

PENGARUH PERUBAHAN IKLIM TERHADAP KEANEKARAGAMAN HAYATI DI INDONESIA

Darwin P. Lubis¹

¹*Jurusan Pendidikan Geografi Fakultas Ilmu Sosial
Universitas Negeri Medan
Jl. Willem Iskandar Psr V Medan Estate Medan 20211
Telp.(061) 6627549*

Abstrak

Dampak dari perubahan iklim global terjadi secara perlahan dalam jangka waktu yang cukup panjang, antara 50 – 100 tahun. Walaupun terjadi secara perlahan, perubahan iklim memberikan dampak yang sangat besar pada kehidupan makhluk hidup. Dampak langsung perubahan iklim terhadap keanekaragaman hayati adalah : spesies ranges, perubahan fenologi, perubahan interaksi antar spesies, laju kepunahan, sedangkan dampak tidak langsungnya adalah: dampak terhadap ekosistem hutan, dampak pada daerah kutub, dampak pada daerah arid dan gurun, dampak pada ekosistem pertanian, dan dampak ekologis bagi wilayah pesisir (mangrove).Upaya perlindungan keanekaragaman hayati dari kepunahan telah menyusun suatu Strategi Nasional Pengelolaan Keanekaragaman Hayati yang diikuti dengankompilasi Rencana Aksi Keanekaragaman Hayati

*Kata Kunci: perubahan iklim,pemanasan global,
keanekaragaman hayati*

PENDAHULUAN

Dalam pengertian lain; keanekaragaman hayati merujuk pada keanekaragaman semua jenis tumbuhan, hewan dan jasad renik (mikroorganisme), serta proses ekosistem dan ekologis dimana mereka menjadi bagiannya (UU No. 5 Tahun 1994 tentang Pengesahan UNCBD). Keanekaragaman genetik (di dalam jenis) mencakup keseluruhan informasi genetik sebagai pembawa sifat keturunan dari semua makhluk hidup yang ada. Keanekaragaman jenis berkaitan dengan keragaman organisme atau jenis yang mempunyai ekspresi genetik tertentu. Sementara itu, keanekaragaman ekosistem merujuk pada keragaman habitat, yaitu tempat berbagai jenis makhluk hidup melangsungkan kehidupannya dan berinteraksi dengan faktor abiotik dan biotik lainnya. Keanekaragaman hayati lebih dari sekedar jumlah jenis-jenis flora dan fauna.

Pemanasan global merupakan isu lingkungan hidup yang dapat menyebabkan perubahan iklim global. Perubahan iklim global terjadi secara perlahan dalam jangka waktu yang cukup panjang, antara 50 – 100 tahun. Walaupun terjadi secara perlahan, perubahan iklim memberikan dampak yang sangat besar pada kehidupan makhluk hidup. Dampak yang terjadi antara lain: mencairnya es di kutub selatan, pergeseran musim, dan peningkatan permukaan air laut. Dampak tersebut memberikan pengaruh terhadap kelangsungan makhluk hidup.

Mencairnya es di kutub, terutama sekitar Greenland dapat meningkatkan volume air di laut yang menyebabkan terjadi kenaikan tinggi permukaan laut di seluruh dunia. Pada abad ke-20 telah terjadi kenaikan permukaan air laut 20 -25 cm. Apabila separuh es Greenland dan Antartika meleleh maka terjadi kenaikan permukaan air laut rata-rata setinggi 6 - 7 meter. Kenaikan permukaan air dapat menyebabkan terendamnya daratan yang merupakan habitat makhluk hidup. Perubahan iklim global sebagai penyebab terjadinya penurunan biodiversitas masih bersifat kontroversial untuk saat ini. Kontroversial yang terjadi merupakan suatu pertanyaan apakah benar perubahan iklim merupakan penyebab utama penurunan biodiversitas?

Ada beberapa fakta yang disampaikan oleh Al Gore pada bukunya *Earth in The Balance* tentang pengaruh perubahan iklim terhadap biodiversitas antara lain:

1. Terjadinya perubahan iklim menyebabkan terjadinya perubahan iklim di hutan Amazon. Awan yang biasanya diatas hutan Amazon selalu Hitam menunjukan bahwa intensitas

hujan sangat tinggi, akan tetapi sekarang intensitas hujan berkurang ditandai dengan awan yang berada diatas hutan Amazon menjadi terang. Hal tersebut menyebabkan terjadinya penurunan jumlah burung di hutan Amazon. Akan tetapi hubungan antara hilangnya beberapa spesies burung apakah ada berhubungan langsung dengan berkurangnya curah hujan masih dipertanyakan.

2. Naiknya suhu laut menyebabkan terjadinya kematian terumbu karang. Memang di beberapa tempat terumbu karang mengalami kematian, akan tetapi kematian terumbu karang lebih banyak disebabkan eksploitasi yang berlebihan oleh manusia seperti penggunaan bom ikan.
3. Terjadinya penurunan biodiversitas yang eksponensial sejak terjadinya revolusi industri dan berbanding lurus dengan pertumbuhan populasi manusia. Hal tersebut sangat erat sekali dengan eksploitasi seperti diburu atau habitatnya berubah untuk menjadi pemukiman dan pertanian, bukan karena perubahan iklim.

Adapun tujuan dalam tulisan ini adalah untuk :

1. Mendeskripsikan dampak yang ditimbulkan dari perubahan iklim terhadap keanekaragaman hayati
2. Menganalisis upaya perlindungan keanekaragaman hayati dari kepunahan

PEMBAHASAN

Dampak yang ditimbulkan dari perubahan iklim terhadap keanekaragaman hayati

Tingkat perubahan iklim sekarang melebihi semua variasi alami dalam 1000 tahun terakhir. Debat tentang iklim perubahan telah sekarang mencapai suatu langkah dimana kebanyakan ilmuwan menerima bahwa, emisi gas rumah kaca mengakibatkan perubahan iklim yang berdampak berbagai sendi-sendi kehidupan. Salah satu sendi kehidupan yang vital dan terancam oleh adanya perubahan iklim ini adalah keanekaragaman hayati (biodiversitas) dan ekosistem. Biodiversitas sangat berkaitan erat dengan perubahan iklim. Perubahan iklim berpengaruh terhadap perubahan keanekaragaman hayati dan ekosistem baik langsung maupun tidak langsung.

Dampak langsung perubahan iklim terhadap keanekaragaman hayati

Adapun dampak langsung perubahan iklim terhadap keanekaragaman hayati diantaranya :

a) Spesies ranges (cakupan jenis)

Perubahan Iklim berdampak pada pada temperatur dan curah hujan. Hal ini mengakibatkan beberapa spesies tidak dapat menyesuaikan diri, terutama spesies yang mempunyai kisaran toleransi yang rendah terhadap fluktuasi suhu.

b) Perubahan fenologi

Perubahan iklim akan menyebabkan pergeseran dalam siklus yang reproduksi dan pertumbuhan dari jenis-jenis organisme, sebagai contoh migrasi burung terjadi lebih awal dan menyebabkan proses reproduksi terganggu karena telur tidak dapat dibuahi. Perubahan iklim juga dapat mengubah siklus hidup beberapa hama dan penyakit, sehingga akan terjadi wabah penyakit.

c) Perubahan interaksi antar spesies

Dampak yang iklim perubahan akan berakibat pada interaksi antar spesies semakin kompleks (predation, kompetisi, penyerbukan dan penyakit). Hal itu membuat ekosistem tidak berfungsi secara ideal.

d) Laju kepunahan

Kepunahan telah menjadi kenyataan sejak hidup itu sendiri muncul. Beberapa juta spesies yang ada sekarang ini merupakan spesies yang berhasil bertahan dari kurang lebih setengah milyar spesies yang diduga pernah ada. Kepunahan merupakan proses alami yang terjadi secara alami. Spesies telah berkembang dan punah sejak kehidupan bermula. Kita dapat memahami ini melalui catatan fosil. Tetapi, sekarang spesies menjadi punah dengan laju yang lebih tinggi daripada waktu sebelumnya dalam sejarah geologi, hampir keseluruhannya disebabkan oleh kegiatan manusia. Di masa yang lalu spesies yang punah akan digantikan oleh spesies baru yang berkembang dan mengisi celah atau ruang yang ditinggalkan. Pada saat sekarang, hal ini tidak akan mungkin terjadi karena banyak habitat telah rusak dan hilang.

Kelangsungan hidup rata-rata suatu spesies sekitar 5 juta tahun. Rata-rata 900.000 spesies telah menjadi punah setiap 1 juta per tahun dalam 200 juta tahun terakhir. Laju kepunahan secara kasar diduga sebesar satu dalam satu persembilan tahun. Laju

kepunahan yang diakibatkan oleh ulah manusia saat ini beratus-ratus kali lebih tinggi.

Perubahan iklim yang lebih menyebar luas tampaknya akan terjadi dalam pada masa mendatang sejalan dengan bertambahnya akumulasi gas-gas rumah kaca dalam atmosfer yang selanjutnya akan meningkatkan suhu permukaan bumi. Perubahan ini akan menimbulkan tekanan yang cukup besar pada semua ekosistem, sehingga membuatnya semakin penting untuk mempertahankan keragaman alam sebagai alat untuk beradaptasi.

Beberapa kelompok spesies yang lebih rentan terhadap kepunahan daripada yang lain. Kelompok spesies tersebut adalah :

1. Spesies pada ujung rantai makanan, seperti karnivora besar, misal harimau (*Panthera tigris*). Karnivora besar biasanya memerlukan teritorial yang luas untuk mendapatkan mangsa yang cukup. Oleh karena populasi manusia terus merambah areal hutan dan penyusutan habitat, maka jumlah karnivora yang dapat ditampung juga menurun.
2. Spesies lokal endemik (spesies yang ditemukan hanya di suatu area geografis) dengan distribusi yang sangat terbatas, misalnya badak Jawa (*Rhinoceros javanicus*). Ini sangat rentan terhadap gangguan habitat lokal dan perkembangan manusia.
3. Spesies dengan populasi kecil yang kronis. Bila populasi menjadi terlalu kecil, maka menemukan pasangan atau perkawinan (untuk bereproduksi) menjadi masalah yang serius, misalnya Panda.
4. Spesies migratori adalah spesies yang memerlukan habitat yang cocok untuk mencari makan dan beristirahat pada lokasi yang terbentang luas sangat rentan terhadap kehilangan 'stasiun habitat peristirahatannya.
5. Spesies dengan siklus hidup yang sangat kompleks. Bila siklus hidup memerlukan beberapa elemen yang berbeda pada waktu yang sangat spesifik, maka spesies ini rentan bila ada gangguan pada salah satu elemen dalam siklus hidupnya.
6. Spesies - spesialis dengan persyaratan yang sangat sempit seperti sumber makanan yang spesifik, misal spesies tumbuhan tertentu. Satu spesies diperkirakan punah setiap harinya. Inventarisasi yang dilakukan oleh badan-badan internasional, seperti *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN) dapat dijadikan indikasi tentang keterancamannya spesies. Pada 1988 sebanyak 126 spesies burung, 63 spesies binatang lainnya dinyatakan berada di ambang kepunahan (BAPPENAS, 1993). Pada tahun 2002,

Red data List IUCN menunjukkan 772 jenis flora dan fauna terancam punah, yaitu terdiri dari 147 spesies mamalia, 114 burung, 28 reptilia, 68 ikan, 3 moluska, dan 28 spesies lainnya serta 384 spesies tumbuhan. Salah satu spesies tumbuhan yang baru-baru ini jugadianggap telah punah adalah ramin (*Gonystylus bancanus*). Spesies tersebut sudah dimasukkan ke dalam Appendix III *Convention of International Trade of Endangered Species of Flora and Fauna* (CITES). Sekitar 240 spesiestanaman dinyatakan mulai langka, di antaranya banyak yang merupakankerabat dekat tanaman budidaya. Paling tidak 52 spesies keluargaanggrek (Orchidaceae) dinyatakan langka.

7. Penyusutan Keragaman Sumber Daya Genetik. Ancaman terhadap kelestarian sumberdaya genetik juga dapat ditimbulkan oleh adanya pengaruh pemanasan global. Beberapa varian dari tanaman dan hewan menjadi punah karena perubahan iklim. Kepunahan spesies tersebut menyebabkan sumberdaya genetic juga akan hilang. Ironisnya banyak sumberdaya genetic (plasma nutfah) belum diketahui apalagi dimanfaatkan, kita menghadapi kenyataan mereka telah hilang.
8. Akibat dari perubahan iklim yang ekstrim. Efek perubahan iklim akan menimbulkan peristiwa ekstrim seperti meledaknya hama dan penyakit, musim kering yang berkepanjangan, El Niño, musim penghujan yang relatif pendek, namun curah hujan cukup tinggi, sehingga timbul dampak banjir dan tanah longsor. Peristiwa yang ekstrim ini akan mempengaruhi organisma, populasi dan ekosistem.

Dampak tidak langsung perubahan iklim terhadap biodiversitas

Berbagai penyebab penurunan keanekaragaman hayati diberbagai ekosisten antara lain konversi lahan, pencemaran, eksploitasi yang berlebihan, praktik teknologi yang merusak, masuknya spesies asing dan perubahan iklim.

1. Dampak terhadap Ekosistem Hutan.

Ekosistem hutan mengalami ancaman kebakaran hutan yang terjadi akibat panjangnya musim kemarau. Jika kebakaran hutan terjadi secara terus menerus, maka akan mengancam spesies flora dan fauna dan merusak sumber penghidupan masyarakat. Indonesia mempunyai lahan basah (termasuk hutan rawa gambut) terluas di Asia, yaitu 38 juta ha yang tersebar mulai dari bagian timur Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Jawa,

Maluku sampai Papua. Tetapi luas lahan basah tersebut telah menyusut menjadi kurang lebih 25,8 juta ha (Suryadiputra, 1994). Penyusutan lahan basah dikarenakan berubahnya fungsi rawa sebesar 37,2 persen dan mangrove 32,4 persen. Luas hutan mangrove berkurang dari 5,2 juta ha tahun 1982 menjadi 3,2 juta ha tahun 1987 dan menciut lagi menjadi 2,4 juta ha tahun 1993 akibat maraknya konversi mangrove menjadi kawasan budi daya (Suryadiputra, 1994, Dahuri et al, 2001).

2. Dampak pada daerah kutub

Sejumlah keanekaragaman hayati terancam punah akibat peningkatan suhu bumi rata-rata sebesar 10C. Setiap individu harus beradaptasi pada perubahan yang terjadi, sementara habitatnya akan terdegradasi. Spesies yang tidak dapat beradaptasi akan punah. Spesies-spesies yang tinggal di kutub, seperti penguin, anjing laut, dan beruang kutub, juga akan mengalami kepunahan, akibat mencairnya sejumlah es di kutub.

3. Dampak pada daerah arid dan gurun

Dengan adanya pemanasan global yang menyebabkan perubahan iklim mengakibatkan luas gurun menjadi semakin bertambah (desertifikasi).

4. Dampak pada ekosistem pertanian

Perubahan iklim akan menyebabkan terjadinya perubahan cuaca, sehingga periode musim tanam menjadi berubah. Hal ini akan mengakibatkan beberapa spesies harus beradaptasi dengan perubahan pola tanam tersebut.

5. Dampak Ekologis bagi Wilayah Pesisir (mangrove)

Wilayah pesisir adalah wilayah yang paling rentan terkena dampak buruk pemanasan global sebagai akumulasi pengaruh daratan dan lautan. Dalam ringkasan teknisnya tahun ini, *Intergovernmental Panel on Climate Change*, suatu panel ahli untuk isu perubahan iklim, menyebutkan beberapa faktor penyebab kerentanan wilayah ini (TSWG I IPCC, 2007:40). *Pertama*, pemanasan global ditenggarai meningkatkan frekuensi badai di wilayah pesisir. Setiap tahun, sekitar 120 juta penduduk dunia di wilayah pesisir menghadapi bencana alam tersebut, dan 250 ribu jiwa menjadi korban hanya dalam kurun 20 tahun terakhir (tahun 1980-2000). Peneliti bidang Meteorologi di AS mencatat adanya peningkatan frekuensi badai tropis di Laut Atlantik dalam seratus tahun terakhir (KCM, 31 Juli 2007). Pada periode 1905-1930 di wilayah pantai Teluk Atlantik terjadi rata-rata enam badai tropis per tahun. Rata-rata tahunan itu melonjak hampir dua kali lipat (10

kali badai tropis per tahun) pada periode tahun 1931-1994 dan hampir tiga kali lipat (15 kali badai tropis) mulai tahun 1995 hingga 2005. Pada tahun 2006 yang dikenal sebagai “tahun tenang” saja masih terjadi 10 badai tropis di wilayah pesisir ini. Juga dilaporkan pola peningkatan kejadian badai tropis ini tetap akan berlangsung sepanjang pemanasan global masih terjadi. *Kedua*, pemanasan global diperkirakan akan meningkatkan suhu air laut berkisar antara 1-3°C. Dari sisi biologis, kenaikan suhu air laut ini berakibat pada meningkatnya potensi kematian dan pemutihan terumbu karang di perairan tropis.

Upaya perlindungan keanekaragaman hayati dari kepunahan

Pada awal tahun 1990 KLH telah menyusun suatu Strategi Nasional Pengelolaan Keanekaragaman Hayati yang diikuti dengankompilasi Rencana Aksi Keanekaragaman Hayati (Biodiversity Action Plan of Indonesia - BAPI) yang diterbitkan oleh BAPPENAS pada tahun 1993. Saat ini BAPPENAS dengan bantuan *Global Environment Facilities* (GEF) sedang merevisi BAPI melalui penyusunan Rencana Aksi dan Strategi Keanekaragaman Hayati Indonesia (Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plan – IBSAP) . Kegiatan yang melibatkan berbagai instansi terkait dan LSM ini, diharapkan akan selesai pada tahun 2003 ini.

Sementara itu, pemerintah telah juga mengembangkan UU No. 5 Tahun 1994 mengenai Ratifikasi Konvensi PBB tentang Keanekaragaman Hayati (*United Nations Convention on Biological Diversity - CBD*). KLH bertindak sebagai National Focal Point yang bertugas mengkoordinasikan implementasi CBD di tingkat nasional. Indonesia juga telah meratifikasi beberapa konvensi PBB yang terkait, seperti CITES, RAMSAR, *World Heritage Convention* (WHC)) serta telah menandatangani Protokol Cartagena tentang Keamanan Hayati. Pemerintah juga berpartisipasi pada kegiatan MAB (*Man and Biosphere*) yang dikoordinasikan oleh UNESCO dan dalam kerangka ASEAN, Indonesia berpartisipasi aktif pada kegiatan program ARCBC (*ASEAN Regional Center on Biodiversity Conservation*) yang merupakan proyek kerjasama ASEAN -EU dan berkedudukan di Manila. Beberapa upaya/aktifitas lain terkait dengan keanekaragaman hayati yang telah dilakukan adalah:

1. Penetapan kebijakan konservasi in-situ and ex-situ. Konservasi in-situ dilaksanakan dengan menetapkan kawasan lindung yang terdiri dari kawasan konservasi dan hutan lindung. Saat

ini Indonesia mempunyai 386 kawasan konservasi darat dengan luas sekitar 17,8 juta ha dan 30 kawasan konservasi laut dengan luas sekitar 4,75 ha. Dari kawasan konservasi tersebut terdapat 34 tanaman nasional darat (luas \pm 11 juta ha) dan 6 tanaman nasional laut (luas \pm 3,7 juta ha). Konservasi ex-situ dilakukan untuk pelestarian spesies di luar habitat alaminya. Saat ini ada 23 unit kebun binatang, 17 kebun botani, 1114 taman hutan raya, 36 penangkaran satwa dan 2 taman safari, 3 taman burung, 4 rehabilitasi lokasi orang utan dan 6 pusat rehabilitasi gajah. Pelestarian keragaman sumber daya genetik, terutama untuk tanaman pertanian dan ternak dilakukan melalui koleksi plasma nutfah yang dilakukan oleh beberapa balai penelitian di bawah Departemen Pertanian. Konservasi ex-situ menghadapi berbagai masalah, yaitu kekurangan dana, fasilitas dan tenaga terlatih. Sebagai contoh, berbagai balai atau pusat penelitian tidak mempunyai fasilitas penyimpanan jangka panjang, sehingga koleksi harus ditanam atau ditangkar ulang;

2. Pada tahun 2002, telah dimulai suatu pembahasan tentang kemungkinan Indonesia untuk meratifikasi Protokol Cartagena dan *International Treaty on Genetic Resources for Food and Agriculture* (ITGRFA) dalam rangka mengantisipasi dampak negatif dari teknologi rekayasa genetika pada komponen keanekaragaman hayati.
3. Indonesia telah berpartisipasi di Kelompok "Like Minded Megadiversity Countries (LMMDC)" dimulai sejak diadopsinya Deklarasi Cancun, di Mexico, February 2002. KLH telah berpartisipasi pada beberapa kali pertemuan selama tahun 2002, yang bertujuan antara lain untuk saling bertukar pengalaman dan mencari posisi bersama dalam pengembangan rejim internasional untuk masalah akses dan pembagian keuntungan dari pemanfaatan sumberdaya hayati.
4. Fase baru kerjasama antara Pemerintah Norwegia dan Indonesia dalam bidang pengelolaan lingkungan berkelanjutan (*Sustainable Environmental Management*) dimulai kembali akhir tahun dan akan berlangsung selama 5 tahun.
5. Upaya pengendalian spesies invasif telah mulai dikembangkan dengan menyusun pedoman untuk mengendalikan species asing invasif oleh KLH di tahun 2001. Selanjutnya pada tahun 2002 telah diterbitkan publikasi Keanekaragaman Hayati dan Pengendalian Jenis Asing Invasif dalam upaya untuk mengangkat permasalahan ini sebagai langkah mengantisipasi

kemungkinan kepunahan spesies lokal akibat dari masuknya spesies asing yang tidak diinginkan.

KESIMPULAN

Penyelematan keanekaragaman hayati Indonesia yang harus diimplementasikan oleh semua pihak. Terkait dengan upaya untuk mengantisipasi meningkatnya laju kemerosotan keanekaragaman hayati akibat dari perubahan iklim. Kearifan manusia merupakan salah satu kunci keberhasilan upaya ini. Kita perlu memelihara ekosistem asli, melindungi dan meningkatkan daya dukung ekosistem, mengelola habitat untuk species-species yang hampir punah, menciptakan tempat perlindungan dan daerah-daerah penyangga serta membentuk jejaring kawasan perlindungan darat, air dan laut dengan mempertimbangkan proyeksi perubahan iklim.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Gore, 2006. *Earth in The Balance: Ecology And The Human Spirit*. Rodale.USA.
- BAPPENAS. 1993. *Biodiversity Action Plan for Indonesia*. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. Jakarta.
- Dahuri, R., J. Rais, S.P. Ginting dan M.J. Sitepu, 2001., *Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Forest Watch Indonesia, 2001, *Potret Keadaan Hutan Indonesia*, Bogor, Indonesia : Forest Watch Indonesia dan Washington DC: Global Forest Watch
- Glowka, L. 1996. *Determining Access to Genetic Resources and Ensuring Benefit-sharing: legal and institutional considerations*, IUCN Environmental Policy and Law Paper.
- Hartono, T.T., 2007, *Membangun Komitmen Global untuk Sektor Kelautan dan Perikanan Indonesia*, artikel opini.
- Kementerian Lingkungan Hidup, 1997, *Agenda 21 Indonesia: A National Strategy for Sustainable Development*, Jakarta, KLH dan UNDP
- Kementerian Lingkungan Hidup, 2002, *Dari Krisis Menuju Keberlanjutan: Meniti Jalan Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia (Tinjauan Pelaksanaan Agenda 21)*, Jakarta: KLH. Ministry of National Development Planning

- (BAPPENAS), 1993, *Biodiversity Action Plan, Jakarta:Ministry of National Development Plan/National DevelopmentPlaning*
- KLH. 1989. Keanekaragaman Hayati untuk Kelangsungan Hidup Bangsa. Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Mittermeier, R.et.al. 1997. *Megadiversity: Earth's Biologically Wealthist Nations*.Raven, P. and E. O. Wilson. 1992. A Fifty-Year Plan forBiodiversity Surveys. *Science* 258: 1099-1100.
- MNLH and KONPHALINDO. 1995. *An Atlas of Biodiversity in Indonesia*.
- Mulyanto.H.R. 2007. Ilmu Lingkungan. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Primack, R. B, 1998, *Biologi Kearservasi*, Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Rifai, M. 1994. *A Discourse on Biodiversity Utilization in Indonesia*. In: *Tropical Biodiversity*. IFABS, Jakarta.