

Ruang Lingkup dan Perkembangan Ekologi Laut

Drs. Pembela Brahmana



PENDAHULUAN

Anda tentunya masih ingat dengan materi mata kuliah "Ekologi" bukan? Pada mata kuliah Ekologi telah dijelaskan secara rinci pengertian dan hubungan antarorganisme atau antarkelompok organisme dengan lingkungannya.

Istilah ekologi telah diperkenalkan oleh Haeckel (1866). Haeckel mengatakan bahwa satu individual adalah hasil kerja sama di antara lingkungan dan sifat-sifat yang diturunkan turun-temurun (*heredity*).

Secara akademis, ekologi merupakan satu ilmu termuda. Kebanyakan penelitian ekologi pada awalnya merupakan studi deskriptif murni, misalnya satu daftar spesies tumbuhan alga yang terdapat di sepanjang garis pantai di atas batu karang. Dalam perkembangannya peneliti memulai menghitung angka individual-individual dari setiap spesies. Ternyata individual satu spesies lebih banyak dari individual spesies lainnya. Sejak saat itulah ekologi berkembang menjadi ekologi kuantitatif.

Ekologi kuantitatif adalah studi ekologi yang menggunakan perhitungan. Namun kadang-kadang analisis kuantitatif tidak hanya menghitung angka individual-individual pada satu daerah.

Sejak awal tahun 1960 penelitian sumber daya laut sudah mulai dilakukan oleh beberapa institusi, yaitu Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI dan beberapa Universitas seperti Universitas Hasanudin, Universitas Diponegoro, Universitas Riau, dan Universitas Sam Ratulangi. Bahkan beberapa hasil penelitian telah diterbitkan dalam jurnal-jurnal ilmiah ataupun disampaikan dalam seminar-seminar ilmiah baik di dalam maupun luar negeri.

Namun, perkembangan ekologi laut di Indonesia belum sepesat perkembangan di dunia Internasional. Hal ini mungkin karena biaya sangat

mahal terutama untuk mengarungi lautan guna memperoleh data yang diperlukan.

Modul ruang lingkup dan perkembangan ekologi laut ini antara lain membahas ruang lingkup ekologi laut yang meliputi pengertian, keterkaitan ekologi laut dengan bidang-bidang ilmu lain, elemen-elemen dalam mempelajari ekologi laut, dan manfaat laut bagi manusia. Selain itu, dibahas pula perkembangan ekologi laut mulai dari perkembangan deskripsi, alat tangkap dan metode analisis, serta perkembangan konsep-konsep ekologi laut. Setelah mempelajari modul ini, Anda diharapkan dapat menjelaskan ruang lingkup dan perkembangan ekologi laut. Secara khusus Anda diharapkan dapat:

1. menerangkan pengertian ekologi laut,
2. menjelaskan hubungan ekologi laut dengan ilmu-ilmu lain,
3. menyebutkan elemen-elemen dalam studi ekologi laut,
4. menjelaskan manfaat laut bagi manusia,
5. menjelaskan perkembangan deskripsi (mencandra), kualitatif ke deskripsi kuantitatif,
6. menjelaskan teknik perkembangan alat-alat tangkap dan metode analisis,
7. menjelaskan perkembangan konsep-konsep ekologi laut.

Dalam mempelajari modul ini akan lebih mudah bila Anda telah belajar mata kuliah Ekologi. Selain itu, Anda diharapkan aktif mencari literatur lain yang relevan dengan materi tersebut.

Materi yang terdapat pada modul ini sangat berguna dalam melakukan penelitian tentang perkembangan deskripsi, perkembangan teknik dan alat-alat tangkap, serta metode analisisnya.

Modul ini terbagi dalam 2 kegiatan belajar, yaitu:

1. Ruang lingkup ekologi laut, yang berisikan penjelasan tentang pengertian, hubungan ekologi laut dengan ilmu-ilmu lainnya, elemen-elemen dalam studi ekologi laut, dan manfaat laut bagi manusia.
2. Perkembangan ekologi laut, yang berisikan penjelasan tentang perkembangan dalam deskripsi, perkembangan dalam teknik pengambilan sampel dan metode analisis, dan perkembangan dalam konsep ekologi laut.

Agar pemahaman Anda terhadap materi Modul 1 lebih mudah, maka sebaiknya Anda:

1. baca dengan teliti dan cermat;
2. sebelum Anda paham dengan satu bahasan, jangan melanjutkan ke bahasan berikutnya;
3. bila Anda kurang paham terhadap salah satu bahasan, manfaatkan layanan tutorial *on-line* yang diselenggarakan Universitas Terbuka, atau mencari referensi/*browsing* melalui internet.

KEGIATAN BELAJAR 1

Ruang Lingkup Ekologi Laut

Apakah Anda mengetahui apa yang dimaksud dengan ekologi laut dan bagaimana keterkaitan dengan ilmu-ilmu lain? Baiklah, mari kita ikuti penjelasan berikut.

Total luas wilayah lautan tropis di Indonesia 5,8 juta km², yang terdiri atas laut teritorial sebesar 0,3 juta km². Laut teritorial membatasi bagian terluar Indonesia dengan lebar jalur laut 12 mil (1 mil = 1,609 km). Selanjutnya, luas perairan kepulauan adalah 2,8 juta km². Perairan kepulauan sering disebut dengan **perairan Nusantara**, merupakan perairan yang berada di bagian dalam kepulauan Indonesia.

Selain laut teritorial di perairan kepulauan juga terdapat Zona Ekonomi Eksklusif (Z.E.E) selebar 200 mil atau seluas 2,7 juta km². **Zona Ekonomi Eksklusif** adalah satu zona ekonomi yang diperuntukkan secara eksklusif (utama) bagi negara pantai. Zona Ekonomi Eksklusif ini milik Internasional dan tunduk pada hukum Internasional.

Kekayaan jenis biota laut Indonesia sangat besar sekali, namun sampai saat ini penelitian laut belum banyak dilakukan jika dibandingkan dengan penelitian laut di luar negeri.

A. PENGERTIAN

Ekologi adalah ilmu yang mempelajari tentang hubungan antarorganisme atau hubungan antarkelompok organisme (biotik) dengan lingkungannya (abiotik). Kata ekologi berasal dari bahasa Yunani (Greek) yaitu *oikos* yang berarti rumah atau mempelajari rumah, memiliki konotasi rumah, wilayah (teritorial). Istilah ekologi ini telah diperkenalkan Haeckel sejak tahun 1866 (Cushing, 1976).

Cox (1974) mendefinisikan ekologi sebagai satu ilmu yang mempelajari struktur dan fungsi dalam ekosistem. Dalam konteks ini struktur dinyatakan dengan kondisi-kondisi dari satu ekosistem dalam satu waktu. Dalam mempelajari struktur dapat diukur kelimpahan spesies (*abundance*), biomassa, pola-pola sebaran atau distribusi dari spesies yang ada, kuantitas dan sebaran unsur-unsur hara (nutrien) dan energi, serta kondisi-kondisi fisika dan kimia yang mencirikan ekosistem.

Sedangkan fungsi menyatakan hubungan timbal balik yang beroperasi di dalam ekosistem dengan menetapkan laju aliran energi dan laju pensiklusan nutrisi guna menghasilkan kehadiran pola-pola struktur. Kedua definisi di atas pada umumnya sama, tetapi saat ini definisi kedua lebih rinci dan lebih luas digunakan.

B. HUBUNGAN EKOLOGI LAUT DENGAN ILMU-ILMU LAIN

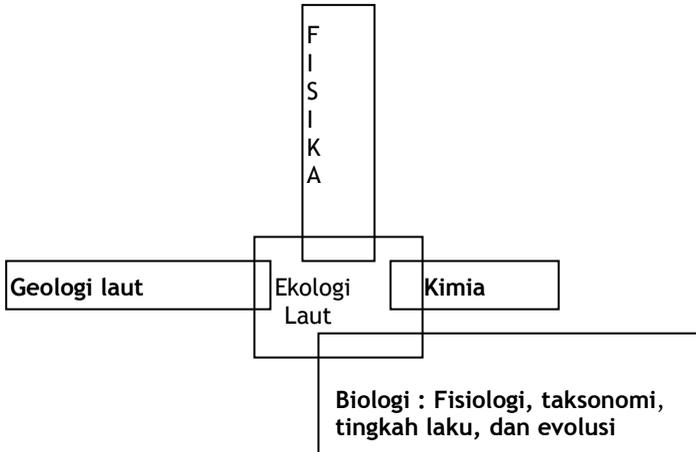
Ekologi laut merupakan ilmu terapan dari ekologi dasar tetapi secara umum ekologi laut dapat dimasukkan ke dalam ilmu kelautan (oseanologi). Dalam mempelajari ekologi laut, diperlukan beberapa disiplin ilmu lain seperti fisika, kimia, geologi laut, dan ilmu biologi, seperti fisiologi, taksonomi, tingkah laku, dan evolusi.

Geologi laut akan menyajikan prinsip-prinsip dan proses-proses terjadinya basin, palung, dan lain-lain. Kemudian ilmu fisika akan menjelaskan proses-proses terjadinya gerak air seperti gelombang, arus, pasang, *up welling*, dan lain-lain. Sedangkan ilmu kimia akan menyajikan teknik dan prinsip yang digunakan untuk mengukur unsur-unsur anorganik dan organik dalam air laut.

Kebanyakan penelitian awal di laut adalah berdasarkan deskripsi taksonomi. Beberapa contoh penelitian taksonomi seperti yang dilakukan Philip Gosse (1853) tentang hewan teritip, dan Day (1876) tentang ikan-ikan dari India. Satu penelitian tentang fisiologi telah dilakukan Danton, *dkk.* (1964) yang meneliti fisiologi bagaimana organisme dapat mengapung dalam kolom air.

Penelitian khusus tentang respons-respons tingkah laku (*behavior*) juga telah dilakukan. Dengan teknik medan listrik ikan *dog fish* dapat menggunakan ekor untuk mencari lokasi ikan sebelah yang mengubur diri dalam pasir. Genetik satu populasi akan ditentukan oleh satu kelompok individual dalam satu spesies yang memiliki probabilitas sama untuk kawin satu individu dengan individu lainnya. Penelitian genetika populasi sekarang ini telah mulai dilakukan, sedangkan penelitian evolusi biologis telah dilakukan oleh Charles Darwin sejak tahun 1854 (Cushing, 1976).

Berikut disajikan hubungan ekologi laut dan ilmu-ilmu lainnya (Gambar 1.1).



Sumber: Barnes, 1982 dan Cushing, 1976

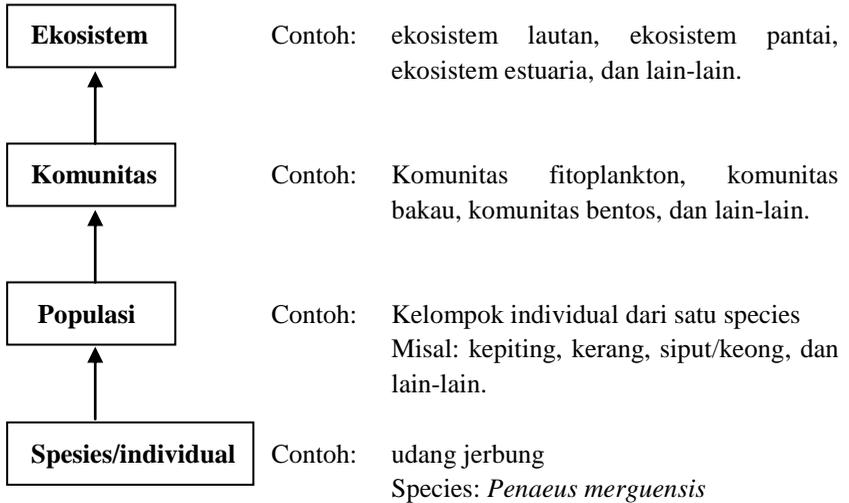
Gambar 1.1.
Hubungan ekologi laut dengan ilmu-ilmu lain

C. ELEMEN-ELEMEN DALAM STUDI EKOLOGI LAUT

Menurut Park (1963) *dalam* Cushing (1976) terdapat empat elemen dalam studi ekologi. Keempat elemen tersebut adalah:

1. individu/spesies, merupakan satuan dasar dalam mempelajari ekologi;
2. populasi, adalah satu kelompok individu dari satu spesies yang hidup dalam satu tempat tertentu;
3. komunitas, kelompok populasi-populasi;
4. ekosistem, kelompok dalam komunitas-komunitas.

Untuk memudahkan pemahaman Anda tentang elemen-elemen ekologi dapat dilihat contoh-contoh berikut ini:



Materi Ekologi Laut ini dapat lebih dipahami bila Anda membaca berulang-ulang dan membuat catatan-catatan singkat

D. MANFAAT LAUT BAGI MANUSIA

Manusia sangat tergantung pada organisme lain untuk memperoleh produk-produk dasar seperti makanan, obat-obatan, dan bahan baku lainnya. Manusia bukan salah satu spesies laut tetapi manusia adalah satu bagian besar dari jaring-jaring makanan. Manusia mengonsumsi dalam jumlah besar ikan laut, udang, kerang, tiram, dan alga makroskopis.

Pada tahun 1989 hasil tangkapan laut berupa ikan, udang, hewan-hewan bercangkang (cumi-cumi, tiram, kerang) sebesar 85,8 juta metrik ton, hal ini merupakan sumber protein hewan terbesar di dunia yang melebihi produksi daging sapi, kambing, ayam potong, dan telur. Diperkirakan konsumsi pada tahun mendatang akan meningkat hingga 30%. Berikut disajikan Tabel 1.1

tentang beberapa negara yang mengonsumsi makanan dari laut sebagai sumber protein hewani.

Tabel 1.1.
Makanan dari laut sebagai sumber protein hewani yang dikonsumsi di berbagai negara dan dinyatakan dalam persentase (%).

Negara	%	Sumber	Negara	%	Sumber
Australia	6	2	Jepang	51	2
Kanada	10	2	Madagaskar	15	1
Cina	19	2	Marokko	24	1
Ghana	50	1	Filipina	50	2
India	13	2	Senegal	38	1
Indonesia	60	2	United Kingdom	9	2
Italia	10	2	USA	6	2
Pantai Gading	31	1			

Sumber: Norse, 1993.

Keterangan: angka 1, 2 menyatakan sumber protein hewani

Aktivitas penangkapan ikan berasal dari wilayah-wilayah perikanan tradisional, khususnya dari wilayah pantai, wilayah paparan benua, dan wilayah *up welling*. Kelompok-kelompok ikan pelagis kecil seperti ikan teri Peru (*Engraulis ringen*), ikan sardin Amerika Selatan (*Sardinop sagax*), dan ikan sardin Jepang (*Sardinop melanostictus*), merupakan hasil tangkapan utama.

Bangsa-bangsa penangkap ikan terdepan adalah Jepang, Rusia, Cina dengan total tangkapan masing-masing negara 11% kemudian diikuti oleh negara Peru, Chili, dan USA. Tidak semua tangkapan ikan tersebut digunakan langsung sebagai makanan. Diperkirakan 30% dari tangkapan ikan tersebut dibuat tepung ikan yang dapat digunakan untuk makanan hewan atau ternak.

Selain hewan, di laut juga terdapat tumbuhan dan jamur yang dapat digunakan sebagai obat-obatan tetapi obat-obatan tersebut kebanyakan berasal dari hewan yang memiliki keanekaragaman biokimia untuk industri farmasi. Di laut obat-obatan tersebut berasal dari hewan invertebrata seperti *sponge*, *tunicata*, keong, Bryozoa, dan lain-lain. Hewan-hewan tersebut mengandung racun atau toksin dengan identitas kimiawi yang telah diketahui sekarang ini.

Pada tahun 1950, ekstrak dari *sponge*, spesies *Tethya crypta*, telah diketahui mengandung senyawa-senyawa arabinosida, yakni ara-a dan ara-c. Senyawa tersebut merupakan anti virus yang dapat digunakan untuk mengobati infeksi-infeksi herpes. Baru-baru ini ilmuwan dari India melaporkan bahwa tumbuhan mangrove (bakau), *sea grass* (lamun), dan alga makroskopis (rumput laut) juga mengandung senyawa kimia alam yang dapat digunakan sebagai anti virus.

Pada tahun 1978, ekstrak dari *Ascidian tunicata* dari genus *Trididemnum*, mengandung kimia alam yaitu **didemnin**, adalah senyawa kimia yang berguna sebagai obat anti tumor. Senyawa lain yang baru ditemukan adalah didemnin B sebagai obat anti kanker yang saat ini dalam pengujian klinis lanjutan di Institut Kanker Nasional, USA.

Satu modifikasi dari didemnin B baru-baru ini berhasil diisolasi dari hewan *tunicata* yang hidup di Laut Tengah yaitu dari species *Aplidium albican* yang mengandung senyawa kimia anti tumor. Selanjutnya dari hewan Bryozoa species *Bugula neretina* juga menghasilkan senyawa kimia alam yaitu **bryostatin**, yang berguna sebagai obat anti tumor.

Keong konus (*Conus* sp.) memiliki lebih dari 500 jenis, diketahui mengandung beragam toksin yang dapat mempengaruhi sel-sel saraf. Keong konus ini sangat melimpah di perairan tropis.

Laut juga berisi berbagai sumber bahan baku industri. Tumbuhan laut dikenal sebagai rumput laut adalah dari alga merah, alga coklat, dan alga hijau menghasilkan material dasar terutama polisakarida yang berguna bagi manusia.

Alga coklat mempunyai sekitar 1.500 jenis, mengandung alginat. Alginat ini telah banyak dipakai dalam industri makanan dan obat-obatan. Di Irlandia, Norwegia, dan Perancis, rumput laut telah digunakan sebagai makanan ataupun dapat dikomposkan untuk pupuk tanah pertanian. Alga coklat jenis *Macrocystis* sp. dan *Ascophyllum* sp. banyak ditemukan di pantai Cina, Kanada, USA, United Kingdom, Norwegia, dan Perancis. Dengan demikian negara-negara tersebut merupakan penghasil alginat.

Alga merah mengandung spesies sekitar 5.000 jenis dan merupakan sumber utama karagenan (*Carrageenans*) dan agar-agar. Keragaman tersebut diperoleh dari rumput laut jenis *Eucheuma* sp. dan *Kappaphycus* sp.

Rumput laut penghasil agar dari jenis *Gracilaria* sp., *Gelidium* sp., kebanyakan ditemukan di pantai negara-negara Asia, Brazil, dan Chili.

Menurut Anda, mengapa sumber hayati laut Indonesia belum dapat dieksploitasi secara maksimal ?
Diskusikan dengan kelompok belajar atau tutor Anda !



LATIHAN

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

- 1) Sebutkan definisi ekologi!
- 2) Jelaskan hubungan ekologi dengan fisiologi!
- 3) Sebutkan elemen-elemen dalam mempelajari ekologi laut!
- 4) Sebutkan manfaat laut lain selain yang telah disebutkan di dalam materi ekologi laut ini!

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk membantu Anda dalam mengerjakan soal latihan tersebut pelajari kembali materi tentang:

- 1) Pengertian ekologi,
- 2) Hubungan ekologi dengan ilmu-ilmu lain,
- 3) Elemen-elemen dalam studi ekologi laut,
- 4) Manfaat laut bagi manusia.



RANGKUMAN

Ekologi laut merupakan ilmu terapan dari ekologi dasar dan bagian dari oseanologi. Ekologi laut berhubungan dengan ilmu taksonomi, fisiologi, genetika populasi, tingkah laku, dan evolusi. Dalam mempelajari ekologi laut, dapat dilakukan pada tingkat species, populasi, komunitas, atau ekosistem. Manfaat laut bagi manusia sebagai sumber makanan, obat-obatan, ataupun bahan dasar lainnya.

**TES FORMATIF 1** _____

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Ekologi laut adalah cabang dari ilmu
 - A. fisiologi
 - B. ekologi
 - C. taksonomi
 - D. oseanologi

- 2) *Penaeus merguensis* (udang jerbung) adalah elemen dari
 - A. ekosistem
 - B. komunitas
 - C. populasi
 - D. spesies

- 3) Kebutuhan sumber protein hewani di Indonesia yang berasal dari laut sebesar
 - A. 10%
 - B. 38%
 - C. 50%
 - D. 60%

- 4) Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia. Luas perairan kepulauan Indonesia adalah
 - A. 0,3 juta km²
 - B. 2,7 juta km²
 - C. 2,8 juta km²
 - D. 5,8 juta km²

- 5) Senyawa kimia alam yang diekstrak dari hewan Sponge disebut
 - A. didemnin
 - B. bryostatin
 - C. arabinosida
 - D. karagenan

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**Perkembangan Ekologi Laut**

Saudara mahasiswa, menurut Anda bagaimana perkembangan ekologi laut sekarang ini? Pertanyaan tersebut dapat dijawab dengan penjelasan berikut ini.

Setiap ilmu akan berkembang dalam deskripsi, teknik pengambilan sampel, dan analisis. Selanjutnya, setiap ilmu akan memantapkan hubungan deskripsi dan teknik, kemudian meringkas dan mensintesis hubungan tersebut. Dalam ilmu eksakta, sintesis dari hubungan adalah bagian paling penting dalam melahirkan konsep baru yang lebih baik.

A. PERKEMBANGAN DALAM DESKRIPSI

Pengetahuan tentang organisme hidup dalam laut telah dirintis oleh Aristoteles dan ia telah menyusun sistematik organisme laut untuk pengetahuan nelayan. Ekspedisi dan eksplorasi laut kebanyakan dilakukan pada abad ke 19. Ekspedisi di awal dengan penentuan jalur lintas kapal untuk keperluan navigasi atau geografis.

Hewan dan tumbuhan selalu dikoleksi sepanjang jalur lintas dan merupakan bentuk dasar pengetahuan sistematik sekarang ini. Akan tetapi, ekspedisi Challenger (1872-1876) memiliki kegunaan khusus untuk eksplorasi laut dalam untuk melihat hewan-hewan laut dalam. Hal ini disebabkan adanya pernyataan Forbes yang mengatakan bahwa di bawah kedalaman 300 fathoms (1 fathoms = 18,8 meter) tidak ada makhluk hidup dan kosong. Namun pernyataan Forbes telah terbantah dengan ditemukannya hewan-hewan di laut dalam. Ekspedisi-ekspedisi awal ini merupakan deskriptif kualitatif. Bentuk eksplorasi organisme laut sangat berbeda dimulai oleh Hensen (1911) dengan ekspedisi plankton yang dilakukan di laut temperate (iklim sedang) dan laut subtropika. Beliau orang pertama yang merancang jaring plankton kuantitatif. Hasil penelitian Hensen ini memperlihatkan bahwa laut daerah temperate secara kuantitatif lebih besar dari pada laut subtropika. Selanjutnya, Harvey (1948) merancang jaring plankton lebih efisien 95% dari pada jaring plankton Hensen. Harvey telah dapat menghitung produksi ikan dari angka-angka telur ikan-ikan dalam laut.

Eksplorasi kuantitatif ini dilakukan secara kontinu di lautan dan di daerah *up welling* (air naik). Penelitian Zenkevitch di laut Rusia khususnya tentang epifauna di atas dasar laut Rusia. Pada awal-awal eksplorasi laut dilakukan oleh satu negara tertentu. Tetapi penelitian saat ini bentuk eksplorasi laut telah dilakukan oleh berbagai bangsa/negara. Salah satu contoh, Ekspedisi Internasional Lautan Hindia yang dilakukan pada tahun 1960-1965, negara-negara yang ikut berpartisipasi ada 14 negara termasuk Indonesia.

Pada tahun 1966-1970 dilakukan ekspedisi Kuroshio current di Lautan Pasifik barat laut, Indonesia juga ikut serta. Pada saat sekarang ini eksplorasi spesies, populasi, komunitas, dan ekosistem dihubungkan dengan struktur fisika - kimia dalam laut.

Baca berulang-ulang perkembangan deskripsi kualitatif ke deskripsi kuantitatif agar Anda lebih paham. Buatlah catatan-catatan kecil agar memudahkan Anda untuk lebih memahami

B. PERKEMBANGAN DALAM TEKNIK PENGAMBILAN SAMPEL DAN METODE ANALISIS

Saat ini teknik pengambilan sampel (cuplikan) berkembang dengan pesat dan keseluruhan teknik pengambilan sampel ini berasosiasi dengan tangkapan. Lebih dari satu abad lalu, alat-alat penangkap organisme laut telah dibuat oleh nelayan. Kemudian alat-alat tersebut disempurnakan oleh ilmuwan agar dapat berfungsi lebih efektif. Ekspedisi-ekspedisi awal hanya menggunakan alat-alat berupa *dredge* (alat pengambil sampel sedimen), *trawl beam* (jaring penangkap ikan bentuk kantong), dan jaring-jaring mesopelagis yang berukuran kecil.

Pada saat sekarang, untuk pengambilan sampel pada kedalaman sangat dalam digunakan *trowler stern* yaitu *trawl* berukuran besar. Jaring-jaring plankton beraneka ragam kegunaannya. Kebanyakan jaring-jaring plankton lebih efektif dari jaring Hensen. Dari titik pandang hidro dinamis telah dirancang sangat teliti. Angka tangkapan dinyatakan sebagai angka persatuan volume. Volume tersaring diestimasi dengan *flow* meter selama aksi penangkapan. Jaring-jaring plankton ditarik mendatar dan hasil tangkapan sangat lengkap bahkan larva ikan dan euphausid (*zooplankton*) pun dapat

tertangkap. Hasil tangkapan lainnya dapat berupa fitoplankton yang terperangkap dalam botol-botol sampel air. Jadi pada umumnya, tumbuhan dan hewan mikroskopis dapat tersampel baik dan dinyatakan dalam angka-angka species dan individual atau dalam berat (biomassa) per unit volume.

Sejak 1920, telah dikembangkan metode-metode untuk mengukur fosfat, nitrat, dan silikat dalam laut dengan prosedur kalorimetrik sederhana namun derajat sensitivitas tinggi. Pada waktu sekarang, pengukuran kimiawi menggunakan alat autoanalyzer. Dalam studi produksi di laut, juga telah dikembangkan dalam berbagai cara. Metode klorofil dan metode karbon radioaktif dapat digunakan untuk mengestimasi kenaikan produksi dengan cara sangat cepat. Keseluruhan alat-alat yang telah disebutkan adalah metode-metode cepat untuk menyajikan pengambilan sampel dan hasil pengamatan pun terakumulasi cepat.

Sejak berakhirnya perang dunia kedua telah dikembangkan teknik-teknik akustik (pantulan bunyi) untuk mendeteksi populasi ikan di laut dalam. Perumgema (*echosounding*) dan Sonar telah digunakan untuk mendeteksi hewan-hewan pada berbagai kedalaman berbeda di laut.

C. PERKEMBANGAN DALAM KONSEP EKOLOGI LAUT

Banyak ide-ide telah diperlihatkan dalam perkembangan ekologi laut. Beberapa ide dapat memiliki pengaruh besar sekali daripada ide lainnya. Dalam uraian di bawah ini disajikan beberapa konsep yang penting artinya dalam konsep ekologi sekarang.

1. Konsep Nutrien Pembatas

Konsep nutrien pembatas berasal dari ide:

- a. Justus Von Liebig tentang hukum minimum (*law of minimum*). Liebig mengatakan bahwa produksi dibatasi oleh kandungan nutrien yang tersedia dalam jumlah kecil. Brandt (1899) dan Reben (1905) *dalam* Cushing (1976) mengukur kuantitas fosfat dan nitrat di laut dan mendapatkan hasil kuantitas nutrien tersebut sangat kecil/sedikit. Dari hasil penelitian ini dikembangkan hubungan dengan produksi di laut.
- b. Atkin (1925) *dalam* Cushing (1976) menghitung produksi alga di Western channel sebanyak 1.400 ton berat basah per km² per tahun.
- c. Perkembangan ide berikutnya disajikan oleh Ketchum (1939) menyatakan bahwa kuantitas alga yang dihasilkan dalam satu periode

waktu adalah berbanding lurus dengan jumlah nutrisi awal yang tersedia.

- d. Mackereth (1953) menyatakan bahwa sel-sel *Asterionella formosa* Hass (fitoplankton) memerlukan unsur fosfor. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa pertumbuhan populasi berhenti pada satu nilai nutrisi pembatas.

Saat ini, kebanyakan studi nutrisi pembatas berdasarkan pada persamaan Michaelis Menten yang digunakan untuk menghitung laju reproduksi alga. Persamaan ini berdasarkan kandungan nutrisi dalam air laut.

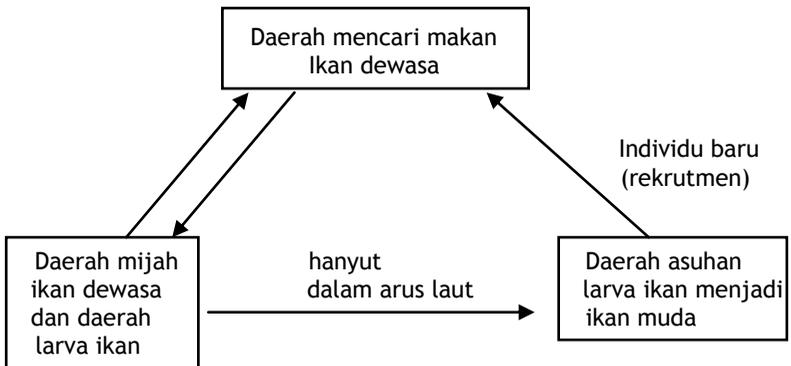
Anda harus ingat bahwa pertumbuhan suatu populasi akan terhenti pada ukuran minimum kandungan nutrisi tertentu.

2. Konsep Migrasi pada Ikan

Meek (1917) dalam Cushing (1976) mengatakan tentang migrasi pada ikan di lepas pantai. Di lepas pantai ada pergerakan ikan dewasa pramijah (*spawning*), pergerakan ikan Salin (*spent*), dan pergerakan larva ikan.

Kemudian Russel (1937) membuat daftar jarak migrasi ikan Cod dengan cara memberi tanda (*tagging*) pada tubuh ikan. Ilmuwan ekologi laut telah mengetahui bahwa ikan-ikan laut hadir secara teratur pada posisi tertentu dalam musim tertentu. Keteraturan hadir pada tempat-tempat tertentu ini berasosiasi dengan pola migrasi ikan. Di bawah ini disajikan pola migrasi ikan laut dalam bentuk diagram segitiga (Gambar 1.2).

Pada bagian dasar dari segitiga tampak bahwa larva ikan hanyut dalam arus-arus laut dari daerah mijah ke daerah asuhan. Di daerah asuhan larva ikan tumbuh menjadi ikan muda. Ikan-ikan belum masak kelamin (*immature*) merupakan rekrutmen (penambahan individu baru dalam kelompok populasi).



Gambar 1.2.
Pola migrasi ikan laut dalam bentuk diagram segitiga

Rekrutmen (individu baru) melakukan migrasi ke daerah tempat mencari makan ikan dewasa. Pada bagian puncak segitiga terdapat daerah mencari makan ikan dewasa. Ikan masak kelamin (*mature*) melakukan migrasi dari daerah mencari makan ikan dewasa ke daerah mijah ikan dewasa. Ikan dewasa setelah mijah akan kembali migrasi ke daerah mencari makan ikan dewasa, demikian seterusnya. Pada umumnya ikan yang berumur panjang, ikan dewasa melakukan migrasi berulang-ulang dari tahun ke tahun. Namun, sebenarnya peristiwa larva ikan hanyut bersama arus-arus laut dan peristiwa migrasi ikan immature hanya sekali terjadi selama sejarah hidup ikan tersebut. Ikan-ikan immature ini mempunyai kelas umur pertumbuhan tahunan tertentu.

Larva ikan hanyut bersama arus, dan kerap kali oleh arus yang sama kemudian menuju ke daerah asuhan tertentu. Di daerah asuhan ini larva akan tumbuh menjadi ikan muda. Daerah asuhan ini biasanya berada di perairan pantai dangkal (± 30 meter) dan tinggal di daerah ini selama 2-3 tahun atau lebih. Ikan muda berada di daerah asuhan ini untuk menghindari dari ikan predator. Ikan muda ini cepat sekali tumbuh dan selanjutnya ikan immature ini akan migrasi menuju daerah mencari makan ikan dewasa. Ikan dewasa dalam mencari makan dapat melakukan migrasi cukup jauh sampai ke daerah mijah. Sebagai contoh pada ikan sebelah (ikan Plaice) di Laut Utara, dapat melakukan migrasi sejauh 200 mil dari daerah mencari makan sampai ke daerah mijah. Setelah mijah, ikan sebelah ini kembali lagi ke daerah mencari makan.

Coba Anda diskusikan dengan teman kelompok belajar atau tutor Anda. Apakah ikan tuna, ikan Cakalang juga melakukan migrasi.



LATIHAN

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

- 1) Jelaskan perbedaan deskripsi kualitatif dan deskripsi kuantitatif!
- 2) Di antara elemen-elemen dalam studi ekologi laut, elemen mana yang mula-mula dideskripsikan?
- 3) Di antara bidang-bidang ilmu yang berhubungan dengan ekologi laut, bidang ilmu mana yang mula-mula dideskripsikan?
- 4) Studi kuantitatif pada tumbuhan dan hewan dikembangkan dalam tiga cara. Sebutkan ketiga cara tersebut!
- 5) Jelas perbedaan konsep nutrisi pembatas dengan konsep migrasi pada ikan!

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk membantu Anda dalam mengerjakan soal latihan tersebut pelajari kembali materi tentang:

- 1) Deskripsi murni dan ekologi kuantitatif
- 2) Eksplorasi laut pada abad ke 19
- 3) Eksplorasi laut di awal-awal penyelidikan laut.
- 4) Perkembangan teknik pengambilan sampel dan metode analisis dalam ekologi laut.
- 5) Konsep nutrisi pembatas dan konsep migrasi pada ikan.



RANGKUMAN

Ekologi laut berkembang dari deskripsi kualitatif (misalnya daftar spesies pada satu tempat/lokasi) ke deskripsi kuantitatif (misalnya ada 16 spesies makro alga per 100 m²). Ekologi laut berkembang dalam teknik pengambilan sampel dan metode analisis. Misalnya penentuan populasi plankton dalam satu botol sampel jaring plankton, kandungan unsur-unsur nutrisi dalam botol sampel air, dan penentuan populasi di berbagai lapisan laut dalam dengan pantulan bunyi dari perumgema atau sonar.

Konsep nutrisi pembatas dari Liebig berawal pada tumbuhan darat kemudian diterapkan di laut tentang nutrisi sebagai pembatas pertumbuhan populasi. Konsep migrasi pada ikan pertama kali diinformasikan oleh nelayan, baru kemudian ilmuwan melakukan pemetaan jarak migrasi dan menggambarkannya dalam diagram segitiga.



TES FORMATIF 2

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Orang pertama yang membuat jaring plankton kuantitatif adalah
 - A. Hensen
 - B. Liebig
 - C. Meek
 - D. Atkin

- 2) Ekspedisi Challenger (1872-1876) khusus untuk penelitian
 - A. hewan-hewan laut dalam
 - B. plankton
 - C. ikan
 - D. epifauna di dasar laut

- 3) Alat yang digunakan untuk mengambil sampel sedimen adalah
 - A. *dredge*
 - B. *trawl beam*
 - C. *trawl stern*
 - D. *perum gema*

- 4) Dalam diagram migrasi ikan, peristiwa migrasi hanya sekali dilakukan yaitu pada
- A. ikan mature
 - B. ikan immature
 - C. larva ikan
 - D. ikan muda dan larva ikan
- 5) Konsep nutrien pembatas dikemukakan oleh
- A. Cushing
 - B. Russel
 - C. Liebig
 - D. Zenkevitch

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) D. Ekologi laut dapat dimasukkan ke dalam ilmu kelautan (oseanologi).
- 2) D. *Penaeus merguensis* merupakan contoh elemen dari suatu spesies.
- 3) D. Di Indonesia sumber protein hewan yang berasal dari laut mencapai 60%.
- 4) C. Total luas perairan kepulauan Indonesia adalah 2,8 juta km².
- 5) C. Arabinosida merupakan senyawa kimia yang diekstrak dari Sponge.

Tes Formatif 2

- 1) A. Hensen adalah orang pertama yang membuat jaring plankton.
- 2) A. Ekspedisi Challenger (1872-1876) memiliki kegunaan khusus untuk penelitian hewan-hewan laut dalam.
- 3) A. Alat yang digunakan untuk mengambil sampel sedimen adalah dredge.
- 4) D. Migrasi yang hanya sekali dilakukan terjadi pada ikan muda dan larva ikan.
- 5) C. Konsep nutrien pembatas dikemukakan oleh Liebig.

Daftar Pustaka

- Badrudin dan Wudianto. (2004). *Biologi, Habitat dan Sebaran Ikan Layur serta Beberapa Aspek Perikanannya*. Balai Riset Perikanan Laut Jakarta.
- Barnes, R.S.K. (1982). *An Introduction to Marine Ecology*. Black Well Scientific Publications. Oxford. London. Edinburgh.
- Barnes, R.S.K. (1988). *The Invertebrates*. Black Well Scientific Publications. Oxford. London. Edinburgh.
- Clayton, M.N. and King, R.J. (1981). *Marine Botany: An Australasian Perspective*. Longman Cheshire Australia.
- Cushing, D.H. dan Walsh, J.J. (1976). *The Ecology of the Sea*. W.B. Saunders Company. Philadelphia Toronto.
- Dahuri, R. (2003). *Keanekaragaman Hayati Laut*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Das, S., Lyl, P.S., Khan, S.A. (2006). *Marine Microbial Diversity and Ecology: importance and future perspectives*. Journal Current Science, Vol. 90. No. 10: 25 Mei.
- Dawes, C.J. (1981). *Marine Botany*. A wiley Interscience Publication. John Wiley & Sons. New York. Chichester. Brisbane. Toronto. Singapore.
- Djamali, A, dkk. (1987). *Laju Pertumbuhan Ikan Kembung (Rastrelliger kanagurta), lemuru (Sardinella sirun), dan layang (Decapterus russelli) dari Perairan Sekitar Pulau Panggang, Pulau Seribu*. Puslitbang Oseanologi LIPI, Jakarta.
- Sumich. (1992). *Marine Biology*. W.M.C. Brown Publishers.