

BAB 2

KAJIAN TEORETIS

1.1 Kajian Pustaka

1.1.1 Kajian tentang Miskonsepsi

1.1.1.1 Pengertian Miskonsepsi

Miskonsepsi adalah suatu konsep yang tidak sesuai dengan konsep yang diakui oleh para ahli. Menurut Suparno (2005), beberapa peneliti lebih suka menggunakan istilah konsep alternatif, karena dengan istilah itu menunjukkan keaktifan dan peran peserta didik mengonstruksi pengetahuan mereka. Selain itu, konsep yang dianggap “salah” tersebut dalam banyak hal dapat membantu orang dalam memecahkan persoalan hidup mereka. Miskonsepsi mencakup: 1) pengertian yang tidak akurat tentang konsep, 2) penggunaan konsep yang salah, 3) klasifikasi contoh-contoh yang salah tentang penerapan konsep, 4) pemaknaan konsep yang berbeda, 5) kekacauan konsep-konsep yang berbeda, dan 6) hubungan hierarkis konsep-konsep yang tidak benar. Beberapa pengertian miskonsepsi lainnya menurut para ahli sebagai berikut:

Menurut Novak, miskonsepsi sebagai suatu interpretasi konsep-konsep dalam suatu pernyataan yang tidak dapat diterima. Menurut Brown, miskonsepsi sebagai suatu pandangan yang naif dan mendefinisikannya sebagai suatu gagasan yang tidak sesuai dengan pengertian ilmiah yang sekarang diterima. Menurut Feldsin, miskonsepsi sebagai suatu kesalahan dan hubungan yang tidak benar antar konsep-konsep. Menurut Fowler, miskonsepsi sebagai pengertian yang tidak akurat akan konsep, penggunaan konsep yang salah, klasifikasi contoh-contoh yang salah, kekacauan konsep-konsep yang berbeda, dan hubungan hierarkis konsep-konsep yang tidak benar. (Suparno, 2005)

1.1.1.2 Faktor-faktor Penyebab Miskonsepsi

Faktor penyebab munculnya miskonsepsi dapat disebabkan oleh berbagai sebab utama dan sebab khusus. Penyebab miskonsepsi dapat berasal dari individu peserta didik dan lingkungannya seperti pengajar atau ilmu yang di dapat dari

sekolah. Menurut Suparno (2005) dalam Gusmalia (2016), miskonsepsi muncul karena disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

Tabel 2.1. Faktor Penyebab Miskonsepsi

No.	Sebab Utama	Sebab Khusus
1	Peserta didik	Prakonsepsi, pemikiran asosiatif, pemikiran <i>humanistic, reasoning</i> yang tidak lengkap, intuisi yang salah, tahap perkembangan kognitif siswa, kemampuan siswa, minat belajar siswa.
2	Pengajar	Tidak menguasai bahan, bukan lulusan dari bidang biologi, tidak membiarkan siswa mengungkapkan gagasan/ide, relasi guru siswa tidak baik.
3	Cara mengajar	Hanya berisi ceramah dan menulis, tidak mengungkapkan miskonsepsi, tidak mengoreksi PR, model analogi yang digunakan kurang tepat, model demonstrasi sempit dan lain-lain.
4	Konteks	Pengalaman siswa, bahasa siswa 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 dan tidak senang, bebas atau dalam keadaan tertekan)
5	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.

Sumber: Gusmalia, 2006

Dari beberapa faktor yang disebutkan di atas, terdapat faktor yang menjadi spesifikasi. Dalam penelitian ini ada pada faktor peserta didik dan guru sebagai pengajar. Penyebab khusus adanya miskonsepsi dapat ditinjau dari pola pikir konsep peserta didik sebelum menerima pengajaran dari guru terkait konsep

ekosistem, cara peserta didik memahami hal-hal yang disampaikan oleh guru, dan cara guru menyampaikan konsep yang ada melalui kesesuaian model pembelajaran yang diterapkan.

1.1.1.3 Cara Mengatasi Miskonsepsi

Menurut Taufiq (2012) miskonsepsi dapat diubah melalui pemberian pertanyaan, eksperimen (hukum alam selalu benar), situasi hipotetis tanpa didasari hukum fisika, konflik kognitif, dan eksperimen atau demonstrasi untuk menguji hipotesis (Dykstra, et al., 1992). Menurut paradigma konstruktivistik, belajar merupakan proses regulasi diri dalam menyelesaikan konflik kognitif yang sering muncul melalui pengalaman konkrit, wacana kolaboratif, dan interpretasi. Oleh karena itu, belajar adalah kegiatan aktif pebelajar untuk membangun pengetahuannya, dimana pebelajar sendiri yang bertanggung jawab atas peristiwa belajar dan hasil belajarnya.

Miskonsepsi dapat muncul dari berbagai penyebab. Peserta didik yang memiliki prakonsepsi yang keliru diawal dapat berkembang menjadi miskonsepsi yang berkepanjangan yang didukung oleh faktor-faktor lain yang dianggap cocok dengan konsep yang sudah terkonstruksi dalam pola pikir peserta didik. Minat belajar yang kuat dapat meminimalisasi berkembangnya prakonsepsi yang miskonsepsi.

Faktor tidak berasal dari peserta didik saja, pengajar juga bisa menjadi faktor pendukung lain untuk munculnya miskonsepsi. Pengajar harus memiliki penguasaan topik materi dan bahan ajar yang tidak miskonsepsi khususnya bidang biologi dan menggunakan segala momen untuk mengetahui apakah materi yang disampaikan dalam proses pembelajaran tersampaikan secara jelas tanpa miskonsepsi atau tidak karena pada saat di dalam kelas, peserta didik sudah memiliki pengetahuan awal yang harus pengajar deteksi kesesuaiannya dengan konsep ilmiah.

1.1.2 *Certainty of Response Index (CRI)*

Untuk mengidentifikasi terjadinya miskonsepsi, Hasan, Saleem., D. Bagayoko, D., dan Kelley, E. L (1999) telah mengembangkan suatu metode yang disebut dengan istilah *Certainty of Response Index (CRI)*. CRI ini merupakan suatu metode yang menunjukkan ukuran tingkat keyakinan atau kepastian responden dalam menjawab setiap pertanyaan (soal) yang diberikan, dengan memberikan suatu skala keyakinan atau kepastian responden yang menyertai tiap jawaban tersebut.

Identifikasi miskonsepsi sudah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya yaitu dengan menggunakan *Certainty of Response Index (CRI)*. Seperti yang dilakukan oleh Zulvita (2017) yaitu untuk menentukan perbedaan berdasarkan tingkat keyakinan siswa terhadap pilihan yang ditandai dengan nilai CRI yang diberikan pada lembar jawaban. CRI digunakan untuk menganalisis siswa yang mengalami miskonsepsi, sekaligus membedakannya dengan siswa yang tidak paham konsep. Sedangkan tes wawancara digunakan berdasarkan respon siswa dalam menjawab soal tes terkait dengan yang dimiskonsepsikan. Sehingga dengan wawancara diagnosis, dapat ditelusuri konsistensi jawaban pada soal tes yang telah dilakukan sebelumnya.

Menurut Hasan (1999) dalam Nuramanah (2017) untuk menggunakan metode CRI ini didasarkan pada skala dan kesempatan untuk menjawab soal. Skala CRI yang digunakan yaitu 0-5, dan diberikan bersamaan dengan setiap jawaban soal. Jika CRI rendah menandakan ketidakyakinan siswa dalam menjawab suatu pertanyaan atau bisa diartikan adanya unsur penebakan dalam menjawab soal. Sebaliknya jika CRI tinggi menandakan keyakinan siswa dalam menjawab suatu pertanyaan baik. Jika jawaban yang dijawab benar, maka tingkat keyakinan yang tinggi akan kebenaran konsepnya telah teruji dengan baik.

Dalam penggunaan metode CRI ini, cara untuk mengetahui kemampuan siswa yaitu dengan cara memberikan tes pilihan ganda yang bersifat pemahaman konsep. Skala yang digunakan dalam CRI terdapat pada tabel 2.

Tabel 2.2. CRI dan kriteria

CRI	Kriteria
5	<i>Certain</i> (Sangat Paham)
4	<i>Almost Certain</i> (Hampir Paham)
3	<i>Sure</i> (Yakin)
2	<i>Not Sure</i> (Tidak Yakin)
1	<i>Almost Guess</i> (Sebagian Jawaban Menduga-duga)
0	<i>Totally Guessed Answer</i> (Keseluruhan Jawaban Menduga-duga)

Sumber: Saleem Hasan (1999)

Penggunaan skala CRI ini disaat siswa menjawab soal yang diberikan, dimana siswa diminta memberikan nilai 0-5 disetiap soal yang dijawab. Hasil dari nilai CRI yang diberikan oleh siswa diolah kemudian dipadukan hasilnya dengan ketentuan kriteria paham konsep atau tidak paham konsep. Berdasarkan tabel tersebut, menurut Saleem Hasan dalam Tayubi, 2005, angka 0 menandakan bahwa siswa tidak tahu atau tidak paham akan konsep yang diajarkan, sedangkan angka 5 menyatakan bahwa siswa paham konsep yang telah diajarkan dan percaya diri dalam menjawab setiap pertanyaan. Untuk skala kepastian 0-2 menandakan bahwa penebakan jawaban yang dilakukan siswa menjadi peranan yang penting dalam menjawab soal tidak melihat jawaban itu salah atau benar. Skala 3-5 menandakan bahwa siswa memiliki tingkat kepercayaan yang tinggi dalam menjawab soal, dalam tingkat ini siswa dapat menjawab soal dengan nilai yang benar dan menunjukkan bahwa siswa paham akan konsep yang diajarkan, tetapi jika jawaban salah terdapat kekeliruan dalam pemahaman konsep.

1.1.3 Model Pembelajaran Learning Cycle/5E

1.1.3.1 Model Pembelajaran Learning Cycle

Menurut Trianto (2010) model pembelajaran adalah suatu perencanaan atau suatu pola yang dapat digunakan untuk mendesain pola-pola mengajar secara tatap muka didalam kelas atau mengatur tutorial, dan untuk menentukan materi/perangkat pembelajran termasuk di dalamnya buku-buku, filmfilm, tipe-tipe, program-program perangkat computer, dan kurikulum (sebagai kursus untuk belajar). Setiap model mengarahkan kita untuk mendesain pembelajaran yang dapat membantu siswa untuk mencapai berbagai tujuan.

Model pembelajaran *Learning Cycle* merupakan salah satu model pembelajaran yang sesuai dengan paradigma konstruktivisme. Pendekatan teori konstruktivistik pada dasarnya menekankan pentingnya siswa membangun sendiri pengetahuan mereka lewat keterlibatan proses belajar mengajar. Sehingga proses belajar mengajar lebih berpusat pada siswa (*student centered*) dari pada *teacher centered*. Dengan kata lain pembelajaran yang menggunakan model pembelajaran *Learning Cycle* berpusat pada guru berperan sebagai fasilitator. (Trianto, 2007)

1.1.3.2 Langkah-Langkah 5E

Model *learning cycle* pertama kali dikembangkan oleh Robert Karplus dari Universitas California, Berkley tahun 1970-an. Karplus mengidentifikasi adanya tiga fase yang digunakan dalam model pembelajaran ini yaitu preliminary exploration, invention, dan discovery. Berkaitan dengan tiga fase dalam learning cycle, Charles Barman dan Marvin Tolman menggunakan istilah exploration, concept introduction, dan concept application. Walaupun disebutkan dengan istilah yang berbeda, namun pada dasarnya mempunyai makna yang sama.

Bahkan, model siklus belajar yang terdiri dari tiga fase tersebut selanjutnya dikembangkan dan diperinci kembali sehingga muncullah model learning cycle lima fase (5E) yang meliputi: engagement, exploration, explanation, elaboration/extension, dan evaluation. Berikut adalah bagan siklus belajar dan penjelasan ringkas dari tiap siklus:



Gambar 2.1. Alur *Learning Cycle* Tipe 5E

Sumber: Muhammad Taufiq (2012)

Terdiri dari lima fase yaitu fase *engage* (menarik perhatian), fase *explore* (eksplorasi), fase *explain* (menjelaskan), fase *extend* (perluasan), fase *evaluate* (evaluasi). Pada fase *engage* atau fase menarik perhatian, guru dapat melontarkan pertanyaan yang menstimulus peserta didik untuk memunculkan pemahaman awal atas konsep yang sudah atau sedang dipelajari, guru juga dapat memberikan pertanyaan yang membangun konflik kognitif. Biasanya pada fase inilah guru dapat mengidentifikasi miskonsepsi peserta didik. Fase kedua adalah fase *explore* atau eksplorasi. Pada fase ini, peserta didik diberi kesempatan untuk mengeksplorasi seluruh pemahaman yang dimiliki bersama dengan teman-temannya tanpa arahan dari guru secara langsung. Fase ini menurut teori Piaget merupakan fase “ketidakseimbangan” dimana peserta didik harus dibuat bingung. Yang dihasilkan dari fase ini adalah peserta didik dapat menyusun hipotesis sementara atas konsep atau konflik yang ada. Fase ketiga adalah fase *explain* atau menjelaskan, peserta didik diberikan kesempatan untuk menyampaikan hasil temuan yang sudah dieksplorasi dan seluruh individu maupun kelompok berhak menyampaikan konsep

yang ada. Fase keempat adalah fase *extend* atau perluasan, guru dapat mendesain kegiatan untuk mengimplikasikan konsep agar peserta didik dapat mengaplikasikan konsep yang sudah dikaji. Fase terakhir adalah fase *evaluate* atau evaluasi, guru melakukan evaluasi pada setiap langkah yang dilakukan, guru juga dapat mengamati atau mengobservasi sejauh mana pemahaman konsep peserta didik.

1.1.4 Deskripsi Materi Ekosistem

Organisme atau makhluk hidup apapun dan dimanapun mereka berada tidak akan dapat hidup sendiri. Kelangsungan hidup suatu organisme akan bergantung kepada organisme lain dan semua komponen lingkungan yang dapat dipandang sebagai sumber daya alam untuk keperluan pangan, papan atau tempat berlindung, sandang, serta kegunaan lain sesuai dengan kebutuhan hidupnya. Dengan demikian, antarorganisme yang satu dengan yang lainnya, serta dengan semua jomponen lingkungannya itu mempunyai hubungan baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Hubungan antara organisme yang satu dengan yang lainnya dan dengan semua komponen lingkungan sangar kompleks (rumit), dan bersifat timbal balik (Resosoedarmo dkk., 1986). Berikut adalah contoh ilustrasi ekosistem yang berada di perairan yang menunjukkan bahwa adanya interaksi antar individu di dalamnya.



Gambar 2.2. Ekosistem Perairan

Sumber: *Ocean Conservation* (2020)

Inti permasalahan lingkungan hidup adalah hubungan makhluk hidup, khususnya manusia, dengan lingkungan hidupnya. Ilmu tentang hubungan timbal balik makhluk hidup dengan lingkungan hidupnya disebut ekologi. Oleh karena itu

permasalahan lingkungan hidup pada hakekatnya adalah permasalahan ekologi. Istilah ekologi pertama kali digunakan oleh Haeckel, seorang ahli ilmu hayat, dalam pertengahan dasawarsa 1860-an. Istilah ini berasal dari *oikos* yang berarti rumah dan *logos* yang berarti ilmu.

1.1.4.1 Komponen-komponen Ekosistem

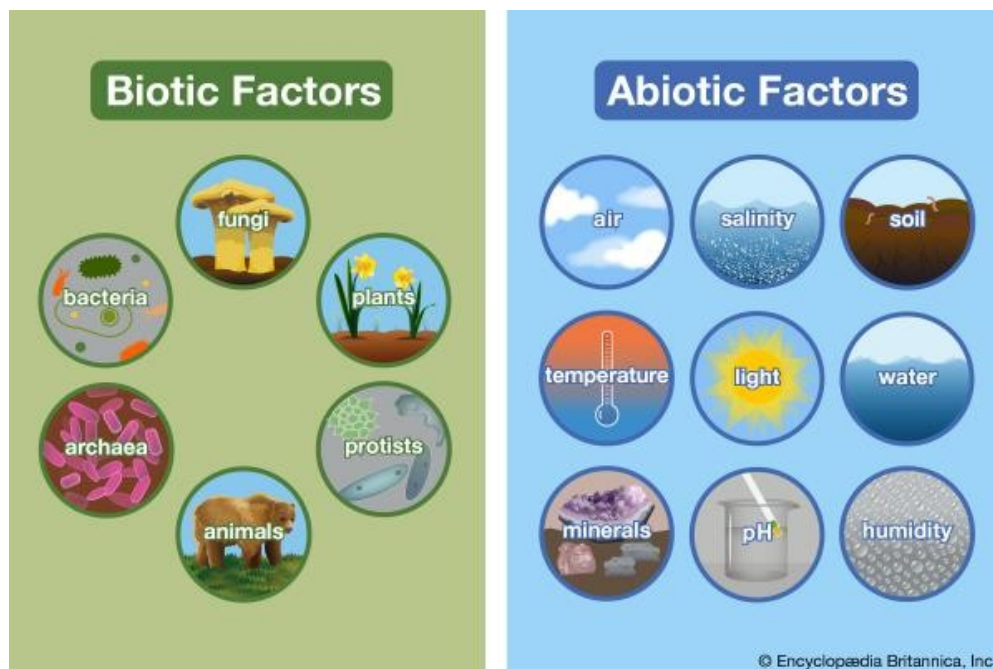
Suatu konsep sentral dalam ekologi adalah ekosistem, yaitu suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Menurut pengertian, suatu sistem terdiri atas komponen – komponen yang bekerja secara teratur sebagai suatu kesatuan. Ekosistem terbentuk oleh komponen hidup dan tak hidup di suatu tempat yang berinteraksi membentuk suatu kesatuan yang teratur.

Ekosistem yaitu tatanan kesatuan secara utuh menyeluruh antara segenap unsur lingkungan hidup yang saling memengaruhi (UU Lingkungan Hidup Tahun 1997). Unsur-unsur lingkungan hidup baik unsur biotik maupun abiotik, baik makhluk hidup maupun benda mati, semuanya tersusun sebagai satu kesatuan dalam ekosistem yang masing-masing tidak bisa berdiri sendiri, tidak bisa hidup sendiri, melainkan saling berhubungan, saling memengaruhi, saling berinteraksi, sehingga tidak dapat dipisahkan.

Semua ekosistem, baik ekosistem terestrial (daratan) maupun akuatik (perairan) terdiri atas komponen-komponen yang dapat dikelompokkan berdasarkan segi trofik atau nutrisi dan segi struktur dasar ekosistem (Odum, 1993). Berdasarkan atas segi struktur dasar ekosistem.

Maka komponen ekosistem terdiri dari dua jenis (gopal dan Bhardwaj 1979):

- 1) Komponen biotik atau komponen makhluk hidup, misalnia binatang, tumbuhan, dan mikroba.
- 2) Komponen abiotik atau komponen benda mati, misalnya air, udara, tanah, dan energi.



Gambar 2.3. Contoh biotik dan abiotik

Sumber: *Encyclopedia Britannica* (2021)

Berdasarkan segi trofik atau nutrisi, maka komponen biotik ekosistem terdiri atas dua jenis (Odum, 1993) yaitu:

- 1) Komponen autotrofik (*autotrophic*). Kata autotrofik berasal dari kata *autos* artinya sendiri, dan *trophikos* artinya menyediakan makanan. Komponen autorofik, yaitu organisme yang mampu menyediakan atau mensintesis makanannya sendiri berupa bahan organik berasal dari bahan-bahan anorganik dengan bantuan klorofil dan energi utama berupa radiasi matahari. Pada komponen autotrofik terjadi peningkatan energi radiasi matahari dan sintesis bahan anorganik menjadi bahan organik kompleks.

Oleh karena itu, organisme yang mengandung klorofil termasuk ke dalam golongan autotrof dan pada umumnya adalah golongan tumbuh-tumbuhan seperti pada contoh gambar di bawah ini.



Gambar 2.4. Tumbuhan autotrofik

Sumber: *Encyclopedia Britannica* (2021)

2) Komponen heterotrofik (*heterothropic*). Kata heterotrof berasal dari kata *hetero* artinya berbeda atau lain, dan *trophikos* artinya menyediakan makanan. Komponen heterotrof, yaitu organisme yang hidupnya selalu memanfaatkan bahan organik sebagai bahan makanannya, sedangkan bahan organik yang dimanfaatkan itu disediakan oleh organisme lain.

Jadi, komponen heterotrofik memperoleh bahan makanan dari komponen autotrof, kemudian sebagian anggota komponen ini menguraikan bahan organik Kompleks ke dalam bentuk bahan anorganik yang sederhana titik Dengan demikian binatang, jamur, jasad renik termasuk ke dalam golongan komponen heterotrofik.



Gambar 2.5. Contoh heterotrof

Sumber: *Encyclopedia Britannica* (2020)

Odum (1993) mengatakan bahwa semua ekosistem apabila ditinjau dari segi struktur dasarnya terdiri atas empat komponen. Pernyataan ini didukung oleh Resosoedarmo *dkk.*, (1986) bahwa ekosistem ditinjau dari segi penyusunnya terdiri atas 4 komponen yaitu komponen abiotik komponen biotik yang mencakup Produsen konsumen dan pengurai. Masing-masing dari 4 komponen tersebut diuraikan sebagai berikut:

- 1) Komponen abiotik (benda mati atau nonhayati), yaitu komponen fisik dan kimia yang terdiri atas tanah air udara sinar matahari, dan lain sebagainya yang berupa medium atau substrat untuk berlangsungnya kehidupan. Menurut Setiadi 1983, komponen biotik dari suatu ekosistem dapat meliputi senyawa dari elemen inorganik misalnya tanah air, kalsium oksigen, karbonat, fosfat, dan berbagai ikatan senyawa organik. Selain itu juga ada faktor- faktor fisik yang terlibat misalnya uap air, angin, dan radiasi matahari.
- 2) Komponen produsen yaitu organisme autotrofik yang pada umumnya berupa tumbuhan hijau titik produsen menggunakan energi radiasi matahari dalam proses fotosintesis, sehingga mampu mengasimilasi CO₂ dan H₂O menghasilkan energi kimia yang tersimpan dalam karbohidrat. Energi kimia inilah sebenarnya merupakan sumber energi yang kaya senyawa karbon. Dalam proses fotosintesis tersebut, oksigen dikeluarkan oleh tumbuhan hijau kemudian dimanfaatkan oleh semua makhluk hidup di dalam proses pernapasan.
- 3) Komponen konsumen, yaitu organisme heterotrof misalnya binatang dan manusia yang memakan organisme lain. Jadi yang disebut sebagai konsumen adalah semua organisme dalam ekosistem yang menggunakan hasil sintesis atau bahan organik dari produsen atau dari organisme lainnya. Berdasarkan kategori tersebut maka yang termasuk konsumen adalah semua jenis binatang dan manusia yang terdapat dalam suatu ekosistem. Konsumen dapat digolongkan dalam tingkat pertama, kedua, ketiga, dan mikrokonsumen.
 - a) Konsumen pertama adalah golongan herbivora yaitu binatang yang makan tumbuhan hijau titik contoh organisme yang termasuk herbivora adalah serangga, rodensia, kelinci, kijang, sapi, kerbau, kambing, zooplankton,

crustacea, dan *mollusca*.

- b) Konsumen kedua adalah golongan karnivora kecil dan omnivora. Karnivora kecil, yaitu binatang yang berukuran tubuh lebih kecil dari karnivora besar dan memakan binatang lain yang masih hidup, misalnya anjing sama kucing, rubah, anjing hutan, burung prenjak, burung jalak dan burung gagak. Omnivora, yaitu organisme yang memakan herbivora dan tumbuhan misalnya manusia dan burung gereja.
 - c) Konsumen ketiga adalah golongan karnivora besar atau karnivora tingkat tinggi. Karnivora tingkat tinggi yaitu binatang yang memakan atau memangsa karnivora kecil, herbivora maupun omnivora misalnya singa, harimau serigala, dan burung rajawali.
 - d) Mikrokonsumen adalah tumbuhan atau binatang yang hidupnya sebagai parasit, *scavenger*, dan saproba. Parasit tumbuhan maupun binatang hidupnya bergantung kepada sumber makanan dari inangnya titik sedangkan *scavenger* dan saproba hidup dengan memakan bangkai binatang dan tumbuhan yang telah mati.
- 4) Komponen pengurai, yaitu mikroorganisme yang hidupnya bergantung kepada bahan organik dari mikroorganisme mati, misalnya binatang, tumbuhan dan manusia yang telah mati. Mikroorganisme pengurai tersebut pada umumnya terdiri atas bakteri dan jamur. Berdasarkan atas tahap dalam proses penguraian bahan organik dari organisme mati, maka organisme pengurai terbagi atas dekomposer dan transformer dalam Setiadi (1983). Dekomposer, yaitu mikroorganisme yang menyerang bangkai hewan dan sisa tumbuhan mati kemudian memecah bahan organik kompleks ke dalam ikatan yang lebih sederhana, dan proses dekomposisi itu disebut humifikasi yang menghasilkan humus.

Mikroorganisme yang meneruskan proses dekomposisi dengan mengubah ikatan organik sederhana ke dalam bentuk bahan organik yang siap dimanfaatkan lagi oleh produsen atau tumbuhan dan proses dekomposisi itu disebut mineralisasi yang menghasilkan zat hara. Berikut pada gambar merupakan salah satu contoh dari dekomposer.



Gambar 2.6. Jamur sebagai contoh dekomposer

Sumber: *Encyclopedia Britannica* (2019)

1.1.4.2 Interaksi Antarkomponen

Interaksi yang terjadi antar spesies anggota populasi akan mempengaruhi terhadap kondisi populasi mengikat keaktifan atau tindakan individu dalam mempengaruhi kecepatan pertumbuhan ataupun kehidupan populasi. Menurut Odum (1993), setiap anggota populasi dapat memakan anggota populasi lainnya, bersaing terhadap makanan, mengeluarkan kotoran yang merugikan lainnya, dapat saling membunuh, dan interaksi tersebut dapat searah ataupun dua arah atau timbal balik. Oleh karena itu, dari segi pertumbuhan atau kehidupan populasi, interaksi antar spesies anggota populasi dapat merupakan interaksi yang positif, negatif, atau nol.

Secara teori, spesies-spesies anggota populasi saling berinteraksi satu dengan yang lainnya dan membentuk Interaksi yang positif, negatif, atau nol. Kombinasi yang bentuk interaksi itu dapat dibagi menjadi sembilan tipe, yaitu neutralisme, kompetisi tipe gangguan langsung, kompetisi tipe penggunaan sumberdaya, amensalisme, parasitisme, predasi atau pemangsaan, komensalisme, protokooperasi, dan mutualisme.

- 1) Netralisme yaitu interaksi antara dua atau lebih spesies yang masing- masing tidak terpengaruh oleh adanya asosiasi. Contoh simbiosis ini merupakan hubungan antara domba dan ayam yang saling tidak terpengaruh satu sama lain.



Gambar 2.7. Contoh simbiosis netralisme

Sumber: *Encyclopedia Britannica* (2019)

- 2) Kompetisi tipe gangguan langsung yaitu interaksi antara dua atau lebih spesies yang masing-masing langsung saling menghalangi secara aktif. Contohnya adalah kompetisi antara rumput dan putri malu untuk memenangkan nutrisi dari lingkungannya.



Gambar 2.8. Kompetisi antara rumput dan putri malu

Sumber: *Biology Dictionary* (2018)

- 3) Kompetisi tipe penggunaan sumber daya alam yaitu interaksi antara dua atau lebih spesies dalam menggunakan sumber daya alam yang persediaannya berada dalam kondisi kekurangan. Dalam interaksi tersebut, masing-masing spesies berpengaruh saling merugikan yang lain dalam perjuangannya untuk memperoleh sumber daya alam. Contohnya adalah kompetisi spesies yang sama untuk menemukan pememenang agar mendapatkan yang wilayah atau lawan jenis.



Gambar 2.9. Kompetisi antara kedua spesies yang sama

Sumber: *Biology Dictionary* (2019)

- 4) Amensalisme yaitu interaksi antara dua atau lebih spesies yang berakibat salah satu pihak dirugikan atau dapat runtuh, sedangkan pihak lainnya tidak terpengaruh oleh adanya asosiasi. Contoh dari eceng gondok yang mengalami peningkatan pertumbuhan sehingga ikan-ikan yang berada di bawahnya tidak mendapatkan nutrisi yang maksimal hingga menyebabkan kematian.



Gambar 2.10. Blooming eceng gondok yang menyebabkan ikan mati

Sumber: CNN Indonesia (2020)

- 5) Parasitisme yaitu interaksi antara dua atau lebih spesies yang berakibat salah satu pihak (inang) dirugikan, sedangkan pihak lainnya (parasit) beruntung. Dalam kehidupan sehari-hari, nyamuk sebagai parasit bagi manusia karena nyamuk mengambil darah yang berada dalam tubuh manusia. Nyamuk juga bisa menjadi media pembawa sumber penyakit seperti malaria.



Gambar 2.11. Nyamuk sebagai parasit bagi manusia

Sumber: *Simplyscience* (2018)

- 6) Predasi atau pemaksaan yaitu interaksi antara dua atau lebih spesies yang salah satu pihak dirugikan sedangkan pihak lainnya atau sang predator beruntung. Contohnya adalah cheetah sang predator berburu rusa sebagai mangsanya.



Gambar 2.12. Cheetah sedang berburu rusa

Sumber: *National Geographic* (2020)

- 7) Komensalisme yaitu interaksi antara dua atau lebih spesies yang salah satu pihak beruntung sedangkan pihak lainnya tidak terpengaruh oleh adanya asosiasi.

Dalam ekosistem air, ikan-ikan kecil mendapat sumber makanan dari sisa yang menempel pada sisi tubuh ikan hiu tanpa ikan hiu merasa merugi.



Gambar 2.13. Ikan hiu dikelilingi ikan kecil lainnya

Sumber: *Simplyscience* (2019)

- 8) Protokooperasi yaitu interaksi antara dua atau lebih spesies yang masing-masing saling memperoleh keuntungan adanya asosiasi tetapi asosiasi yang terjadi tidak merupakan keharusan.
- 9) Mutualisme yaitu interaksi antara dua atau lebih spesies yang masing-masing saling memperoleh keuntungan adanya asosiasi, dan perlu dicatat bahwa masing-masing spesies memang saling membutuhkan dan merupakan suatu keharusan untuk berasosiasi.

1.1.4.3 Aliran Energi

Energi didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan kerja misalnya manusia memerlukan energi untuk berjalan, berpikir, dan untuk aktivitas lainnya. Bentuk-bentuk energi yang nyata berguna bagi organisme hidup dapat berupa energi mekanik, energi kimia, energi radiasi, dan energi panas. Energi yang dimiliki oleh setiap organisme hidup adalah energi kimia yang diperoleh dari makanannya dalam membentuk protein karbohidrat, lemak, dan sebagainya. Energi tersebut

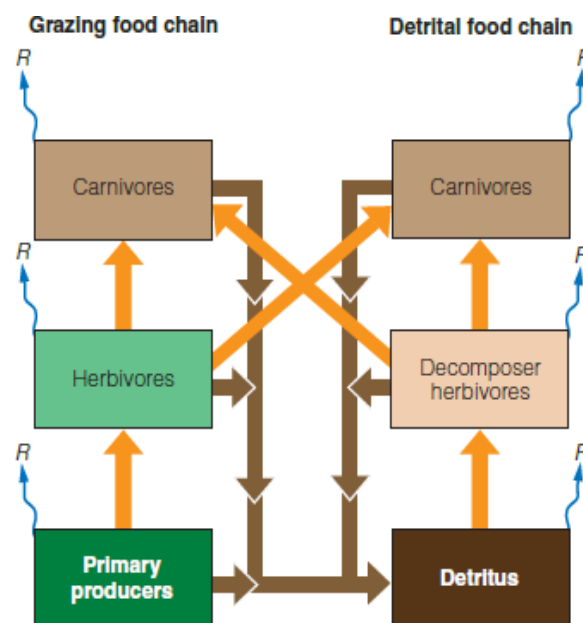
diciptakan pertama kali pada tingkatan produsen yaitu tumbuhan hijau yang mengubah energi matahari kedalam bentuk energi potensial. Energi potensial ini adalah energi yang tersimpan dan dapat digunakan untuk melakukan kerja contohnya protein karbohidrat dan lemak. Adapun energi kinetik merupakan energi yang terlepas atau energi yang dibebaskan oleh organisme berupa energi gerak.

Aliran energi dalam ekosistem akan selalu seirama dengan siklus materi. Kedua proses tersebut aliran energi dan siklus materi berjalan melalui rantai makanan dan jaring makanan (Odum, 1993). Adanya aliran energi dan siklus materi yang berjalan melalui rantai makanan dan jaring makanan, menyebabkan rantai makanan dan jaring makanan menjadi salah satu proses ekologi yang mewujudkan hubungan timbal balik antar organisme atau dengan lingkungannya. Disamping itu, berdasarkan tingkat energi yang diperoleh oleh setiap komponen Dalam rantai makanan mencakup produsen dan konsumen maka komponen tersebut dapat digolongkan ke dalam beberapa golongan sesuai dengan tingkat energi atau tingkat nutrisi yang disebut dengan tingkat trofik.

1) Rantai Makanan

Rantai makanan yaitu transfer atau pemindahan energi dari sumbernya melalui serangkaian organisme yang dimakan dan yang memakan (Odum, 1993). Mengingat energi makanan itu ada dalam bentuk energi kimia atau energi potensial, dan didalamnya mengandung energi dan materi, maka rantai makanan dapat didefinisikan sebagai transfer atau pemindahan energi dan materi melalui serangkaian organisme. Di dalam suatu ekosistem hanya tumbuhan hijau yang mampu menangkap energi radiasi matahari dan mengubahnya kedalam bentuk energi kimia dalam tubuh tumbuhan misalnya karbohidrat, protein, dan lemak. Energi makanan yang dibuat oleh tumbuhan hijau itu sebagian digunakan untuk diri sendiri dan sebagian lagi merupakan sumber daya yang dimanfaatkan oleh herbivora. Herbivora dimangsa oleh karnivora, dan karnivora dimangsa oleh karnivora lainnya, demikian seterusnya terjadilah proses perpindahan energi dan materi dari suatu organisme ke organisme lain dan lingkungannya. Dari hal tersebut dapat terlihat bahwa suatu kehidupan dapat menyokong kehidupanlainnya.

Dengan kata lain dari suatu organisme ke organisme lain akan terbentuk suatu rantai yang disebut dengan rantai makanan titik semakin pendek rantai makanan maka semakin dekat jarak antara organisme pada permulaan rantai dan organisme pada ujung rantai, sehingga semakin besar energi yang didapat dan disimpan dalam tubuh organisme di ujung rantai makanan.



Gambar 2.14. Alur aliran energi pada rantai makanan

Sumber: Thomas M. Smith, Robert Leo Smith (9th edition)

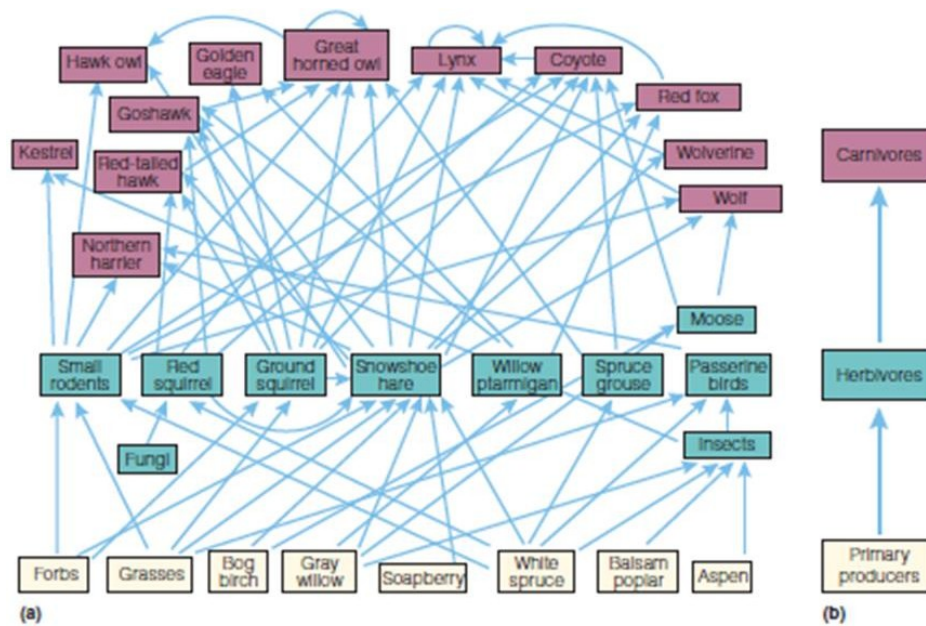
Sumber energi awal untuk rantai makanan detrital adalah input bahan organik mati dan bahan limbah dari rantai makanan penggembalaan. Kaitan ini muncul sebagai serangkaian panah coklat dari masing-masing tingkat trofik dalam rantai makanan yang merumput, yang mengarah ke kotak yang ditunjuk sebagai detritus atau bahan organik mati. Ada satu perbedaan penting dalam aliran energi antara tingkat trofik dalam rantai makanan yang merumput dan mendekomposer. Dalam rantai makanan penggembalaan, alirannya searah, dengan penyediaan produksi primer bersih sumber energi untuk herbivora, herbivora menyediakan energi untuk karnivora, dan sebagainya. Dalam rantai makanan pengurai, aliran energi tidak searah. Bahan limbah dan bahan organik mati (organisme) di setiap tingkat trofik konsumen "didaur ulang," dikembalikan sebagai input ke kotak bahan

organik mati di dasar rantai makanan detrital. Selain itu, perbedaan antara grazer dan rantai makanan konsumen sering kabur pada tingkat trofik yang lebih tinggi (karnivora) karena predator jarang membedakan apakah mangsa mengambil sumber daya mereka dari produsen utama atau detritus. Misalnya, makanan burung pemakan serangga mungkin termasuk spesies kumbang yang memakan detritus, serta spesies yang memakan jaringan daun hijau.

Pada prinsipnya rantai makanan dapat dibedakan menjadi tiga kelompok yaitu pertama rantai pemangsa, yaitu pemindahan energi dan materi dari produsen atau tumbuhan ke binatang kecil, kemudian binatang yang besar, dan berakhir pada binatang yang paling besar. Kedua rantai parasit yaitu perpindahan energi dan materi dari organisme besar ke organisme kecil. Ketiga rantai saprofit yaitu perpindahan energi dan materi dari organisme mati atau bahan organik ke mikroorganisme atau jasad renik.

2) Jaring Makanan

Jaring makanan yaitu gabungan dari berbagai rantai makanan (Odum, 1993). Semua rantai makanan dalam suatu ekosistem tidak berdiri sendiri melainkan saling berkaitan antar rantai makanan. Bahkan di dalam ekosistem, ketiga kelompok rantai makanan yang telah disebut diatas saling berkaitan titik dengan kata lain, Jika setiap tiap rantai makanan yang ada di dalam ekosistem disambung sambungkan dan membentuk gabungan rantai makanan yang di Kompleks maka terbentuklah jaring makanan titik jaring makanan dalam suatu ekosistem dapat menggambarkan kestabilan ekosistem tersebut titik makin banyak rantai makanan dan makin besar kemungkinan terbentuknya gabungan dalam jaring makanan, akan menunjukkan kestabilan ekosistem yang tinggi titik oleh karena itu untuk menjaga kestabilan ekosistem di dalam setiap kegiatan pengelolaan sumber daya alam tidak diperkenankan memutuskan rantai makanan yang ada, apalagi menghilangkan satu atau lebih rantai makanan yang ada dalam ekosistem.



Gambar 2.15. Jaring-jaring makanan

Sumber: Thomas M. Smith, Robert Leo Smith (9th edition)

3) Tingkat Trofik

Dalam ekosistem alam dikenal adanya tingkat trofik suatu kelompok organisme menurut Heddy *dkk.*, (1986) tingkat trofik menunjukkan urutan organisme Dalam rantai makanan pada suatu ekosistem titik oleh karena itu berbagai organisme yang memperoleh sumber makanan melalui langkah yang sama dianggap termasuk ke dalam tingkat trofik yang sama titik berdasarkan atas pemahaman tingkat trofik, maka organisme dalam ekosistem dikelompokkan sebagai berikut:

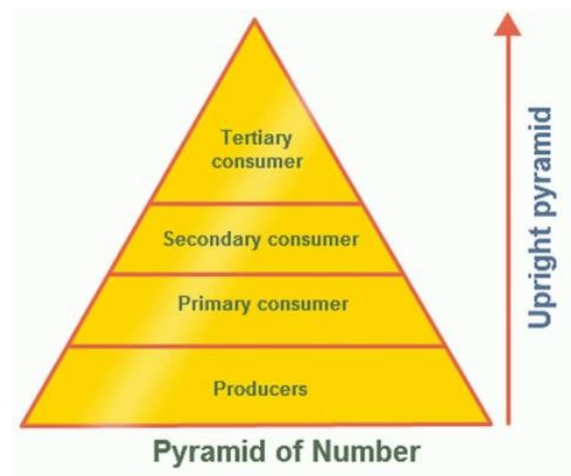
- Tingkat trofik pertama yaitu semua organisme yang berstatus sebagai produsen. Semua jenis tumbuhan hijau membentuk tingkat trofik pertama.
- Tingkat trofik kedua yaitu semua organisme yang berstatus sebagai herbivora. Semua herbivora atau konsumen primer membentuk tingkat trofik kedua.
- Tingkat trofik ketiga yaitu semua organisme yang berstatus sebagai karnivora kecil atau konsumen sekunder.

- d) Tingkat trofik keempat yaitu organisme yang berstatus sebagai karnivora besar atau karnivora tingkat tinggi.
- e) Tingkat trofik kelima yaitu semua organisme yang berstatus sebagai perombakan (dekomposer dan transformer) atau semua mikroorganisme.

4) Piramida Ekologi

Odum (1993) dan Resosoedarmo (1986) sepakat menyatakan bahwa piramida ekologi itu dapat menggambarkan secara grafik struktur trofik dan fungsi trofik. Struktur dan fungsi trofik dapat terlihat pada masing-masing tipe piramida. Piramida ekologi dapat digolongkan ke dalam tiga tipe piramida yaitu piramida jumlah, piramida biomassa, dan piramida energi. Masing-masing tipe piramida dijelaskan sebagai berikut:

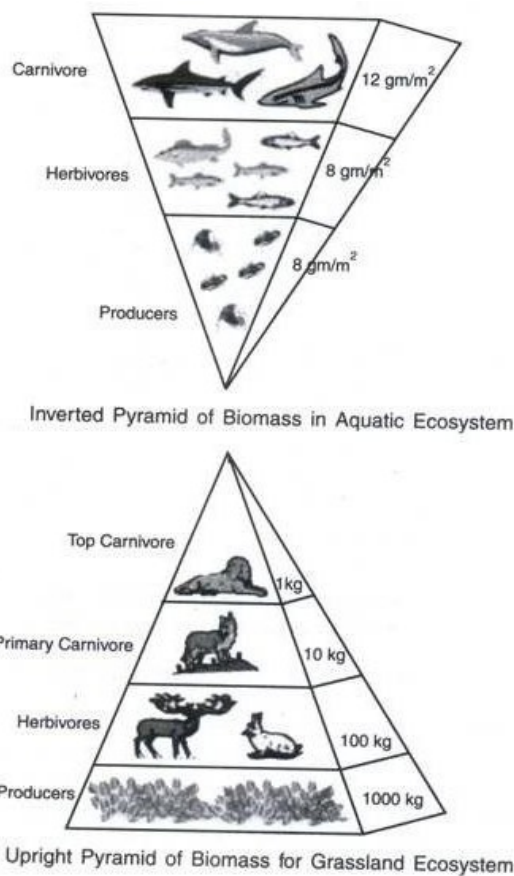
- a) Piramida jumlah yaitu piramida yang menggambarkan terjadinya penurunan jumlah individu organisme pada setiap tahap tingkatan trofik. Jadi dalam piramida jumlah itu dilukiskan adalah Jumlah individu organisme yang berada pada tiap tingkat trofik. Pada umumnya herbivora lebih besar atau lebih kuat daripada produsen, karnivora lebih besar atau lebih kuat daripada herbivora karnivora sekunder lebih besar atau lebih kuat daripada karnivora primer dan seterusnya. Oleh karena itu, jika ukuran atau kekuatan organisme makin bertambah pada setiap tingkat trofik, maka jumlah organisme pada tiap tingkat trofik secara berurutan makin kurang kecuali untuk tingkat trofik pengurai.



Gambar 2.16. Piramida jumlah

Sumber: Simplyscience (2015)

- b) Piramida biomassa yaitu piramida yang menggambarkan terjadinya penurunan atau peningkatan biomassa organisme pada tiap tahap tingkatan trofik. Piramida biomassa pada ekosistem darat dan ekosistem perairan terjadi perbedaan bentuk pada ekosistem daratan, piramida biomassa tegak. Pada ekosistem daratan memiliki jumlah organisme produsen yang lebih banyak dibandingkan jumlah organisme konsumen pada setiap tingkat trofik dan siklus hidup organisme produsen pada umumnya lebih panjang, maka biomassa semua produsen pada setiap waktu selalu lebih besar, sedangkan biomassa konsumen makin kecil menuju ke puncak piramida. Adapun pada ekosistem perairan memiliki piramida biomassa terbalik karena biomassa konsumen selalu lebih besar daripada biomassa produsen.

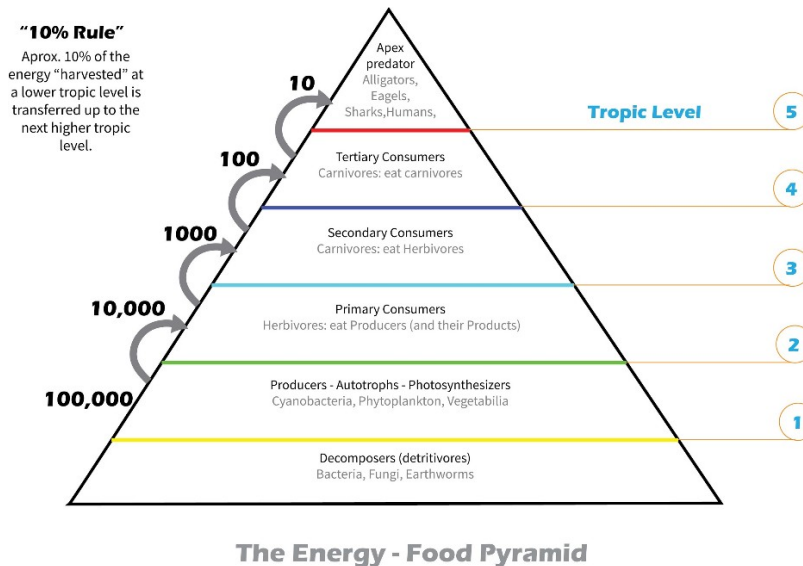


Gambar 2.17. Piramida biomassa

Sumber: studyrocketbiology (2016)

- c) Piramida energi yaitu piramida yang menggambarkan terjadinya penurunan energi pada tiap tahap tingkat trofik. Pada setiap urutan tingkat trofik terjadi kehilangan energi. Kehilangan energi yang terjadi pada setiap urutan tingkat trofik itu dapat dipahami melalui Hukum Termodinamika II bahwa setiap ada perubahan energi akan menimbulkan hilangnya energi yang dipakai. Kehilangan energi yang tidak dapat dielakan ini maka total jumlah energi pada setiap tingkat trofik lebih rendah dari tingkat trofik sebelumnya dan umumnya jauh lebih rendah. Energi pada herbivora dalam suatu komunitas atau ekosistem lebih rendah daripada produsen atau tumbuhan dalam komunitas atau ekosistem yang sama energi pada

karnivora lebih kecil daripada energi pada herbivora dan seterusnya, sehingga bentuk piramida energi adalah piramida tegak.



Gambar 2.18. Piramida energi

Sumber: *Encyclopedia Britannica* (2019)

Di antara ketiga tipe piramida ekologi tersebut, perlu diketahui bahwa piramida energi merupakan piramida yang terbaik karena dapat memberikan gambaran menyeluruh berkaitan dengan sifat-sifat fungsional suatu ekosistem. Piramida energi juga menunjukkan efisiensi ekologi atau keproduktifan ekosistem. Disamping itu, piramida energi tidak dipengaruhi oleh ukuran organisme dan kecepatan metabolisme pada setiap organisme, sehingga apabila semua sumber energi diperhitungkan, maka bentuk piramida selalu tegak sesuai dengan Hukum Termodinamika II. (Setiadi, 1983)

1.1.4.4 Siklus Biogeokimia

Semua unsur kimia di alam akan beredar melalui jalan tertentu dari lingkungan ke organisme atau makhluk hidup dan kembali lagi ke lingkungan. Semua bahan kimia dapat beredar berulang-ulang melewati ekosistem secara tidak terbatas. Jika suatu organisme ditempati, maka bahan organik yang terdapat pada tubuh organisme tersebut akan dirombak menjadi komponen abiotik dan

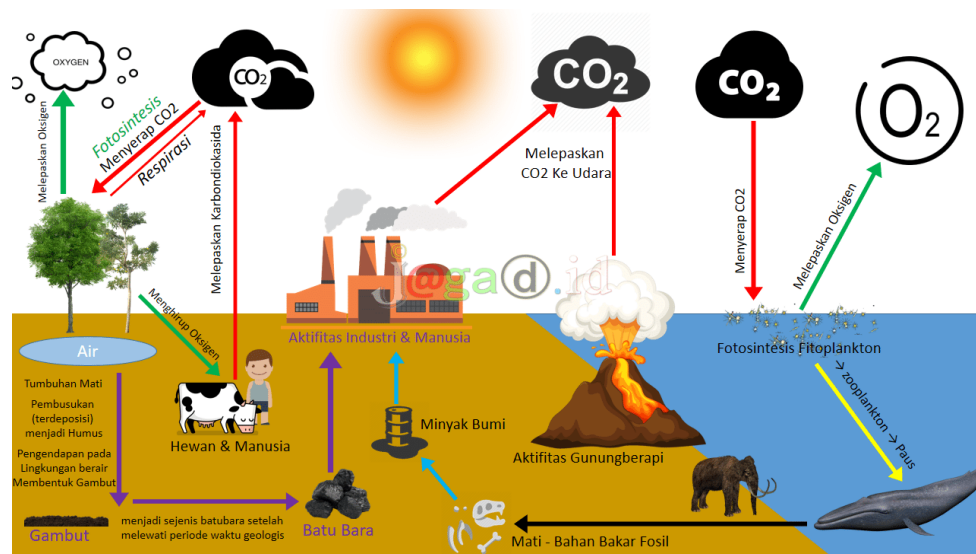
dikembalikan lagi ke dalam lingkungan titik peredaran bahan abiotik dari lingkungan melalui komponen biotik dan kembali lagi ke lingkungan dikenal dengan siklus biogeokimia. Siklus biogeokimia dikelompokkan kedalam tipe siklus gas yaitu gas nitrogen karbon belerang, siklus padatan atau siklus sedimen atau fosfor dan siklus air atau hidrologi.

1) Siklus Karbon

Karbon merupakan salah satu unsur yang mengalami daur dalam ekosistem titik dimulai dari karbon yang ada di atmosfer berpindah melalui tumbuhan hijau atau produsen ke konsumen, dan organisme pengurai, kemudian kembali ke atmosfer. Di atmosfer karbon terikat dalam bentuk senyawa karbondioksida atau CO_2 . Karbondioksida merupakan bagian udara esensial yang dapat mempengaruhi radiasi panas dari bumi dan dapat membentuk persediaan karbon anorganik. Proses fotosintesis yang terjadi pada tumbuhan hijau merupakan proses perubahan karbondioksida sebagai karbon anorganik menjadi karbohidrat sebagai senyawa hidrokarbon yang dalam hal perubahan karbon disebut juga senyawa karbon organik dalam tubuh tumbuhan disertai dengan penyimpanan energi yang bersumber dari radiasi matahari, sehingga dalam tubuh tumbuhan tersimpan energi biokimia dan senyawa organik kompleks (Killham, 1996).

Dalam aktivitas fisiologi tumbuhan sebagian karbon organik akan terurai dan CO_2 dibebaskan lagi ke udara melalui respirasi, sebagian karbon organik lainnya diubah menjadi senyawa organik Kompleks dalam tubuh tumbuhan selama pertumbuhannya.

Senyawa organik tersebut akan ditransfer ke dalam tubuh konsumen melalui proses interaksi di dalam rantai maupun jaringan makanan sehingga sebagian dari senyawa karbon organik akan tetap berada dalam tubuh konsumen sampai mati.

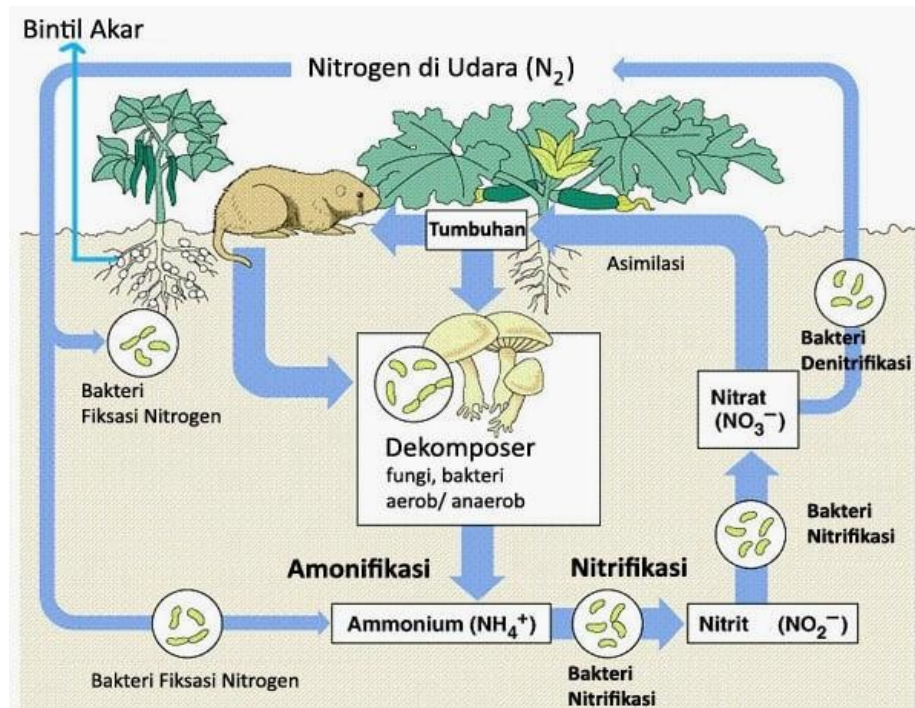


Gambar 2.19. Siklus Karbon
Sumber: Medium Biology (2020)

2) Siklus Nitrogen

Nitrogen merupakan unsur yang penting dalam kehidupan titik unsur dari asam amino yang membentuk protein dalam nukleotida serta sebagai bahan pentingnya membentuk asam inti di dalam sel. Sumber utama nitrogen atau N_2 adalah udara sedangkan organisme hidup memperoleh nitrogen dalam bentuk garam nitrat. Kemudian diasimilasikan pada sitoplasma dalam bentuk protein sebagai cadangan pangan. Menurut Turk (1985) dan Killham (1996) bahwa di alam ini terdapat tiga gudang nitrogen yaitu udara, senyawa anorganik misalnya nitrat, nitrit, amoniak, dan senyawa organik seperti protein, urine, dan asam urine. Nitrat atau NO_3 yang telah diabsorpsi oleh akar tanaman, maka selanjutnya nitrogen akan disintesis menjadi protein tanaman, kemudian herbivora yang makan tumbuhan akan mengubah protein tersebut menjadi protein hewani. Tumbuhan dan hewan yang telah mati akan terdekomposisi, sehingga protein nabati dan protein hewani diuraikan menjadi amonia dan asam amino. Demikian pula kotoran binatang akan diuraikan menjadi amonia dan asam amino. Titik penguraian protein pada bahan organik yang terdiri komposisi menjadi asam amino dan amonia disebut dengan amonifikasi. Titik organisme yang bertanggung jawab dalam amonifikasi pada umumnya adalah golongan cendawan pelapuk dan bakteri yaitu *Bacillus subtilis* dan *Bacillus mesenterilus* (Gopal dan Bhardwaj, 1979). Perubahan amonia menjadi nitrit dan nitrat disebut nitrifikasi. Titik nitrifikasi melibatkan bakteri antara lain *nitrosomonas*, *nitrosopira*, *nitrosogloea*, *nitrosococcus*, *nitrocystis*, dan *nitrobacter*.

Proses selanjutnya adalah denitrifikasi yaitu pengubahan nitrat menjadi gas nitrogen yang melibatkan peran beberapa bakteri antara lain *Bacillus cereus*, *Bacillus licheniformis*, *Pseudomonas denitrificans*, *Thiobacillus denitrificans*, *Micrococcus*, dan *Achromobacter*.



Gambar 2.20. Siklus Nitrogen

Sumber: Medium Biology (2019)

Adapun pengikatan nitrogen secara kimiawi dikenal sebagai proses pengikatan elektrokimia yang memerlukan energi dari halilintar titik pada proses ini halilintar melalui udara memberikan energi yang cukup untuk menyatukan nitrogen dan oksigen sehingga terbentuk nitrogen dioksida atau NO_2 , kemudian gas nitrogen dioksida bereaksi dengan air membentuk asam nitrat. Sebagian ion nitrat NO_3^- diserap oleh akar tanaman, sebagian asam nitrat akan mengalami denitrifikasi, dan sebagian asam nitrat lainnya akan menumpuk pada endapan.

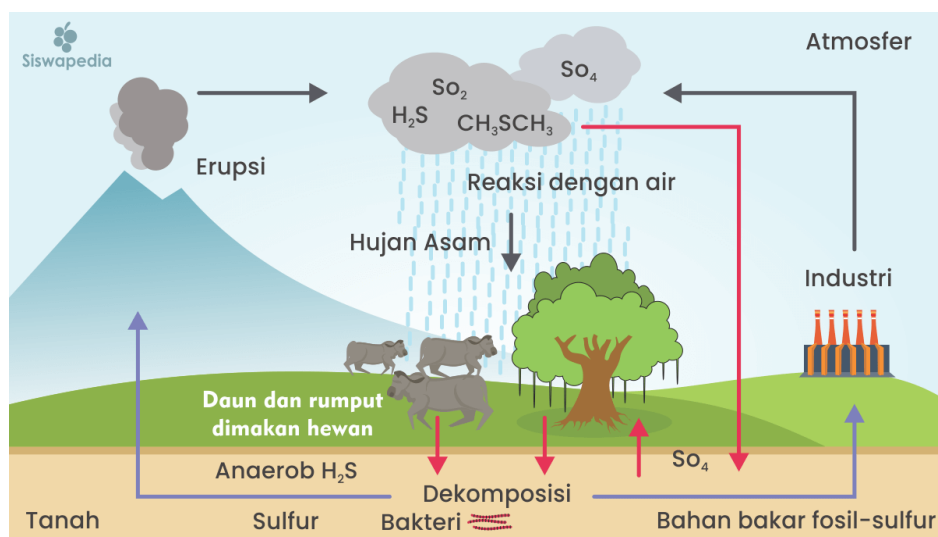
3) Siklus Belerang

Di atmosfer, belerang terdapat dalam bentuk gas SO_2 yang dibentuk selama ada aktivitas vulkanis dan pembakaran bahan bakar fosil. Selain itu, belerang juga terdapat dalam bentuk gas H_2S yang dibentuk sebagai akibat proses pembusukan bahan organik atau proses pembusukan yang terjadi dalam tanah dan air. Unsur belerang dapat tersedia bagi tumbuhan dalam bentuk anion sulfat SO_4^{2-} di tanah. Di dalam tanah belerang dapat terdapat dalam bentuk sulfat, sulfida dan belerang anorganik (Killham, 1996).

Aktivitas vulkanis dan penggunaan bahan bakar fosil akan melepaskan belerang ke atmosfer dalam bentuk gas SO_2 . Gas SO_2 di udara akan mengalami oksidasi membentuk gas sulfat atau SO_4 . Adapun dalam proses

pembusukan bahan organik yang dilakukan oleh mikroorganisme akan melepaskan belerang, baik ke atmosfer maupun ke dalam tanah dalam bentuk H_2S . Organisme pengurai yang berperan merombak protein dalam bahan organik dan melepaskan H_2S adalah *Aspergillus* sp., *Neurospora* sp., *Escherichia* sp., dan *Proteus* sp., sedangkan organisme pengurai yang berperan merombak karbohidrat dalam bahan organik adalah *Vibrio desulphuricans*, *Aerobacter*, dan *Desulphovibrio* (Gopal dan Bhardwaj, 1979).

Gas H_2S tersebut akan mengalami oksidasi di atmosfer membentuk gas sulfat SO_4 . Gas sulfat akan kembali memasuki Sistem tanah bersama dengan presipitasi atau curah hujan. Oleh karena itu jika kandungan gas sulfat di udara sangat banyak maka presipitasi yang dihasilkan akan sangat asam dan disebut sebagai hujan asam. Gas H_2S di dalam tanah akan mengalami reduksi menghasilkan elemen sulfur yang kemudian mengalami oksidasi oleh bakteri yang menghasilkan SO_4 kemudian SO_4 di dalam tanah akan tereduksi kembali menjadi H_2S oleh bakteri.



Gambar 2.21. Siklus belerang
Sumber: Medium Biology (2019)

4) Siklus Fosfor

Siklus fosfor. Fosfor merupakan bagian penting dari protoplasma. Unsur tersebut biasanya diserap tanaman dalam bentuk $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , dan PO_4^{3-} . Unsur fosfor merupakan salah satu unsur utama dalam pupuk komersial, sehingga industri pupuk fosfat sangat berperan dalam menjalankan siklus fosfor karena bahan baku pupuk fosfat adalah batuan fosfat yang tersedia di alam titik secara alami keberadaan fosfor di alam berasal dari pelapukan batuan mineral atau batuan fosfat, sebagian lagi berasal dari pelapukan bahan organik. Namun demikian pada kondisi alam Ikoma fosfor

yang tersedia bagi organisme khususnya yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan jauh lebih rendah daripada nitrogen. Rasio fosfor terhadap nitrogen dalam air adalah 1:23 (Kormondy, 1991), sehingga fosfor sering menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan tumbuhan dan organisme lainnya

Selain batuan fosfat terdapat juga deposit fosfat dalam jumlah banyak yang bersumber dari kotoran maupun tulang-tulang hewan, misalnya ikan laut dan burung-burung merupakan hewan yang ikut bertanggung jawab dalam terbentuknya deposit fosfat. Maksimum sumber fosfor di alam cukup banyak, akan tetapi tumbuhan masih dapat mengalami kekurangan fosfor karena sebagian besar fosfor terikat secara kimia oleh unsur lainnya dan unsur sukar larut di dalam air, sehingga diperkirakan hanya 1% fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan. Inilah alasannya pemberian pupuk fosfat di dalam sistem tanah pertanian dilakukan agar unsur fosfor tidak menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan tanaman. Pada cara penggunaan pupuk fosfat seperti tersebut berarti terjadi pengembalian fosfor di alam dan kegiatan itu merupakan bagian dari siklus fosfor.

Mengingat fosfor sebagai salah satu unsur yang dimanfaatkan oleh tumbuhan, maka keberadaan hutan menjadi bagian penting dari mata rantai dalam siklus fosfor. Fosfor terdapat dalam seluruh sel tumbuhan yang fungsinya antara lain membentuk asam nukleat, menyimpan, dan memindahkan energi. Adenosin trifosfat dan adenosin difosfat, merangsang pembelahan sel, membantu asimilasi, dan respirasi. Oleh karena itu, komunitas tumbuhan hutan akan menjadi salah satu gudang fosfor dalam bentuk fosfor organik.



Gambar 2.22. Siklus Fosfor
Sumber: Medium Biology (2019)

5) Siklus Air

Di dalam siklus air atau disebut siklus hidrologi air Akan berpindah melalui berbagai Tahap proses yang sangat kompleks, apalagi pada permukaan bumi yang bervegetasi seperti hutan maka proses hidrologi menjadi lebih kompleks lagi. Pepohonan dalam ekosistem hutan mempunyai peranan penting tidak hanya dalam siklus air akan tetapi juga berperan dalam pengawetan tanah. Dalam siklus air, pohon merupakan media pemindahan air hujan ke tanah melalui proses penahanan sementara air hujan oleh tajuk pohon batang pohon, dan air lolos, serta sebagai media pemindahan air dari dalam tanah ke vegetasi dan ke atmosfer melalui evapotranspirasi (Pudjiharta, 1986).



Gambar 2.23. Siklus air
Sumber: Medium Biology (2018)

1.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Penelitian yang relevan dengan penelitian ini pernah dilakukan oleh Maesyah, *et.al* pada tahun 2015 membuktikan bahwa penggunaan *Certainty of Response Index* (CRI) berhasil. Selanjutnya sejalan dengan penelitian tersebut, Muhamad Taufiq pada tahun 2012 juga membuktikan bahwa pelaksanaan model pembelajaran *learning cycle* tipe 5E dapat menurunkan tingkat miskonsepsi.

Kedua penelitian tersebut menyimpulkan bahwa untuk mengidentifikasi miskonsepsi pada peserta didik dengan menggunakan *Certainty of Response Index* (CRI) dapat dibuktikan dan berhasil.

1.3 Kerangka Konseptual

Miskonsepsi merupakan bentuk dari hasil konstruksi peserta didik yang keliru dari konsep para ahli. Bentuk pemahaman yang keliru ini bermakna luas dan mencakup beberapa aspek yang berbeda dari konsep ilmiahnya antara lain kekeliruan pengertian atau memaknai konsep itu sendiri, implikasi konsep yang keliru, ketidaksesuaian konsep ilmiah dengan yang diimplikasikan oleh peserta didik, dan hierarki konsep yang tidak tersusun sesuai dengan tingkatannya. Miskonsepsi juga dapat dikatakan sebagai suatu pandangan yang tidak bisa diterima oleh konsep ilmiah yang sudah diteliti terdahulu, dikaji, dan saat ini sudah bisa diterima.

Sumber ajar yang digunakan oleh pengajar juga harus terbebas dari miskonsepsi. Ada baiknya apabila pengajar sudah mengetahui hal-hal miskonsepsi pada sumber ajar tersebut sebelum menyampaikannya kepada peserta didik dan meluruskan kesalahpahaman yang disampaikan oleh sumber tersebut sehingga tali miskonsepsi bisa terputus.

Untuk mengidentifikasi miskonsepsi yang ada pada peserta didik dapat menggunakan instrumen *Certainty of Response Index* (CRI). CRI memiliki kriteria yang tepat dan dibutuhkan untuk mengidentifikasi miskonsepsi dan sejauh mana pemahaman dan keyakinan peserta didik atas jawaban yang diberikan pada soal yang disediakan. CRI ini memiliki skala 0-5 yang setiap skalanya memiliki indeks penilaian dan kriteria keyakinan jawaban peserta didik. Dari tingkat keyakinan

tersebut maka pengajar dapat mengetahui mana peserta didik yang betul-betul memahami konsep dengan sesuai, peserta didik yang tidak memahami konsep tetapi menjawab dengan tebakan, peserta didik yang memahami konsep tetapi tidak yakin dengan jawabannya. Bentuk-bentuk miskonsepsi dari peserta didik dapat teridentifikasi melalui instrumen *Certainty of Response Index* (CRI) ini.

Selain itu, cara mengajar juga memengaruhi miskonsepsi peserta didik. Model pembelajaran yang digunakan oleh pengajar harus tepat dilakukan. Menggunakan model pembelajaran dan dikembangkan oleh pengajar bisa meminimalisasi miskonsepsi terhadap peserta didik. Salah satunya dengan menggunakan model *learning cycle* tipe 5E.

Model pembelajaran merupakan perencanaan pola mengajar pada setiap pertemuan yang akan dilakukan selama proses pembelajaran. Untuk menghindari miskonsepsi, perlu dilakukan dengan tepat dan sesuai dengan sintaks yang ada yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik, kondisi, dan tujuan pembelajaran itu sendiri

Learning cycle tipe 5E dapat dilakukan karena dasar yang digunakan sesuai dengan paradigma konstruktivisme yang tepat dilakukan untuk mengatasi masalah miskonsepsi. *Learning cycle* tipe 5E ini menekankan peserta didik untuk membangun atau mengonstruksi pola pikir masing-masing sehingga selama proses pembelajaran tetap berpusat pada peserta didik atau *student centered* dan pengajar sebagai fasilitator.

Terdapat lima langkah diantaranya pada fase *engage* atau fase menarik perhatian, guru dapat melontarkan pertanyaan yang menstimulus peserta didik untuk memunculkan pemahaman awal atas konsep yang sudah atau sedang dipelajari, guru juga dapat memberikan pertanyaan yang membangun konflik kognitif. Biasanya pada fase inilah guru dapat mengidentifikasi miskonsepsi peserta didik. Fase kedua adalah fase *explore* atau eksplorasi. Pada fase ini, peserta didik diberi kesempatan untuk mengeksplorasi seluruh pemahaman yang dimiliki bersama dengan teman-temannya tanpa arahan dari guru secara langsung. Fase ini menurut teori Piaget merupakan fase “ketidakseimbangan” dimana peserta didik harus dibuat bingung. Yang dihasilkan dari fase ini adalah peserta didik dapat menyusun hipotesis sementara atas konsep atau konflik yang ada. Fase ketiga adalah fase

explain atau menjelaskan, peserta didik diberikan kesempatan untuk menyampaikan hasil temuan yang sudah dieksplor dan seluruh individu maupun kelompok berhak menyampaikan konsep yang ada. Fase keempat adalah fase *extend* atau perluasan, guru dapat mendesain kegiatan untuk mengimplikasikan konsep agar peserta didik dapat mengaplikasikan konsep yang sudah dikaji. Fase terakhir adalah fase *evaluate* atau evaluasi, guru melakukan evaluasi pada setiap langkah yang dilakukan, guru juga dapat mengamati atau mengobservasi sejauh mana pemahaman konsep peserta didik.

1.4 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan kajian teori dan penelitian terdahulu yang disampaikan di atas, maka penulis merumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

- 1) Bagaimana identifikasi miskonsepsi peserta didik miskonsepsi yang dimiliki oleh peserta didik kelas X MIPA SMAN 3 Tasikmalaya pada materi ekosistem dengan menggunakan CRI?
- 2) Bagaimana solusi untuk mengurangi miskonsepsi yang dimiliki oleh peserta didik kelas X MIPA SMAN 3 Tasikmalaya pada materi ekosistem?
- 3) Bagaimana hasil identifikasi miskonsepsi yang dimiliki peserta didik kelas X MIPA SMAN 3 Tasikmalaya pada materi ekosistem dengan menggunakan CRI setelah dilakukan proses pembelajaran pada materi ekosistem?