

# Pengetahuan Kelautan dan Potensi Kemaritiman

Drs. Sony Sondyamond, M.Si.



## PENDAHULUAN

---

Pada awal materi pembelajaran ini, mahasiswa akan dijelaskan sekilas mengenai pengetahuan tentang kelautan dan potensi kemaritiman serta perbedaan di antara keduanya. Laut dengan segala aspek kekayaan hayati dan nonhayati yang dimilikinya menjadi perhatian dan harapan satu-satunya untuk mendukung keberlangsungan kehidupan manusia. Identifikasi terhadap semua kekayaan hayati dan non hayati menjadi penting ketika sumber kehidupan di darat semakin langka dan habis atau tidak mampu lagi untuk diperbaharui. Sedangkan pada sisi lain jumlah populasi umat manusia terus bertambah dan memerlukan sumber daya kehidupan untuk memelihara eksistensinya di muka bumi ini.

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia telah menjadi perhatian di dunia baik untuk kepentingan sumber energi maupun untuk kepentingan medis dan penelitian. Banyak ditemukan spesies langka dan sangat penting untuk menopang kehidupan umat manusia semuanya terdapat di Kepulauan Indonesia seperti binatang Komodo, Badak Cula, jenis tumbuhan Bunga Bangkai, Rumpun Laut, dan lain-lain.

Di mata dunia, Indonesia adalah harapan masa depan untuk kehidupan, perdagangan, dan ketahanan serta pertahanan laut. Bahkan dalam Konferensi Kelautan Sedunia (World Ocean Conference) pada tahun 2008 di Manado, telah ditetapkan bahwa Indonesia penyumbang terbesar dalam pengendalian iklim dunia mengingat sumber gas  $O_2$  dan  $CO_2$  adanya di Indonesia, baik yang bersumber dari hutan maupun dari terumbu karang yang ada di hampir seluruh perairan Kepulauan Indonesia. Sumber iklim pemanasan global adanya pada negara-negara kepulauan di antaranya adalah di Indonesia.

Atas dasar itu maka eksistensi sumber hayati dan nonhayati yang ada di kepulauan Indonesia perlu mendapat perhatian kita dan generasi penerusnya.

Perlu nilai-nilai pewarisan diberikan kepada generasi berikutnya terutama berupa data penting yang telah tersusun secara sistematis agar mudah diketahui, diidentifikasi, dan dikendalikan baik untuk kepentingan sumber daya penopang kehidupan maupun untuk kepentingan penelitian bagi kesejahteraan umat manusia. Artinya, bahwa permasalahan kelautan tidak hanya menyangkut suatu batas negara dan peraturan-peraturan yang menjadi asas legalitas suatu negara, akan tetapi termasuk ekosistem yang terdapat di dalamnya. Dengan demikian, pengelolaan wilayah laut juga tidak hanya masalah laut, namun wilayah pesisir juga menjadi perhatian. Hal ini disebabkan wilayah laut mempunyai hubungan yang saling berkaitan satu sama lain, terutama masalah kelestarian ekosistem. Eksploitasi sumber daya laut dengan teknologi yang semakin canggih dan maju telah menyebabkan eksploitasi laut yang berlebihan sehingga dapat merusak ekosistem kelautan terutama kehancuran keanekaragaman hayati di laut, yang dampaknya sangat besar terhadap kehidupan generasi umat manusia pada masa mendatang. Untuk itulah maka pengetahuan arsip kelautan dan potensi kemaritiman menjadi penting guna mencatat dan menyimpan berbagai dokumen yang terkait dengan aspek kelautan dan potensi kemaritiman yang terkandung di dalamnya.

Setelah mahasiswa mempelajari materi ini, secara umum mahasiswa mampu memahami konsep pengetahuan kelautan dan potensi kemaritiman. Dengan demikian, mahasiswa diharapkan dapat menjelaskan tentang:

1. masalah laut sebagai wilayah legalitas sekaligus sebagai aset Negara yang harus dijaga kelestariannya;
2. masalah keanekaragaman hayati laut beserta ekosistem laut yang ada di sekitarnya;
3. wilayah batas hak dan kewenangan yang kita miliki dalam mengelola laut dan potensi kemaritiman yang ada di dalamnya.

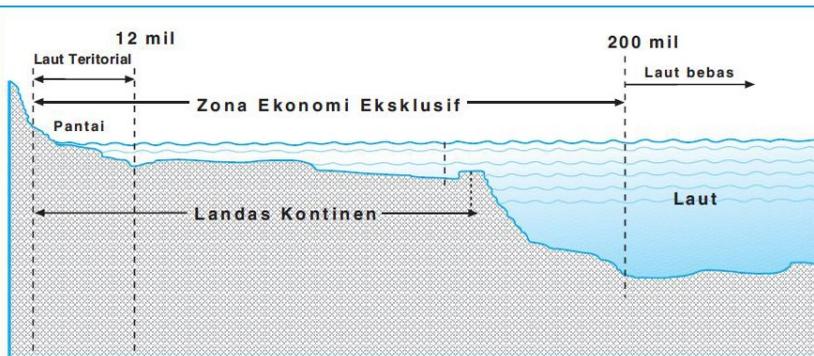
## KEGIATAN BELAJAR 1

## Pengetahuan Kelautan dan Potensi Kemaritiman

Apabila Anda mencermati peta dunia maka planet bumi tampak jelas dilingkupi laut yang mempunyai peranan penting bagi kehidupan umat manusia. Secara global, laut melingkupi dua pertiga dari seluruh permukaan bumi dan menyediakan sekitar 97 persen dari keseluruhan ruang kehidupan di bumi. Interaksi dinamis antara laut dan udara menentukan pola iklim dunia, dan sistem pergerakan arus laut turut serta memelihara keseimbangan suhu bumi. Dengan demikian, laut dapat mendukung keberadaan serta kehidupan umat manusia di bumi, serta flora maupun fauna baik di darat maupun di laut sendiri. Meskipun peran laut bagi kesejahteraan dan kelangsungan hidup manusia sangat penting dan menentukan, akan tetapi pengetahuan kita khususnya bangsa Indonesia dalam memandang laut relatif masih sederhana. Pada abad terakhir ini, penelitian tentang laut telah mengalami peningkatan yang cukup signifikan, namun demikian eksplorasi penelitian tersebut diperkirakan baru mencapai sekitar 5 persen dari laut dunia. Diperkirakan antara satu sampai 50 juta spesies biota laut dunia hingga kini belum teridentifikasi. Oleh karena itu, wajar apabila bangsa Indonesia masih belum optimal memanfaatkan kekayaan lautnya. Sedangkan kita dalam mendayagunakan sumber daya kelautan belum efisien atau sering kali pemanfaatan sumber daya tersebut bersifat merusak kelestarian lingkungan, sehingga akibatnya nampak tanda-tanda kerusakan lingkungan muncul di berbagai kawasan laut dunia. Meskipun kerusakan belum separah yang terjadi di daratan, namun gejala pencemaran (*pollution*), intensitas penangkapan ikan melebihi kemampuan daya pulih (*overfishing*), dan degradasi fisik habitat utama laut pesisir (seperti terumbu karang, hutan mangrove) di beberapa kawasan laut dunia telah mencapai tingkat yang dapat mengancam kapasitas keberlanjutan ekosistem laut guna mendukung kehidupan manusia.

Lautan merupakan satu kesatuan dari permukaan, kolom air sampai ke dasar dan bawah dasar laut. Adapun batas lautan dimulai dari batas yurisdiksi di darat (diukur dari rata-rata pasang tinggi atau rendah) sampai ke laut lepas sejauh klaim negara yang bersangkutan. Untuk menentukan batas terluar dari

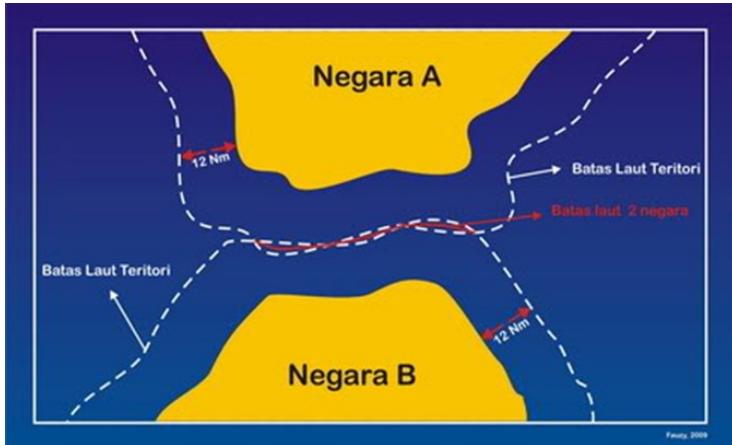
zona eksklusif dan landas kontinen, negara-negara pantai dapat memilih satu dari dua metode yang berbeda. *Pertama*, mengukur sejauh 200 mil laut ke arah laut lepas dimulai dari garis dasar atau garis pangkal (*baseline*). Garis dasar ditentukan dengan cara menarik garis-garis lurus yang menghubungkan titik-titik terluar dari pulau-pulau terluar di negara yang bersangkutan. *Kedua*, menggunakan batas maksimum dari wilayah kontinen (lihat Gambar 1.1.1). Benua (*continental*) terbagi atas landas kontinen (*continental shelf*), lereng benua (*continental slope*) dan pematang benua (*continental rise*). Adanya dua metode tersebut maka negara-negara dengan paparan benua kurang dari 200 mil laut, tetap mempunyai wewenang ZEE (Zone Ekonomi Eksklusif) sampai 200 mil laut. Sedangkan negara-negara dengan paparan lebih dari 200 mil laut memiliki wewenang sampai batas terluar paparan benuanya (lebih dari 200 mil laut). Walaupun demikian, terdapat pengecualian dari kedua metode tersebut bagi negara-negara yang bertetangga dengan jarak kurang dari 400 mil laut atau memiliki landas kontinen yang berhubungan. Untuk kasus ini, perbatasan wilayah ZEE merupakan garis meridian yang diukur dari garis dasar pantai negara-negara yang bertetangga tersebut (Dahuri, 2001) seperti yang tampak pada Gambar 1.1 di bawah ini.



Gambar 1.1  
Pembagian Wilayah Laut

Negara-negara yang berbatasan dengan laut (termasuk Indonesia), memiliki kedaulatan penuh atas wilayah perairan pedalaman, perairan kepulauan dan laut teritorial. Sedangkan pada zona tambahan yaitu zona

ekonomi eksklusif dan landas kontinen, negara memiliki hak-hak eksklusif seperti hak memanfaatkan sumber daya alam yang ada di zona tersebut. Ada pun laut lepas merupakan zona yang tidak dapat dimiliki oleh suatu negara, sedangkan kawasan dasar laut internasional dijadikan sebagai bagian warisan umat manusia.

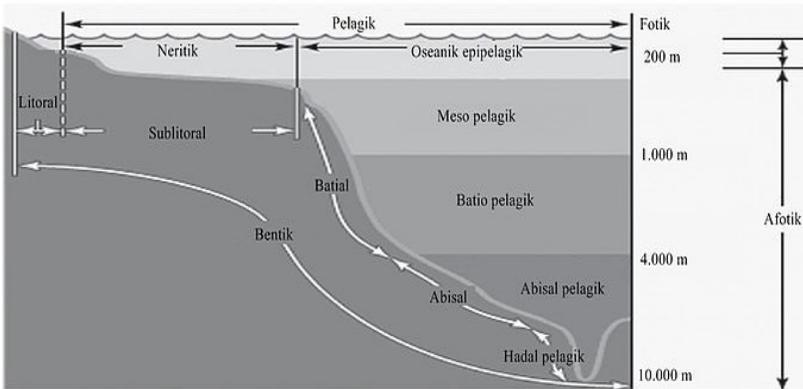


Gambar 1.2  
Garis Meridian ZEE Perbatasan Dua Negara

Secara biofisik wilayah laut dapat dibagi menurut dimensi vertikal dan horizontal, dan atas dasar faktor fisik dan penyebaran komunitas biota. Masing-masing zona mempunyai karakteristik fisik, kimia dan biologis yang khas. Namun, pembagian wilayah laut sampai saat ini belum dapat diterima secara universal. Umumnya pewilayahan perairan laut ditetapkan atas dasar pembagian secara vertikal dan horizontal. Disamping itu, pewilayahan laut dapat dibagi menjadi daerah permukaan (*pelagik*) dan daerah dasar (*bentik*). Pembagian wilayah pelagik dan bentik ini dapat dilihat pada Gambar 1.2.

Secara horizontal daerah pelagik dibedakan menjadi dua zona yaitu 1) *zona neritik*, daerah ini mencakup massa air yang terletak di atas paparan benua, 2) *zona oseanik*, daerah ini mencakup semua perairan terbuka lainnya. Sedangkan secara vertikal, daerah pelagik dapat dikelompokkan berdasarkan daya tembus sinar matahari ke dalam lapisan perairan laut yaitu *zona fotik* atau eufotik dan *zona afotik*. Zona fotik merupakan wilayah perairan pelagik yang masih mendapatkan sinar matahari dengan batas biasanya bervariasi

berdasarkan tingkat kejernihan air. Umumnya, batas bawah zona fotik mempunyai kedalaman antara 100-150 meter. Zona fotik atau disebut juga *zona epipelagik* merupakan daerah tempat berlangsungnya proses produksi primer di lautan. Sedangkan zona afotik merupakan daerah yang tidak dapat ditembus sinar matahari atau selalu dalam kegelapan dengan posisi berada di bawah zona fotik.



Gambar 1.3  
Pembagian Zona Laut (Hedgpeth, 1957; Sumber: Dahuri, 2003)

Secara vertikal, zona afotik dibedakan ke dalam empat zona yaitu zona mesopelagik, batipelagik, abisai pelagik, dan hadal pelagik. Zona mesopelagik berada pada lapisan teratas dari zona afotik hingga kedalaman isoterm  $10^{\circ}\text{C}$ , dan kedalaman antara 700-1.000 meter. Lapisan di bawahnya adalah zona batipelagik dengan isoterm berkisar  $4^{\circ}\text{C}$  dan kedalaman antara 2.000-4.000 meter; lapisan di bawahnya lagi adalah zona abisai pelagik dengan daerah kedalaman mencapai 6.000 meter. Perairan terbuka dari, palung laut (laut jeluk) mempunyai kedalaman 6.000-10.000 meter dinamakan zona hadal pelagik.

Zona afotik pelagik mempunyai zona vertikal dasar atau bentik terdiri atas zona batial, abisai, dan hadal. Zona batial merupakan daerah dasar mencakup lereng benua hingga mencapai kedalaman 4.000 meter. Zona abisai merupakan dataran abisai dengan luas berada pada kedalaman 4.000-6.000 meter. Zona hadal merupakan zona bentik dan palung lautan dengan kedalaman antara 6.000-10.000 meter.

Zona litoral atau intertidal merupakan daerah pantai yang terletak di antara pasang tertinggi dan surut terendah. Wilayah ini adalah peralihan dari kondisi lautan ke kondisi daratan (*ecoton*), dan daerah ini mempunyai keanekaragaman hayati sangat tinggi seperti estuaria. Daerah di bawah zona litoral merupakan daerah peralihan atau dikenal sebagai zona sub-litoral. Oleh karena sinar matahari masih bisa menembus lapisan laut, zona ini umumnya dihuni oleh organisme dari berbagai komunitas seperti rumput laut, padang lamun, terumbu karang, dan sebagainya.

Negara Indonesia memiliki keanekaragaman hayati laut tertinggi di dunia. Hal ini disebabkan Negara Indonesia terletak di antara dua samudra (Samudra Pasifik dan Samudra Hindia) dan di antara dua benua (Benua Asia dan Benua Australia), serta memiliki dua paparan yaitu Paparan Sunda di bagian barat dan Paparan Sahul di bagian timur. Tingginya keanekaragaman hayati laut tidak hanya disebabkan oleh letak geografis yang sangat strategis, namun hal tersebut juga dipengaruhi oleh faktor seperti variasi iklim musiman, arus atau massa air laut dari dua samudra, tipe habitat dan ekosistem di dalamnya.

Apabila Anda pernah naik *motor boat (speed)* maka ketika angin laut semakin kencang maka gelombang laut pun semakin tinggi. Sebagai tugas, coba Anda gambarkan arah haluan *motor boat (speed)* tersebut ketika menghadapi terjangan gelombang yang terus menerus tersebut agar bisa dilalui dengan aman.

Sebagai Negara Kepulauan terbesar di dunia, Indonesia memiliki wilayah laut seluas 5,8 juta km<sup>2</sup> yang terdiri dari wilayah teritorial sebesar 3,2 juta km persegi dan wilayah Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI) 2,7 juta km<sup>2</sup>. Selain itu, terdapat 17.840 pulau di Indonesia dengan garis pantai sepanjang 95.181 km.

Dengan cakupan yang demikian besar dan luas, tentu saja laut Indonesia mengandung keanekaragaman sumber daya alam laut yang potensial, baik hayati dan nonhayati yang tentunya memberikan nilai yang luar biasa pada sumber daya alam seperti ikan, terumbu karang dengan kekayaan biologi yang bernilai ekonomi tinggi, wilayah wisata bahari, sumber energi terbarukan maupun minyak dan gas bumi, mineral langka dan juga media transportasi antar pulau yang sangat ekonomis. Letak geografis kita strategis, di antara dua benua dan dua samudra di mana paling tidak 70 persen

angkutan barang melalui laut dari Eropa, Timur Tengah dan Asia Selatan ke wilayah Pasifik, dan sebaliknya, harus melalui perairan kita. Permasalahan yang muncul kemudian adalah sejauh mana bangsa ini memanfaatkan peluang yang begitu fantastis itu. Pada zaman pemerintahan Ir. Soekarno sebagai presiden selalu terkumandang semangat maritim, namun dalam implementasi kebijakan pembangunan khusus dibidang laut sepertinya tidak serius, namun paling tidak sudah ada upaya menggelorakan semangat maritim. Salah satu statement Ir. Sukarno pada National Maritime Convention (NMC) 1963 adalah “Untuk membangun Indonesia menjadi negara besar, negara kuat, negara makmur, negara damai yang merupakan *national building* bagi negara Indonesia maka negara dapat menjadi kuat jika dapat menguasai lautan. Untuk menguasai lautan kita harus menguasai armada yang seimbang”.

Untuk kepentingan persahabatan antar negara maka dalam konvensi Hukum Laut Internasional ditetapkan adanya lintas damai melalui laut teritorial. Yang dimaksud lintas damai adalah jalur wilayah laut teritorial yang boleh digunakan oleh pihak asing sepanjang tidak merugikan bagi kedamaian, ketertiban, dan keamanan negara yang berdaulat.

Laut selain berfungsi sebagai penghubung wilayah satu dengan yang lain dalam memperlancar hubungan transportasi, juga kekayaan yang terkandung di dalamnya sangat menopang kehidupan rakyat. Potensi yang ada di laut dapat menimbulkan masalah apabila pengelolaannya tanpa memperhatikan lingkungan.

Untuk mencegah kerusakan lingkungan laut maka beberapa usaha yang dapat dilakukan seperti berikut.

1. Membatasi penggunaan beberapa macam alat penangkapan ikan.
2. Alat penangkap ikan berupa pukat harimau dilarang guna melindungi berbagai ikan tertentu.
3. Memperhatikan daerah, jalur, dan musim penangkapan.
4. Mencegah pencemaran dan kerusakan, melakukan rehabilitasi, dan budidaya sumber daya ikan.
5. Membatasi daerah penangkapan.
6. Pengelolaan sumber daya alam dengan pendekatan lingkungan. Sumber daya alam harus digunakan secara nasional, tidak merusak lingkungan hidup, dilaksanakan dengan kebijaksanaan yang menyeluruh, dan memperhatikan generasi yang akan datang.

7. Membuat undang-undang untuk melindungi penyu dan melindungi pantai tempat penyu bertelur.
8. Mengeluarkan PP No. 17 Tahun 1974 tentang Pengawasan Pelaksanaan Eksplorasi dan Eksploitasi Minyak dan Gas Bumi di daerah lepas pantai untuk menjaga terpeliharanya lingkungan laut.



## LATIHAN

---

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Sebutkan dua cara untuk menentukan batas terluar dari zona eksklusif dan landas kontinen, negara-negara pantai? Jelaskan bagaimanakah cara pengukurannya?
- 2) Bagaimana cara pengukurannya untuk negara-negara yang bertetangga dengan jarak kurang dari 400 mil laut atau memiliki landas kontinen yang berhubungan?

### *Petunjuk Jawaban Latihan*

- 1) Pelajari pengaturan yang terkait dengan pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya alam hayati di dalam wilayah perairan Republik Indonesia sampai batas 200 mil laut (wilayah zone ekonomi eksklusif Indonesia). Perangkat peraturan perundang-undangan mengenai hukum laut terkait dengan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi sumber daya alam dapat dilihat dari peraturan yang telah ada yaitu:
  - a. UU Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 1983 tentang zona ekonomi eksklusif;
  - b. Undang-undang republik Indonesia nomor 31 Tahun 2004 tentang perikanan; dan
  - c. Peraturan Pemerintah republik Indonesia Nomor 15 Tahun 1984 tentang Pengelolaan Sumber Daya Alam Hayati di Zone Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI).
- 2) Baca kembali materi kelautan atau Anda dapat mencari jawabannya dari berbagai media yang membahas mengenai batas-batas wilayah zona kelautan dan kemaritiman.



Penelitian tentang laut telah mengalami cukup peningkatan, namun eksplorasi penelitian tersebut diperkirakan baru mencapai sekitar 5 persen laut dunia. Diperkirakan antara satu sampai 50 juta spesies biota laut dunia hingga kini belum teridentifikasi. Oleh karena itu, Indonesia masih belum optimal memanfaatkan kekayaan laut. Sedangkan kita dalam mendayagunakan sumber daya kelautan belum efisien atau sering kali pemanfaatan sumber daya tersebut bersifat merusak kelestarian lingkungan sehingga nampak tanda-tanda kerusakan lingkungan muncul di berbagai kawasan laut dunia. Meskipun kerusakan belum separah yang terjadi di daratan, namun gejala pencemaran (*pollution*), intensitas penangkapan ikan melebihi kemampuan daya pulih (*overfishing*), dan degradasi fisik habitat utama laut pesisir (seperti terumbu karang, hutan mangrove) di beberapa kawasan laut dunia telah mencapai tingkat yang dapat mengancam kapasitas keberlanjutan ekosistem laut guna mendukung kehidupan manusia.

Secara biofisik wilayah laut dapat dibagi menurut dimensi vertikal dan horizontal, dan atas dasar faktor fisik dan penyebaran komunitas biota. Masing-masing zona mempunyai karakteristik fisik, kimia dan biologis yang khas. Namun, pembagian wilayah laut sampai saat ini belum dapat diterima secara universal. Umumnya pewilayahan perairan laut ditetapkan atas dasar pembagian secara vertikal dan horizontal. Disamping itu, pewilayahan laut dapat dibagi menjadi daerah permukaan (*pelagik*) dan daerah dasar (*bentik*).

Perangkat peraturan perundang-undangan mengenai hukum laut terkait dengan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi sumber daya di wilayah perairan Republik Indonesia dapat dilihat dari pengaturan yang telah ada, di antaranya:

1. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 1983 tentang Zone Ekonomi Eksklusif Indonesia.
2. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2004 tentang Perikanan.
3. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 1984 tentang Pengelolaan Sumber Daya Alam Hayati di Zone Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI).

**TES FORMATIF 1** \_\_\_\_\_

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Metode yang digunakan untuk mengukur batas terluar dari zona eksklusif dan landas kontinen, adalah ....
  - A. mengukur sejauh 200 mil laut ke arah lepas dimulai dari garis dasar atau garis pangkal
  - B. mengukur 100 km dari pulau terluar
  - C. kesepakatan dengan negara sekitar
  - D. diukur berdasarkan luas wilayah daratan
  
- 2) Secara horizontal daerah pelagik dibedakan menjadi dua zona yaitu ....
  - A. zona neritik dan oseanik
  - B. zona fotik dan zona afiotik
  - C. dataran tinggi dan dataran rendah
  - D. wilayah perairan dalam dan wilayah luar
  
- 3) Zona fotik atau disebut juga zona epipelagik merupakan daerah tempat berlangsungnya proses ....
  - A. produksi primer di lautan
  - B. produksi sekunder di lautan
  - C. persenyawaan ikan bersisik keras
  - D. produksi jenis ikan berekor kuning
  
- 4) Sedangkan zona afotik merupakan daerah yang tidak dapat ditembus sinar matahari atau selalu dalam kegelapan dengan posisi berada ....
  - A. di bawah zona fotik
  - B. di bawah zona nyaman
  - C. di bawah zona neurobiotik
  - D. di bawah zona inklusif
  
- 5) Zona afotik pelagik mempunyai zona vertikal dasar atau bentik terdiri atas zona ....
  - A. batial, abisal dan handal
  - B. benial, genetial dan binal
  - C. balail, abisal dan handal
  - D. benial, abisa dan kadal

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali  
80 - 89% = baik  
70 - 79% = cukup  
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

## KEGIATAN BELAJAR 2

## Keanekaragaman Hayati Laut dan Potensi Kemaritiman Indonesia

Para ahli biologi konservasi sering menggunakan istilah keanekaragaman hayati (*biological diversity* atau *biodiversity*). Istilah ini menjelaskan keragaman ekosistem dan berbagai bentuk variabilitas hewan, tumbuhan, serta jasad renik di alam, baik ekosistem daratan, lautan maupun ekosistem perairan lainnya. Mengingat keanekaragaman hayati mempunyai peran penting bagi hidup dan kehidupan manusia di permukaan bumi maka upaya pelestariannya sangat diperlukan untuk keberlanjutan generasi. Konferensi tentang Lingkungan dan Pembangunan PBB di Rio de Janeiro pada tahun 1992 telah menghasilkan satu dokumen penting berupa Konvensi tentang Keanekaragaman Hayati yang ditandatangani oleh 158 negara. Hingga tahun 2000, konvensi tersebut telah ditandatangani dan diratifikasi oleh 180 negara, termasuk Negara Indonesia. Ada pun tujuan dari konvensi tersebut adalah melestarikan dan mendayagunakan secara berkelanjutan keanekaragaman hayati dan berbagai keuntungannya secara adil dan merata dari hasil pemanfaatan sumber genetika, melalui akses terhadap sumber genetika tersebut, alih teknologi yang relevan serta pembiayaan yang mencukupi dan memadai.

Negara Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki keanekaragaman hayati tertinggi dengan tingkat endemis yang tinggi, seperti pulau Sulawesi, Irian Jaya dan Mentawai. Indonesia memiliki paling tidak 42 tipe ekosistem daratan dan lima tipe ekosistem lautan, dengan keanekaragaman hayati laut sebanyak 27,2 persen dari seluruh spesies flora dan fauna dunia. Dari seluruh spesies yang ditemukan di dunia, bahwa Indonesia mempunyai 12 persen mamalia, 23,8 persen amphibi, 31,8 persen reptilia, 44,7 persen ikan, 40 persen moluska, dan 8,6 persen rumput laut.

Keanekaragaman ekosistem merupakan lingkungan fisik, di mana lingkungan fisik berbeda melahirkan komunitas kehidupan yang berbeda. Sifat fisik terdiri atas suhu, kejernihan air, pola arus, dan kedalaman air. Hal ini dapat menimbulkan perbedaan keanekaragaman organisme. Perbedaan ini juga berkaitan dengan struktur lingkungan fisik, termasuk struktur yang dihasilkan oleh organisme. Contohnya, ekosistem estuaria, hutan mangrove,

terumbu karang dan ekosistem laut jeluk (dalam) memiliki komposisi, struktur dan fungsi yang sangat berbeda. Ekosistem estuaria dengan hutan mangrove lebat dan luas cenderung memiliki produktivitas tinggi. Unsur hara (nutrien) disuplai oleh detritus organik yang berasal dari luruhan daun mangrove, di mana hal tersebut sangat mendukung nilai produktivitas. Ekosistem terumbu karang, unsur hara (nutrien) seperti senyawa CO<sub>2</sub> disuplai dari karbon organik melalui proses fotosintesis. Ekosistem laut jeluk tidak memiliki produktivitas primer karena penetrasi sinar matahari mempunyai keterbatasan untuk masuk ke lapisan bagian dalam laut.

Keanekaragaman spesies (jenis) laut sangat bervariasi menurut lokasi. Variasi keragaman spesies ditentukan oleh dua gradien geografi yaitu 1) Posisi geografis, keanekaragaman spesies bervariasi di antara daerah tropis dan dingin. Pada ekosistem laut tropis (misal terumbu karang dan padang lamun) mempunyai keanekaragaman sangat tinggi terutama spesies moluska, kepiting, dan ikan. Kecuali spesies bintang laut (*starfishes*) dan alga coklat (*ordo Laminariales*) dijumpai keanekaragaman sangat tinggi di perairan dingin. 2) Posisi perairan, keanekaragaman dijumpai sangat tinggi berada di perairan Indo-Pasifik Barat (khususnya daerah di antara Filipina, Indonesia, dan Australia Barat). Daerah Pasifik Barat dan Atlantik Barat mempunyai tingkat keragaman sedang, dan perairan Atlantik Timur mempunyai keanekaragaman paling rendah.

Keanekaragaman genetik merupakan variasi faktor-faktor keturunan di dalam dan di antara individu dalam suatu populasi. Variasi genetik baru muncul akibat terjadinya mutasi gen dalam kromosom. Organisme bereproduksi secara seksual, perubahan susunan gen dapat dilakukan dengan teknologi rekombinan. Individu-individu yang berkembang secara seksual lebih menyukai berpasangan dengan sesamanya daripada individu dari populasi yang berbeda. Oleh karena populasi memiliki keterbatasan dalam percampuran genetik dengan populasi lain maka populasi cenderung mengalami penyimpangan secara genetik yang disebabkan oleh mutasi, seleksi alam dan penghanyutan genetik (*genetik drift*). Beberapa populasi dapat memiliki versi gen yang spesifik (*alel*), yang kemungkinan besar tidak dimiliki oleh populasi lain. Perbedaan genetik yang berkaitan dengan kemampuan adaptasi dari suatu organisme, hal ini menyebabkan setiap organisme lebih menyukai berkembang biak dengan baik di bawah kondisi lokal secara spesifik. Keanekaragaman genetik tidak hanya terjadi di antara populasi, namun juga terjadi di dalam populasi. Keanekaragaman genetik di

dalam populasi merupakan bahan dasar dalam evolusi. Hal ini dapat memengaruhi beberapa individu dalam menghadapi ketahanan terhadap perubahan lingkungan. Pengelolaan keanekaragaman genetik di dalam maupun di antara populasi membutuhkan perhatian karena adanya perubahan lingkungan berlangsung cepat, di sini termasuk juga spesies yang mempunyai penyebaran secara luas. Untuk membahas keanekaragaman hayati laut, tentu tidak terlepas dari masalah ekosistem. Selanjutnya, pada sesi ini akan dijelaskan tentang ekosistem kelautan yang terdiri atas tiga kelompok, sebagai berikut.

## EKOSISTEM PESISIR DAN LAUT

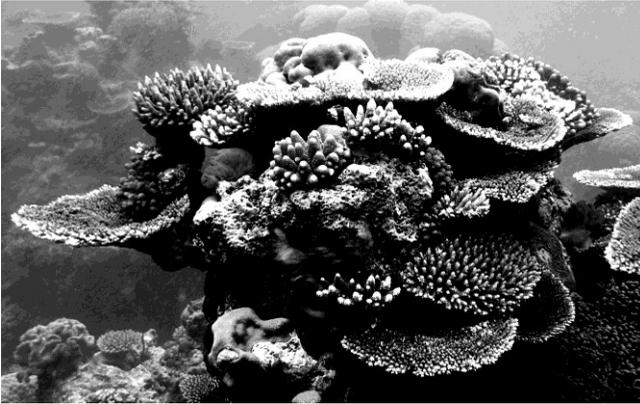
Penetapan batas wilayah pesisir terdapat kesepakatan dunia, bahwa wilayah pesisir merupakan suatu wilayah peralihan antara daratan dan laut. Suatu wilayah pesisir mempunyai dua macam batas (*boundaries*) menurut garis pantai (*coastline*) yaitu batas sejajar dengan garis pantai (*long-shore*) dan batas tegak lurus terhadap garis pantai (*cross-shore*). Penetapan batas-batas wilayah secara *long-shore* relatif mudah, namun penetapan batas wilayah secara *cross-shore* belum diperoleh kesepakatan karena batas wilayah pesisir berbeda dari satu negara ke negara yang lain. Hal ini (*cross-shore*) tergantung dari kesepakatan antara negara yang saling berbatasan. Perbedaan ukuran batas tersebut dapat dimengerti karena setiap negara mempunyai karakteristik lingkungan, sumber daya, dan sistem pemerintahan tersendiri.

Ekosistem pesisir dapat bersifat alami (*natural*) atau buatan (*man made*). Dalam ekosistem alami terdapat terumbu karang (*coral reefs*), hutan mangrove (*mangrove forest*), padang lamun (*seagrass beds*), pantai berpasir (*sandy beach*), pantai berbatu (*rocky beach*), formasi *pescaprae*, formasi *barringtonia*, *estuaria*, laguna, delta, dan ekosistem pulau kecil. Ekosistem tersebut tergenangi air secara terus menerus dan ada yang sebagian tergenangi dalam sesaat. Ekosistem buatan terdapat tambak, sawah pasang surut, kawasan pariwisata, kawasan industri, dan kawasan pemukiman.

### 1. Terumbu Karang

Hewan karang (*corals*) dapat berkembang baik di daerah tropis. Terumbu (*reef*) merupakan endapan-endapan masif terutama kalsium karbonat yang dihasilkan oleh hewan karang, alga berkapur dan organisme-

organisme lain yang mengeluarkan kalsium karbonat. Di dunia terdapat dua kelompok karang yaitu karang hermatifik dan karang ahermatifik. Perbedaan kelompok ini disebabkan oleh kemampuan menghasilkan terumbu (*reef*). Selsel tumbuhan (*zooxanthellae*) merupakan sejenis algae yang hidup di polip karang, dan hidup bersimbiosis di dalam jaringan karang hermatifik membentuk terumbu karang. Distribusi karang hermatifik banyak dijumpai di daerah tropis, sedangkan karang ahermatifik tersebar di seluruh dunia.



Gambar 1.4  
Terumbu Karang

Polip karang bertubuh lunak dan mempunyai mulut pada bagian atas yang dikelilingi lengan-lengan (tentakel). Pada umumnya, polip hanya menjulur pada malam hari terutama untuk menangkap plankton yang terdapat di sekitarnya. Plankton dijadikan makanan tambahan selain makanan yang dihasilkan oleh *zooxanthellae*. Hewan karang mempunyai makanan berasal dari tiga sumber, yaitu 1) plankton yang ditangkap melalui tentakel dengan dilengkapi sel penyengat pelumpuh mangsa (nematocyst), 2) nutrisi organik yang diserap langsung dari air, dan 3) senyawa organik yang dihasilkan *zooxanthellae*. Pada waktu sinar matahari menembus lapisan air dan mengenai *zooxanthellae*, selanjutnya hewan tersebut menghasilkan oksigen dan nutrisi. Nutrisi terdiri atas glycerol, glukosa, dan asam amino yang melekat di lapisan luar polip karang. Polip karang memberikan tempat hidup dan juga  $\text{CO}_2$  untuk digunakan dalam proses fotosintesis. *Zooxanthellae* dapat memengaruhi laju penumpukan zat kapur oleh polip karang. Polip karang menyerap  $\text{CaCO}_3$  dari air laut, terjadi reaksi di dalam tubuh polip dan

menghasilkan cangkang luar berupa zat kapur. Pigmen-pigmen zooxanthellae dapat memberikan warna pada polip-polip karang yang menyebabkan terumbu karang nampak indah.

Terumbu karang memiliki spesies amat beragam, dan sebagian besar spesies tersebut bernilai ekonomi tinggi. Terumbu karang menempati areal cukup luas dan terdiri dari berbagai bentuk asosiasi yang kompleks dengan tipe habitat yang berbeda-beda. Semuanya berada dalam satu sistem yang terjalin dalam hubungan fungsional secara harmonis. Spesies paling banyak dijumpai dalam ekosistem terumbu karang adalah ikan. Secara ekologis terumbu karang dapat berfungsi melindungi komponen ekosistem pesisir lainnya dari gempuran gelombang dan badai.

Pertumbuhan ekosistem terumbu karang dipengaruhi oleh 1) kecerahan, penetrasi sinar matahari menstimuli terjadinya proses fotosintesis dari *zooxanthellae* yang bersimbiosis dalam jaringan karang dan membentuk terumbu ( $\text{CaCO}_3$ ). Penetrasi yang baik terjadi pada kedalaman 25 meter dengan intensitas sinar matahari sebanyak 15-20 persen di lapisan air; 2) temperatur, perairan laut terjadi pembentukan terumbu karang secara baik pada kisaran suhu antara 25-29°C, meskipun suhu di luar kisaran tersebut masih bisa ditolerir oleh spesies tertentu; 3) salinitas, terumbu karang dapat tumbuh dengan baik dengan salinitas antara 30-35 ‰, meskipun terumbu karang mampu bertahan pada salinitas di luar kisaran tersebut; 4) sirkulasi arus dan sedimentasi, arus membawa mikroplankton sebagai makanan dan membersihkan endapan-endapan serta menyuplai oksigen dari laut lepas. Arus dan sirkulasi berperan dalam proses sedimentasi dari partikel lumpur akibat proses erosi yang dibawa aliran permukaan (*surface run off*). Sedimentasi partikel lumpur dapat menutup polip sehingga sedimentasi tersebut dapat mengganggu respirasi organisme terumbu karang dan proses fotosintesis.

Wilayah Indonesia terdiri atas pulau-pulau telah dikelilingi 95 persen terumbu karang. Jenis terumbu karang tersebut adalah a) terumbu tepi (*Fringing Reef*) yaitu terumbu karang dekat dan sejajar dengan garis pantai, contohnya Pangandaran dan Parang Tritis di pantai selatan Jawa, di Lombok dan Sumbawa, utara dan barat Papua; b) Atol (*atoll*) yaitu terumbu karang yang berbentuk seperti cincin dan di tengahnya terdapat goba (danau) dengan kedalaman mencapai 45 meter, contohnya atol Takabonerate di Sulawesi Selatan; c) terumbu Penghalang (*Barrier Reef*) yaitu serupa karang tepi, tetapi jarak antara terumbu karang dengan garis pantai atau daratan cukup

jauh, dan umumnya dipisahkan oleh perairan dalam, contohnya di kepulauan. Togeang Sulawesi Tengah, beberapa tempat di Kalimantan Timur dan di Selat Makasar; d) Terumbu Gosong (*Patch Reef*) seperti terumbu karang di kepulauan Seribu di utara Jawa.

## 2. Padang Lamun

Lamun (*seagrasses*) merupakan tumbuhan berbunga (*Angiospermae*) yang hidup terbenam di dalam laut. Lamun mempunyai sistem perakaran nyata, dedaunan, sistem transportasi internal untuk gas dan nutrisi, serta stomata yang berfungsi untuk pertukaran gas. Akar tersebut tidak berfungsi dalam pengambilan air karena daun dapat menyerap nutrisi dari air laut. Padang lamun dapat berbentuk vegetasi tunggal yang tumbuh dengan membentuk padang lebat seperti *Thalassia hemprichii*, *Enhalus acoides*, *Halophila ovalis*, *Cymodocea serrulata*, dan lain-lain. Padang lamun berupa campuran beberapa vegetasi lamun biasanya terbentuk di daerah intertidal yang rendah darisubtidal yang dangkal.



Gambar 1.5  
Padang Lamun

Pertumbuhan ekosistem Padang Lamun dipengaruhi oleh parameter lingkungan utama: 1) kecerahan, tumbuhan lamun biasanya dijumpai pada perairan yang tidak terlalu dalam, sehingga intensitas sinar matahari yang

tinggi dipergunakan untuk proses fotosintesis; 2) temperatur, tumbuhan lamun mempunyai toleransi yang rendah terhadap perubahan suhu, dan kisaran suhu optimal adalah 28-30°C; 3) salinitas, sebagian besar tumbuhan lamun mempunyai kisaran salinitas antara 10-40‰ dan nilai optimum salinitas (35‰) sangat mendukung pertumbuhan lamun; 3) Substrat, kedalaman substrat berperan dalam menjaga stabilitas sedimen untuk melindungi tanaman dari arus air laut dan tempat pengolah serta pemasok nutrisi; 4) kecepatan arus perairan, padang lamun sangat dipengaruhi oleh kecepatan arus perairan. Pada saat kecepatan arus sekitar 0,5 meter per detik, jenis Turtle grass (*Thalassia testudinum*) mempunyai kemampuan tumbuh maksimal.

Perairan Indonesia terdapat tujuh marga (genera) lamun yaitu *Enhalus*, *Thalassia*, *Halophila*, *Halodule*, *Cymodoceae*, *Syringodium*, dan *Thalassodendron*. Padang lamun tumbuh pada beberapa tempat dengan spesies dominan adalah *Thalassia hemprichii*. Keanekaragaman hayati lamun paling tinggi terdapat di perairan Teluk Flores dan Lombok.

### 3. Rumput Laut

Rumput laut (*seaweeds*) tumbuh pada substrat keras dan kokoh sebagai tempat melekat di perairan laut. Rumput laut dapat tumbuh hingga kedalaman 20-30 meter. Nutrien diperoleh dari air laut yang dihantarkan melalui mekanisme *upwelling* (pergerakan massa air kaya nutrisi dari dasar laut ke permukaan), turbulensi, dan masukan dari daratan.



Gambar 1.6  
Rumput Laut

Ekosistem rumput laut dipengaruhi oleh parameter lingkungan utama:

- 1) Intensitas sinar, pertumbuhan rumput laut dan produksi spora sangat dipengaruhi oleh intensitas sinar matahari. Rumput laut membutuhkan intensitas sinar matahari berbeda-beda menurut jenisnya. Intensitas sinar 400 lux dapat merangsang perkembangan spora *Gracilaria verucosa* dengan baik, sedangkan intensitas sinar antara 6500 dan 7500 lux merangsang pertumbuhan *Ectocarpus* dengan baik;
- 2) Musim dan temperatur, hal ini sangat berkaitan erat, dan keduanya sangat memengaruhi kehidupan rumput laut. Produksi *tetraspora* dari *Polysiphonia* dapat berlangsung dengan baik pada kisaran suhu antara 25-30°C;
- 3) Salinitas, pertumbuhan *Gracilaria* yang berasal dari Atlantik dan Pasifik Timur membutuhkan salinitas antara 15-30‰, dengan titik optimum pertumbuhan adalah 25‰;
- 4) Gerakan air, kekuatan gerakan air memengaruhi pelekatan spora pada substratnya, sehingga spora mampu menempel dengan cepat dan kuat;
- 5) Nutrien, kandungan zat hara diperlukan algae seperti nitrogen dan fosfat sebagai stadia reproduksi rumput laut.

Wilayah Indonesia mempunyai berbagai jenis rumput laut yaitu *Euchema*, *Hypnea*, *Gracilaria*, *Gelidium*, *Sargassum*, dan *Turbinaria*. Rumput laut dari jenis *Euchema* dan *Gracilaria* sudah dibudidayakan di Kepulauan Riau, Lampung, Kepulauan Seribu, Bali, Lombok, Flores, Sumba, dan Sulawesi.

#### 4. Hutan Mangrove

Hutan mangrove sering disebut hutan pasang surut, hutan payau, hutan bakau. Salah satu jenis tumbuhan yang menyusun hutan mangrove adalah *Rhizophora spp.* Mangrove, banyak tumbuh di sepanjang pantai atau muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut, atau wilayah pesisir dengan sedikit gempuran ombak dan berupa daerah landai. Tanaman ini tumbuh optimal pada wilayah yang memiliki muara sungai besar dan delta yang aliran air banyak mengandung lumpur.



Gambar 1.7  
Hutan Mangrove

Pertumbuhan mangrove dipengaruhi oleh parameter lingkungan utama:

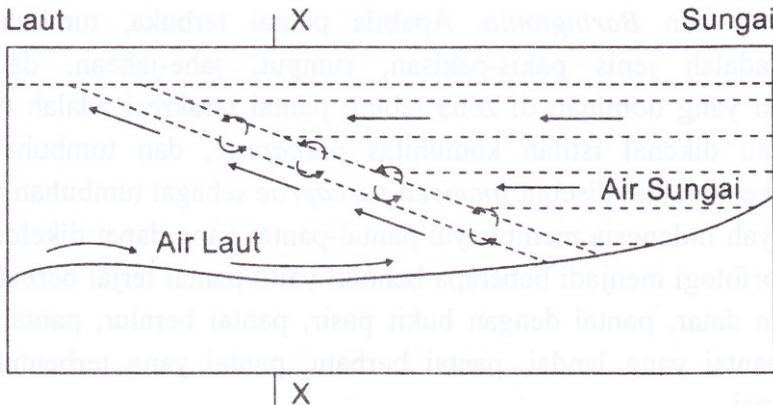
- a. Suplai air tawar dan salinitas, ketersediaan air tawar dan salinitas mengendalikan efisiensi metabolik vegetasi mangrove. Spesies vegetasi mangrove memiliki mekanisme adaptasi tinggi terhadap salinitas. Apabila suplai air tawar tidak tersedia, akan menyebabkan kadar garam tanah dan air tinggi sehingga kondisi tersebut mengancam kelangsungan hidup vegetasi;
- b. Pasokan nutrisi, mangrove membutuhkan pasokan nutrisi dari ion-ion mineral anorganik, bahan organik dan pendaur-ulangan nutrisi secara internal melalui jaringan makanan berupa detritus;
- c. Stabilitas substrat, kestabilan substrat, dengan rasio antara erosi dan perubahan letak sedimen diatur oleh pergerakan angin, sirkulasi pasang surut, partikel tersuspensi, dan kecepatan aliran air tawar. Gerakan air lambat pada ekosistem mangrove cenderung partikel mengendap dan diatur oleh sistem perakaran dari vegetasi tersebut.

Wilayah Indonesia mewakili 25 persen dari luas mangrove dunia, dan 75 persen luas mangrove di Asia Tenggara. Daerah penyebaran mangrove berada di pantai timur Sumatra, muara sungai di Kalimantan, pantai selatan

dan tenggara Sulawesi, pulau-pulau di Maluku serta pantai utara dan selatan Irian Jaya.

## 5. Estuaria

Estuaria merupakan suatu daerah perairan semi tertutup, yang terjadi percampuran air tawar dan air laut yang berada di bagian hilir sungai. Bentuk estuaria bervariasi dan sangat tergantung pada besar kecilnya aliran sungai, kisaran pasang surut dan bentuk garis pantai. Kebanyakan estuaria didominasi oleh substrat lumpur dari endapan yang dibawa air tawar maupun air laut. Substrat dasar estuaria biasanya tersusun dari partikel bahan organik sehingga hal ini merupakan makanan bagi organisme yang hidup di estuaria. Fauna terbesar didominasi oleh fauna lautan yaitu hewan *stenohaline* (mampu menolerir perubahan salinitas sampai 30‰) dan eurihalin. (mampu menolerir penurunan salinitas hingga di bawah 30‰).



Gambar 1.8  
Estuaria

Ekosistem estuaria dipengaruhi oleh parameter lingkungan utama:

- 1) Sirkulasi air, estuaria sangat dipengaruhi oleh aliran air tawar dari badan sungai di atasnya dan air pasang dari laut dalam sirkulasi airnya. Sirkulasi air tergantung pada kisaran pasang surut, pencampuran vertikal di antara air tawar dan air laut, serta topografi dasar;
- 2) Partikel tersuspensi, aliran sungai membawa partikel-partikel tersuspensi dan terakumulasi di estuaria. Partikel sedimen mengendap dengan membentuk lapisan dasar yang semakin tebal atau pendangkalan sehingga hal ini dapat mengubah morfologi dasar estuaria;

3) Bahan polutan, bahan-bahan ini berasal dari pemukiman, transportasi air, maupun industri masuk ke wilayah estuaria. Hal ini memengaruhi kehidupan organisme di estuaria.

Wilayah Indonesia terdapat banyak sungai dan ekosistem estuaria terbentuk di bagian hilir sungai. Percampuran massa air tawar dan air laut melalui mekanisme pasang surut dan aliran sungai terjadi secara intensif di estuaria. Beberapa spesies mempunyai nilai ekonomi penting seperti tongkol (*Euthynnus sp*), kuwe (*Caranx sp*), tenggiri (*Scomberomerus sp*), pisang-pisang (*Caesio sp*), dan teri (*Stolephorus sp*).

## 6. Pantai

Pantai (*beach*) merupakan salah satu ekosistem di wilayah pesisir, biasanya tumbuhan memiliki ciri-ciri antara lain: 1) sistem perakaran menancap dalam, 2) toleransi tinggi terhadap salinitas, hembusan angin, dan suhu tanah tinggi, dan 3) hasil buah dapat terapung. Kawasan ini mempunyai keanekaragaman jenis rendah. Flora banyak dijumpai jenis *Casuarina equisetifolia* dan *Barringtonia*. Apabila pantai terbuka, tumbuhan yang muncul adalah jenis pakis-pakistan, rumput, jahe-jahean, dan herba. Tumbuhan yang dominan di zona tebing pantai terakresi adalah tumbuhan pantai atau dikenal istilah komunitas *pescaprae*, dan tumbuhan paling dominan ke arah laut disebut *Ipomoea pescaprae* sebagai tumbuhan *pioneer*.

Wilayah Indonesia mempunyai pantai-pantai yang dapat dikelompokkan secara morfologi menjadi beberapa bentuk yaitu pantai terjal berbatu, pantai landai dan datar, pantai dengan bukit pasir, pantai beralur, pantai lurus di dataran pantai yang landai, pantai berbatu, pantai yang terbentuk karena adanya erosi.



Gambar 1.9  
Pantai

## 7. Pulau-pulau Kecil

Pulau-pulau kecil (*small island*) merupakan pulau dengan luas daratan lebih kecil dari 1.000 km<sup>2</sup> (100.000 Ha) dan berpenduduk lebih kecil dari 100.000 jiwa (*Brookfield* dalam Dahuri, 2003). Departemen Kelautan dan Perikanan menetapkan kriteria penduduk lebih kecil dari 200.000 jiwa. Karakteristik pulau-pulau kecil dapat dikategorikan ke dalam aspek lingkungan hidup dan sosial-ekonomi-budaya. Berkaitan aspek lingkungan hidup antara lain: 1) terdapat resapan air (*catchment area*) sempit sehingga air tanah rentan terhadap intrusi air laut, terkontaminasi akibat nitrifikasi dan kekeringan; 2) pesisir sangat terbuka mudah dipengaruhi aksi gelombang yang berasal dari badai *cyclone* dan tsunami; 3) organisme bersifat endemik dan mudah tersaingi oleh organisme tertentu yang datang dari luar pulau; 4) sumber daya alam terrestrial sangat terbatas seperti sumber daya mineral, air tawar. Berkaitan dengan aspek sosial-ekonomi-budaya, antara lain: 1) infrastruktur sangat terbatas menyebabkan sulit mengundang kegiatan bisnis dari luar pulau, 2) pasar domestik dan sumber daya alam kecil menyebabkan iklim usaha kurang kompetitif atau mempersulit hubungan kerja sama perdagangan internasional, 3) ekonomi terspesialisasi yaitu untuk ekspor dan tergantung impor, dan banyak dikembangkan rempah-rempah, kelapa, coklat; 4) bantuan luar sangat menentukan, meskipun mempunyai nilai strategis; 5) hubungan persaudaraan sangat erat menyebabkan kesulitan pengambilan kebijakan, proses administrasi, dan manajemen program kegiatan.

Ekosistem pulau-pulau kecil dipengaruhi oleh parameter utama yaitu a) Ketersediaan sumber air tawar, pulau mempunyai luasan resapan kecil sehingga menyebabkan sumber air tawar terbatas, dan air tawar tersebut mutlak dibutuhkan penduduk serta dapat menunjang pariwisata; b) Kerentanan terhadap pengaruh yang bersifat eksternal, pulau mempunyai vegetasi pantai sempit dan sangat rentan terhadap gelombang, arus laut maupun intrusi air laut, sehingga keadaan tersebut dapat mengganggu sistem ekologi pulau.

Wilayah Indonesia terdiri atas pulau besar dan pulau kecil. Pulau besar dapat dihitung jumlahnya dengan jari, akan tetapi pulau kecil jumlahnya relatif banyak. Indonesia baru dapat memberi nama pulau sebanyak 5.700 pulau dari sekitar 17.499 pulau. Jumlah gugusan pulau kecil terdiri atas 116 gugus pulau, dan 50 gugusan pulau berada di Bagian Barat dan sisanya berada di perairan Indonesia Bagian timur.

Pengelolaan ekosistem pesisir dan laut membutuhkan kearifan lokal dan didukung kebijakan nasional untuk menjaga kelestariannya. Pada modul ini

diberikan contoh hasil penelitian (abstrak) mengenai status pencemaran yang terjadi di Teluk Buyat Sulawesi Utara oleh Polii, B. dkk (1999). Pencemaran tersebut hampir mendekati ambang batas (nilai baku mutu) air laut, namun cukup mengkhawatirkan kelestarian lingkungan.

*EKOTON 1(1): Maret 2001*

**STATUS PENCEMARAN LOGAM & SIANIDA DI PERAIRAN TELUK  
BUYAT DAN SEKITARNYA, PROPINSI SULAWESI UTARA,  
TAHUN 1999**

B. Polii, L.A.J. Waworuntu-W, V.A. Kumurur, M.T. Lasut & H. Simanjuntak

**ABSTRAK**

Penelitian mengenai pencemaran logam dan Sianida di perairan Teluk Buyat dan sekitarnya [meliputi tiga stasiun pengamatan, yaitu (1) Teluk Buyat, (2) T. Totok dan (3) perairan Kotabunan], Propinsi Sulawesi Utara, telah dilakukan pada tiga komponen lingkungan perairan, yaitu air laut, sedimen, dan biota (ikan & kerang). Arsen (As), Kadmium (Cd), Sianida ion (CN<sup>-</sup>), Besi (Fe), dan Air Raksa (Hg) adalah unsur yang dievaluasi. Pada sampel air laut, As, Cd dan CN<sup>-</sup> yang dianalisis: pada sedimen adalah As, Fe dan CN<sup>-</sup>, sedangkan pada biota adalah As, Fe, Cd, Hg dan CN<sup>-</sup>. Sampel air laut dan sedimen diambil pada kedalaman 20, 40 dan 60 meter, sedangkan sampel biota (jaringan Daging dan Hati/Perut) diambil secara sembarang. Analisis statistik (Sidik Ragam) diaplikasikan dalam analisis data untuk mengetahui perbedaan konsentrasi logam di antara tiga lokasi penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada komponen air laut, konsentrasi As adalah <0,002 ppm, Cd antara <0,005 dan 0,020 ppm, dan CN<sup>-</sup> antara 0,2 dan 0,3 ppb. Pada komponen sedimen, As berkisar antara 2,272 dan 167,000 ppb, Fe antara 1,425 dan 1902,60 ppm, dan CN<sup>-</sup> antara 0,4 dan 2,7 ppb. Pada komponen biota (ikan), konsentrasi As di jaringan daging tidak terdeteksi sementara di jaringan hati/perut berkisar antara 2,078 dan 51,365 ppb. Konsentrasi Fe, Cd dan Hg yang terdapat di dalam jaringan daging berturut-turut berkisar antara 0,06-1,86 ppm, 0,003-0,096 ppm dan <0,200-4,019 ppb, sementara CN<sup>-</sup> adalah 0,177-0,554 ppm. Di Teluk Totok, konsentrasi Cd yang tertinggi adalah terdapat pada jenis *Oliva* sp. (Gastropoda) 0,111 ppm; jenis ini pula yang paling tinggi mengakumulasi Hg (3,745 ppm) dan Fe (5,847 ppm). Sementara di Teluk Buyat, jenis kerang mengakumulasi Cd, Hg, dan Fe tertinggi berturut-turut adalah *Littoraria* sp. (Gastropoda) sebesar 0,228 ppm, *Oliva* sp. (Gastropoda) sebesar 0,138 ppm, dan *Septifer* sp. (Bivalvia) sebesar 5,28 ppm).

**Keywords:** Pencemaran logam, sianida, merkuri, cadmium, Teluk Buyat, Sistem pembuangan tailing di dasar perairan laut, Teluk Totok, tailing.

### a. Ekosistem Laut Terbuka

Ekosistem laut terbuka umumnya memiliki produktivitas biologis tersebar dan keragaman spesies lebih rendah daripada ekosistem pesisir. Organisme memanfaatkan fitoplankton sebagai jaringan makanan. Laut terbuka berperan sebagai tempat produksi perikanan tangkap, transportasi laut, penambangan minyak dan mineral, dan tempat pembuangan sampah dari daratan. Dampak negatif terhadap laut terbuka adalah polusi dan eksploitasi sumber daya laut secara berlebihan atau tanpa terkendali. Biota perairan laut banyak dimanfaatkan untuk pengembangan produksi sektor perikanan, misalnya ikan pelagis kecil, tuna, dan cakalang.

Ekosistem laut dipengaruhi oleh parameter lingkungan utama yaitu:

- 1) intensitas sinar matahari, hal ini diperlukan guna menunjang fotosintesis oleh fitoplankton. Penetrasi sinar matahari mengalami penurunan akibat absorpsi dan pembiasan dalam kolom air sehingga intensitasnya menjadi semakin kecil. Aktivitas fotosintesis biasanya hanya mencapai kedalaman 100-150 meter di bawah permukaan laut;
- 2) nutrisi, laut terbuka mempunyai kandungan nutrisi relatif terbatas dibandingkan dengan ekosistem perairan pantai atau pesisir. Sumber utama nutrisi berasal dari proses biologis yang berlangsung di dalam ekosistem yang bersangkutan;
- 3) pengadukan, perairan laut terbuka relatif tenang dan suhu serta oksigen cenderung terstratifikasi dengan baik. Pengadukan diperlukan guna distribusi nutrisi maupun gas yang terlarut dalam lapisan air. Daerah-daerah sering terjadi *upwelling* maka nutrisi yang tersimpan di dasar perairan terangkat ke lapisan atas sehingga fitoplankton dapat memanfaatkannya. Hal ini sangat berperan dalam menciptakan kesuburan ekosistem laut terbuka.

### b. Ekosistem Bentuk Laut Jeluk

Bagian laut yang jauh dari permukaan atau zona kegelapan (zona afotik) belum banyak diketahui keanekaragaman hayatinya. Sinar matahari menerangi sebagian kecil volume samudra terutama hanya bagian permukaan, dan tempat tersebut dapat dihuni organisme. Volume air laut menempati 90 persen wilayah gelap (jeluk) di bumi dengan posisi dalam dan dingin. Informasi kehidupan masih sangat sedikit di laut jeluk. Wilayah Indonesia terdapat laut jeluk di kawasan seperti Laut Banda, Laut Flores, Laut Maluku, dan Laut Sawu.

Ekosistem laut jeluk dipengaruhi oleh parameter lingkungan utama yaitu

- 1) sinar matahari, laut jeluk hampir tidak ada sinar matahari kecuali Zona

Mesopelagik masih mendapat sinar matahari sedikit pada kondisi tertentu. Cahaya biasanya berasal dari hewan-hewan laut jeluk. Hewan laut jeluk memiliki indera khusus untuk mendeteksi makanan, lawan jenis, dan mempertahankan asosiasinya, baik bersifat intra maupun inter-spesies; 2) tekanan Hidrostatisk, hal ini menentukan penyebaran organisme laut jeluk. Setiap penambahan kedalaman 10 meter akan mengakibatkan bertambahnya tekanan hidrostatik sebesar satu atmosfer sehingga sistem fisiologi hewan perlu adaptasi; 3) salinitas, pada kedalaman 100 meter pertama dari lapisan afotik bahwa salinitas dapat dikatakan konstan sehingga kondisi-tersebut tidak memengaruhi ekologi secara nyata; 4) temperatur, daerah peralihan (termoklin) merupakan daerah antara massa air permukaan dan massa air laut jeluk dengan perubahan temperatur air secara cepat. Daerah termoklin mempunyai ketebalan antara beberapa ratus meter hingga 1.000 meter. Suhu di bawah daerah termoklin relatif rendah dan homogen; 5) oksigen, sumber oksigen berasal dari oksigen terlarut dalam massa air di permukaan yang masuk ke dalam lapisan laut jeluk; 6) pakan, kelangkaan pakan merupakan salah satu penyebab rendahnya kepadatan organisme laut jeluk. Organisme laut jeluk memiliki kemampuan tinggi untuk mendeteksi adanya pakan yang jatuh, sehingga organisme dapat memanfaatkan pakan yang tersedia secara efisien.

Demikianlah penjelasan mengenai ekosistem mulai dari pantai sampai laut jeluk yang berkaitan dengan keanekaragaman hayati laut. Sampai sekarang kita masih banyak yang harus dipelajari lebih mendalam mengenai kelautan sehingga potensi tersebut diharapkan bisa memberikan manfaat pada kehidupan manusia khususnya kesejahteraan masyarakat Indonesia secara adil dan merata.

**Ekosistem pantai sampai laut tentu terdapat kehidupan fauna. Coba Anda cari fauna apa saja yang mempunyai nilai ekonomis dalam peningkatan pendapatan petani nelayan Indonesia, serta berikan contoh wilayahnya.**



## LATIHAN

---

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan tatacara penetapan batas wilayah pesisir pada sebuah negara!
- 2) Jelaskan ciri-ciri tumbuhan yang berada di ekosistem pantai sebagai salah satu ekosistem di wilayah pesisir!

### *Petunjuk Jawaban Latihan*

- 1) Penetapan batas wilayah pesisir suatu negara didasarkan pada kesepakatan dunia, bahwa wilayah pesisir merupakan suatu wilayah peralihan antara daratan dan laut. Suatu wilayah pesisir mempunyai dua macam batas (*boundaries*) menurut garis pantai (*coastline*) yaitu batas sejajar dengan garis pantai (*long-shore*) dan batas tegak lurus terhadap garis pantai (*cross-shore*). Penetapan batas-batas wilayah secara *long-shore* relatif mudah, namun penetapan batas wilayah secara *cross-shore* belum diperoleh kesepakatan karena batas wilayah pesisir berbeda dari satu negara ke negara yang lain. Hal ini (*cross-shore*) tergantung dari kesepakatan antara negara yang saling berbatasan. Perbedaan ukuran batas tersebut dapat dimengerti karena setiap negara mempunyai karakteristik lingkungan, sumber daya, dan sistem pemerintahan tersendiri.
- 2) Pantai (*beach*) merupakan salah satu ekosistem di wilayah pesisir, biasanya tumbuhan memiliki ciri-ciri antara lain: 1) sistem perakaran menancap dalam, 2) toleransi tinggi terhadap salinitas, hembusan angin, dan suhu tanah tinggi, dan 3) hasil buah dapat terapung. Kawasan ini mempunyai keanekaragaman jenis rendah. Flora banyak dijumpai jenis *Casuarina equisetifolia* dan *Barringtonia*. Apabifa pantai terbuka, tumbuhan yang muncul adalah jenis pakis-pakistan, rumput, jahe-jahean, dan herba.



Penetapan batas wilayah pesisir terdapat kesepakatan dunia, bahwa wilayah pesisir merupakan suatu wilayah peralihan antara daratan dan laut. Suatu wilayah pesisir mempunyai dua macam batas (*boundaries*) menurut garis pantai (*coastline*) yaitu batas sejajar dengan garis pantai (*long-shore*) dan batas tegak lurus terhadap garis pantai (*cross-shore*). Penetapan batas-batas wilayah secara *long-shore* relatif mudah, namun penetapan batas wilayah secara *cross-shore* belum diperoleh kesepakatan karena batas wilayah pesisir berbeda dari satu negara ke negara yang lain. Hal ini (*cross-shore*) tergantung dari kesepakatan antara negara yang saling berbatasan. Perbedaan ukuran batas tersebut dapat dimengerti karena setiap negara mempunyai karakteristik lingkungan, sumber daya, dan sistem pemerintahan tersendiri.

Ekosistem pesisir dapat bersifat alami (*natural*) atau buatan (*man made*). Dalam ekosistem alami terdapat terumbu karang (*coral reefs*), hutan mangrove (*mangrove forest*), padang lamun (*seagrass beds*), pantai berpasir (*sandy beach*), pantai berbatu (*rocky beach*), formasi pescaprae, formasi barringtonia, estuaria, laguna, delta, dan ekosistem pulau kecil. Ekosistem tersebut tergenangi air secara terus menerus dan ada yang sebagian tergenangi dalam sesaat. Ekosistem buatan terdapat tambak, sawah pasang surut, kawasan pariwisata, kawasan industri, dan kawasan pemukiman.

Pertumbuhan ekosistem terumbu karang dipengaruhi oleh 1) Kecerahan, penetrasi sinar matahari menstimuli terjadinya proses fotosintesis dari *zooxanthellae* yang bersimbiosis dalam jaringan karang dan membentuk terumbu ( $\text{CaCO}_3$ ). Penetrasi yang baik terjadi pada kedalaman 25 meter dengan intensitas sinar matahari sebanyak 15-20 persen di lapisan air; 2) Temperatur, perairan laut terjadi pembentukan terumbu karang secara baik pada kisaran suhu antara 25~29°C, meskipun suhu di luar kisaran tersebut masih bisa ditolerir oleh spesies tertentu; 3) Salinitas, terumbu karang dapat tumbuh dengan baik dengan salinitas antara 30-35 ‰, meskipun terumbu karang mampu bertahan pada salinitas di luar kisaran tersebut; 4) Sirkulasi arus dan Sedimentasi, arus membawa mikroplankton sebagai makanan dan membersihkan endapan-endapan serta menyuplai oksigen dari laut lepas. Arus dan sirkulasi berperan dalam proses sedimentasi dari partikel lumpur akibat proses erosi yang dibawa aliran permukaan (*surface run off*). Sedimentasi partikel lumpur dapat menutup polip sehingga sedimentasi tersebut dapat mengganggu respirasi organisme terumbu karang dan proses fotosintesis.

Wilayah Indonesia terdiri atas pulau-pulau telah dikelilingi 95 persen terumbu karang. Jenis terumbu karang tersebut adalah a) Terumbu Tepi (*Fringing Reef*) yaitu terumbu karang dekat dan sejajar dengan garis pantai, contohnya Pangandaran dan Parang Tritis di pantai selatan Jawa, di Lombok dan Sumbawa, utara dan barat Papua; b) Atol (*Atoll*) yaitu terumbu karang yang berbentuk seperti cincin dan di tengahnya terdapat goba (danau) dengan kedalaman mencapai 45 meter, contohnya atol Takabonerate di Sulawesi Selatan; c) Terumbu Penghalang (*Barrier Reef*) yaitu serupa karang tepi, tetapi jarak antara terumbu karang dengan garis pantai atau daratan cukup jauh, dan umumnya dipisahkan oleh perairan dalam, contohnya di Kep. Togean Sulawesi Tengah, beberapa tempat di Kalimantan Timur dan di Selat Makasar; d) Terumbu Gosong (*Patch Reef*) seperti terumbu karang di Kepulauan Seribu di Utara Jawa.



## TES FORMATIF 2

---

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Ekosistem merupakan lingkungan fisik, manakala lingkungan fisik berbeda melahirkan komunitas kehidupan yang berbeda. Sifat fisik terdiri atas ....
  - A. suhu, kejernihan air, pola arus, dan kedalaman air bersama
  - B. suhu, kejernihan air, pola arus, dan kedalaman air terbatas sejauh 3 mil laut
  - C. sistem suhu, kejernihan air, pola iklim, dan kedalaman air antara kedua negara
  - D. tergantung suhu, kejernihan air, pola iklim, dan kedalaman air
- 2) Ekosistem laut jeluk tidak memiliki .... karena penetrasi sinar matahari mempunyai keterbatasan untuk masuk ke lapisan bagian dalam laut.
  - A. transportasi produktivitas primer
  - B. manfaat bagi makhluk hidup
  - C. produktivitas primer budi daya
  - D. produktivitas primer
- 3) Keanekaragaman spesies (jenis) laut sangat bervariasi menurut ....
  - A. lokasi
  - B. kedalaman laut
  - C. produktivitas primer budi daya
  - D. produktivitas primer

- 4) Variasi keragaman spesies ditentukan oleh dua gradien geografi yaitu ....
  - A. posisi geografis dan posisi perairan
  - B. posisi geografis dan ketinggian pantai
  - C. posisi geografis dan posisi pantai
  - D. posisi geografis dan posisi pesisir
  
- 5) Di dunia terdapat dua kelompok karang yaitu karang hermatifik dan karang ahermatifik. Perbedaan kelompok ini disebabkan oleh kemampuan menghasilkan ....
  - A. terumbu (*reef*)
  - B. hewan laut
  - C. kandungan (suspensi) mineral
  - D. luasan hamparan terumbu karang
  
- 6) Hewan karang mempunyai makanan berasal dari tiga sumber yaitu ....
  - A. plankton yang ditangkap melalui tentakel dengan dilengkapi sel penyangat pelumpuh mangsa (*nematocyst*)
  - B. nutrisi organik yang diserap langsung dari air
  - C. senyawa organik yang dihasilkan *zooxanthellae*
  - D. ketiga jawaban di atas betul
  
- 7) Lamun (*seagrasses*) merupakan tumbuhan berbunga (*Angiospermae*) yang hidup ....
  - A. terbenam di dalam laut
  - B. terbenam di dasar laut
  - C. terbenam di atas laut
  - D. ketiga-tiganya betul
  
- 8) Pertumbuhan ekosistem padang lamun dipengaruhi oleh parameter lingkungan utama yaitu ....
  - A. kecerahan dan intensitas sinar matahari
  - B. temperatur perubahan suhu
  - C. salinitas dan substrat
  - D. ketiga-tiganya betul
  
- 9) Di perairan Indonesia terdapat tujuh marga (genera) lamun yaitu ....
  - A. *Enhalus*, *Thalassia*, *Halophila*, *Halodule*, *Cymodocea*, *Syringodium*, dan *Thalassodendron*
  - B. *Enhalus*, *Halophila*, *Halodule*, *Cymodocea*, *Syringodium*, dan *Thalassodendron*

- C. Enhalus, Thalassia, Halodule, Cymodoceae, Syringodium, dan Thalassodendron
- D. Enhalus, Thalassia, Halophila, Cymodoceae, Syringodium, dan Thalassodendron

10) Padang lamun tumbuh pada beberapa tempat dengan spesies dominan adalah ....

- A. Thalassia hemprichii
- B. Halophila dan Thalassodendron
- C. Halophila dan Thalassodendron
- D. Thalassia dan Thalassodendron

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali  
80 - 89% = baik  
70 - 79% = cukup  
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

## Kunci Jawaban Tes Formatif

### *Tes Formatif 1*

- 1) A. Mengukur sejauh 200 mil laut ke arah lepas dimulai dari garis dasar atau garis pangkal.
- 2) A. Zona neritik dan oseanik.
- 3) A. Proses produksi primer di lautan.
- 4) A. Di bawah zona fotik.
- 5) A. Zona batial, abisai, dan handal.

### *Tes Formatif 2*

- 1) A suhu, kejernihan air, pola arus, dan kedalaman air bersama
- 2) D produktivitas primer
- 3) A lokasi
- 4) A posisi geografis dan posisi perairan
- 5) A terumbu (*reef*)
- 6) D ketiga jawaban di atas betul
- 7) A terbenam di dalam laut
- 8) D ketiga-tiganya betul
- 9) A *Enhalus*, *Thalassia*, *Halophila*, *Halodule*, *Cymodoceae*, *Syringodium*, dan *Thalassodendron*
- 10) A *Thalassia hemprichii*

## Daftar Pustaka

- Dahuri, Rokhmin, 2003. *Keanekaragaman Hayati Laut: Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- DKP. 2005. Gema Mina Ditjen Perikanan Tangkap. Berita DKP 7 Desember 2005 10:29.  
[http://www.indonesia.go.id/newsDetail2.php?ind\\_cpamid=0&ind\\_nid=441&mainAct=3&listAct=3](http://www.indonesia.go.id/newsDetail2.php?ind_cpamid=0&ind_nid=441&mainAct=3&listAct=3). Diakses tgl 13-04-2006
- Peraturan Pemerintah RI No. 25 Tahun 2000 Tentang Kewenangan Pemerintah dan Kewenangan Propinsi sebagai Daerah Otonom (penjelasan).  
[http://www.ri.go.id/produk\\_uu/isi/pp2000/pp025-2000.html](http://www.ri.go.id/produk_uu/isi/pp2000/pp025-2000.html). Diakses tgl 13-04-2006
- Pujiyati, Sri. 2001. *Pembangunan Perikanan Laut di Indonesia*. (Makalah Falsafah Sains - Program Pascasarjana/S3 Institut Pertanian Bogor).  
Posted 3 Desember 2001. [diakses 4-3-2007]
- Satria, Arif dkk. 2002. *Menuju Desentralisasi Kelautan*. Jakarta: Pusat Kajian Agraria IPB & Governance Reform & Pustaka Cidesindo.
- Sinar Harapan. 2002. *Indonesia Butuh Teknologi Pemetaan Andal: Sengketa Sipadan-Ligitan Mestinya Tak Perlu Terjadi*.  
<http://www.sinarharapan.co.id/berita/0207/24/ipt01.html>. [Diakses 5-4-007]
- Kompas. 2007. *Strategi Militer: Asia Jadi Titik Terpanas di Dunia*. Kompas Minggu, 26 Agustus 2007.