

© 2005 Iwang Gumilar
Makalah Individu
Pengantar Falsafah Sains (PPS702)
Program Pasca Sarjana / S3
Institut Pertanian Bogor
Sem 2 2004/5

Posted: 3 June, 2005

Dosen:
Prof. Dr. Ir. Rudy C. Tarumingkeng

PENGELOLAAN EKOSISTEM AIR TAWAR DI DANAU

Oleh:

Iwang Gumilar

P062030021/PSL

gumilariwang@yahoo.com

PENDAHULUAN

Secara singkat ekosistem berarti sistem yang berlangsung dalam suatu lingkungan. Di dalam lingkungan terdapat komponen-komponen, baik komponen fisik (*benda hidup/biotik dan benda mati/abiotik*) maupun komponen non fisik berupa hubungan manfaat suatu benda terhadap benda lainnya (*trofik*). Di dalam lingkungan juga terjadi suatu fenomena dinamika yang menyangkut hubungan interaksi antar kelompok fisik, atau dapat dikatakan bahwa di dalam lingkungan tersebut terjadi suatu sistem yang dinamis.

Dari uraian di atas, pengertian ekosistem secara luas adalah hubungan makhluk hidup dengan lingkungannya (*biotik dan abiotik*), masing-masing bersifat saling mempengaruhi dan diperlukan keberadaannya untuk memelihara kehidupan yang seimbang, selaras dan harmonis. Dalam hal ini, fungsi-fungsi dalam ekosistem ditekankan pada hubungan wajib, adanya saling ketergantungan dan hubungan timbal balik serta sebab-akibat dari seluruh komponen yang membentuk ekosistem tersebut.

Menurut lokasinya, ekosistem dapat dibedakan menjadi ekosistem daratan, ekosistem air tawar dan ekosistem laut/pantai. Masing-masing ekosistem

memiliki perbedaan hanya dalam hal jenis, struktur, karakteristik dan kualitas komponen-komponen yang terlibat.

Komponen dan Hubungan Antar Kelompok Ekosistem

Seperti telah diuraikan di atas, bahwa hubungan dinamis dalam ekosistem melibatkan beberapa komponen-komponen. Komponen-komponen tersebut dapat dilihat dari dua aspek yang berbeda, yaitu dari aspek jenjang makan (*trophic level/chain food level*) dan aspek kehidupan. Dari aspek jenjang makan, ekosistem terdiri dari *komponen autotrofik* dan *komponen heterotrofik*, yang ditekankan pada level transfer energi. Sedangkan dari aspek kehidupan, ekosistem terdiri dari komponen biotik dan komponen abiotik yang berkaitan erat dan memiliki hubungan timbal balik satu dengan lainnya.

Hubungan antar komponen ekosistem merupakan hubungan yang bersifat tetap teratur dan merupakan satu kesatuan yang saling pengaruh mempengaruhi, sehingga *ekosistem merupakan konsep sentral atau inti daripada ekologi*. Hubungan tersebut juga bersifat *netral, mutualistik dan adaptif*, namun ada pula yang bersifat menguasai komponen lain. Pada akhirnya alamlah menentukan adanya keserasian dan keseimbangan dalam interaksi antar komponen ekosistem tersebut. Bagaimanapun juga, ekosistem akan cenderung melawan perubahan untuk memelihara keseimbangannya, ada yang berhasil dan ada yang gagal. Ekosistem memiliki kecenderungan melawan perubahan akibat hubungan antar komponen dan terus menerus memelihara keseimbangan, disebut sebagai ekosistem yang berada dalam keadaan *homeostatis*.

Ekosistem merupakan suatu fungsional dasar dalam ekologi, mengingat bahwa di dalamnya tercakup organisme dan lingkungan abiotik yang saling mempengaruhi satu dengan lainnya. Ekosistem juga merupakan benda nyata memiliki ukuran yang beraneka menurut tingkat organisasinya.

Komponen Biotik

Sebagaimana telah diuraikan di atas bahwa salah satu komponen ekosistem ditinjau dari aspek komponen adalah komponen biotik. Komponen ini terdiri dari seluruh makhluk hidup yang terlibat dalam ekosistem, seperti tumbuhan

hijau, binatang dan pengurai. Jika dilihat dari segi penyusunannya, komponen biotik ini dapat dibedakan sebagai berikut:

- a. Produsen, yaitu organisme yang autotropik yang umumnya tumbuhan berklorofil yang memiliki kemampuan untuk melakukan sintesa makanan dari bahan anorganik yang sederhana, misalnya tumbuh-tumbuhan hijau.
- b. Makro dan mikro konsumen, yaitu organisme heterotropik, misalnya ikan atau binatang lain yang makan organisme lainnya.
- c. Pengurai (decomposer), yaitu organisme heterotropik yang menguraikan bahan organik yang berasal dari organisme mati (bahan organik kompleks) menjadi bahan-bahan sederhana (organik dan anorganik), menyerap sebagian hasil penguraian untuk kelangsungan hidupnya dan melepas bahan-bahan sederhana tersebut untuk digunakan oleh produsen

Komponen Abiotik

Komponen abiotik merupakan komponen yang kedua dalam ekosistem ditinjau dari aspek kehidupan. Komponen ini terdiri dari bahan tak hidup berupa unsur-unsur fisik (lingkungan) dan unsur-unsur kimia (senyawa organik dan senyawa anorganik), misalnya tanah, air, udara, sinar matahari dan sebagainya, yang berada di lingkungan dalam bentuk medium atau substrat melangsungkan kehidupan. Misalnya pada ekosistem danau ditemukan komponen abiotik yang terdiri dari senyawa anorganik seperti H_2O , CO_2 , O_2 , K, Na dan P, dan senyawa organik seperti senyawa asam amino dan senyawa karbon (humus).

PENGARUH EKOSISTEM TERHADAP LINGKUNGAN

Hubungan Ekosistem dan Lingkungan

Ekosistem dan lingkungan merupakan dua hal yang tidak terpisahkan. Dalam pembahasan mengenai ekosistem, lingkungan juga akan menjadi objek pembahasan. Secara fisik, lingkungan berarti wadah atau tempat berlangsungnya suatu sistem kehidupan organisme atau suatu komunitas. Kondisi lingkungan akan berubah jika terjadi perubahan di dalam ekosistem atau sebaliknya; masing-masing saling mempengaruhi dalam suatu keseimbangan yang dinamis dan

merupakan satu kesatuan fungsional. Dengan demikian, ekosistem meliputi seluruh makhluk hidup dan lingkungan fisik yang mengelilinginya, dan merupakan suatu unit yang mencakup semua makhluk hidup dalam suatu area yang memungkinkan terjadinya interaksi dengan lingkungannya, baik yang bersifat abiotik maupun biotik.

Semua bentuk pada interaksi antara komponen ekosistem merupakan suatu azas, yakni azas keanekaragaman, azas kerjasama, azas persaingan, azas interaksi dan azas keanekaragaman. Azas-azas tersebut berfungsi sebagai sarana untuk tetap mempertahankan adanya kelanggengan dalam hubungan timbal balik antara komponen ekosistem dan antara komponen tersebut dengan lingkungannya. Jika setiap komponen tersebut bekerjasama sesuai dengan fungsinya, maka keseimbangan dan keserasian dalam lingkungan hidup akan tetap terjaga dan berlangsung dengan baik.

Manusia adalah penentu kualitas lingkungan, sehingga dalam pemanfaatan sumber daya lingkungan hidup, manusia dapat melakukan aktifitas yang berdampak positif atau negatif terhadap lingkungan. Manusia juga mempunyai pengaruh yang paling kuat dalam mengubah ekosistem, baik langsung maupun tidak langsung aktifitas manusia seringkali dapat mengubah volume, susunan dan struktur komponen organik lingkungan dengan mengubah bahan organik yang ada.

Hubungan antara organisme dan lingkungan fisiknya begitu erat dan tidak dapat dipisahkan satu dengan yang lain. Mengubah hubungan organisme dan lingkungan fisiknya berarti melakukan perubahan terhadap susunan dan struktur biotik dan abiotik, atau mengubah lingkungan hidup yang bermuara pada munculnya berbagai dampak dan resiko bagi manusia itu sendiri.

Manusia berinteraksi dengan lingkungan, dipengaruhi dan mempengaruhi lingkungan hidup tersebut. Hubungan manusia dan lingkungannya bersifat sirkuler. Berbagai kegiatan manusia dari sekedar bernafas hingga membendung sungai, sedikit banyak akan mengubah lingkungannya dan perubahan lingkungan itu pada saatnya akan kembali mempengaruhi manusia. Pengaruh terhadap satu unsur akan merambat pada unsur lainnya yang bergerak merambat secara halus,

seringkali pengaruhnya terhadap manusia tidak dapat terlihat dan dirasakan, namun pada suatu saat pengaruh tersebut akan terakumulasi dan memberikan dampak yang nyata.

Kualitas kehidupan tergantung dari derajat pemenuhan kebutuhan dasar yang diperoleh dari suatu lingkungan, dan kualitas lingkungan dapat menjadi ukuran derajat pemenuhan kebutuhan dasar tersebut. Semakin tinggi derajat kualitas kehidupan dalam suatu lingkungan berarti semakin tinggi pula derajat pemenuhan kebutuhan dasar, atau sebaliknya. Dengan demikian, kualitas lingkungan yang baik akan menghasilkan derajat kualitas pemenuhan kebutuhan dasar yang baik, dan selanjutnya menghasilkan kualitas lingkungan yang baik.

Jika kualitas lingkungan mengalami penurunan, maka penurunan kualitas tersebut akan mengakibatkan beberapa hal antara lain:

- a) Kesehatan, penyakit infeksi
 - Zat beracun dalam udara, makanan dan air
 - Pengaruh energi fisik yang tidak terkontrol terhadap kesehatan
- b) Kenyamanan, efisiensi dan estetik
 - Pandangan tidak sedap, bau menyengat dan rasa tidak enak
 - Panas, suara gaduh/bising dan cahaya
 - Ciri struktur: kemudahan dan efisiensi
- c) Pengaruh terhadap keseimbangan ekosistem dan sumber daya alam

Peranan Ekosistem

Ekosistem merupakan bagian dari lingkungan. Dari segi fungsional, ekosistem dapat dianalisa menurut:

1. Lingkaran energi

Sesuai dengan azas pertama dari azas dasar ilmu lingkungan, yaitu semua energi yang memasuki sebuah organisme hidup atau populasi atau ekosistem dapat dianggap sebagai energi yang tersimpan atau terlepaskan. Energi dapat

diubah dari suatu bentuk ke bentuk yang lainnya tetapi tidak dapat hilang, dihancurkan, atau diciptakan.

2. Rantai makanan

Rantai makanan merupakan perpindahan energi makanan dari sumber daya tumbuhan melalui seri organisme atau melalui jenjang makan (tumbuhan-herbivora-carnivora).

Pada setiap tahap pemindahan energi, 80 – 90% energi potensial hilang sebagai panas, karena itu langkah-langkah dalam rantai makanan terbatas 4-5 langkah saja. Dengan perkataan lain, semakin pendek rantai makanan semakin besar pula energi yang tersedia.

Ada dua tipe dasar rantai makanan:

- a. Rantai makanan rerumputan (*grazing food chain*)

Misal, tumbuhan-herbivora-carnivora

- b. Rantai makanan sisa (*detritus food chain*)

Bahan mati → mikroorganisme (detritivora = organisme pemakan sisa) → predator.

3. Pola keanekaragaman dalam waktu dan ruang

Merupakan azas ketiga dari azas dasar ilmu lingkungan yaitu materi, energi, ruang, waktu dan keanekaragaman, semuanya termasuk kategori sumber alam.

4. Perkembangan dan evolusi

Dapat didekati dengan azas ketiga belas dari azas dasar ilmu lingkungan, yaitu lingkungan yang secara fisik mantap memungkinkan terjadinya penimbunan keanekaragaman biologi dalam ekosistem yang mantap, yang kemudian dapat menggalakkan kemantapan populasi lebih jauh lagi.

5. Pengendalian (cybernetics)

Organisme menyesuaikan diri dengan lingkungan fisik, akan tetapi organisme juga dapat membuat lingkungannya menyesuaikan terhadap kebutuhan

biologisnya, misalnya tumbuhan dapat mempengaruhi tanah tempat tumbuhnya. Dalam hal ini telah terjadi fungsi pengendalian.

PERUBAHAN EKOSISTEM DAN DAMPAK LINGKUNGAN

Kegiatan manusia dan bencana alam dapat menyebabkan perubahan suatu ekosistem. Bencana alam, seperti letusan gunung berapi dan gempa bumi merupakan sesuatu yang berada di luar kendali manusia. Namun kegiatan manusia, seperti tindakan pencemaran dan eksploitasi yang berlebihan terhadap sumber daya alam, secara langsung atau tidak langsung akan mengakibatkan terjadinya perubahan ekosistem. Perusakan terhadap habitat suatu komunitas akan secara langsung mengubah ekosistem pada habitat tersebut. Sebagai contoh, eksploitasi ikan di danau atau di sungai dengan menggunakan bahan peledak, arus listrik atau bahan beracun berakibat rusaknya habitat komunitas di danau/sungai dan selanjutnya menyebabkan terjadinya perubahan ekosistem dan penurunan keanekaragaman hayati.

Pada ekosistem air tawar terdapat faktor-faktor pembatas yang memungkinkan mekanisme yang berlangsung dalam ekosistem berjalan secara mantap. Faktor-faktor pembatas tersebut berkaitan dengan kondisi habitat air tawar (lingkungan akuatik), yaitu:

- a. Temperatur
- b. Transpirasi
- c. Turbiditas/kekeruhan
- d. Arus
- e. Gas terlarut dalam air
- f. Oksigen terlarut (Dissolved Oksigen/DO)
- g. Karbondioksida terlarut
- h. Garam biogenik dalam air
- i. Na dan K

j. Kalsium dan Magnesium

k. Fosfor

l. Konveksi air

Dengan terganggunya faktor-faktor pembatas di atas, misalnya kenaikan atau penurunan konsentrasi dan *magnitude* dari faktor-faktor tersebut, niscaya akan mempengaruhi komunitas dan lingkungan abiotik dari ekosistem danau/sungai.

Contoh kasus akibat pencemaran air yang berasal dari limbah suatu pabrik kertas yang memberikan dampak buruk terhadap lingkungan dan gangguan terhadap ekosistem, sebagai berikut:

1. Gangguan terhadap vegetasi

Tanaman padi di sawah-sawah pada kawasan tercemar sering terserang *penyakit layu* dengan gejala pucuk daun yang mengering dan membusuk dan berakhir dengan kematian tanaman tersebut.

2. Gangguan terhadap fauna

Hewan dan unggas yang meminum air sungai yang tercemar tersebut mati atau menghasilkan keturunan yang cacat.

3. Gangguan terhadap manusia

Dalam menggarap sawah, petani harus mengubah cara menanam padi terutama di musim kemarau, karena sepanjang musim tanam terdapat banyak sekali lapisan kertas yang mengendap dan menutupi permukaan tanah; petani harus menyediakan tenaga ekstra untuk memunguti lapisan kertas yang mengendap menutup permukaan tanah tersebut yang berarti menambah biaya produksi.

Dari suatu contoh di atas, jelaslah sudah bahwa gangguan atau pencemaran terhadap lingkungan akan berakibat terjadinya perubahan pada ekosistem tersebut.

EKOSISTEM AIR TAWAR DI DANAU DAN PENGELOLAANNYA

Ekosistem Air Tawar di Danau

Salah satu jenis ekosistem yang dikenal adalah ekosistem air tawar disamping jenis ekosistem lainnya, seperti ekosistem hutan, padang pasir, pantai, dasar laut, dan sejenisnya. Pemisahan jenis ekosistem di atas memang diperlukan karena setiap jenis ekosistem memiliki perbedaan mekanisme dan karakteristik yang khas, demikian juga dalam hal pengelolaannya, masing-masing memerlukan strategi dan cara yang berlainan. Bahkan terhadap satu jenis ekosistem pun masih harus dilakukan perbedaan, misalnya ekosistem air tawar dapat dibedakan menjadi ekosistem danau, sungai, rawa dan sebagainya.

Ekosistem air tawar di danau merupakan ekosistem yang paling banyak dipelajari, karena hewan dan tumbuhan yang ada di danau adalah bagian dari sistem interaksi dinamis, dengan satu bagian mempunyai pengaruh terhadap bagian lainnya. Hal lain yang dapat dipelajari melalui ekosistem air tawar di danau, yaitu dari ekosistem di danau dapat dikemukakan beberapa azas penting yang berlaku bagi ekosistem lainnya. *Azas pertama*, ekosistem lahir karena perjalanan sejarah artinya bahwa semua bentuk kekuatan yang beroperasi pada setiap waktu di dalam sebuah ekosistem dapat mempunyai kesan yang halus tetapi kuat, kemudian terjadi perubahan ciri dari ekosistem tersebut. *Azas kedua*, seluruh ekosistem mengalami suksesi, yaitu bahwa ekosistem selain terus menerus mengalami perubahan genetika untuk dapat menyesuaikan diri dengan keadaan lingkungannya, juga “pemusnahan” terhadap spesies-spesies yang tidak mampu mempertahankan diri dan diganti oleh spesies-spesies yang lebih mampu menyesuaikan diri.

Suksesi Ekosistem Air Tawar di Danau

Awal terbentuknya sebuah danau dapat bermacam-macam, baik akibat peristiwa alam maupun *artifisial*. Sebagai contoh, danau Toba di Sumatera Utara terbentuk sebagai akibat terjadinya patahan di permukaan bumi dengan diikuti peristiwa *klimat*; danau Lamongan di Jawa Timur terbentuk akibat depresi batuan kapur (*limestone*) di lokasi belokan sungai, dikenal sebagai gejala *vulkan*; danau Batur di Bali dan danau Singkarak di Sumatera Barat terbentuk akibat letusan

gunung berapi. Beberapa danau/waduk, seperti waduk Jatiluhur di Jawa Barat merupakan contoh danau buatan (*artifisial*).

Ketika danau pertama kali terbentuk, di dalamnya terkandung sedikit sekali bahan organik/substrat dan air danau jernih. Keanekaragaman hayati hampir tidak ada atau sangat rendah. Kejernihan air danau memungkinkan sinar matahari menembus ke kedalaman air, sehingga suhu air berubah menjadi lebih dingin. Organisme pionir seperti ganggang atau *algae* dan sejenisnya lambat laun muncul dan memperkaya kandungan oksigen di dalam air.

Hewan (ikan) yang terdapat di dalamnya lebih merupakan hewan yang dapat menyesuaikan diri dengan keadaan lingkungan yang sejuk, kurang bahan makanan tetapi kaya akan oksigen. Danau semacam ini disebut danau *oligotrofi*, artinya, makanan yang tersedia di dalam danau hanya sedikit; resiklus bahan makanan memang sedikit karena aktifitas biologi yang terjadi juga sangat sedikit. Dengan demikian, ada kemungkinan pada permukaan air terjadi kekuarangan bahan seperti fosfor, nitrogen dan kalsium, padahal unsur kimia ini sangat penting bagi organisme hidup. Kegiatan biologi dalam suatu danau lambat laun meningkat walaupun ketersediaan bahan pertumbuhan sedikit, kecuali terjadi perubahan seperti suhu danau sangat dingin atau bahan makanan di danau sangat kurang bahkan habis. Bahan organik seperti ganggang, fitoplankton, zooplankton dan sampah organik lainnya makin tertimbun pada permukaan air. Akibatnya, kejernihan air akan menurun dan semakin keruh; terjadi perlahan-lahan, kemudian relatif makin cepat. Hal ini berarti sinar matahari semakin tak dapat lagi menembus ke dalam air seperti semula, sehingga proses fotosintesa dalam danau semakin lama semakin terbatas hanya di sekitar permukaan air saja. Dengan meningkatnya jumlah total kegiatan biologi dalam danau per unit waktu dan volume air tertentu, produksi sampah organikpun meningkat pula. Sampah ini mula-mula terapung-apung, kemudian tenggelam ke dasar danau. Adanya tambahan pemasukan bahan dari luar melalui aliran sungai yang masuk ke danau dan mengendap, membuat keadaan danau lama-kelamaan semakin dangkal. Di sekitar tepi danau aneka ragam kegiatan biologi kecepatannya meningkat besar sekali, sehingga danau *oligotrofi* ini berubah menjadi danau yang *mesotrofi*.

Daya pengendapan bahan dalam danau *mesotrofi* ini bervariasi. Perubahan danau *mesotrofi* ke satu tingkat berikutnya dapat berlangsung dalam jangka waktu lama, namun dapat juga berubah dengan sangat cepat, kemudian terjadi pendangkalan di bagian tepi, dan di bagian tengah kedalamannya hanya 3-20 m. Apabila kecepatan aktifitas biologi begitu tinggi dan konsentrasi organisme hidup begitu besar, produksi bahan organik menjadi cukup besar dan air danau pun menjadi sangat keruh. Daya tembus sinar matahari ke dalam danau hanya berkisar 1-3 meter saja; air danau menjadi hangat dan terjadilah perubahan komposisi spesies jasad hidup yang lebih beragam. Dalam keadaan seperti ini, zat makan di permukaan air cukup tersedia untuk mendukung berbagai kegiatan biologi dan danau berubah menjadi danau *eutrofi*. Proses suksesi danau akan berakhir apabila danau tersebut airnya sudah sangat dangkal dan dipenuhi oleh beraneka ragam jasad hidup. Keadaan akhir seperti ini disebut *distrofi*, yaitu danau telah berubah menjadi semacam rawa, selanjutnya akan berubah menjadi tanah dataran biasa. Pada keadaan *distrofi*, jumlah bahan organik yang dibusukkan di dasar danau begitu besar, sehingga oksigen yang diperlukan untuk aktifitas pembusukan ini melebihi ketersediaan oksigen yang ada di dalam air. Aktifitas biologi tumbuhan akuatik dalam danau menjadi sangat berkurang, sehingga danau berubah menjadi “danau mati”, lahirlah komunitas dataran baru. Proses hingga matinya sebuah danau disebut proses *eutrofikasi*.

Peranan Manusia dalam Pengelolaan Ekosistem Air Tawar di Danau

Kegiatan manusia besar sekali pengaruhnya terhadap perubahan kondisi sebuah danau, misalnya, memasukkan banyak zat makan ke dalam danau itu melalui pembuangan sampah dan kotoran sebagai hasil kegiatan peradaban manusia. Dengan perkataan lain, *manusia turut serta mengurangi jumlah danau*. Pada dasarnya, pemandangan indah yang dapat diberikan oleh sebuah danau dengan pemandangan alam tambahan pada latar belakangnya dikagumi oleh setiap orang, dan yang lebih penting lagi bahwa keberadaan sebuah danau dapat menjadi sumber bahan makanan bagi manusia. Danau juga merupakan salah satu sumber air yang dapat diberdayakan untuk memenuhi kebutuhan manusia, misalnya untuk air baku, untuk melaksanakan proses budidaya dan sebagainya. Dengan demikian, pengelolaan ekosistem danau menjadi hal yang sangat penting dan

setiap orang harus ikut bertindak dalam memelihara ekosistem sebuah danau pada tingkat yang optimal sehingga memberikan manfaat bagi kehidupan manusia.

Dalam hal danau sebagai sumber bahan makanan bagi manusia, diperlukan pengelolaan terhadap eksploitasi bahan makanan tersebut. Misalnya, dalam mengeksploitasi ikan di danau harus mempertimbangkan jenjang makan (*trophic level*) dari populasi ikan. Ikan yang berada pada *jenjang makan puncak* dan memiliki *biomassa* optimum saja yang layak dieksploitasi. Selanjutnya, perlu juga diperhatikan cara mengeksploitasi ikan tersebut agar ikan atau organisme *jenjang makan bawah* pada rantai ekosistem tidak mengalami gangguan atau musnah.

Mengeksploitasi ikan di danau dengan pengaturan hanya untuk ikan pada jenjang makan puncak memang kurang praktis bagi suatu daerah yang masyarakatnya besar. Manfaat danau dari segi pemenuhan kebutuhan bahan makanan untuk masyarakat terasa kurang dan lebih minim variasi. Untuk itu, pemanfaatan danau sebaiknya dilaksanakan sampai kepada jasad hidup/organisme dengan jenjang makan sedekat mungkin ke arah sumber energi matahari, agar setiap mata rantai dalam ekosistem dapat dieksploitasi secara optimum dan ekosistem di danau tetap berada dalam keadaan seimbang, atau rasio antara *biomassa* dan *produktivitas* tetap sebanding. Mengingat di danau juga terjadi persaingan antar spesies dalam mempertahankan kelangsungan hidupnya, eksploitasi terhadap satu jenis spesies akan memunculkan dominasi baru spesies lainnya, selanjutnya dapat memusnahkan spesies yang lain di bawahnya.

Jika ditinjau keberadaan danau sebagai sumber air, maka pengelolaan suatu danau akan semakin kompleks. Volume air di danau merupakan salah satu parameter penentu dalam keseimbangan ekosistem danau. Melimpah-ruah atau minimnya air di danau tentunya bukanlah kondisi yang *menyenangkan* bagi ekosistem danau. Eksploitasi sumber air dari danau seringkali kurang mempertimbangkan dampak-dampak yang akan timbul terhadap kelangsungan ekosistem danau tersebut, atau telah dipertimbangkan sebaik mungkin dalam wujud perencanaan, namun dalam kegiatan eksploitasi sumber air, perlindungan terhadap sumber air dan ekosistem danau kurang mendapat perhatian; ekosistem

danau dibiarkan berkembang secara alamiah dan berjalan di tengah-tengah dahsyatnya gangguan akibat eksploitasi sumber air.

Keberadaan sumber air di danau tidak terlepas dari tinjauan aspek hidrologis, topografis, geologis dan aspek lainnya yang tercakup dalam satu sistem pengelolaan sumber daya air di danau. Hujan jatuh ke bumi, sebagian meresap ke dalam bumi sebagian lagi merambat melalui permukaan tanah, mengalir melalui celah-celah dan sungai kecil, kemudian mencapai danau. Aliran air permukaan akan seluruhnya mencapai danau dalam waktu singkat jika tidak ada retensi dari vegetasi di daerah tangkapan air (*catchment area*) danau. Volume air di danau melimpah ruah, mengganggu keseimbangan ekosistem. Pada musim kering, aliran air menuju danau kecil atau terhenti sama sekali; air danau menyusut, ditambah penyusutan air akibat penguapan yang relatif besar, volume danau akan berada pada level yang sangat minim dan pada akhirnya sangat berpengaruh bagi keseimbangan ekosistem danau tersebut. Untuk itu, diperlukan upaya perlindungan terhadap vegetasi di daerah tangkapan air danau agar retensi aliran permukaan memadai.

Semuanya sudah tentu dikembalikan kepada manusia sebagai agent dari terciptanya keseimbangan ekosistem danau secara khusus dan lingkungan hidup secara umum. Dengan perkataan lain, *manusia memiliki peranan besar dalam kegiatan pengelolaan dan perlindungan suatu ekosistem dan lingkungan hidup secara menyeluruh; kualitas hidup manusia berjalan seiring dengan kualitas lingkungan.*

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari uraian mengenai Ekosistem Air Tawar di Danau seperti telah diuraikan dalam Bab-bab sebelumnya, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Ekosistem sebagai konsep sentral atau inti dari ilmu lingkungan (ekologi) merupakan suatu fenomena/sistem dinamis yang menjelaskan hubungan

ketergantungan, saling mempengaruhi dan timbal balik antara *biotik* dan *abiotik*.

2. Hubungan ketergantungan, saling mempengaruhi dan timbal balik tersebut sejalan dengan transfer energi dari jenjang makan (*tropic level*) bawah hingga jenjang makan puncak.
3. Kualitas hidup ditentukan oleh kualitas pemenuhan kebutuhan dasar yang disediakan oleh lingkungan; semakin baik kualitas lingkungan, semakin baik pula kualitas pemenuhan kebutuhan dasar, demikian juga kualitas hidup akan semakin baik. Semuanya tercermin dari tingkat fungsional pada mata rantai dalam suatu ekosistem.
4. Pada ekosistem air tawar di danau, ketidak-seimbangan ekosistem akan mengakibatkan terjadinya perubahan keanekaragaman hayati dalam danau sebagai suatu habitat. Perubahan yang tidak terkendali tergambar dari proses suksesi sebuah danau; berawal dari munculnya faktor-faktor eksternalitas yang menjadi pemicu perubahan tersebut.
5. Manusia merupakan *agent* dari terbentuknya suatu lingkungan yang seimbang atau lingkungan yang sama sekali tidak terkendali. Kualitas hidup manusia tercermin dari cara manusia mengelola lingkungan. Manusia dapat sepenuhnya mengelola dan pengendalian ekosistem sebaik-baiknya untuk mendapatkan manfaat optimal dari keanekaragaman hayati yang tetap seimbang.

DAFTAR PUSTAKA

- Metty Kurniati, Ir. MS, dan Suwarsono Heddy, Ir. MS. Prinsip-prinsip Dasar Ekologi; Suatu Bahasan tentang Kaidah Ekologi dan Penerapannya
- Otto Soemarwoto, Analisis Dampak Lingkungan cetakan ke 5 Penerbit Gajah Mada University Press, 1992
- RE. Soeriaatmadja, Prof. Dr. Ilmu Lingkungan cetakan ke 7 Penerbit ITB, 1997