

MODUL 1

Pengertian, Ruang Lingkup Ekologi dan Ekosistem

Dr. Suyud Warno Utomo, M.Si.
Ir. Sutriyono, M.S.
Drs. Reda Rizal, M.Si.



PENDAHULUAN

Dalam Modul 1 (satu) akan dijelaskan tentang pengertian, ruang lingkup ekologi, serta konsep ekosistem. Secara lengkap modul ini menjelaskan tentang hal-hal sebagai berikut:

1. Pengertian, asal-usul istilah ekologi, sejarah timbulnya ekologi, ekologi sebagai bagian dari biologi, serta cakupannya.
2. Kedudukan ilmu ekologi dan perkembangannya, serta hubungannya dengan ilmu yang lain.
3. Konsep ekosistem dengan pokok bahasan mengenai struktur ekosistem, komponen biotik (hidup) dan abiotik (tak hidup), peranan masing-masing komponen, dan proses-proses dalam ekosistem.
4. Contoh-contoh ekosistem yang membahas ekosistem kolam dan padang rumput.
5. Homeostasis ekosistem yang membahas kemampuan pengendalian atau pengaturan oleh ekosistem sendiri.

Setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan dapat:

1. menjelaskan pengertian ekologi;
2. menjelaskan ruang lingkup ekologi;
3. menjelaskan kedudukan dan peranan ekologi;
4. menjelaskan struktur dan peranan komponen ekosistem;
5. memberikan contoh-contoh ekosistem, serta memberikan perbandingan antara ekosistem perairan dengan ekosistem daratan;
6. menjelaskan tentang keseimbangan dalam ekosistem.

KEGIATAN BELAJAR 1

Pengertian, Sejarah, dan Ruang Lingkup Ekologi

A. PENGERTIAN EKOLOGI

Dalam kehidupan sehari-hari, terutama di daerah pedesaan, tentunya Anda sering melihat petani sedang mencangkul lahan, membajak, menanam, mengairi sawah, memupuk, dan kegiatan lainnya. Kegiatan petani ini sebetulnya telah dilakukan jauh beberapa abad yang lalu. Secara tidak langsung mereka sudah mengetahui adanya hubungan antara tanaman dengan tanah, tanaman dengan air, tanaman dengan unsur hara, dan lain sebagainya. Apa yang dilakukan petani tersebut sebenarnya sudah mengaplikasikan tentang ekologi. Jadi aplikasi ekologi sebenarnya telah dilakukan oleh manusia jauh sebelum istilah ekologi itu sendiri diperkenalkan oleh para pakar ekologi. Pada pertanian masa kini, manusia sudah banyak menerapkan prinsip-prinsip alami untuk mendukung proses-proses ekologis yang baik. Pada jaman nenek moyang bertani dengan cara masih sangat sederhana, tetapi pada saat ini telah menerapkan prinsip-prinsip ekologi. Misalnya penggunaan pupuk kandang, pupuk hijau, kompos, dan pupuk alam lainnya. Pada dasarnya masyarakat petani sudah mengetahui bahwa dalam kotoran ternak, kompos, maupun daun-daunan mengandung hara yang diperlukan tanaman, sehingga dengan apa yang dilakukan oleh petani tersebut membantu proses-proses ekologis terutama dalam hubungannya dengan pendaaran/siklus hara.

Ekologi dikenal sebagai ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Makhluk hidup dalam kasus pertanian adalah tanaman, sedangkan lingkungannya dapat berupa air, tanah, unsur hara, dan lain-lain. Kata ekologi sendiri berasal dari dua kata dalam bahasa Yunani, yaitu *oikos* dan *logos*. *Oikos* artinya rumah atau tempat tinggal, sedangkan *logos* artinya ilmu atau pengetahuan. Jadi semula ekologi artinya “ilmu yang mempelajari organisme di tempat tinggalnya”. Umumnya yang dimaksud dengan ekologi adalah “ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara organisme atau kelompok organisme dengan lingkungannya”. Saat ini ekologi lebih dikenal sebagai ”ilmu yang

mempelajari struktur dan fungsi dari alam”. Bahkan ekologi dikenal sebagai ilmu yang mempelajari rumah tangga makhluk hidup.

Kata ekologi pertama kali diperkenalkan oleh **Ernst Haeckel** seorang ahli biologi Jerman pada tahun 1866. Beberapa para pakar biologi pada abad ke 18 dan 19 juga telah mempelajari bidang-bidang yang kemudian termasuk dalam ruang lingkup ekologi. Misalnya **Anthony van Leeuwenhoek**, yang terkenal sebagai pioner penggunaan mikroskop, juga pioner dalam studi mengenai rantai makanan dan regulasi populasi. Bahkan jauh sebelumnya, **Hippocrates, Aristoteles**, dan para filosof Yunani telah menulis beberapa materi yang sekarang termasuk dalam bidang ekologi.

B. RUANG LINGKUP EKOLOGI

Setiap ilmu memiliki batas-batas wilayah studi. Perlu dimaklumi bahwa batas wilayah kerja suatu ilmu umumnya bertumpang tindih dengan batas-batas wilayah kerja dari ilmu-ilmu lain. Sehubungan dengan itu maka sudah selayaknya kalau kita ingin mengetahui juga batas wilayah kerja dari ilmu ekologi. Untuk mempelajari gambaran yang cukup jelas tentang batas-batas wilayah kerja dari ilmu ekologi dapat kiranya dipergunakan konsep model dari **Miller**. Konsep tersebut beranggapan bahwa seluruh alam semesta merupakan suatu ekosistem yang tersusun oleh berbagai komponen atau kesatuan. Dalam suatu ekosistem satu atau sekelompok komponen tak dapat berdiri sendiri terlepas dari kelompok kesatuan lain. Dalam hal ini kesatuan kelompok komponen pertama akan merupakan satuan kelompok kedua, kesatuan kelompok komponen kedua akan menyusun kesatuan kelompok ke tiga, demikian seterusnya. Atas dasar pemikiran itu Miller menyusun konsep model atas ekosistem alam semesta. Konsep model dimaksud dapat dituangkan dalam bentuk grafik (Gambar 1.1).

Menurut konsep tersebut bagian-bagian atom akan membentuk satuan atom. Satuan atom akan membentuk satuan molekul, dan satuan-satuan molekul seterusnya akan membentuk satuan protoplasma, demikian proses pembentukan satuan lainnya.

Dalam konsep model tersebut ditetapkan selanjutnya batas-batas wilayah kerja dari berbagai pengetahuan. Kita melihat batas-batas dari: (1) daerah mati atau daerah tanpa adanya jasad-jasad hidup, (2) daerah hidup atau daerah yang dihuni oleh jasad-jasad hidup dan (3) daerah yang masih merupakan tanda tanya. Dipaparkan pula batas-batas yang dinamakan: (1)

daerah dari benda-benda submikroskopis, (2) daerah dengan benda dan jasad mikroskopis, (3) daerah makroskopis, dan (4) daerah kosmis.

Dalam model tersebut ditampilkan batas wilayah kerja ilmu ekologi, yaitu batas terbawah adalah tingkat organisme atau tingkat individu dan batas teratas adalah tingkat biosfer.

Secara ringkas, ruang lingkup ekologi dapat digambarkan melalui spektrum biologi, yang menggambarkan aras-aras organisasi kehidupan sebagai berikut :

Makromolekul ---> protoplasma ---> sel ---> jaringan ---> organ tubuh ---> sistem organ ---> **organisme** ---> **populasi** ---> **komunitas** ---> **ekosistem** ---> **biosfer**.

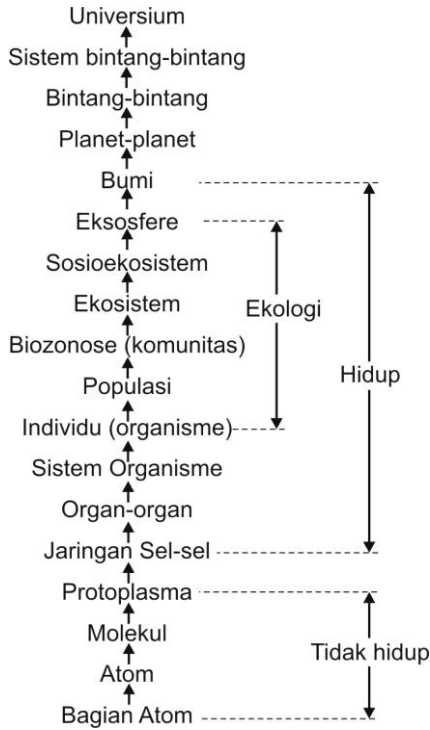
1. **Protoplasma** adalah zat hidup dalam sel dan terdiri atas senyawa organik yang kompleks, seperti lemak, protein, dan karbohidrat.
2. **Sel** adalah satuan dasar suatu organisme yang terdiri atas protoplasma dan inti yang terkandung dalam membran. Membran merupakan komponen yang menjadi pemisah dari satuan dasar lainnya.
3. **Jaringan** adalah kumpulan sel yang memiliki bentuk dan fungsi sama, misalnya jaringan otot.
4. **Organ** atau alat tubuh merupakan bagian dari suatu organisme yang mempunyai fungsi tertentu, misalnya kaki atau telinga pada hewan, dan daun atau akar pada tumbuhan.
5. **Sistem organ** adalah kerja sama antara struktur dan fungsi yang harmonis, seperti kerja sama antara mata dan telinga, antara mata dan tangan, dan antara hidung dengan tangan.
6. **Organisme** adalah suatu benda hidup, jasad hidup, atau makhluk hidup.
7. **Populasi** adalah kelompok organisme yang sejenis yang hidup dan beranak pada suatu daerah tertentu. Contohnya populasi rusa di pulau Jawa, populasi banteng di Ujung Kulon, populasi badak di Ujung Kulon, dan populasi ayam kampung di Jawa Barat.
8. **Komunitas** adalah semua populasi dari berbagai jenis organisme yang menempati suatu daerah tertentu. Di daerah tersebut setiap populasi berinteraksi satu dengan lainnya. Misalnya populasi rusa berinteraksi dengan populasi harimau di Pulau Sumatra atau populasi ikan mas berinteraksi dengan populasi ikan mujair.

9. **Ekosistem** adalah tatanan kesatuan secara utuh menyeluruh antara segenap unsur lingkungan hidup yang saling mempengaruhi. Ekosistem merupakan hubungan timbal balik yang kompleks antara makhluk hidup dengan lingkungannya, baik yang hidup maupun tak hidup (tanah, air, udara, atau kimia fisik) yang secara bersama-sama membentuk suatu sistem ekologi.
10. **Biosfer** adalah lapisan bumi tempat ekosistem beroperasi. Lapisan biosfer kira-kira 9000 m di atas permukaan bumi, beberapa meter di bawah permukaan tanah, dan beberapa ribu meter di bawah permukaan laut.

Batas-batas wilayah kerja dari ilmu ekologi dapat dilihat dari konsep model seperti Gambar 1.1. Karena luasnya wilayah kerja ada bagian-bagian dari ilmu ekologi yang mengkhususkan penelitiannya pada bagian-bagian wilayah kerja tertentu. Pada mulanya pakar-pakar ekologi tumbuhan menaruh perhatian terhadap hubungan antartumbuhan. Misalnya bagaimana hubungan pertumbuhan padi dengan gulma yang sama-sama tumbuh pada suatu petak sawah. Para pakar ekologi hewan mempelajari dinamika populasi dan perilaku hewan, misalnya bagaimana populasi badak bercula satu di Ujung Kulon, berikut penyebarannya sampai di mana, jumlah hewan jantan dan betina, dan cara berkembang biaknya.

Studi ekologi tumbuhan dan hewan dikelompokkan menjadi dua, yaitu **autekologi** dan **sinekologi**.

Autekologi merupakan studi hubungan timbal balik suatu jenis organisme dengan lingkungannya yang pada umumnya bersifat eksperimental dan induktif.



Gambar 1.1.
Konsep model tentang batas-batas kesatuan lingkungan yang terdapat di alam

Sinekologi merupakan studi dari kelompok organisme sebagai suatu kesatuan yang lebih bersifat filosofis, deduktif, dan umumnya deskriptif.

Contoh studi autekologi adalah ekologi tikus yang diberi perlakuan tertentu, misalnya sebagian ruang gerakanya terbatas, sebagian yang lain ruang gerakanya bebas, lalu diukur perkembangan otaknya setelah waktu tertentu dan dibandingkan satu sama lain. Contoh studi sinekologi adalah ekologi hutan hujan tropis yang mengkaji berbagai jenis tumbuhan yang ada, populasi masing-masing jenis, kerapatan persatuan luas, fungsi berbagai tumbuhan yang ada, kondisi hutan atau tingkat kerusakan, hubungannya dengan tanah, air, atau komponen fisik lainnya. Mengacu kedua contoh tersebut, jelas kedua pendekatan sangat berbeda.

Pada perkembangannya autekologi telah mempelajari berbagai jenis hewan maupun tumbuhan. Demikian pula sinekologi yang kemudian dapat dibedakan lagi, antara lain menjadi ekologi perairan tawar, ekologi daratan (terrestrial), dan ekologi lautan. Sinekologi juga telah berkembang ke berbagai ekosistem yang ada di permukaan bumi. Perkembangan ekologi jelas sangat diharapkan dalam dunia ilmu pengetahuan terutama dalam menunjang pembangunan.

Di samping pengelompokan tersebut, ada pengamat lingkungan yang membuat kajian ekologi menurut **habitat** atau tempat suatu jenis atau kelompok jenis tertentu. Oleh karena itu ada istilah ekologi bahari atau kelautan, ekologi perairan tawar, ekologi darat atau terrestrial, ekologi estuaria (muara sungai ke laut), ekologi padang rumput, dan lain-lain.

Pengelompokan yang lain adalah menurut **taksonomi**, yaitu sesuai dengan sistematika makhluk hidup, misalnya ekologi tumbuhan, ekologi hewan (ekologi serangga, ekologi burung, ekologi kerbau, dan lain sebagainya), serta ekologi mikroba atau jasad renik.

C. KEDUDUKAN DAN PERKEMBANGAN EKOLOGI

Sebagai bagian dari biologi, ekologi merupakan bagian dasar. Ekologi sejajar dengan bagian dasar yang lain, misalnya biologi molekuler, biologi perkembangan, genetika, fisiologi, dan morfologi. Ekologi mengalami perkembangan sejalan dengan perkembangan ilmu dan teknologi. Perkembangan ekologi mempengaruhi ilmu yang lain, demikian juga perkembangan ilmu yang lain mempengaruhi ekologi.

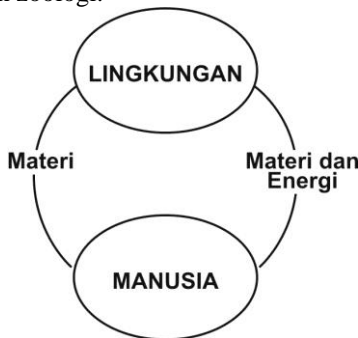
Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa ekologi berasal dari kata *oikos* yang artinya rumah dan *logos* yang artinya ilmu. Secara harfiah ilmu ekologi adalah suatu ilmu yang mempelajari “tata rumah” atau “tata rumah tangga” manusia. Lambat laun bidang ilmu penelitian ekologi tidak terbatas pada manusia dan lingkungannya, tetapi penelitian juga meluas sampai pada penelitian atas semua jasad hidup dan lingkungannya. Ilmu ekologi dalam menganalisis tata lingkungan mempergunakan konsep model lingkaran. Lingkaran yang melukiskan proses rumah tangga lingkungan lazim dikenal dengan nama “lingkaran energi, materi, dan informasi” (Gambar 1.2). Dalam proses tersebut dikenal 2 golongan, yaitu: (1) golongan produsen, (2) golongan konsumen (termasuk jasad hidup pengurai). Selama proses aliran

energi dan materi tidak terganggu, selama itu pula tata lingkungan tetap dalam “keseimbangan ekologis”.

Pada Gambar 1.2 menunjukkan bahwa ilmu ekologi mencurahkan perhatiannya pada pengaliran energi, materi, dan informasi. Jadi pada gambar tersebut tampak adanya hubungan antara kehidupan masyarakat dengan lingkungannya.

Corak pertumbuhan dan perkembangan ilmu ekologi, seorang ahli ilmu hayat pencipta ilmu ekologi bernama Haeckel (1866) mengemukakan bahwa ilmu ekologi tergolong dalam disiplin “biologi”, karena ilmu ekologi mempelajari persyaratan biologis bagi jasad dan makhluk hidup dalam lingkungannya. Justru dari kalangan para ahli biologi, ilmu ekologi tidak mendapatkan perhatian secara layak. Ada beberapa ahli yang mengembangkan ilmu ekologi, di antaranya adalah ahli dalam bidang geografi fisik dan biografi.

Ilmu ekologi pada awalnya merupakan suatu pengetahuan umum dan hanya mempelajari hubungan lingkungan secara individual atas dasar fisiologi. Pada waktu itu para cendekiawan, khususnya dari kalangan ilmu alam, kurang menaruh perhatian pada berbagai ilmu yang sifatnya umum, tetapi orang lebih banyak mengarahkan perkembangan ilmu-ilmu ke arah spesialisasi. Walaupun perhatian orang terhadap ilmu ekologi jika dibandingkan dengan ilmu lain, terutama ekonomi dan politik kurang memadai, namun ekologi terus berkembang. Sebagai bukti bahwa ilmu ekologi dapat terus berkembang dan melebarkan sayapnya ke bidang-bidang lain seperti botani, dan zoologi.



Gambar 1.2.
Hubungan antara manusia dan lingkungan dengan aliran materi, energi, dan informasi

Belakangan ini kebijakan pemerintah dan berbagai organisasi lain dalam “perlindungan alam dan lingkungan permukiman” serta “pemeliharaan dan pelestarian lingkungan” didasarkan atas hasil penelitian dan ajaran ilmu ekologi. Sebagai langkah lebih lanjut dari ilmu ekologi yang patut disinggung adalah diperkenalkannya “ekologi landscape”. Perhatian orang terhadap ilmu ekologi yang pada mulanya kurang, secara mendadak berubah. Perubahan sikap para cendekiawan dan politisi atas ilmu ekologi terjadi setelah dunia dilanda “krisis lingkungan hidup manusia”.

Pada dasawarsa 1970-an setelah diadakannya konferensi PBB tentang lingkungan hidup “Stockholm” (1972), perhatian cendekiawan, politisi, dan pemerintah dari negara-negara maju dan negara berkembang terhadap permasalahan lingkungan hidup berubah, termasuk dalam dunia ilmu pengetahuan dan penelitian lingkungan. Salah satu resolusi yang dihasilkan oleh konferensi Stockholm adalah didirikannya badan khusus dalam PBB yang memperoleh tugas untuk mengurus permasalahan lingkungan. Nama badan itu ialah UNEP (**United Nations Environmental Program**) yang berkedudukan di Nairobi (Kenya).

Pada setiap tanggal 5 Juni (hari pembukaan konferensi di Stockholm) oleh banyak negara, termasuk di Indonesia dijadikan sebagai hari lingkungan hidup untuk memperingatkan dunia atas bahaya yang terus-menerus mengancam lingkungan hidup kita. Hal tersebut merupakan wujud dari perkembangan ilmu ekologi.

Sementara itu, para pakar ekologi pada awalnya mempelajari ekologi berawal dari geografi tumbuhan yang berkembang ke aspek lain yaitu komunitas tumbuhan yang kemudian berkembang menjadi **ekologi komunitas**. Pada waktu yang hampir bersamaan juga berkembang berbagai studi mengenai dinamika populasi atau **ekologi populasi**. Studi ini kemudian berkembang menjadi **ekologi perilaku**. Perkembangan ini tentunya akan terus berlanjut sejalan dengan berjalannya waktu.

Hingga beberapa tahun, dinamika populasi dan ekologi komunitas menjadi perhatian besar bagi para pakar ekologi. Dengan adanya perhatian yang besar terhadap berbagai faktor fisik lingkungan, kemudian timbul beberapa cabang ilmu ekologi seperti **ekoklimatologi**, **fisioekologi**, dan **ekoenergetika**.

Telah disebutkan sebelumnya bahwa ekologi adalah bagian dari biologi, tetapi ekologi tidak dapat dipisahkan dari ilmu-ilmu yang lain, seperti **ilmu fisika**, **kimia**, serta **ilmu bumi** dan **antariksa**. Ilmu fisika berperan penting

dalam ekologi karena berbagai faktor fisik seperti suhu, kelembaban, cahaya, hujan, dan faktor fisik lainnya banyak terkait dalam studi ekologi. Ilmu kimia menduduki peran penting dalam ekologi karena proses kimia merupakan proses yang mendukung studi ekologi. Misalnya dalam siklus C, P, N, K merupakan bagian penting dari ekologi.

Ekologi modern memusatkan perhatian pada konsep ekosistem. Konsep ini menyangkut beberapa asas dasar yang nanti akan diuraikan pada kegiatan belajar atau modul-modul berikutnya. Penggunaan konsep ekosistem menuju kepada pendekatan baru yaitu pendekatan sistem. Pendekatan ini meliputi penggunaan model-model matematika, yang antara lain digunakan untuk menjelaskan secara lebih sederhana suatu ekosistem atau dapat pula untuk meramal/menduga perubahan-perubahan yang akan terjadi pada masa yang akan datang. Bahkan dalam perencanaan pembangunan, dapat diperkirakan dampak-dampak yang akan terjadi pada suatu ekosistem sehingga dapat direncanakan pula bagaimana mengeliminir dampak negatif yang akan terjadi.



LATIHAN

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

- 1) Jelaskan pengertian tentang ekologi!
- 2) Berasal dari kata apa "ekologi"?
- 3) Siapakah yang pertama kali memperkenalkan istilah ekologi, dan kapan?
- 4) Jelaskan ruang lingkup ekologi!
- 5) Jelaskan tentang organisme, populasi, dan komunitas!
- 6) Jelaskan yang dimaksud dengan autekologi! Berikan pula contohnya!
- 7) Apa yang dimaksud dengan sinekologi? Berikan contohnya!
- 8) Apa manfaat model matematik dalam ekologi?

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk menjawab latihan tersebut di atas, Anda dapat mempelajari Kegiatan Belajar 1 tentang:

- 1) Pengertian ekologi.
- 2) Ruang lingkup ekologi.

- 3) Kedudukan ekologi.
- 4) Perkembangan ekologi.



RANGKUMAN

1. Aplikasi dari ekologi sudah dilakukan oleh petani jauh sebelum istilah ekologi diperkenalkan. Istilah ekologi mulai diperkenalkan pada tahun 1866 oleh **Ernst Haeckel**. Ekologi berasal dari kata dalam bahasa Yunani yaitu **oikos** dan **logos**. Ekologi sering juga diartikan sebagai ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Bahkan ada yang mengatakan ilmu yang mempelajari rumah tangganya makhluk hidup. Studi dalam bidang-bidang yang termasuk dalam ruang lingkup ekologi telah dilakukan oleh para pakar.
2. Ekologi merupakan cabang biologi, dan merupakan bagian dasar dari biologi. Ruang lingkup ekologi meliputi populasi, komunitas, ekosistem, hingga biosfer. Studi-studi ekologi dikelompokkan ke dalam autekologi dan sinekologi.
3. Ekologi berkembang seiring dengan perkembangan ilmu dan teknologi. Perkembangan ekologi tak lepas dari perkembangan ilmu yang lain. Misalnya, berkembangnya ilmu komputer sangat membantu perkembangan ekologi. Penggunaan model-model matematika dalam ekologi misalnya, tidak lepas dari perkembangan matematika dan ilmu komputer.



TES FORMATIF 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Aplikasi ekologi sebenarnya dimulai
 - A. sejak istilah ekologi dimunculkan
 - B. sejak lahirnya tokoh ekologi yang bernama Ernst Haeckel
 - C. oleh para petani jauh sebelum istilah ekologi itu sendiri muncul
 - D. setelah adanya kesepakatan para pakar biologi mengembangkan ekologi
- 2) Studi di bidang ekologi sebenarnya
 - A. baru muncul pada tahun 1969
 - B. mula-mula dilakukan oleh Leeuwenhoek

- C. sudah ada sejak pada masa Hippocrates
 - D. mula-mula dilakukan oleh Ernst Haeckel
- 3) Berdasarkan spektrum biologi, ruang lingkup ekologi meliputi
- A. organisme hingga ekosistem
 - B. sistem organ hingga ekosistem
 - C. populasi hingga ekosistem
 - D. populasi hingga biosfer
- 4) Pada mulanya pakar-pakar ekologi tumbuhan lebih menaruh perhatian kepada
- A. hubungan tumbuhan dengan tumbuhan lainnya
 - B. dinamika populasi tumbuhan
 - C. pengaruh faktor fisik terhadap tumbuhan
 - D. pengaruh faktor kimiawi terhadap tumbuhan
- 5) Studi autekologi bersifat
- A. deduktif dan eksperimental
 - B. induktif dan eksperimental
 - C. deduktif, filosofis, dan deskriptif
 - D. induktif dan filosofis
- 6) Studi sinekologi bersifat
- A. deduktif dan eksperimental
 - B. induktif dan eksperimental
 - C. deduktif, filosofis, dan deskriptif
 - D. induktif dan filosofis
- 7) Contoh studi autekologi adalah ekologi
- A. tikus
 - B. sawah
 - C. hutan tropika humida
 - D. pantai
- 8) Saat ini pendekatan yang digunakan dalam ekologi adalah pendekatan
- A. reduksionis
 - B. historis
 - C. habitat
 - D. sistem

- 9) Model matematik bermanfaat dalam ekologi antara lain karena
- A. dapat untuk meramal perubahan yang akan datang
 - B. menggunakan alat canggih (misalnya komputer)
 - C. harus menyesuaikan kemajuan ilmu dan teknologi
 - D. hanya dapat dijelaskan dengan model tersebut

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

Ekosistem

A. PENGERTIAN DAN DEFINISI EKOSISTEM

Di dalam ekosistem, organisme yang ada selalu berinteraksi secara timbal balik dengan lingkungannya. Interaksi timbal balik ini membentuk suatu sistem yang kemudian kita kenal sebagai sistem ekologi atau **ekosistem**. Dengan kata lain **ekosistem** merupakan suatu satuan fungsional dasar yang menyangkut proses interaksi organisme hidup dengan lingkungannya. Lingkungan yang dimaksud dapat berupa lingkungan biotik (mahluk hidup) maupun abiotik (non mahluk hidup). Sebagai suatu sistem, di dalam suatu ekosistem selalu dijumpai proses interaksi antara mahluk hidup dengan lingkungannya, antara lain dapat berupa adanya aliran energi, rantai makanan, siklus biogeokimiawi, perkembangan, dan pengendalian.

Ekosistem juga dapat didefinisikan sebagai suatu satuan lingkungan yang melibatkan unsur-unsur biotik (jenis-jenis mahluk) dan faktor-faktor fisik (iklim, air, dan tanah) serta kimia (keasaman dan salinitas) yang saling berinteraksi satu sama lainnya. Gatra yang dapat digunakan sebagai ciri kesetuhan ekosistem adalah energetika (taraf trofi atau makanan, produsen, konsumen, dan reducen), pendauran hara (peran pelaksana taraf trofi), dan produktivitas (hasil keseluruhan sistem). Jika dilihat komponen biotanya, jenis yang dapat hidup dalam ekosistem ditentukan oleh hubungannya dengan jenis lain yang tinggal dalam ekosistem tersebut. Selain itu keberadaannya ditentukan juga oleh keseluruhan jenis dan faktor-faktor fisik serta kimia yang menyusun ekosistem tersebut.

Berbagai konsep ekosistem pada dasarnya sudah mulai dirintis oleh beberapa pakar ekologi. Pada tahun 1877, **Karl Mobius** (Jerman) menggunakan istilah **biocoenosis**. Kemudian pada tahun 1887, **S.A.Forbes** (Amerika) menggunakan istilah **mikrokosmos**. Di Rusia pada mulanya lebih banyak digunakan istilah **biocoenosis**, ataupun **geobiocoenosis**. Istilah ekosistem mula-mula diperkenalkan oleh seorang pakar ekologi dari Inggris, **A.G.Tansley**, pada tahun 1935. Pada akhirnya istilah ekosistem lebih banyak digunakan dan dapat diterima secara luas sampai sekarang.

B. STRUKTUR EKOSISTEM

Bila kita memasuki suatu ekosistem, baik ekosistem daratan maupun perairan, akan dijumpai adanya dua macam organisme hidup yang merupakan komponen biotik ekosistem. Kedua macam komponen biotik tersebut adalah (a) **autotrofik** dan (b) **heterotrofik**.

- a. **autotrofik**, terdiri atas organisme yang mampu menghasilkan (energi) makanan dari bahan-bahan anorganik dengan proses fotosintesis ataupun kemosintesis. Organisme ini tergolong mampu memenuhi kebutuhan dirinya sendiri. Organisme ini sering disebut **produsen**.
- b. **heterotrofik**, terdiri atas organisme yang menggunakan, mengubah atau memecah bahan organik kompleks yang telah ada yang dihasilkan oleh komponen autotrofik. Organisme ini termasuk golongan **konsumen**, baik makrokonsumen maupun mikrokonsumen.

Secara struktural ekosistem mempunyai enam komponen sebagai berikut:

1. **Bahan anorganik** yang meliputi C, N, CO₂, H₂O, dan lain-lain. Bahan-bahan ini akan mengalami daur ulang.
2. **Bahan organik** yang meliputi karbohidrat, lemak, protein, bahan humus, dan lain-lain. Bahan-bahan organik ini merupakan penghubung antara komponen biotik dan abiotik.
3. **Kondisi iklim** yang meliputi faktor-faktor iklim, misalnya angin, curah hujan, dan suhu.
4. **Produsen** adalah organisme-organisme autotrof, terutama tumbuhan berhijau daun (berklorofil). Organisme-organisme ini mampu hidup hanya dengan bahan anorganik, karena mampu menghasilkan energi makanan sendiri, misalnya dengan fotosintesis. Selain tumbuhan berklorofil, juga ada bakteri kemosintetik yang mampu menghasilkan energi kimia melalui reaksi kimia. Tetapi peranan bakteri kemosintetik ini tidak begitu besar jika dibandingkan dengan tumbuhan fotosintetik.
5. **Makrokonsumen** adalah organisme heterotrof, terutama hewan-hewan seperti kambing, ular, serangga, dan udang. Organisme ini hidupnya tergantung pada organisme lain, dan hidup dengan memakan materi organik.
6. **Mikrokonsumen** adalah organisme-organisme heterotrof, saprotrof, dan osmotrof, terutama bakteri dan fungi. Mereka inilah yang memecah

materi organik yang berupa sampah dan bangkai, menguraikannya sehingga terurai menjadi unsur-unsurnya (bahan anorganik). Kelompok ini juga disebut sebagai **organisme pengurai** atau **dekomposer**.

Komponen-komponen 1, 2, dan 3, merupakan komponen abiotik/nonbiotik, atau komponen yang tidak hidup, sedangkan komponen-komponen 4, 5, 6, merupakan komponen yang hidup atau komponen biotik.

Secara fungsional ekosistem dapat dipelajari menurut enam proses yang berlangsung di dalamnya, yaitu:

1. Lintasan atau aliran energi.
2. Rantai makanan.
3. Pola keragaman berdasar waktu dan ruang.
4. Daur ulang (siklus) biogeokimiawi.
5. Perkembangan dan evolusi.
6. Pengendalian atau sibernetika.

Konsep ekosistem merupakan konsep yang luas, yang merupakan konsep dasar dalam ekologi. Konsep ini menekankan pada hubungan timbal balik dan saling keterkaitan antara organisme hidup dengan lingkungannya yang tidak hidup.

Setiap ekosistem di dunia ini mempunyai struktur umum yang sama, yaitu adanya enam komponen seperti tersebut di atas, dan adanya interaksi antarkomponen-komponen tersebut. Jadi baik itu ekosistem alami (daratan, perairan) maupun ekosistem buatan (pertanian, perkebunan), semuanya mempunyai kesamaan.

Sering terjadi bahwa proses autotrofik dan heterotrofik, serta organisme yang bertanggung jawab atas berbagai proses tersebut terpisah (secara tidak sempurna), baik menurut ruang maupun waktu. Sebagai contoh dapat disebutkan bahwa di hutan, proses autotrofik, yaitu fotosintesis, lebih banyak terjadi di bagian kanopi; sedangkan proses heterotrofik lebih banyak terjadi di permukaan lantai hutan (hal ini terpisah berdasar ruang). Proses autotrofik juga terjadi pada waktu siang hari, dan proses heterotrofik dapat terjadi baik di siang hari maupun malam hari (terpisah berdasar waktu).

Adanya pemisahan tersebut juga dapat dilihat pada ekosistem perairan. Pada ekosistem perairan, lapisan permukaan yang dapat ditembus oleh sinar matahari merupakan lapisan autotrofik. Dalam lapisan ini proses autotrofik adalah dominan. Lapisan perairan di bawahnya yang tak tertembus sinar

matahari merupakan lapisan heterotrofik. Di dalam lapisan ini berlangsung proses heterotrofik.

Dengan adanya pemisahan berdasarkan ruang dan waktu tersebut, lintasan energi juga dibedakan menjadi dua yaitu:

1. **Lintasan merumput** (*grazing circuit*), meliputi proses yang melalui konsumsi langsung terhadap tumbuhan hidup atau bagian tumbuhan hidup, ataupun organisme hidup yang lain.
2. **Lintasan detritus organik** (*organic detritus circuit*), meliputi akumulasi dan penguraian sampah serta bangkai.

Pada umumnya komponen abiotik merupakan pengendali organisme dalam melaksanakan peranannya di dalam ekosistem. Bahan-bahan anorganik sangat diperlukan oleh produsen untuk hidupnya. Bahan-bahan ini juga merupakan penyusun dari tubuh organisme, demikian juga bahan organik. Bahan organik sangat diperlukan oleh konsumen (makro maupun mikrokonsumen) sebagai sumber makanan. Produsen dengan proses fotosintesis adalah merupakan komponen penghasil energi kimia atau makanan. Merekalah yang menghasilkan energi makanan yang nantinya juga digunakan oleh konsumen. Kemudian komponen mikrokonsumen atau pengurai bertanggung jawab untuk mengembalikan berbagai unsur kimia ke alam (tanah), sehingga nantinya dapat digunakan oleh produsen dan keberadaan ekosistem akan terjamin. Bilamana peran setiap komponen tersebut tidak dapat berjalan, kelangsungan ekosistem akan terancam. Demikian pula apabila peran tersebut berjalan pada kecepatan yang tidak semestinya, misalnya tersendat-sendat, keseimbangan di dalam ekosistem akan mudah terganggu.

Jelaslah bagaimana masing-masing komponen tersebut berperan di dalam suatu ekosistem, dan bagaimana keterkaitan komponen yang satu dengan yang lain.

C. TIPE EKOSISTEM

Dalam mengenal berbagai tipe ekosistem, pada umumnya digunakan ciri komunitas yang paling menonjol. Untuk ekosistem daratan biasanya digunakan komunitas tumbuhan atau vegetasinya, karena wujud vegetasi merupakan pencerminan penampakan luar interaksi antara tumbuhan, hewan, dan lingkungannya.

Pada dasarnya di Indonesia terdapat empat kelompok ekosistem utama, yaitu (1) ekosistem bahari, (2) ekosistem darat alami, (3) ekosistem suksesi, dan (4) ekosistem buatan.

1. Kelompok Ekosistem Bahari

Ekosistem bahari dapat dikelompokkan lagi ke dalam ekosistem yang lebih kecil lagi, yaitu: ekosistem laut dalam, pantai pasir dangkal, terumbu karang, pantai batu, dan pantai lumpur. Dalam setiap ekosistem pada ekosistem bahari ada perbedaan dalam komponen penyusunnya, baik biotik maupun abiotik.

2. Kelompok Ekosistem Darat Alami

Pada ekosistem darat alami di Indonesia terdapat tiga bentuk vegetasi utama, yaitu (1) **vegetasi pamah** (*lowland vegetation*), (2) **vegetasi pegunungan** dan (3) **vegetasi monsun**.

Vegetasi pamah merupakan bagian terbesar hutan dan mencakup kawasan yang paling luas di Indonesia, terletak pada ketinggian 0-1000 m. Vegetasi pamah terdiri dari vegetasi rawa dan vegetasi darat. Vegetasi rawa terdapat di tempat yang selalu tergenang air dan membentuk urutan yang menerus dari air terbuka sampai hutan campuran. Di Indonesia terdapat beberapa bentuk vegetasi rawa bergantung pada kedalaman, salinitas dan kualitas air, serta kondisi drainase dan banjir. Beberapa contoh vegetasi pamah adalah hutan bakau, hutan rawa air tawar, hutan tepi sungai, hutan rawa gambut, dan komunitas danau.

Vegetasi pegunungan sangat beraneka ragam dan sering menunjukkan pemintakatan yang jelas, sesuai dengan pemintakatan flora yang berlaku untuk semua kawasan tropik. Vegetasi pegunungan dapat diklasifikasi menjadi hutan pegunungan, padang rumput, vegetasi terbuka pada lereng berbatu, vegetasi rawa gambut dan danau, serta vegetasi alpin.

Vegetasi monsun terdapat di daerah yang beriklim kering musiman dengan $Q > 33,3$ % dan evapotranspirasi melebihi curah hujan yang umumnya kurang dari 1500 mm/tahun. Jumlah hari hujan selama empat bulan terkering berturut-turut kurang dari 20. Musim kemarau pendek sampai kemarau panjang terjadi pada pertengahan tahun. Beberapa contoh di antaranya adalah hutan monsun, savana, dan padang rumput.

3. Kelompok Ekosistem Suksesi

Ekosistem suksesi adalah ekosistem yang berkembang setelah terjadi perusakan terhadap ekosistem alami yang terjadi karena peristiwa alami maupun karena kegiatan manusia atau bila ekosistem buatan tidak dirawat lagi dan dibiarkan berkembang sendiri menurut kondisi alam setempat. Ekosistem ini dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu (1) ekosistem suksesi primer dan (2) ekosistem suksesi sekunder.

Ekosistem suksesi primer berkembang pada substrat baru seperti permukaan tanah terbuka yang ditinggalkan, tanah longsor atau pemapasan tanah untuk penambangan dan pembuatan jalan, timbunan abu atau lahar yang dimuntahkan letusan gunung berapi, timbunan tanah bekas galian, endapan pasir pantai dan endapan lumpur di tepi danau dan tepi sungai atau muara.

Ekosistem suksesi sekunder berkembang setelah ekosistem alami rusak total tetapi tidak terbentuk substrat baru yang diakibatkan khususnya oleh kegiatan manusia, seperti penebangan hutan habis-habisan dan pembakaran. Ekosistem ini juga dapat berkembang dari ekosistem buatan yang ditinggalkan yang kemudian berkembang secara alami seperti yang terjadi pada perladangan berpindah atau sistem rotasi yang meninggalkan lahan garapan untuk diberakan setelah dua atau tiga kali panen.

4. Kelompok Ekosistem Buatan

Di samping ekosistem alam ada ekosistem buatan manusia, seperti danau, hutan tanaman, dan agroekosistem (sawah tadah hujan, sawah irigasi, sawah surjan, sawah rawa, sawah pasang surut, kebun pekarangan, kolam, dan lain-lain). Sebagai gambaran dari ekosistem buatan akan diuraikan mengenai ekosistem kolam dan ekosistem padang rumput.

D. CONTOH EKOSISTEM

1. Ekosistem Kolam

Kolam merupakan salah satu contoh ekosistem yang sederhana, sehingga mudah dipelajari dan sangat sesuai untuk diperkenalkan kepada pemula. Meskipun sederhana dan mudah dipelajari, kolam merupakan ekosistem yang sempurna, lengkap dengan enam komponen serta proses-prosesnya.

Dalam suatu kolam dapat kita amati komponen-komponen sebagai berikut:

a. *Komponen abiotik*

Komponen abiotik meliputi materi anorganik dan organik yang terlarut dalam air yaitu CO₂, O₂, Ca, N, garam-garam fosfat, asam amino, materi humus, dan lain-lain. Sebagian kecil unsur hara yang vital terdapat dalam bentuk terlarut, sehingga dapat segera digunakan oleh organisme. Tetapi sebagian besar unsur tersebut terdapat mengendap di dalam sedimen di dasar kolam. Laju pembebasan unsur hara dari bentuk padat ke bentuk terlarut, masuknya cahaya ke dalam kolam, fluktuasi suhu, dan kisaran iklim merupakan proses yang penting, yang mengatur kecepatan fungsi atau metabolisme ekosistem kolam.

b. *Produsen*

Produsen di dalam kolam meliputi :

- 1) Tumbuhan berakar atau mengapung (biasanya hanya pada kolam dangkal atau pada bagian yang dangkal).
- 2) Fitoplankton (biasanya algae), merupakan produsen utama di perairan. Adanya fitoplankton inilah yang menyebabkan air kolam berwarna kehijauan.

c. *Makro konsumen*

Makro konsumen terdiri dari beberapa jenis hewan, misalnya larva serangga, *crustacea* (udang-udangan), dan ikan. Konsumen primer memakan langsung tumbuhan hidup, ada dua macam yaitu zooplankton (memakan fitoplankton) dan bentos (hewan yang hidup di dasar perairan). Konsumen sekunder, misalnya serangga dan ikan, memakan konsumen primer. Di samping itu ada konsumen yang memakan *detritus* (sampah).

d. *Saprotrof atau organisme pengurai (mikro konsumen)*

Saprotrof terdiri dari bakteri akuatik, flagelata, dan fungi. Mereka terutama terdapat di permukaan sedimen di dasar kolam.

2. Ekosistem Padang Rumput

Kalau kolam merupakan contoh ekosistem perairan, maka padang rumput merupakan suatu contoh ekosistem daratan. Salah satu perbedaan

yang mencolok antara ekosistem perairan dengan daratan adalah pada produsen.

Di perairan, produsen utamanya adalah fitoplankton yang berukuran mikroskopik. Produsen di perairan adalah tumbuhan air, yang tubuhnya kecil, lemah tanpa jaringan penguat, sehingga biomasnya kecil. Di daratan dijumpai produsen dengan tubuh yang besar, bahkan berupa pohon yang besar dengan jaringan penguat yang kokoh, sehingga biomasnya besar.

Pada ekosistem padang rumput dijumpai komponen-komponen ekosistem sebagai berikut:

a. Produsen

Pada ekosistem padang rumput dapat dijumpai adanya produsen seperti rumput herba, yang semuanya tumbuhan berakar.

b. Makro konsumen

Makro konsumen yang ada pada ekosistem padang rumput antara lain serangga, labah-labah, cacing, burung, dan mamalia. Konsumen primer (*herbivora*) dapat berupa serangga dan mamalia. Konsumen sekunder berupa laba-laba, dan ular. Cacing, artropoda tanah, dan siput darat merupakan pemakan sampah atau sisa-sisa organik.

c. Mikro konsumen

Mikro konsumen pada ekosistem padang rumput terutama bakteri dan fungi.

d. Komponen abiotik

Komponen abiotik yang ada pada ekosistem padang rumput, misalnya air, udara, tanah dengan kandungan hara serta materi organik.

Dengan membandingkan kedua ekosistem tersebut (kolam dan padang rumput), jelaslah bahwa meskipun penyusun masing-masing komponen ekosistem berbeda tetapi peranan mereka sebagai komponen ekosistem tetap sama.

Tabel 1.1.

Perbandingan Kerapatan (ind./m^2) dan Biomassa ($\text{gr. berat kering/m}^2$) Komponen Biotik pada Ekosistem Perairan dan Daratan (Produktivitas sedang) (Odum, 1971).

Komponen Biotik	Perairan		Daratan	
	Kerapatan	Biomassa	Kerapatan	Biomassa
Produsen	10^8 - 10^{10}	5,0	10^2 - 10^3	500,0
Konsumen di lapisan autotrofik	10^5 - 10^7	0,5	10^2 - 10^3	1,0
Konsumen di lapisan heterotrofik §	10^5 - 10^6	4,0	10^5 - 10^6	4,0
Konsumen besar yang mengembara	0,1-0,5	15.0	0,01-0,05	0,3*-15.0**
Mikrokonsumen (saprofit)	10^{13} - 10^{14}	1-10@	10^{14} - 10^{15}	10-100@

§ : Untuk perairan, termasuk hewan ukuran sekecil *ostracoda*.

Untuk daratan, termasuk hewan ukuran sekecil nematoda kecil dan *Acarina* tanah.

* : Termasuk burung kecil dan mamalia kecil (*rodentia*).

** : Termasuk 2-3 ekor sapi per hektar.

@ : Biomassa didasarkan perkiraan $10^{13} = 1$ gram berat kering.

E. DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)

Telah disebutkan sebelumnya bahwa ekologi merupakan ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Hubungan timbal balik tersebut sangat erat, sehingga sebenarnya makhluk hidup dan lingkungannya tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Keduanya merupakan suatu kesatuan sistem yang disebut ekosistem. Jadi tidak lain suatu ekosistem adalah sistem ekologi. Suatu sistem terdiri atas komponen-komponen yang bekerjasama dan membentuk satu kesatuan dan setiap sistem mempunyai sifat-sifat yang khas.

Daerah aliran sungai (DAS) dapatlah dianggap sebagai suatu ekosistem dengan batas-batas alam. Suatu DAS dibatasi oleh DAS yang lain oleh punggung-punggung gunung. Batas tersebut itu dapat dengan mudah dilihat.

Semua air pada lereng sebelah pada punggung gunung akan mempengaruhi sungai yang pertama, sedangkan aktivitasnya pada lereng sebelah akan mempengaruhi sungai yang kedua. Kedua DAS tersebut akan dipengaruhi oleh aktivitas manusia yang ada di sekitarnya. Di samping itu ekosistem DAS yang satu akan mempengaruhi DAS yang lain di sekitarnya.

Adanya ekosistem buatan manusia dengan batasan wilayah ekonomi dan wilayah administratif menjadikan ekosistem DAS menjadi terpecah dengan luasan yang lebih sempit. Ekosistem DAS seharusnya dibatasi oleh batas ekologis dan bukan batas wilayah administratif, sehingga pengelolaannya harus secara terpadu. Misalnya pengelolaan DAS Ciliwung, pengelolaan yang tidak menyeluruh dan terpadu oleh komponen yang terlibat menjadikan kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh banjir di bagian hilir. Kerusakan-kerusakan yang terjadi di daerah hulu akan dirasakan dampaknya di daerah hilir.

Sungai, waduk, ataupun danau merupakan suatu ekosistem tersendiri, tetapi metabolismenya (proses-proses yang berlangsung di dalamnya) serta kestabilannya dalam jangka panjang sangat dipengaruhi oleh masukan energi cahaya matahari serta masukan materi dari daerah sekelilingnya. Daerah sekeliling inilah disebut sebagai **Daerah Aliran Sungai (DAS)**.

Laju masukan air maupun materi dari DAS akan menentukan proses metabolisme dalam waduk atau danau, dan bahkan menentukan umur ekosistem tersebut. Masukan bahan-bahan organik atau limbah dengan laju atau kuantitas yang besar tentunya akan mengganggu stabilitas ekosistem tersebut. Demikian juga masukan materi yang lain misalnya partikel tanah yang akan menyebabkan sedimentasi dengan cepat, yang pada gilirannya pendangkalan yang terjadi.

Konsep ekosistem menempati kedudukan yang sentral dalam ekologi, sebagaimana sistem yang lain, di mana ekosistem terdiri atas komponen-komponen yang saling berinteraksi merupakan suatu kesatuan. Oleh karena sifat ekosistem yang merupakan satu kesatuan itu, maka setiap unsur alam seperti danau, hutan, atau sebuah bukit maupun unsur buatan manusia misalnya sawah atau kolam dalam DAS termasuk dalam ekosistem DAS. Hal tersebut mempunyai implikasi bahwa setiap aktivitas kita di daerah itu harus direncanakan dan harus mempertimbangkan unsur-unsur dalam ekosistem itu, karena aktivitas kita mempengaruhi dan dipengaruhi oleh unsur-unsur yang ada dalam ekosistem tersebut.

Pada dasarnya aktivitas manusia banyak mempengaruhi ekosistem DAS, dan pada saat ini mempunyai dampak negatif terhadap ekosistem DAS. Contoh sebuah bendungan yang dibangun dengan tujuan utama untuk mengendalikan banjir dan dipergunakan pula untuk membangkitkan tenaga listrik, mengatur pengairan, pengembangan perikanan, dan pariwisata. Air sungai yang dibendung tergantung dalam waduk. Ke dalam waduk ini mengalir bersama air sungai bermacam zat pupuk yang tercuci dari sawah dan kebun sayur, pestisida, limbah pabrik, kotoran kota dan desa, dan lumpur. Masukan materi-materi tersebut menyebabkan pengayaan ekosistem dan materi-materi tersebut diperlukan untuk proses metabolisme. Kejadian-kejadian tersebut akan menyebabkan penyuburan waduk. Air waduk yang subur kaya akan hara akan memacu pertumbuhan plankton. Karena bertambahnya plankton yang menjadi makanan ikan, jumlah ikan akan bertambah sehingga hasil ikan meningkat. Namun lama kelamaan terjadi penyuburan air berlebihan sehingga *plankton* mengalami pertumbuhan yang eksplosif. Pertumbuhan eksplosif akan berdampak pada kematian massal dari plankton tersebut dan kemudian akan menyebabkan terjadinya pembusukan. Proses tersebut membutuhkan banyak oksigen dalam air sehingga menyebabkan kematian banyak ikan. Pembusukan juga menyebabkan bau busuk yang merusak pariwisata. Penyuburan perairan yang berlebihan disebut **eutrofikasi**.

Berdasarkan pada uraian contoh tersebut, untuk dapat mengelola badan-badan air (danau, waduk, sungai, dan lainnya) dengan baik, harus mempertimbangkan daerah aliran sungainya. Tanpa pengelolaan daerah aliran sungai, akan sia-sia usaha dalam mengelola badan air yang bersangkutan.

F. HOMEOSTASIS EKOSISTEM

Setiap ekosistem mampu menjaga dan mengendalikan dirinya sendiri dari gangguan yang berasal dari luar, termasuk komponen-komponen biotik maupun abiotik yang ada di dalamnya. Ekosistem mempunyai kemampuan untuk menangkal berbagai perubahan ataupun gangguan yang dialaminya sehingga terjagalah keseimbangan yang ada di dalamnya. Keseimbangan ekosistem disebut **homeostasis ekosistem**. Mekanisme homeostasis ini sangat rumit dan menyangkut banyak faktor serta mekanisme, termasuk di

dalamnya adalah mekanisme penyimpanan bahan/materi, pelepasan unsur hara, pertumbuhan populasi, produksi, dan penguraian/dekomposisi.

Meskipun ekosistem mempunyai kemampuan untuk menangkal setiap gangguan dari luar untuk menjaga keseimbangannya, tetapi kemampuan tersebut ada batasnya. Manusia yang sebetulnya merupakan salah satu unsur dalam ekosistem, justru seringkali merupakan pengganggu yang terbesar terhadap kelangsungan hidup ekosistem itu sendiri. Hal ini terjadi ketika manusia memanfaatkan sumber daya alam untuk kesejahteraan mereka.

Sebagai contoh akan diberikan gambaran mengenai perilaku manusia terhadap alam sebagai berikut:

1. Kasus penebangan hutan

Penebangan pohon di hutan oleh manusia seringkali melampaui kemampuan hutan tersebut untuk pulih kembali. Akibatnya hutan menjadi rusak, tidak dapat pulih kembali, dan akan menjadi ekosistem yang lain atau bahkan menjadi gundul sehingga terjadi erosi yang berat, banjir di musim hujan, kekeringan di musim kemarau, hilangnya keanekaragaman hayati, dan lain-lain. Bila hal ini terjadi secara terus-menerus, akan berdampak negatif yang serius dan dikhawatirkan akan menjadi padang pasir.

2. Pembuangan limbah dan penggunaan zat-zat kimia

Akhir-akhir ini sudah nampak kasus yang serius bahwa banyak sungai dan laut yang airnya sudah sangat kotor, kehidupan di dalamnya sudah berubah secara drastis, banyak jenis yang langka dan sudah punah, dan lain-lain. Perairan yang tadinya banyak dijumpai berbagai kehidupan juga sudah banyak berubah menjadi hitam, bau, penuh dengan sampah, dan lain-lain. Sungai yang semula bersih menjadi tercemar karena di sepanjang aliran sungai tersebut terdapat banyak pabrik, permukiman, pertanian, dan kegiatan lain yang menghasilkan limbah dan sebagian besar membuang limbah cairnya ke dalam sungai tersebut. Prinsip homeostatis tentu sudah sulit dicapai, karena daya tahan ekosistem perairan juga terbatas. Oleh karena itu perlu dipahami kaidah-kaidah ekosistem dan hal-hal penting yang akan digunakan sebagai dasar pengelolaan suatu ekosistem.

Kerusakan lingkungan merupakan salah satu bentuk gangguan terhadap ekosistem yang sudah melebihi batas kemampuan ekosistem itu sendiri. Berbagai bencana lingkungan sudah terjadi di mana-mana. Berbagai macam industri, mulai dari industri rumah tangga sampai industri besar telah tumbuh

dengan pesat baik kuantitas maupun macamnya. Hal ini jelas dapat menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan, misalnya pencemaran air, udara, dan tanah. Penggunaan berbagai bahan beracun seperti insektisida, herbisida, fungisida, dan pupuk buatan menimbulkan pencemaran air dan tanah yang berdampak negatif terhadap organisme dan makhluk hidup di sekitarnya. Sarana transportasi yang kian meningkat berupa kendaraan bermotor juga menambah kadar pencemaran udara yang menyebabkan kerusakan ekosistem di atmosfer.

Aktivitas manusia yang tidak arif terhadap lingkungan sudah terjadi di hampir semua bagian bumi, sebagai dampaknya akan berbalik pada semua makhluk hidup di permukaan bumi dan mengancam kehidupan dan kesejahteraan makhluk hidup termasuk di dalamnya manusia.



LATIHAN

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

- 1) Apakah yang dimaksud dengan ekosistem?
- 2) Beri contoh ekosistem di sekitar tempat tinggal saudara!
- 3) Sebutkan komponen-komponen serta proses-proses yang terjadi di dalam ekosistem!
- 4) Berikan contoh produsen di ekosistem perairan dan ekosistem darat!
- 5) Jelaskan yang dimaksud dengan homeostasis!
- 6) Jelaskan mengapa untuk pengelolaan suatu waduk harus pula dikelola DAS nya dengan baik!
- 7) Bandingkan ekosistem kolam dengan padang rumput!

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk dapat menjawab latihan tersebut di atas, Anda dapat mempelajari kembali Kegiatan Belajar 2 tentang:

- 1) Struktur ekosistem.
- 2) Contoh ekosistem.
- 3) Daerah aliran sungai.
- 4) Homeostasis.

Selain itu Anda disarankan untuk mengamati kolam atau kebun di sekitar tempat tinggal Anda.



RANGKUMAN

1. Istilah ekosistem pada mulanya diperkenalkan oleh **A.G.Tansley** pada tahun 1935. Sebelumnya, telah digunakan istilah lain, yaitu **biocoenosis** dan **mikrokosmos**. Ekosistem merupakan satuan fungsional dasar yang menyangkut proses interaksi, interdependensi organisme hidup dengan lingkungan mereka.
2. Setiap ekosistem memiliki enam komponen, yaitu produsen, makro-konsumen, mikrokonsumen, bahan anorganik, bahan organik, dan kisaran iklim. Perbedaan antarekosistem hanya pada unsur-unsur penyusun masing-masing komponen tersebut. Masing-masing komponen ekosistem mempunyai peranan dan mereka saling terkait dalam melaksanakan proses-proses dalam ekosistem. Proses-proses dalam ekosistem meliputi aliran energi, rantai makanan, keanekaragaman, siklus materi, perkembangan, dan pengendalian.
3. Daerah Aliran Sungai (DAS) dari suatu badan air, akan menentukan stabilitas dan proses metabolisme yang berlangsung di dalam badan air yang bersangkutan. Pengelolaan badan air harus menyertakan pengelolaan daerah aliran sungainya.
4. Setiap ekosistem mampu mengendalikan dirinya sendiri, dan mampu menangkal setiap gangguan terhadapnya. Kemampuan ini disebut homeostasis. Tetapi kemampuan ini ada batasnya. Bilamana batas kemampuan tersebut dilampaui, ekosistem akan mengalami gangguan. Pencemaran lingkungan merupakan salah satu bentuk gangguan ekosistem akibat terlampauinya kemampuan homeostasis.



TES FORMATIF 2

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Komponen abiotik di dalam suatu ekosistem berperan sebagai
 - A. penyedia makanan bagi setiap komponen biotik
 - B. sumber energi bagi tumbuhan
 - C. pengendali proses-proses di dalam ekosistem tersebut
 - D. penghasil energi kimia bagi tumbuhan

- 2) Unsur-unsur penyusun produsen dalam suatu ekosistem dapat terdiri dari
 - A. tumbuhan dan bakteri
 - B. organisme fotosintetik dan kemosintetik
 - C. hewan dan fungi
 - D. tumbuhan, fungi, dan bakteri

- 3) Produsen dalam ekosistem perairan berbeda dengan produsen dalam ekosistem daratan, yaitu produsen....
 - A. di perairan bertubuh kecil, lunak, lemah, dan mempunyai biomassa lebih kecil
 - B. di perairan lebih besar laju metabolismenya karena mempunyai biomassa lebih besar
 - C. di daratan lebih besar laju metabolismenya karena mempunyai biomassa lebih besar
 - D. di perairan juga dapat hidup di daratan

- 4) Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan daerah
 - A. di sekitar sungai yang merupakan tebing sungai
 - B. yang dialiri sungai
 - C. yang merupakan mata air sungai
 - D. di sekitar suatu badan air, yang memberikan masukan ke badan air tersebut

- 5) Homeostasis merupakan kemampuan suatu ekosistem untuk
 - A. mengendalikan dirinya sendiri dan menangkal setiap gangguan
 - B. menghalangi masukan apa saja ke dalam ekosistem
 - C. menanggulangi gangguan sehingga ekosistem tidak akan pernah terganggu
 - D. menangkal gangguan sehingga ekosistem menjadi stabil dan statis

- 6) Pencemaran lingkungan dapat terjadi karena
 - A. ekosistem tidak mempunyai homeostasis
 - B. gangguan terhadap ekosistem melampaui kemampuan homeostasis
 - C. ekosistem dimasuki limbah
 - D. orang menggunakan pestisida untuk mengendalikan hama

- 7) Lintasan merumput adalah
 - A. proses memakan rumput
 - B. lintasan yang melewati padang rumput

- C. lintasan energi melalui proses konsumsi langsung terhadap tumbuhan hidup
 - D. lintasan energi melalui tumbuhan rumput
- 8) Dalam suatu ekosistem selalu akan dijumpai
- A. pohon sebagai produsen
 - B. produsen
 - C. biomassa produsen lebih besar dari pada biomassa konsumen
 - D. biomassa konsumen lebih besar dari pada biomassa produsen
- 9) Dibandingkan dengan ekosistem perairan, maka ekosistem daratan mempunyai jumlah
- A. produsen lebih besar
 - B. konsumen lebih besar
 - C. mikrokonsumen lebih besar
 - D. biomassa produsen lebih besar
- 10) Konsep ekosistem
- A. sudah dirintis sebelum istilah ekosistem dikemukakan oleh Tansley
 - B. dirintis setelah Tansley mengemukakan istilah ekosistem
 - C. merupakan konsep tentang struktur dan fungsi dari alam
 - D. sudah dikemukakan oleh Hippocrates dengan istilah lain

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) C. oleh para petani jauh sebelum istilah ekologi itu sendiri muncul
- 2) C. sudah ada sejak pada masa Hippocrates
- 3) D. populasi hingga biosfer
- 4) C. pengaruh faktor fisik terhadap tumbuhan
- 5) B. induktif dan eksperimental
- 6) C. deduktif, filosofis, dan deskriptif
- 7) A. deduktif dan eksperimental
- 8) D. sistem
- 9) A. dapat untuk meramal perubahan yang akan datang

Tes Formatif 2

- 1) A. penyedia makanan bagi setiap komponen biotik
- 2) B. organisme fotosintetik dan kemosintetik
- 3) A. di perairan bertubuh kecil, lunak, lemah, dan mempunyai biomassa lebih kecil
- 4) D. di sekitar suatu badan air, yang memberikan masukan ke badan air tersebut
- 5) A. mengendalikan dirinya sendiri dan menangkal setiap gangguan
- 6) B. gangguan terhadap ekosistem melampaui kemampuan homeostasis
- 7) C. lintasan energi melalui proses konsumsi langsung terhadap tumbuhan hidup
- 8) B. produsen
- 9) D. biomassa produsen lebih besar
- 10) C. merupakan konsep tentang struktur dan fungsi dari alam

Daftar Pustaka

- Begon, M., J.L. Harper & C.R. Townsend. (1986). *Ecology. Individuals, Populations and Communities*. Blackwell Sci. Pub. Oxford.
- Hamilton, L.S. and P.N. King. (1992). *Daerah aliran sungai hutan tropika*. Penerjemah: Krisnawati Suryanata. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Kormondy, E.J. (1969). *Concepts of Ecology*. Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- Odum, E.P. (1971). *Fundamentals of Ecology*. 3rd. ed. W.B. Saunders Co. Philadelphia.
- Resosudarmo, R.S.; K. Kartawinata; A. Soegiarto. (1992). *Pengantar ekologi*. Penerbit Remaja Rosdakarya. Bandung.
- Smith, R.L. (1974). *Ecology and Field Biology*. 2nd. ed. Harper & Row, Pub. New York.
- Soemarwoto, O. (1991). *Ekologi dalam pembangunan berwawasan lingkungan*. Panitia Penghormatan Purnabakti Profesor Otto Sumarwoto. Bandung.
- Soemarwoto, O. (1991). *Indonesia dalam kancah isu lingkungan global*. Penerbit Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Thohir, K.A. (1985). *Butir-butir tata lingkungan*. Bina Aksara. Jakarta.