

**Penurunan Jasa (servis) Ekosistem Sebagai
Pemicu Meningkatnya Perubahan Iklim Global
Oleh: Abubakar Sidik Katili***

Abstarct

The increasing of human population growth in the world causes increasingly height of requirement of goods and service. Accomplishment requirement of goods and service will be able to fulfilled if production of the goods and service is done on a large scale. Produce of goods and service requires input raw material obtained from exploitation resources of natures which there in ecosystem. The exploitation causes lowering ecosystem service and that thing experiences affecting globally. Global impact of which can be make a phenomenon, it is called global climatic change. In this article explained about some related of degradation ecosystem service and increasing global climate change. Some the things namely: understanding of global climate change, ecosystem and its component and process, degradation of service ecosystem as caused of human activity and degradation of ecosystem service can increase the global climate change. Conclusion in this article are the of global climate change happened, caused of human activity to exploiting source of natures and that activity done to increase product goods and service.

Key Words: *Ecosystem, ecosystem service, climatic change*

Pendahuluan

Fenomena perubahan iklim merupakan gejala pemanasan global (*global warming*) yang terjadi akibat bertambahnya jumlah gas buangan di atmosfer yang dihasilkan oleh kegiatan pertanian, industri, dan transportasi. Pencemaran lintas batas negara seperti polusi asap akibat kebakaran hutan, pencemaran merkuri dan minyak di laut yang sering terjadi dan hal tersebut telah memicu terjadinya perubahan iklim global. Sejak terjadinya revolusi industri pada tahun 1860 menyebabkan peningkatan penggunaan bahan bakar fosil dalam kegiatan industri dan transportasi, hal ini pada tahap berikutnya menyebabkan menurunnya kondisi lingkungan yang secara langsung berpengaruh pada ekosistem yang merupakan tempat tinggal atau habitat organisme termasuk manusia.

Diketahui bahwa ekosistem adalah sistem ekologi yang di dalamnya terjadi hubungan timbal balik antara komponen-komponen penyusunnya (Soemarwoto: 1983). Komponen-komponen penyusun ekosistem secara garis besar terdiri atas komponen biotik dan abiotik. Organisme yang membentuk suatu komunitas dan ekosistem merupakan satu kesatuan dan membentuk suatu jaring-jaring kehidupan yang saling berhubungan dan kompleks.

* Dosen Jurusan Biologi Fakultas MIPA UNG

Selain itu ekosistem dapat dikatakan sebagai mesin produksi yang alami, menyediakan makanan dan air untuk kelangsungan hidup organisme di dalamnya. Sebuah ekosistem dapat dikatakan juga sebagai level yang paling kompleks dari sebuah organisasi alam. Ekosistem terbentuk dari sebuah komunitas dan lingkungan abiotiknya seperti iklim, tanah, air, udara, nutrien dan energi.

Ekosistem memiliki jasa yang sangat penting dalam siklus kehidupan di muka bumi ini. Jasa ekosistem merupakan manfaat yang diperoleh manusia dari suatu ekosistem. Manfaat ini termasuk jasa penyediaan, seperti pangan dan air; jasa pengaturan seperti pengaturan terhadap banjir, kekeringan, degradasi lahan dan penyakit; jasa pendukung seperti pembentukan tanah dan siklus hara; serta jasa kultural seperti rekreasi, spiritual, keagamaan dan manfaat nonmaterial lainnya. Adanya jasa ekosistem tersebut sangatlah mutlak dikatakan bahwa jika terjadi suatu gangguan terhadap ekosistem maka akan sangat memberikan pengaruh yang signifikan kurang baik bagi komponen-komponen yang ada di dalamnya termasuk manusia, sebagai salah satu komponen penyusun ekosistem.

Setiap ekosistem memberikan tanggapan atau respons terhadap suatu gangguan. Tanggapan ekosistem terhadap gangguan dilakukan sesuai dengan daya lentingnya. Daya lenting merupakan sifat suatu ekosistem yang memberikan kemungkinan ekosistem tersebut dapat pulih kembali menuju ke arah keseimbangan semula setelah mengalami gangguan. (Irwan: 1992). Melihat hal ini maka dapat dikatakan bahwa suatu ekosistem yang mendapat gangguan memiliki kemungkinan untuk kembali pada keadaan awal atau semula, akan tetapi hal tersebut bergantung pada besar kecilnya gangguan yang dialami dan bergantung pada besar kecilnya daya lenting yang dimiliki oleh ekosistem itu sendiri.

Gangguan yang melebihi daya lenting suatu ekosistem, akan menghasilkan dinamika yang mengarah pada terbentuknya kondisi ekosistem yang menyimpang atau berbeda dengan kondisi ekosistem sebelumnya. Meskipun suatu ekosistem memiliki daya lenting yang besar, tetapi pada umumnya batas mekanisme keseimbangan dinamis atau homeostatis-nya masih dapat ditembus oleh kegiatan manusia.

Beberapa contoh aktivitas yang dilakukan manusia misalnya penebangan/ eksploitasi hutan alam (*deforestasi*) yang melebihi batas, penggunaan bahan-bahan kimia yang berbahaya misalnya merkuri oleh industri, asap kendaraan bermotor maupun asap pabrik industri yang telah melebihi ambang batas, dan berbagai aktivitas lainnya. Adanya aktivitas manusia tersebut disebabkan oleh meningkatnya kebutuhan manusia terhadap barang dan jasa dari alam, sehingga pada hal ini telah menyebabkan penurunan kemampuan alam untuk menyediakan barang dan jasa tersebut. Kemampuan alam untuk menyediakan barang dan jasa merupakan jasa ekosistem.

Secara khusus dapat dikatakan bahwa kegiatan manusia yakni penebangan hutan (*deforestasi*) dapat mengakibatkan hutan dapat berubah secara permanen atau bahkan rusak. Hilangnya hutan yang menyediakan jasa ekosistem terbesar di muka bumi, secara berangsur-angsur akan memicu meningkatnya perubahan iklim global (*global climatic change*).

Berdasarkan beberapa uraian yang telah dikemukakan di atas maka dalam tulisan ini akan diuraikan beberapa hal yang berkaitan dengan permasalahan penurunan jasa atau servis ekosistem dan meningkatnya perubahan iklim global. Beberapa hal yang akan dibahas terkait dengan kedua permasalahan tersebut yakni menelaah tentang perubahan iklim global, pengertian dan bentuk serta komponen ekosistem, pentingnya jasa ekosistem dan menelaah tentang adanya penurunan jasa ekosistem dapat meningkatkan terjadinya perubahan iklim global.

Mengingat kondisi ekologis secara global pada saat ini sementara berada dalam kondisi yang berubah-ubah akibat mulai menurunnya jasa ekosistem maka tulisan diharapkan dapat menambah pengetahuan maupun informasi mengenai jasa ekosistem itu sendiri serta adanya kondisi perubahan iklim secara global.

Perubahan iklim global

Pada hakekatnya perubahan iklim merupakan proses yang terjadi secara alami. Akan tetapi hal yang dianggap tidak biasa adalah perubahan terjadi secara cepat dalam dua ratus tahun terakhir. Hal tersebut ditunjukkan oleh adanya peningkatan suhu bumi yang meningkat secara drastis. Menurut Tuheteru (2008) bahwa suhu bumi tercatat dari sekitar tahun 1000 relatif stabil hingga tahun awal 1800-an. Seiring dengan naiknya kadar CO₂ di atmosfer, suhu bumi mulai tampak mendaki tajam tanpa ada kecenderungan menurun sedikitpun sejak sekitar tahun 1860-an hingga akhir-akhir ini. Salah satu faktor yang menyebabkan hal yang demikian adalah perubahan tata guna lahan yang mengakibatkan rusaknya hutan serta faktor pertumbuhan penduduk dan konsumsi energi fosil yang besar-besaran. Meningkatnya laju pertumbuhan penduduk dunia yang besar pada saat ini, serta konsumsi dan eksploitasi yang berlebihan guna memenuhi kebutuhan hidup, telah mempercepat perubahan susunan atmosfer bumi.

Untuk menelaah lebih jauh mengenai perubahan iklim global ini, maka terlebih dahulu haruslah diketahui mengenai iklim itu sendiri. Secara umum iklim dapat didefinisikan sebagai keragaman keadaan fisik atmosfer. Khususnya keragaman suhu udara dan curah hujan yang terjadi secara berangsur-angsur dalam jangka waktu yang panjang, antara 50-100 tahun. Pada intinya, iklim itu adalah pola cuaca yang terjadi selama bertahun-tahun (Murjaya dan Daryono: 2007).

Lebih lanjut Murjaya dan Daryono (2007) mengemukakan bahwa iklim atau musim ditentukan oleh (a) kondisi dinamika atmosfer dalam hal

ini sirkulasi angin (*monsun*) dan perkembangan suhu muka laut, (b) fenomena alam dalam skala regional maupun global.

Sebagaimana yang telah diuraikan sebelumnya bahwa adanya perubahan iklim secara global yang terjadi pada saat ini merupakan perubahan iklim yang tidak lagi berjalan secara normal. Diketahui bahwa meningkatnya jumlah gas rumah kaca di atmosfer bumi merupakan awal dari terjadinya fenomena perubahan iklim global. Adanya peningkatan jumlah gas rumah kaca menyebabkan terjadinya pemanasan global yang pada tahap selanjutnya hal ini menuju kepada terjadinya perubahan iklim global.

Gas-gas rumah kaca diantaranya yakni karbondioksida (CO_2), metana (CH_4) dinitrogenoksida (N_2O), dan uap air (H_2O), karbon dioksida (CO_2) hidrofluorokarbon (HFC), perfluorokarbon (PFC) dan sulfur heksaflorida (SF_6).

Tabel 1. Waktu Tinggal Gas Rumah Kaca di Atmosfer

Gas rumah kaca	Waktu tinggal di atmosfer (tahun)
Karbon dioksida (CO_2)	50-200
Metana (CH_4)	10
Ozon (O_3)	0,1
Dinitrogen oksida (N_2O)	150
CFC R-11 (CCl_3F)	65
CFC R-12 (CCl_2F_2)	130

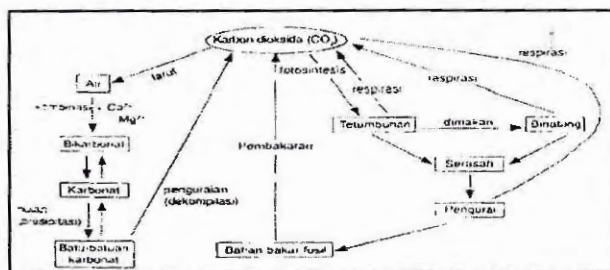
(Murjaya dan Daryono: 2007)

Adanya gas-gas rumah kaca ini dapat menyebabkan radiasi infra merah pada kondisi normal akan terhalang masuk ke bumi. Fenomena ini sama dengan yang terjadi seperti dalam rumah kaca buatan, karena kaca akan menghalangi masuknya sinar, tetapi penutupan permukaan tersebut dapat menimbulkan panas. Walaupun demikian, pemisalan rumah kaca tersebut tidak dapat melukiskan apa yang sesungguhnya terjadi di atmosfer, seperti penyerpan panas di atmosfer. Adanya gas rumah kaca yang ada saat ini di atmosfer bumi dan tidak adanya gas rumah kaca di bulan menyebabkan perbedaan temperatur antara di bumi dengan di bulan, walaupun jarak rata-rata ke matahari diantara keduanya adalah sama.

Temperatur di bumi (di permukaan dan di atmosfer) selalu bergerak ke arah *equilibrium*. Jika *equilibrium* tidak tercapai antara jumlah panas yang masuk ke atmosfer dan yang meninggalkan atmosfer maka bumi akan selalu panas atau selalu dingin. Masuknya gas rumah kaca yang masuk ke atmosfer bumi berpengaruh terhadap keseimbangan (*equilibrium*), karena molekul-molekul gas menyerap panas. Temperatur di permukaan bumi dan di atmosfer terus bertambah sampai mencapai keseimbangan baru. Jumlah panas yang masuk dan meninggalkan atmosfer tidak berubah, tetapi jumlah panas yang tersimpan di bumi dan di atmosfer terus meningkat.

Kapasitas penyerapan panas diketahui dengan kekuatan radiasi dari gas tersebut. Jika gas rumah kaca berkurang maka kekuatan radiasi juga berkurang dan keseimbangan baru juga terbentuk pada suhu yang lebih rendah (Sukowati: 2008).

Gas rumah kaca dari emisi antropogenik berasal dari beberapa sumber. Sehingga untuk memahami emisi karbondioksida yang penting bagi gas rumah kaca maka perlu diketahui bagaimana mekanisme siklus karbon. Siklus carbon menggambarkan pergerakan karbon dari atmosfer ke permukaan bumi. Karbon merupakan salah satu unsur yang mengalami siklus dalam ekosistem. Dimulai dari karbon yang ada di atmosfer berpindah melalui tumbuhan hijau yang berperan sebagai produsen dalam ekosistem, kemudian berpindah ke konsumen dan pengurai serta akan kembali ke atmosfer. Di atmosfer karbon terikat dalam bentuk senyawa karbon dioksida (CO_2).



(Indriyanto : 2006) Gambar 1. Siklus karbon di alam

Karbon dioksida merupakan bagian udara yang sangat penting yang dapat mempengaruhi radiasi panas dari bumi dan dapat membentuk persediaan karbon anorganik. Proses fotosintesis yang terjadi pada tumbuhan hijau (produsen) merupakan proses pengubahan karbon dioksida sebagai karbon anorganik menjadi karbohidrat sebagai senyawa hidrokarbon yang dalam hal pengubahan karbon disebut juga senyawa karbon organik dalam tubuh tumbuhan disertai dengan penyimpanan energi yang berasal dari radiasi sinar matahari, sehingga dalam tubuh tumbuhan tersimpan energi yang disebut dengan energi biokimia yang tersimpan dalam bersama dengan senyawa kompleks (Indriyanto: 2006).

Dalam aktivitas metabolisme pada tumbuhan, sebagian senyawa karbon akan terurai dan CO_2 akan dibebaskan lagi ke udara melalui respirasi, sebagian karbon organik lainnya diubah menjadi senyawa organik kompleks dalam tubuh tumbuhan selama masa pertumbuhan tumbuhan tersebut. Senyawa organik tersebut akan ditransfer melalui proses interaksi dalam rantai makanan maupun jaring-jaring makanan sehingga sebagai dari senyawa karbon organik akan tetap berada dalam tubuh konsumen (manusia, hewan) sampai mati. Setelah produsen dan konsumen mati, maka senyawa organik akan segera terurai lagi melalui proses dekomposisi oleh organisme pengurai dan karbon akan dilepas sebagai CO_2 ke alam dan masuk ke udara atau ke dalam air.

Di permukaan bumi, karbon disimpan dalam biomassa pada setiap organisme. karbon dioksida juga larut dalam air permukaan, hal ini juga terjadi pada laut. Karbon dioksida terkumpul sebagai carbon ketika tumbuhan tumbuh, dan karbon dioksida terkumpul sebagai carbon dalam jaringan tubuh tanaman. Contoh: sebuah tanaman kira-kira kira-kira mengandung carbon sebanyak 50% dari berat. Ketika hewan memakan tanaman, carbon tertransfer dari biomass tanaman menjadi biomass pada hewan. Ketika tanaman atau hewan mati, mereka akan terurai dimana kombinasi antara carbon dengan dengan oksigen akan membentuk carbon dioksida, dimana CO₂ akan kembali ke atmosfer, CO₂ diserap pada tumbuhan baru berkembang (Sukowati: 2008).

Aktivitas *antropogenik*, seperti pembakaran bahan bakar atau hutan mempengaruhi keseimbangan siklus karbon, dan menyebabkan bertambahnya CO₂ di atmosfer. Bahan bakar fosil, seperti minyak bumi, batu bara dan gas alam berasal dari sisa fosil tanaman. Bahan bakar tersebut menggambarkan kandungan karbon dan pembakarannya dapat meningkatkan kandungan CO₂ di atmosfer. Begitupula ketika terjadi penebangan hutan yang tidak terkecuali kandungan karbon yang terdapat pada produk kayu akhirnya terbagi-bagi dan karbon dilepaskan ke atmosfer sebagai CO₂.

Menurut Sukowati (2008), kurang lebih 50% dari biomassa pada tumbuhan menjadi kandungan dalam kayu atau produknya. Adanya perusakan hutan berupa penebangan dan pembakaran, menjadikan semua karbon berubah menjadi CO₂ dan efek rumah kaca semakin meningkat. Ketika hutan ditanami kembali, CO₂ diambil/dimanfaatkan kembali dari atmosfer. Implikasi ini merupakan tantangan yang signifikan bagi lingkungan dalam penggunaan bahan bakar biomassa. Contohnya: jika membakar ethanol (yang dihasilkan oleh kayu atau sawah) daripada bensin, ini akan mereduksi secara signifikan emisi CO₂. Walaupun pembakaran bahan bakar melepaskan CO₂, pembakaran bensin menggambarkan pelepasan kandungan karbon. Saat pembakaran ethanol dari tanaman mempresentasikan siklus karbon.

Methana (CH₄) dihasilkan dari berbagai sumber alamiah dan antropogenik. Sumber alamiah termasuk *wetlands*, dan areal lainnya, dimana pembusukan bahan organik terjadi secara anaerob. Sumber *antropogenik* yakni dari hewan yang memamah biak, emisi dari batubara dan minyak serta sumur gas alam. Peningkatan konsentrasi gas methan di atmosfer memungkinkan terjadinya perubahan kimia atmosfer. Nitrogen oksigen (N₂O) berasal dari pembakaran bahan bakar fosil dan biomassa, selain itu dihasilkan pula dari penyubur tanah.

a. Ekosistem dan Koponennya serta Proses yang Terjadi di Dalamnya

Ekosistem merupakan unit fungsional dasar dalam ekologi yang di dalamnya tercakup organisme dan lingkungannya (lingkungan biotik dan abiotik) dan di antara keduanya saling mempengaruhi (Odum: 1971). Ekosistem dikatakan sebagai suatu unit fungsional dasar ekologi karena merupakan satuan terkecil yang memiliki komponen secara lengkap, memiliki relung ekologi secara lengkap, serta terdapat proses ekologi secara lengkap, sehingga dalam unit ini siklus materi dan arus energi terjadi sesuai dengan kondisi ekosistemnya.

Lebih lanjut Odum (1971) mengemukakan bahwa semua ekosistem, baik ekosistem terseterial (darat) maupun ekosistem akuatik (perairan) terdiri atas komponen-komponen yang dapat dikelompokkan berdasarkan segi trofik dan segi struktur dasar ekosistem. Berdasarkan struktur dasarnya, ekosistem terdiri atas dua jenis yakni komponen biotik dan komponen abiotik. Komponen biotik merupakan komponen makhluk hidup diantaranya yakni hewan, tumbuhan, mikroorganisme dan manusia, sedangkan komponen abiotik merupakan yang termasuk dalam benda mati tetapi sangat esensial diantaranya yakni air, udara, tanah dan energi.

Berdasarkan segi trofik ini, kemudian komponen biotik dari ekosistem terdiri atas dua jenis yakni komponen *autotrofik* dan *heterotrofik*. Komponen *autotrofik* yaitu organisme yang mampu mensintesis makanannya sendiri berupa bahan organik yang berasal dari bahan-bahan anorganik dengan bantuan klorofil dan energi yang berasal dari radiasi sinar matahari. Sehingga organisme yang mengandung klorofil termasuk ke dalam golongan autotrof yang pada umumnya adalah tumbuhan. Pada komponen autotrofik ini terjadi pengikatan energi radiasi matahari dan sintesis bahan organik menjadi bahan organik kompleks.

Komponen *heterotrofik* yaitu organisme yang memanfaatkan bahan organik sebagai bahan makanannya, sedangkan bahan organik itu disediakan oleh organisme lainnya. Sehingga dapat dikatakan bahwa komponen *heterotrofik* memperoleh bahan makanan dari komponen autotrofik, kemudian sebagian anggota komponen ini menguarikan bahan organik kompleks ke dalam bentuk bahan anorganik yang sederhana.

Struktur trofik suatu ekosistem menentukan lintasan aliran energi dan siklus kimia. Jalur di sepanjang perpindahan makanan dari tingkat trofik satu ke tingkat trofik yang lain, yang dimulai dengan produsen primer, dikenal sebagai rantai makanan (*food chain*). Panjang rantai makanan dibatasi oleh jumlah energi yang dipindahkan dari satu tingkat ke tingkat berikutnya. Pada hakekatnya beberapa ekosistem sangat sederhana, sehingga ekosistem tersebut dicirikan oleh suatu rantai makanan tunggal yang tidak bercabang.

Beberapa jenis konsumen primer umumnya memakan spesies tumbuhan yang sama, dan satu spesies konsumen primer bisa memakan beberapa tumbuhan yang berbeda. Percabangan rantai makanan seperti itu terjadi juga pada tingkat trofik lainnya. Hal ini dapat dicontohkan yakni

katak dewasa, yang merupakan konsumen sekunder, memakan beberapa spesies serangga yang juga dapat dimakan oleh berbagai jenis burung. Selain itu, beberapa konsumen memakan beberapa level trofik yang berbeda. Seekor burung hantu, contohnya, dapat memakan mencit, yang sebagian besar merupakan konsumen primer, akan tetapi dapat juga memakan beberapa invertebrata; seekor burung hantu juga dapat memakan ular, yang sepenuhnya adalah karnivora.

Omnivora yang termasuk di dalamnya manusia, memakan produsen dan juga konsumen dari tingkat yang berbeda-beda. Dengan demikian, hubungan makan-memakan dalam suatu ekosistem umumnya saling berhubungan dan menjadi jaring-jaring makanan (*food web*). Hal tersebut penting untuk dapat membedakan antara struktur ekosistem (sistem trofik) dan proses ekosistem, seperti produksi dan konsumsi, yang mempengaruhi aliran energi dan siklus kimia. Dalam pengertian ekologi, produksi berarti laju pemasukan energi dan materi ke dalam tubuh organisme. Sehingga, semua organisme adalah produsen (meskipun produsen primer kadang-kadang hanya disebut *produsen* karena produksi mereka mendukung produksi semua organisme lainnya).

Konsumsi didefinisikan secara umum mengacu pada penggunaan metabolik bahan organik yang diasimilasikan untuk pertumbuhan dan reproduksi; dalam pengertian ini, semua organisme termasuk autotrof (yang memetabolisme senyawa organiknya dibuat sendiri oleh organisme tersebut dari bahan-bahannya diasimilasikan dari lingkungan), adalah konsumen. Suatu proses ekosistem yang ketiga, Dekomposisi (*decomposition*) atau penguraian, adalah perombakan bahan-bahan organik menjadi bahan anorganik. Semua organisme melakukan penguraian dalam metabolisme seluler, organisme itu merombak bahan organik dan melepaskan produk anorganik, seperti karbon dioksida dan amonia ke lingkungan.

Ekosistem memiliki keteraturan sebagai wujud dari kemampuan ekosistem memelihara diri sendiri dan mengatur diri sendiri dan dengan sendirinya mengadakan keseimbangan kembali. Keseimbangan yang terdapat dalam suatu ekosistem dinamakan homeostatis yang berarti kemampuan ekosistem tersebut untuk menahan berbagai perubahan dalam sistem secara keseluruhan (Irwan: 1992).

Adanya kemampuan homeostatis yang dimiliki oleh ekosistem ini dapat dikatakan merupakan salah satu jasa atau servis ekosistem yang selanjutnya dapat memberikan kontribusi yang positif terutama bagi manusia dan makhluk hidup lainnya yang ada dalam ekosistem itu sendiri.

b. Aktivitas Manusia Dapat Menurunkan Jasa (Servis) Ekosistem

Ketika pertumbuhan populasi manusia di muka bumi, tumbuh hingga mencapai suatu jumlah yang sangat besar, aktivitas dan kemampuan teknologi yang dihasilkan dalam satu dan lain hal tersebut telah mengganggu dinamika sebagian besar ekosistem.

Bahkan dapat dikatakan bahwa pada saat ini telah terjadi kerusakan secara kompleks suatu sistem alamiah. Tindakan tersebut telah mengganggu struktur trofik, aliran energi, dan siklus kimia ekosistem pada sebagian besar wilayah dan daerah di dunia ini. Pengaruh itu kadang-kadang bersifat lokal atau regional, akan tetapi dampak ekologis manusia dapat menyebar luas atau bahkan secara global. Hal ini jika dikaitkan dengan topik pembahasan artikel ini menyangkut perubahan iklim global maka dapat jelas diketahui bahwa adanya hal tersebut merupakan dampak kurang baik dari semakin berkurangnya jasa ekosistem akibat aktivitas manusia.

Aktivitas manusia seringkali mengganggu siklus nutrisi dengan cara mengeluarkan nutrisi dari satu bagian biosfer dan menambahkannya ke bagian biosfer lainnya. Keadaan ini bisa mengakibatkan kehabisan nutrisi pokok dalam satu daerah dan kelebihan di daerah lain, serta gangguan pada keseimbangan alamiah siklus kimia pada kedua lokasi tersebut. Sebagai contoh, nutrisi dalam tanah lahan pertanian akan segera muncul dalam buangan manusia dan ternak, dan kemudian muncul dalam anak sungai dan danau melalui aliran permukaan dari ladang dan dibuang sebagai buangan cair. Manusia memiliki kontribusi yang besar dalam mengacaukan siklus nutrisi sampai suatu derajat tertentu sehingga tidak mungkin lagi memahami setiap siklus tanpa harus memasukkan pengaruh manusia di dalamnya. Selain dari pengangkutan nutrisi dari satu lokasi ke lokasi lain, aktivitas manusia telah menambahkan bahan yang keseluruhan baru, banyak di antaranya bersifat toksik bagi ekosistem.

Produksi pangan bagi populasi manusia di muka bumi yang semakin meningkat mempunyai banyak pengaruh pada dinamika ekosistem, yang dimulai dari banyaknya spesies ikan yang hampir punah di beberapa wilayah akibat penangkapan yang berlebihan, adanya penyebaran senyawa beracun untuk pengendalian hama di lahan-lahan pertanian, sampai dengan habisnya persediaan air permukaan dan air tanah oleh irigasi.

Sebagai contoh, setelah vegetasi alamiah dibersihkan dari suatu daerah, tanaman bisa ditanam untuk beberapa periode tanpa menambahkan nutrisi tambahan karena adanya cadangan nutrisi di dalam tanah. Akan tetapi, dalam suatu ekosistem pertanian, suatu fraksi yang cukup besar dari nutrisi-nutrisi ini tidak didaur ulang, akan tetapi diekspor dari daerah itu dalam bentuk biomassa tanaman. Periode bebas untuk produksi tanaman ketika tidak ada kebutuhan untuk menambahkan nutrisi ke dalam tanah sangat bervariasi. Hal ini dapat dilihat seperti pada ekosistem padang rumput, ketika beberapa lahan padang rumput pertama kali ditanami, produksi tanaman yang baik dapat dihasilkan selama beberapa tahun karena cadangan bahan organik dalam jumlah besar dalam tanah tersebut terus mengalami penguraian dan menyediakan nutrisi.

Sebaliknya, beberapa lahan yang dibersihkan di daerah tropis dapat ditanami hanya selama satu atau dua tahun karena sangat sedikit nutrisi yang terkandung dalam tanah di ekosistem tersebut. Akhirnya, di banyak

daerah dengan pertanian intensif, cadangan alamiah nutrisi menjadi menipis. Ketika hal ini terjadi, pupuk harus digunakan. Pupuk yang disintesis secara industri yang digunakan secara luas saat ini dihasilkan dengan biaya dan energi yang sangat.

Pertanian mempunyai suatu dampak yang sangat besar terhadap siklus nitrogen. Pengolahan, penghancuran dan pencampuran tanah meningkatkan laju penguraian bahan organik, yang membebaskan nitrogen yang dapat digunakan yang kemudian dikeluarkan dari ekosistem tersebut ketika tanaman itu dipanen. Hal ini dapat dilihat seperti pada ekosistem yang tumbuhan hidupnya dikeluarkan dari ekosistem tersebut akan mengalami kehilangan nitrogen, bukan saja karena nitrogen tersebut dikeluarkan bersama-sama dengan tumbuhan itu sendiri, tetapi karena tidak ada tanaman yang akan menangkap nitrogen. Nitrat akan terus tercuci dari ekosistem tersebut. Pupuk yang disintesis secara industri digunakan untuk menutupi kehilangan nitrogen yang dapat digunakan pada ekosistem pertanian.

Diketahui bahwa aktivitas manusia telah melipat gandakan persediaan nitrogen terfiksasi di bumi yang tersedia bagi produsen primer. Penyebab utamanya adalah fiksasi nitrogen industri untuk pupuk, akan tetapi peningkatan penanaman tumbuhan polong-polongan dan pembakaran juga penting. (Kebakaran membebaskan senyawa nitrogen yang tersimpan dalam tanah dan vegetasi, sehingga dapat meningkatkan siklus senyawa nitrogen yang tersedia bagi organisme fotosintesis.)

Sebagian nitrogen yang berlebihan dalam tanah akan tercuci ke bawah. Peningkatan fiksasi nitrogen juga dihubungkan dengan pembebasan senyawa nitrogen (N_2 dan nitrogen oksida) yang lebih besar ke udara oleh organisme denitrifikasi. Nitrogen oksida dapat menyebabkan pemanasan atmosfer, penipisan ozon atmosfer, dan dalam beberapa ekosistem menyebabkan hujan asam yang kesemuanya fenomena tersebut memberikan kontribusi bagi terjadinya perubahan iklim global.

c. Penurunan Jasa Ekosistem Dapat Meningkatkan Terjadinya Perubahan Iklim Global

Kehidupan manusia yang sangat tergantung kepada jasa yang diberikan oleh biosfer dan ekosistemnya. Biosfer merupakan hasil penggabungan dari seluruh kehidupan di muka bumi. Komposisi atmosfer dan tanah, siklus hara melalui udara dan air serta aset ekologi lainnya merupakan hasil dari proses-proses kehidupan dan semuanya dipertahankan dan dilengkapi oleh ekosistem yang hidup. Manusia, walaupun telah memiliki kebudayaan dan teknologi yang tinggi, pada akhirnya akan sangat tergantung kepada aliran jasa ekosistem.

Jasa ekosistem adalah manfaat yang diperoleh manusia dari suatu ekosistem. Manfaat ini dapat berupa jasa penyediaan, pengaturan dan jasa kultural, yang secara langsung mempengaruhi kehidupan manusia, serta jasa pendukung yang diperlukan untuk menghasilkan dan mempertahankan jasa

lainnya. Perubahan terhadap jasa ini akan mempengaruhi kesejahteraan masyarakat melalui dampak yang ditimbulkannya terhadap keamanan, bahan dasar untuk kehidupan yang layak dan kesehatan, serta hubungan sosial dan kultural. Unsur pokok kesejahteraan dipengaruhi oleh manusia dan dapat mempengaruhi kebebasan (*freedoms*) dan pilihan (*choice*) yang tersedia bagi manusia (Laporan Pokja Conceptual Framework: 2005).

Secara ekologis dapat dikatakan bahwa suatu ekosistem memiliki jasa atau servis melalui adanya mekanisme alamiah yang kompleks yang bekerja di dalamnya. Mekanisme ini dapat berupa adanya aliran energi maupun siklus materi dari suatu tingkat trofik ke tingkat trofik berikutnya. Selain itu pula bahwa mekanisme homeotatis yang dimiliki oleh ekosistem untuk dapat mempertahankan kondisinya untuk tetap stabil merupakan pula jasa ekosistem yang tidak dapat direkayasa oleh manusia.

Kombinasi dari permintaan terhadap jasa ekosistem yang senantiasa tinggi dan degradasi ekosistem yang semakin bertambah parah telah memperkecil peluang untuk menuju pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*). Kesejahteraan manusia dipengaruhi tidak hanya oleh kesenjangan antara ketersediaan dan permintaan jasa ekosistem, namun juga oleh bertambahnya kerentanan individu, masyarakat dan negara. Ekosistem yang produktif beserta segala jasanya dapat menyediakan sumberdaya untuk manusia dan pilihan-pilihan yang ada dapat dimanfaatkan untuk melawan bencana alam atau pergolakan sosial yang mungkin terjadi. Ekosistem yang tertata dengan baik akan mengurangi resiko dan kerentanan, akan tetapi ekosistem yang tidak dikelola dengan baik akan menurunkan jasanya sehingga hal ini dapat memberikan kontribusi yang besar terhadap terjadinya perubahan iklim global. Pada tahap selanjutnya hal tersebut dapat membahayakan manusia karena mempertinggi resiko terjadinya bencana alam, kekeringan, kegagalan panen pertanian maupun wabah penyakit.

Degradasi jasa ekosistem dapat pula terjadi karena berbagai sebab, antara lain karena permintaan yang tinggi terhadap jasa ekosistem akibat pesatnya pertumbuhan ekonomi, perubahan demografis dan pilihan-pilihan individu (*individual choice*). Mekanisme pasar ternyata tidak selalu menjamin keberlangsungan jasa konservasi ekosistem, mengingat bahwa mekanisme pasar untuk jasa ekosistem tertentu, seperti jasa kultural atau jasa pengaturan, memang tidak tersedia.

Adanya mekanisme pasar yang mengutamakan permintaan yang sangat tinggi, menyebabkan semakin tinggi pula produksi yang dilakukan. Sedangkan diketahui bahwa untuk dapat melakukan produksi tinggi haruslah dilakukan eksploitasi secara besar-besaran terhadap sumber-sumber yang tersedia di alam, dimana sumber-sumber tersebut terdapat di dalam ekosistem yang juga merupakan tempat tinggal manusia yang melakukan eksploitasi itu sendiri.

Hal inilah yang menjadikan penurunan jasa ekosistem terus berjalan sehingga daya lenting ekosistem untuk dapat memulihkan kembali kondisinya seperti pada kondisi awal semakin lama semakin habis, dan pada akhirnya dapat diprediksi akan terjadi suatu penurunan jasa ekosistem yang permanen akibat ketidakmampuan ekosistem dalam melakukan mekanisme homeostatisnya. Dapat dikatakan bahwa gangguan yang diterima oleh ekosistem sudah tidak dapat diatasi lagi.

Dengan demikian dapatlah dilihat secara jelas bahwa dengan adanya penurunan jasa ekosistem memiliki pengaruh yang signifikan dalam meningkatkan terjadinya perubahan iklim global.

Penutup

Kesimpulan

Perubahan iklim merupakan proses yang terjadi secara alami. Akan tetapi fenomena tersebut dapat dikatakan tidak alami setelah diketahui adanya peningkatan suhu bumi yang meningkat secara drastis. Hal tersebut terjadi seiring dengan naiknya kadar gas rumah kaca di atmosfer.

Gas rumah kaca dapat menyebabkan awal dari perubahan iklim global yang tidak beraturan, dan meningkatnya gas rumah kaca di atmosfer bumi akibat terjadi perubahan tata guna lahan, deorestasi, dan penggunaan bahan bakar fosil. Beberapa hal tersebut menyebabkan semakin menurunnya jasa atau servis ekosistem.

Semakin tingginya kebutuhan manusia akan barang dan jasa, menyebabkan semakin tinggi pula produksi terhadap barang dan jasa tersebut. Sedangkan proses produksi akan dapat berlangsung dengan adanya sumber-sumber alam yang di dapatkan dari ekosistem. Eksploitasi sumber-sumber alam dari ekosistem secara besar-beasarn menyebabkan daya homeostatis ekosistem semakin menurun sehingga berakibat pada degradasi jasa ekosistem yang permanen.

Saran

- Perlu dilakukan suatu pendekatan yang berkelanjutan dalam menjaga agar jasa ekosistem tetap lestari sehingga fenomena perubahan iklim akibat penurunan jasa ekosistem yang mulai terasa pada saat ini dapat diatasi walaupun hanya dalam skala yang kecil.
- Diperlukan adanya kerjasama antara semua pihak yang terkait untuk dapat melakukan pendekatan secara ekologis dan sosioekonomi dalam mempertahankan jasa ekosistem tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Indriyanto. 2006. *Ekologi Hutan*. Jakarta: Penerbit PT Bumi Aksara
- Irwan, Z.D. 1992. *Prinsip-Prinsip Ekologi dan Organisasi Ekosistem, Komunitas dan Lingkungan*. Jakarta: Penerbit PT Bumi Aksara.
- Laporan Pokja Conceptual Framework: 2005. *Ekosistem dan Kesejahteraan Manusia: Suatu Kerangka Pikir untuk Penilaian*. Millennium Ecosystem Assessment (MA). www.google.co.id. Diakses 3 April 2008.
- Murjaya, Jaya dan Daryono. 2007. *Kondisi Iklim dan Penyebab Perubahannya*. BMG Yogyakarta. www.google.co.id. Diakses 21 Mei 2007.
- Odum, Eugene. 1971. *Fundamental of Ecology*. Saunders College Publishing, a division of hold, Rinehart and Winston, Inc. 697 p.
- Soemarwoto, Otto. 1983. *Ekologi Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Jakarta : Penerbit Djambatan.
- Sukowati, Andria. 2008. *Perubahan Lingkungan Global, Penipisan Lapisan Ozon, dan Gas Rumah Kaca. Suatu Kajian Ekonomi Lingkungan*. BPLHDJABAR. www.google.co.id. Diakses 30 April 2008.
- Tuheteru, Faisal Danu. 2008. *Deforestasi dan Pemanasan Global*. www.google.co.id. Diskses 5 Mei 2008.