

MITIGASI DAN ADAPTASI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM MELALUI PENERAPAN TEKNOLOGI HIJAU

Oleh: Nana Terangna Ginting

Pusat Litbang Permukiman Jl. Panyaungan, Cileunyi Wetan Kab.-Bandung 40393

E-mail : bukitnana@yahoo.com

Tanggal masuk naskah : 07 Agustus 2008, Tanggal revisi terakhir: 26 Agustus 2008

Abstrak

Perubahan iklim yang diakibatkan oleh pemanasan global merupakan tantangan yang paling serius dihadapi oleh negara-negara di dunia pada abad ke 21 ini.. Pada tahun 2100 diperkirakan suhu meningkat 1,5 0 4,5 derajat Celsius dan permukaan air laut akan naik hingga 15 – 95 cm. Dampak yang diperkirakan terjadi antara lain es dan glazier di kutub mencair, sejumlah pulau dan sebagian kota pantai tenggelam, berbagai keaneragaman hayati musnah, kerusakan terumbu karang, frekuensi bencana banjir, angin topan hujan badai, dan banjir, frekuensi kebakaran meningkat, penyebaran penyakit bertambah, hama penyakit tanaman bertambah. Di Indonesia pemanasan global akan berdampak kepada hambatan pertumbuhan ekonomi, menurunnya ketahanan pangan, meningkatnya gangguan kesehatan. Hasil penelitian mutakhir menunjukkan bahwa masalah pemanasan global terjadi karena tindakan manusia yang dimulai sejak revolusi industri 50 tahun terahir ini. Oleh karena itu perlu adanya upaya-upaya adaptasi dan mitigasi dampak pemanasan global. Teknologi hijau merupakan salah satu upaya yang perlu dikembangkan sebagai upaya adaptasi dan mitigasi pemanasan global tersebut. Berbagai teknologi hijau telah tersedia dan telah diterapkan oleh beberapa negara maju dan negara berkembang. Khusus pada bidang pelestarian sumber air dan pengolahan air limbah tersedia beberapa teknologi hijau antara lain teknologi taman biologi, taman buangan air limbah dan sanitasi ekologi.

Keywords: *Pemanasan global, pembangunan berkelanjutan, teknologi hijau*

Abstract

The global warming which results the climate change is the most serious challenges by all countries in 21 century. In the year 2100, the global temperature estimated increased between 1.5 to 4.5 degree Celsius and the sea level rise between 15 to 95 cm .Therefore the estimated impact are the ice and glacier of the Antarctic melted. A number of islands and several coastal city sank, biodiversity are destroyed, ridge of rock at low tide damaged, increasing the frequency of flood disasters, hurricanes and storms, increasing fire frequency, increasing of spreading diseases as well as plant diseases. In Indonesia, the global worming will slow the economic grow, weakening food endurance, and increasing the health problems. The recent research indicated than the global worming happened because of the human activities since industrial revolution. Therefore it is necessary to put the several efforts on adaptation and mitigation of the global worming impact. The green technology has been developed and implemented by some develop and developing countries. In the area of water resources conservation and wastewater treatment already available several green technology such as: Bio-Park, wastewater garden, and eosin.

Keywords: *Global warming, sustainable development, green technology.*

PENDAHULUAN

Pemanasan Global dan Dampaknya bagi Indonesia

Pada abad ke 21 ini, perubahan iklim yang diakibatkan oleh pemanasan global merupakan permasalahan yang paling serius dihadapi Negara-negara di seluruh dunia. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) menyatakan bahwa kenaikan suhu bumi selama tahun 1990 – 2005 antara 0.13 – 0.15 derajat celcius. Apabila tidak ada upaya pencegahan, pada tahun 2050 – 2070 suhu Bumi akan naik sekitar 4,2 derajat Celcius. **(KPKC Roma, 2002)**. Pada tahun 2100, suhu atmosfer akan meningkat 1,5 – 4,5 derajat Celcius. Dampak pemanasan global yang akan terjadi antara lain:

- a. Musnahnya berbagai jenis keanekaragaman hayati.
- b. Meningkatnya frekuensi dan intensitas hujan badai, angin topan, dan banjir.
- c. Mencairnya es dan glasier di kutub.
- d. Meningkatnya tanah kering yang potensial menjadi gurun karena kekeringan yang berkepanjangan.
- e. Kenaikan permukaan laut hingga menyebabkan banjir yang luas. Pada tahun 2100 diperkirakan permukaan air laut naik hingga 15 – 95 cm.
- f. Kenaikan suhu air laut menyebabkan terjadinya pemutihan karang (*coral bleaching*) dan kerusakan terumbu karang di seluruh dunia.
- g. Meningkatnya frekuensi kebakaran hutan.
- h. Menyebarnya penyakit-penyakit tropis, seperti malaria ke daerah-daerah baru karena bertambahnya populasi serangga (nyamuk).
- i. Daerah-daerah tertentu menjadi padat karena terjadinya arus pengungsian.

Bagi Indonesia dampak pemanasan global yang timbul antara lain kenaikan permukaan air laut sampai 90 cm yang mengakibatkan tenggelamnya sekitar 2000 pulau, penurunan pH air laut dari 8,2 menjadi 7,8 yang akan menghambat pertumbuhan sampai mematikan biota dan terumbu karang sehingga akan berdampak pada pertumbuhan ekonomi akibat terjadinya penurunan populasi ikan dan hasil laut lainnya. Selanjutnya dampak ekonomi dan sosial akan terjadi akibat terendahnya sebagian besar kota-kota di wilayah pesisir. Dampak pada ketahanan pangan akan terjadi akibat menurunnya produktivitas tanaman karena terganggunya akibat perubahan pola presipitasi, penguapan, air limpasan dan kelembaban tanah. Selain itu pemanasan global juga berisiko terjadinya ledakan hama dan penyakit tanaman. Peningkatan suhu Bumi akan menyebabkan curah hujan yang semakin lebat sehingga banjir akan lebih besar. Dampak pada kesehatan masyarakat akan meningkat karena peningkatan suhu akan memperpendek siklus hidup beberapa vektor penyakit dan masa inkubasi penularan menjadi lebih singkat terutama malaria dan Demam Berdarah, serta penyakit lainnya seperti Diarhe, Leptospirosis, kanker kulit, dll. **(Kompas, 2007)**.

Penyebab Pemanasan Global

Sejumlah bukti baru dan kuat dalam hasil penelitian mutakhir menunjukkan bahwa masalah pemanasan global yang terjadi saat ini disebabkan karena tindakan manusia. Dalam era revolusi industri 50 tahun terakhir ini penduduk dunia telah menggunakan sekurang-kurangnya lebih dari setengah dari sumber energi yang tak terpulihkan dan telah merusak 50% dari hutan dunia. Penggundulan hutan telah menghilangkan kemampuan untuk menyerap emisi

karbon sehingga memacu terjadinya perubahan iklim. Sejak Perang Dunia II jumlah kendaraan bermotor di dunia bertambah dari sekitar 40 juta menjadi 680 juta, yang merupakan kontributor emisi carbon dioksida pada atmosfer. Enam tindakan manusia yang dikenal sebagai " *Tragedy of Commons*" sebagai penyebab utama perubahan iklim global adalah: **(Gany, A.H.A, 2008)**

1. Meningkatnya kadar karbon dioksida (CO₂) di atmosfer.
2. Perubahan terhadap siklus bio-kimia global dari nitrogen dan elemen-elemen lainnya.
3. pembentukan dan pelepasan komponen organik secara terus menerus seperti *chlorofluorocarbon*.
4. Perubahan besar-besaran dalam tataguna lahan dan vegetasi tutupan permukaan.
5. Perburuan dan perambahan sejumlah besar sumber daya alam dan kehidupan *predator* dan konsumen.
6. Invasi keanekaragaman hayati oleh species asing.

Konsep Teknologi Hijau (*Green Technology*)

Green Technology (Teknologi Hijau), diartikan sebagai suatu ilmu pengetahuan praktis / teknologi yang dapat digunakan untuk melaksanakan pembangunan yang dapat mewujudkan tatanan infrastuktur untuk memenuhi kebutuhan manusia secara berkelanjutan (*sustainable development*), tanpa merusak atau mengganggu sumber daya alam. Secara singkat, teknologi yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan generasi saat ini dan tidak mengganggu ketersediaan kebutuhan generasi mendatang. **(*Green Technology, 2008*)**

Keberadaan teknologi hijau ini diharapkan dapat menjadi inovasi bagi manusia untuk merubah gaya hidupnya seperti kegandrungan manusia saat ini akan *information technology* (IT). Beberapa ciri Teknologi Hijau antara lain; berkelanjutan (*sustainable*), menggunakan sumber alam yang terbaru (*reclaimed*), menghasilkan produk yang bermanfaat kembali (*re-used*), mengurangi produk limbah dan bahan pencemar, menggunakan proses terdaur ulang (*recycle*), inovatif tidak berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan, menciptakan kegiatan dan produk yang bermanfaat bagi lingkungan atau dapat melindungi bumi.

METODA

Penyusunan karyatulis ini menggunakan metoda penelusuran pustaka dan informasi ilmiah dari buku, jurnal, laporan penelitian, dan internet. Ulasan terbatas kepada teknologi hijau bidang pelestarian sumber air, pengolahan limbah, pengolahan sampah dan pengendalian erosi dan longsoran tebing.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknologi Pelestarian Sumber Air

Taman Biologi (*Bio – Park*)

Bio-Park merupakan salah satu teknologi hijau yang digunakan untuk memperbaiki kualitas sumber-sumber air yang tercemar seperti air saluran, sungai dan danau. Proses reduksi bahan-bahan pencemar dalam *Bio-Park* terjadi melalui siklus rantai makanan dalam ekosistem akuatik atau ekoteknologi. Di Jepang, teknologi *Bio-Park* diterapkan untuk memperbaiki kualitas air danau antara lain Danau Tsuchiura, Kibagata, Koishikawa, dan Haruno (Gambar 1).



Sumber: Top Ecology, Co, Ltd

Gambar 1. Bio-Park Danau Kibagata

Teknologi *Bio-Park* juga telah dimodifikasi sebagai taman atap (*Roof Top Bio-Park*) di perumahan *Canon Housing* .(Gambar2)



Sumber: Top Ecology, Co, Ltd

Gambar 2. Rooftop Bio-Park di Perumahan Canon Jepang

Saat ini teknologi *Roof Top Bio-Park* dikembangkan dalam rangka mitigasi permasalahan pemanasan global yang terjadi di daerah perkotaan. Dalam 5 tahun terakhir, teknologi *Bio-Park* telah diperkenalkan ke Thailand, China dan Brazil melalui bantuan teknik pemerintah Jepang. Karena menggunakan proses ekosistem alami, teknologi *Bio-Park* merupakan upaya adaptasi dan mitigasi

dampak pemanasan global dengan karakteristik sbb:

- a. Menanam vegetasi
- b. Memperbaiki kualitas air yang tercemar secara efisien tanpa bahan kimia.
- c. Memanfaatkan lumpur sebagai pupuk organik
- d. Tidak menghasilkan limbah kimiawi
- e. *Bio-Park* adalah "zero emission System"

Teknologi *Bio-Park* mendapat penghargaan dari WHO pada tahun 1997 sebagai teknologi masa depan pengendalian pencemaran danau. Pada tahun 2002 , *Bio_park* memenangkan peringkat terbaik pada " Environmental Contest" di Jepang. Pada tahun 1998, *Bio-Park* telah terdaftar hak paten dengan merk dagang *BIO-PARK* dan nama paten : *Hydroponic Biofilter System*. Hak paten dipegang oleh *Top Ecology.Co.Ltd*.

Di Indonesia, percobaan lapangan penerapan teknologi hijau untuk pelestarian kualitas air danau telah dimulai oleh Pusat Litbang Sumber Daya

Air pada tahun 2003 di Waduk Saguling dengan nama *EKOTEKNOLOGI*. Penelitian masih berlangsung sampai saat ini dan diharapkan teknologi ini dapat dipersiapkan untuk diterapkan oleh pemerintah dan masyarakat.

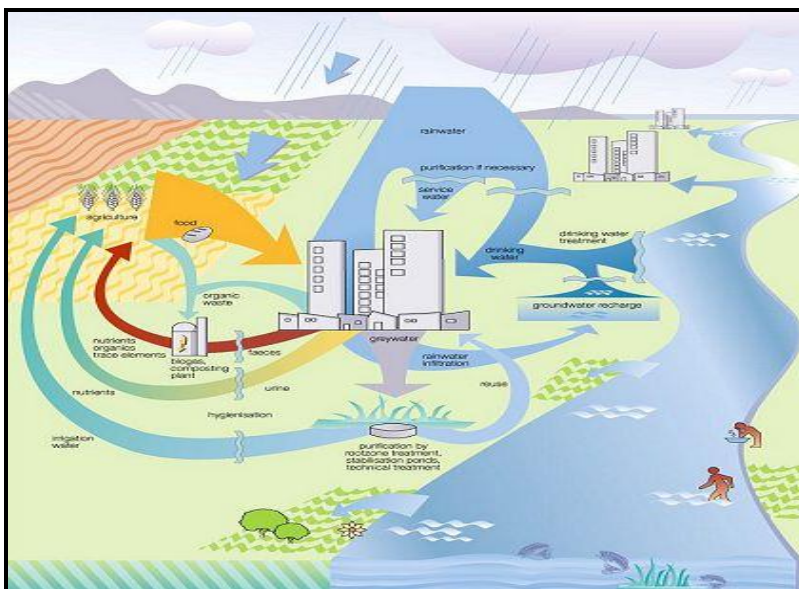
Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik

Ecological Sanitation

Ecological sanitation (Ecosan), merupakan teknologi hijau yang diharapkan menjadi revolusi baru untuk

peningkatan kesehatan masyarakat melalui upaya pengolahan limbah domestik. Ecosan didasarkan kepada tiga prinsip yaitu: (Gambar 3)

- a. Pencegahan pencemaran lebih baik daripada melakukan pengendalian dan pengawasan setelah terjadi pencemaran.
- b. Perbaikan sanitasi tinja dan urine
- c. Pemanfaatan produk Ecosan untuk pertanian



Sumber: GTZ

Gambar 3. Prinsip Pengolahan Limbah Domestik dengan Ecosan

Pada saat ini 40 % penduduk dunia tidak memiliki sarana sanitasi yang memadai. Sekitar satu milyar penduduk dunia terutama anak-anak terinfeksi parasit dan mengalami kekurangan gizi serta hambatan dalam pertumbuhannya, dan sekitar 6000 anak meninggal setiap harinya karena penyakit perut yang disebabkan buruknya kondisi sanitasi (*Winblad U .et.al, 2004*). Di Indonesia sebanyak 19,7% dari total penduduk belum memiliki jamban. Fasilitas sanitasi

dengan sistem perpipaan (*sewerage system*) baru dibangun di 7 kota, dengan cakupan pelayanan total 5,57%. Jumlah rumah tangga yang memiliki fasilitas sanitasi dengan menggunakan tangki septik baru mencapai sekitar 40%. Pelayanan fasilitas air minum melalui sistem perpipaan baru mencapai 44,4% di perkotaan dan hanya 9,4% di pedesaan. (*Dit.Jen Cipta Karya, 2008*). Menurut laporan Bank Dunia, Indonesia termasuk salah satu negara

yang memiliki tingkat pelayanan sanitasi terendah di Asia. Sebagai akibatnya wabah penyakit yang ditularkan melalui air terjadi secara rutin, dan insiden penyakit tipus di Indonesia, merupakan yang tertinggi di Asia. Kerugian ekonomis yang diakibatkan oleh isu ini, secara konservatif diperkirakan US\$ 4,7 milyar per tahun, atau 2% dari GDP, yang setara dengan US\$ 12 per rumah tangga per bulan (**World Bank, 2003**). Pada saat ini banyak tempat di dunia menderita kekurangan air dan dalam 50 tahun terahir ini penggunaan air dunia meningkat tiga kalinya. Diperkirakan pada tahun 2030 separuh dari penduduk dunia akan kekurangan air. Pembuangan limbah, yang berasal dari Instalasi Pengolah Limbah (IPAL) baik yang terpusat maupun yang setempat (*on-site*) merupakan penyebab utama pencemaran sumber-sumber air yang belum dapat diatasi. Selain mencemari sumber air permukaan limpasan dan bocoran zat pencemar tersebut juga mencemari air tanah.

Penerapan teknologi Ecosan diharapkan dapat mengatasi tantangan yang belum dapat ditanggulangi pada bidang sanitasi terutama dalam mengatasi masalah sanitasi saat ini dan menghadapi perkembangan penduduk dunia dimasa yang akan datang.

Keunggulan Ecosan dalam upaya mitigasi dan adaptasi pemanasan global adalah:

- a. System daur ulang tertutup (*closed loop*) yang sempurna dalam siklus rantai makanan manusia sehingga seluruh buangan dimanfaatkan kembali tanpa ada sisa limbah yang terbang.
- b. Menghemat penggunaan air dan pembuangan air dalam siklus hidup manusia

- c. Mencegah pencemaran lingkungan dan konservasi potensi kualitas sumber-sumber air.
- d. Mengembalikan unsur hara tanah, memperbaiki stuktur tanah pertanian dan mengurangi penggunaan bahan kimia sebagai pupuk.
- e. Mencegah terjadinya penyakit yang ditularkan melalui air (*waterborne disease*)
- f. Sederhana dan murah sehingga memungkinkan untuk dilaksanakan seluruh lapisan masyarakat

Taman Buangan Air Limbah (Wastewater Garden)

Wastewater Garden (WWG) adalah teknologi hijau yang digunakan untuk mendaur ulang sisa zat pencemar dari unit pengolahan limbah perumahan, hotel, restoran, atau perkantoran. WWG merupakan 100% ekologis, murah dan mudah dalam pembangunan, pengoperasian dan pemeliharannya. Tanpa memerlukan peralatan mekanis dan bahan kimia, air limbah di daur ulang secara gravitasi ke taman, kebun sayuran, ataupun buah-buahan. WWG pada awalnya dikembangkan untuk melindungi pantai dari pencemaran limbah penduduk.

Kontribusi penerapan teknologi WWG dalam mitigasi dan adaptasi dampak pemanasan global karena:

- a. menanam vegetasi
- b. meningkatkan kualitas *effluent* ke lingkungan tanpa bahan kimia dan peralatan mekanis
- c. Ekologis, mudah dan murah

Tenologi WWG dikembangkan oleh *Planetary Reef Foundation* dan telah berhasil diterapkan di Meksiko, Bali, Bahama, Belize, Perancis, Polandia, Pilpina, Amerika Serikat dan Australia. WWG yang terbesar saat adalah *Xpu-Ha EcoPark* di Meksiko yang dirancang

untuk mengolah limbah 1500 pengunjung per hari. Di Indonesia, teknologi WWG telah di uji coba pada beberapa kantor pemerintah daerah dan diterapkan pada beberapa hotel di kawasan Nusa Dua (Gambar 4)



Sumber: Planetary Reef Foundation

Gambar 4. Wastewater Garden di Bali

Sanitasi Taman (SANITA)

Sanitasi Taman (SANITA), adalah Teknologi Hijau untuk memperbaiki kualitas *effluent* tangki septik konvensional agar tidak mencemari air tanah. Effluen septik tank konvensional masih mengandung bakteri Fecal Coli yang cukup tinggi dan beresiko mencemari air sumur dangkal yang terletak berdekatan, terutama pada permukiman yang padat. Sebagian besar penduduk perkotaan masih mengkonsumsi air tanah dangkal sebagai sumber air minum dan rumah tangga sehingga mereka beresiko tinggi terjangkit penyakit perut (*waterborne diseases*). SANITA mampu menurunkan bakteri Fecal Coli pada effluent tangki septik sampai dengan lebih dari 99% sehingga diharapkan tidak mencemari air tanah. Penerapan SANITA pada permukiman akan menambah vegetasi permukaan yang merupakan salah satu upaya adaptasi dan mitigasi dampak perubahan iklim. Selain itu SANITA juga mudah dan murah dalam pembangunan, pengoperasian dan pemeliharaannya,

serta tidak menggunakan bahan kimia dan peralatan mekanis. SANITA telah diteliti oleh Pusat Litbang Permukiman sejak tahun 2004 dan saat ini telah disusun pedoman tata cara pembangunannya sebagai kelengkapan Standar Nasional Indonesia tentang Tata Cara Pembangunan Tangki Septik. Salah satu percobaan lapangan berada kampus Pusat Litbang Permukiman seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. SANITA di Kampus Puskim

KESIMPULAN

1. Perubahan Iklim yang diakibatkan oleh Pemanasan Global telah dirasakan dampaknya dalam kehidupan manusia. Apabila tidak dilakukan upaya pencegahan, dampak pemanasan global di masa yang akan datang merupakan ancaman yang sangat serius bagi kehidupan semua makhluk di bumi.
2. Dalam menghadapi dampak Pemanasan Global diperlukan upaya-upaya mitigasi dan adaptasi yang melibatkan masyarakat.
3. Teknologi Hijau merupakan salah satu upaya adaptasi dan mitigasi dampak Pemanasan Global yang sejalan dengan prinsip pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable development*)
4. Berbagai Teknologi Hijau di bidang pelestarian sumber air dan

pengolahan air limbah telah tersedia untuk diterapkan dalam pembangunan

5. Perlu adanya upaya pemerintah dan masyarakat untuk mengkampanyekan penggunaan teknologi hijau secara luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Top Ecology, 2008, *Product and Service Bio-Park* (internet).
- Planetary Coral Reef Foundation, 2008, *Wastewater Garden*,
- Winblad U and Hebert M.S, 2004, *Ecological Sanitation*, Stockholm Environment Institute, Stockholm, Sweden.
- Kelompok Kerja Pemanasan Global, 2002, *Pemanasan Global dan Perubahan Iklim*, Promotor KPKC, Jakarta.
- Harian Kompas, 01.12.2007, *Dampak Pemanasan Global Bagi Negara Kita*, Jakarta.
- Gany, A.H.A, 2008, *Implikasi Multi Dimensional Perubahan Iklim Global Menyongsong Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*, makalah kunci pada Kolokium Hasil-Hasil Litbang Sumber Daya Air, Bandung 23 -24 Juli 2008.
- Green Technology, 2008, *Strategy and Leadership for Clean and Sustainable Communities*, <http://www.green-technology.org>
- Christine Werner et.al, 2005, *Panning and Imlementation of Ecological sanitation Projects*, GTZ
- Pusat Litbang Sumber Daya Air. 2003. *Penelitian dan Pengembangan Ekoteknologi untuk Pelestarian Sumber-sumber Air"* Bandung: Badan Litbang Depertemen Pekerjaan Umum
- Water and Sanitation Program-East Asia and the Pacific (WSP-EAP), 2007, *Economic Impacts of sanitation in South East Asia Summary*, World Bank East Asia and the Pacific Region.
- Nana Terangna, 2006, *Pengelolaan Air Limbah Rumah Tangga*, Bahan Ceramah pada Pertemuan Dharma Wanita se-Indonesia, Bandung, 7 Juni 2006