

BAB II

PERAN PETA KONSEP DALAM MENGIDENTIFIKASI MISKONSEPSI SISWA PADA KONSEP EKOSISTEM

A. Konsep

1. Definisi Konsep

Konsep adalah istilah, terdiri dari satu kata atau lebih yang menggambarkan suatu gejala atau menyatakan suatu ide/ gagasan tertentu (Hasan, 2002: 17). Konsep menurut Rosser (Dahar, 1996: 80) adalah suatu abstraksi yang mewakili satu kelas obyek-obyek, kejadian-kejadian, kegiatan-kegiatan atau hubungan-hubungan yang mempunyai atribut yang sama. Selanjutnya Berg (Dahar dalam Muhaemin, 2006: 86) mendefinisikan konsep sebagai abstraksi dari ciri-ciri sesuatu yang mempermudah komunikasi antar manusia dan yang memungkinkan manusia untuk berpikir.

Menurut Hamalik (2008: 162) suatu konsep adalah suatu kelas atau kategori stimuli yang memiliki ciri-ciri umum. Stimuli adalah objek-objek atau orang (*persons*). Menurut Slameto (2003: 140) definisi konsep terdiri dari segi tiga sifat (*attribute*), yaitu: makna psikologis, struktur, dan transferabilitas. Makna psikologis, yaitu suatu konsep yang sesuai dengan makna konotatif. Sesuai dengan bertambahnya pengalaman dan pengetahuan siswa, konsep yang dimilikinya tentang sesuatu itu selalu berubah. *Struktur*, ada empat hal yang termasuk ke dalam struktur, yaitu: sifat-sifat, aturan untuk menggabungkan sifat-sifat itu, hierarki, dan contoh atau wujud konsep. *Transferabilitas*, apabila sebuah

konsep telah dikuasai siswa, ada empat kemungkinan untuk menggunakannya di dalam situasi-situasi lain (atau ditransferkan dalam situasi lain), yaitu:

- a. Siswa dapat menggolongkan apakah contoh konsep yang dihadapi sekarang termasuk dalam golongan konsep yang sama ataukah dalam golongan konsep yang lain;
- b. Siswa dapat mengenal konsep lain dalam hubungan superordinat, koordinat atau subordinat;
- c. Siswa dapat menggunakan konsep tersebut untuk membentuk dan mengerti prinsip dan dalam memecahkan masalah;
- d. Penguasaan suatu konsep memudahkan siswa untuk mempelajari konsep-konsep lain.

Setiap konsep tidak berdiri sendiri, melainkan setiap konsep berhubungan dengan konsep lain, semua konsep tersebut bersama-sama membentuk semacam jaringan pengetahuan dalam pikiran manusia. Semakin lengkap jaringan konsep tersebut dalam struktur kognitif seseorang semakin besar kemungkinannya dapat menyelesaikan masalah yang berkaitan (Muhaemin, 2006: 86). Dahar (1996:79) menyatakan mungkin tidak ada satu pun definisi yang dapat mengungkapkan arti yang kaya dari konsep atau berbagai macam konsep-konsep yang diperoleh para siswa.

2. Ciri-Ciri dan Dimensi Konsep

a. Ciri-Ciri Konsep

Menurut Ausubel (Dahar, 1996: 81) konsep-konsep diperoleh dengan dua cara, yaitu formasi konsep (*concept formation*) dan asimilasi konsep (*concept assimilation*).

1) Formasi Konsep

Formasi konsep merupakan bentuk perolehan konsep-konsep sebelum anak-anak masuk sekolah. Formasi konsep dapat disamakan dengan dengan belajar konsep-konsep konkret.

2) Asimilasi Konsep

Asimilasi merupakan cara yang utama untuk memperoleh konsep-konsep selama dan sesudah sekolah. Melalui proses asimilasi konsep, anak-anak diharapkan belajar banyak setelah masuk sekolah. Berbeda dengan pembentukan konsep, proses asimilasi konsep bersifat deduktif.

Setiap konsep yang telah diperoleh mempunyai perbedaan isi dan luas. Seseorang yang memiliki konsep melalui proses yang benar, pengalaman dan pengertiannya akan kuat. Kemampuan membedakan sangat dibutuhkan dalam penguasaan konsep. Dapat membedakan konsep berarti dapat melihat ciri-ciri setiap konsep. Menurut Hamalik (2008:162) ciri-ciri konsep meliputi:

- a) Atribut konsep adalah suatu konsep yang membedakan antara konsep satu dengan konsep lainnya.
- b) Atribut nilai-nilai, adanya variasi yang terdapat pada suatu atribut.
- c) Jumlah atribut juga bermacam-macam antara satu konsep dengan konsep lainnya. Semakin kompleks suatu konsep semakin banyak jumlah atributnya dan semakin sulit untuk mempelajarinya.
- d) Kedominanan atribut, menunjuk pada kenyataan bahwa beberapa atribut lebih dominan (*obvious*) daripada yang lainnya.

Selanjutnya menurut Mustofa (2009) ciri-ciri konsep, yaitu:

- a) Konsep memiliki gejala-gejala tertentu.
- b) Konsep diperoleh melalui pengamatan dan pengalaman langsung. Ini menunjukkan bahwa dengan kita mengamati secara langsung objek-objek yang ada di dunia sekitar kita maka kita akan mengenali ciri-ciri masing objek. Konsep-konsep tidak terlalu kongruen dengan pengalaman pribadi kita, tetapi menyajikan usaha-usaha manusia untuk mengklasifikasikan pengalaman kita.
- c) Konsep berbeda dalam isi dan luasnya. Setiap konsep memiliki atribut-atribut tertentu. Makin banyak atribut-atribut yang dimiliki oleh suatu konsep, makin sulit konsep itu untuk dipelajari (Dahar, 1996: 84).
- d) Konsep yang diperoleh berguna untuk menafsirkan pengalaman-pengalaman. Pengalaman tidak harus diartikan sebagai pengalaman fisik, tetapi juga pengalaman mental. Konsep-konsep merupakan kategori-kategori yang kita berikan pada stimulus-stimulus yang ada di lingkungan kita (Dahar, 1996: 79).
- e) Konsep yang benar membentuk pengertian. Konsep yang benar diperoleh dari pengalaman yang benar pula. Jika konsep dasar yang dimiliki pembelajar benar dan kuat, maka dengan mudah akan memberi pengertian sesuai dengan situasi. Orang harus mengisi atribut skemanya dengan informasi yang benar agar dapat membentuk kerangka pemikiran yang benar (Suparno, 2008: 55).

- f) Setiap konsep berbeda dengan melihat ciri-ciri tertentu. Antara konsep yang satu dengan konsep yang lain dapat dibedakan dari atribut konsep, atribut nilai, jumlah atribut, kedominanan atribut, dan lain-lain.

b. Dimensi Konsep

Berbagai macam konsep yang kita pelajari tidak terbatas. Flavel (Dahar, 1996: 79) menyatakan bahwa konsep-konsep dapat berbeda dalam tujuh dimensi, yaitu:

- 1) Dimensi Atribut; setiap konsep mempunyai atribut yang berbeda, konsep harus mempunyai atribut yang relevan; termasuk juga atribut-atribut yang tidak relevan. Atribut dapat berupa fisik atau dapat juga atribut-atribut itu berupa fungsional.
- 2) Dimensi Struktur; menyangkut cara terkaitnya atau tergabungnya atribut-atribut suatu konsep. Ada tiga macam struktur yang dikenal, yaitu: 1). Konsep Konjunktif, yaitu konsep yang mempunyai dua atau lebih sifat-sifat sehingga dapat memenuhi syarat sebagai contoh konsep; 2). Konsep Disjunktif, yaitu konsep-konsep dimana satu dari dua atau lebih sifat-sifat harus ada; 3). Konsep Relasional, yaitu konsep-konsep yang menyatakan hubungan tertentu antara atribut-atribut konsep.
- 3) Dimensi Keabstrakan; konsep-konsep dapat dilihat dan konkret, atau konsep-konsep itu terdiri dari konsep-konsep lain. Contohnya adalah konsep segitiga, konsep tersebut dapat dilihat sedangkan konsep keinginan atau cinta lebih abstrak.
- 4) Dimensi Keinklusifan; hal ini ditujukan pada jumlah contoh-contoh yang terlibat dalam konsep itu.
- 5) Dimensi Generalitas atau Keumuman; bila diklasifikasikan, konsep-konsep dapat berbeda dalam posisi superordinat atau subordinatnya. Makin umum suatu konsep makin banyak asosiasi yang dapat dibuat dengan konsep-konsep lainnya.
- 6) Dimensi Ketepatan; suatu konsep menyangkut apakah ada sekumpulan aturan-aturan untuk membedakan contoh-contoh dari non contoh-non contoh suatu konsep.
- 7) Dimensi Kekuatan; suatu konsep ditentukan oleh sejauh mana orang setuju, bahwa konsep itu penting.

B. Konsepsi dan Miskonsepsi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2005: 520), konsepsi berarti pengertian, rancangan (cita-cita) yang telah ada dipikiran. Konsepsi dapat

terbentuk dari pengalaman untuk menafsirkan peristiwa atau fenomena alam lainnya, sehingga setiap saat seseorang akan terus membangun konsepsinya. Menurut Muhaemin AD (2006: 86) konsepsi adalah tafsiran atau pengertian seseorang terhadap suatu konsep.

Kamus *American Heritage* (Turkmen & Usta, 2007: 492) menjelaskan bahwa miskonsepsi adalah suatu gagasan atau penjelasan tentang suatu fenomena yang tidak sesuai dengan prinsip yang bersifat fisik, kesalahan berpikir, gagasan, atau dugaan, dan salah pengertian. Miskonsepsi secara umum didefinisikan sebagai pengetahuan dan kepercayaan yang dimiliki oleh seseorang tetapi tidak sesuai dengan apa yang diketahui oleh ahli sains. Dari pengertian di atas miskonsepsi dapat diartikan sebagai suatu konsepsi yang tidak sesuai dengan pengertian ilmiah atau pengertian yang diterima oleh para ilmuwan.

Miskonsepsi merupakan suatu interpretasi konsep-konsep dalam suatu pernyataan yang tidak dapat diterima. Interpretasi setiap individu terhadap banyak konsep mungkin berbeda-beda. Interpretasi seseorang terhadap suatu konsep disebut konsepsi. Biasanya konsepsi siswa dengan konsepsi ahli-ahli biologi tidak persis sama, karena pada umumnya konsepsi ahli biologi lebih kompleks dan rumit serta melibatkan banyak hubungan antar konsep. Jika konsepsi siswa sama dengan konsepsi ahli biologi yang disederhanakan, maka konsepsi siswa tersebut tidak dapat disalahkan. Akan tetapi jika konsepsi siswa sungguh-sungguh bertentangan dengan konsepsi ahli biologi, maka siswa tersebut dikatakan mengalami miskonsepsi (Berg dalam Hernawan, 2008: 18).

Menurut Suparno (Halomoan, 2008: 3) ada beberapa faktor penyebab miskonsepsi, yang dapat diringkas seperti tampak pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penyebab Miskonsepsi

Sebab Utama	Sebab Khusus
Siswa	Prakonsepsi, pemikiran asosiatif, pemikiran humanistik, alasan yang tidak lengkap, intuisi yang salah, tahap perkembangan kognitif siswa, kemampuan siswa, minat belajar siswa.
Pengajar	Tidak menguasai bahan pelajaran, tidak membiarkan siswa mengungkapkan gagasan/ ide, relasi guru-siswa tidak baik.
Buku Teks	Penjelasan keliru, salah tulis terutama dalam rumus, tingkat penulisan buku terlalu tinggi bagi siswa, tidak tahu membaca buku teks, buku fiksi dan kartun sains sering salah konsep karena alasan menariknya yang perlu.
Konteks	Pengalaman siswa, bahasa sehari-hari berbeda, teman diskusi yang salah, keyakinan dan agama, penjelasan orang tua/orang lain yang keliru, konteks hidup siswa (tv, radio, film yang keliru, perasaan senang tidak senang, bebas atau tertekan.
Cara mengajar	Hanya berisi ceramah dan menulis, langsung ke dalam bentuk matematika, tidak mengungkapkan miskonsepsi, tidak mengoreksi PR, model analogi yang dipakai kurang tepat, model demonstrasi sempit, dan lain-lain.

C. Peta Konsep

1. Pengertian Peta Konsep

Peta konsep merupakan hubungan-hubungan yang bermakna antara konsep-konsep dalam bentuk proposisi-proposisi (Yamin, 2002: 144). Menurut Novak dan Gowin (Suparno, 2008: 56) peta konsep adalah suatu bagan skematis untuk

menggambarkan suatu pengertian konseptual seseorang dalam suatu rangkaian pernyataan. Peta konsep menggambarkan hubungan antar konsep-konsep dan terdiri atas kumpulan konsep-konsep serta pernyataan-pernyataan. Pernyataan biasanya terdiri atas minimal dua konsep yang dihubungkan dengan “kata penghubung”, sehingga punya arti yang lengkap.

2. Ciri-ciri peta konsep

Ciri-ciri peta konsep menurut Dahar (1996: 125), yaitu:

- a. Peta konsep atau pemetaan konsep ialah suatu cara untuk memperlihatkan konsep-konsep dan proposisi-proposisi suatu bidang studi.
- b. Suatu peta konsep merupakan suatu gambar dua dimensi dari suatu bidang studi, atau satu bagian dari suatu bidang studi. Ciri inilah yang dapat memperlihatkan hubungan-hubungan proposisional antara konsep-konsep.
- c. Ciri yang ketiga ialah mengenai cara menyatakan hubungan antara konsep-konsep. Tidak semua konsep memiliki bobot yang sama. Ini berarti ada beberapa konsep yang lebih inklusif dari pada konsep-konsep yang lain.
- d. Ciri keempat peta konsep adalah ialah tentang hierarki. Bila dua atau lebih konsep digambarkan di bawah suatu konsep yang lebih inklusif, terbentuklah suatu hierarki pada peta konsep itu.

3. Kegunaan peta konsep

Menurut Dahar (1996: 129), peta konsep dapat diterapkan untuk berbagai tujuan, yaitu:

- a. Menyelidiki apa yang telah diketahui oleh siswa

Untuk dapat belajar bermakna, membutuhkan usaha yang sungguh-sungguh dari pihak siswa untuk menghubungkan pengetahuan baru dengan konsep-konsep relevan yang telah mereka miliki. Dengan kata lain guru harus mengetahui konsep-konsep apa yang telah dimiliki siswa waktu pelajaran baru akan dimulai, sedangkan para siswa diharapkan dapat menunjukkan dimana mereka berada atau konsep-konsep apa yang telah mereka miliki dalam pelajaran baru itu. Dengan

menggunakan peta konsep guru dapat menyelidiki apa yang telah dikuasai siswa tersebut.

b. Mempelajari cara belajar

Dengan melihat peta konsep itu seorang pendidik dapat melihat pemikiran seorang siswa dalam memahami suatu hal yang sedang dipelajari (Suparno, 2008: 58). Dengan pembuatan peta konsep, maka guru dan siswa, demikian pula siswa dan siswa, dapat mengadakan diskusi untuk saling mengemukakan mengapa suatu hubungan proposional itu sah. Dengan cara ini dapat diketahui kekurangan-kekurangan dalam mengaitkan konsep-konsep dan guru dapat menyarankan agar siswa bersangkutan lebih baik belajar.

c. Mengungkapkan konsepsi salah

Peta konsep dapat digunakan untuk mengungkap konsepsi salah (*misconception*) yang terjadi pada siswa. Dengan adanya peta konsep yang dibuat oleh siswa, konsepsi salah biasanya terlihat karena terdapat kaitan antara satu konsep dengan konsep lainnya yang memunculkan proposisi yang salah.

d. Alat evaluasi

Menurut Ausubel (Dahar, 1996: 132) penggunaan peta konsep sebagai alat evaluasi didasarkan pada tiga gagasan dalam teori kognitif, yaitu:

- 1) Struktur kognitif itu diatur secara hierarkis, dengan konsep-konsep dan proposisi-proposisi yang lebih inklusif, lebih umum superordinat terhadap konsep-konsep dan proposisi yang kurang inklusif dan lebih khusus.

- 2) Konsep-konsep dalam struktur kognitif mengalami diferensiasi progresif. Ini menyatakan bahwa konsep-konsep tidak pernah tuntas dipelajari, tetapi selalu dipelajari, dimodifikasi, dan dibuat lebih inklusif.
- 3) Penyesuaian integratif. Prinsip belajar ini menyatakan bahwa belajar bermakna akan meningkat, bila siswa menyadari kaitan konsep-konsep atau proposisi-proposisi yang berhubungan.

Menurut Novak (Dahar, 1996: 132) Peta konsep sebagai alat evaluasi, memiliki kriteria penilaian, yaitu: 1) kesahihan proposisi, 2) adanya hierarki, 3) adanya kaitan silang, dan 4) adanya contoh-contoh.

D. Konsep Ekosistem

1. Pengertian Ekosistem

Konsep ekosistem yang dipelajari berdasarkan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) SMA kelas X dengan Standar Kompetensi yaitu menganalisis hubungan antara komponen ekosistem, perubahan materi, dan energi serta peranan manusia dalam keseimbangan ekosistem; dan Kompetensi Dasar, yaitu mendeskripsikan peran ekosistem dalam aliran energi dan daur biogeokimia serta pemanfaatan ekosistem bagi kehidupan dan disesuaikan dengan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan oleh guru.

Ekosistem adalah tatanan kesatuan secara utuh menyeluruh antara segenap unsur lingkungan hidup yang saling mempengaruhi (Resosoedarmo, *et al.* 1986: 4). Menurut Soemarwoto (2004: 23) ekosistem yaitu suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Ekosistem merupakan hubungan timbal balik yang kompleks antara organisme

dan lingkungannya, baik yang hidup maupun tidak hidup (tanah, air, udara; atau kimia fisik) yang secara bersama-sama dapat membentuk suatu sistem ekologi (Pratiwi *et al.* 2004: 230).

2. Komponen Penyusun Ekosistem

Menurut Pratiwi *et al.* (2004: 230), semua penyusunan ekosistem dapat dibedakan berdasarkan sifat, yaitu:

a. Faktor biotik

Faktor biotik adalah faktor yang meliputi semua makhluk hidup, yaitu:

1) Individu

Individu merupakan organisme yang hidup mandiri secara fisiologis, bersifat bebas atau tidak mempunyai hubungan organik dengan sesamanya. Dengan demikian, individu merupakan sebutan untuk satu makhluk hidup tunggal, misal sebatang padi dan seekor harimau.

2) Populasi

Kumpulan individu sejenis yang hidup pada suatu daerah dan waktu tertentu disebut populasi. Misalnya, populasi pohon kelapa di Kelurahan Tegakan pada tahun 1989 berjumlah 2552 batang.

3) Komunitas

Semua populasi makhluk hidup yang hidup dalam suatu daerah atau lingkungan yang sama disebut komunitas. Misalnya populasi ikan gabus, populasi ikan kecil, populasi ikan sepat, populasi teratai, dan populasi *Hydrilla sp* di kolam merupakan anggota komunitas air.

Berdasarkan cara memperoleh makanannya, faktor biotik dari suatu ekosistem dibagi ke dalam empat kelompok sebagai berikut:

a) Produsen

Semua produsen dapat menghasilkan makanannya sendiri sehingga disebut organisme autotrof. Autotrof adalah organisme yang mampu membuat makanan sendiri yang berupa bahan organik dari bahan anorganik. Contohnya tumbuhan hijau.

b) Konsumen

Semua konsumen tidak dapat membuat makanan sendiri di dalam tubuhnya sehingga disebut heterotrof. Heterotrof merupakan organisme yang memanfaatkan bahan-bahan organik sebagai makanannya dan bahan tersebut disediakan oleh organisme lain. Contohnya hewan dan manusia.

c) Pengurai/dekomposer

Semua makhluk hidup akhirnya akan mati. Daun-daun kering berguguran, pohon-pohon tua tumbang, dan hewan-hewan mati menjadi bangkai. Namun demikian, bumi tidak dipenuhi oleh sampah tumbuhan dan bangkai hewan. Hal ini semua berkat adanya pengurai (dekomposer), yaitu konsumen khusus, yang mengambil makanan dari bangkai atau makhluk hidup yang telah mati dengan cara menguraikan. Bakteri dan jamur saprofit merupakan organisme yang termasuk dekomposer.

d) Detritivor

Detritivor adalah organisme yang memakan partikel-partikel organik atau detritus. Detritus merupakan hancuran jaringan hewan atau tumbuhan. Organisme detritivor antara lain cacing tanah, siput, keluwing, kutu kayu, dan bintang laut.

b. Faktor abiotik

Faktor abiotik adalah faktor yang meliputi faktor fisik dan faktor kimia. Faktor fisik utama yang mempengaruhi ekosistem adalah sebagai berikut: 1) suhu, 2) sinar matahari, 3) air, 4) tanah, 5) angin, 6) ketinggian, dan 7) garis lintang.

3. Interaksi Antar Komponen Ekosistem

a. Interaksi antar organisme

Individu-individu dalam populasi saling berinteraksi dalam berbagai kegiatan hidupnya. Tiap individu akan selalu berhubungan dengan individu lainnya, baik dalam spesies yang sama maupun dalam spesies yang berbeda. Interaksi antar organisme dibedakan menjadi:

1) Netral

Hubungan tidak saling mengganggu antar organisme dalam habitat yang sama yang bersifat tidak menguntungkan dan tidak merugikan kedua belah pihak. Contohnya: Hubungan antara kambing dan kucing. kambing makan rumput dan kucing makan tikus dalam satu area

2) Predasi

Predasi adalah hubungan antara mangsa dan pemangsa (predator). Hubungan ini sangat erat, sebab tanpa mangsa, predator tak dapat hidup. Sebaliknya, predator juga berfungsi sebagai pengontrol populasi mangsa. Contoh: singa

dengan mangsanya. Dalam hubungan predasi satu pihak diuntungkan sementara pihak yang lain dirugikan.

3) Parasitisme

Parasitisme adalah hubungan antarorganisme bila salah satu organisme hidup dan berkembang pada organisme lain dengan mengambil makanan dari organisme lain itu sehingga bersifat merugikan inangnya. Contoh: *Taenia saginata* dengan sapi dan benalu dengan pohon inangnya.

4) Komensalisme

Hubungan kerjasama ini hanya menguntungkan satu pihak namun pihak organisme lainnya tidak diuntungkan atau dirugikan. Contoh: tanaman tanduk rusa yang menempel pada pohon.

5) Mutualisme

Sifat hubungan mutualisme menunjukkan kerja sama (simbiose) dua spesies yang saling menguntungkan satu sama lain. Contoh dari hubungan simbiosis mutualisme ialah bakteri *Rhizobium* yang hidup pada bintil akar tanaman kacang-kacangan.

b. Interaksi antar populasi

Dalam suatu komunitas, antara populasi yang satu dengan populasi yang lain selalu berinteraksi, baik secara langsung maupun tidak langsung. Interaksi antar populasi dikelompokkan menjadi alelopati dan kompetisi.

c. Interaksi antar komunitas

Komunitas adalah kumpulan populasi yang berada di suatu daerah yang sama dan saling berinteraksi. Contoh komunitas adalah komunitas sawah dan komunitas sungai. Komunitas sawah disusun oleh bermacam-macam organisme, misalnya padi, belalang, burung, ular, dan gulma. Komunitas sungai terdiri dari ikan, ganggang, zooplankton, fitoplankton, dan dekomposer. Antara komunitas sungai dan sawah terjadi interaksi dalam bentuk peredaran nutrient dari air sungai ke sawah dan peredaran organisme hidup dari kedua komunitas tersebut.

d. Interaksi antar komponen biotik dan abiotik

Interaksi antara komponen biotik dan abiotik menyebabkan terjadinya aliran energi dalam sistem itu. Selain aliran energi, di dalam ekosistem terdapat juga struktur dan tingkat trofik, keanekaragaman biotik, serta siklus materi.

e. Aliran Energi dan Piramida Makanan

1) Aliran energi

Dalam suatu ekosistem terjadi proses makan dan dimakan yang dilakukan organisme untuk memperoleh tenaga atau energi. Energi yang tersimpan dalam produsen tidak seluruhnya akan pindah ke dalam jaringan tubuh konsumen tingkat pertama. Dari sejumlah energi yang tersimpan dalam jaringan, yang disimpan dalam tubuh konsumen kira-kira 10% saja. Energi yang lain akan digunakan untuk gerak, aktivitas biologis, dan sebagian energi hilang sebagai panas, sedangkan sebagian lagi tetap tersimpan dalam makanan yang tidak tercerna dan keluar sebagai kotoran.

a) Rantai makanan

Menurut Aryutina *et al.*, (2007: 280) rantai makanan adalah jalur makan dan dimakan dari organisme pada satu tingkat trofik ke tingkat trofik berikutnya membentuk urutan dan arah tertentu. Selanjutnya Pratiwi *et al.*, (2004: 247) mendefinisikan rantai makanan sebagai pengalihan energi dari sumbernya dalam tumbuhan melalui sederetan organisme yang makan dan yang dimakan.

Menurut Pratiwi *et al.* (2004: 247) Rantai makanan dibagi menjadi tiga, yaitu:

- (1) Rantai pemangsa. Rantai pemangsa landasan utamanya adalah tumbuhan hijau sebagai produsen. Rantai pemangsa dimulai dari hewan yang bersifat herbivora sebagai konsumen 1, dilanjutkan dengan hewan karnivora yang memangsa herbivora sebagai konsumen ke-2, dan berakhir pada hewan pemangsa karnivora maupun herbivora sebagai konsumen ke-3.
- (2) Rantai parasit. Rantai parasit dimulai dari organisme besar hingga organisme yang hidup sebagai parasit. Contoh organisme parasit antara lain cacing, bakteri, dan benalu.
- (3) Rantai saprofit. Rantai saprofit dimulai dari organisme mati ke jasad pengurai. Misalnya jamur dan bakteri. Rantai-rantai di atas tidak berdiri sendiri tapi saling berkaitan satu dengan lainnya sehingga membentuk jaring-jaring makanan.

b) Jaring-jaring makanan

Konsumen pada suatu rantai makanan dapat menjadi anggota rantai makanan yang berbeda. Rantai-rantai makanan dapat saling tumpang tindih atau saling berhubungan satu sama lain membentuk suatu jaring-jaring yang simpang

siur, dan disebut jaring-jaring makanan. Jadi, kumpulan rantai makanan yang saling berhubungan disebut jaring-jaring makanan.

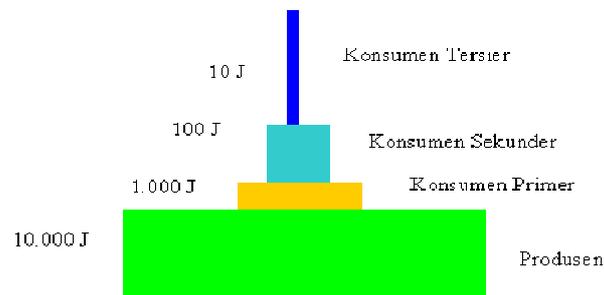
2) Piramida makanan

Dalam piramida makanan, produsen dan konsumen menduduki tingkat-tingkat tertentu. Tingkatan-tingkatan tersebut dinamakan tingkat trofik. Struktur trofik pada ekosistem dapat disajikan dalam bentuk piramida ekologi. Menurut Pratiwi *et al.* (2004: 245) ada tiga jenis piramida ekologi, yaitu: piramida energi, piramida jumlah, dan piramida biomassa.

a) Piramida Energi

Tumbuhan sebagai produsen memiliki kemampuan untuk menangkap energi matahari. Pada umumnya 80% sampai 90% energi hilang selama mengalir dari satu tingkatan trofik ke tingkat trofik selanjutnya sehingga efisiensi energinya hanya berkisar 5% sampai 20%. Artinya selama proses perpindahan energi terjadi pengurangan energi pada tingkat trofik yang lebih tinggi, hal ini karena:

- (1) Energi tidak dapat diciptakan dan hanya dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk yang lain atau menjadi panas yang tidak berguna lagi.
- (2) Sebagian dari materi yang dimakan tidak dapat dicerna oleh konsumen sehingga dibuang dalam bentuk feses atau urin yang masih mengandung energi.



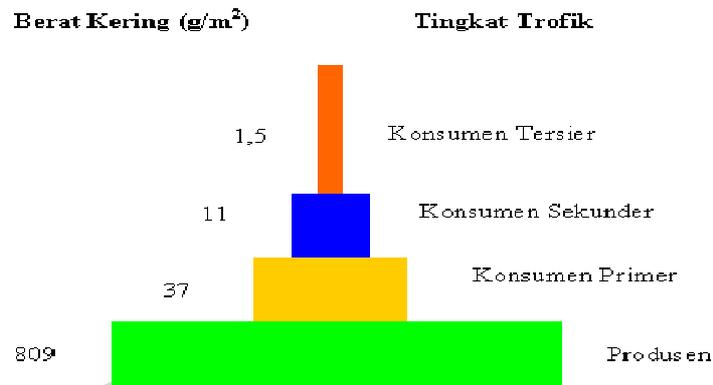
Gambar 2.1 Suatu bentuk piramida energi (Sumber: Campbell *et al.* 2004)

b) Piramida Jumlah

Jumlah individu di setiap tingkat trofik digambarkan dengan piramida jumlah. Organisme di tingkat trofik pertama biasanya paling melimpah, sedangkan organisme di tingkat trofik kedua, ketiga, dan selanjutnya makin berkurang. Piramida jumlah ini didasarkan atas jumlah organisme pada setiap tingkat trofik. Ukuran masing-masing balok itu sebanding dengan jumlah individu organisme yang terdapat pada masing-masing tingkat trofik.

c) Piramida Biomassa

Berkurangnya transfer energi pada setiap tingkat trofik dapat digambarkan dengan piramida biomassa. Pada piramida biomassa, setiap tingkat trofik menunjukkan berat kering dari seluruh organisme di tingkat trofik tersebut pada suatu waktu. Piramida biomassa umumnya juga berbentuk menyempit dari dasar ke puncak karena perpindahan energi antara tingkat trofik tidak efisien.



Gambar 2.2 Piramida biomassa pada suatu ekosistem darat di lahan berlumpur Florida
(Sumber: Campbell *et al.* 2004)

Pada beberapa ekosistem, misalnya ekosistem akuatik, piramida biomassa dapat berbentuk terbalik, dengan konsumen primer dapat melebihi produsen. Piramida biomassa yang terbalik seperti itu terjadi karena zooplankton mengkonsumsi fitoplankton sedemikian cepatnya sehingga produsen tersebut tidak pernah membentuk suatu populasi berukuran besar. Hal ini karena fitoplankton tersebut memiliki waktu pergantian yang pendek.



Gambar 2.3 Piramida biomassa pada suatu ekosistem akuatik di terusan Inggris
(Sumber: Campbell *et al.* 2004)

4. Macam-macam Ekosistem

Menurut Pratiwi *et al.* (2004: 230) ekosistem dibedakan menjadi ekosistem darat dan ekosistem perairan. Ekosistem perairan dibedakan atas ekosistem air tawar dan ekosistem air laut.

a. Ekosistem darat

Ekosistem darat ialah ekosistem yang lingkungan fisiknya berupa daratan. Berdasarkan letak geografisnya (garis lintangnya), ekosistem darat dibedakan menjadi beberapa bioma, yaitu sebagai berikut:

1) Bioma gurun

Beberapa Bioma gurun terdapat di daerah tropika (sepanjang garis balik) yang berbatasan dengan padang rumput. Ciri-ciri bioma gurun adalah gersang dan curah hujan rendah (25 cm/tahun). Suhu siang hari tinggi (bisa mencapai 45°C), sehingga penguapan juga tinggi, sedangkan malam hari suhu sangat rendah (bisa mencapai 0°C). Perbedaan suhu antara siang dan malam sangat besar. Tumbuhan semusim yang terdapat di gurun berukuran kecil. Selain itu, di gurun dijumpai pula tumbuhan menahun berdaun seperti duri contohnya kaktus, atau tak berdaun dan memiliki akar panjang serta mempunyai jaringan untuk menyimpan air. Hewan yang hidup di gurun antara lain rodentia, ular, kadal, katak, dan kalajengking.

2) Bioma padang rumput

Bioma ini terdapat di daerah yang terbentang dari daerah tropik ke subtropik. Ciri-cirinya adalah curah hujan kurang lebih 25-30 cm per tahun dan hujan turun tidak teratur. Porositas (peresapan air) tinggi dan drainase (aliran air) cepat. Tumbuhan yang ada terdiri atas tumbuhan terna (herba) dan rumput yang keduanya tergantung pada kelembapan. Hewannya antara lain: bison, zebra, singa, anjing liar, serigala, gajah, jerapah, kangguru, serangga, tikus, dan ular.

3) Bioma hutan basah

Bioma hutan basah terdapat di daerah tropika dan subtropik. Ciri-cirinya adalah, curah hujan 200-225 cm per tahun. Spesies pepohonan relatif banyak, jenisnya berbeda antara satu dengan yang lainnya tergantung letak geografisnya. Tinggi pohon utama antara 20-40 m, cabang-cabang pohon tinggi dan berdaun lebat hingga membentuk tudung (kanopi). Dalam hutan basah terjadi perubahan iklim mikro (iklim yang langsung terdapat di sekitar organisme). Daerah tudung cukup mendapat sinar matahari. Variasi suhu dan kelembapan tinggi/besar dan suhu sepanjang hari sekitar 25°C. Dalam hutan basah tropika sering terdapat tumbuhan khas, yaitu liana (rotan), kaktus, dan anggrek sebagai epifit. Hewannya antara lain, kera, burung, badak, babi hutan, harimau, dan burung hantu.

4) *Bioma hutan gugur*

Bioma hutan gugur terdapat di daerah beriklim sedang, Ciri-cirinya adalah curah hujan merata sepanjang tahun. Terdapat di daerah yang mengalami empat musim (dingin, semi, panas, dan gugur). Jenis pohon sedikit (10 s/d 20) dan tidak terlalu rapat. Hewannya antara lain rusa, beruang, rubah, bajing, burung pelatuk, dan rakoon (sebangsa luwak).

5) *Bioma taiga*

Bioma taiga terdapat di belahan bumi sebelah utara dan di pegunungan daerah tropik. Ciri-cirinya adalah suhu di musim dingin rendah. Biasanya taiga merupakan hutan yang tersusun atas satu spesies seperti konifer, pinus, dan sejenisnya. Semak dan tumbuhan basah sedikit sekali. Hewannya antara lain,

beruang hitam, ajag, dan burung-burung yang bermigrasi ke selatan pada musim gugur.

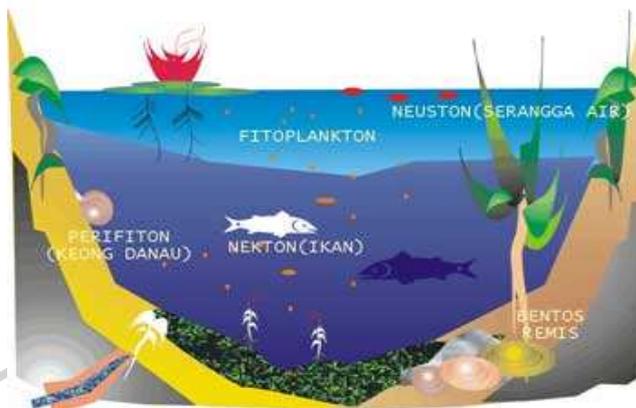
6) *Bioma tundra*

Bioma tundra terdapat di belahan bumi sebelah utara di dalam lingkaran kutub utara dan terdapat di puncak-puncak gunung tinggi. Pertumbuhan tanaman di daerah ini hanya 60 hari. Contoh tumbuhan yang dominan adalah *Sphagnum*, liken, tumbuhan biji semusim, tumbuhan kayu yang pendek, dan rumput. Pada umumnya, tumbuhannya mampu beradaptasi dengan keadaan yang dingin. Hewan yang hidup di daerah ini ada yang menetap dan ada yang datang pada musim panas, semuanya berdarah panas. Hewan yang menetap memiliki rambut atau bulu yang tebal, contohnya muscox, rusa kutub, beruang kutub, dan insekta terutama nyamuk dan lalat hitam.

b. Ekosistem air tawar

Ciri-ciri ekosistem air tawar antara lain variasi suhu tidak menyolok, penetrasi cahaya kurang, dan terpengaruh oleh iklim dan cuaca. Macam tumbuhan yang terbanyak adalah jenis ganggang, sedangkan lainnya tumbuhan biji. Hampir semua filum hewan terdapat dalam air tawar. Organisme yang hidup di air tawar pada umumnya telah beradaptasi.

Penggolongan organisme dalam air dapat berdasarkan aliran energi dan kebiasaan hidup. Ekosistem air tawar digolongkan menjadi air tenang dan air mengalir. Termasuk ekosistem air tenang adalah danau dan rawa, termasuk ekosistem air mengalir adalah sungai.



Gambar 2.4 Berbagai Organisme Air Tawar Berdasarkan Cara Hidupnya

(Sumber: <http://kambing.ui.ac.id/bebas/v12/sponsor/SponsorPendamping/Praweda/Biologi/0034%20Bio%201-7e.htm>)

a) Danau

Komunitas tumbuhan dan hewan tersebar di danau sesuai dengan kedalaman dan jaraknya dari tepi. Berdasarkan hal tersebut danau dibagi menjadi empat daerah sebagai berikut:

(1) Daerah litoral

Daerah ini merupakan daerah dangkal. Cahaya matahari menembus dengan optimal. Komunitas organisme sangat beragam termasuk jenis-jenis ganggang yang melekat (khususnya diatom), berbagai siput dan remis, serangga, udang-udangan, ikan, amfibi, reptilia air dan semi air seperti kura-kura dan ular, itik dan angsa, dan beberapa mamalia yang sering mencari makan di danau.

(2) Daerah limnetik

Daerah ini merupakan daerah air bebas yang jauh dari tepi dan masih dapat ditembus sinar matahari. Daerah ini dihuni oleh berbagai fitoplankton, termasuk ganggang dan sianobakteri. Ganggang

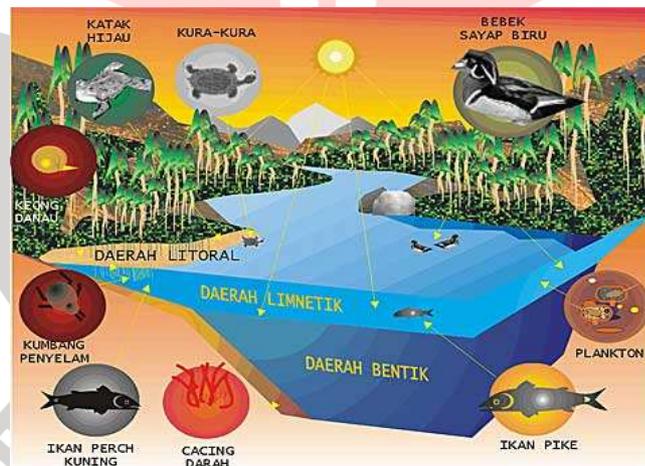
berfotosintesis dan bereproduksi dengan kecepatan tinggi selama musim panas dan musim semi.

(3) *Daerah profundal*

Daerah ini merupakan daerah yang dalam, yaitu daerah afotik danau. Mikroba dan organisme lain menggunakan oksigen untuk respirasi seluler setelah mendekomposisi detritus yang jatuh dari daerah limnetik. Daerah ini dihuni oleh cacing dan mikroba.

(4) *Daerah bentik*

Daerah ini merupakan daerah dasar danau tempat terdapatnya bentos dan sisa-sisa organisme mati.



Gambar 2.5 Empat Daerah Utama pada Danau Air Tawar

(Sumber: <http://kambing.ui.ac.id/bebas/v12/sponsor/SponsorPendamping/Praweda/Biologi/0034%20Bio%201-7e.htm>)

b) Sungai

Sungai adalah suatu badan air yang mengalir ke satu arah. Air sungai dingin dan jernih serta mengandung sedikit sedimen dan makanan. Aliran air dan

gelombang secara konstan memberikan oksigen pada air. Suhu air bervariasi sesuai dengan ketinggian dan garis lintang.

c. Ekosistem air laut

Ekosistem air laut dibedakan atas lautan, pantai, estuari, dan terumbu karang.

1) Laut

Habitat laut (oseanik) ditandai oleh salinitas (kadar garam) yang tinggi dengan ion Cl^- mencapai 55% terutama di daerah laut tropik, karena suhunya tinggi dan penguapan besar. Di daerah tropik, suhu laut sekitar $25^{\circ}C$, perbedaan suhu bagian atas dan bawah tinggi. Batas antara lapisan air yang panas di bagian atas dengan air yang dingin di bagian bawah disebut daerah *termoklin*.

Di daerah dingin, suhu air laut merata sehingga air dapat bercampur, maka daerah permukaan laut tetap subur dan banyak plankton serta ikan. Gerakan air dari pantai ke tengah menyebabkan air bagian atas turun ke bawah dan sebaliknya, sehingga memungkinkan terbentuknya rantai makanan yang berlangsung baik.

2) Ekosistem pantai

Ekosistem pantai letaknya berbatasan dengan ekosistem darat, laut, dan daerah pasang surut. Ekosistem pantai dipengaruhi oleh siklus harian pasang surut laut. Organisme yang hidup di pantai memiliki adaptasi struktural sehingga dapat melekat erat di substrat keras.

Daerah paling atas pantai hanya terendam saat pasang naik tinggi. Daerah ini dihuni oleh beberapa jenis ganggang, moluska, dan remis yang menjadi konsumsi bagi kepiting dan burung pantai. Daerah tengah pantai terendam saat pasang tinggi dan pasang rendah. Daerah ini dihuni oleh ganggang, porifera, anemon laut,

remis, dan kerang, siput herbivora dan karnivora, kepiting, landak laut, bintang laut, dan ikan-ikan kecil. Daerah pantai terdalam terendam saat air pasang maupun surut. Daerah ini dihuni oleh beragam invertebrata dan ikan serta rumput laut.

3) Estuari

Estuari (muara) merupakan tempat bersatunya sungai dengan laut. Estuari sering dipagari oleh lempengan lumpur intertidal yang luas atau rawa garam. Salinitas air berubah secara bertahap mulai dari daerah air tawar ke laut. Salinitas ini juga dipengaruhi oleh siklus harian dengan pasang surut airnya. Nutrien dari sungai memperkaya estuari. Komunitas tumbuhan yang hidup di estuari antara lain rumput rawa garam, ganggang, dan fitoplankton. Komunitas hewannya antara lain berbagai cacing, kerang, kepiting, dan ikan.

4) Terumbu karang

Di laut tropis, pada daerah neritik, terdapat suatu komunitas yang khusus yang terdiri dari karang batu dan organisme-organisme lainnya. Komunitas ini disebut terumbu karang. Daerah komunitas ini masih dapat ditembus cahaya matahari sehingga fotosintesis dapat berlangsung.

Hewan-hewan yang hidup di karang memakan organisme mikroskopis dan sisa organik lain. Berbagai invertebrata, mikro organisme, dan ikan, hidup di antara karang dan ganggang. Herbivora seperti siput, landak laut, ikan, menjadi mangsa bagi gurita, bintang laut, dan ikan karnivora.

