu karang, coral triangle, kondisi ekosistem terumbu karang global dan di Indonesia, penyebab dan dampak kerusakan terumbu karang, coral bleaching, cara menganalisa kesehatan karang, dan cara rehabilitasi karang.
- **BAB 5**: berisi penjelasan tentang perubahan iklim yang meliputi definisi perubahan iklim, bukti-bukti perubahan iklim, penyebabnya, dampaknya, adaptasi dan mitigasi perubahan iklim.
- BAB 6: berisi penjelasan tentang peraturan perundang-undangan yang mengatur pengelolaan kawasan pesisir, peraturan perundang-undangan yang mengatur alat dan cara tangkap ikan, dan contoh pengelolaan kawasan pesisir dan laut secara berkelanjutan berbasis masyarakat.

INDONESIAN MARINE AND CLIMATE SUPPORT (IMACS)

PENDIDIKAN KONSERVASI SUMBERDAYA KELAUTAN UNTUK ANAK MUDA DI KABUPATEN SUMBAWA

SILABUS

PRE-TEST: (1 x 75 menit)

Standar Kompetensi: 1. Memahami Ekosistem

Kompetensi	Materi	Kegiatan Pembelajaran Indikator	Indikator	Penilaian	Alokasi	Sumber/Bahan
Dasar	Pembelajaran				Waktu	/alat
1.1. Mampu	Prinsip dasar	 Penyampaian materi 	Menjelaskan	Pertanyaan	30 menit di	Sumber:
menjelaskan	ekosistem:	menggunakan	struktur ekosistem	nomor 1 dan	kelas.	Modul halaman
prinsip	 Struktur ekosistem 	powerpoint	 Mengidentifikasi 	2 pada saat		1-7
dasar	 Fungsi ekosistem 	presentation (20	komponen	Post Test		
ekosistem		menit).	penyusun			Bahan:
		 Diskusi atau Tanya 	ekosistem	Rangkuman		Powerpoint
		jawab (10 menit)	 Menggambarkan 	siswa		presentation
			hubungan antar			
			komponen			Panduan Diskusi
			ekosistem.			
			 Menjelaskan fungsi 			
			ekosistem			

Standar Kompetensi: 2. Memahami Ekosistem Pesisir dan Laut

Kompetensi	Materi	Kegiatan	Indikator	Penilaian	Alokasi	Sumber/Bahan
Dasar	Pembelajaran	Pembelajaran			Waktu	/alat
2.1. Mampu	Pengertian	 Penyampaian materi 	 Mendeskripsikan 	Laporan hasil	75 menit di	Sumber: Modul
menjelaskan	ekosistem	menggunakan	pengertian ekosistem	pengamatan di	kelas	halaman 8 - 41
konsep dasar	mangrove	powerpoint	mangrove dan syarat	lapangan per		
ekosistem	 Syarat hidup 	presentation (50	hidup mangrove.	kelompok.	90 menit di	Bahan:
mangrove	mangrove.	menit)	 Menjelaskan zonasi 		lapangan.	Powerpoint
	 Biologi 	 Melakukan diskusi atau 	ekosistem mangrove.	Keaktifan		presentation
	tumbuhan	Tanya-jawab (10 menit)	 Mengidentifikasi 	dalam diskusi		
	mangrove.	 Penjelasan tentang 	bentuk bentuk			Panduan di
	 Fungsi hutan 	petunjuk praktikum (15	akar dan adaptasi	Presentasi		lapangan
	mangrove.	menit)	daun tumbuhan di			
	 Asosiasi biota 	 Pengamatan di 	hutan mangrove	Post test		
	dengan hutan	lapangan untuk	 Mendiskusikan fungsi 	nomor 3 - 8		
	mangrove.	mengidentifikasi	hutan mangrove.			
	Sebaran	bentuk akar, daun,	 Mendiskusikan biota 			
	mangrove	buah, dan bunga	yang berasosiasi			
	global,	spesies penyusun	dengan mangrove.			
	Indonesia,	ekosistem mangrove,	 Menjelaskan sebaran 			
	Sumbawa.	mengamati zonasi	mangrove di dunia,			
		mangrove. (90 menit)	Indonesia, dan			
			Sumbawa.			
	Penyebab dan	 Film berdurasi 10 	 Mendeskripsikan 	Keaktifan	65 menit di	Modul halaman
	Dampak	menit.	perilaku manusia yang	dalam diskusi	kelas.	8 - 41
	Kerusakan	 Diskusi (20 menit) 	menyebabkan	Presentasi		Film berjudul
	Mangrove	 Presentasi (35 menit) 	kerusakan mangrove.			Naked Coast:
	karena ulah		 Mengidentifikasi 	Post test		the Loss of
	manusia		dampak kerusakan	nomor 3 – 8.		Sumbawa's
			ekosistem mangrove,			Mangrove
			lamun, dan terumbu			
			karang terhadap			
			manusia (dampak			

			ekologis, ekonomis, dan lain-lain).			
	Cara mengukur	Penjelasan	 Menjelaskan cara 	Tugas mandiri	20 menit di	Sumber: Modul
	kesehatan	menggunakan	mengetahui tingkat	laporan	dalam kelas	halaman 8 - 41
	ekosistem	powerpoint tentang	kerusakan mangrove	pengukuran di		
	mangrove.	cara mengukur	berdasarkan	lapangan.	90 menit di	Bahan:
		kesehatan mangrove	kerapatan pohon		lapangan.	Powerpoint
		(20 menit).	per hektar dan	Keaktifan di		presentation
			parameter pH,	lapangan		
		Melakukan	salinitas, dan suhu.			Alat:
		pengukuran terhadap		Post test		Multi parameter
		parameter fisik-kimia		nomor 3 – 8.		tester (pH,
		habitat mangrove –				salinitas,
		pH, temperatur,				temperature)
		salinitas, substrat, dan				
		pasang surut -, dan				Tali rapiah,
		mengamati biota di				Rol meter,
		ekosistem mangrove				Lembar
		(90 menit).				pengisian data
						di lapangan.
	Ekosistem	 Presentasi 	 Menjelaskan cara 	Post test	40 menit di	Sumber: Modul
	mangrove	menggunakan	pembibitan,	nomor 3 – 8.	dalam kelas	halaman 8-41
	 Metode 	powerpoint tentang	penanaman, dan			
	pembibitan	cara-cara rehabilitasi	pemeliharaan			
	mangrove	mangrove (40	mangrove.			
	 Cara menanam 	menit).				
	dan merawat					
	mangrove					
2.2. Mampu	• Ciri-ciri	 Eksplorasi awal 	 Menjelaskan 	Post test	40 menit di	Powerpoint
menjelaskan	ekosistem	pengetahuan siswa (10	pengertian ekosistem	nomor 9 - 12	kelas	
konsep dasar	lamun.	menit)	lamun.			Modul
ekosistem	 Syarat hidup 	 Penyampaian materi 	 Menyebutkan syarat 			
lamun	lamun.	menggunakan	hidup dan ciri-ciri			
	 Biologi lamun. 	powerpoint	ekosistem lamun.			

<u>•</u>	Fungsi lamun.	presentation (20	Menjelaskan			
ĕ •	Asosiasi biota	menit)	Produktivitas			
Ď	dengan	 Diskusi dan Tanya 	/rantai			
<u>a</u>	lamun.	jawab (10 menit)	makanan di padang			
• Sc	Sebaran		lamun.			
<u>la</u>	lamun global,		 Menjelaskan fungsi 			
드	Indonesia,		lamun, sebaran			
S	Sumbawa.		lamun, dan asosiasi			
			biota dengan lamun.			
• •	Penyebab dan	Penjelasan materi	Mendeskripsikan	Keaktifan	10 menit di	Modul halaman
ŏ	dampak	menggunakan	perilaku manusia yang	dalam diskusi	kelas.	42 - 57
*	kerusakan	powerpoint.	menyebabkan	Presentasi		
<u>a</u>	lamun karena		kerusakan lamun.			Powerpoint
<u></u>	ulah manusia		 Mengidentifikasi 	Post test		
			dampak kerusakan	nomor 9 – 12		
			ekosistem terhadap			
			manusia (dampak			
			ekologis, ekonomis,			
			dan lain-lain).			
• Car	Cara mengukur	Penjelasan	 Menjelaskan cara 	Tugas mandiri	40 menit di	Sumber: Modul
kes	kesehatan	menggunakan	mengetahui tingkat	laporan	dalam kelas	halaman 42 - 57
eko	ekosistem	powerpoint tentang	kerusakan lamun	pengukuran di		
lamun.	ıun.	cara mengukur	berdasarkan persen	lapangan.	90 menit di	Bahan:
		kesehatan lamun dan	tutupan lamun,		lapangan.	Powerpoint
		petunjuk praktikum	jumlah jenis lamun,	Keaktifan di		presentation
		(40 menit).	dan jumlah jenis	lapangan		
			alga.			Alat:
		Melakukan		Post test		Multi parameter
		pengukuran		nomor 9 – 12		tester (pH,
		kesehatan ekosistem				salinitas,
		lamun (180 menit).				temperature)
						Kuadrat ukuran

						1m x 1 m, Rol meter, Lembar pengisian data di lapangan.
Rehabi Lamun Lamun lam lam lam jan jan jan	Rehabilitiasi Lamun Transplantasi lamun (dengan jangkar dan tanpa jangkar)	Presentasi menggunakan powerpoint tentang cara-cara rehabilitasi lamun (25 menit).	Menjelaskan cara transplantasi lamun dengan metode jangkar dan tanpa jangkar	Post test nomor 9 - 12.	25 menit di dalam kelas	Sumber: Modul halaman 42 - 57
	Ciri-ciri ekosistem terumbu karang. Syarat hidup karang. Biologi karang. Fungsi terumbu karang. Asosiasi biota dengan terumbu karang. Sebaran terumbu karang. Subaran terumbu karang.	Menggunakan powerpoint presentation dan film untuk menjelaskan biologi karang (tipe, cara reproduksi, cara makan, dll.), syarat hidup karang (habitat), fungsi terumbu karang, asosiasi biota dengan terumbu karang (20 menit)	Menjelaskan pengertian ekosistem terumbu karang Menyebutkan tipetipe terumbu karang dan menjelaskan proses pembentukannya. Menjelaskan polip dan koloni karang batu. Mengambarkan cara berkembang biak. Menjelaskan cara dengan dalam asosiasi dengan Zooxanthellae.	Post test nomor 13 - 20	20 menit di dalam kelas	Sumber: Modul halaman 58 - 73 Bahan: Powerpoint presentation
ادة	Penyebab dan	Pemutaran film dan	Mendeskripsikan	Keaktifan	25 menit di	Modul halaman

58 - 73	Film berjudul	Marine Life of	Sumbawa.			Modul halaman	58 - 73		Powerpoint												Modul halaman	58 – 73.	Film berjudul	Youth-based	coral	transplantation	in Sumbawa	Island.
kelas.						30 menit di	kelas														50 menit di	kelas						
dalam diskusi Presentasi		Post test	nomor 13 – 20			Post test	nomor 13 – 20														Essay		Post test	nomor 13 – 20				
perilaku manusia yang menyebabkan	kerusakan lamun.	 Mengidentifikasi 	dampak kerusakan	manusia (dampak	ekologis, ekonomis, dan lain-lain).	 Menjelaskan metode 	line intercept transek,	kuadrat transek, dan	belt transek dalam	menghitung persen	tutupan karang hidup	sebagai indikator	kesehatan ekosistem	terumbu karang.	 Menjelaskan 	persentase tutupan	karang hidup yang	menjadi kategori baik	sekali, baik, sedang,	dan rusak.	 Menjelaskan cara 	transplantasi karang						
diskusi (25 menit)						Penjelasan materi	menggunakan	powerpoint (30	menit)												Pemutaran film dan	diskusi (50 menit)						
dampak kerusakan	terumbu	karang	karena ulah manusia	5		• Cara	mengukur	kesehatan	terumbu	karang											• Cara	rehabilitasi	terumbu	karang				

Standar Kompetensi: 3. Memahami konsep dasar perubahan iklim, dampaknya terhadap daerah pesisir, dan pilihan mitigasi dan adaptasi.

Sumber/Bah an/alat	Modul halaman 74 – 81 Film berjudul "Six Degrees Can Change the World" Panduan Diskusi Flip Chart Kertas Berwarna	
Alokasi Waktu	120 menit di kelas	
Penilaian	Post test nomor 21 – 25 Keaktifan siswa pada saat diskusi.	
Indikator	1. Menjelaskan definisi perubahan iklim dari UNFCC 2. Mengidentifikasi bukti-bukti terjadinya perubahan iklim 3. Mengidentifikasi penyebab terjadinya perubahan iklim 4. Menggambarkan efek rumah kaca 5. Mengidentifikasi dampak perubahan iklim terhadap pertanian, kehutanan, ekosistem, sumberdaya air, kesehatan. 6. Menjelaskan dampak perubahan iklim	terhadap ekosistem pesisir dan laut. 7. Menyebutkan pilihan mitigasi dan adaptasi.
Kegiatan Pembelajaran	Penjelalsan tentang pengantar perubahan iklim (10 menit) Pemutaran Film (20 menit) Presentasi kelompok (30 menit) Rangkuman (10 menit)	
Materi Pembelajaran	Definisi Bukti-bukti terjadinya perubahan iklim. Penyebab Perubahan Iklim Dampak Perubahan Iklim Adaptasi dan Adaptasi dan Mitigasi	
Kompetensi Dasar	3.1. Mampu menjelaskan konsep dasar perubahan iklim, penyebab dan dampak perubahan iklim, dan pilihan mitigasi dan adaptasi.	

Standar Kompetensi: 4. Memahami Pengelolaan Sumberdaya Ekosistem Pesisir dan Laut

vompetensi	Materi	Kegiatan Pembelajaran	Indikator	Penilaian	Alokasi	Sumber/Bah
Dasar	Pembelajaran				Waktu	an/alat
4.1. Memahami	Peraturan	Siswa belajar mandiri	 Menjelaskan batas 	Keaktifan	50 menit	Modul
peraturan	pengelolaan.	membaca modul dan	kewenangan	siswa di	di kelas.	halaman 82 –
perundang-		undang-undang di luar	pengelolaan	kelas.		92.
undangan		pertemuan tatap muka.	sumberdaya pesisir			
berkaitan dengan			dan laut	Post test		Undang-
pengelolaan		Ceramah (35 menit)	(wewenang pusat	nomor 26 -		Undang
sumberdaya		Diskusi (15 menit)	dan wewenang	28		pengelolaan
pesisir dan laut.			berdasarkan			sumberdaya
			Keputusan Menteri			pesisir dan
			Kelautan dan			laut.
			Perikanan Nomor:			
			KEP.10/MEN/2002.			Powerpoint
			 Menjelaskan 			
			tentang ijin			
			pengelolaan			
			kekayaan laut (bagi			
			orang pribadi,			
			badan hukum, dan			
			nelayan).			
			 Menyebutkan alat 			
			tangkap dan cara			
			tangkap ikan yang			
			dilarang.			
			 Mengemukakan 			
			pendapat tentang			
			peraturan			
			peraturan			
			tersebut.			

4.2. Memahami	Studi kasus	Diskusi dan presentasi	 Mendeskripsikan 	Keaktifan	70 menit	Modul
praktek-praktek	pengelolaan	(70 menit)	praktek-praktek	siswa di		halaman 82 -
pengelolaan	sumberdaya		pengelolaan	kelas.		92
sumberdaya pesisir	pesisir dan		sumberdaya			
yang perkelanjutan.	laut secara		pesisir yang sudah	Post test		Panduan
	berkelanjutan		pernah dilakukan	nomor 26 -		diskusi
			ditempat lain.	28		

POST-TEST (1 x 75 menit)

BAB | Prinsip dasar ekosistem

Standar Kompetensi:

I. Memahami konsep dasar ekosistem

Kompetensi Dasar:

- 1.1. Memahami prinsip dasar ekosistem
- 1.2. Memahami sebaran ekosistem pesisir di Sumbawa

Materi Pembelajaran:

I.I. EKOLOGI DAN EKOSISTEM

1.1.1.

Ekologi dan Ekosistem

A. Ekologi

Inti permasalahan lingkungan hidup adalah hubungan makhluk hidup dengan lingkungannya. Ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya disebut ekologi. Istilah ekologi pertama kali digunakan oleh Arnest Haeckel, seorang ahli biologi Jerman, pada tahun 1866. Kata ekologi berasal dari bahasa Yunani, yaitu oikos berarti rumah dan logos berarti ilmu. Dalam cakupan wilayah kerja ekologi perlu diketahui beberapa pengertian, antara lain sebagai berikut:

INDIVIDU : satu kesatuan dari faktor keturunan yang sama.

POPULASI : sekumpulan individu dari jenis yang sama dan terjadi bersama-sama

pada suatu tempat dan waktu.

KOMUNITAS: kumpulan populasi yang menempati suatu daerah tertentu atau disebut

pula biozonase.

EKOSISTEM: tatanan satuan secara utuh dan menyeluruh antara segenap unsur

lingkungan hidup yang saling mempengaruhi.

BIOSFER : tingkat organisasi biologi terbesar mencakup semua kehidupan di bumi

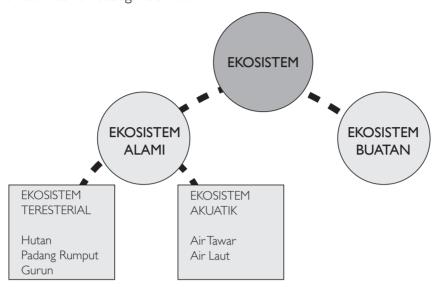
dan adanya interaksi antara lingkungan fisik secara keseluruhan.

B. Ekosistem

Suatu organisme tidak akan hidup mandiri tanpa kehadiran organisme lain serta mengabaikan sumberdaya alam yang merupakan sumber pangan, tempat perlindungan, dan tempat perkembangbiakan. Suatu konsep sentral dalam ekologi adalah ekosistem, suatu sistem yang terbentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya.

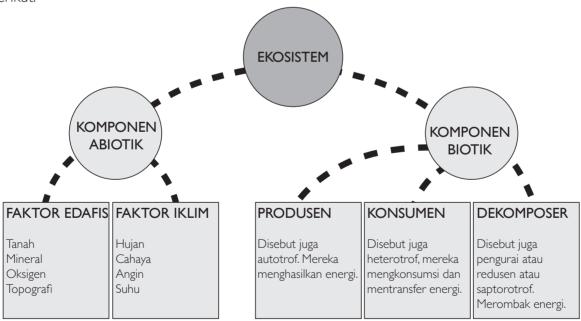
1.1.2 Klasifikasi Ekosistem

Ekosistem dapat diklasifikasikan sebagai berikut:



1.1.3. Struktur Ekosistem

Ekosistem terbentuk oleh komponen hidup (biotik) dan tidak hidup (abiotik) di suatu tempat serta berinteraksi dalam satu kesatuan yang teratur. Struktur dalam suatu ekosistem dapat dilihat sebagai berikut:



A. Produsen

Semua produsen dapat menghasilkan makanannya sendiri sehingga disebut organisme autotrof. Sebagai produsen, tumbuhan hijau menghasilkan makanan (karbohidrat) melalui proses potosintesis. Makanan di manfaatkan oleh tumbuhan itu sendiri maupun makhluk hidup lainnya. Dengan demikian produsen merupakan sumber energi utama bagi organisme lain, yaitu konsumen.

B. Konsumen

Semua konsumen tidak dapat membuat makanan sendiri di dalam tubuhnya sehingga disebut heterotrof. Mereka mendapatkan zat-zat organik yang telah di bentuk oleh produsen atau dari konsumen lain yang menjadi mangsanya.

Berdasarkan jenis makanannya, konsumen di kelompokkan sebagai berikut;

- a. Pemakan tumbuhan [herbivora], misalnya kambing, kerbau, kelini dan sapi.
- b. Pemakan daging [karnivora], misalnya harimau, burung elang, dan serigala,
- c. Pemakan tumbuhan dan daging [omnivora], misalnya ayam, itik, dan orang hutan.

C. Pengurai [dekomposer].

Kelompok ini berperan penting dalam ekosistem. Jika kelompok ini tidak ada, kita akan melihat sampah yang menggunung dan makhluk hidup yang mati tetap utuh selamanya. Dekomposer berperan sebagai pengurai yang menguraikan zat-zat organik [dari bangkai] menjadi zat-zat organik penyusunnya.

Dalam memahami struktur ekosistem, ada tiga hal yang ingin diketahui yaitu:

- a. Komposisi dari komunitas biologi termasuk spesies, jumlah, biomasa, distribusi dan sejarah hidup (life history).
- b. Kuantitas dan distribusi dari material anorganik (abiotik) seperti nutrisi, air, dan lain-lain.
- c. Kondisi lingkungan seperti temperatur, cahaya, dan lain-lain.

1.1.4

Fungsi Ekosistem

Dari segi fungsional, ekosistem dapat dianalisa menurut:

A. Lingkaran Energi

Energi yang berpindah melalui sebuah ekosistem berada dalam sebuah urutan transformasi. Aliran energi merupakan rangkaian urutan pemindahan bentuk energi satu ke bentuk energi yang lain dimulai dari sinar matahari lalu ke produsen, konsumen primer, konsumen tingkat tinggi, sampai ke mikroba di dalam tanah. Siklus ini berlangsung dalam ekosistem.

B. Rantai Makanan

Rantai makanan merupakan perpindahan energi makanan dari sumber daya tumbuhan melalui seri organisme atau melalui jenjang makan (tumbuhan herbivora-carnivora). Pada setiap tahap pemindahan energi, 80 – 90% energi potensial hilang sebagai panas, karena itu langkah-langkah dalam rantai makanan terbatas 4-5 langkah saja. Dengan perkataan lain, semakin pendek rantai makanan semakin besar pula energi yang tersedia.

Proses mendasar dari operasionalisasi fungsi ekosistem akan berlangsung sebagai berikut :

- 1. Penerimaan energi radiasi sinar matahari
- 2. Penyusunan senyawa organik dari bahan-bahan anorganik oleh produsen
- 3. Pemanfaatan produsen oleh konsumen dan pemanfaatan lebih jauh materi yang dikonsumsi

4. Perombakan senyawa organik menjadi bahan-bahan anorganik oleh makhluk hidup yang mati oleh dekomposer, kemudian akan diuraikan menjadi materi anorganik yang lebih sederhana untuk dimanfaatkan kembali oleh produsen.

Operasionalisasi fungsi ekosistem tersebut tidak saja melibatkan proses alir atau transfer energi, produksi, pertumbuhan, perkembangan, dan kematian dari semua unsur-unsur makhluk hidup yang kemudian akan mengalami dekomposisi dan daur biogeokimiawi. Dalam proses fungsi ekosistem tersebut, juga akan berlangsung interaksi secara timbal balik antara komponen ekosistem.

Diskusikan:

Bagaimana peranan manusia dalam ekosistem?

I.2 EKOSISTEM PESISIR

1.2.1

Karakteristik Ekosistem Pesisir

Pesisir merupakan daerah pertemuan antara darat dan laut; ke arah darat meliputi bagian daratan, baik kering maupun terendam air, yang masih dipengaruhi sifat-sifat laut seperti pasang surut, angin laut, dan perembesan air asin; sedangkan ke arah laut meliputi bagian laut yang masih dipengaruhi oleh proses-proses alami yang terjadi di darat seperti sedimentasi dan aliran air tawar, maupun yang disebabkan oleh kegiatan manusia di darat seperti penggundulan hutan dan pencemaran (Dahuri et al, 2004).

Karakteristik dari ekosistem pesisir adalah mempunyai beberapa jumlah ekosistem yang berada di daerah pesisir. Contoh ekosistem pesisir adalah ekosistem mangrove, ekosistem lamun (seagrass), dan ekosistem terumbu karang. Dari ekosistem pesisir ini, masing masing ekosistem mempunyai sifat- sifat dan karakteristik yang berbeda. Berikut merupakan penjelasan dari ekosistem pesisir dan faktor pendukungnya:

I. Pasang Surut

Daerah yang terkena pasang surut itu bermacam-macam antara lain gisik, rataan pasang surut. Lumpur pasang surut, rawa payau, delta, rawa mangrove, dan padang rumput (sea grass beds). Rataan pasut adalah suatu mintakat pesisir yang pembentukannya beraneka, tetapi umumnya halus, pada rataan pasut umumnya terdapat pola sungai yang saling berhubungan dan sungai utamanya halus, dan masih labil. Artinya lumpur tersebut dapat cepat berubah apabila terkena arus pasang. Pada umumnya rataan pasut telah bervegetasi tetapi belum terlalu rapat, sedangkan lumpur pasut belum bervegetasi.

2. Estuaria

Menurut kamus (Oxford) eustaria adalah muara pasang surut dari sungai yang besar. Batasan yang umum digunakan saat sekarang, eustaria adalah suatu tubuh perairan pantai yang semi tertutup, yang mempunyai hubungan bebas dengan laut terbuka dan didalamnya air laut terencerkan oleh air tawar yang berasal dari drainase daratan. Eustaria biasanya sebagai pusat permukiman berbagai kehidupan. Fungsi dari eustaria cukup banyak antara lain: merupakan daerah mencari ikan, tempat pembuangan limbah, jalur transportasi, sumber keperluan air untuk berbagai industri dan tempat rekreasi.

3. Hutan Mangrove

Hutan mangrove dapat ditemukan pada daerah yang berlumpur seperti pada rataan pusat, Lumpur pasut dan eustaria, pada mintakat litoral. Terutama di daerah tropis dan subtropis, hutan mangrove kaya tumbuhan yang hidup bermacam – macam, terdiri dari pohon dan semak yang dapat mencapai ketinggian 30 m. Species mangrove cukup banyak 20 – 40 pada suatu area dan pada umumnya dapat tumbuh pada air payau dan air tawar. Fungsi dari mangrove antara lain sebagai perangkap sedimen dan mengurangi abrasi.

4. Padang Lamun (Sea Grass Beds)

Padang lamun cukup baik pada perairan dangkal atau eustaria apabila sinar matahari cukup banyak. Habitanya berada terutama pada laut dangkal. Pertumbuhannya cepat kurang lebih 1.300 – 3.000

gr berat kering/m2/th. Padang lamun ini mempunya habitat dimana tempatnya bersuhu tropis atau subtropik. Ciri hewan yang hidup di padang lamun antara lain:

- a. Yang hidup di daun lamun
- b. Yang makan akar kanopi daun
- c. Yang bergerak di bawah kanopi daun
- d. Yang berlindung di daerah padang lamun

5. Terumbu Karang

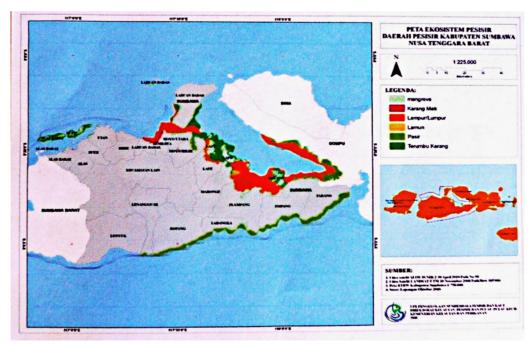
Ekosistem terumbu karang merupakan ekosistem dengan tingkat keanekaragaman tinggi dimana di Wilayah Indonesia yang mempunyai sekitar 18% terumbu karang dunia, dengan keanekaragaman hayati tertinggi di dunia (lebih dari 18% terumbu karang dunia, serta lebih dari 2500 jenis ikan, 590 jenis karang batu, 2500 jenis Moluska, dan 1500 jenis udang-udangan) dan merupakan ekosistem yang sangat kompleks.

Dapat hidup pada kedalaman hingga 50 meter, memerlukan intensitas cahaya yang baik untuk dapat melakukan proses fotosintesis, salinitas 30-35ppt merupakan syarat batas untuk terumbu karang dapat hidup disuatu perairan. Selain berfungsi sebagai tempat tinggal banyak biota, letaknya yang berada diujung/bibir pantai juga bermanfaat sebagai pemecah gelombang alami. Keindahannya dengan warna-warni ikan dan karang membuat terumbu karang dapat menjadi obyek wisata air, baik snorkeling ataupun selam.

1.2.2

Sebaran Ekosistem Pesisir di Sumbawa

Kabupaten Sumbawa memiliki panjang garis pantai ± 982 km. Wilayah Kabupaten Sumbawa memiliki ekosistem yang beraneka ragam. Bagian pesisir utara Kabupaten Sumbawa relatif lebih landai, yang terdiri dari ekosistem mangrove, terumbu karang, pantai berpasir, dan padang lamun. Wilayah pesisir selatan Kabupaten Sumbawa cenderung terjal yang didominasi oleh pantai berbatu, hanya terdapat sedikit ekosistem mangrove. Sebaran ekosistem pesisir di Kabupaten Sumbawa dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar I.I. Sebaran Ekosistem Pesisir di Kabupaten Sumbawa

BAB 2 **EKOSISTEM MANGROVE**

Standar Kompetensi:

Memahami Ekosistem Pesisir dan Laut

Kompetensi Dasar:

2.1. Mampu menjelaskan konsep dasar ekosistem mangrove.

Materi Pembelajaran:

2.1 PRINSIP DASAR EKOSISTEM MANGROVE

2.1.1

Definisi

Ekosistem mangrove adalah suatu ekosistem yang mempunyai ciri khusus karena lantai hutannya secara teratur digenangi oleh air yang dipengaruhi oleh salinitas serta fluktuasi ketinggian permukaan air karena adanya pasang surut air laut (Duke, 1992). Menurut Kusmandana dkk (2007), hutan mangrove adalah suatu tipe hutan yang tumbuh di daerah pasang surut (terutama di pantai yang terlindung, laguna, muara sungai) yang tergenang waktu air laut pasang dan bebas dari genangan pada saat air laut surut, yang komunitas tumbuhannya toleran terhadap garam.

2.1.2

Karakteristik Habitat Hutan Mangrove

Hutan mangrove memiliki karakteristik yang khas karena hanya hidup di daerah tropis dan subtropis. Karakteristik dari ekosistem mangrove dipengaruhi oleh keadaan tanah, salinitas, penggenangan, pasang surut, dan kandungan oksigen. Menurut Bengen (2001), hutan mangrove hanya dapat tumbuh dengan baik pada daerah-daerah tertentu dengan karakteristik sbb:

- 1. Umumnya tumbuh pada daerah intertidal yang jenis tanahnya berlumpur, berlempung atau berpasir.
- 2. Daerahnya tergenang air secara berkala, baik setiap hari maupun yang tergenang pada saat pasang purnama (frekuensi genangan menentukan komposisi vegetasi hutan mangrove).
- 3. Manerima pasokan air tawar yang cukup dari darat.
- 4. Terlindung dari gelombang yang besar dan pasang surut yang kuat.
- 5. Salinitas air 2-22 ppm hingga asin mencapai 38 ppm

Beberapa faktor lingkungan (parameter) yang mempengaruhi pertumbuhan pertumbuhan mangrove di suatu lokasi yaitu: (Mann, 1987, hal. 11):

I. Fisiografi Pantai. Fisiografi pantai dapat mempengaruhi komposisi, distribusi spesies dan lebar hutan mangrove. Pada pantai yang landai, komposisi ekosistem mangrove lebih beragam jika dibandingkan dengan pantai yang terjal.

- 2. Pasang (Lama, Durasi, Rentang). Pasang yang terjadi di kawasan mangrove sangat menentukan zonasi tumbuhan dan komunitas hewan yang berasosiasi dengan ekosistem mangrove.
- 3. Gelombang dan Arus. Gelombang dan Arus dapat merubah struktur dan fungsi ekosistem mangrove. Pada lokasi-lokasi yang memiliki gelombang dan arus yang sangat besar biasanya hutan mangrove mengalami abrasi sehingga terjadi pengurangan luasan hutan. Gelombang dan arus juga berpengaruh langsung terhadap distribusi spesies misalnya buah atau semai Rhizophora terbawa gelombang dan arus sampai menemukan substrat yang sesuai untuk menancap dan akhirnya tumbuh.
- 4. Salinitas. Kondisi salinitas sangat mempengaruhi komposisi mangrove. Tumbuhan mangrove adalah tumbuhan yang dapat hidup dalam kondisi salinitas tinggi. Menurut Hakim et al. (1986) kriteria salinitas sebagai berikut: 100 250 ppm (rendah), 250 750 ppm (sedang), 750 2250 ppm (tinggi), > 2250 ppm (sangat tinggi). Salinitas secara langsung dapat mempengaruhi laju pertumbuhan dan zonasi mangrove. Hal ini terkait dengan frekuensi penggenangan.
- 5. Oksigen terlarut. Oksigen terlarut berperan penting dalam dekomposisi serasah karena bakteri dan fungsi yang bertindak sebagai dekomposer membutuhkan oksigen untuk kehidupannya. Oksigen terlarut juga penting dalam proses respirasi dan fotosintesis. Oksigen terlarut berada dalam kondisi tertinggi pada siang hari dan kondisi terendah pada malam hari.
- 6. Suhu. Tumbuhan mangrove adalah tumbuhan khas daerah tropis yang hidupnya hanya berkembang baik pada temperature dari 19 sampai 40°C, dengan toleransi fluktuasi tidak lebih dari 10°C. Kathiresan menyatakan bahwa temperature 38 40°C akan mengurangi laju fotosintesis sampai 100%. Nilai temperatur optimum bagi tumbuhan mangrove untuk melakukan fotosintesis adalah sekitar 28 32°C.
- 7. pH. Kebanyakan pH tanah pada hutan mangrove berada pada kisaran 6–7, meskipun ada beberapa yang nilai pH tanah dibawah 5 (English, et al., 1994).

2.1.3

Reproduksi Mangrove

Penyerbukan

Polinasi pada kebanyakan spesies mangrove adalah melalui angin, serangga dan burung-burung dan dalam beberapa kasus juga oleh kelelawar. Penyerbukan dilakukan setelah pembungaan. Di Indonesia kebanyakan spesies berbunga dan berbuah terus-menerus sepanjang tahun.

Mangrove memiliki 2 tipe mekanisme polinasi yaitu : self pollination dan cross pollination yang bervariasi pada tiap spesies.

Mangrove diserbuki oleh beragam kelompok hewan termasuk kelelawar, burung dan serangga. Jenis polinator berbeda dari satu spesies dengan spesies lainnya. Sebagai contoh, Lumnitzera littorea yang paling banyak diserbuki oleh burung, sementara L. racemosa dan Bruguiera berbunga kecil diserbuki oleh serangga (Tomlinson, 1986). Sunbirds berkunjung dan juga menyerbuki Acanthus ilicifolius dan Bruguiera hainesii berbunga besar. Burung adalah polinator penting secara khusus di saat musim kemarau.

Kelelawar polinator utama bagi Sonneratia, yang akan membuka bunga untuk mengekspos serbuk sari pada dini hari. Jika tidak ada kelelawar, ngengat elang menjadi polinator primer pada malam hari. Lebah dengan teratur menghinggapi dan juga menyerbuki spesies Avicennia, Acanthus, Excoecaria, Rhizopora, Scyphiphora, dan Xylocarpus. Beberapa lebah dan lalat sangat tergantung pada mangrove untuk bersarang dan merupakan polinator yang sangat penting bagi Ceriops decandra, Kandelia candel dan Lumnitzera racemosa (Tomlinson, 1986).

Sistem Reproduksi

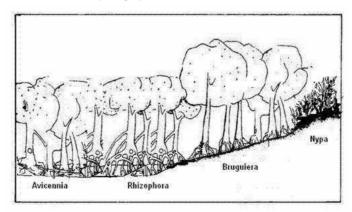
Biji mangrove seringkali mengalami perkecambahan ketika masih melekat di pohon induk (vivipar). Pada saat jatuh, biji mangrove biasanya akan mengapung dalam jangka waktu tertentu kemudian tenggelam. Lamanya periode mengapung bervariasi tergantung jenisnya. Biji beberapa jenis mangrove dapat mengapung lebih dari setahun dan tetap viabel. Pada saat mengapung biji terbawa arus ke berbagai tempat dan akan tumbuh apabila terdampar di areal yang sesuai. Kecepatan pertumbuhan biji tergantung iklim dan nutrien tanah. Biji yang terdampar di tempat terbuka karena pohon mangrove tua telah mati dapat tumbuh sangat cepat, sedangkan biji yang tumbuh pada tegakan mangrove mapan umumnya akan mati dalam beberapa tahun kemudian. Pada familia Rhizophoraceae biji berbentuk propagul yang memanjang; apabila masak akan jatuh ke air dan tetap dormansi hingga tersangkut di tanah yang aman, menebarkan akar dan mulai tumbuh, misalnya Rhizophora, Ceriops dan Bruguiera. Beberapa mangrove menggunakan cara konvensional (biji normal) untuk reproduksi seperti Heritiera littoralis, Lumnitzera, dan Xylocarpus.

Pada famili Rhizophoraceae, propagul dilengkapi dengan hipokotil runcing yang akan jatuh dan menanam diri sendiri pada lumpur tidak jauh dari induknya, namun apabila propagul tersebut jatuh pada saat air pasang atau ombak tinggi, kadang-kadang tidak dapat menancap di lumpur, bahkan tersapu dan terbawa arus laut, hingga tumbuh jauh dari induknya.

2.1.4. Zonasi Ekosistem Mangrove

Zonasi mangrove (Gambar 2.1) berdasar pada jenis vegetasi yang mendominasi, dari arah laut ke daratan sebagai berikut:

- I. Zona Avicennia: terletak pada lapisan paling luar dari hutan mangrove. Pada zona ini tanah berlumpur, lembek dan berkadar garam tinggi . Jenis Avicennia ini banyak berasosiasi dengan Sonneratia Spp, karena tumbuh di bibir laut, jenis ini memiliki perakaran yang sangat kuat yang dapat bertahan dari hempasan ombak dari laut. Zona ini juga merupakan zona perintis atau pioneer, karena terjadinya penimbunan sedimen tanah akibat cengkeraman perakaran tumbuhan jenis-jenis ini.
- 2. Zona Rhizophora: terletak di belakang zona Avicennia. Pada zona ini tanah berlumpur lembek dengan kadar garam lebih rendah.
- 3. Zona Bruguiera: terletak di belakang zona Rhizophora. Pada zona ini tanah berlumpur agak keras. Perakaran tanaman hanya terendam pasang naik 2 kali sebulan.
- 4. Zona Nypah: zona pembatas antara daratan dan lautan, namun zona ini tidak harus ada kecuali jika terdapat aliran air tawar (sungai) ke laut.



Gambar 2.1. Zonasi Mangrove

2.1.5.

Fungsi dan Manfaat Hutan Mangrove

Fungsi hutan mangrove menurut Kusmana dkk (1997) dapat dibedakan dalam 3 macam, yaitu fungsi fisik, biologi dan ekonomi.

I. Fungsi Fisik

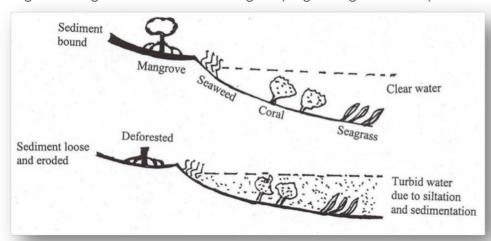
- a. Menyerap karbondioksida melalui proses fotosintesis Mangrove merupakan penyerap karbon yang efisien karena (Khatiresan, 2012):
 - I. Mangroves memiliki tingkat produktivitas primer yang tinggi. Lebih tinggi dari hutan tropis dan temperate lainnya. Penyerapan karbon di hutan mangroves 50 kali lebih tinggi daripada hutan tropis.
 - 2. Biomasa bawah tanah (Below ground biomass) yang sangat besar. Rasio AGB/BGB adalah 2-3. Pada hutan lain rasionya adalah 4.
 - 3. Mencegah intrusi air laut ke darat
 - 4. Melindungi pantai dari gerusan ombak

Di Thailand, mangroves melindungi Pulau Surin dari Tsunami (Kathiresan dan Rajendran, 2005).

Desa Pesisir	Status Mangroves	Angka Kematian Manusia
Kapuhenwala	Hutan mangroves lebat seluas 200 Ha.	2
Wanduruppa	Hutan mangroves telah ditebang.	6.000

Peran perlindungan yang diberikan oleh vegetasi pesisir pada saat tsunami bergantung pada karakteristik vegetasi dan karakteristik gelombang. Karakteristik vegetasi meliputi kerapatan pohon, tinggi pohon, komposisi spesies mangrove, Diameter akar dan batang, ketinggian, lebat atau tidaknya mangrove. Karakteristik gelombang meliputi periode gelombang, ketinggian gelombang, kedalaman air.

- b. Mempercepat proses pembentukan daratan yaitu pada tempat sungai bermuara yang membawa endapan lumpur dalam jumlah yang besar
- c. Menyaring dan menguraikan bahan-bahan organik yang datang dari darat (Gambar 2.2).



Gambar 2.2. Mangrove Melindungi Ekosistem Pesisir dan Laut yang Lainnya. Diambil dari Khatiresan, 2012.

2. Fungsi Biologis

- a. Tempat mencari makan (feeding ground), tempat memijah (spawning ground), dan tempat berkembang biak (nursery ground) berbagai jenis ikan, udang, kerang dan biota laut lainnya.
- b. Menjadi tempat bersarang satwa seperti burung, dll.
- c. Merupakan sumber plasma nutfah

Ketika habitat terumbu karang terhubung dengan mangrove, biomas dari spesies ikan komersial meningkat lebih dari dua kali lipat di perairan Karibia.

Mumby et al., Nature, 2002

3. Fungsi Ekonomi

- a. Penghasil kayu sebagai sumber bahan bakar, bahan bangunan, dll.
- b. Sebagai bahan baku industri (pulp kertas, bahan makanan, obat-obatan, dll)
- c. Untuk tambak ikan, udang, garam dll dan juga dapat dikembangkan untuk ecotourism.

2.1.6

Adapatasi Tumbuhan Mangrove

Tumbuhan mangroves berdaptasi dengan kondisi lingkungan yang cukup ekstrim, misalnya kadar salinitas dan sedimentasi yang tinggi, gelombang air laut dan lain-lain (Bengen 2001).

I. Cara beradaptasi dengan tingkat kadar garam :

Daun mangrove relatif tebal, mengandung banyak air, dan mempunyai jaringan internal dengan penyimpan kadar garam yang tinggi. Daunnya juga mempunyai kemampuan untuk mengeluarkan garam dari permukaan.

2. Cara beradaptasi dengan sedimentasi (kurang oksigen):

Pohon mangroves mempunyai sejumlah bentuk perakaran khusus, misalnya berakar pendek, menyebar luas dengan akar penyangga, atau dengan tudung akar yang tumbuh dari batang dan dahan. Akar-akar yang memanjang di bawah permukaan tanah dengan tonjolan-tonjolan ke atas untuk pertukaran udara disebut pneumator (akar napas). Pneumator ada yang berbentuk kecil meruncing seperti pada genus Sonneratia, agak tebal seperti pada Avicennia sp, ada pula yang menyerupai lutut seperti (disebut akar lutut) seperti pada Ceripos spp. dan Bruguira spp. Bentuk khusus tersebut juga berguna untuk mengatasi kekurangan oksigen di dalam tanah (anoksik).

3. Bentuk adaptasi reproduksi:

Salah satu cara reproduksi mangrove yang unik disebut sebagai vivipar, yaitu benih mulai berkecambah sejak masih menggantung di pohon induk sampai mencapai stadium muda dengan akar dan tunas yang sudah tumbuh. Kadang-kadang embrio sudah tumbuh mencapai 50 cm, menghasilkan propagul yang spektakuler, atau tanaman baru yang berpotensi masih menggantung di pohon induknya. Bibit Rhizophora stylosa yang toleran terhadap kadar garam tinggi selalu jatuh di

laut. Akan tetapi, mereka harus dapat mempertahankan hidupnya. Tumbuhan vivipar menyediakan simpanan makanan sebelum benih lepas dari pohon induknya yang dapat membantu pembuatan akar di lumpur secara cepat. Cara reproduksi mangroves yang lain yaitu polinasi dengan bantuan angin (Rizophora), burung-burung ataupun kupu-kupu seperti pada Bruguiera, dan hewan-hewan lainnya.

2.1.7

Biota yang berasosiasi dengan hutan mangrove

A. Mikroorganisme

Mikroorganisme di dalam hutan mangrove ada yang hidup di dalam substrat dasar yang langka oksigen bebas dan di permukaan substrat dasar yang mengandung oksigen bebas. Ada juga mikroorganisme yang hidup di permukaan tumbuhan (bakteri ektofit atau epifit) atau di dalam jaringan tumbuhan (bakteri endofit). Bakteri yang hidup pada substrat dasar di hutan mangrove berperan sangat penting dalam proses mineralisasi yaitu proses perubahan senyawa organik menjadi unsur-unsur anorganik. Daun-daun mangroves yang gugur dimakan oleh berbagai hewan dasar, terutama crustacea yang kotorannya kemudian dirombak oleh bakteri menjadi unsur-unsur mineral. Proses ini menjadikan hutan mangrove dikenal sebagai penyedia hara bagi kehidupan di perairan (Christanty, dkk. 2008).

B. Biota laut.

Hewan laut yang hidup di hutan mangrove digolongkan menjadi 3 golongan, yaitu golongan yang hidup pada substrat keras (pada akar-akar mangrove dan di daunnya), golongan hewan yang hidup di lumpur, dan hewan-hewan yang hidup merayap dan dalam liang (Christanty, dkk. 2008). Untuk ikan di daerah hutan mangrove cukup beragam yang dikelompokkan menjadi 4 kelompok, yaitu:

- 1. Ikan penetap sejati, yaitu ikan yang seluruh siklus hidupnya dijalankan di daerah hutan mangrove seperti ikan Gelodok (Periopthalmus sp).
- 2. Ikan penetap sementara, yaitu ikan yang berasosiasi dengan hutan mangrove selama periode anakan, tetapi pada saat dewasa cenderung menggerombol di sepanjang pantai yang berdekatan dengan hutan mangrove, seperti ikan belanak (Mugilidae), ikan Kuweh (Carangidae), dan ikan Kapasan, Lontong (Gerreidae).
- 3. Ikan pengunjung pada periode pasang, yaitu ikan yang berkunjung ke hutan mangrove pada saat air pasang untuk mencari makan, contohnya ikan Kekemek, Gelama, Krot (Scianidae), ikan Barakuda, Alu-alu, Tancak (Sphyraenidae), dan ikan-ikan dari familia Exocietidae serta Carangidae.
- 4. Ikan pengunjung musiman. Ikan-ikan yang termasuk dalam kelompok ini menggunakan hutan mangrove sebagai tempat asuhan atau untuk memijah serta tempat perlindungan musiman dari predator. (sumber: goblueindonesia).

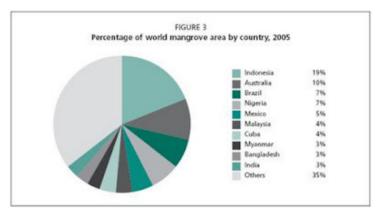
C. Biota darat

Biota darat yang sering dijumpai yaitu berbagai jenis burung. Menurut Saenger et al. (1983), tercatat sejumlah jenis burung yang hidup di hutan mangrove yang mencapai 150-250 jenis. Kera juga bisa hidup di daerah hutan mangrove, yang terkenal yaitu Macaca fasicularis. Di daerah Kalimantan hutan mangrove bahkan dihuni oleh primate endemic terkenal yaitu bekantan.

2.1.8 Sebaran Mangrove

Perkiraan luas mangrove di seluruh dunia sangat beragam. Beberapa peneliti seperti Lanly (dalam Noor et al., 2006) menyebutkan bahwa luas mangrove di seluruh dunia adalah sekitar 15 juta hektar, sedangkan Spalding, dkk (1997dalam Noor et al., 2006) menyebutkan 18,1 juta hektar, bahkan Groombridge (1992,dalam Noor et al.,hal I) menyebutkan 19,9 juta hektar. Untuk kawasan Asia, luas mangrove diperkirakan antara 32 % (Thurairaja, 1994) sampai 41.5% (Spalding, dkk, 1997) mangrove dunia. FAO (2007) menyatakan bahwa luas hutan mangrove di dunia pada tahun 2005 diperkirakan seluas 15,2 juta ha yang tersebar di seluruh pantai tropik dan sub-tropik. Sebaran dan persentase luas hutan mangrove di dunia dapat dilihat pada Gambar 2.3.

Di Indonesia perkiraan luas mangrove juga sangat beragam. Giesen (1993 dalam Noor et al. 2006 hal 2) menyebutkan luas mangrove Indonesia 2,5 juta hektar, Dit. Bina Program INTAG (1996) menyebutkan 3.5 juta hektar dan Spalding, dkk (1997,dalam Noor et al. 2006 hal 2) menyebutkan seluas 4,5 juta hektar. Dengan areal seluas 3,5 juta hektar, Indonesia merupakan tempat mangrove terluas di dunia (18 - 23%) melebihi Brazil (1,3 juta ha), Nigeria (1,1 juta ha) dan Australia (0,97 juta ha) (Spalding, dkk, 1997 dalam Noor et al. 2006 hal 2,).



Gambar 2.3. Persentase luas mangrove di dunia (FAO 2007)

Dari Gambar 2.3 dapat diketahui bahwa Indonesia merupakan negara yang memiliki luas mangrove terluas di tingkat dunia, yaitu seluas 19%. Menurut data tutupan lahan Bakosurtanal (2009), hutan mangrove di Indonesia mencapai luasan sebesar 3.244.018,64 ha yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia.

Ekosistem mangrove di wilayah Nusa Tenggara Barat menyebar secara sporadis di sebagian ruas garis pantai pulau utama (Pulau Lombok dan Sumbawa) dan mengitari gugusan pulau-pulau kecil (Gambar 2.4).



Gambar 2.4. Persebaran Ekosistem Mangrove di Wilayah Nusa Tenggara Barat

1.2.9Mengenal Mangrove di Lapangan

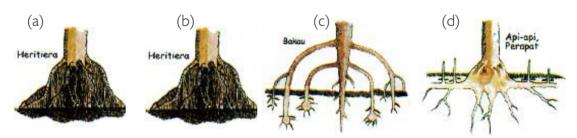
Karakter yang digunakan dalam pengenalan suatu jenis adalah karakter morfologi yang bersifat khas dan mantap. Oleh karena itu, setiap yang ingin mengenal jenis flora, termasuk mangrove, minimal memiliki pengetahuan tentang morfologi tumbuhan.

Dalam berbagai buku taksonomi, identifikasi didasarkan pada morfologi bunga dan buah, namun sulit diaplikasikan di lapangan, mengingat tidak setiap waktu dijumpai bagian bunga dan buah. Oleh karena itu, pengenalan berdasarkan karakter morfologi dari bagian vegetatif, seperti akar, batang, daun, dan getah banyak dikembangkan yang tidak bergantung pada keberadaan bagian generatif.

Flora mangrove dapat dikenali berdasarkan karakteristik morfologi dari setiap bagian penyusunnya, seperti akar, batang, daun, bunga dan buah. Saat ini, pengenalan jenis flora mangrove juga dapat mengacu pada buku panduan atau publikasi terkait floristik mangrove yang telah tersedia, seperti Ding Hou (1958), Mabberley et al (1995), Tomlinson (1996), Kusmana et al. (1997, 2003), Kitamura et al. (1997), Noor et al. (1999), dan Onrizal et al. (2005). Dalam berbagai publikasi tersebut, karakter yang sering digunakan adalah perawakan (habitus), tipe akar, daun, bunga, dan buah. Berdasarkan perawakannya, flora mangrove dibagi ke dalam lima kategori, yaitu: pohon (tree), semak (shrub), liana (vine), paku/palem (fern/palm), dan herba/rumput (herb/grass). Flora mangrove

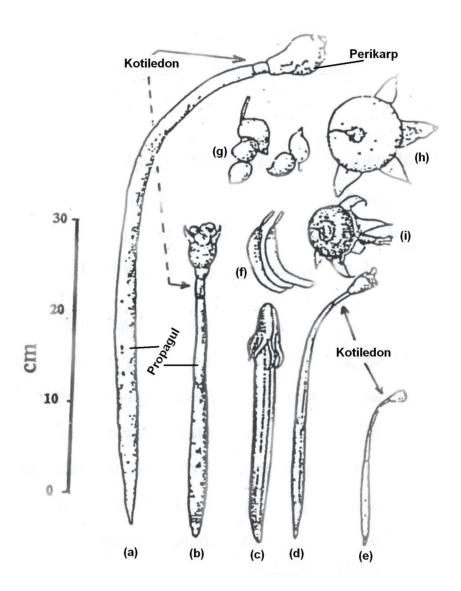
memiliki sistem perakaran yang khas, sehingga bisa digunakan untuk pengenalan di lapangan. Bentukbentuk perakaran tumbuhan mangrove yang khas tersebut (Gambar 2.5) adalah sebagai berikut:

- a. Akar pasak (pneumatophore). Akar pasak berupa akar yang muncul dari sistem akar kabel dan memanjang keluar ke arah udara seperti pasak. Akar pasak ini terdapat pada Avicennia, Xylocarpus dan Sonneratia.
- b. Akar lutut (knee root). Akar lutut merupakan modifikasi dari akar kabel yang pada awalnya tumbuh ke arah permukaan substrat kemudian melengkung menuju ke substrat lagi. Akar lutut seperti ini terdapat pada Bruguiera spp.
- c. Akar tunjang (stilt root). Akar tunjang merupakan akar (cabang-cabang akar) yang keluar dari batang dan tumbuh ke dalam substrat. Akar ini terdapat pada Rhizophora spp.
- d. Akar papan (buttress root). Akar papan hampir sama dengan akar tunjang tetapi akar ini melebar menjadi bentuk lempeng, mirip struktur silet. Akar ini terdapat pada Heritiera.
- e. Akar gantung (aerial root). Akar gantung adalah akar yang tidak bercabang yang muncul dari batang atau cabang bagian bawah tetapi biasanya tidak mencapai substrat. Akar gantung terdapat pada Rhizophora, Avicennia dan Acanthus



Gambar 2.5. Bentuk-bentuk perakaran tumbuhan yang sering dijumpai di hutan mangrove. (a) akar tunjang, (b) akar lutut, (c) akar pasak, (d) akar papan

Beberapa jenis mangrove memiliki morfologi buah yang sangat spesifik, sehingga dapat dijadikan alat identifikasi yang baik. Ada beberapa bentuk khas buah mangrove, yaitu : bulat memanjang (cylindrical), bola (ball), seperti kacang buncis (bean-like), dan sebagainya. Morfologi buah yang spesifik tersebut merupakan bentuk adaptasi, yakni antisipasi terhadap habitat yang tergenang dan substratnya yang berlumpur, dimana biji flora mangrove telah berkecambah selagi masih melekat pada pohon induknya. Fenomena ini disebut vivipari dan kriptovivipari (Gambar 2.6)



Gambar 2.6. Berbagai buah jenis pohon mangrove yang menunjukkan fenomena vivipari: (a) Rhizophora mucronata, (b) R. apiculata, (c) Bruguiera gymnorrhiza, (d) Ceriops tagal, (e) R. stylosa, (f) Aegiceras corniculatum; dan kriptovivipari: (g) Avicennia marina, (h) Sonneratia caseolaris, dan (i) S. alba.

Matriks Pengenalan Flora Mangrove Berdasarkan Perawakan (Dari Onrizal et al., 2005)

	Nama Jenis	Perawakan							
No.		Pohon	Semak	Liana	Pakis/Palem	Herba/Rumput			
1.	Acrostichum aureum				•				
2.	Aegiceras corniculatum		•						
3.	Aegiceras floridum		•						
4.	Avicennia alba	•							
5.	Avicennia lanata	•							
6.	Avicennia marina	•							
7.	Avicennia officinalis	•							
8.	Bruguiera cylindrica	•							
9.	Bruguiera gymnorrhiza	•							
10.	Bruguiera parvifolia	•							
11.	Bruguiera sexangula	•							
12.	Ceriops decandra	•							
13.	Ceriops tagal	•							
14.	Excoecaria agallocha	•							
15.	Heritiera littoralis	•							
16.	Lumnitzera littorea	•							
17.	Lumnitzera racemosa	•							
18.	Nypa fruticans (palm)				•				
19.	Osbornia octodonta	•							
20.	Pemphis acidula		•						
21.	Rhizophora apiculata	•							
22.	Rhizophora lamarckii	•							
23.	Rhizophora mucronata	•							
24.	Rhizophora stylosa	•							
25.	Scyphiphora hydrophyllacea	•							
26.	Sonneratia alba	•							
27.	Sonneratia caseolari	•							
28.	Xylocarpus granatum	•							
29.	Xylocarpus moluccensis	•							
30.	Xylocarpus rumphii	•							

Matriks Pengenalan Flora Mangrove Berdasarkan Tipe Akar

No.	Nama Jenis	1	سلاس				Tanpa akar permukaan
1.	Acrostichum aureum	Tunjang	Pasak	Lutut	Papan	Banir	-
2.	Acrostichum aureum Aegiceras corniculatum						•
3.	Aegiceras floridum						•
4.	Avicennia alba		•				
5.	Avicennia lanata						
6.	Avicennia marina						
7.	Avicennia officinalis		•				
8.	Bruguiera cylindrica			•			
9.	Bruguiera gymnorrhiza			•		•	
10.	Bruguiera parvifolia			•			
11.	Bruguiera sexangula			•		•	
12.	Ceriops decandra					•	
13.	Ceriops tagal					•	
14.	Excoecaria agallocha						•
15.	Heritiera littoralis					•	
16.	Lumnitzera littorea					•	
17.	Lumnitzera racemosa						•
18.	Nypa fruticans (palm)						•
19.	Osbornia octodonta						•
20.	Pemphis acidula						•
21.	Rhizophora apiculata	•					
22.	Rhizophora lamarckii	•					
23.	Rhizophora mucronata	•					
24.	Rhizophora stylosa	•					
25.	Scyphiphora hydrophyllacea						•
26.	Sonneratia alba		•				
27.	Sonneratia caseolari		•				
28.	Xylocarpus granatum				•	•	
29.	Xylocarpus moluccensis		•			•	
30.	Xylocarpus rumphii						•

Matriks Pengenalan Flora Mangrove Berdasarkan Komposisi dan Susunan Daun

		Kompos	isi Daun	Susunan Daun		
No.	Nama Jenis	Q	*	de	Jo	
		Tunggal	Majemuk	Opposite	Alternate	
1.	Acrostichum aureum					
2.	Aegiceras corniculatum	•			•	
3.	Aegiceras floridum	•			•	
4.	Avicennia alba	•		•		
5.	Avicennia lanata	•		•		
6.	Avicennia marina	•		•		
7.	Avicennia officinalis	•		•		
8.	Bruguiera cylindrica	•		•		
9.	Bruguiera gymnorrhiza	•		•		
10.	Bruguiera parvifolia	•		•		
11.	Bruguiera sexangula	•		•		
12.	Ceriops decandra	•		•		
13.	Ceriops tagal	•		•		
14.	Excoecaria agallocha	•			•	
15.	Heritiera littoralis	•			•	
16.	Lumnitzera littorea	•			•	
17.	Lumnitzera racemosa	•			•	
18.	Nypa fruticans (palm)		•		•	
19.	Osbornia octodonta	•		•		
20.	Pemphis acidula	•		•		
21.	Rhizophora apiculata	•		•		
22.	Rhizophora lamarckii	•		•		
23. 24.	Rhizophora mucronata	•		•		
	Rhizophora stylosa	•		•		
25.	Scyphiphora hydrophyllacea	•		•		
26. 27.	Sonneratia alba Sonneratia caseolari	•		•		
		•		•		
28.	Xylocarpus granatum		•		•	
29. 30.	Xylocarpus moluccensis		•		•	
JU.	Xylocarpus rumphii		•		•	

Matriks Pengenalan Flora Mangrove Berdasarkan Bentuk Helaian Daun

		Bentuk Helaian Daun					
No.	Nama Jenis	0	0	0	P	Ø	
		Lanset	Elips	Oval	Obovate	Cordate	
1.	Acrostichum aureum	•					
2.	Aegiceras corniculatum				•		
3.	Aegiceras floridum		-		•		
4. 5.	Avicennia alba Avicennia lanata	•					
6.	Avicennia marina		•				
7.	Avicennia officinalis		•				
8.	Bruguiera cylindrica						
9.	Bruguiera gymnorrhiza		•				
10.	Bruguiera parvifolia		•				
11.	Bruguiera sexangula		•				
12.	Ceriops decandra				•		
13.	Ceriops tagal				•		
14.	Excoecaria agallocha		•				
15.	Heritiera littoralis		•				
16.	Lumnitzera littorea				•		
17. 18.	Lumnitzera racemosa				•		
19.	Nypa fruticans (palm) Osbornia octodonta	•					
20.	Pemphis acidula				•		
21.	Rhizophora apiculata				•		
22.	Rhizophora lamarckii		•				
23.	Rhizophora mucronata		•				
24.	Rhizophora stylosa		•				
25.	Scyphiphora hydrophyllacea				•		
26.	Sonneratia alba				•		
27.	Sonneratia caseolari			•			
28.	Xylocarpus granatum				•		
29.	Xylocarpus moluccensis		•				
30.	Xylocarpus rumphii					•	

Matriks Pengenalan Flora Mangrove Berdasarkan Bentuk Ujung Daun

		Ujung Daun					
No.	Nama Jenis	\wedge	\wedge	\bigcap	m		
		Acute/ Acuminate	Aristate/ Acuminate	Rounded (Bundar)	Emarginate (Berlekuk)		
1.	Acrostichum aureum						
2. 3.	Aegiceras corniculatum Aegiceras floridum			•			
4.	Avicennia alba	•					
5.	Avicennia lanata	•					
6.	Avicennia marina	•					
7. 8.	Avicennia officinalis Bruguiera cylindrica	_		•			
9.	Bruguiera cymnorrhiza	•					
10.	Bruguiera parvifolia	•					
11.	Bruguiera sexangula	•					
12.	Ceriops decandra			•			
13.	Ceriops tagal			•			
14.	Excoecaria agallocha	•					
15.	Heritiera littoralis	•					
16. 17.	Lumnitzera littorea Lumnitzera racemosa				•		
18.	Nypa fruticans (palm)				•		
19.	Osbornia octodonta			•			
20.	Pemphis acidula			•			
21.	Rhizophora apiculata		•				
22.	Rhizophora lamarckii		•				
23.	Rhizophora mucronata		•				
24.	Rhizophora stylosa		•				
25.	Scyphiphora hydrophyllacea			•			
26. 27.	Sonneratia alba Sonneratia caseolari				•		
28.	Xylocarpus granatum			•			
29.	Xylocarpus granatum Xylocarpus moluccensis			•			
30.	Xylocarpus rumphii						

Matriks Pengelolaan Flora Mangrove Berdasarkan Posisi Bunga

			Posisi bunga	1	
No.	Nama Jenis	30	37	36	Warna Bunga
		Terminal	Axillary	Tunggal	
1.	Acrostichum aureum				-
2.	Aegiceras corniculatum	•			Petal putih
3.	Aegiceras floridum	•			Petal putih
4.	Avicennia alba	•			Petal kuning-oranye
5. 6.	Avicennia lanata Avicennia marina	•			Petal kuning-oranye
		•			Petal kuning-oranye
7.	Avicennia officinalis	•			Petal kuning
8.	Bruguiera cylindrica		•		Calyx hijau kekuningan
9.	Bruguiera gymnorrhiza		•	•	Calyx merah
10. 11.	Bruguiera parvifolia		•		Calyx hijau kekuningan
11.	Bruguiera sexangula		•	•	Calyx kuning kehijauan
	Ceriops decandra		•		Petal putih-cokelat
13.	Ceriops tagal		•		Petal putih-cokelat
14.	Excoecaria agallocha		•		Petal hijau & putih
15.	Heritiera littoralis		•		Petal ungu & mrh bata
16.	Lumnitzera littorea	•			Petal merah
17.	Lumnitzera racemosa		•		Petal putih
18.	Nypa fruticans (palm)		•		Kuning – cokelat
19.	Osbornia octodonta		•		Calyx hijau kemerahan
20. 21.	Pemphis acidula		•		Calyx putih – hijau
	Rhizophora apiculata		•		Calyx hijau kekuningan
22.	Rhizophora lamarckii		•		Calyx hijau kekuningan
23.	Rhizophora mucronata		•		Calyx putih-hijau
24.	Rhizophora stylosa		•		Calyx hijau kekuningan
25.	Scyphiphora hydrophyllacea		•		Petal putih
26.	Sonneratia alba	•			Calyx hijau
27.	Sonneratia caseolari	•			Calyx hijau
28.	Xylocarpus granatum		•		Petal putih kehijauan
29.	Xylocarpus moluccensis		•		Petal putih kehijauan
30.	Xylocarpus rumphii		•		Petal putih kehijauan

Matriks Pengelolaan Flora Mangrove Berdasarkan Susunan Bunga Majemuk

		Inflorescence (Bunga Majemuk)					
No.	Nama Jenis	र्जीक	WILL.	***	*	-	**
		Cyme	Malai	Bulir	Tandan	Catkin	Payung
1.	Acrostichum aureum						
2.	Aegiceras corniculatum						•
3.	Aegiceras floridum				•		
4.	Avicennia alba			•			
5.	Avicennia lanata			•			
6.	Avicennia marina			•			
7.	Avicennia officinalis			•			
8.	Bruguiera cylindrica	•					
9.	Bruguiera gymnorrhiza						
10.	Bruguiera parvifolia	•					
11.	Bruguiera sexangula						
12.	Ceriops decandra	•					
13.	Ceriops tagal	•					
14.	Excoecaria agallocha					•	
15.	Heritiera littoralis		•				
16.	Lumnitzera littorea			•			
17.	Lumnitzera racemosa			•			
18.	Nypa fruticans (palm)					•	
19.	Osbornia octodonta	•					
20.	Pemphis acidula	•					
21.	Rhizophora apiculata	•					
22.	Rhizophora lamarckii	•					
23.	Rhizophora mucronata	•					
24.	Rhizophora stylosa	•					
25.	Scyphiphora hydrophyllacea	•					
26.	Sonneratia alba	•					
27.	Sonneratia caseolari	•					
28.	Xylocarpus granatum		•				
29.	Xylocarpus moluccensis		•				
30.	Xylocarpus rumphii						
	7 1 14	1	•				

Matriks Pengelolaan Flora Mangrove Berdasarkan Bentuk Buah

		Bentuk Buah				
No.	Nama Jenis	1	Q	00	Lainnya	
		Bulat Panjang	Bola	Kacang Buncis		
1.	Acrostichum aureum				-	
2.	Aegiceras corniculatum	•				
3.	Aegiceras floridum	•				
4.	Avicennia alba			•		
5.	Avicennia lanata			•		
6.	Avicennia marina			•		
7.	Avicennia officinalis			•		
8.	Bruguiera cylindrica	•				
9.	Bruguiera gymnorrhiza	•				
10.	Bruguiera parvifolia	•				
11.	Bruguiera sexangula	•				
12.	Ceriops decandra	•				
13.	Ceriops tagal	•				
14.	Excoecaria agallocha			•		
15.	Heritiera littoralis			•		
16.	Lumnitzera littorea				•	
17.	Lumnitzera racemosa				•	
18.	Nypa fruticans (palm)		•			
19.	Osbornia octodonta				•	
20.	Pemphis acidula				•	
21.	Rhizophora apiculata	•				
22.	Rhizophora lamarckii	-				
23.	Rhizophora mucronata	•				
24.	Rhizophora stylosa	•				
25.	Scyphiphora hydrophyllacea				•	
26.	Sonneratia alba		•			
27.	Sonneratia caseolari		•			
28.	Xylocarpus granatum		•			
29.	Xylocarpus moluccensis		•			
30.	Xylocarpus rumphii		•			

Diskusikan:

Indonesia memiliki luasan mangrove terluas di dunia. Mengapa?

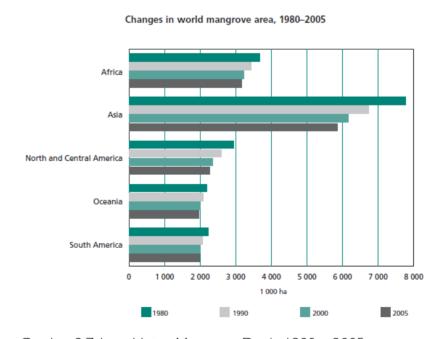
2.2. KERUSAKAN EKOSISTEM MANGROVE

2.2.1.

Kondisi Mangrove Dunia dan Indonesia

Seperti halnya hutan hujan tropis, hutan mangrove juga mengalami kerusakan dan berkurang secara global. Berdasarkan analisis tren dari data yang tersedia, pada tahun 1980 terdapat 18.8 juta hektar hutan mangrove di dunia. Pada tahun 2005 berkurang menjadi sekitar 15.2 juta hektar. Ekosistem mangrove berkurang sebanyak 1 hingga 2 % per tahun, sama dengan atau lebih buruk dari hilangnya terumbu karang atau hutan hujan tropis. Penurunan hutan mangroves dapat dilihat pada gambar 2.7.

Di Indonesia, hingga tahun 1990 sekitar 269.000 hektar mangrove rusak karena diubah menjadi tambak. Kerusakan hutan mangrove Indonesia, kini semakin merata ke berbagai wilayah di nusantara. Luas hutan mangrove Indonesia, berdasarkan survei Kementerian Kehutanan tahun 2006, adalah 7,7 juta hektar, namun dalam survei lanjutan yang digelar tahun 2010 silam hutan mangrove Indonesia kini tersisa tinggal sekitar 3 juta hektar. Ekosistem hutan mangrove atau bakau di Indonesia terus mengalami kerusakan setiap tahunnya, yakni sekitar 50 persen dari total hutan mangrove di Indonesia hilang pada 20 tahun terakhir, data dari Yayasan Keanekaragaman Hayati (Kehati)



Gambar 2.7. Luas Hutan Mangrove Dunia 1980 – 2005

2.2.2. Penyebab Kerusakan Mangrove Dunia dan Indonesia

Hutan-hutan bakau menghadapi banyak ancaman dan kerusakan yang bisa membawa kepunahan. Ancaman itu ditimbulkan baik oleh penyebab-penyebab alami maupun oleh manusia. Namun ancaman kegiatan manusialah yang berpengaruh paling besar dan paling menentukan terhadap kelestarian hutan mangrove.

Penyebab-penyebab alami kerusakan mangrove yaitu gunung meletus, gempa bumi, tsunami, badai/topan, dan banjir bandang.

Faktor penyebab kerusakan mangrove akibat aktivitas manusia, secara umum, adalah sebagai berikut:

- I. Meningkatnya populasi: meningkatnya populasi dibarengi dengan pertumbuhan ekonomi menyebabkan penggunaan lahan mangrove untuk berbagai keperluan seperti konstruksi jalan, dermaga dan pelabuhan, industri, urbanisasi, dan lain-lain. Contohnya di Singapura, akibat dari kelangkaan lahan dan meningkatnya populasi manusia, pada tahun 1978 ekosistem mangrove di Singapura telah berkurang dari 73 km2 menjadi 18 km2 dalam kurun waktu 15 tahun. Di India, dengan berkembangnya kota Bombay, lebih dari 1000 hektar hilang akibat perumahan dan pabrik.
- 2. Keuntungan jangka pendek yang lebih tinggi: perolehan uang yang lebih besar dalam jangka pendek akibat penggunaan alternatif dari lahan mangrove, khususnya untuk produksi ikan dan udang, menyebabkan banyak mangrove dikonversi menjadi tambak. Mangrove di Indonesia banyak yang diubah menjadi tambak atau tempat produksi garam karena memberikan keuntungan finansial jangka pendek yang lebih tinggi.
- 3. Kurangnya perhatian dan kesadaran pemerintah: kebanyakan lahan mangrove di seluruh dunia tidak mendapat pengawasan dari pemerintah. Di kebanyakan negara, instansi pemerintah, hingga baru-baru ini, tidak melakukan pengelolaan lahan bakau yang menyebabkan penggunaan sembarangan dan penurunan yang serius.
- 4. Regulasi yang tidak jelas: peraturan pemerintah terkait dengan lahan mangrove seringkali terlalu rumit atau tidak cukup untuk menjamin konservasi yang dibutuhkan. Situasi ini menyebabkan gangguan illegal terhadap lahan mangrove. Kebanyakan mangrove di Indonesia, Thailand, dan Sunderban di Bangladesh rusak karena alasan ini.
- 5. Tidak cukupnya tenaga dan logistik: Lembaga yang mengelola hutan bakau, biasanya departemen kehutanan, seringkali tidak memiliki tenaga kerja dan logistik yang cukup untuk mengimplementasikan manajemen yang efektif. Departemen kehutanan Bangladesh, India, Sri Lanka, dan Indonesia adalah contoh dari situasi ini.

2.2.3.

Dampak Kerusakan Mangrove

Akibat rusaknya hutan mangrove, antara lain:

- I. Instrusi air laut. Instrusi air laut adalah masuknya atau merembesnya air laut ke arah daratan sampai mengakibatkan air tawar sumur/sungai menurun mutunya, bahkan menjadi payau atau asin (Harianto, 1999). Dampak instrusi air laut ini sangat penting, karena air tawar yang tercemar intrusi air laut akan menyebabkan keracunan bila diminum dan dapat merusak akar tanaman. Instrusi air laut telah terjadi dihampir sebagian besar wilayah pantai Bengkulu. Dibeberapa tempat bahkan mencapai lebih dari 1 km.
- 2. Turunnya kemampuan ekosistem mendegradasi sampah organik, minyak bumi dan lain-lain.
- 3. Penurunan keanekaragaman hayati di wilayah pesisir
- 4. Peningkatan abrasi pantai
- 5. Turunnya sumber makanan, tempat pemijah dan bertelur biota laut. Akibatnya produksi tangkapan ikan menurun.
- 6. Turunnya kemampuan ekosistem dalam menahan tiupan angin, gelombang air laut dan lain-lain.

- 7. Peningkatan pencemaran pantai.
- 8. Peningkatan emisi karbon. Penghancuran dan degradasi hutan mangrove, padang lamun dan hutan rawa akan berakibat hilangnya jutaan ton karbon ke udara setiap tahun. Menurut hasil penelitian ini, sebagian besar emisi, atau sekitar 53% berasal dari hilangnya hutan mangrove, lalu disusul oleh musnahnya padang lamun mengakibatkan hilangnya 33 % karbon dan terakhir adalah hutan rawa sekitar 13%. Ekosistem wilayah pantai ini adalah sebuah wilayah yang sangat kecil, hanya sekitar 6% dari wilayah daratan yang tertutup oleh hutan tropis, namun emisi yang akan terjadi jika mereka lenyap adalah sekitar seperlima dari jumlah emisi akibat hilangnya hutan tropis di seluruh dunia. Setiap satu hektar, hutan rawa bisa memuat karbon yang sama dengan emisi yang dihasilkan 488 mobil setiap tahun. Sebagai perbandingan, menghancurkan satu hektar hutan mangrove jumlah emisinya setara dengan menebang tiga hingga lima hektar hutan tropis.

2.2.4. Mengukur Kesehatan Ekosistem Mangrove

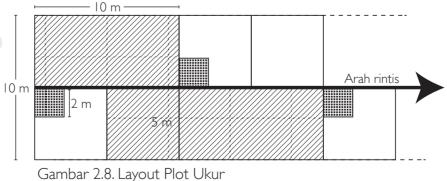
Mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 201 tahun 2004 tentang kriteria baku dan pedoman penentuan kerusakan mangrove maka tingkat kerusakan mangrove diklasifikasikan dalam tiga kriteria yaitu: Baik (sangat padat), Sedang dan Rusak berdasarkan pada penutupan tajuk dan kerapatan pohon per hektar (Tabel 2.1).

Kriteria	Penutupan Tajuk (%)	Kerapatan (phn/ha)	
Baik (sangat padat)	≥ 75	≥ 1.500	
Sedang	50 - < 75	1.000 - < 1.500	
Rusak	< 50	< 1.000	

Tabel 2.1. Kriteria Baku Kerusakan Mangrove

Perkiraan kerapatan pohon per hektar dapat diperoleh dengan menghitung pohon yang terdapat dalam plot-plot ukur. Plot ukur ini disebut sampel. Selanjutnya dari hasil perhitungan pada plot ukur dilapangan, data diekstrapolasi untuk menghitung jumlah pohon dalam 1 hektar.

Pada kawasan hutan mangrove yang diteliti dibuat jalur dengan lebar 10 X 10 m sebagai sampel yang selanjutnya disebut plot ukur. Jalur dibuat dengan arah tegak lurus tepi laut (Gambar 2.8.). Semakin banyak jumlah plot ukur semakin baik pula validitas perkiraan kerapatan per hektar yang akan diperoleh.



Selain dari parameter kerapatan pohon dan tutupan tajuk pohon, kesehatan mangrove juga dapat dilihat dari parameter fisik-kimia seperti pH, salinitas, temperatur, dan kadar oksigen terlarut.

2.3. REHABILITASI MANGROVE

2.3.1.

Pengantar

Dalam isu strategi dan pelaksanaan rencana, terdapat dua konsep utama yang dapat diterapkan yang akan memberikan legitimasi dan pengertian bahwa mangrove sangat memerlukan pengelolaan dan perlindungan agar dapat tetap lestari. Kedua konsep tersebut adalah perlindungan hutan mangrove dan rehabilitasi hutan mangrove (Bengen, 2001).

Salah satu cara melindungi hutan mangrove adalah dengan menunjuk suatu kawasan hutan mangrove sebagai kawasan konservasi, dan sebagai bentuk sabuk hijau di sepanjang pantai dan tepi sungai. Kegiatan yang menjadi poin penting perencanaan adalah penataan zona, kegiatan reboisasi dan pengembangan sylvo-fishery. Penataan zona adalah pembagian kawasan ekosistem hutan mangrove menjadi zona pemanfaatan dan zona perlindungan atau konservasi.

Pola pengelolaan kawasan mangrove, khususnya kegiatan rehabilitasi areal mangrove yang terdegradasi perlu mempertimbangan kebutuhan/ kepentingan sosial-ekonomi masyarakat dalam jangka pendek dan jangka panjang.

Reboisasi diperlukan untuk kawasan ekosistem hutan mangrove yang sudah terlanjur digunakan untuk usaha perikanan tetapi dengan proporsi yang tidak seimbang. Pemilihan jenis tanaman mangrove untuk tujuan rehabilitasi kawasan mangrove selain memperhatikan aspek kesesuaian jenis terhadap lingkungan biofisik tempat tumbuh habitat mangrove, juga perlu mempertimbangkan aspek manfaat sosial ekonomi bagi masyarakat sekitar.

Identifikasi jenis yang pernah ada di tempat tersebut, adalah cara yang paling mudah untuk kegiatan species site matching. Jenis yang biasa ada dan dikembangkan antara lain bakau (Rhizophora mucronata), api-api (Avicennia sp), rambai (Sonneratia sp), nipah (Nypa frusticans), dan pandan laut (Pandanus spp).

Penerapan slyvo-fishery di kawasan ekosistem hutan mangrove diharapkan dapat tetap memberikan lapangan kerja bagi petani di sekitar kawasan tanpa merusak hutan dan adanya pemerataan luas lahan bagi masyarakat. Adapun sistem slyvo-fishery yang dapat diaplikasikan adalah sistem empang parit dan sistem empang inti. Sistem empang parit adalah sistem mina hutan di mana hutan bakau berada di tengan dan kolam berada di tepi mengelilingi hutan. Sebaliknya, sistem empang inti adalah sistem mina hutan dengan kolam di tengah dan hutan mengelilingi kolam. Kegiatan sylvo-fishery tersebut tetap harus mempertimbangkan kondisi, tata kawasan dan kondisi wilayah serta masyarakatnya.

Sebaiknya dalam kegiatan rehabilitasi mangrove harus melibatkan seluruh unsur masyarakat yang terkait dengan keberadaan mangrove pada suatu daerah baik langsung maupun tidak langsung. Di samping itu, rencana rehabilitasi mangrove harus mempertimbangkan zonasi atau tata ruang kawasan, manfaat dan fungsi kawasan serta aspirasi masyarakat di lokasi yang akan dilakukan rehabilitasi.

2.3.2.

Langkah-Langkah Rehabilitasi (Priyono, 2010)

Langkah-langkah dalam rehabilitasi mangrove adalah:

- I. Penelitian awal
- 2. Pembuatan bedengan
- 3. Survey lokasi buah mangrove
- 4. Pengambilan buah
- 5. Perlakuan buah
- 6. Pembibitan
- 7. Pembangunan pemecah gelombang
- 8. Penanaman (Persiapan penanaman mangrove, penancapan ajir, penanaman).
- 9. Penyulaman
- 10. Pemeliharaan

Langkah-langkah tersebut akan dijelaskan lebih detil sebagai berikut:

I. PENELITIAN AWAL

Penelitian awal dilakukan untuk mengetahui kondisi ekologi kawasan pesisir yang akan ditanami mangrove. Studi yang dilakukan meliputi studi sosial, ekonomi, kebudayaan, kependudukan, mata pencaharian, keanekaragaman jenis mangrove, parameter fisik dan kimia habitat, dan lain-lain yang berguna untuk mengetahui permasalahan yang ada sehingga bisa dipecahkan secara bersamasama dengan masyarakat.

2. PEMBUATAN BEDENGAN

Lokasi bedeng dipilih lokasi yang berdekatan dengan lokasi penanaman mangrove. Hal ini bertujuan untuk mempermudah distribusi bibit pada saat penanaman. Kondisi lingkungan juga harus diperhatikan seperti tipe pasang surut di lokasi bedeng. Informasi mengenai kondisi pasang surut yang tepat sangat dibutuhkan untuk menjaga sirkulasi air dan mengenali pola penggenangan di bedeng.

Ada beberapa macam bentuk bedeng, diantaranya adalah bedeng tingkat dan bedeng tanpa tingkat.

Bedeng Tingkat

Bedeng tingkat artinya dasar bedeng ditinggikan beberapa sentimeter dari atas tanah untuk menghindari pemangsaan bibit mangrove oleh pemangsa misalnya kepiting. Kepiting jenis Episesarma spp adalah yang umum ditemukan di daerah mangrove yang bisa mengganggu kehidupan mangrove yang baru ditanam.

Bedeng tingkat ini dibuat dari potongan bambu dan bisa dibuat beberapa buah dengan ukuran sesuai kebutuhan dan anggaran yang tersedia. Sebagai naungan bisa digunakan daun kelapa dan atau bahan penutup lainnya. Intinya, bibit-bibit mangrove tidak boleh terkena sinar matahari secara langsung karena akan mengakibatkan pada kematian bibit mangrove yang disemaikan. Kelebihan dari konstruksi ini adalah konstruksinya yang kuat, bagus dan mampu bertahan selama kurang lebih 4 tahun.

Bedeng Tanpa Tingkat

Bedeng tanpa tingkat artinya dasar bedeng tidak ditinggikan melainkan langsung menggunakan tanah sebagai dasarnya. Kelebihan bedeng ini adalah bisa cepat dibangun dengan hanya membutuhkan biaya murah.

Tanpa Bedeng

Persemaian buah mangrove bisa juga dilakukan tanpa bedeng, dengan cara buah langsung disemaikan di bawah pohon induknya.

Hal yang paling penting diperhatikan dalam pembuatan bedeng dan tempat persemaian mangrove adalah bibit-bibit mangrove tidak boleh terkena sinar matahari langsung.

3. SURVEI LOKASI BUAH MANGROVE

Survei ini meliputi survei lokasi dan perijinan kepada warga setempat tentang kepemilikan lahan mangrove yang akan kita ambil buahnya. Berdasarkan survey yang telah dilakukan kemudian diidentifikasi beberapa lokasi dan titik yang bisa dijadikan sumber bibit mangrove.

Untuk waktu matang buah mangrove, rata-rata memiliki waktu yang sama di berbagai daerah di Indonesia.

4. PENGAMBILAN BUAH

Buah Rhizophora yang diambil adalah buah yang sudah matang, ditandai dengan adanya cincin kuning dibagian propagulnya. Untuk propagul yang belum muncul cincin kuningnya tidak diambil karena belum bisa disemaikan. Untuk jenis Sonneratia, buah matang dicirikan dengan telah 'pecahnya' kulit buah sehingga terlihat biji-bijinya.

5. PERLAKUAN BUAH

Setelah diambil dari sumbernya, buah mangrove kemudian diletakkan di tempat terlindung. Buah mangrove bisa diletakkan sementara di bedeng atau di pohon indukannya.

Buah mangrove yang ditemukan di lapangan biasanya terdiri dari dua tipe, yaitu tipe propagul dan tipe buah bulat. Tipe propagul berbentuk bulat-lonjong-memanjang dan tipe buah bulat berbentuk bulat, dengan variasi bulat-lancip seperti pada jenis Avicennia dan bulat penuh yang terdapat pada Sonneratia. Kedua tipe buah ini mendapatkan perlakuan yang sama setelah dipetik dari lapangan, yaitu direndam kurang lebih dua hari atau menyesuaikan dengan jarak waktu antara pembibitan dan penanaman, sebelum kemudian disemaikan di bedeng.

Perendaman ini berfungsi untuk mengurangi kadar gula pada buah yang disukai oleh kepiting. Dengan demikian pada saat disemaikan maka pemangsaan buah oleh kepiting bisa dikurangi. Perendaman dengan air tawar ini sekaligus juga berfungsi sebagai usaha untuk memperlambat tumbuhnya akar apabila jarak antara pembibitan da penanaman memerlukan waktu yang relatif agak lama.

6. PEMBIBITAN

Alat dan bahan yang dibutuhkan untuk melakukan pembibitan mangrove adalah polibag, buah mangrove berbagai jenis, lumpur, cetok, dan bedeng. Polibag kecil untuk buah berukuran kecil seperti Avicennia spp, Sonneratia spp dan Ceriops spp dan polibag besar untuk buah Rhizophora spp dan Bruguiera spp.

Selanjutnya lumpur yang digunakan pada tahap pembibitan ini, sebaiknya diambil dari sekitar lokasi penanaman. Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan kelulushidupan buah sewaktu dibibitkan.

Pembibitan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Ambil polibag lalu isi dengan lumpur yang ada di sekitar bedeng
- b. Isi polibag dengan sedimen kira-kira ¾ dari isi polibag.
- c. Setelah diisi lumpur, lipat bagian atas polibag ke bagian luar dengan tujuan pada saat surut dan cuaca kering, Kristal-kristal garam air laut tidak terjebak dalam polibag yang bisa menghambat pertumbuhan bibit mangrove.
- d. Selanjutnya tanam buah mangrove yang telah dipilih dan berkondisi baik ke dalam sedimen dengan kedalaman yang cukup.
- e. Setelah itu masukkan satu per satu polibag yang sudah terisi dengan buah-buah mangrove ke dalam bedeng.

Sebagai tambahan informasi, menurut Kitamura, dkk (1997), secara umum penanaman mangrove dapat dilakukan denga dua cara yaitu dengan cara (1) menanam langsung buah mangrove (propagul) ke areal penanaman dan (2) melalui persemaian bibit.

Buah (propagul) mangrove untuk bibit sebaiknya berasal dari daerah setempat, telah matang, dan berkualitas bagus. Sebelum digunakan untuk pembibitan buah disimpan sementara waktu dengan cara memasukannya ke dalam ember atau bak yang berisi air penuh dengan posisi tegak dan diletakkan di tempat yang terlindung dari sinar matahari. Lama penyimpanan maksimal adalah 1 hari.

Cara Membibitkan Buah Mangrove

Berikut ini diterangkan mengenai bagaimana tata cara pembibitan beberapa jenis mangrove menurut Taniguchi dkk (1999).

Rhizophora spp.

Buah yang digunakan untuk pembibitan sebaiknya dipilih dari pohon mangrove yang berusia di atas 10 tahun. Buah yang baik dicirikan oleh hampir lepasnya hipokotil dari buahnya. Buah yang sudah matang dari Rhizophora spp dicirikan dengan warna buah hijau tua atau kecoklatan dengan kotiledon (cincin) berwarna kuning atau merah.

Media yang digunakan untuk pembibitan (lumpur) dibiarkan selama kurang lebih 24 jam agar tidak terlalu lembek. Buah disemaikan masing-masing I buah dalam setiap polibag. Buah ditancapkan kurang lebih sepertiga dari total panjangnya (±7 cm). Setiap 6 – I buah diikat menjadi satu agar tidak mudah rebah. Ikatan dibuka setelah daun pertama keluar. Daun pertama akan keluar setelah I bulan, daun ketiga keluar setelah 3 bulan.

Bruguiera spp.

Buah dipilih dari pohon yang berumur antara 5-10 tahun. Buah diambil yang sudah matang dicirikan oleh lepasnya batang buah dari bonggolnya dan warna hipokotil merah kecoklatan atau hijau kemerahan.

Buah yang terkumpul tidak perlu dicuci dengan air tapi cukup dibersihkan dengan lap dan dipilih buah yang segar, sehat, bebas hama penyakit, belum berakar dan panjang hipokotilnya 10-20 cm. Kelopak buah jangan dicabut atau dilepaskan dengan paksa karena dapat merusak buah. Media yang digunakan untuk pembibitan sama dengan Rhizophora spp.

Semua pekerjaan selalu dilakukan di bawah naungan (tidak mendapat sinar matahari secara langsung), supaya buah tidak kering. Sebelum penyemaian, polibag dibiarkan tergenang oleh pasang. Penyemaian dilakukan pada awal pasang purnama, dimana penggenangannya dapat mencapai hipokotil buah. Penyemaian Bruguiera spp seperti pada Rhizophora spp tetapi tidak usah diikat.

Ceriops spp.

Ciri kematangan buah adalah kotiledon berwarna kuning dengan panjang kotiledon I cm atau lebih dan hipokotil berwarna hijau kecoklatan. Buah yang terkumpul dicuci bersih dan buahnya dilepas. Dipilih buah yang panjang hipokotilnya 2 cm atau lebih. Penyiapan media untuk Ceriops spp sama dengan Rhizophora spp. Penyemaian buah Ceriops spp sama dengan Bruguiera spp.

Excoecaria spp

Buah yang matang berwarna kuning kecoklatan. Buah berbentuk bulat kecil-kecil dan akan jatuh setelah matang. Biji dipilih yang padat dan mempunyai diameter 3 mm atau lebih. Media yang digunakan untuk pembibitan sama dengan Rhizophora spp.

Pembibitan tidak langsung dilakukan pada polibag. Biji dari Excoecaria spp ditebar di parit yang berisi media dan terlindung dari cahaya matahari secara langsung. Parit dibuat di darat untuk menghindari biji terbawa arus. Setelah daun tumbuh 3-5 helai, bibit bisa dicabut dan dipindahkan ke polibag.

Avicennia spp.

Buah yang matang dicirikan dengan warna kulit buah kekuningan dan kadang-kadang kulit buah sedikit terbuka. Buah yang sudah matang mudah terlepas dari kelopaknya. Buah dilepas dari kelopaknya dan dipilih buah yang bebas hama dan beratnya 1,5 gram atau lebih. Setelah kelopak dilepas, buah direndam dalam air selama satu hari agar kulitnya terkelupas. Buah yang belum terkelupas kulitnya dapat dilepas dengan tangan. Kemudian buah dipindahkan ke dalam ember berisi air payau yang bersih. Penyiapan media semai Avicennia spp sama dengan Rhizophora spp. Polibag disiram hingga cukup basah barulah dilakukan persemaian. Buah ditancapkan dalam polibag kurang lebih sepertiga panjang buah ke dalam tanah/media.

7. PEMBUATAN PEMECAH GELOMBANG

Apabila diperlukan, sebaiknya setelah melakukan tahapan pembibitan dan sebelum diadakan tahapan penanaman, maka dilakukan tahapan pembangunan pemecah gelombang atau APO. Hal ini dilakukan untuk melindungi bibit-bibit mangrove yang telah ditanam di lokasi program rehabilitasi mangrove.

Mangrove baru bisa berfungsi sebagai penahan abrasi setelah berumur kurang lebih lima tahun, disaat akarnya telah kuat sehingga mampu mengurangi kekuatan gempuran gelombang. Apo-apo dapat dibuat dari beton dan semen, potongan bambu yang dianyam, atau ban-ban bekas yang dikuatkan dengan potongan bambu.

Untuk apo-apo yang terbuat dari semen dan beton (baik yang berbentuk bundar maupun segi empat), kelebihannya terletak dari konstruksinya yang tahan lama sehingga mampu lebih banyak mereduksi kekuatan gelombang laut. Kelemahan jenis ini adalah biaya pembangunannya yang sangat mahal.

Apo-apo yang terbuat dari potongan bamboo yang dianyam memiliki kelebihan dianggarannya yang lebih kecil. Sementara itu, model apo-apo terakhir yaitu yang terbuat dari ban bekas, selain biayanya yang murah juga memiliki kekuatan penangkal gelombang yang lebih baik apabila dibandingkan dengan jenis apo-apo yang ke dua namun masih dipertanyakan keramahan lingkungannya.

8. PENANAMAN

Sebelum melakukan tahapan penanaman mangrove, maka lokasi penanaman mangrove harus sudah disepakati bersama antara tenaga pendamping, para mitra kerja, dan masyarakat.

Kesepakatan letak lokasi penanaman ini sangat penting mengingat keberhasilan program rehabilitasi memerlukan waktu yang lama. Sebuah MoU bisa dibuat untuk memperjelas tentang siapakah pihak yang akan melakukan program pemeliharaan, setelah program penanaman selesai.

Beberapa faktor lingkungan penting yang harus diperhatikan sebelum melakukan penanaman mangrove antara lain adalah tipe substrat, salinitas, temperature, ketinggian tanah, pH, musim dan saluran air.

Substrat untuk penanaman mangrove harus sesuai dengan jenis mangrove yang ditanam. Secara sederhana, pada sedimen yang berlumpur maka jenis Rhizophora spp adalah jenis yang tepat untuk ditanam. Untuk Avicennia spp dan Sonneratia spp cocok ditanami pada tanah berpasir yang berada di pinggiran pantai. Jenis mangrove lainnya seperti Aegiceras spp, Lumnitzera spp, Excoecaria spp, Ceriops spp, Bruguiera spp, Pandanus spp dan jenis lainnya bisa hidup bervariasi di substrat lumpur berpasir.

Salinitas atau kadar garam juga penting untuk diperhatikan karena mangrove hidup pada salinitas yang bervariasi. Kadar salinitas yang bervariasi ini ikut menentukan pola penyebaran mangrove di habitatnya.

Jenis-jenis umum yang dipergunakan untuk rehabilitasi mangrove diantaranya adalah Rhizophora mucronata, R. apiculata, R. stylosa, Avicennia marina, Bruguiera gymnorrizha, B. stylosa, Ceriops tagal, C. decandra, dan beberapa jenis mangrove asosiasi seperti Calophylum sp dan Casuarina sp.

Jenis R. mucronata, R. apiculata, dan Avicennia marina adalah tiga jenis mangrove yang biasa ditanam pada program rehabilitasi mangrove. Di beberapa lokasi, R. apiculata lebih banyak dipilih karena memiliki jenis perakaran yang lebih rapat dan kuat. Kedua jenis bakau ini sering ditanam untuk tujuan penanggulangan kawasan pesisir dari abrasi.

Avicennia spp banyak ditanam di kawasan berpasir bersama dengan jenis mangrove asosiasi lainnya seperti cemara laut dan nyamplung.

Penanaman mangrove sebaiknya dilakukan pada saat air surut. Namun demikian, apabila keadaan tidak memungkinkan, maka penanaman mangrove bisa tetap dilaksanakan pada saat air tergenang dengan syarat pada saat melakukan penanaman, akar bibit benar-benar tertancap dengan baik di sedimen dan terikat kuat disamping ajirnya.

Alat dan bahan yang dipergunakan untuk melakukan tahapan penanaman mangrove adalah bibit mangrove berbagai jenis, cetok, ajir, tali rafia.

Teknik penanamannya adalah sebagai berikut:

- I. Ambil satu bibit mangrove di bedeng.
- 2. Buka polibag yang menutupi sedimen dan akar bibit. Jangan buang polibag secara sembarangan.
- 3. Tanam langsung bibit mangrove ke tanah dengan cara melubangi tanah dengan cetok sedemikian rupa sehingga lubang penanaman cukup dalam dan akar bisa tertanam dengan baik.
- 4. Setelah itu ikat batang bibit mangrove ke ajir dengan menggunakan tali rafia yang telah disediakan.
- 5. Timbun dengan tanah. Jangan terlalu menekan tanah sehingga oksigen bisa dengan leluasa ke luar dan masuk ke tanah.

Satu hal yang juga penting untuk dilakukan adalah sebisa mungkin untuk tidak melakukan pola penanaman dengan sistem monokultur, di mana hanya satu jenis mangrove saja yang ditanam pada suatu lokasi rehabilitasi.

Persiapan Penanaman Mangrove

Lokasi penanaman dibersihkan dari vegetasi tumbuhan pengganggu.

Ajir ditancapkan (ajir adalah potongan bamboo dengan panjang I meter yang diikatkan dengan bibit mangrove menggunakan talia rafia).

Jarak tanam dapat dibuat I m x I m.

Lubang tanam dibuat di dekat ajir yang sudah ditancapkan. Lubang dibuat dengan ukuran lebih besar dari ukuran polibag dan kedalaman dua kali lipat dari panjang polibag.

9. PENYULAMAN

Penyulaman adalah mengganti bibit-bibit mangrove yang telah mati dengan bibit-bibit mangrove yang baru. Pada tahap ini juga dilakukan pemberantasan hama pengganggu yang ditemui di lokasi penanaman.

10. PEMELIHARAAN

Hal yang harus dilakukan pada tahapan ini adalah program penjarangan yaitu berupa penebangan beberapa buah batang pohon mangrove muda jika bibit mangrove yang berhasil tumbuh memiliki kepadatan yang sangat tinggi. Hal ini penting dilakukan untuk memaksimalkan pertumbuhan pohon mangrove lainnya. Teknik penebangan yang dilakukan adalah hanya menebang beberapa buah batang pohon muda saja yang menyebabkan terganggunya pohon muda lainnya dalam mendapatkan pertumbuhan yang maksimal.

BAB 3 **EKOSISTEM LAMUN**

Standar Kompetensi:

2. Memahami Ekosistem Pesisir dan Laut

Kompetensi Dasar:

2.2. Mampu menjelaskan konsep dasar ekosistem padang lamun.

Materi Pembelajaran:

3.1. PRINSIP DASAR EKOSISTEM LAMUN

3.1.1.

Pengertian

Lamun (seagrass) adalah tumbuhan berbunga (masuk ke dalam kelas Angiospermae) dan mampu hidup dan berkembangbiak di dalam air laut (Mckenzie, 2008). Seperti pada tumbuhan tingkat tinggi lainnya lamun juga mempunyai pembuluh, akar dan bunga sejati. Lamun (seagrass) berbeda dengan makroalga (seaweed) yang tidak mempunyai pembuluh, bunga dan akar sejati. Ekosistem lamun adalah di perairan laut dangkal. Hamparan lamun yang sangat luas disebut padang lamun (seagrass bed), jika di daratan mirip dengan padang rumput.

3.1.2.

Ciri-Ciri Ekologis

Menurut Den Hartog, 1977, Lamun mempunyai beberapa sifat yang menjadikannya mampu bertahan hidup di laut yaitu :

- 1. Terdapat di perairan pantai yang landai, di dataran lumpur/pasir
- 2. Pada batas terendah daerah pasang surut dekat hutan bakau atau di dataran terumbu karang.
- 3. Mampu hidup sampai kedalaman 30 meter, di perairan tenang dan terlindung
- 4. Sangat tergantung pada cahaya matahari yang masuk ke perairan
- 5. Mampu melakukan proses metabolisme termasuk daur generatif secara optimal jika keseluruhan tubuhnya terbenam air
- 6. Mampu hidup di media air asin
- 7. Mempunyai sistem perakaran yang berkembang baik

3.1.3.

Biologi Lamun

Lamun (Seagrass) sebagian besar mempunyai bentuk seperti pita (rumput). Ukuran lamun bervariasi mulai dari sebesar jari kuku sampai mencapai panjang 7 meter. Bentuk dan ukuran daun lamun berbeda untuk tiap masing-masing spesies, ada yang berbentuk oval, ada yang berbentuk seperti tumbuhan paku-pakuan, dan ada juga yang seperti pita (Mckenzie, 2008) dia termasuk tumbuhan laut monokotil yang secara utuh memiliki perkembangan sistem perakaran dan rhizoma yang baik.

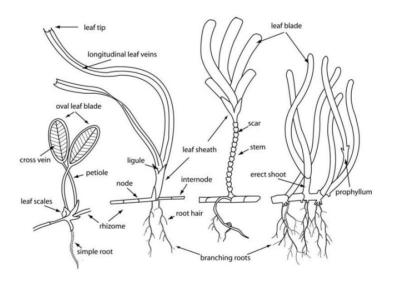
Daun lamun sedikit mengandung stomata tapi daun tersebut mempunyai lapisan kutikula yang tipis untuk proses pertukaran nutrisi dan gas. Akar dan batang pada lamun seringkali terbenam di substrat (pasir atau lumpur). Akar dan batang tersebut berfungsi untuk menguatkan tanaman lamun, menyimpan karbohidrat, dan menyerap nutrisi.

Lamun mempunyai bunga dan sistem perkawinan yang sudah beradapatasi dengan sistem pembuahan di air.

Mereka mempunyai daur perkembangbiakan seperti tumbuhan di darat yaitu, bunga, buah, dan biji. Sebagian besar lamun bereproduksi dengan sistem penyerbukan ketika mereka terendam sebagian atau seluruhnya di dalam air. Proses reproduksi pada lamun dibantu oleh air atau disebut hydrophilic/hydrophilus , proses ini dapat terjadi di atas permukaan air, di permukaan air ataupun di dalam air.

Terdapat perbedaan morfologi dan anatomi akar yang jelas antara jenis lamun yang dapat digunakan untuk taksonomi. Akar pada beberapa spesies seperti Halophila dan Halodule memiliki karakteristik tipis (fragile), seperti rambut, diameter kecil, sedangkan spesies Thalassodendron memiliki akar yang kuat dan berkayu dengan sel epidermal. Jika dibandingkan dengan tumbuhan darat, akar dan akar rambut lamun tidak berkembang dengan baik. Namun, beberapa penelitian memperlihatkan bahwa akar dan rhizoma lamun memiliki fungsi yang sama dengan tumbuhan darat. Karena akar lamun tidak berkembang baik untuk menyalurkan air maka dapat dikatakan bahwa lamun tidak berperan penting dalam penyaluran air. Lamun mampu untuk menyerap nutrien dari dalam substrat (interstitial) melalui sistem akar-rhizoma. Morfologi lamun dapat dilihat pada gambar 3.1.

Lamun mempunyai akar dan rimpang (rhizome) yang mencengkeram dasar laut sehingga dapat membantu pertahanan pantai dari gerusan ombak dan gelombang. Di seluruh dunia terdapat 12 family lamun, yang terdiri dari kurang lebih 60 species (Mckenzie, 2008) dan 12 jenis diantaranya terdapat di Indonesia (Larkum & den Hartog: 1989).



Gambar 3.1. Morfologi Lamun Gambar diambil dari www.seagrasswatch.org.

3.1.4.

Syarat Hidup Lamun

Untuk hidup dan berkembang biak lamun membutuhkan (McKenzie 2008):

I. Salinitas

Tingkat salinitas berbagai spesies lamun berbeda-beda tapi pada umumnya lamun tumbuh baik di perairan yang mempunyai salinitas 35 ppm.

2. Cahaya dan suhu

Lamun membutuhkan sinar dan air yang bersih untuk tumbuh. Sinar diperlukan pada saat proses fotosintesis . Temperatur berpengaruh pada tingkat pertumbuhan dan kesehatan tanaman lamun. Jika temperatur naik, maka fotorespirasi juga naik sehingga dapat memperkecil efisiensi fotosintesis.

3. Karbon anorganik

Karbon anorganik dibutuhkan untuk proses pertumbuhan. Masing-masing spesies memerlukan karbon inorganic yang berbeda, misalnya HCO3 (bikarbonat) untuk spesies Halophilla ovalis, Cymodocea rotundata, dll sedangkan spesies lain seperti Enhalus acoroides, Cymodocea serrulata, dll mengambil dari CO2.

4. Nutrisi (nitrogen dan posphor)

Lamun membutuhkan 2 nutrisi kunci yaitu nitrogen dan fosfor untuk tumbuh. Tingkat kebutuhan 2 nutrisi ini oleh lamun berbeda, tergantung pada musim. Pada saat musim pertumbuhan, tingkat kebutuhan nutrisi cukup tinggi. Tapi pada saat bukan musim pertumbuhan, kelebihan nutrisi ini bisa menjadi racun bagi lamun tersebut. Ketersediaan nutrisi ini tergantung pada sedimen dimana mereka tumbuh.

5. Substrat

Padang lamun hidup pada berbagai macam tipe sedimen, mulai dari lumpur sampai karang. Kebutuhan substrat yang utama bagi pengembangan padang lamun adalah kedalaman sedimen yang cukup. Peranan kedalaman substrat dalam stabilitas sedimen mencakup 2 hal yaitu : pelindung lamun dari arus laut dan tempat pengolahan dan pemasok nutrien. Lamun tidak bisa hidup di sedimen yang mempunyai tingkat bahan organik tinggi.

6. Arus dan gelombang

Arus sangat berperan dalam proses polinasi, yaitu untuk membawa bibit dan material vegetatif ke tempat lainnya. Jika tidak ada arus, pertukaran spesies di padang lamun tidak akan terjadi. Arus juga berperan untuk sirkulasi gas (udara) pada tumbuhan lamun.

3.1.5.

Fungsi Lamun

Peranan lamun di lingkungan perairan laut dangkal sebagai berikut (Larkum et al., 2006):

1. Sebagai produsen primer

Lamun mempunyai tingkat produktifitas primer tertinggi bila dibandingkan dengan ekosistem lainnya yang ada di laut dangkal seperti ekosistem terumbu karang.

2. Sebagai habitat biota

Lamun memberikan tempat perlindungan dan tempat menempel berbagai hewan dan tumbuh-tumbuhan (alga). Disamping itu, padang lamun (seagrass beds) dapat juga sebagai daerah asuhan, padang pengembalaan dan makan dari berbagai jenis ikan herbivora dan ikan—ikan karang (coral fishes).

- 3. Sebagai penangkap sedimen
 - Daun lamun yang lebat akan memperlambat air yang disebabkan oleh arus dan ombak, sehingga perairan di sekitarnya menjadi tenang. Disamping itu, rimpang dan akar lamun dapat menahan dan mengikat sedimen, sehingga dapat menguatkan dan menstabilkan dasar permukaaan. Jadi padang lamun yang berfungsi sebagai penangkap sedimen dapat mencegah erosi.
- 4. Sebagai pendaur zat hara Lamun memegang peranan penting dalam pendauran barbagai zat hara dan elemen-elemen yang langka di lingkungan laut. Khususnya zat-zat hara yang dibutuhkan oleh algae epifit.

Sedangkan menurut Philips & Menez (1988), ekosistem lamun merupakan salah satu ekosistem bahari yang produktif. Ekosistem lamun perairan dangkal mempunyai fungsi antara lain:

- I. Menstabilkan dan menahan sedimen-sedimen yang dibawa melalui tekanan-tekanan dari arus dan gelombang.
- 2. Daun-daun memperlambat dan mengurangi arus dan gelombang serta mengembangkan sedimentasi.
- 3. Memberikan perlindungan terhadap hewan-hewan muda dan dewasa yang berkunjung ke padang lamun.
- 4. Daun-daun sangat membantu organisme-organisme epifit.
- 5. Mempunyai produktifitas dan pertumbuhan yang tinggi.
- 6. Menfiksasi karbon yang sebagian besar masuk ke dalam sistem daur rantai makanan.

3.1.6.

Rantai Makanan yang Terjadi di Ekosistem Lamun

Padang lamun diketahui mendukung berbagai jaringan rantai makanan, baik yang didasari oleh rantai herbivor maupun detrivor. Nilai ekonomis biota yang berasosiasi dengan lamun diketahui sangat tinggi. Ekosistem padang lamun yang memiliki produktivitas yang tinggi, memiliki peranan dalam sistem rantai makanan khususnya pada periphyton dan epiphytic dari detritus yang dihasilkan dan lamun mempunyai hubungan ekologis dengan ikan melalui rantai makanan dari produksi biomasanya. Keterkaitan lamun dengan ikan menjelaskan peranan lamun sebagai tempat ikan mencari makan, dalam hal ini lamun di lingkungan pesisir dalam kaitannya dengan pertumbuhan dan perkembangan plankton yaitu: mensuplai makanan dan zat hara ke ekosistem perairan, membentuk sedimen dan berinteraksi dengan terumbu karang, memberikan tempat berassosiasinya berbagai flora dan fauna dan mengatur pertukaran air.

3.1.7.

Asosiasi yang terjadi di Ekosistem Lamun

Padang lamun merupakan sumber makanan utama bagi beberapa biota laut. Penyu hijau dan dugong (duyung) merupakan pemakan laut yang penting. Mereka memilih lamun sebagai makanan utamanya karena lamun mempunyai kandungan nitrogen dan karbohidrat yang tinggi dan rendah serat. Seekor dugong bisa memakan lamun sebanyak 40 kg per hari (Mckenzie, 2008). Hewan lain yang terdapat di padang lamun yaitu, bintang laut, teripang, kerang, udang, kepiting dan lain-lain.

3.1.8.

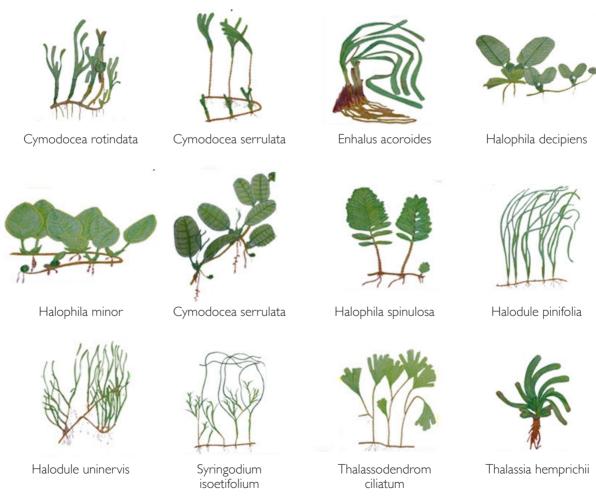
Persebaran Lamun

Lamun bisa ditemukan di seluruh laut di dunia, tapi terutama diketemukan di perairan yang jernih dan dangkal dengan kedalaman rata-rata 25 meter. Lamun yang terpisah-pisah bisa berkumpul dan bisa membentuk suatu padang lamun. Di dalam padang lamun ini bisa jadi hanya terdapat 1 spesies lamun tapi bisa juga terdiri dari beberapa jenis spesies , kadang ada yang sampai terdiri dari 12 spesies dalam satu lokasi padang lamun. Di Indonesia lamun tersebar di Jawa, Sumatra, Bali, Nusa Tenggara, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, dan Papua (Safran, 2013b).

3.1.9.

Jenis-Jenis Lamun di Indonesia

Di seluruh dunia diperkirakan terdapat sebanyak 55 jenis lamun. Hampir semua substrat dapat ditumbuhi lamun, mulai dari substrat berlumpur sampai berbatu. Namun padang lamun yang luas lebih sering ditemukan disubstrat lumpur-berpasir yang tebal antara hutan rawa mangrove dan terumbu karang (Bengen, 2001). Di Indonesia ditemukan sekitar 12 jenis diantaranya sebagai berikut:



Diskusikan:

Apa yang akan terjadi pada biota laut jika ekosistem lamun punah atau rusak?

3.2 KERUSAKAN EKOSISTEM PADANG LAMUN

3.2.1.

Kondisi Lamun Dunia dan Indonesia

Para peneliti lamun dunia menyatakan bahwa 58% padang lamun dunia mengalami kerusakan. Menurut mereka tingkat penurunan lamun sebesar 110 km persegi per tahun sejak tahun 1980 yang penyebab utamanya adalah pembangunan di daerah pesisr dan pengerukan dan juga penurunan kualitas air. Mereka mengumpamakan kerusakan padang lamun seluas lapangan sepak bola per 30 puluh menitnya. Di Indonesia sendiri tingkat penurunan luas lamun mencapai kira-kira 30 – 40% (Green and Short, 2003).

3.2.2.

Penyebab Kerusakan Lamun Dunia dan Indonesia

Penurunan luas padang lamun dan kerusakan sudah banyak dialami oleh banyak negara termasuk Indonesia. Kerusakan lamun disebabkan faktor alam dan yang utama disebabkan faktor manusia (anthropogenic pressure). Pertumbuhan populasi dan perkembangan ekonomi di daerah pesisir Indonesia, terutama di pulau-pulau kecil dimana masyarakat sangat bergantung pada keanekaragaman hayati untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, akan menyebabkan tingginya akses ke sumber daya laut dan menyebabkan kerusakan pada sumberdaya pesisir termasuk ekosistem lamun (Nadiarti et al, 2011)

Faktor alam yang dapat menyebabkan kerusakan pada lamun yaitu penyakit pada tumbuhan lamun dan bencana alam. Sedangkan aktivitas manusia yang dapat menyebabkan kerusakan lamun diantaranya yaitu:

I. Reklamasi lahan

Daerah-daerah dangkal di tepi laut banyak dikembangkan (dibangun) misalnya untuk pelabuhan, tempat wisata, dll. Hal ini sebenarnya sangat mengganggu kestabilaban ekosistem di perairan, termasuk ekosistem lamun.

- 2. Pengerukan
 - Pengerukan dasar laut dapat menghasilkan sedimen yang dapat mengotori air laut, yang mengganggu sistem metabolisme lamun terutama untuk menyerap cahaya matahari.
- 3. Cara pengambilan ikan yang salah Cara pengambilan ikan yang salah seperti pukat harimau dapat merusak padang lamun, ditambah lagi dengan peletakan jangkar yang sembarangan dan berulang kali di tempat yang sama semakin memperparah kerusakan lamun.
- 4. Polusi
 - Pembuangan sampah dan limbah industri ke laut dan juga pupuk kimia dari darat yang terbawa air ke lautan bisa menimbulkan meledaknya populasi alga tertentu yang menjadi kompetitor lamun dan bisa menyebabkan kematian pada lamun.
- 5. Manajemen lahan yang tidak tepat Penebangan pohon di daratan terlebih di pinggir-pinggir sungai menyebabkan terjadinya erosi yang menimbulkan sedimen dan akhirnya mengalir ke laut. Sedimen ini menghalangi sinar matahari yang sangat diperlukan oleh lamun.
- 6. Eksploitasi besar-besaran Di beberapa tempat terutama di Vietnam, lamun digunakan sebagai pupuk dan kerajinan

tangan. Pengambilan besar-besaran tanpa memperhitungkan keberlanjutan lamun bisa melenyapkan lamun dari lautan.

7. Perubahan iklim

Perubahan iklim dapat menimbulkan badai yang pada akhirnya berkontribusi pada kerusakan lamun.

3.2.3.

Dampak Kerusakan Lamun

Dampak yang ditimbulkan rusaknya ekosistem lamun yaitu menurunnya produk perikanan. Hal ini dikarenakan manfaat dari jasa lingkungan yang diberikan untuk fauna-fauna laut misalnya untuk mencari makan, bertelur, dll. Rusaknya ekosistem lamun juga akan berpengaruh pada ekosistem terdekatnya seperti ekosistem mangrove dan terumbu karang (Greean dan Short, 2003) , yang pada akhirnya sangat merugikan manusia sendiri.

3.2.4.

Mengukur Kesehatan Ekosistem Lamun

Untuk penilaian kondisi/kesehatan suatu ekosistem lamun secara kuantitatif dapat dilakukan dengan cara skoring, cara ini juga diterapkan untuk penentuan calon lokasi konservasi perairan (Supriadi, 2010). Metode ini relatif mudah dalam menilai kondisi/kesehatan suatu ekosistem. Teknik scoring yaitu dengan memberikan nilai/bobot tertentu pada komponen ekosistem lamun seperti jumlah jenis, persentase tutupan dan jumlah jenis algae dengan skor 7, 5, 3 dan 1. Skor ini mencerminkan nilai setiap komponen ekosistem lamun. Total skor kemudian diklasifikasikan menjadi empat peringkat yaitu kondisi lamun 'sangat baik', 'baik', 'sedang' dan 'jelek'. Secara rinci tabel skoring dan klasifikasi peringkat kesehatan lamun disajikan pada Tabel 3.1 dan 3.2.

No	Komponen	Kisaran jumlah spesies	Skor
1.	Jumlah spesies lamun	<=2 3-4 5-6 >=7	1 3 5 7
2.	Jumlah spesies alga	1-6 7-12 13-18 19-24	1 3 5 7
3.	Persen tutupan lamun	5-25 26-5 51-75 76-100	1 3 5 7

Tabel 3.1. Pembobotan Komponen Ekosistem Lamun

Skor	Kondisi lamun
>=16	Sangat baik
15-12	Baik
8-11	Sedang
<=7	Rusak

Tabel 3.2. Klasifikasi Kondisi Ekosistem Lamun Pengamatan lamun di lapangan meliputi identifikasi jenis-jenis lamun, menghitung jumlah individu/ tegakan, persentase penutupan dari masing-masing jenis/spesies pada transek. Persen penutupan lamun diamati dengan menggunakan transek kuadrat ukuran IxI m pada hamparan lamun. Sampling lamun dilakukan dengan menebar transek IxI meter secara horizontal (0; 50 dan 100 m sejajar pantai) dan vertikal laut (0; 25 dan 50 m tegak lurus pantai). Titik sampling ada 9 titik, diawali dari titik (0,0) m (horizontal, vertikal) laut, kemudian dilanjutkan di titik (0,25)m laut, hingga berakhir di titik (100,50). Satu tegakan lamun merupakan suatu kumpulan dari beberapa daun yang pangkalnya menyatu. Jumlah tegakan diamati langsung secara visual.

Penutupan spesies lamun diestimasi berdasarkan standar persentase penutupan yang digunakan dalam monitoring lamun oleh Seagrass Watch (Lampiran I). Penggunaan standar ini sangat penting untuk menghindari bias karena estimasi didasarkan pada pengamatan visual yang bersifat kualitatif atau semi kuantitatif. Persentase penutupan lamun sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti spesies lamun, kerapatan lamun dan sebaran lamun.

3.3. REHABILITASI EKOSISTEM PADANG LAMUN

3.3.1.

Pengantar

Transplantasi lamun adalah memindahkan dan menanam di lain tempat; mencabut dan memasang pada tanah lain atau situasi lain (Azkab 1999, Calumpong & Fonseca 2001). Menurut Lewis (1987) in Calumpong & Fonseca (2001), restorasi adalah mengembalikan kondisi seperti sebelumnya dari gangguan atau mengganti dengan yang baru. Penanaman lamun yang dikenal dengan 'transplantasi' merupakan salah satu cara untuk memperbaiki atau mengembalikan kembali habitat yang telah mengalami kerusakan.

Davis (1999) & Campbell et al. (2000) in Calumpong & Fonseca (2001) memberikan strategi dalam pengambilan keputusan untuk menetapkan pemilihan lokasi penanaman yaitu intensitas cahaya, epiphytisasi, masukan nutrien, arus air, kedalaman, kemiripan lokasi donor dan tindakan alternatif seperti penyesuaian metode dengan karkteristik lokasi transplantasi. Beberapa kriteria yang digunakan untuk memilih lokasi restorasi (transplantasi) lamun (Calumpong & Fonseca 2001) jauh dari lokasi asli yang mengalami kerusakan, sebagai berikut:

- 1. Memiliki kemiripan kedalaman relatif sama dengan lokasi padang lamun alami,
- 2. Memiliki sejarah pertumbuhan lamun,
- 3. Tidak ada gangguan dari aktivitas manusia dan gangguan lain,
- 4. Tidak ada gangguan secara regular oleh badai dan pergerakan sedimen,
- 5. Tidak mengalami rekolonisasi alami secara ekstensif oleh lamun lainnya,
- 6. Restorasi lamun telah berhasil di lokasi yang sama,
- 7. Terdapat area yang cukup untuk mendukung kegiatan transplantasi atau restorasi,
- 8. Memiliki kemiripan kualitas habitat dengan daerah alaminya.

Kegiatan transplantasi lamun yang bertujuan untuk restorasi habitat telah dilakukan pada tahun 1947 oleh Addy dengan menggunakan biji dan bibit vegetatif lamun Zostera marina. Transplantasi dengan menggunakan biji tidak berhasil, tetapi penanaman yang menggunakan bibit vegetatif

menunjukkan keberhasilan. Teknik transplantasi lamun di Indonesia secara garis besar dibagi dua, yakni yang mempergunakan jangkar dan tanpa jangkar.

3.3.2.

Teknik Transplantasi tanpa Jangkar

Teknik ini termasuk menanam tanaman yang lengkap dengan substratnya dan tanaman yang telah dibersihkan dari substratnya (Phillips 1994 in Kiswara 2004). Beberapa teknik penanaman lamun tanpa jangkar seperti dibawah ini:

A. Turfs

Turfs adalah sebuah unit lamun dengan luas sekitar 0,1 m2 yang digali dan dipindahkan dari tempat donor dengan sebuah sekop. Unit dibawa ke lokasi penanaman dan unit transplantasi lamun ditanam dengan cara dimasukan pada sebuah lubang yang sebelumnya telah dipersiapkan.

B. Plugs

Metode plugs yaitu pengambilan bibit tanaman dengan patok paralon dan tanaman dipindahkan dengan substratnya. Biasanya menggunakan paralon (PVC) dengan diameter 10-25 cm. Metode plug dengan menekan tanaman masuk ke substratnya, kemudian ditransplantasi pada lubang pada kedalaman 15-20 cm (Azkab 1999).

C. Biji

Biji disebarkan di atas permukaan substrat di daerah dengan arus yang rendah. Kurungan plastik dipasang di sekeliling area penanaman untuk menghindari biji yang disebar hanyut terbawa arus.

3.3.3

Teknik Transplantasi dengan menggunakan Jangkar

Teknik ini bertujuan untuk menghindari tanaman hanyut terbawa arus, cara untuk pananaman lamun dengan menggunakan jangkar adalah sebagai berikut:

- 1. tunas tunggal diikat dengan karet gelang pada sepotong kawat atau besi,
- 2. dibawa ke lokasi penanaman,
- 3. menggali lubang dan setelah itu ditanam dan ditutupi dengan sedimen.

Cara lain dengan mengikat sekumpulan tunas pada sebuah bata, di tempat penanaman mereka dijatuhkan kedalam air dari atas perahu, atau mengikat sekumpulan tunas (4-5 tunas) menjadi satu dengan kawat kemudian ditanam di areal penanaman bersama-sama kawatnya (Phillips 1974 in Kiswara 2004).

TERFs (*Transplanting Eelgrass Remotely with Frame system*) merupakan metode transplantasi lamun yang dikembangkan oleh F.T. Short di Universitas New Hampshire, USA (Short et al. 2001). TERFs adalah unit penanaman lamun berupa tunas yang diikat pada frame besi (TERFs frame). TERFs kemudian ditanam dengan meletakkannya di atas sedimen substrat dasar dengan sedikit tekanan sehingga frame besi bagian bawah dapat masuk beberapa cm ke dalam substrat.

3.3.4.

Metode Peat Pot (Calumpong & Fonseca 2001)

Metode peat pot adalah metode transplantasi lamun yang menggunakan wadah dalam kegiatan penanaman, wadahnya ini dapat berbentuk kotak ataupun bulat dan akan terdegradasi secara alami, berukuran 8 cm x 8 cm yang diperkenalkan oleh Fonseca et al. pada tahun 1994. Dengan menggunakan metode ini lamun donor diambil dari daerah yang memiliki kepadatan lamun tinggi dengan menggunakan cangkul ataupun corer.

Pada saat penanaman pot, lubang terlebih dahulu dipersiapkan, kemudian pot dibenamkan ke dalam lubang tersebut sedemikian rupa sehingga terkubur dalam substratnya dengan kokoh. Penggunaan corer dimaksudkan agar seluruh bagian lamun beserta substratnya dapat terangkat secara utuh.

3.3.5.

Parameter Lingkungan yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Transplantasi Lamun.

Parameter utama yang mempengaruhi distribusi dan pertumbuhan ekosistem padang lamun adalah sebagai berikut:

A. Kecerahan

Lamun membutuhkan intensitas cahaya yang tinggi untuk melakukan fotosintesis. Beberapa aktivitas yang dapat meningkatkan muatan sedimen pada badan air akan berakibat pada tingginya kekeruhan perairan, sehingga berpotensi mengurangi penetrasi cahaya. Cahaya merupakan salah satu faktor pembatas pertumbuhan dan produksi lamun. Cahaya minimum yang diperlukan lamun berkisar 10-20%, dibawah jumlah minimum ini, lamun akan mati. Peningkatan intensitas cahaya berbanding lurus terhadap pertumbuhan lamun (Short et al. 2001).

B. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor penting bagi kehidupan organisme laut, karena suhu mempengaruhi baik metabolisme maupun perkembangbiakan dari organisme-organisme tersebut. Umumnya suhu perairan di Indonesia berkisar antara 28-38°C. Suhu air permukaan dipengaruhi oleh kondisi meteorologi. Faktor-faktor meteorologi yang berperan ialah curah hujan, penguapan, kelembapan udara, suhu udara, kecepatan angin dan intensitas radiasi matahari. Oleh sebab itu pola suhu di permukaan biasanya mengikuti pula pola musiman.

Walaupun padang lamun tersebar secara geografis luas yang diindikasikan oleh adanya kisaran toleransi yang luas terhadap temperatur pada kenyataannya spesies lamun di daerah tropik mempunyai toleransi yang rendah terhadap perubahan temperatur. Kisaran temperatur optimal bagi spesies lamun adalah 28-30°C. Lamun akan mengalami stres jika suhu di atas nilai optimum, yang juga berujung kematian (Zieman & Wood 1975 in Short et al. 2001).

C. Salinitas

Salinitas ialah jumlah berat semua garam (dalam gram) yang terlarut dalam satu liter air. Salinitas permukaan perairan Indonesia rata-rata berkisar 32-34 PSU (Dahuri et al. 2004). Spesies lamun memiliki kemampuan toleransi yang berbeda-beda terhadap salinitas, namun sebagian besar memiliki kisaran yang lebar, yaitu antara 10 dan 40 PSU. Nilai salinitas optimum untuk spesies lamun adalah 35 PSU.

D. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman menyatakan intensitas keasaman atau kebasaan dari suatu cairan yang mewakili konsentrasi ion hidrogennya. Menurut Nybakken (1992), kisaran pH yang optimal untuk air laut berkisar antara 7,5-8,5. Menurut Phillips dan Menez (1988), kisaran pH yang baik untuk lamun adalah pada saat pH air normal, yaitu 7,8-8,5 karena pada saat tersebut ion bikarbonat yang dibutuhkan untuk proses fotosíntesis oleh lamun dalam keadaan melimpah.

E. Substrat

Padang lamun hidup pada berbagai macam tipe substrat, mulai dari lumpur sampai sedimen dasar yang terdiri dari endapan lumpur halus sebesar 40%. Kedalaman substrat berperan dalam menjaga stabilitas sedimen yang mencakup 2 hal, yaitu pelindung tanaman dari arus air laut, dan tempat pengolahan serta pemasok nutrien. Umumnya lamun dapat tumbuh subur mulai dari daerah berpasir sampai berlumpur karena akarnya mudah untuk terbenam, beberapa jenis tertentu bahkan dapat hidup di atas batu karang (Hemminga & Duate 2000).

F. Kecepatan Arus Perairan

Arus merupakan gerakan mengalir suatu massa air yang dapat disebabkan oleh tiupan angin, atau karena perbedaan dalam densitas air laut atau dapat pula disebabkan oleh gerakan bergelombang panjang, yang terakhir ini termasuk antara lain arus yang disebabkan oleh pasang surut (Nontji 2007). Arus laut lebih efektif sebagai media penyebaran dan pengenceran polutan yang masuk ke lingkungan laut. Produktivitas padang lamun juga dipengaruhi oleh kecepatan arus perairan. Umumnya lamun dapat tumbuh dengan baik pada perairan yang berarus tenang (kecepatannya sampai 3,5 knots) (Phillips & Menez 1988).

G. Oksigen Terlarut (Dissolved Oxygen)

Menurut Wibisono (2005), konsentrasi gas oksigen terlarut di permukaan laut sangat bervariasi dan sangat dipengaruhi oleh suhu, makin tinggi suhu makin berkurang tingkat kelarutan oksigen. Oksigen terlarut di laut berasal dari dua sumber, yakni dari atmosfer dan hasil fotosintesis fitoplankton dan berbagai tanaman laut. Kelarutan oksigen sangat penting bagi keseimbangan komunitas dan kehidupan organisme perairan. Menurut Effendi (2003), perairan yang diperuntukkan bagi kepentingan perikanan sebaiknya memiliki kadar oksigen terlarut tidak kurang dari 5 mg/l.

Kelarutan oksigen di laut sangat penting artinya dalam mempengaruhi keseimbangan kimia dan kehidupan organisme laut. Oksigen terlarut akan menurun apabila banyak limbah, terutama limbah organik yang masuk ke sistem perairan. Lamun juga berperan sebagai penghasil oksigen dan mereduksi CO2 di dasar perairan (Nybakken 1992).

H. Nutrien

Nutrien yang utama bagi jasad hidup di laut adalah fosfor (P) dan nitrogen (N) yang memegang peranan penting dalam daur hara, meskipun bukan diantara unsur-unsur kimia yang tinggi kadarnya dalam air laut (Romimohtarto & Juwana 2001). Kedua unsur ini menjadi faktor pembatas dalam daur bahan organik.

BAB 4

EKOSISTEM TERUMBU KARANG

Standar Kompetensi:

2. Memahami Ekosistem Pesisir dan Laut

Kompetensi Dasar

2.3. Mampu menjelaskan konsep dasar ekosistem terumbu karang

Materi Pembelajaran:

4. I. EKOSISTEM TERUMBU KARANG

4.1.1.

Ekosistem Terumbu Karang

Karang adalah hewan tak bertulang belakang yang termasuk ke dalam kelas Coelenterata (hewan berongga). Terumbu adalah endapan zat kapur hasil metabolism ribuan hewan karang.

Terumbu karang adalah ekosistem di dasar laut tropis yang dibangun terutama oleh biota laut penghasil kapur (CaCO3) khususnya jenis-jenis karang batu dan alga berkapur, bersama-sama dengan biota yang hidup di dasar lainnya seperti jenis-jenis moluska, krustasea, ekhinodermata, polikhaeta, porifera, dan tunikata serta biota-biota lain yang hidup bebas di perairan sekitarnya, termasuk jenis-jenis plankton dan jenis-jenis nekton (Guilcher, 1988).

4.1.2.

Syarat Hidup Karang

Semua makhluk hidup mempunyai persyaratan dan kondisi tertentu untuk bisa hidup. Begitu juga dengan karang, yang hanya bisa hidup di daerah yang mempunyai persyaratan tertentu saja.

A. Suhu

Karang menyukai perairan yang hangat, tapi tidak terlalu panas yaitu antara 18-30 derajat C.

B. Cahaya

Sinar atau cahaya sangat penting bagi karang, karena sinar matahari ini diperlukan oleh alga zooxanthellae untuk fotosintesis. Semakin sedikit cahaya yang sampai ke karang, maka tingkat kekerasan karang menjadi kecil sehingga karang menjadi mudah patah (rapuh). Pertumbuhan karang pembentuk terumbu pada kedalaman 18 – 29 m sangat lambat tetapi masih ditemukan hingga kedalaman iebih dari 90 m.

C. Salinitas

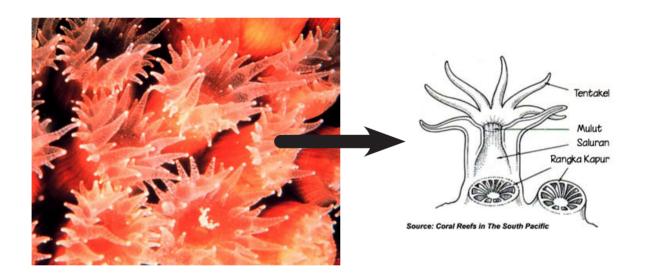
Pada umumnya, karang berada di perairan yang mempunyai salinitas antara 32 sampai 40 PSU (practical salinity units). Penurunan kadar garam merupakan faktor utama kematian terumbu karang yang umumnya terjadi di muara sungai.

D. Arus dan Gelombang

Kekuatan arus dan gelombang yang cukup diperlukan oleh karang. Arus berperan penting dalam distribusi larva karang, baik untuk distribusi jarak dekat maupun sampai ke tempat yang jauh. Gelombang dibutuhkan untuk sirkulasi makanan dan oksigen ke polip-polip karang, selain itu juga untuk membersihkan sedimen dan kotoran dari polip karang. Tapi sebaliknya arus dan gelombang yang terlalu kuat dapat menghambat pembentukan terumbu karang. Ini terbukti di laut bagian selatan Indonesia tidak ada terumbu karang, kalaupun ada jumlahnya tidak banyak hanya di tempattempat tertentu.

4.1.3. Biologi Karang

Karang yang hidup di laut sebenarnya adalah sekumpulan hewan-hewan kecil berongga dari kelas colenterata yang disebut polip. Polip umumnya berbentuk mangkok dengan diameter bervariasi dari yang terkecil Imm sampai dengan yang berdiameter beberapa cm. Setiap individu polip mempunyai mulut yang dikelilingi oleh tentakel yang fungsinya untuk pertahanan diri, menangkap makanan dan juga untuk membersihkan diri (NOAA, 2008). Polip dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Polip

Ada dua macam karang, yaitu karang batu (hard corals) dan karang lunak (soft corals). Karang batu merupakan karang pembentuk terumbu karena tubuhnya yang keras seperti batu. Kerangkanya terbuat dari kalsium karbonat atau zat kapur. Karang batu bekerja sama dengan alga yang disebut zooxanthellae.

Karang batu hanya hidup di perairan dangkal dimana sinar matahari masih didapatkan. Karang lunak bentuknya seperti tanaman dan tidak bekerjasama dengan alga. Karang lunak dapat hidup baik di perairan dangkal maupun perairan dalam yang gelap.

Zooxanthellae adalah alga ber-sel satu yang hidup di dalam jaringan tubuh karang batu. Zooxanthelae dan karang memiliki hubungan simbiosis yang saling menguntungkan. Zooxanthellae menyediakan makanan untuk polip karang melalui proses memasak yang disebut fotosintesis, sedangkan polip karang menyediakan tempat tinggal yang aman dan terlindung untuk zooxanthellae. Selain itu zooxanthellae inilah yang memberi warna pada karang.



Gambar 4.2. Karang batu (hard coral)



Gambar 4.3. Karang lunak (soft coral)

4.1.4.

Cara Karang Makan

Karang memperoleh makanan dengan cara menangkap plankton yang melayang-layang di air dan juga dari hasil fotosintesis alga zooxanthellae. Tentakel karang terbuka pada waktu malam hari dan menutup pada malam hari untuk menangkap makanan (Gambar 4.4.).









Gambar 4.4. Cara Karang Makan Gambar diambil dari www.terangi.or.id.

4.1.5.

Perkembangbiakan Terumbu Karang

Karang berkembang baik secara sexual dan asexual. Secara seksual yaitu saat sel telur dan sperma dikeluarkan oleh karang ke perairan. Sel telur dan sperma dari jenis yang sama kemudian bergabung menghasilkan larva planula, kemudian planula akan tumbuh sebagai polip karang. Secara aseksual yaitu dengan cara membelah diri dan pertunasan. Fragmen-fragmen tubuh karang yang patah juga bisa hidup dan hal ini dimanfaatkan untuk mengembang biakkan secara vegetatif untuk tujuan konservasi.

4.1.6.

Pertumbuhan Karang

Pertumbuhan karang sangatlah lambat, selama satu tahun rata-rata karang hanya dapat menghasilkan batu karang setinggi I cm saja. Jadi selama 100 tahun karang batu itu hanya tumbuh 100 cm. Pada umumnya, karang massif tumbuh lebih lambat daripada karang bercabang , pada kondisi yang sangat bagus karang branching mampu tumbuh mencapai 10 cm per tahun.

4.1.7.

Fungsi Terumbu Karang

- I. Pelindung ekosistem pantai
- 2. Penghasil oksigen
- 3. Rumah bagi banyak jenis makhluk hidup
- 4. Objek wisata
- 5. Daerah penelitian
- 6. Sumber perikanan yang produktif
- 7. Sumber obat-obatan

Terumbu karang yang sehat menghasilkan tangkapan ikan 4x lebih banyak daripada terumbu karang yang rusak.

4.1.8.

Hewan asosiasi Terumbu Karang

Golongan hewan berongga

Dalam ekosistem terumbu karang, terdapat berbagai jenis hewan berongga seperti karang batu, karang lunak, anemon, karang tanduk (gorgonian),dll.

Golongan hewan asosiasi lainnya

Jenis hewan avertebrata lainnya yang hidup berasosiasi di dalam ekosistem terumbu karang bermacam jenis spons, Mollusca, Echinodermata, Crustacea (kepiting), dll.

Golongan hewan yang bersimbion

Banyak simbiosis mutualisme yang unik yang terjadi di ekosistem ini. Misalnya antara belut laut dan udang kecil dimana udang kecil membersihkan mulut belut laut. Udang kecil memperoleh sisa makanan dari mulut belut laut dan mulut belut menjadi bersih.

Golongan Pemangsa (predator)

Di ekosistem terumbu karang juga terdapat predator yang memakan karang batu. Predator yang cukup terkenal dan merusak yaitu COT/Acanthaster planci (Gambar 4.5.), Drupella (Gambar 4.6.) dan juga beberapa jenis ikan.



Gambar 4.5. Acanthaster planci

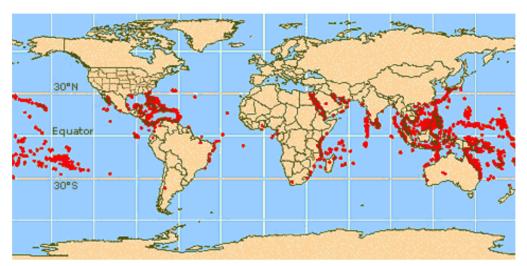


Gambar 4.6. Drupella

4.1.9.

Sebaran Terumbu Karang

Para ilmuwan memperkirakan total area terumbu karang di dunia adalah 300.000 km², yang merupakan **0,1%** saja dari luas seluruh laut di bumi ini. Gambar 4.7. menunujukkan peta persebaran terumbu karang di dunia.



Gambar 4.7. Peta Persebaran Terumbu Karang di Dunia Sumber: NOAA's National Ocean Service, Education Division

Dari peta tampak bahwa persebaran terumbu karang berada di daerah tropik dan subtropik, yaitu diantara 30 derajat lintang utara dan 30 derajat lintang selatan. Namun demikian, keanekaragaman atau biodiversity di Indo Pasifik (termasuk Indonesia) 10 kali lebih tinggi daripada di laut Atlantik. Misalnya saja, ada kurang lebih 60 jenis karang yang ditemui di laut Atlantik barat, tapi di lautan Indo Pasifik terdapat kurang lebih 500-600 spesies karang. Sebagian besar terumbu karang dunia (55%) terdapat Indonesia, Pilipina, Australia Utara dan Kepulauan Pasifik, 30% di Lautan Hindia dan Laut Merah. 14% di Karibia dan 1% di Atlantik Utara. Terumbu karang Indonesia yang mencapai 60.000 km2 luasnya, sebagian besar berada di Indonesia bagian tengah, Sulawesi, Bali dan Lombok, Papua, Pulau Jawa, Kepulauan Riau dan pantai Barat serta ujung barat daya Pulau Sumatera.

SEGITIGA TERUMBU KARANG DUNIA (CORAL TRIANGLE)

Segitiga Terumbu Karang Dunia (Gambar 4.8.) adalah kawasan yang memiliki keanekaragaman hayati laut paling kaya di dunia, meliputi laut-laut dari 6 negara di Asia Pasifik, yakni Filipina, Indonesia, Kepulauan Solomon, Malaysia, Papua Nugini, dan Timor Leste.



Coral Triangle Boundary source: Green and Mous (2008), @ The Nature Conservancy Green

Gambar 4. 8. Coral Triangle

Segitiga terumbu karang memiliki ekosistem laut yang paling beragam di dunia, dengan lebih dari 500 spesies karang, setidaknya 3.000 spesies ikan dan hutan mangrove terbesar yang tersisa di bumi. Kawasan ini dihuni oleh lebih dari 150 juta orang. Kawasan ini merupakan pusat global keanekaragaman hayati laut, dan penting untuk menjaga ekosistem dan perikanan yang produktif bagi keberlanjutan dan kesejahteraan penduduk di seluruh dunia.

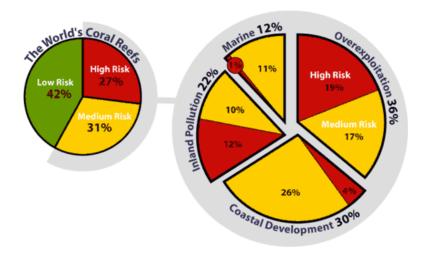
Diskusikan:

Apa yang akan terjadi jika ekosistem terumbu karang rusak?

4.2. KERUSAKAN EKOSISTEM TERUMBU KARANG

Status Kondisi Terumbu Karang di Dunia

Secara global, 36 % terumbu karang dunia terancam akibat eksploitasi yang berlebihan, 30 % karena pembangunan daerah pesisir, 22% karena polusi dan erosi, dan 22 % karena polusi di laut. Secara singkatnya, 58% terumbu karang dunia dalam keadaan terancam, baik dalam skala resiko yang sedang maupun yang resiko yang tinggi. (Bryant et al, 2003).



Gambar 4.9. Persentase Kondisi Terumbu Karang Dunia dan Penyebab Rusaknya

Asia Tenggara merupakan kawasan yang memiliki keanekaragaman coral dan ikan yang paling tinggi (Biodiversity hotspot). Kerusakan terumbu karang di Asia Tenggara sangat menkhawatirkan. Lebih dari 80% terumbu karang di Asia Tenggara terancam karena praktek penangkapan ikan yang merusak, penangkapan yang berlebihan, dan pembangunan di kawasan pesisir.

Keadaan Terumbu Karang di Indonesia

Indonesia memiliki 82 genera dan 590 spesies karang keras yang tersebar pada 74.748 km2 atau setara dengan 18 persen dari luasan terumbu karang dunia. Namun demikian, keberadaan terumbu karang di Indonesia juga mengalami tingkat kerusakan dan ancaman yang tinggi setiap tahunnya.

Tingginya ancaman dan kerusakan terumbu karang sebagian besar disebabkan prilaku manusia, seperti eksploitasi karang untuk pondasi rumah, pengerasan jalan, pembuatan kapur, penggunaan alat tangkap yang merusak (destructive fishing) seperti bom dan potasium, ekspolitasi sumberdaya secara berlebih, dan pembuangan limbah domestik dan industri keperairan. Kondisi terumbu karang di Indonesia semakin tahun semakin parah. Tabel 4.1. memperlihatkan status terumbu karang Indonesia pada tahun 2010, 2011, dan 2012.

	Status					
Tahun	Sangat baik	Baik	Cukup	Kurang		
2010	5,44	26,72	37,21	30,82		
2011	5,58	26,95	36,90	30,76		
2012	5,30	27,18	37,25	30,45		

Tabel 4.1. Status Terumbu Karang Indonesia tahun 2010 – 2012.

Keterangan:

Sangat baik : 75 – 100% tutupan karang hidup
Baik : 50 – 74% tutupan karang hidup
Cukup : 25 – 49% tutupan karang hidup
Kurang : 24 – 0% tutupan karang hidup

4.2.2.

Penyebab Kerusakan Terumbu Karang

Faktor Alam (Natural Threats)

I. Badai

Karang, baik karang batu maupun karang lunak rentan terhadap gelombang yang sangat besar, misalnya yang disebabkan oleh badai yang juga menjadi penyebab perubahan suhu dan kadar garam yang sangat signifikan dalam waktu yang cepat.

2. Predator

Predator karang yaitu, ikan-ikan tertentu, siput , cacing dan yang terkenal yaitu Acanthaster. Jika jumlah predator ini berlebih akan dapat menimbulkan kematian masal pada terumbu karang.

3. Fleshy alga

Pertumbuhan dan perkembangan yang sangat cepat alga tertentu yang dikenal sebagai fleshy alga dapat membunuh karang. Alga ini menutupi tubuh karang sehingga karang tidak bisa melakukan aktivitas metabolisme dan tidak bisa mendapatkan sinar matahari.

4. Penyakit

Seperti pada hewan lain, karang juga bisa terserang penyakit. Penyakit ini bisa disebabkan oleh bakteri, jamur, dan juga virus. Coral bleaching (pemutihan karang) juga salah satu jenis penyakit karang.

Bleaching terjadi akibat berbagai macam tekanan, baik secara alami maupun karena anthropogenik yang menyebabkan degenerasi atau hilangnya zooxanthellae pewarna dari jaringan karang. Secara umum, pengertian bleaching adalah terpisahnya alga yang bersimbiosis (Zooxanthellae) dari induk karang (Wilkonson, 2000).

Faktor-faktor yang memberikan kontribusi terjadinya bleaching adalah adanya perubahan temperatur yang ekstrim, metals, polutan lain (nitrat), arus perairan yang kecil, intensitas cahaya, serta salinitas. Selain itu, bleaching dapat disebabkan karena sisa metabolisme yang berasal dari karang (nitrogen dan fospat) hanya dalam jumlah yang sedikit, sehingga kondisi ini akan berpengaruh terhadap produk fotosintesis.

Temperatur yang tinggi akan menyebabkan adanya gangguan sistem enzim di dalam zooxanthellae, sehingga pada akhirnya akan menurunkan ketahanan untuk mengatasi oksigen toxicas. Fotosintesis dalam zooxanthallae akan menurun pada temperatur di atas 30°C dan dampaknya dapat mengaktifkan pemisahan karang/alga simbiosis. Batas tertinggi suhu maksimal adalah 30-34°C dengan kemampuan toleransi suhu tertinggi 2°C (Jokiel & Coles, 1990).

Beberapa tahun terakhir ini, bleaching masal dilaporkan terjadi di Great Barrier Reef dan di bagian barat Pasifik yang dipicu oleh adanya anomali temperatur air yang tinggi. Di Great Barrier Reef

mengalami dua kali bleaching masal pada musim panas tahun 1998 dan 2002. Di Taman Laut, bleaching masal yang terjadi pada musim panas tahun 2002 menyebabkan 60%-95% karang memutih. Bleaching terjadi hampir di seluruh lautan tropis pada tahun 1998/1999. Banyak karang yang (hampir 90% tutupan karang hilang di Maldives, Sri Lanka, Kenya, Tanzania dan Seychelles). Meningkatnya suhu sebesar 2-3°C di Pasifik barat bertanggung jawab terhadap bleaching di Indonesia (Brown & Suharsono, 1990).

Faktor Manusia (Anthropogenic)

Ancaman terumbu karang saat ini diestimasi hampir mencapai 60% dari seluruh terumbu karang dunia adalah disebabkan oleh aktifitas manusia seperti pembangunan di wilayah pesisir, pencemaran dan praktek penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan (Bryant et al. 1998).

Secara langsung

- I. Penangkapan ikan dan biota laut lainnya yang merusak Contoh nyata yang sering kita jumpai yaitu penangkapan ikan dan hewan laut lainnya menggunakan bom dan racun seperti potasium, sianida, dll. Bukan hanya ikan dan biota laut yang diambil saja yang terkena racun, tetapi karang yang menjadi rumah mereka juga terkena dampaknya.
- 2. Pengambilan karang dan biota laut lainnya untuk diperdagangkan Pengambilan karang secara langsung baik untuk aquarium maupun untuk bahan bangunan sangat merugikan. Jika karang hilang maka ikan pun lenyap. Begitu juga pengambilan biota lain seperti kima, yang cara pengambilannya dengan cara mencongkel terumbu karang, dan keong triton (Charonia tritonis), sejenis keong laut berukuran besar untuk cenderamata, dll. Hal ini nantinya dapat mengganggu keseimbangan ekosistem terumbu karang, dimana spesies-spesies yang diambil tersebut berfungsi sebagai pemangsa dari predator karang.
- 3. Pembuangan sampah ke laut Sampah jelas akan mengganggu karang terutama sampah plastik. Sampah ini akan tersangkut di karang, sehingga karang tidak dapat melakukan aktivitasnya dan zooxanthellae tidak dapat berfotosintesis. Selain itu, sampah plastik juga bisa menyebabkan karang dan biota lainnya keracunan.
- 4. Kegiatan wisata yang tidak ramah lingkungan Ketika diving ataupun snorkling sering kali sadar ataupun tidak sadar kita menginjak terumbu karang. Untuk itu peraturan dan etika diving/snorkling yang salah satunya dilarang menginjak karang bahkan menyentuh karang harus diperhatikan dan diterapkan. Selain mengganggu karang wisata juga sering membuang sampah ke laut.

Tidak Langsung

I. Pencemaran dari darat ke laut

Zat pencemar atau limbah ini dibedakan menjadi 2 yaitu padat dan cair. Limbah padat seperti kaleng, plastik, dll. Limbah cair yaitu seperti pupuk kimia, limbah industri, dll. Kedua jenis limbah ini sama-sama berbahaya untuk karang. Tapi untuk pupuk kimia ini bahayanya bisa parah sekali, selain dapat membunuh karang secara langsung (meracuni karang), limbah kimia sangat menggangu kestabilan ekosistem (rantai makanan yang sudah berlangsung di dalam ekosistem). Limbah cair ini bisa menyebabkan predator karang seperti Acanthaster planci bisa

overpopulasi dan memakan karang, selain itu pupuk ini juga bisa menyebabkan fleshy alga menjadi subur dan berkembangbiak dengan pesat dan membunuh karang.

Selain itu polusi udara juga menyebabkan effect rumah kaca yang akhirnya meningkatkan suhu bumi dan akibat yang sangat terasa pada karang yaitu coral bleaching, yang dampak panjangnya dapat menyebabkan kematian masal pada karang.

2. Sedimentasi dari darat

Sedimentasi dari darat ini misalkan disebabkan karena pengundulan hutan di daratan (deforestasi), sehingga materi-materi tanah yang terbawa ke laut saat hujan akan membuat air laut menjadi keruh.

3. Pembangunan di wilayah pesisir yang tidak ramah lingkungan Akibat dari pembangunan yang tidak ramah lingkungan ini yaitu kita jumpai sampah dimanamana yang akhirnya menuju ke laut dan mengganggu karang.

4.2.3.

Dampak Kerusakan Terumbu Karang

Kerusakan terumbu karang sangat berdampak besar pada komunitas yang bergantung pada terumbu karang. Manusia bergantung pada terumbu karang sebagai sumber makanan, uang dan untuk berwisata. Lebih dari 100 juta orang bergantung secara langsung pada terumbu karang untuk hidup, khususnya masyarakat yang hidup di negara berkembang. Dampak yang ditimbulkan kerusakan terumbu karang antara lain:

- I. Terumbu karang berfungsi sebagai pelindung daerah pesisir/tepi pantai dengan cara meredam energi dari ombak dan mengurangi erosi. Jika terumbu karang rusak maka pelindung alami untuk daerah pesisir akan lenyap juga, maka daerah tersebut akan mudah terdegradasi air laut, intrusi dan bahkan akan cepat hancur ketika terjadi gelombang besar seperti tsunami.
- 2. Hilangnya terumbu karang berarti hilangnya habitat ikan karang. Banyak penelitian yang menunjukkan bahwa berkurangnya ikan karang berakibat langsung terhadap penurunan komunitas karang. Ini berarti akan menurunkan jumlah tangkapan ikan karang oleh nelayan, yang akan berdampak buruk bagi persediaan makanan dan ekonomi mereka.
- 3. Terumbu karang yang rusak kurang menarik bagi wisatawan. Hal ini akan berakibat menurunnya pendapatan nasional bagi negara-negara yang mempunyai perekonomian berbasis wisata.
- 4. Terumbu karang merupakan sumber obat-obatan yang sangat penting. Terumbu karang yang rusak tidak dapat digunakan untuk sumber obat-obatan seperti obat untuk jantung, kanker dan penyakit lainnya.

4.2.4.

Mengukur Kesehatan Ekosistem Terumbu Karang

Survei terumbu karang dapat dilakukan dengan berbagai metode, bergantung pada tujuan survei, waktu yang tersedia, tingkat keahlian peneliti dan ketersediaan sarana dan prasarana.

Beberapa metode yang umum digunakan untuk survei terumbu karang, misalnya metode Transek Garis (line transect), metode Transek Kuadrat (kuadrat transect), metode Manta Tow, metode Transek Sabuk (belt transect).

Pada program ini kita akan menggunakan metode transek garis yaitu LIT (Line Intercept Transect). Metode ini khususnya digunakan untuk menentukan kondisi terumbu karang yang rusak akibat ulah manusia. Dalam menentukan kondisi terumbu karang, peneliti membuat kategori sebagai berikut (Tabel 4.2.):

% Tutupan karang batu	Kondisi
0 - 25	Rusak berat
26 - 49	Rusak sedang
50 - 69	Baik
70 - 100	Sangat baik

Tabel 4.2. Klasifikasi Kondisi Ekosistem Terumbu Karang

Presentase tutupan karang batu hidup dipakai sebagai indikator karena tinggi rendahnya keanekaragaman hayati laut di terumbu karang juga tergantung oleh tingginya rendahnya tutupan karang batu hidup. Semakin tinggi persen tutupan karang batu hidup, makin banyak biota asosiasi yang hidup diantara koloni karang batu hidup. Berarti pula, bahwa semakin tinggi persen tutupan karang batu hidup, makin baik kondisi terumbu karang dan makin banyak biota asosiasi yang hidup di sekitarnya (keanekaragaman hayati tinggi).

4.3. REHABILITASI TERUMBU KARANG

4.3.1.

Pengantar

Kita mengenal istilah restorasi dan rehabilitasi. Restorasi adalah tindakan untuk membawa ekosistem yang telah terdegradasi kembali menjadi semirip mungkin dengan kondisi aslinya sedangkan tujuan utama restorasi terumbu karang adalah untuk peningkatan kualitas terumbu yang terdegradasi dalam hal struktur dan fungsi ekosistem.

Rehabilitasi adalah tindakan untuk menggantikan secara parsial atau menyeluruh karakteristik struktural dan fungsional yang telah berkurang atau hilang dari suatu ekosistem. Rehabilitasi dapat juga diartikan sebagai alternatif penggantian kualitas atau karakeristik dari yang asli dengan syarat bahwa kualitas atau karakteristik yang baru memiliki nilai ekonomi, sosial, dan ekologis yang lebih tinggi dibandingkan dengan situasi sekarang yang telah terdegradasi atau terganggu. Walaupun restorasi dapat meningkatkan usaha konsevasi, restorasi selalu berada di urutan ke dua dibandingkan dengan memelihara ekosistem/habitat alami. Khususnya bagi ekosistem terumbu karang, restorasi/rehabilitasi dapat menjadi pilihan kedua yang sangat beresiko.

Perlu diingat bahwa sangat berbahaya jika kita menyamakan tindakan transplantasi karang dengan restorasi atau rehabilitasi. Restorasi dan rehabilitasi adalah proses yang panjang (biasanya butuh beberapa dekade); sedangkan transplantasi karang adalah sebuah aktivitas dan hanyalah sebuah

alat diantara beberapa cara pengelolaan yang dapat digunakan untuk mencoba untuk membalikan kondisi penurunan terumbu karang. Transplantasi karang tidak sama dengan restorasi atau rehabilitasi. Transplantasi karang hanyalah satu langkah pertama untuk meningkatkan struktur dan fungsi ekosistem.

Kegiatan restorasi biologis bisa dilakukan dengan budidaya karang misalnya propogansi karang secara aseksual dan seksual serta transplantasi karang. Dalam membudidayakan terdapat beberapa jenis karang yang cepat tumbuh dan mudah untuk difragmentasi tetapi sensitif bila dibandingkan jenis yang lambat tumbuh seperti submasif atau masif. Dalam melakukan transplantasi waktu memiliki peran, sebaiknya hindari pada saat karang mengalami tekanan yang tinggi yaitu pada bulan-bulan terpanas, dimana pemutihan terjadi. Setelah restorasi dilakukan maka pemantauan dan perawatan sama pentingnya dalam berhasil atau tidaknya restorasi yang telah dilakukan.

4.3.2.

Kegunaan Transplantasi Karang

Transplantasi karang berperan dalam mempercepat regenerasi terumbu karang yang telah rusak dan dapat pula dipakai untuk membangun daerah terumbu karang baru yang sebelumnya tidak ada. Salah satu kegunaan transplantasi karang yang cukup penting adalah dapat menambah karang dewasa ke dalam suatu populasi sehingga dapat meningkatkan produksi larva di ekosistem terumbu karang yang rusak.

4.3.3.

Hal yang Perlu Diperhatikan dalam Transplantasi Karang

Untuk mengurangi stress, karang yang akan ditransplantasi dilepaskan secara hati-hati dan ditempatkan dalam wadah plastik berlubang serta proses pengangkutan dilakukan di dalam air. Sebaiknya operasi ini hanya menghabiskan waktu kurang lebih 30 menit untuk setiap tumpukan karang yang akan dipindahkan.

Beberapa teknik untuk melekatkan karang yang ditransplantasi adalah semen, lem plastik, penjepit baja, dan kabel listrik plastik.

Dari beberapa percobaan yang telah dilakukan, ada beberapa ketentuan untuk transplantasi karang yaitu:

- A. Untuk transplantasi karang diperlukan suatu wadah beton sebagai substrat di mana karang ditanamkan.
- B. Jenis karang bercabang lebih cepat pertumbuhannya dan lebih mampu menyesuaikan dibandingkan karang masif.
- C. Semua lokasi perairan pada dasarnya dapat dilakukan transplantasi dengan syarat kondisi hidrologik masih dalam batas pertumbuhan karang.
- D. Hasil percobaan pada habitat yang berpasir tetapi dengan kesuburan yang tinggi pertumbuhan karang lebih cepat dibandingkan pada daerah yang karangya rusak.
- E. Wadah karang yang ditransplantasi sebaiknya tidak menghalangi aerasi oleh arus.

4.3.4

Metode Transplantasi

Metode-metode yang sering dilakukan pada transplantasi:

- I. Metode patok
- 2. Metode jaring
- 3. Metode jaring dan substrat
- 4. Metode jaring dan rangka
- 5. Metode jaring, rangka, dan substrat
- 6. Metode rantai

4.3.5.

Alat dan Bahan

Α. Sarana transportasi laut G. Gunting karang/gergaji B. Peralatan skin dive atau scuba Н. Keranjang berlubang/wadah sampel C. Peralatan dokumentasi bawah air Sampel karang hidup \Box Kaliper atau jangka sorong (Skala terkecil 0,01 mm) Ι. Substrat beton E. Rambu apung K. Rangka besi F. Alat pengukur kualitas air

4.3.6

Tahapan Transplantasi Karang

- 1. Penentuan lokasi transplantasi. Untuk mengetahui koordinat lokasi dapat digunakan GPS (Global Positioning System).
- 2. Mempersiapkan alat-alat dan bahan yang akan dipergunakan pada transplantasi.
- 3. Memberi tanda (rambu apung) pada lokasi transplantasi.
- 4. Mencari karang yang akan ditransplantasi.
- 5. Fragmen karang diambil dari induk koloni yang masih hidup berdiameter > 25 cm menggunakan gunting dengan ukuran fragmen ± 10 cm dan dikumpulkan di keranjang berlubang dan dibawa ke lokasi transplantasi.
- 6. Proses pengangkutan harus dilakukan di bawah air dengan hati-hati.
- 7. Memasang rangka besi atau patok pada lokasi transplantasi sejajar garis pantai. Pemasangan rangka transplantasi dapat dilakukan pada kedalaman 1,3 atau 10m.
- 8. Mengikat fragmen karang ke substrat dengan pengikat kabel yang telah disiapkan.
- 9. Untuk mengukur laju pertumbuhan koloni karang serta parameter fisika-kimia perairan dapat dilakukan setiap dua minggu atau setiap bulan.

4.3.7.

Substrat

Substrat yang digunakan dalam melakukan transplantasi karang dapat juga dilakukan dengan beberapa cara, antara lain:

I. Substrat Gerabah Berangka

Substrat ini menggunakan rangka besi berbentuk segi empat 20x20 cm, disetiap sudut rangka besi diberi kaki dengan tinggi 20 cm yang berfungsi sebagai patok pada saat ditancapkan ke

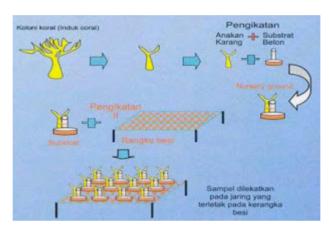
dasar perairan. Fragmen karang diikat ke tiang substrat dengan menggunakan pengikat kabel berukuran panjang 15 cm.

2. Substrat Patok Besi

Patok besi dengan panjang 30 cm yang ujungnya telah dibengkokkan ditancapkan ke dasar perairan. Bagian besi yang bengkok berfungsi sebagai penahan fragmen karang yang telah diikatkan ke besi dengan menggunakan pengikat kabel dengan panjang 10 cm.

3. Substrat Karang Mati

Fragmen karang langsung diikatkan dengan menggunakan pengikat kabel dengan panjang 20 cm ke karang mati yang ada disekitar lokasi transplantasi.



Gambar 4.10. Tahapan Transplantasi Karang (Coremap II. 2006)

Diskusikan:

Dengan ancaman dari perubahan iklim yang menyebabkan pemutihan karang dalam skala luas dan asidifikasi di lautan, apakah rehabilitasi karang dengan cara transplantasi mampu menyelamatkan terumbu karang?

BAB 5 **PERUBAHAN IKLIM**

Standar Kompetensi:

3. Mampu menjelaskan konsep dasar perubahan iklim, dampaknya terhadap daerah pesisir, dan pilihan mitigasi dan adaptasi.

Kompetensi Dasar:

- 3.1. Mampu menjelaskan konsep dasar perubahan iklim
- 3.2. Mampu menjelaskan dampak perubahan iklim terhadap sumberdaya pesisir dan kelautan
- 3.3. Mampu menjelaskan pilihan-pilihan mitigasi dan adaptasi perubahan iklim.

Materi Pembelajaran:

5. I. KONSEP DASAR PERUBAHAN IKLIM

5.1.1.

Definisi Perubahan Iklim

Definisi dari the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC): Merupakan perubahan iklim yang disebabkan oleh kegiatan manusia secara langsung maupun tidak langsung yang mengubah komposisi atmosfer global dan vairiabilitas iklim tersebut teramati selama beberapa periode waktu yang dapat dibandingkan (UNFCC in IPCCC, 2007).

5.1.2.

Bukti-bukti perubahan iklim yang teramati

Suhu meningkat di seluruh bumi. Suhu rata-rata di kutub utara (Arctic) telah meningkat hampir dua kali suhu rata-rata global selama 100 tahun terakhir (Gambar 5.1.). Wilayah daratan telah mengalami pemanasan lebih cepat dibandingkan lautan. Peningkatan muka air laut sejalan dengan pemanasan yang terjadi. Berkurangnya salju dan luasan es juga sejalan dengan meningkatnya suhu. Badai tropis meningkat.

5.1.3.

Penyebab perubahan iklim

Perubahan konsentrasi GRK dan aerosol di atmosfer, perubahan tutupan lahan, dan radiasi matahari mengubah keseimbangan energi dari sistem iklim dan merupakan penyebab perubahan iklim.

Kegiatan manusia menghasilkan emisi dari empat jenis GRK: CO2, methane (CH4), nitrous oxide (N2O) dan halocarbons (sekelompok gas yang mengandung fluorine, chlorine or bromine). Gas rumah kaca (GRK) yang memerangkap panas memanaskan permukaan bumi secara global (Gambar 5.2).

Konsentrasi CO2, CH4 and N2O di atmosfer telah meningkat sebagai akibat dari kegiatan manusia sejak tahun 1750 dan saat ini telah sangat melebihi tingkat pra-industri. Hal ini diketahui dari ice cores yang telah berumur ribuan tahun.

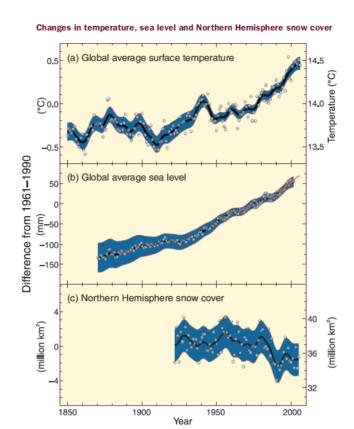
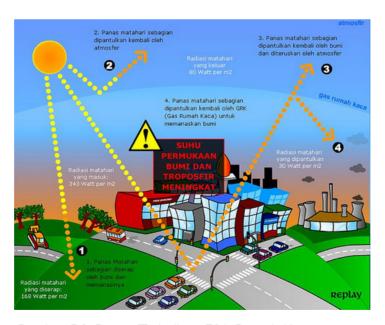


Figure 1.1. Observed changes in (a) global average surface temperature; (b) global average sea level from tide gauge (blue) and satellite (red) data; and (c) Northern Hemisphere snow cover for March-April. All differences are relative to corresponding averages for the period 1961-1990. Smoothed curves represent decadal averaged values while circles show yearly values. The shaded areas are the uncertainty intervals estimated from a comprehensive analysis of known uncertainties (a and b) and from the time series (c). {WGI FAQ 3.1 Figure 1, Figure 4.2, Figure 5.13, Figure SPM.3}

Gambar 5.1. Perubahan Temperatur tahun 1850 hingga 2000



Gambar 5.2. Proses Terjadinya Efek Rumah Kaca

Emisi GRK karena kegiatan manusia telah meningkat sejak pra-industri, dengan peningkatan sebesar 70% antara tahun 1970 dan 2004 (IPCC, 2007). Pertumbuhan paling besar emisi GRK berasal dari suplai energi, transportasi dan industry. Sedangkan GRK dari sektor perumahan dan bangunan komersial, hutan (termasuk deforestasi) dan pertanian tidak terlalu cepat peningkatannya.

5.2. Dampak Perubahan Iklim

5.2.1.

Dampak Perubahan Iklim

Perubahan iklim mempengaruhi pertanian, kehutanan, ekosistem, sumberdaya air, kesehatan, dan banyak lagi (Tabel 4.1) (dimodifikasi dari IPCC, 2007). Fenomena perubahan iklim dapat berupa semakin panasnya suhu bumi, semakin tingginya curah hujan, semakin seringnya kekeringan, dan semakin seringnya badai tropis terjadi dengan intensitas yang semakin besar.

		Contoh	dampak	
Fenomena perubahan iklim	Pertanian, kehutanan, ekosistem	Sumberdaya air	Kesehatan manusia	Industri dan pemukiman
Hari-hari semakin panas	Produksi semakin meningkat di wilayah- wilayah yang dingin; produksi menurun di wilayah-wilayah yang hangat (misalnya daerah tropis); merebaknya serangga/ hama tanaman; meningkatkan kebakaran hutan.	Meningkatkan permintaan akan air; permasalahan kualitas air.	Meningkatkan resiko kematian yang terkait dengan hawa panas, terutama bagi lansia dan balita.	Meningkatkan permintaan akan pendingin ruangan; berkurangnya kualitas udara di daerah perkotaan; berkurangnya kualitas hidup di lokasi-lokasi pemukiman kumuh.
Curah hujan yang cukup tinggi	Merusak tanaman pertanian; erosi tanah; tanah tidak dapat ditanami karena terlalu banyak air.	Suplai air terkontaminasi	Meningkatnya resiko kematian, kecelakaan, infeksi, penyakit pernapasan dan kulit.	Mengganggu pemukiman, perdagangan, dan transportasi akibat banjir; tekanan terhadap infrastruktur; kehilangan properti.
Kekeringan	Kerusakan lahan pertanian, mengurangi hasil panen, panen gagal, hasil pertanian rusak, semakin banyak hewan ternak yang mati, meningkatkan resiko kebakaran.	Kekurangan air	Meningkatnya resiko kekurangan pangan dan air, kelaparan, penyakit- penyakit yang berkaitan dengan makanan dan air.	Kekurangan air di pemukiman penduduk dan industri; mengurangi potensi hydropower; berpotensi menyebabkan migrasi manusia.
Semakin meningkatnya intensitas dan frekuensi badai tropis	Merusak tanaman pertanian; menumbangkan pohon; merusak terumbu karang.	Mengganggu jaringan listrik, mengganggu suplai air, dll.	Meningkatkan resiko kematian, penyakit terkait makanan dan air, stress.	Gangguan karena banjir dan angin kencang; berpotensi menyebabkan migrasi manusia; kehilangan harta benda.
Meningkatnya badai di laut termasuk tsunami	Air irigasi, danau dan sistem air tawar terkontaminasi air laut.	Berkurangnya ketersediaan air bersih akibat intrusi air laut.	Meningkatnya resiko kematian dan kecelakaan akibat badai.	Merusak pemukiman dan infrastruktur; kehilangan harta benda.

Tabel 5.1. Dampak Perubahan Iklim

5.2.2.

Dampak perubahan iklim bagi ekosistem laut

Meningkatnya karbon dioksida dan perubahan iklim pada ekosistem laut berasosiasi dengan perubahan temperatur, sirkulasi, stratifikasi, input nutrisi, kandungan oksigen, dan pengasaman lautan, yang berdampak pada ekosistem laut. Contohnya, perubahan iklim akan merubah sirkulasi air laut dan akan merubah transportasi nutrisi dan bahan organic yang akan mempengaruhi kehidupan makhluk hidup di lautan.

5.2.3.

Dampak perubahan iklim terhadap sistem terumbu karang

Pemutihan karang

Terumbu karang sangat sensitif terhadap perubahan suhu dan pH yang paling kecil sekalipun. Pemanasan I°C dapat menyebabkan pemutihan karang (coral bleaching), yaitu kondisi dimana tissue dari koral menjadi kehilangan warna karena menghilangnya zooxanthellae, simbiosis dari dinoflagellates yang melalui fotosintesis membantu pertumbuhan koral induk (Hoegh-Guldberg et al. 2007). Pemutihan karang menyebabkan stress yang mengakibatkan gangguan pertumbuhan dan reproduksi karang bahkan dapat mengakibatkan kematian karang. Pemutihan juga membuat karang lebih rentan terhadap penyakit (e.g., Muller et al. 1995).

Acidification (Pengasaman Laut)

Ketika karbon dioksida (CO2) diserap oleh air laut, terjadilah reaksi kimia yang mengurangi pH air laut, konsentrasi ion karbonat, dan saturasi mineral kalsium karbonat yang penting secara biologi. Reaksi kimia ini dikenal dengan istilah "ocean acidification" (pengasaman air laut). Kalsium karbonat merupakan bahan pembuatan cangkang dari banyak organisme laut.

Banyak hewan laut yang menghasilkan cangkang atau rangka kalsium karbonat mendapatkan dampak negatif dari meningkatnya level CO2 dan menurunnya pH air laut. Pengasaman lautan (ocean acidification) membuat karang lebih sulit untuk melakukan sekresi dan mempertahankan kerangka karangnya (Salvat & Allemand 2009). Beberapa spesis karang kehilangan kerangka karangnya secara bersamaan dan pertumbuhan kerangkanya menjadi terganggu (Cohen et al. 2009). Ocean acidification juga mengganggu kemampuan sensoris ikan-ikan karang dan mengganggu reproduksi ikan-ikan tersebut (Munday et al. 2009). Ocean acidification juga mempengaruhi kemampuan terumbu karang untuk pulih dari gangguan. Terumbu karang bisa tererosi lebih cepat daripada kemampuan mereka membangun dirinya. Hal ini dapat mengancam jutaan spesies yang tergantung pada habitat terumbu karang.

5.2.4.

Dampak perubahan iklim terhadap jasa lingkungan yang diberikan oleh laut

Perubahan iklim meningkatkan resiko berkurangnya manfaat yang diberikan oleh alam atau jasa ekosistem yang bisa didapatkan dari laut. Dampak ini sangat terasa terutama bagi masyarakat yang hidupnya sangat tergantung dari lautan, misalnya ikan untuk makanan, rekreasi, perlindungan dari bencana alam, daur hara, dan jasa lingkungan lainnya. Contohnya, perubahan iklim dapat memberikan tekanan pada infrastruktur dan kesehatan dan keselamatan masyarakat. Habitat alami, seperti wetlands, mangrove, terumbu karang, dan padang lamun melindungi pesisir dari erosi dan hantaman gelombang (Scott et al., 2012).

.

Kesehatan ekosistem laut juga mempengaruhi ketahanan terumbu karang terhadap perubahan iklim. Contohnya, di daerah-daerah dengan kondisi mangrove masih baik, terumbu karang yang mengalami pemutihan mampu melakukan pemulihan lebih cepat. Kombinasi perubahan iklim dan tekanan-tekanan lokal lainnya seperti overfishing, destructive fishing, polusi, sedimentasi, nutrient overenrichment, dan invasive species dapat membuat terumbu karang menjadi sangat rentan sehingga sampai pada titik tidak dapat pulih kembali. Titik ketika gangguan terhadap ekosistem menyebabkan ekosistem tersebut tidak dapat lagi berfungsi kembali seperti sedia kala disebut dengan "tipping point." (Scott et al., 2012).

5.3. Mitigasi dan Adaptasi

Berhadapan dengan perubahan iklim, masyarakat dapat melakukan adaptasi terhadap dampaknya dan juga dapat mengurangi emisi gas rumah kaca (mitigasi), yang kemudian akan mengurangi kecepatan dan besaran perubahan. Kapasitas manusia untuk beradaptasi dan melakukan tindakan mitigasi tergantung pada kondisi lingkungan dan sosial ekonomi serta ketersediaan informasi dan teknologi.

Ada dua langkah primer yang diambil, mitigasi (pencegahan) dan beradaptasi. Mitigasi pada prinsipnya adalah berbagai tindakan aktif untuk mencegah, memperlambat terjadinya perubahan iklim dan pemanasan global dan mengurangi dampak perubahan iklim melalui penurunan emisi gas rumah kaca dan peningkatan penyerapan gas rumah kaca. Menurut laporan UNEP (2008), ada 4 prinsip dalam mitigasi, yaitu:

- 1. Eliminasi, dengan cara menghindari penggunaan alat-alat penghasil emisi gas rumah kaca, misalnya mengganti bola lampu pijar dengan lampu LED yang lebih hemat energi.
- 2. Pengurangan, dengan cara mengganti peralatan lama dan/atau mengoptimalkan struktur yang sudah ada, misalnya melalui mematikan alat-alat listrik yang tidak terpakai, menggunakan energi secara hemat dan efisien.
- 3. Substitusi: Penggunaan energi terbarukan untuk memenuhi kebutuhan listrik dan/ atau pemanas, misalnya dengan memanfaatkan tenaga surya, angin, air, bio energi atau panas bumi sebagai pengganti bahan bakar fosil.
- 4. Offset: cara ini berbiaya rendah, tetapi memiliki manfaat yang cukup besar. Langkah yang diambil adalah melalui reboisasi dan reforestasi. Cara ini harus dilakukan dengan cakupan yang besar sehingga sering menjadi kendala.

Langkah kedua dalam menghadapi perubahan iklim adalah dengan melakukan adaptasi atau penyesuaian dengan perubahan itu. Adaptasi adalah berbagai tindakan penyesuaian diri terhadap kondisi perubahan iklim yang terjadi.

Kerentanan

Adaptasi dapat mengurangi kerentanan dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Kerentanan terhadap perubahan iklim dapat diperparah oleh tekanan lainnya, seperti kemiskinan, perbedaan akses terhadap sumberdaya yang ada, kekurangan pangan, tren globalisasi ekonomi, konflik dan penyakit seperti AIDS. Manusia memiliki sejarah yang panjang beradaptasi dengan perubahan iklim dan mengurangi kerentanan mereka terhadap perubahan iklim seperti banjir, kekeringan, dan badai. Kemampuan manusia beradaptasi dan berhadapan dengan perubahan iklim dan dampaknya

tergantung juga pada skala dari ancaman atau intensitas perubahan tersebut. Sebagai contoh, bahkan di masyarakat eropa yang merupakan Negara maju dan memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi, merea tetap rentan terhadap suhu tertentu seperti gelombang panas pada tahun 2003 yang menyebabkan tingginya tingkat kematian di kota-kota besar eropa (terutama lansia), dan Badai Katrina tahun 2005 yang menyebabkan banyak korban jiwa dan kerugian ekonomi di Amerika Serikat.

Kapasitas adaptasi berkaitan langsung dengan pembangunan sosial dan ekonomi, tetapi sayangnya pembangunan tidak terdistribusi secara merata di setiap level masyarakat dan setiap tempat. Kapasitas beradaptasi sangat dinamis dan dipengaruhi oleh kehidupan sehari-hari masyarakat, termasuk didalamnya aset sumberdaya alam dan buatan manusia, jaringan sosial, institusi masyarakat, pemerintahan, pendapatan nasional, kesehatan dan teknologi.

Pilihan-pilihan Adaptasi dan Mitigasi

- I. Mencari energi alternatif selain bahan bakar fosil seperti gas, nuklir, hydropower, tenaga surya, angin, gelombang, geothermal dan bio energi.
- 2. Memperbanyak kendaraan yang efisien bahan bakar; kendaraan hybrid; kendaraan diesel yang lebih bersih; biofuels; merubah transportasi ke kereta api dan transportasi umum; transportasi tanpa motor (sepeda, jalan kaki).
- 3. Penggunaan penerangan (lampu) dan energi listrik yang lebih efisien. Penggunaan peralatan yang menggunakan listrik dengan lebih efisien.
- 4. Memperbaiki teknik dan manajemen bertani dan beternak untuk mengurangi emisi metana; memperbaiki pemakaian pupuk nitrogen untuk mengurangi emisi N2O.
- 5. Penanaman hutan kembali, penghijauan, mengurangi kerusakan hutan.
- 6. Membuat kompos dari sampah organik; mendaur ulang dan mengurangi sampah.

Adaptasi Di Daerah Pesisir/Bahari

Reaktif/Responsif	Proaktif/Antisipatif
Perlindungan infrastruktur ekonomi	Manajemen zonasi pesisir yang terintegrasi
Penyadaran publik untuk meningkatkan perlindungan ekosistem pesisir dan laut.*	Perencanaan dan penentuan zona pesisir yang lebih baik.
Pembuatan dinding laut dan penguatan pantai	Pengembangan peraturan untuk perlindungan pesisir.
Perlindungan dan konservasi terumbu karang mangrove, rumput laut, dan vegetasi pinggir pantai.	Penelitian dan pengawasan pesisir dan ekosistem pesisir.

Tabel 5.2. Adaptasi di Daerah Pesisir/Bahari

* Opsi yang tercetak miring merupakan opsi yang telah terdapat dalam Rencana Aksi Nasional Indonesia.

Diskusikan:

Bagaimana peran hutan mangrove, lamun, dan terumbu karang dalam mengurangi dampak perubahan iklim bagi masyarakat pesisir?

BAB 6 PENGELOLAAN SUMBERDAYA PESISIR DAN KELAUTAN

Standar Kompetensi:

4. Memahami pengelolaan sumberdaya pesisir dan laut

Kompetensi Dasar:

- 4.1. Memahami peraturan perundang-undangan berkaitan dengan pengelolaan sumberdaya pesisir dan laut.
- 4.2. Memahami praktek-praktek pengelolaan sumberdaya pesisir yang berkelanjutan.

Materi Pembelajaran:

6. I. PERATURAN PERUNDANG-UNDANGAN

- I. Dibawah ini adalah beberapa peraturan perundang-undangan yang menjadi dasar hukum pengelolaan pesisir dan pulau-pulau kecil.
- 2. UU No. 32 tahun 2004 tentang Pemerintah Daerah. Pemerintah daerah memiliki kewenangan untuk mengelola sumberdaya alamnya masing-masing, termasuk wilayah pesisir dan laut.
- 3. UU No. 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang.
- 4. UU No. 27 tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil
- 5. PP No. 19 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran dan/atau Perusakan Laut.
- 6. PP No. 64 tahun 2010 tentang Mitigasi Bencana di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil.
- 7. Permen KKP No. PER. 16/MEN/2008 tentang Perencanaan Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil.
- 8. Permen KKP No. PER. 17/MEN/2008 tentang Kawasan Konservasi di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil.
- 9. Permen KKP No. PER. I 8/MEN/2008 tentang Akreditasi terhadap Program Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil.
- 10. Permen KKP No. PER.20/MEN/2008 tentang Pemanfaatan Pulau-Pulau Kecil dan Perairan di Sekitarnya.
- II. Ada banyak peraturan perundang-undangan berkaitan dengan pengelolaan sumberdaya pesisir dan laut. Namun dalam pembelajaran ini, hanya akan dibahas peraturan perundang-undangan yang ada kaitannya dengan pengelolaan sumberdaya pesisir secara lestari. Peraturan perundang-undangan yang akan dibahas adalah peraturan tentang pedoman pengelolaan sumberdaya di wilayah laut dan alat penangkapan ikan karena salah satu penyebab rusaknya ekosistem pesisir dan laut di Indonesia adalah cara penangkapan ikan yang tidak lestari.

6.1.1.

Peraturan tentang Pedoman Pengelolaan Sumberdaya di Wilayah Laut

Berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor: KEP.10/MEN/2002 tentang Pedoman Umum Perencanaan Pengelolaan Pesisir Terpadu, Wilayah Pesisir didefinisikan sebagai wilayah peralihan antara ekosistem darat dan laut yang saling berinteraksi, dimana ke arah laut 12 mil dari garis pantai untuk provinsi dan sepertiga dari wilayah laut itu (kewenangan provinsi) untuk kabupaten/kota dan ke arah darat batas administrasi kabupaten/kota.

Pasal 2 dari Permen tersebut menerangkan bahwa Daerah berwenang mengelola sumber daya di wilayah laut sesuai kewenangannya. Kewenangan untuk mengelola sumber daya di wilayah laut sebagaimana dimaksud pada ayat (1) paling jauh 12 (dua belas) mil laut diukur dari garis pantai ke arah laut lepas dan/atau ke arah perairan kepulauan untuk provinsi dan 1/3 (sepertiga) dari wilayah kewenangan provinsi untuk kabupaten/kota.

Pengelolaan sumber daya di wilayah laut sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 meliputi:

- I. eksplorasi;
- 2. eksploitasi;
- 3. konservasi;
- 4. adaptasi dan perubahan iklim;
- 5. pengaturan administratif;
- 6. pengaturan tata ruang;
- 7. pengelolaan kekayaan laut;
- 8. penegakan hukum terhadap peraturan yang dikeluarkan oleh daerah atau yang dilimpahkan kewenangannya oleh pemerintah; dan
- 9. ikut serta dalam pemeliharaan keamanan dan kedaulatan negara.

Pengelolaan Kekayaan Laut

Pemerintah Daerah dapat melakukan pengelolaan kekayaan laut sesuai dengan kewenangannya. Pengelolaan kekayaan laut sebagaimana dimaksud hanya dapat dilakukan di kawasan:

- I. pemanfaatan umum;
- 2. konservasi; dan
- 3. alur laut.

Setiap orang dan badan hukum dapat melakukan pengelolaan kekayaan laut setelah memperoleh izin dari kepala daerah. Ketentuan lebih lanjut mengenai persyaratan dan tata cara memperoleh izin sebagaimana dimaksud ditetapkan dengan peraturan kepala daerah. **Nelayan tradisional dikecualikan dari izin.**

6.1.2.

Peraturan tentang Alat Tangkap

Pada dasarnya dalam suatu operasi penangkapan ikan penggunaan bermacam-macam jenis alat penangkapan ikan sesuai dengan target ikan yang akan ditangkap itu dibolehkan.

Ketentuan Penggunaan Alat Penangkapan Ikan

	Jenis Alat Pl	Jalur Penangkapan Terlarang	Spesifikasi Ukuran Alat PI yg Direkomendasikan	Landasan Hukum
Ι.	Pukat Ikan S. Malaka Pukat Ikan di luar S. Malaka	Per.Teritorial Per.Teritorial	 Mesh size cod end ≥ 50 mm. Pada groud rope tidak menggunakan bobin dan rantai pengejut. Tidak dioperasikan dengan 2 kapal 	Kep Mentan No.770/ Kpts/IK. I 20/ I 0/96; Kep. Ditjen. No. IK.340/ D3. 2304/96K
2.	Pukat Udang	lsobath <10 m & hanya boleh 130° BT ke Timur	 Mesh size cod end > 30 mm Pakai TED/API jarak jeruji > 10 cm Tidak dioperasikan dengan 2 kapal 	Kepres 85 /82
3.	Purse Seine PK/ PB	Jalur I a (<3 mil) Jalur I < 100 mil T.Tomini,L.Maluku, L.Seram, L.Banda, L.Flores, L.Sawu	Panjang jaring < 150 PS Non Group Panjang < 600 m PS 2 Kapal Non Group Panjang < 1000 m PS Group & >350 GT < 800 GT Purse Seine PB Ukuran Mesh Size PS PK > 1 inchi Ukuran Mesh Size PS PB > 3 inchi	Kep. Mentan 392/99
4.	Gill Net	Jalur I a, Jalur I Jalur I & II	Panjang < 1000 m Panjang < 2500 m Panjang > 2500 m	Kep. Mentan 392/99
5.	Tuna Long Line	Jalur I Jalur I dan II	Jumlah mata pancing < 1.200 Jumlah mata pancing > 1.200	Kep. Mentan 392/99
6.	Pukat Hela Kaltim Bagian Utara	Perairan < 1 mil Perairan < 4 mil	< 5 GT > 5 GT < 30 GT	Permen KP. No. 06/2008
7.	Gill Net ZEEI	Perairan teritorial (< I2 mil)	Gill net hanyut (mesh size > 10 cm, panjang < 10.000 m dan dalam < 30 m) Gill net tetap (mesh size > 20 cm, panjang << 10.000 m dan dalam 30 m)	Permen KP. No. 08/2008

Ketentuan Baru Alat Penangkapan Ikan

- I. PERMEN. KP Nomor: PER.06/MEN/2008 Tentang Penggunaan Alat Penangkap Ikan Pukat Hela Di Perairan Kalimantan Timur Bagian Utara. Pukat Hela adalah alat penangkap ikan terbuat dari jaring berkantong yang dilengkapi dengan atau tanpa alat pembuka mulut jaring dan pengoperasiannya dengan cara dihela di sisi atau di belakang kapal yang sedang melaju (SNI 7277.5:2008).
- 2. PERMEN. KP Nomor. PER.08/MEN/2008 TentangPenggunaan Alat Penangkapan Ikan Jaring Insang (Gill Net) Di Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia. Gillnet adalah alat penangkapan ikan yang jaring yang berbentuk empat persegi panjang dilengkapi dengan pelampung, pemberat, tali ris atas dan tali ris bawah atau tanpa tali ris bawah untuk menghadang ikan sehingga ikan tertangkap dengan cara terjerat dan atau terpuntal dioperasikan di permukaan, pertengahan dan dasar secara menetap, hanyut dan melingkar dengan tujuan menangkap ikan pelagis dan demersal (SNI 7277.8:2008).

Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2004 Tentang Perikanan maupun dalam Keputusan Presiden dan atau Keputusan Menteri dan atau Petunjuk Pelaksanaan Direktur Jenderal.

Larangan Terhadap Penggunaan Bahan Peledak, Bahan Beracun, dan Aliran Listrik.

- 1. Pasal 8 ayat (1): Setiap orang dilarang melakukan penangkapan ikan dan atau pembudidayaan ikan dengan menggunakan bahan kimia, bahan biologis, bahan peledak, alat dan atau cara, dan atau bangunan yang dapat merugikan dan/atau yang dapat membahayakan kelestarian SDI dan atau lingkungannya di WPP RI;
- 2. Pasal 8 ayat (2): Nakhoda atau pemimpin kapal perikanan, ahli penangkapan ikan, dan ABK yang melakukan penangkapan ikan dilarang menggunakan bahan kimia, bahan biologis, bahan peledak, alat dan atau cara, dan atau bangun yang dapat merugikan dan/atau yang dapat membahayakan kelestarian SDI dan atau lingkungannya di WPP RI.
- 3. Pasal 8 ayat (3): Pemilik kapal perikanan, pemilik perusahaan perikanan, penanggung jawab perusahaan perikanan, dan atau operator kapal perikanan dilarang menggunakan bahan kimia, bahan biologis, bahan peledak, alat dan atau cara, dan atau bangun yang dapat merugikan dan/atau yang dapat membahayakan kelestarian SDI dan atau lingkungannya di WPP RI
- 4. Pasal 9 ayat (I) Setiap orang dilarang memiliki, menguasai, membawa, dan/atau menggunakan alat penangkapan dan/atau alat bantu penangkapan ikan yang mengganggu dan merusak keberlanjutan sumber daya ikan di kapal penangkap ikan di wilayah pengelolaan perikanan Negara Republik Indonesia.
- 5. Pasal 9 ayat (2) Ketentuan mengenai alat penangkapan dan/atau alat bantu penangkapan ikan yang mengganggu dan merusak keberlanjutan sumber daya ikan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) diatur dengan Peraturan Menteri.
- 6. Pasal 12 ayat (1): Setiap orang dilarang melakukan perbuatan yang mengakibatkan pencemaran dan atau kerusakan sumberdaya ikan dan atau lingkungannya di WPP RI

Larangan Penggunaan Jaring Trawl

I. Berdasarkan Pasal I ayat (I) Keputusan Presiden RI No.39 Tahun 1980 tentang Penghapusan Jaring Trawl: kegiatan penangkapan ikan yang menggunakan jaring trawl dihapus secara bertahap;

- 2. Berdasarkan Pasal 2 Keputusan Presiden RI No.39 Tahun 1980, terhitung mulai tanggal I Juli 1980 sampai dengan tanggal I Juli 1981 kapal perikanan yang menggunakan jaring trawl dikurangi jumlahnya, sehingga seluruhnya tinggal menjadi 1000 (seribu) buah;
- 3. Berdasarkan Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor I I Tahun 1982 tentang Pelaksanaan Keputusan Presiden RI Nomor 39 Tahun 1980; bahwa Presiden RI mengintruksikan terhitung mulai tanggal I Januari 1983 di seluruh Indonesia tidak lagi terdapat kapal perikanan yang menggunakan jaring trawl.

Larangan Terhadap Pengoperasian Pukat Udang (Shrimp Net) dan Pukat Ikan (Fish Net) yang Menggunakan 2 (dua) Kapal

- I. Pasal 31 ayat (3) Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor KEP.60/MEN/2001 tentang Penataan Penggunaan Kapal Perikanan di Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia, pengoperasian pukat udang (Shrimp Net) dan Pukat Ikan (Fish Net) dilarang menggunakan 2 (dua) kapal.
- 2. Pengoperasian satu unit jaring pukat udang atau pukat ikan yang ditarik dengan menggunakan 2 (dua) kapal secara bersamaan biasa disebut dengan Pair Trawl (Trawl Kapal Ganda).
- 3. Ciri-ciri pengoperasian jaring Pukat Udang atau Pukat Ikan dengan sistem kapal ganda (pair trawl) antara lain :
 - a. Dalam operasinya satu unit jaring ditarik dengan menggunakan 2 (dua) buah kapal secara bersamaan yang memiliki ukuran yang sama/hampir sama;
 - b. Dalam operasinya tidak menggunakan papan pembuka mulut jaring (otter board).
 - c. Hasil tangkapan utamanya adalah berupa ikan demersal dan sebagian ikan pelagis; seperti Kakap (Lutjanus spp.), Kurisi (Nemipterus spp.), Selar (Carank spp.), Mata merah (Priacanthus spp.), Kuniran (Upeneus spp.), Manyung (Arius spp.), Beloso (Saurida spp.), Lencam (Lethrinus spp.), Sotong (Sepia spp.), Udang barong (panulirus spp.), dan lain-lain.

6.2. PRAKTEK PENGELOLAAN SUMBERDAYA PESISIR SECARA BERKELANJUTAN

Berikut ini akan dibahas beberapa contoh pengelolaan Kawasan Pesisir dan Laut secara lestari

A. Pemuteran

Yayasan Kerang Lestari Teluk Pemuteran didirikan sebagai respons terhadap keruntuhan industri perikanan setempat masyarakat Pemuteran di Bali, sebagian besar karena menghilangnya terumbu karang akibat sedimentasi, meningkatnya suhu air, dan metode penangkapan ikan yang tidak berkelanjutan seperti pengeboman terumbu karang.

Pada tahun 2000, masyarakat nelayan di Pemuteran, Bali sadar bahwa ketersediaan ikan dan pendapatan mereka terancam, sehingga mereka mulai menerapkan hukum setempat yang ketat terhadap praktik penangkapan ikan destruktif dan memulai usaha untuk memulihkan terumbu karang setempat.

Untuk memulai usaha rekonstruksi, komunitas berkolaborasi degan Global Coral Reef Alliance untuk memasang serangkaian persemaian karang 'Biorock' – sebuah teknologi yang menggunakan

arus listrik voltase rendah pada struktur kerangka baja bawah air untuk mendorong pertumbuhan terumbu karang dan kehidupan karang lainnya — di perairan pantai Pemuteran. Struktur pertama dipasang pada tahun 2000 dengan pendanaan yang disediakan oleh hotel setempat. Mengikuti jejak di tahun 2000, pemilik hotel setempat lainnya tertarik dengan proyek ini dan menyediakan dana workshop untk mengorganisir dan melatih masyarakat dalam pembangunan dan pemasangan terumbu karang Biorock. Kini, ada lebih dari 70 terumbu karang Biorock di Pemuteran dengan total panjang setengah kilometer. Para anggota masyarakatlah yang memimpin dalam perawatan karang. Karang yang dulunya rusak telah diubah menjadi taman karang spektakuler yang saat ini dipenuhi dan dikelilingi oleh ikan.

Beberapa inisiatif berbasis masyarakat dan kelompok swadaya bermunculan lainnya untuk mendukung pemulihan terumbu karang ini, termasuk melakukan aktivitas seperti pemeliharaan karang Biorock, penanaman rumput vertiver di sepanjang pantai untuk mengurangi erosi, dan berpatroli di kawasan lindung untuk menegakkan pembatasan penangkapan ikan. Pusat Biorock memiliki materi pendidikan ekosistem laut, pembaruan terumbu karang, teknologi Biorock, dan usaha pemulihan masyarakat. Pusat Biorock masyarakat mempekerjakan masyarakat desa setempat untuk memantau dan memelihara proyek pemulihan ini. Program pelatihan desa juga telah dirancang untuk menyediakan anak muda setempat dengan pendidikan dan kemampuan bahasa yang dibutuhkan untuk bekerja di bidang pariwisata. Yayasan Kerang Lestari Teluk Pemuteran kini adalah salah satu proyek pemulihan terumbu karang terbesar di dunia.

Peningkatan kesehatan dan fungsi ekosistem laut setempat tampak jelas. Struktur Biorock menstimulasi pertumbuhan cepat terumbu karang hanya dalam beberapa bulan. Lebih dari 70 struktur Biorock telah dipasang di pantai Pemuteran sejak tahun 2000 yang meliputi kawasan seluas dua hektar dan membuatnya proyek persemaian dan pemulihan terumbu karang terbesar di dunia. Tingkat dan jangkauan pemulihan lingkungan di Pantai Pemuteran sangat dramatis. Sebelumnya lahan karang yang telah mati telah berubah menjadi ekosistem laut subur yang penuh dengan ikan. Kelimpahan dan keberagaman spesies laut di sekitar terumbu karang terus berkembang, termasuk populasi dugong, yang secara lokal dianggap punah sebelum proyek ini berlangsung. Pemulihan skala besar direncanakan untuk terumbu karang di tepi laut Pemuteran untuk memulihkan perikanan desa.

Karang ditenagai oleh panel surya yang dibuat mengapung pada rakit dan dipelihara serta diperbaiki oleh anggota masyarakat. Jalur patung telah menarik pariwisata menyelam dengan hasilnya yang diinvestasikan kembali ke Program Pemeliharaan Karang. Pemeliharaan yang dilakukan masyarakat termasuk menyelamatkan dan mentransplantasi karang yang rusak secara alami, membuang siput dan bintang laut yang memakan karang dan merusak terumbu karang, dan menanam rumput vetiver di sepanjang pantai Pemuteran untuk membantu menstabilkan pantai serta mengurangi erosi pantai. Wisatawan juga dapat berkontribusi terhadap proyek ini melalui Program Adopsi Karang, di mana mereka dapat 'mensponsori' karang mereka sendiri. Sebagai ganti dari pembayaran pensponsoran secara teratur, nama sponsor akan ditumbuhkan dalam huruf-huruf yang terbuat dari batu kapur di sebelah karang mereka.

Memberlakukan pengelolaan sumber daya laut berbasis masyarakat

Selain penumbuhan karang, masyarakat berfokus pada penguatan pengelolaan sumber daya laut. Kawasan Lindung Perairan Laut Desa yang sebelumnya dinyatakan tetapi kurang ditegakkan telah dikuatkan kembali dengan patroli masyarakat – pecalang laut – yang didirikan untuk menegakkan peraturan yang melarang praktik penangkapan ikan destruktif. Karena hukum desa Bali tradisional diakui oleh badan penegakan hukum nasional, masyarakat dapat menyatakan dan membatasi

kawasan lindungnya sendiri tanpa harus mendapatkan izin dari pejabat berwenang di pemerintah pusat. Pecalang laut adalah polisi desa sebenarnya yang memantau kawasan lindung perairan laut. Pelanggar peraturan masyarakat pertama-tama mendapatkan peringatan, dan jika berulang, kapal dan peralatan memancing mereka disita, mereka ditangkap, dan dihukum oleh polisi Indonesia. Dukungan dari badan penegakan hukum nasional ini berperan penting dalam keberhasilan usaha konservasi setempat.

Dampak sosioekonomi terbesar dari proyek ini adalah peningkatan kesejahteraan setempat. Sebelumnya, Pemuteran adalah salah satu desa termiskin di Bali, sebagian disebabkan karena kondisi iklim kering yang membatasi penanaman padi. Sumber utama pendapatan adalah penangkapan ikan untuk penghidupan dengan beberapa pilihan mata pencahariaan lain yang terbuka bagi masyarakat desa biasa. Melalui usaha pemulihan terumbu karang, Yayasan Karang Lestari Teluk Pemuteran telah menyelamatkan industri perikanan setempat yang menghadapi kehancuran sepuluh tahun yang lalu. Ukuran tangkapan ikan telah meningkat.

Sektor ekowisata setempat telah melambung kembali, menciptakan pekerjaan baru dan arus pendapatan bagi masyarakat. Sebelumnya, penurunan terus-menerus dari kesehatan terumbu karang memiliki dampak negatif terhadap lalu-lintas wisatawan lokal yang sebagian besar berdasarkan aktivitas scuba diving dan ekowisata yang bergantung pada kelimpahan dan keberagaman spesies. Wisatawan kini membayar untuk menyelam di jalur patung karang, sedangkan hotel dan sekolah menyelam membayar pajak desa yang mendukung proyek pengembangan desa. Survei baru menunjukkan bahwa 40 persen wisatawan yang datang mengunjungi Pemuteran tidak hanya mengetahui usaha pemulihan karang desa, tetapi mengunjungi tempat ini khusus untuk melihat terumbu karang yang telah diremajakan.

B. Komunto

KOMUNTO merupakan organisasi swadaya masyarakat yang dibentuk untuk mengatasi masalah-masalah spesifik atau, seringkali, mengkoordinasikan aktivitas-aktivitas penangkapan ikan yang umum (menggunakan kail dan pancing, perangkap, agregasi ikan, pukat harimau, pembudidayaan rumput laut, dan banyak lagi) di Kepulauan Wakatobi, yang terletak di Tenggara Pulau Sulawesi. Kepulauan ini berada di tengah segitiga koral, yang berisikan keanekaragaman koral, ikan, moluska, dan spesies tanaman laut terbesar di dunia. KOMUNTO dengan cepat menjadi agen inovasi di desa mereka masing-masing. Beberapa tantangan yang umum dihadapi oleh komunitas ini antara lain berkurangnya hasil tangkapan, pemutihan koral, harga ikan yang tidak stabil, kurangnya modal usaha, kurangnya keterlibatan pemerintah daerah, dan tantangan finansial.

Inisiatif ini dimulai pada tahun 2006. Kegiatan utama yang dilakukan adalah dibentuknya 'bank ikan' dan sistem registrasi kapal nelayan, dua-duanya merupakan reaksi terhadap penyusupan nelayan asing ke dalam perairan tradisional. Bank ikan pada dasarnya adalah zona dilindungi yang dimonitor dengan ketat melalui kepemimpinan komunitas dan dengan dukungan otoritas lokal. Daerah di mana terumbu karang yang telah relatif rusak akibat penangkapan berlebih atau terdegradasi dijadikan daerah terlarang dan tidak diperbolehkan adanya penangkapan ikan agar ekosistem laut dapat pulih kembali. Para nelayan secara kolektif setuju untuk tidak menangkap ikan di daerah-daerah itu, secara efektif membentuk zona dilindungi di mana sumber daya laut yang rusak atau terdegradasi dapat beregenerasi.

Sebagai tambahan, kelompok swadaya masyarakat yang terlibat setuju untuk memonitor dan melindungi zona dilindungi ini dari praktek penangkapan ikan yang destruktif dan melaporkan segala kegiatan penangkapan ikan yang illegal kepada otoritas taman. Strategi ini terbukti bermanfaat, karena jumlah tangkapan bertambah dan menjadi stabil. Para nelayan juga mengamati kembalinya beberapa spesies ikan seperti tuna, barakuda, dan selar, yang sebelumnya tidak pernah terlihat selama beberapa tahun. Tidak ada sanksi yang diberikan pada pelanggaran peraturan yang ditetapkan dalam bank ikan. Peraturan dipatuhi dengan sukarela, berdasarkan pemahaman bersama dan dibudidayakan antar nelayan, di mana apabila ada anggota yang melanggar peraturan, maka ikan yang tersedia tidak akan cukup untuk ketahanan pangan dan nafkah lokal. Di semua bank ikan, nelayan lokal melaporkan populasi baru kakap, kerapu, tuna ekor putih, dan bulu babi. Kembalinya bulu babi, khususnya, sangat menjanjikan karena sebelumnya bulu babi dipanen secara berlebihan. Model tindakan kolektif telah mempengaruhi sektor lain, dengan dibentuknya kelompok swadaya masyarakat untuk menangani konservasi dan reboisasi bakau — sebuah tantangan lain di daerah tersebut.

Registrasi kapal nelayan dirancang untuk menangani masalah kepatuhan terhadap peraturan dan sebagai pencegahan masuknya nelayan dari luar. Bekerja sama dengan beberapa organisasi, KOMUNTO telah menggunakan sistem ini untuk melacak nomor dan asal nelayan di perairan lokal.

KOMUNTO juga bekerja sama dengan penyiar radio untuk menyiarkan program-program tentang penangkapan ikan berkelanjutan untuk anak-anak, remaja, dan orang dewasa. Program-program ini disiarkan dalam bahasa lokal dan bahasa Indonesia. KOMUNTO juga menggunakan kamera digital dan kamera video untuk mendokumentasikan tantangan komunitas-komunitas dalam satu daerah untuk dibagi dengan komunitas di daerah lain. Mereka telah memproduksi beberapa film dokumenter, di antaranya termasuk "Tiga Hari Bersama masyarakat Wali" yang banyak ditonton, "Perjalanan Menuju Binongko", dan "Tiga hari bersama Nadine". Hubungan dengan media cetak juga dijalin dengan baik.

Pada tahun 2008, seluruh 27 anggota grup KOMUNTO – dengan total 418 keluarga – menyusun dan menandatangani sebuah deklarasi yang menguraikan komitmen bersama mereka untuk praktik penangkapan ikan yang berkelanjutan dan menolak penggunaan teknik yang melibatkan bahan peledak dan obat penenang.

Yang terpenting, KOMUNTO telah berperan dalam mendesain sistem zona untuk Taman Nasional Wakatobi yang telah direvisi. Rencana tersebut menentukan batas zona-zona penggunaan berbeda di dalam taman. Perhatian khusus diberikan pada perlindungan situs pemijahan ikan dan pembatasan zona-zona yang berbeda untuk pengguna dengan kebutuhan yang berbeda (seperti nelayan tradisional dan lokal, nelayan luar, situs regenerasi, dll). KOMUNTO memainkan peran penting dalam merevisi sistem zonasi dan tata ruang di Taman Nasional Wakatobi. Ini adalah pertama kalinya sistem zonasi di Taman Nasional Indonesia disetujui melalui konsensus antara pemerintah, pemerintah daerah, dan komunitas lokal. Karena KOMUNTO tetep terlibat dalam proses perubahan, suara anggotanya turut dipertimbangkan dan tetap diberitahu tentang perubahan dan kesempatan untuk masukan.

Di tingkat desa, anggota KOMUNTO diberikan tanggung jawab untuk mengkoordinasi masing-masing kelompoknya. Setiap kelompok diberikan kesempatan untuk membuat sebuah rencana kerja yang akan dievaluasi oleh organisasi yang lebih besar. Melalui diinformasikannya rencana kerja ini, KOMUNTO berpartisipasi di komisi diskusi desa dan bekerja untuk menggabungkan perspektif dan kebutuhan nelayan tradisional ke dalam rencana pengelolaan desa dan strategi pengelolaan sumber daya.

KOMUNTO juga membangun koperasi. Anggota grup berpartisipasi dalam pengelolaan keuangan organisasi melalui sistem tabungan tiga tingkat; tabungan utama, tabungan sukarela, dan iuran bulanan wajib. Tabungan ini tidak hanya membantu organisasi untuk terus beroperasi, tetapi para anggota juga dapat mengakses dana tersebut untuk berbagai kebutuhan konservasi dan nafkah berkelanjutan. Mengambil dari dana yang berotasi ini, beberapa anggota dapat memulai bisnis kecil untuk menambah pemasukan dari penangkapan ikan, seperti bisnis pinjaman beras, bisnis penjualan ikan bergerak, dan bisnis tabungan dan pinjaman diesel.

Untuk mendukung dan memperkuat usaha-usaha kecil yang dibangun dengan dana dari tabungan KOMUNTO, para anggota mengutamakan membeli barang-barang dari anggota lain daripada membeli dari komunitas luar, dengan demikian menjamin sebuah pasar yang mudah diprediksi dan stabil untuk hasil produksi lokal. ***

PETUNJUK PRAKTIKUM

I. PRAKTIKUM IDENTIFIKASI JENIS MANGROVE

Tujuan:

Untuk mengidentifikasi jenis mangrove berdasarkan morfologi akar, daun, bunga, dan buah.

Alat dan Bahan:

Alat Tulis, Modul, Kamera

Tahapan:

- I. Siswa berkumpul sesuai dengan kelompoknya dan mengikuti pembimbing kelompoknya menuju ke lokasi yang ditetapkan.
- 2. Setelah tiba dilokasi yang ditentukan, siswa mulai mengamati morfologi akar, daun, bunga, dan buah.
- 3. Siswa mencocokkan morfologi dengan panduan identifikasi yang terdapat di modul halaman 20 sampai 27.
- 4. Siswa mengisi table di bawah ini

Spesies #	Morfologi yang diamati	Deskripsi
	Perawakan	
	Tipe akar	
	Komposisi daun	
	Susunan daun	
	Bentuk helaian daun	
	Bentuk ujung daun	
	Posisi bunga	
	Warna bunga	
	Bentuk buah	
Nama je	enis	

5. Siswa mengidentifikasi jenis mangrove pada tingkat genus. Tingkat spesies jika memungkinkan.

2. PETUNJUK PRAKTIKUM PENGUKURAN KESEHATAN EKOSISTEM MANGROVE

Tujuan:

Untuk mengukur kesehatan mangrove melalui parameter pH, salinitas, suhu, dan kerapatan pohon per hektar.

Alat dan Bahan:

Alat tulis, modul tali rapiah, pH – salinitas –suhu meter, meteran, kalkulator.

Tahapan:

- 1. Siswa berkumpul sesuai dengan kelompoknya masing-masing dan mengikuti pembimbing ke lokasi
- 2. Siswa membuat petak ukur berukuran $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$.
- 3. Siswa menghitung jumlah pohon yang ada dalam petak ukur.
- 4. Siswa mengekstrapolasi data untuk mendapatkan perkiraan kerapatan pohon/ha. Data yang digunakan adalah gabungan dari data yang diambil oleh kelompok lain. Total kelompok adalah 7 kelompok. Maka total luas petak ukur adalah $10 \times 70 = 700$ m2.
- 5. Siswa mengolah data sebagai berikut:

Petak ukur #	Jumlah pohon
I	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
TOTAL	

6. Setelah diperoleh total jumlah pohon dalam 7 petak ukur ukuran $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$, maka bisa dihitung kerapatan pohon/ha.

Kerapatan pohon/ha = 14,29 x total pohon yang ditemukan di 7 petak ukur.

7. Siswa mengukur pH, salinitas, dan suhu menggunakan multiparameter tester dan mencatat hasilnya.

3. PETUNJUK PRAKTIKUM PENGUKURAN KESEHATAN EKOSISTEM LAMUN

Tujuan:

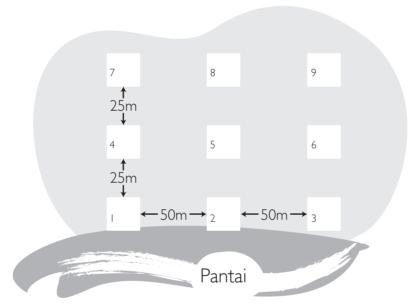
Untuk mengukur kesehatan lamun melalui parameter pH, salinitas, suhu, dan persentase penutupan lamun.

Alat dan Bahan:

Alat tulis, modul tali rapiah, pH – salinitas – suhu meter, meteran, kalkulator.

Tahapan:

1. Siswa berkumpul sesuai dengan kelompoknya masing-masing dan mengikuti pembimbing ke lokasi.



- 2. Siswa meletakkan kuadrat ukuran Im x Im (terbuat dari besi) pada hamparan lamun. Sampling lamun dilakukan dengan menebar transek IxI meter secara horizontal (0; 50 dan 100 m sejajar pantai) dan vertikal laut (0; 25 dan 50 m tegak lurus pantai). Titik sampling ada 9 titik, diawali dari titik (0,0) m (horizontal, vertikal) laut, kemudian dilanjutkan di titik (0,25)m laut, hingga berakhir di titik (100,50).
- 3. Siswa melakukan identifikasi jenis-jenis lamun (hingga tingkat genus saja), menghitung jumlah individu/tegakan, dan menghitung persentase penutupan dari masing-masing jenis/spesies pada transek.
- 4. Presentase penutupan lamun. Penutupan spesies lamun diestimasi berdasarkan standar persentase penutupan yang digunakan dalam monitoring lamun oleh Seagrass Watch (Lampiran I di modul). Penggunaan standar ini sangat penting untuk menghindari bias karena estimasi didasarkan pada pengamatan visual yang bersifat kualitatif atau semi kuantitatif.
- 5. Siswa mencatat genus apa saja yang ditemukan, jumlah individu/tegakan tiap genus, dan persentase masing-masing jenis di waterproof writing slate.
- 6. Siswa mengamati jumlah jenis alga yang ada pada transek dan mencatatnya pada writing slate
- 7. Siswa menyalin data dari writing slate ke lembar kerja dan menghitung skor untuk tiap-tiap transek dalam table sebagai berikut:

Transek	Jenis (atau Genus) lamun	Jumlah tegakan tiap jenis (atau genus) lamun	SKOR	% tutupan lamun	SKOR	Jumlah jenis alga	SKOR	TOTAL	KATEGORI
-									
7									
Μ									
4									
Ŋ									
9									
7									
∞									
6									
TOTAL									
Rata - rata									

__|

Skor ditentukan sebagai berikut:

Pembobotan Komponen Ekosistem Lamun

No	Komponen	Kisaran jumlah spesies	Skor
1.	Jumlah spesies lamun	<=2 3-4 5-6 >=7	l 3 5 7
2.	Jumlah spesies alga	1-6 7-12 13-18 19-24	1 3 5 7
3.	Persen tutupan lamun	5-25 26-5 51-75 76-100	1 3 5 7

Berdasarkan skor yang diperoleh, siswa menetapkan kategori kondisi lamun, dengan panduan sebagai berikut:

Skor	Kondisi lamun
>=16	Sangat baik
15-12	Baik
8-11	Sedang
<=7	Rusak

PRE-TEST

Nama	:	
Kelas	:	
Sekolah	:	
Petunjuk	:	Lingkarilah jawaban yang benar! Kosongkan bagian skor.
•		75 menit

No.	Soal	Skor
ı	Ekosistem terbentuk dari komponen abiotik dan biotik yang berinteraksi satu sama lain. Di bawah ini yang tidak termasuk komponen abiotik adalah: (jawaban dapat lebih dari satu). A. Air B. Udara C. Tanah D. Tumbuhan	
	D. Tumbuhan E. Bakteri	
2	Ekosistem pesisir yang terdapat di Kabupaten Sumbawa antara lain: (jawaban lebih dari satu).	
	 A. Ekosistem tundra B. Ekosistem lamun C. Ekosistem mangrove D. Ekosistem taiga E. Ekosistem terumbu karang 	
3	Ciri khas hutan mangrove adalah (jawaban lebih dari satu): Hidup pada areal pasang surut	
	 A. Hanya berbuah pada saat musim kemarau B. Hidup di area tropis, sub tropis, dan empat musim C. Mampu hidup pada kadar garam tinggi D. Memiliki bunga yang mampu mengurangi kadar garam. 	
4	Berikut ini adalah fungsi hutan mangrove (jawaban lebih dari satu):	
	 A. Penyerap karbondioksida B. Mencegah intrusi air laut ke darat C. Mencegah abrasi pantai D. Penghasil kayu E. Tempat berkembang biak berbagai jenis ikan 	

5	Negara yang memiliki luas mangrove terluas di dunia adalah:	
	India A. Thailand B. Indonesia C. Malaysia D. Filipina	
6	Flora mangrove memiliki sistem perakaran yang khas, sehingga bisa digunakan untuk pengenalan di lapangan. Gambar disamping termasuk akar:	
	A. Akar lutut B. Akar jarum C. Akar pasak D. Akar paku E. Akar tunjang	
7	Suatu ekosistem mangrove dikategorikan sebagai BAIK apabila memiliki kerapatan berapa pohon per ha?	
	A. 10 - 100 B. 100 - 500 C. 500 - 1000 D. 1000 - 1500 E. > 1500	
8	Untuk pembibitan mangrove menggunakan buah, maka buah yang dipilih adalah:	
	A. Buah yang masih muda B. Buah yang sudah tua C. Buah yang berat D. Buah yang ringan E. Buah yang berwarna hijau	
9.	Berikut ini adalah ciri-ciri tumbuhan lamun, kecuali:	
	 A. Tumbuhan berbunga yang tumbuh di air payau B. Tumbuhan monokotil C. Tumbuhan yang memiliki stomata D. Tumbuhan yang memiliki akar dan rimpang E. Tumbuhan yang penyerbukannya dibantu oleh arus 	

10.	Berikut ini adalah fungsi hutan lamun (jawaban lebih dari satu):
	A. Penyerap karbondioksida B. Mengurangi arus dan gelombang C. Makanan bagi beberapa hewan D. Habitat bagi beberapa biota E. Menangkap sedimen
	Dua nutrisi kunci yang dibutuhkan oleh lamun adalah:
	A. Nitrogen dan Kalium B. Nitrogen dan Posfor C. Magnesium dan Posfor D. Magnesium dan Nitrogen E. Magnesium dan Kalium
12	Parameter lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan lamun adalah: A. Derajat keasaman B. Kadar garam C. Kekeruhan D. Suhu E. Arus
13	Karang adalah: A. Hewan B. Tumbuhan
14	Pertumbuhan karang pada umumnya tergolong: A. Lambat B. Cepat
15	Yang termasuk predator alami karang adalah (jawaban lebih dari satu): A. Ikan kepe-kepe (Butterfly fish) B. Ikan kakaktua (parrot fish) C. Drupella D. Belut laut (Mooray Eel) E. Acanthaster

16	Kawasan yang memiliki keanekaragaman coral dan ikan yang paling tinggi (Biodiversity hotspot) disebut juga
	A. Coral Nursery B. Coral Paradise C. Coral Center D. Coral Reef Check E. Coral Triangle
17	Salah satu ancaman terhadap terumbu karang adalah pemucatan karang
	(bleaching). Salah satu penyebab utama terjadinya bleaching adalah:
	A. Menurunnya temperatur B. Meningkatnya temperatur C. Kurangnya CaCO3 D. Banyaknya predator E. Menurunnya salinitas
18	Bagi ekosistem terumbu karang, restorasi/rehabilitasi dapat menjadi pilihan kedua yang sangat beresiko
	A. Benar B. Salah
19	Dalam melakukan transplantasi karang, karang jenis apa yang lebih cepat pertumbuhannya ?
	A. Massive B. Branching C. Folliage D. Lunak E. Plate
20	Presentase tutupan karang batu hidup dipakai sebagai indikator kesehatan karang. Suatu ekosistem terumbu karang dikategorikan rusak berat jika memiliki persen tutupan karang batu hidup sebesar:
	A. 5 – 9 % B. 10 - 25% C. 26 – 49 % D. 50 – 69% E. 70 – 89%

21	Berikut ini yang termasuk gas rumah kaca adalah: (jawaban lebih dari satu)
	A. CH4 B. C2H6O C. N2O D. NH2 E. CO2
22	Tiga negara penghasil GRK terbesar adalah:
	A. Canada B. Amerika Serikat C. China D. India E. Arab Saudi
23	Pertambahan paling besar emisi GRK berasal dari: A. Suplai energi, transportasi dan industry. B. Sektor perumahan dan bangunan komersial C. Hutan (termasuk deforestasi) D. Pertanian E. Sektor rumah tangga
24	Berikut ini adalah dampak perubahan iklim, kecuali: A. Perubahan dan pergeseran musim B. Menaikkan pH lautan C. Kekeringan D. Es dan gletser mencair E. Meningkatnya intensitas dan frekuensi badai tropis
25	Segala bentuk kegiatan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan meningkatkan penyerapan gas rumah kaca adalah termasuk kegiatan: A. Adaptasi B. Eliminasi C. Reduksi D. Mitigasi E. Sekuestrasi

26	Kewenangan untuk mengelola sumber daya di wilayah laut sebagaimana paling jauh 12 (dua belas) mil laut diukur dari garis pantai ke arah laut lepas dan/atau ke arah perairan kepulauan diberikan kepada:
	A. Pemerintah Pusat B. Pemerintah Provinsi C. Pemerintah Kabupaten D. Pemerintah Kecamatan E. Pemerintah Desa
27	Setiap orang dan badan hukum dapat melakukan pengelolaan kekayaan laut setelah memperoleh izin dari kepala daerah. Nelayan tradisional dikecualikan dari izin.
	A. Benar B. Salah
28	Berikut ini adalah alat tangkap yang dilarang menurut peraturan pemerintah (jawaban lebih dari satu):
	A. Gill net hanyut (mesh size < 10 cm, panjang < 10000 m dan dalam < 30 m) B. Gill net tetap (mesh size > 20 cm, panjang << 10000 m dan dalam 30
II	m) C. Jaring trawl

POST - TEST

Nama	:	
Kelas	:	
Sekolah	:	
Petunjuk	:	Lingkarilah jawaban yang benar! Kosongkan bagian skor.
•		75 monit

	Soal	Skor
I	Ekosistem terbentuk dari komponen abiotik dan biotik yang berinteraksi satu sama lain. Di bawah ini yang tidak termasuk komponen abiotik adalah: (jawaban dapat lebih dari satu).	
	A. Air B. Udara C. Tanah D. Tumbuhan E. Bakteri	
2	Ekosistem pesisir yang terdapat di Kabupaten Sumbawa antara lain: (jawaban lebih dari satu).	
	 A. Ekosistem tundra B. Ekosistem lamun C. Ekosistem Mangrove D. Ekosistem taiga E. Ekosistem terumbu karang 	
3	Ciri khas hutan mangrove adalah (jawaban lebih dari satu):	
	 A. Hidup pada areal pasang surut B. Hanya berbuah pada saat musim kemarau C. Hidup di area tropis, sub tropis, dan empat musim D. Mampu hidup pada kadar garam tinggi E. Memiliki bunga yang mampu mengurangi kadar garam. 	
4	Berikut ini adalah fungsi hutan mangrove (jawaban lebih dari satu):	
	 A. Penyerap karbondioksida B. Mencegah intrusi air laut ke darat C. Mencegah abrasi pantai D. Penghasil kayu E. Tempat berkembang biak berbagai jenis ikan 	

5	Negara yang memiliki luas mangrove terluas di dunia adalah:	
	A. India B. Thailand C. Indonesia D. Malaysia E. Filipina	
6	Flora mangrove memiliki sistem perakaran yang khas, sehingga bisa digunakan untuk pengenalan di lapangan. Gambar disamping termasuk akar: A. Akar lutut B. Akar jarum C. Akar pasak D. Akar paku E. Akar tunjang	
7	Suatu ekosistem mangrove dikategorikan sebagai <u>BAIK</u> apabila memiliki kerapatan berapa pohon per ha? A. 10 - 100 B. 100 - 500 C. 500 - 1000 D. 1000 - 1500 E. > 1500	
8	Untuk pembibitan mangrove menggunakan buah, maka buah yang dipilih adalah: A. Buah yang masih muda B. Buah yang sudah tua C. Buah yang berat D. Buah yang ringan E. Buah yang berwarna hijau	
9.	Berikut ini adalah ciri-ciri tumbuhan lamun, kecuali: A. Tumbuhan berbunga yang tumbuh di air payau B. Tumbuhan monokotil C. Tumbuhan yang memiliki stomata D. Tumbuhan yang memiliki akar dan rimpang E. Tumbuhan yang penyerbukannya dibantu oleh arus	

10.	Berikut ini adalah fungsi hutan lamun (jawaban lebih dari satu):
	 A. Penyerap karbondioksida B. Mengurangi arus dan gelombang C. Makanan bagi beberapa hewan D. Habitat bagi beberapa biota E. Menangkap sedimen
	Dua nutrisi kunci yang dibutuhkan oleh lamun adalah:
	A. Nitrogen dan Kalium B. Nitrogen dan Posfor C. Magnesium dan Posfor D. Magnesium dan Nitrogen E. Magnesium dan Kalium
12	Parameter lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan lamun adalah:
	A. Derajat keasamanB. Kadar garamC. KekeruhanD. SuhuE. Arus
13	Karang adalah:
	A. Hewan B. Tumbuhan
14	Pertumbuhan karang pada umumnya tergolong:
	A. Lambat B. Cepat
15	Yang termasuk predator alami karang adalah (jawaban lebih dari satu): A. Ikan kepe-kepe (Butterfly fish) B. Ikan kakaktua (parrot fish) C. Drupella D. Belut laut (Mooray Eel) E. Acanthaster

16	Kawasan yang memiliki keanekaragaman coral dan ikan yang paling tinggi (Biodiversity hotspot) disebut juga A. Coral Nursery B. Coral Paradise C. Coral Center D. Coral Reef Check E. Coral Triangle	
17	Salah satu ancaman terhadap terumbu karang adalah pemucatan karang (bleaching). Salah satu penyebab utama terjadinya bleaching adalah: A. Menurunnya temperatur B. Meningkatnya temperatur C. Kurangnya CaCO3 D. Banyaknya predator E. Menurunnya salinitas	
18	Bagi ekosistem terumbu karang, restorasi/rehabilitasi dapat menjadi pilihan kedua yang sangat beresiko A. Benar B. Salah	
19	Dalam melakukan transplantasi karang, karang jenis apa yang lebih cepat pertumbuhannya ? A. Massive B. Branching C. Folliage D. Lunak E. Plate	
20	Presentase tutupan karang batu hidup dipakai sebagai indikator kesehatan karang. Suatu ekosistem terumbu karang dikategorikan rusak berat jika memiliki persen tutupan karang batu hidup sebesar: A. 5 – 9 % B. 10 - 25% C. 26 – 49 % D. 50 – 69% E. 70 – 89%	

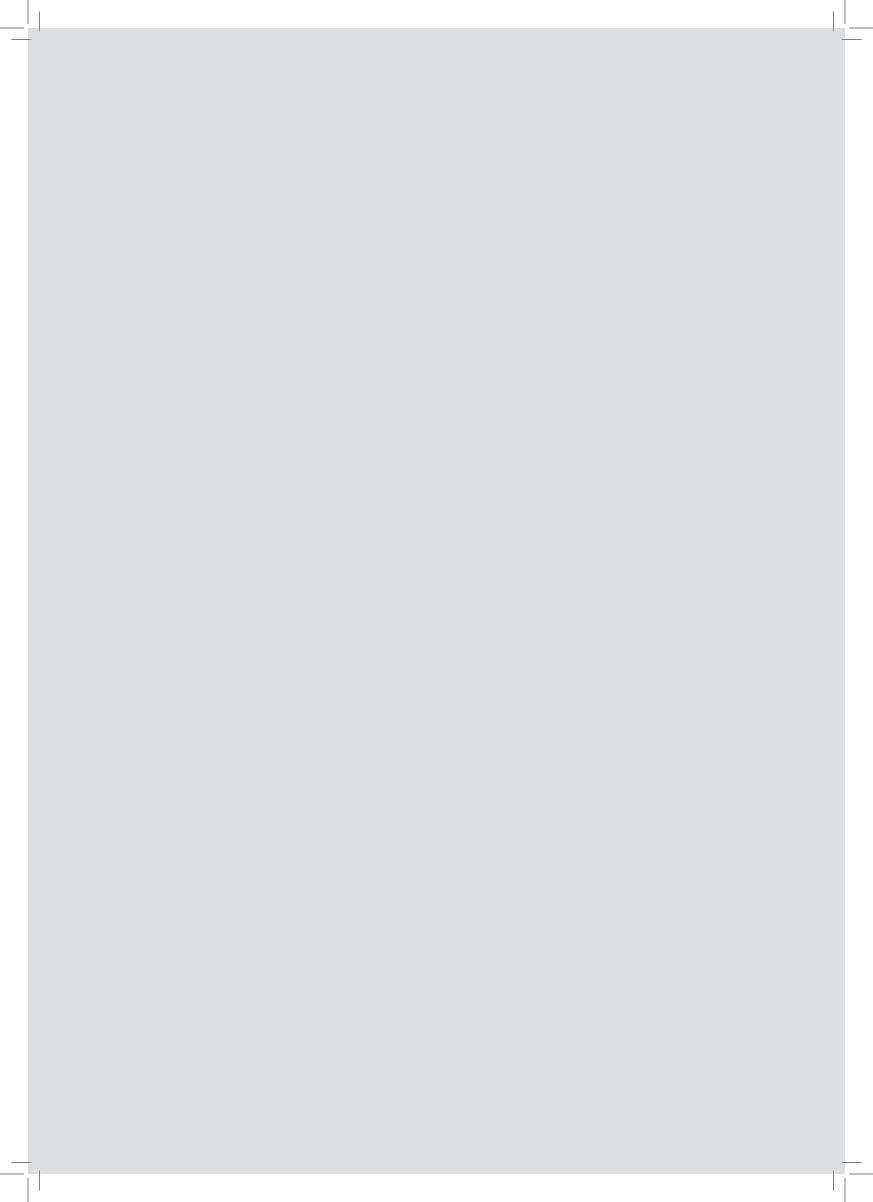
21	Berikut ini yang termasuk gas rumah kaca adalah: (jawaban lebih dari satu)	
	A. CH4 B. C2H6O C. N2O D. NH2 E. CO2	
22	Tiga negara penghasil GRK terbesar adalah:	
	A. Canada B. Amerika Serikat C. China D. India E. Arab Saudi	
23	Pertambahan paling besar emisi GRK berasal dari:	
	 A. Suplai energi, transportasi dan industry. B. Sektor perumahan dan bangunan komersial C. Hutan (termasuk deforestasi) D. Pertanian E. Sektor rumah tangga 	
24	Berikut ini adalah dampak perubahan iklim, kecuali:	
	 A. Perubahan dan pergeseran musim B. Menaikkan pH lautan C. Kekeringan D. Es dan gletser mencair E. Meningkatnya intensitas dan frekuensi badai tropis 	
25	Segala bentuk kegiatan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan meningkatkan penyerapan gas rumah kaca adalah termasuk kegiatan:	
	A. Adaptasi B. Eliminasi C. Reduksi D. Mitigasi E. Sekuestrasi	

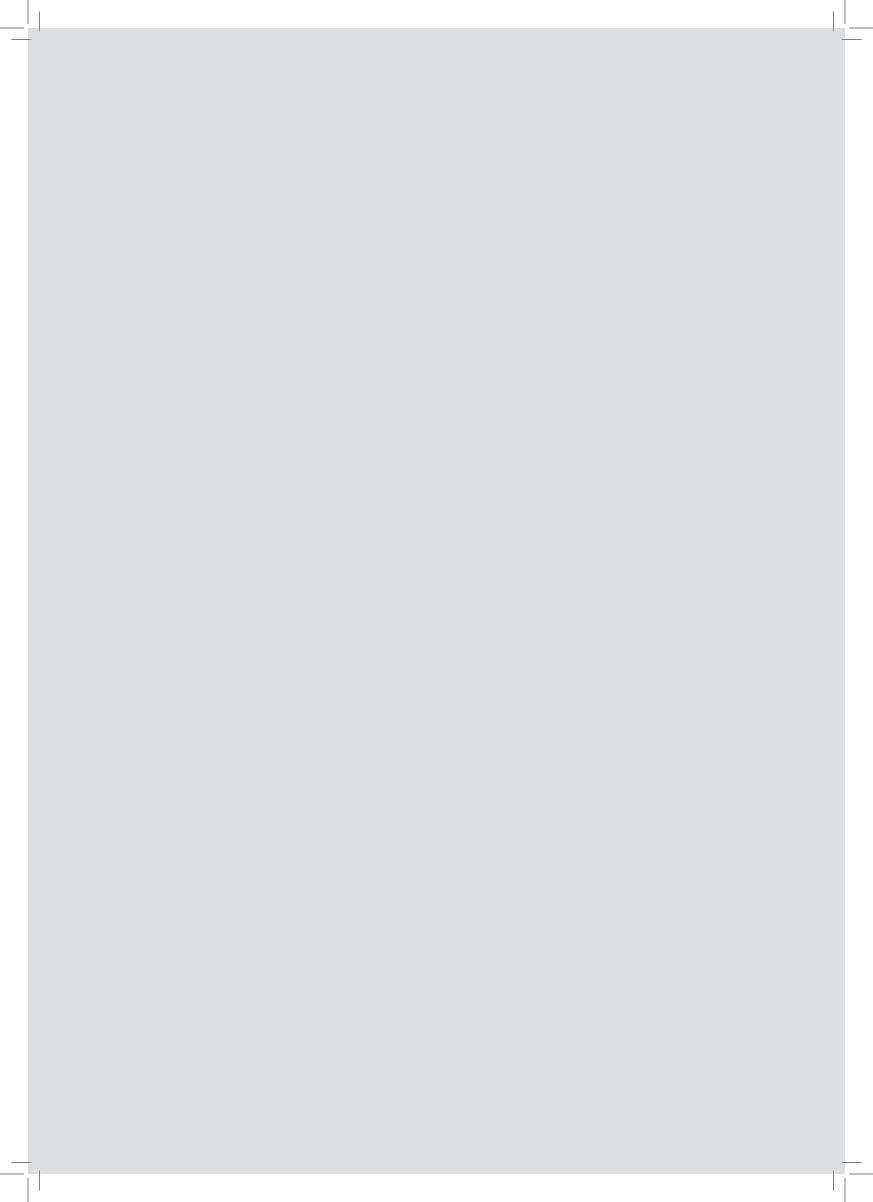
26	Kewenangan untuk mengelola sumber daya di wilayah laut sebagaimana paling jauh 12 (dua belas) mil laut diukur dari garis pantai ke arah laut lepas dan/atau ke arah perairan kepulauan diberikan kepada: A. Pemerintah Pusat B. Pemerintah Provinsi C. Pemerintah Kabupaten D. Pemerintah Kecamatan E. Pemerintah Desa
27	Setiap orang dan badan hukum dapat melakukan pengelolaan kekayaan laut setelah memperoleh izin dari kepala daerah. Nelayan tradisional dikecualikan dari izin. A. BENAR B. SALAH
28	Berikut ini adalah alat tangkap yang dilarang menurut peraturan pemerintah (jawaban lebih dari satu): A. Gill net hanyut (mesh size < 10 cm, panjang < 10000 m dan dalam < 30 m) B. Gill net tetap (mesh size > 20 cm, panjang << 10000 m dan dalam 30 m) C. Jaring trawl D. Pukat Udang (Mesh size cod end > 30 mm) E. Tuna Long line (Jumlah mata pancing < 1.200)

DAFTAR PUSTAKA

- Bengen, D. G. 2001. Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. IPB. Bogor.
- Brown, B.E. and Suharsono. 1990. Damage and recovery of coral reefs affected by El Nino related seawater warming in the Thousand Island, Indonesia. Coral Reefs 8
- Bryant D, Burke L, McManus J and Spalding M. 1998. Reef at Risk: A Map Based Indicator of Threats to The World's Coral Reefs. Washington, D.C. World Resources Institute.
- Calumpong, H.P., M.S. Fonseca. 2001. Seagrass Transplantation. p. 425-444.
- COREMAP II, 2006. Modul Transplantasi Terumbu Karang Secara Sederhana. Yayasan Lanra Link Makassar; Selayar Banten
- Dahuri, Rochmin, dkk. 2004. Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Duke, N.C. 1992. Mangrove Floristics and Biogeography. Dalam Tropical Mangrove Ecosystems (Volume 41).
- Edwards, Alasdair. 2013. Reef Rehabilitation Manual. www.gefcoral.org. Diakses pada 12 September 2013.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan. Lingkungan Perairan. Cetakan Kelima. Yogjakarta: Kanisius.
- English, S., C. Wilkinson & V. Baker. 1994. Survey Manual for Tropical Marine Resources. Australian Institute of Marince Science, Townsville, Australia.
- FAO. 2007. The world's mangroves 1980-2005. FAO Forestry Paper 153. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Green, E. P., and F.T. Short. 2003. World Atlas of Seagrasses. UNEP Publication.
- Guilcher, A. Coral Reef Geomorphology. xiii, 228 pp. John Wiley and Sons.
- Hemmingga, M. dan Duate, C. M. 2000. Seagrass Ecology. United Kingdom. Cambridge University Press.
- Hoegh-Guldberg et al. 2007. Coral Reefs Under Rapid Climate Change and Ocean Acidification. Science Vol 318.
- IPCC. 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. Diakses dari http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_spm.pdf. Diakses pada tanggal 10 September 2013.
- Jokiel, P.L. and S.L. Coles 1990. Response of Hawaiian and other Indo-Pacific reef corals to elevated temperature. Coral Reefs 8
- Kathiresan, K. 2012. Importance of Mangrove Ecosystem, International Journal of Marine Science. Vol.2, No.10 70-89 (doi: 10.5376/ijms. 2012.02.0010).
- Kathiresan, K. dan N. Rajendran. 2005. Coastal mangrove forests mitigated tsunami. Estuarine Coastal and Shelf Sciences.
- Kiswara, W. 2004. Kondisi padang lamun (seagrass) di perairan Teluk Banten. 1998-2001. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta.
- Kleypas, J. A. dan K. K. Yates. 2009. Coral Reef and Ocean Acidification. Diakses dari http://coralreef.noaa.gov/education/oa/resources/22-4_kleypas.pdf tanggal 10 September 2013.
- Kusmana, C & Onrizal. 1997. Pengenalan Jenis Pohon Mangrove di Teluk Bintuni, Irian Jaya. IPB Press. Bogor.

- Larkum, A.W.D., Orth, R.J., dan Duarte, C. M. 2006. Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation. Springer: The Netherlands.
- Mann, K.H. 1982. Ecology of Coastal Waters. A Systems Approach. Studies in Ecology, Vol. 8, Blackwell Scientific Publications.
- Mc. Kenzie, L. 2008. Seagrass Educators Handbook. Diakses dari http://www.seagrasswatch.org/Info_centre/education/Seagrass_Educators_Handbook.pdf. Diakses pada tanggal 10 September 2013.
- Muller-Parker, G and C.R D'elia. 1995. Interaction between corals and their symbiotic alga.
- Mumby, P.J., Edwards, A.J., Arias-Gonzalez, J.E., Lindeman, K.C., Blackwell, P.G., Gall, A., Gorczynska, M.I., Harborne, A.R., Pescod, C.L., Renken, H., Wabnitz, C.C.C. & Llewellyn, G. 2004, Mangroves enhance the biomass of coral reef fish communities in the Caribbean, Nature, 427: (6974) 533-536.
- Munday, P.L., D.L. Dixson, J.M. Donelson, G.P. Jones, M.S. Pratchett, G.V. Devitsina, and K.B. Doving. 2009. Ocean acidification impairs olfactory discrimination and homing ability of a marine fish. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 106(6):1,848–1,852.
- Nontji. A. 2007. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan: Jakarta.
- Noor, Y. R., Khazali, M., dan Suryadiputra, I. N. N. 2006. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. Wetland International and Ditjen PHKA.
- Nybakken, J. W. 1992. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis. Alih Bahasa: M. Eidman, Koesoebiono, D.G. Bengen dan M. Hutomo. Gramedia, Jakarta.
- Phillips R. C. dan Menez E. G. 1988. Seagrasses. Smithsonian Institution Press. Washington D.C.
- Priyono, Aris. 2010. Panduan Praktis Teknik Rehabilitasi Mangrove di Kawasan Pesisir Indonesia. Jawa Tengah. Kesemat.
- Romimohtarto, K. Dan S. Juwana. 2001. Biologi Laut. Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut. Penerbit Djambatan, Jakarta
- Saenger, P., E.J. Hegerl & J.D.S. Davie. 1983. Global Status of Mangrove Ecosystems. IUCN Commission on Ecology Papers No. 3.
- Scott D, Gössling S, Hall CM. 2012. International tourism and climate change. Climate Change 3:213
- Short, F.T. dan Colles, R. G. (eds.). 2001. Global Seagrass Research Methods. Elseiver Science, B.V., Amsterdam.
- Supriyadi, I. H. 2010. Pemetaan Padang Lamun di Perairan Toli-Toli dan Pulau Sekitarnya, Sulawesi Barat. Oseanologi dan Limnologi di Indonesia 36(2).
- Tomlinson, P.B. 1986. The Botany of Mangroves. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Wibisono, M. S. 2005. Pengantar Ilmu Kelautan. PT. Grasindo: Jakarta.
- Wilkinson, C. 2000. Status of coral reefs of the world, Australian Institute of Marine Science, Townsville
- WRI. 2013. Status of the World's Coral Reef. Diakses dari http://www.wri.org/publication/content/8354. Diakses pada 12 September 2013.
- Yusri, Safran. 2013b. Padang Lamun. Diakses dari http://www.terangi.or.id/index.php?option=com_content&view=article&id=141%3Apadang-lamun&catid=72%3Asains&Itemid=52&Iang=id. Diakses tanggal 10 September 2013.
- Yusri, Safran. 2013a. Coral Reef. Diakses dari http://terangi.or.id/index.php?option=com_content&view=article&id=78%3Atentang-terumbu-karang&catid=17%3Aterumbu-karang<emid=12&lang=en. Diakses tanggal 10 September 2013.







Modul ini berisi materi tentang konsep dasar tiga ekosistem penting di pesisir dan laut yaitu ekosistem mangrove, lamun, dan terumbu karang. Modul ini juga berisi materi tentang perubahan iklim, peraturan perundang-undangan terkait pengelolaan kawasan pesisir, dan contoh pengelolaan kawasan pesisir secara berkelanjutan. Materi disajikan dalam enam bab.

Modul ini dibuat untuk digunakan oleh siswa/i Sekolah Menengah Atas (SMA) dan sederajat.