

# ADAPTASI DAN MITIGASI *GLOBAL WARMING* SEBAGAI UPAYA MENYELAMATKAN KEHIDUPAN DI BUMI

Wahyu Prihanta

Universitas Muhammadiyah Malang

## Abstract

*At this time, life on earth faces a serious problem called global warming. The cause of this warming is the burning of fossil fuels, like coal, petroleum, and natural gas, which release carbon dioxide and other gases known as greenhouse gases into the atmosphere. When the atmosphere contains more greenhouse gases, the atmosphere is increasingly becoming an insulator that holds more heat from the sun that are emitted into the earth. Thus, the main cause of this warming is human error in managing the environment, any adaptation and mitigation activities that are carried out without the offset with the spirit of togetherness will not get results. Necessary cultural change all humankind in managing the environment is more wise, the culture will be established through education and will become a powerful movement based on moral as religion.*

## PENDAHULUAN

Alam telah diatur dengan sistem yang rumit sehingga menjamin bisa tetap lestari sampai saat ini sejak ratusan juta tahun yang lalu. Alam tidak pernah tetap tetapi selalu berubah, perubahan yang terjadi selalu direspon oleh komponen sistem lainnya sehingga alam kembali dalam kesetimbangan baru.

Namun demikian sejak meningkatnya aktifitas manusia dalam mengelola lingkungan dengan munculnya revolusi industri, beban yang diterima alam terutama dari bahan buangan industri dan efek ikutannya telah membawa dampak yang cukup besar bagi kehidupan di bumi. Berbagai aktifitas manusia di bidang industri maupun akibat penambahan populasi telah menambah beban berat bumi. Alih fungsi lahan hutan untuk berbagai peruntukan, pembuangan sampah menjadi polutan dan pembuangan gas buang telah mengakibatkan kenaikan suhu rata-rata bumi.

Pada saat ini, bumi menghadapi pemanasan yang tinggi yang disebut dengan global warming. Penyebab utama pemanasan ini adalah pembakaran bahan bakar fosil, seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam, yang melepaskan

karbondioksida dan gas-gas lainnya yang dikenal sebagai gas rumah kaca ke atmosfer. Ketika atmosfer semakin banyak mengandung gas-gas rumah kaca ini, atmosfer semakin menjadi insulator yang menahan lebih banyak panas dari matahari yang dipancarkan ke bumi (Yasuhiro, 2007).

Global warming sudah sejak lama terjadi karena peningkatan lapisan gas yang menyelimuti bumi dan berfungsi sebagai lapisan seperti rumah kaca. Gas rumah kaca terdiri atas CO<sub>2</sub> (55%), sisanya berupa NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub> dan uap air. Lapisan tersebut menyebabkan terpantulnya kembali sinar<sup>2</sup> panas<sup>3</sup> infra merah A yang datang bersama sinar matahari, sehingga panas bumi mencapai 13<sup>0</sup>C. Semakin besar gas rumah kaca, akan semakin meningkatkan suhu bumi. CO<sub>2</sub> di atmosfer saat ini mencapai 300 ppm dan diperkirakan akan meningkat<sup>2</sup> menjadi 600 ppm pada 2060 akibat berbagai aktifitas alamiah dan diperparah dengan aktifitas manusia (Suryani, 2007).

Menurut laporan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) kenaikan suhu bumi di abad yang akan datang berkisar 1,5<sup>0</sup>C – 4,5<sup>0</sup>C atau rata-rata 2,5<sup>0</sup>C. Hal ini akan menyebabkan naiknya permukaan air laut antara 31 – 110 cm (Eisma, 1995). Menteri Kelautan dan Perikanan Indonesia dalam pidato kunci pada Pertemuan Ke-25 Dewan Pengarah (*Governing Council*) Program Lingkungan Perserikatan Bangsa-Bangsa (UNEP) di Nairobi, Kenya, 16 Pebruari 2009 menyatakan Indonesia berpotensi kehilangan 2.000-an pulau pada tahun 2030 bila tidak ada program mitigasi dan adaptasi perubahan iklim, ujar Indroyono, yang juga mantan Kepala Badan Riset Kelautan dan Perikanan DKP (Kompas.com, 17-2-2009).

Para ilmuwan menggunakan model komputer dari temperatur, pola presipitasi, dan sirkulasi atmosfer untuk mempelajari pemanasan global. Berdasarkan model tersebut, para ilmuan telah membuat beberapa prakiraan mengenai dampak pemanasan global terhadap cuaca, tinggi permukaan air laut, pantai, pertanian, kehidupan hewan liar dan kesehatan manusia.

Di Indonesia, pengaruh pemanasan global telah menyebabkan perubahan iklim, antara lain terlihat dari curah hujan di bawah normal, sehingga masa tanam terganggu, dan meningkatnya curah hujan di sebagian wilayah. Kondisi tata ruang, daerah resapan air, dan sistem irigasi yang buruk semakin memicu terjadinya banjir, termasuk di area persawahan. Sebagai gambaran, pada 1995 hingga 2005, total tanaman padi yang terendam banjir berjumlah 1.926.636 hektare. Dari jumlah itu, 471.711 hektare di antaranya mengalami puso. Sawah yang mengalami kekeringan pada kurun waktu tersebut berjumlah 2.131.579

hektare, yang 328.447 hektare di antaranya gagal panen. (Busyairi, 2007).

Karbon dioksida adalah penyumbang gas rumah kaca terbesar. Pada tahun 1994, 83% penyumbang gas efek rumah kaca adalah CO<sub>2</sub> sisanya 15% CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, dan CO (Fadeli, 2004). Dengan demikian langkah utama mitigasi global warming adalah mengurangi emisi terutama CO<sub>2</sub> (Mufid A. Busyairi, 2007). Dua pendekatan utama untuk memperlambat semakin bertambahnya gas rumah kaca. **Pertama**, mencegah karbon dioksida dilepas ke atmosfer dengan menyimpan gas tersebut atau komponen karbonnya di tempat lain, cara ini disebut *carbon sequestration* (menghilangkan karbon). **Kedua**, mengurangi produksi gas rumah kaca yang sudah di atmosfer.

Cara yang paling mudah untuk menghilangkan karbon dioksida di udara adalah dengan memelihara pepohonan dan menanam pohon lebih banyak lagi. Pohon, terutama yang muda dan cepat pertumbuhannya, menyerap karbon dioksida yang sangat banyak, memecahnya melalui fotosintesis, dan menyimpan karbon dalam kayunya (Dinkes Kutai Kertanegara, 2009; Susilo, 2008; Fakuara, 1987).

Salah satu penyebab akumulasi karbon dioksida di dunia adalah akibat kerusakan hutan. Di seluruh dunia, tingkat perambahan hutan telah mencapai level yang mengkhawatirkan. Angka kerusakan hutan semakin tahun mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Di tahun 1950-1985, angka kerusakan mencapai 32,9 juta Ha atau 942 ribu hektare per tahun atau 2,616 ribu hektare per hari. Tahun 1985-1993 jumlah hutan yang hilang mencapai 45,6 juta hektare per tahun, hingga tahun 2004 jumlah kerusakan mencapai 59,17 juta Ha dengan lahan kritis di luar kawasan hutan sebesar 41,47 juta Ha. (Jawa Pos, 5/6/2007). Dephut mempunyai tiga data yang terbagi dalam tiga periode, yakni periode 1985-1997 dengan tingkat kerusakan 1,87 juta hektare/tahun, tahun 1997-2000 tingkat kerusakannya 2,83 juta hektar/ tahun, dan tahun 2000-2005 tingkat kerusakan hutannya 1,188 juta hektar/tahun. "Secara total sebenarnya hutan yang terdegradasi seluas 59,6 juta hektare (Sinar Harapan, 2007).

Salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah dengan penanaman sebanyak mungkin pohon, selama ini program penghijauan telah banyak dilakukan namun belum menampakkan keberhasilan. Hal itu disebabkan program penghijauan yang dilakukan selama ini masih mengalami banyak kekurangan. Kekurangan yang teridentifikasi adalah: **Pertama**: pemilihan waktu yang tidak tepat. Biasanya penghijauan dilakukan pada bulan Pebruari setelah bencana banjir dan tanah longsor terjadi dimana-mana. Padahal musim hujan hampir berakhir, dengan demikian setelah hujan berakhir tumbuhan mati kekeringan. **Kedua**: pemilihan



tumbuhan tidak memperhatikan kondisi iklim (ketinggian dan suhu) setempat. Hal tersebut dapat dilihat dari jenis tumbuhan sumbangan masyarakat tanpa sebuah kriteria. **Ketiga:** kegiatan sangat bersifat ceremonial dan kolosal namun tidak ada jaminan keberlanjutan, sehingga setelah penanaman tidak pernah ada monitoring (Prihanta, 2006)

## GLOBAL WARMING

Pemanasan global (*global warming*) dapat didefinisikan sebagai naiknya suhu permukaan bumi menjadi lebih panas selama beberapa kurun waktu yang disebabkan karena meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah kaca di lapisan atmosfer. Pada dasarnya fenomena pemanasan dipermukaan bumi sebenarnya merupakan gejala sistem alam yang normal untuk menghangatkan planet bumi sehingga suhu bumi tidak menjadi dingin bahkan membeku seperti pada jaman es yang pernah terjadi 15.000 tahun lalu (Miler, 1979; Yasuhiro, 2007).

Namun proses alam yang normal tersebut telah menjadi ancaman bagi keberlangsungan kehidupan di planet ini karena konsentrasi gas rumah kaca yang menyelimuti lapisan atmosfer telah melebihi daya dukung (*carrying capacity*) konsentrasi gas-gas yang terkandung di lapisan atmosfer tersebut. Terjadinya peningkatan suhu bumi ini awal mulanya dikemukakan oleh Arrhenius pada tahun 1896 bahwa telah terjadi peningkatan suhu dipermukaan bumi sehingga kehidupan di panet bumi akan terhindar dari zaman es dikemudian hari. Selanjutnya National Research Council sejak tahun 1958 – 1980 telah melakukan pemantauan secara langsung di Gunung Mauna Loa di Hawaii yang bertujuan untuk mengetahui kadar CO<sub>2</sub> yang menyelimuti lapisan atmosfer. Hasil pemantauan menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan kadar CO<sub>2</sub> dilapisan atmosfer yang signifikan selama 22 tahun pemantauan. di Gunung Mauna Loa di Lokasi pemantauan ini dipilih secara langsung Pemantauan itu dilakukan sejak manusia memasuki proses industri. Pada masa ini manusia mulai melakukan pembakaran batu bara, minyak dan gas bumi untuk menghasilkan bahan bakar dan listrik. Proses pembakaran energi dari Bumi ini ternyata menghasilkan gas buangan berupa gas rumah kaca (Diakses dari <http://langitselatan.com/2008/02/09/global-warming-apa-dan-mengapa>)

## Gas -Gas Penyebab Efek Rumah kaca (GRK)

Gas rumah kaca adalah gas-gas yang ada di atmosfer yang menyebabkan efek rumah kaca. Gas-gas tersebut sebenarnya muncul secara alami di lingkungan,

tetapi dapat juga timbul akibat aktifitas manusia. Gas rumah kaca yang paling banyak adalah uap air yang mencapai atmosfer akibat penguapan air dari laut, danau dan sungai. Karbon dioksida adalah gas terbanyak kedua. Ia timbul dari berbagai proses alami seperti: letusan vulkanik; pernafasan hewan dan manusia (yang menghirup oksigen dan menghembuskan karbon dioksida); dan pembakaran material organik (seperti tumbuhan) (Diakses dari [http://id.wikipedia.org/wiki/Gas\\_rumah\\_kaca](http://id.wikipedia.org/wiki/Gas_rumah_kaca). tanggal 27 Maret 2008)

GRK dapat dihasilkan baik secara alamiah maupun dari hasil kegiatan manusia. Namun sebagian besar yang menyebabkan terjadi perubahan komposisi GRK di atmosfer adalah gas-gas buang yang teremisikan ke angkasa sebagai “hasil sampingan” dari aktifitas manusia untuk membangun dalam memenuhi kebutuhan hidupnya selama ini. Dimulai sejak manusia menemukan teknologi industri pada abad 18 revolusi industri 1970-an, banyak menggunakan bahan bakar primer seperti minyak bumi, gas maupun batubara untuk menghasilkan energi yang diperlukan. Energi dapat diperoleh, kalau minyak itu dibakar lebih dahulu, dari proses pembakaran tersebut keluarlah gas-gas rumah kaca.

Global warming sudah sejak lama terjadi karena peningkatan lapisan gas yang menyelimuti bumi dan berfungsi sebagai lapisan seperti rumah kaca. Gas rumah kaca terdiri atas CO<sub>2</sub> (55%), sisanya berupa NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub> dan uap air. Lapisan tersebut menyebabkan terpantulnya kembali sinar<sup>3</sup> panas<sup>4</sup> infra merah A yang datang bersama sinar matahari, sehingga panas bumi mencapai 13<sup>0</sup> C. Semakin besar gas rumah kaca, akan semakin meningkatkan suhu bumi. CO<sub>2</sub> di atmosfer saat ini mencapai 300 ppm dan diperkirakan akan meningkat<sup>2</sup> menjadi 600 ppm pada 2060 akibat berbagai aktifitas alamiah dan diperparah dengan aktifitas manusia (Suryani, 2007). Karbon dioksida adalah penyumbang gas rumah kaca terbesar. Pada tahun 1994, 83% penyumbang gas efek rumah kaca adalah CO<sub>2</sub> sisanya 15% CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, dan CO (Fadeli, 2004).

### **Pemanasan Global dan Perubahan Iklim**

Secara alamiah panas matahari yang masuk ke bumi, sebagian akan diserap oleh permukaan bumi, sementara sebagian lagi akan dipantulkan kembali ke luar angkasa. Adanya lapisan gas – disebut gas rumah kaca – yang berada di atmosfer menyebabkan terhambatnya panas matahari yang hendak dipantulkan ke luar angkasa menembus atmosfer. Peristiwa terperangkapnya panas matahari di permukaan bumi ini dikenal dengan istilah efek rumah kaca.

Sejak revolusi industri tahun pertengahan abad ke-18, kegiatan manusia yang

menggunakan bahan bakar fosil (minyak, gas dan batubara) seperti pembangkitan tenaga listrik, kegiatan industri, penggunaan alat-alat elektronik, dan penggunaan kendaraan bermotor, pada akhirnya akan melepaskan sejumlah emisi gas rumah kaca ke atmosfer. Hal ini berakibat pada meningkatnya jumlah gas rumah kaca yang berada di atmosfer yang kemudian menyebabkan meningkatnya panas matahari yang terperangkap di atmosfer. Peristiwa ini pada akhirnya menyebabkan meningkatnya suhu di permukaan bumi, yang umum disebut pemanasan global.

Pemanasan global kemudian pada prosesnya menyebabkan terjadinya perubahan seperti meningkatnya suhu air laut, yang menyebabkan meningkatnya penguapan di udara, serta berubahnya pola curah hujan dan tekanan udara. Perubahan-perubahan ini pada akhirnya menyebabkan terjadinya perubahan iklim.

Berdasarkan penelitian para ahli, perubahan iklim diketahui akan menimbulkan dampak-dampak yang merugikan bagi kehidupan umat manusia. Kekeringan, gagal panen, krisis pangan dan air bersih, hujan badai, banjir dan tanah longsor, serta wabah penyakit tropis merupakan beberapa dampak akibat perubahan iklim. Oleh karena itu, demi kelangsungan hidup manusia kita harus segera berupaya mengurangi kegiatan yang mengeluarkan emisi gas rumah kaca guna menghambat laju terjadinya perubahan iklim.

Secara umum iklim di definisikan sebagai pola cuaca pada suatu tempat dipermukaan bumi yang terjadi selama bertahun-tahun. Untuk mengetahui kondisi iklim suatu tempat, menurut ukuran internasional diperlukan nilai rata-rata parameternya selama kurang lebih 30- 100 tahun (*inter contenial*). Sementara cuaca adalah merupakan kondisi harian suhu, curah hujan, tekanan udara dan angin.

Iklim muncul akibat dari pemerataan energi bumi yang tidak tetap dengan adanya perputaran/revolusi bumi mengelilingi matahari selama kurang lebih 365 hari serta rotasi bumi selama 24 jam. Hal tersebut menyebabkan radiasi matahari yang diterima berubah tergantung lokasi dan posisi geografi suatu daerah. Daerah yang berada di posisi sekitar 23,5 Lintang Utara – 23,5 Lintang Selatan, merupakan daerah tropis yang konsentrasi energi suryanya surplus dari radiasi matahari yang diterima setiap tahunnya.

Di Indonesia, pengaruh pemanasan global telah menyebabkan perubahan iklim, antara lain terlihat dari curah hujan di bawah normal, sehingga masa tanam terganggu, dan meningkatnya curah hujan di sebagian wilayah. Kondisi tata

ruang, daerah resapan air, dan sistem irigasi yang buruk semakin memicu terjadinya banjir, termasuk di area persawahan. Sebagai gambaran, pada 1995 hingga 2005, total tanaman padi yang terendam banjir berjumlah 1.926.636 hektare. Dari jumlah itu, 471.711 hektare di antaranya mengalami puso. Sawah yang mengalami kekeringan pada kurun waktu tersebut berjumlah 2.131.579 hektare, yang 328.447 hektare di antaranya gagal panen.

### **DAMPAK GLOBAL WARMING**

Perubahan iklim dalam prosesnya terjadi secara perlahan sehingga dampaknya tidak langsung dirasakan saat ini, namun akan sangat terasa bagi generasi mendatang. Beberapa dampak yang akan terjadi akibat perubahan iklim:

1. Mencairnya es di kutub
2. Meningkatnya permukaan air laut
3. Pergeseran musim

Dampak perubahan iklim bagi Indonesia antara lain:

1. kenaikan temperatur dan berubahnya musim
2. naiknya permukaan air laut
3. dampak perubahan iklim terhadap sektor perikanan
4. dampak perubahan iklim terhadap sektor kehutanan
5. dampak perubahan iklim terhadap sektor pertanian
6. dampak perubahan iklim terhadap kesehatan ((Mufid A. Busyairi, 2007).

Menurut Sudarmono (2007), Pemanasan global dapat menyebabkan terjadinya perubahan iklim. Dengan adanya perubahan iklim berubah pula pola hujan, pola tanam, sirkulasi air dan sebagainya. Bila berbagai perubahan tersebut tidak disertai dengan kemampuan adaptasi manusia dan makhluk hidup lainnya. Maka akan mempengaruhi munculnya berbagai penyakit. Sebagai contoh, perubahan iklim akan dapat menyebabkan masa inkubasi nyamuk malaria dan demam berdarah menjadi pendek. Sehingga nyamuk malaria dan demam berdarah bisa berkembang dengan cepat

### **MITIGASI GLOBAL WARMING**

Ada dua pendekatan utama untuk memperlambat semakin bertambahnya gas rumah kaca. **Pertama**, mencegah karbon dioksida dilepas ke atmosfer dengan menyimpan gas tersebut atau komponen karbon-nya di tempat lain, cara ini

disebut *carbon sequestration* (menghilangkan karbon). **Kedua**, mengurangi produksi gas rumah kaca (Wikipedia, 2008).

Mitigasi global warming dapat dilakukan dengan mengurangi emisi gas rumah kaca. Produksi emisi terbesar adalah kegiatan industri maupun kegiatan lain yang menggunakan bahan bakar fosil untuk melakukan aktifitasnya (Mitigasi dengan menurunkan produksi emisi tidaklah mudah, sebab Negara-negara besar penghasil emisi yaitu Prancis, Itali, Belanda, Rusia, Jepang, Kanada, dan AS) tak menunjukkan sikap yang serius untuk mengatasi masalah pemanasan bumi (global warming) yang kondisinya. Bahkan AS, negara industri terbesar tak mau tunduk pada Protokol Kyoto (Ismail, 2002).

Cara lain menghilangkan karbondioksida di udara adalah dengan memelihara pepohonan dan menanam pohon lebih banyak lagi. Pohon, terutama yang muda dan cepat pertumbuhannya, menyerap karbondioksida yang sangat banyak, memecahnya melalui fotosintesis, dan menyimpan karbon dalam kayunya (Prihanta, 2007).

#### **MITIGASI GLOBAL WARMING DENGAN REHABILITASI TUMBUHAN**

Gas Rumah Kaca terbesar adalah karbondioksida, dinamakan karbon dioksida dihasilkan sebagai hasil proses alamiah dalam proses respirasi dan juga dari berbagai aktifitas manusia non respirasi. Karbondioksida memiliki peranan menyerap panas sehingga penumpukan dalam jumlah besar akan berakibat meningkatnya suhu bumi.

Karbondioksida dapat berkurang karena terserap oleh lautan dan diserap tanaman untuk digunakan dalam proses fotosintesis. Fotosintesis memecah karbondioksida dan melepaskan oksigen ke atmosfer serta mengambil atom karbonnya (Gas rumah kaca Diakses dari [http://id.wikipedia.org/wiki/Gas\\_rumah\\_kaca](http://id.wikipedia.org/wiki/Gas_rumah_kaca). tanggal 27 Maret 2008).

Ada dua pendekatan utama untuk memperlambat semakin bertambahnya gas rumah kaca. **Pertama**, mencegah karbon dioksida dilepas ke atmosfer dengan menyimpan gas tersebut atau komponen karbonnya di tempat lain, cara ini disebut *carbon sequestration* (menghilangkan karbon). **Kedua**, mengurangi produksi gas rumah kaca.

Cara yang paling mudah untuk menghilangkan karbondioksida di udara adalah dengan memelihara pepohonan dan menanam pohon lebih banyak lagi. Pohon,

terutama yang muda dan cepat pertumbuhannya, menyerap karbondioksida yang sangat banyak, memecahnya melalui fotosintesis, dan menyimpan karbon dalam kayunya (Prihanta, 2007). Mekanisme penyerapan karbondioksida adalah melalui proses fotosintesis, dimana karbondioksida diserap oleh tumbuhan dari udara dan bereaksi dengan air membentuk karbohidrat (Seputro, 1994). Secara kimiawi proses tersebut digambarkan sebagai berikut:  $CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{Cahaya}} C_6H_{12}O_6 + O_2$ , proses tersebut dibantu dengan sinar matahari dan terjadi pada klorofil daun.<sup>12</sup> Dengan mekanisme ini maka secara alamiah pohon memiliki kemampuan mengurangi karbon dioksida di udara.

Kondisi tumbuhan sebagai cara mitigasi telah mengalami banyak kerusakan. Dephut mempunyai tiga data yang terbagi dalam tiga periode, yakni periode 1985-1997 dengan tingkat kerusakan 1,87 juta hektare/tahun, tahun 1997-2000 tingkat kerusakannya 2,83 juta hektar/ tahun, dan tahun 2000-2005 tingkat kerusakan hutannya 1,188 juta hektar/tahun. “Secara total sebenarnya hutan yang terdegradasi seluas 59,6 juta hectare (Sinar Harapan, 2007).

Untuk mengembalikan tumbuhan dan perbaikan lahan telah banyak dilakukan penanaman dengan istilah rehabilitasi tumbuhan. Sebagai contoh adalah Program Indonesia menanam 2008 yang ditetapkan dengan diterbitkannya Keputusan Presiden Nomor 24 Tahun 2008 tentang Hari Menanam Pohon Indonesia. Selanjutnya dilaksanakan dengan Keputusan Menteri Kehutanan Nomor: SK.377/Menhut-II/2008.

Rehabilitasi lingkungan yang dilakukan saat ini masih memiliki beberapa kekurangan, selama ini program penghijauan telah banyak dilakukan namun belum menampakkan keberhasilan. Hal itu disebabkan program penghijauan yang dilakukan selama ini masih mengalami banyak kekurangan. Kekurangan yang teridentifikasi adalah: **Pertama:** pemilihan waktu yang tidak tepat. Biasanya penghijauan dilakukan pada bulan Pebruari setelah bencana banjir dan tanah longsor terjadi dimana-mana. Padahal musim hujan hampir berakhir, dengan demikian setelah hujan berakhir tumbuhan mati kekeringan. **Kedua:** pemilihan tumbuhan tidak memperhatikan kondisi iklim (ketinggian dan suhu) setempat. Hal tersebut dapat dilihat dari jenis tumbuhan sumbangan masyarakat tanpa sebuah kriteria. **Ketiga:** kegiatan sangat bersifat ceremonial dan kolosal namun tidak ada jaminan keberlanjutan, sehingga setelah penanaman tidak pernah ada monitoring (Prihanta, 2006).

Lebih lanjut dalam rangka rehabilitasi lingkungan tidak hanya dilakukan dengan penanaman pohon namun juga harus dilakukan konservasi dari tumbuhan





yang ada dan perlu mengkaitkan dengan komponen ekologi lainnya. Alam terbangun dalam sebuah sistem yang sangat kompleks, selalu ada kaitan antara komponen-komponen sistem di alam ini. Demikian juga keberadaan tumbuhan, sangat berkaitan dengan komponen lain yaitu hewan. Hewan terutama burung memiliki peran yang sangat besar pada keberadaan tumbuhan melalui perannya dalam membantu penyerbukan dan juga penyebaran biji (Prihanta, 2007).

**STRATEGI REHABILITASI TUMBUHAN  
SEBAGAI UPAYA MITIGASI GLOBAL WARMING  
Konservasi Tumbuhan**

Secara alamiah tumbuh-tumbuhan memiliki peran yang sangat besar alam mengurangi karbondioksida di atmosfer yang berarti mampu mengurangi panas bumi. Namun ironisnya, keberadaan tumbuhan di muka bumi mengalami penurunan jumlah yang signifikan, disisi lain emisi gas rumah kaca makin meningkat akibat berbagai kegiatan yang menggunakan bahan bakar fosil.

Hutan memiliki peran yang sangat tinggi dalam penyerapan karbondioksida, namun kerusakan hutan saat ini semakin meningkat. Di seluruh dunia, tingkat perambahan hutan telah mencapai level yang mengkhawatirkan. Angka kerusakan hutan semakin tahun mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Di tahun 1950-1985, angka kerusakan mencapai 32,9 juta Ha atau 942 ribu hektare per tahun atau 2,616 ribu hektare per hari. Tahun 1985-1993 jumlah hutan yang hilang mencapai 45,6 juta hektare per tahun, hingga tahun 2004 jumlah kerusakan mencapai 59,17 juta Ha dengan lahan kritis di luar kawasan hutan sebesar 41,47 juta Ha. (Jawa Pos, 5/6/2007).

Selain kerusakan hutan, hilangnya tumbuh-tumbuhan terjadi di kawasan non hutan. Wahyu Prihanta menyebutkan kerusakan tumbuhan yang memiliki peran penting dalam mitigasi global warming adalah kerusakan tanaman tepi jalan, dimana tanaman tepi jalan memiliki peran dalam penyerapan gas yang dihasilkan oleh kegiatan transportasi yang makin meningkat (2007). Perusakan tanaman tepi jalan dari jenis Asam Jawa yang telah berumur 200 tahun banyak ditebang di Situbondo (Surya, 4/2-2001), pembangunan jalan di Lumajang (RCTI, 9/2-2001) dan di Jombang (TEB, 2001) (Prihanta, 2007).

Dalam satu minggu 30 pohon mati diracun di Kota Malang, jika seminggu sebelumnya 90 pohon yang di racun, pada hari senin 2/4-2007 jumlahnya meningkat menjadi 120 pohon (Data Dinas Pertamanan Malang)

Dalam bulan April di Jalur Batu – Malang sepanjang 10 km, 2 pohon trembesi dalam kondisi sehat di tebang, 2 pohon trembesi lain dibakar pangkalnya (Data Tim Ekspedisi Biokonservasi seperti yang dilaporkan ke Kapolwil, 15 Maret 2007 dalam Wahyu Pihanta, 2007). Hilangnya tumbuhan juga terjadi akibat alih fungsi lahan untuk berbagai kegiatan manusia sebagai contoh pertanian, perumahan maupun industri.

Berdasarkan fakta di atas, mitigasi global warming dapat dilakukan dengan meningkatkan penyerapan karbondioksida oleh tumbuhan. Menambah jumlah tumbuhan menjadi kurang efektif jika disisi lain perusakan tumbuhan terus dilakukan. Untuk itu selain menanam kegiatan konservasi tumbuhan perlu ditingkatkan.

### **Perbaikan Sistem Rehabilitasi Tumbuhan**

Hilangnya tumbuhan akibat berbagai aktifitas manusia dan bencana alam dapat diperbaiki dengan rehabilitasi atau yang sering disebut dengan reboisasi. Namun dalam pelaksanaannya, reboisasi saat ini belum mendapatkan hasil yang maksimal. Hal ini disebabkan karena pelaksanaannya masih memiliki beberapa kekurangan.

Kekurangan yang teridentifikasi adalah: **Pertama:** pemilihan waktu yang tidak tepat. Biasanya penghijauan dilakukan pada bulan Pebruari setelah bencana banjir dan tanah longsor terjadi dimana-mana. Padahal musim hujan hampir berakhir, dengan demikian setelah hujan berakhir tumbuhan mati kekeringan. **Kedua:** pemilihan tumbuhan tidak memperhatikan kondisi iklim (ketinggian dan suhu) setempat. Hal tersebut dapat dilihat dari jenis tumbuhan sumbangan masyarakat tanpa sebuah kriteria. **Ketiga:** kegiatan sangat bersifat ceremonial dan kolosal namun tidak ada jaminan keberlanjutan, sehingga setelah penanaman tidak pernah ada monitoring (Pihanta, 2006).

Daerah tropika terkhusus Indonesia memiliki putaran musim yang relatif stabil, dimana memiliki dua musim yaitu penghujan dan kemarau. Kegiatan rahabilitai yang dilakukan saat ini sering tidak sesuai dengan musim yaitu awal musim hujan sekitar bulan Nopember sampai dengan Januari. Sehingga banyak tumbuhan mati akibat tidak cocok secara klimatologi sehingga ketersediaan air yang sangat dibutuhkan tumbuhan krang terpenuhi. Sebagai contoh program rehabilitasi tumbuhan di Kota Malang yang dengan program Malang Ijo Royo-Royo (MIRR) tahun 1 dan ke 2 dilaksanakan pada bulan Juli dimana merupakan bulan terkering sepanjang tahun (Radar Malang, 15 Juli 2004). Demikian juga



rehabilitasi lingkungan di Kota Batu dilaksanakan pada bulan Pebruari 2003, pada saat akhir musim hujan.

Selain itu hal tersebut di atas pemilihan tumbuhan tidak sesuai dengan klimatologi yang dipersyaratkan tumbuhan. Tumbuhan rambutan dan mangga digunakan alam program Malang Ijo Royo (Radar Malang, 15/6/2004), secara klimatologi kedua jenis tumbuhan tersebut sesuai hidup pada dataran rendah (0-200 dpl) (Stenis, 1987). Sedangkan Kota Malang merupakan daerah dataran tinggi (sekitar 450 dpl). Setiap tumbuhan memiliki syarat tumbuh dalam ketinggian daerah tertentu (dpl), sehingga dikenal dengan nama tumbuhan dataran rendah dan dataran tinggi. Hal ini disebabkan ketinggian tempat mempengaruhi klimatologi dan klimatologi sangat mempengaruhi kehidupan tumbuhan (Stenis, 1987; Pulonin, 1994).

Program penanaman tumbuhanpun tidak disertai dengan program perawatan. Sebaiknya program penanaman harus disertai program perawatan untuk tanaman yang berumur kurang dari tiga tahun setelah penanaman (Departemen Kehutanan, 2007).

Berdasarkan hal tersebut pelaksanaan rehabilitasi tumbuhan untuk mitigasi global warming perlu diperbaiki

### **Konservasi Menyeluruh pada Satwa Penyebar Tumbuhan**

Alam tercipta dalam keterkaitan dan keseimbangan yang sempurna, berbagai komponen kehidupan keberadaannya saling menunjang. Selama ini banyak satwa yang berperan dalam membantu penyebaran biji-biji tumbuhan sehingga secara otomatis membantu menumbuhkan berbagai jenis tumbuhan ang secara ekologi sesuai. Banyak jenis burung yang memakan buah dan menyebarkan bijinya bersama feces ditempat yang sangat jauh dari pohon induknya (Jones dan Luchsinger, 1987; Pulonin, 1994).

Penyebaran biji atau alat reproduksi lain yang dibantu satwa memiliki banyak keuntungan, burung mampu menyebarkan biji di daerah yang tak terjangkau oleh manusia, selain itu daerah edar harian burung relatif pada ekologi sistem ekologi dimana tumbuhan berada sehingga secara klimatologi akan banyak kesesuaian (McKinnon, K.1986).

Mempertimbangkan hal tersebut maka rehabilitasi tumbuhan dalam rangka mitigasi global warming akan memberikan hasil yang sempurna jika disertai dengan kegiatan konservasi berbagai jenis burung yang memiliki manfaat dalam

penyebaran alat reproduksi tumbuhan. Mengingat saat ini banyak penangkapan jenis-jenis burung tersebut dengan berbagai alasan.

### **ADAPTASI TERHADAP GLOBAL WARMING**

Global warming telah menjadi masalah bersama di dunia, selain kegiatan mitigasi semua pihak harus berfikir dan bertindak bersama untuk melaksanakan tindakan penyesuaian atas perubahan ini. Sampai saat ini belum ada rumusan dan jaminan sepenuhnya kegiatan mitigasi akan menyelesaikan permasalahan global warming, bumi akan terus memanas, es kutub masih akan terus mencair dan permukaan laut akan terus naik. Tidak ada pilihan, kita harus merancang tindakan untuk menyelamatkan kehidupan.

Semua kota, negara bagian, dan negara kini tengah berupaya beradaptasi atau setidaknya membicarakan dan mengatur anggaran untuk adaptasi. Berikut ini adalah beberapa contoh:

- Inggris memperkuat tembok pengendali banjir pada Sungai Thames, yang memakan biaya sekitar setengah miliar dollar AS.
- Belanda memperkuat sistem pengendali banjirnya yang kritis.
- California mengubah rancangan pintu air pada daerah pertanian yang vital di delta Sungai Sacramento sehingga bisa tetap bekerja ketika permukaan laut jauh meninggi di daerah itu.
- Boston meninggikan suatu pusat pemroses sampahnya agar tak banjir ketika permukaan laut naik. New York juga mempertimbangkan meniru proyek ini untuk pusat-pusat pemrosesan airnya.
- Chicago mengembangkan program untuk menggalakkan tanaman di atas atap dan juga pembuatan atap memantul yang tak terlalu menyerap panas. Usaha ini untuk menurunkan suhu dan membantu penanggulangan gelombang panas.
- Sejumlah insinyur tengah memasang 'penyedot panas' sepanjang pipa minyak di Alaska, yang dibangun di atas permukaan permafrost, yaitu lapisan tanah yang semestinya selalu beku, namun kini mulai mencair. Penyedot panas itu diharapkan akan mengurangi panas pada tanah.
- Para peneliti memindahkan beberapa jenis pohon yang terancam perubahan iklim di sepanjang hutan-hujan pesisir British Columbia, dan juga menanam bibit-bibitnya, pada tempat di mana pohon-pohon ini lebih bisa bertahan, seperti di hutan pinus Ponderosa di Idaho.



- Singapura berencana pada tahun 2011 daerah-daerah rentan banjirnya telah berkurang setengah dan semua kanal dan saluran airnya telah diperlebar dan diperdalam, dan juga menyelesaikan proyek bendungan senilai 226 juta dollar AS di mulut sungai utama kota itu.
- Di Thailand, ada upaya skala besar untuk perlindungan terhadap kenaikan permukaan laut. Suatu kuil di luar Bangkok telah ditinggikan lebih dari 3 kaki (hampir 1 m).
- Bangladesh yang merupakan negara miskin pun menghabiskan lebih dari 50 juta dollar AS untuk adaptasi. Negara ini berusaha menangani kenaikan permukaan laut dengan penangan banjir dan bangunan berkaki (seperti rumah panggung).
- Presiden Barack Obama dan Kongres sedang mempertimbangkan pengeluaran sekitar 1,2 miliar dollar AS per tahun untuk bantuan iklim internasional, yang juga mengikutsertakan adaptasi. Kepala Sekretariat Iklim PBB, Yvo de Boer, menyatakan bahwa 10 - 12 miliar dollar AS per tahun dibutuhkan dari negara-negara maju terhitung sejak 2012 untuk memulai segala proyek yang direncanakan. Dan kelanjutannya akan menjadi lebih mahal lagi.
- Bank Dunia memperkirakan bahwa biaya adaptasi akan mencapai 75 - 100 miliar dollar AS per tahun dalam jangka waktu 40 tahun ke depan. Institut Internasional untuk Lingkungan dan Pembangunan (IIED), yaitu suatu lembaga penelitian di London, mengatakan bahwa jumlah itu pun masih terlalu rendah. Mungkin biayanya akan menjadi 200 -300 miliar dollar AS per tahun.

## **PENUTUP**

Bumi sejak diciptakan sudah mengalami banyak perubahan, namun setiap perubahan selalu bisa tercipta kesetimbangan baru. Peningkatan panas bumi yang drastis belakang ini merupakan akibat dari aktifitas manusia, yang sangat mungkin melewati batas alam untuk menyeimbangkan kembali.

Pemanasan global adalah akibat kesalahan umat manusia dalam mengelola lingkungan, apapun kegiatan adaptasi dan mitigasi yang dilakukan tanpa diimbangi dengan semangat kebersamaan tidak akan mendapatkan hasil. Diperlukan perubahan budaya semua manusia dalam mengelola lingkungan yang lebih arif, budaya akan dapat dibentuk melalui pendidikan dan akan menjadi gerakan yang kuat saat dilandasi moral beragama.



## **BAHAN PUSTAKA**

- A. Busyairi, Mufid. 2007. "Global warming dan Keamanan Pangan Indonesia", Tempo Interaktif.
- D. Johnson, Kenneth. 1984. *Biology An Introduction*, Menlo Park: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.
- Departemen Kehutanan, 2007, Panduan Kegiatan Aksi Penanaman Serentak Indonesia dan Pekan Pemeliharaan Pohon Menyongsong Pertemuan Internasional Tentang Perubahan Iklim Global Di Bali, Desember 2007. Departemen Kehutanan, 2007.
- Dinkes Kutai Kertanegara, 2009. Global Warming. [http://dinkes-kutai.kertanegara.org/id/artikel.php?subaction=showfull&id=1219973925&archive=&start\\_from=&ucat=4&](http://dinkes-kutai.kertanegara.org/id/artikel.php?subaction=showfull&id=1219973925&archive=&start_from=&ucat=4&)
- Eisma, D (ed). 1995. *Climate Change: Impact on coastal habitation*, USA: CRC Press Inc.
- Fadeli, C .2004. *Perhutanan Kota*, Yogyakarta: Fakultas Kehutanan UGM.
- Fakuara, et al., 1987. *Mekanisme Reaksi dan Laju Reaksi pada Reaksi Kimia yang Terjadi di Alam*, Jakarta: Gramedia
- Ismail, Nurmahmudi. 2002. KTT Johannesburg, Pekatnya GRK, dan Bumi Makin Panas. Sinar Harapan.
- Jones and Luchsinger. 1987. *Plant Systematics*, Singapore: McGraw Hill.
- McKinnon, K.1986. *Alam Asli Indonesia. Flora, Fauna dan Keresasian*, Jakarta: Gramedia.
- Miller, 1979. *Living in The Environment. Second Edition*, Belmont: Wadsworth Publ. Coy.
- Prihanta, Wahyu. 2007. "Strategi Pusat Studi Lingkungan dan Kependudukan". Universitas Muhammadiyah Malang dalam Rangka Perang Menyeluruh Terhadap Global Warming, Seminar Nasional BKPSL
- \_\_\_\_\_.2007. "Strategi Perlindungan Tanaman Tepi Jalan untuk Penyelamatan Lingkungan Menyeluruh", KLH Kota Batu.
- \_\_\_\_\_.2006. "Rehabilitasi Lingkungan Integratif dan Kontinyu", Makalah Seminar Regional, Pusal Studi Lingkungan dan Kependudukan Universitas Muhammadiyah Malang, Mei 2007.

- Polunin, Nicholas. 1994. *Pengantar Geografi Tumbuhan*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Seputro, Dwijo. 1994. *Fisiologi Tumbuhan*, Jakarta: Gramedia.
- Susilo, Ahmadi. 2008. Penghijauan Kota Secara Konseptual untuk Mengurangi Emisi Karbon, Pusat Studi Lingkungan Universitas Wijaya Kusuma. Surabaya
- Sudarmono, Pratiwi. 2007. "Pengaruh Pemanasan Global pada Kualitas Sumber Daya Manusia di Indonesia", Makalah Seminar Ancaman Pemanasan Global dan Perubahan Iklim, 15 Nopember 2007.
- Sinar Harapan, 4 Mei 2007, Kerusakan Hutan Indonesia Tak Sedahsah Periode 1997-2000, <http://www.sinarharapan.co.id/berita/0705/04/sh02.html>
- Soerjani, Yuwono, Arief dan Fardiaz, Dedi. 2007. *Lingkungan Hidup, Pendidikan Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Kelangsungan Pembangunan*, Jakarta: Yayasan Institut Pendidikan dan Pengembangan Lingkungan.
- Yasuhiro. 2007. "Which is First Coming Us, Ice Age or Global Warming". Makalah disampaikan Seminar Parallel Events Cop-13/CMP-3UNFCCC oleh Badan Kerjasama Pusat Studi Lingkungan Indonesia, 5 -6 Desember 2007. Denpasar Bali