

Edisi V, Februari 2010

SUARA BUKIT KOTOTABANG

REDAKSI



BMKG

Email

stagaw.kototabang@bmg.go.id

Website

<http://gawkototabang.wordpress.com/>

Telp/Fax

0752-7446449

SUSUNAN REDAKSI

Penanggung Jawab

Kepala Stasiun GAW Bukit Kototabang :

Drs. Herizal, M.Si.

Redaktur

Sugeng Nugroho, S.Si.

Dra. Nurhayati, M.Sc.

Dr. Hamdi Rivai

Dr. Edvin Aldrian, B.Eng, M.Sc.

Editor

Asep Firman Ilahi, Ah MG

Alberth Cristian Nahas, S.Si.

Firda Amalia M, S.Si.

Design Layout

Edison Kurniawan, M.Si.

Agusta Kurniawan, M.Si.

Sekretariat

Irwin. A

Carles Siregar, ST

Budi Satria, A.Md.

Darmadi, A.Md

Budi Setiawan, Ah MG

Kontak Redaksi

STASIUN GAW BUKIT KOTOTABANG

Jln. Raya Bukittinggi-Medan Km.17, Palupuh, Kab. Agam, Prop. Sumatera Barat

Surat : PO BOX 11 Bukittinggi 26100

Fax : 0752-7446449

Telp : 0752-7446089, 0752-7014157 (Flexi)

Email : stagaw.kototabang@bmg.go.id

Website : <http://gawkototabang.wordpress.com/>



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Esa karena dengan berkat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga majalah populer stasiun GAW Bukit Kototabang yang berjudul 'Suara Bukit Kototabang' edisi kelima ini dapat diterbitkan. Edisi kelima ini terbit pada bulan Februari 2010, yang merupakan ulang tahun yang pertama bagi majalah ini. Seperti layaknya seorang manusia, pada ulang tahun yang pertama, maka bayi akan banyak belajar, belajar untuk duduk, belajar untuk bicara, belajar untuk mendengarkan hal-hal disekitarnya dan belajar untuk menirukan apa yang dilihat dan didengar itu. Kami selaku redaksi berusaha untuk terus menerus untuk belajar, agar tercapai majalah Suara Bukit Kototabang yang layak untuk dibaca terus dan menambah pengetahuan bagi para pembacanya.

Kami Segenap Redaksi mengucapkan:
Selamat Ulang Tahun Yang Pertama Bagi Majalah Suara Bukit Kototabang, Semoga Menjadi Lebih Maju Dan Lebih Berbobot Di Masa Mendatang.

Pada edisi kali ini redaksi menggunakan alamat email instasi BMG yang sebelumnya menggunakan asiainmail.com, yaitu stagaw.kototabang@bmg.go.id, sedangkan yang lain no telp/website semua masih sama. Dari tinjauan isinya, majalah ini dibagi menjadi empat tema utama, yaitu Science And Technology berisi artikel tentang ilmu pengetahuan dan teknologi, News And Event berisi artikel tentang berita-berita terutama tentang Stasiun GAW sendiri, Opinion And Gaw On The Spot berisi artikel tentang fokus penelitian, hal-hal yang baru, metode baru dan sebagainya, serta Miscellaneous berisi artikel-artikel yang belum dapat termuat pada tema-tema sebelumnya.

Kami selaku redaksi mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang mendukung dan membantu demi terbitnya majalah ini. Tak lupa, kami selaku redaksi memohon kepada pembaca untuk memberikan masukan, kritik dan saran yang membangun, untuk perbaikan majalah ini di kemudian hari. Semoga tulisan, artikel dan gambar, di majalah ini dapat bermanfaat. Amin.

Hormat Kami

**Redaksi Majalah
Suara Bukit Kototabang**

DAFTAR ISI

Cover
Susunan Redaksi
Kata Pengantar
Daftar Isi

I. Science And Technology

- I.1 Pola Hidup Vegetarian Salah Satu Cara Efektif Mengurangi Pemanasan Global (Carles Siregar, ST)
- I.2 POPs – Layaknya Pedang Bermata Dua (Agusta Kurniawan, M.Si)
- I.3 Pemanfaatan Skenario Data Bagi Penelitian Terhadap Dampak dan Adaptasi Terhadap Perubahan Iklim (Edison Kurniawan, M.Si)
- I.4 Kebakaran Liar di Indonesia: Apa, Siapa, Kapan, Di mana, Mengapa, dan Bagaimana? (Alberth Chrisitian Nahas, S.Si)

II. News And Event

- II.1 Kunjungan Tim BBIA (Balai Besar Industri Agro) Ke Stasiun GAW Bukit Kototabang Dalam Rangka Penyusunan Dokumen Jaminan Mutu ISO 17025:2005
- II.2 Kunjungan Peserta Simposium Internasional (Rombongan Kepala Balai BMKG Wilayah I-Medan) Mengenai Tsunami Di Bukittinggi (*Tsunami Drill*) Ke Stasiun GAW Bukit Kototabang
- II.3 Kunjungan Dari Staf BMKG Pak Budi Suhardi (KJK BMKG) Dan Pak A. Sasmito (KLM BMKG) Ke Stasiun GAW Bukit Kototabang
- II.4 Kunjungan Kepala Pusat Perubahan Iklim Dan Kualitas Udara (KaPus PIKU) BMKG (Dr. Edwin Aldrian) Ke Stasiun GAW Bukit Kototabang
- II.5 Kunjungan Kepala Pusat Agroklimat, Maritim BMKG (Dra. Nurhayati, M.Sc) Ke Stasiun GAW Bukit Kototabang
- II.6 Audit Internal ISO 17025:2005 Laboratorium Pengujian SPAG Bukit Kototabang Oleh Tim PUSINKAL BMKG Pusat

III. Opinion And Gaw On The Spot

- III.1 Stasiun GAW Bukit Kototabang Sebagai Tempat Kunjungan Ilmiah Dan Lokasi Penelitian
- III.2 Pemasangan Instrument GPS Oleh Peneliti Geoteknologi LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia)-NTU (Nanyang Technology University) Di Stasiun GAW Bukit Kototabang

IV. Miscellaneous

- IV.1 Waspadai Bahaya Longsor Di Sumatera Barat

POLA HIDUP VEGETARIAN SALAH SATU CARA EFEKTIF MENGURANGI PEMANASAN GLOBAL

Oleh: Carles Siregar, ST



Saat ini, masalah pemanasan global dan berkurangnya sumber alam seperti bahan bakar fosil, air segar dan humus adalah tantangan paling sulit yang pernah dihadapi oleh manusia. Para ilmuwan telah menyimpulkan bahwa mengurangi pengeluaran karbondioksida (CO_2) akan memperkecil pemanasan global, sehingga pada tahun 1997, 181 negara menandatangani Protokol Kyoto untuk mengurangi emisi bahan kimia beserta lima gas rumah kaca lainnya. Walaupun tindakan ini merupakan suatu langkah positif, dalam majalah ilmiah *Physics World* (*Dunia fisika*) terbitan bulan Juli 2005, Fisikawan Inggris, Alan Calverd, mengusulkan suatu cara yang lebih sederhana untuk menghilangkan

pemanasan global yaitu **BERHENTI MAKAN DAGING**.

Namun selain itu ada beberapa cara yang dianggap mampu untuk mengurangi masalah pemanasan global di berbagai sektor yang dinilai efektif oleh IPCC antara lain:

1. Sektor energi
 - Mengurangi subsidi bahan bakar fosil
 - Pajak karbon untuk bahan bakar fosil
 - Penetapan harga listrik dari energi terbarukan
 - Kewajiban menggunakan energi terbarukan
 - Subsidi bagi produsen
2. Sektor transportasi
 - Kewajiban ekonomi bahan bakar, penggunaan biofuel, dan standar CO_2 untuk alat transportasi jalan raya
 - Pajak untuk pembelian kendaraan, STNK, bahan bakar, serta tarif penggunaan jalan dan parkir
 - Merancang kebutuhan transportasi melalui regulasi penggunaan lahan serta perencanaan infrastruktur
 - Melakukan investasi pada fasilitas angkutan umum dan transportasi tak bermotor
3. Sektor gedung
 - Menerapkan standar dan pemberian label pada berbagai peralatan
 - Sertifikasi dan regulasi gedung
 - Program – program *demand-side management*
 - Percontohan oleh kalangan pemerintah, termasuk pengadaan
 - Intensif untuk *energy services company*
4. Sektor Industri
 - Pembuatan standar
 - Standar kerja
 - Subsidi, pajak untuk kredit
 - Izin yang dapat diperjual belikan
 - Perjanjian sukarela
5. Sektor pertanian
 - Insentif finansial serta regulasi-regulasi untuk memperbaiki manajemen lahan, mempertahankan kandungan karbon di dalam tanah, penggunaan pupuk dan irigasi yang efisien
6. Sektor Kehutanan
 - Insentif finansial (nasional dan internasional) untuk memperluas area hutan, mengurangi deforestasi, mempertahankan hutan, serta manajemen hutan
 - Regulasi pemanfaatan lahan serta penegakan regulasi tersebut

7. Sektor Manajemen limbah

- Insentif finansial untuk manajemen sampah dan limbah cair yang lebih baik
- Insentif atau kewajiban menggunakan energi terbarukan
- Regulasi manajemen limbah

Namun kesemua langkah – langkah diatas memerlukan proses dan dana yang tidak sedikit sehingga perlu dicari suatu solusi yang murah dan bisa di lakukan. Ini sesuai dengan motto yang di keluarkan pemerhati lingkungan dalam hal ini WALHI yaitu ***"Berpikir secara global tetapi bertindak secara local"*** Adapun salah satu tindakan yang dimaksud adalah pola hidup vegetarian.

Walaupun Calverd bukan seorang vegetarian, ia mengakui pemborosan terbesar dari sumber alam dan energi disebabkan oleh meningkatnya jumlah ternak hewan untuk dimakan. Jadi ia menghitung bermacam-macam pemakaian energi yang menghasilkan CO₂, seperti pembakaran bahan bakar fosil dan manusia, serta metabolisme ternak. Ia menemukan bahwa 21% konsumsi energi itu untuk mempertahankan peternakan hewan. Sama dengan pembuangan bahan bakar mobil, pernapasan ternak menghasilkan jumlah CO₂ yang sangat besar, dan hal ini merupakan salah satu penyebab pemanasan global. Tetapi faktor ini tidak termasuk kedalam kategori emisi buatan manusia oleh para ilmuwan iklim dan politikus, karena mereka menganggap bahwa hal itu bukanlah suatu fenomena buatan manusia yang tidak dapat diubah.

Vegetarian : Cara Tercepat Mengerem Pemanasan Global Hingga 80 %

Sebagaimana yang telah dirilis dan disampaikan oleh PBB pada November 2006 telah merilis laporan mengejutkan yang berhasil membuka mata dunia bahwa ternyata 18% dari emisi gas rumah kaca datang dari aktifitas pemeliharaan ayam, sapi, babi, dan hewan – hewan ternak lainnya. Di sisi lain, mobil, sepeda motor, truk-truk besar, pesawat terbang, dan semua sarana transportasi lainnya yang bisa anda sebutkan hanya menyumbang 13 % emisi gas rumah kaca. Bayangkanlah kenyataan ini : Ternyata penghasil utama emisi gas berbahaya yang mengancam kehidupan planet kita saat ini bukanlah mobil, sepeda motor, ataupun truk dan bus dengan polusinya yang menjengkelkan anda. Tetapi emisi berbahaya itu datang dari sesuatu yang nampak sederhana, tidak berdaya, dan nampak lezat di meja makan. Yaitu daging.

Mungkin hal ini sangat berlebihan. Tetapi ketahuilah bahwa laporan ini bukan dirilis oleh sekelompok ilmuwan paranoid yang tidak kompeten, ataupun peneliti dari tingkat universitas lokal. Laporan ini dirilis langsung oleh PBB melalui FAO (*Food and Agriculture Organization – Organisasi Pangan dan Pertanian*). Tentu agak sulit membayangkan bagaimana mungkin seekor anak ayam yang terlahir dari telurnya yang begitu rapuh, yang terlihat begitu kecil dibandingkan luasnya planet ini, bisa memberikan pengaruh yang begitu besar pada perubahan iklim. Jawabannya adalah pada jumlah mereka yang luar biasa banyak. Amerika Serikat saja menjagal tidak kurang dari 10 miliar hewan darat setiap tahunnya. Bayangkan beapa banyak jumlahnya bila digabungkan dengan seluruh dunia.

Untuk membantu kita membayangkan bagaimana sektor peternakan bisa menghasilkan emisi yang begitu besar perhatikanlah beberapa poin berikut dibawah ini :

1. Pemeliharaan hewan ternak memerlukan energi listrik untuk lampu-lampu dan peralatan pendukung

Peternakan, mulai dari penghangat ruangan, mesin pemotong, dll. Salah satu inefisiensi listrik terbesar adalah dari mesin-mesin pendingin untuk penyimpanan daging. Baik yang ada di peternakan maupun yang ada di titik-titik perhentian (distributor, pengecer, rumah makan, pasar, dll) sebelum daging tersebut tiba di rumah/piring makan kita. Kita tentu tahu bahwa mesin-mesin pendingin adalah peralatan elektronik yang sangat boros listrik/energi.

2. Transportasi yang digunakan, baik untuk mengangkut ternak, sampai dengan elemen pendukung peternakan lainnya (obat-obatan dll) menghasilkan emisi karbon yang signifikan.

3. Peternakan menyedot begitu banyak sumber daya pendukung lainnya, mulai dari pakan ternak hingga obat-obatan dan hormon untuk mempercepat pertumbuhan.

Mungkin sepintas terlihat seperti pendukung pertumbuhan ekonomi. Tapi dapat kita bayangkan berapa banyak lagi emisi yang dihasilkan tiap industri pendukung tersebut ? Perekonomian yang maju tidak ada lagi artinya kalau planet kita hancur. (Publikasi The New York Times Tanggal 27 Januari 2008).

4. Peternakan membutuhkan lahan yang tidak sedikit.

Demi pembukaan lahan peternakan, begitu banyak hutan hujan yang dikorbankan. Hal ini masih diperparah lagi dengan banyaknya hutan yang juga dirusak untuk menanam pakan ternak tersebut (gandum, rumput, dll). Pada hal akan jauh lebih efisien bila tanaman tersebut diberikan langsung kepada manusia. Peternakan sapi saja telah menyedot makanan yang cukup untuk memenuhi kebutuhan kalori 8.9 miliar orang. Lebih dari jumlah populasi manusia di dunia.

KELAPARAN DUNIA TIDAK AKAN TERJADI JIKA SEMUA ORANG BERVEGETARIAN.

Sebuah penelitian menyebutkan bahwa seorang vegetarian menyelamatkan hingga setengah hektar pepohonan setiap tahunnya. Hutan hujan tropis mengalami penggundulan besar-besaran untuk menyediakan lahan peternakan. Lima puluh lima kaki persegi hutan tropis di hancurkan hanya untuk menghasilkan satu ons burger. Perusakan hutan sama dengan memperparah efek pemanasan global karena CO_2 yang tersimpan dalam tanaman akan terlepas ke atmosfer bersamaan dengan matinya tanaman tersebut.

5. Hewan-hewan ternak seperti sapi adalah polutan metana (CH_4) yang signifikan.

Sapi secara alamiah akan melepaskan metana dari dalam perutnya selama proses mencerna makanan (kita mengenalnya bersendawa – glegekan kata orang jawa). Metana adalah gas dengan emisi rumah kaca yang 23 kali lebih buruk dari CO_2 . Dan miliaran hewan-hewan ternak diseluruh dunia setiap harinya melakukan proses ini yang pada akhirnya menjadi polutan gas rumah kaca yang signifikan. Tidak kurang dari 100 miliar ton metana dihasilkan sektor peternakan setiap tahunnya. Kotoran dari industri peternakan (Sumber publikasi :The New York Time 27 Januari 2008)



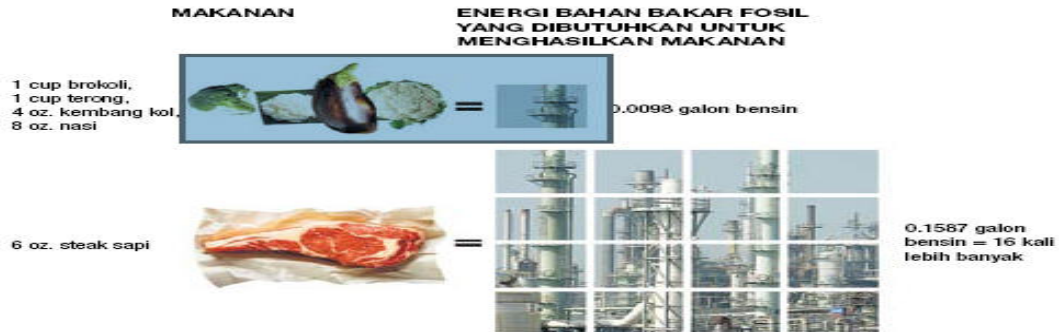
6. Limbah berupa kotoran ternak mengandung senyawa NO (Nitrogen Oksida) yang notabene 300 kali lebih berbahaya dibandingkan CO_2 .

Pertanyaannya adalah seberapa banyak kotoran ternak yang ada ? Di Amerika Serikat aja, hewan ternak menghasilkan tidak kurang dari 39,5 ton kotoran perdetik. Bayangkan berapa banyak jumlah tersebut di seluruh dunia. Jumlah yang luar biasa besar itu membuat sebagian besar kotoran tidak dapat di proses lebih lanjut menjadi pupuk atau hal-hal berguna lainnya. Akhirnya yang dilakukan oleh pelaku industri peternakan modern adalah

membuang ke sungai atau ke tempat-tempat lain yang akhirnya meracuni tanah dan sumber-sumber air. Kontribusi gas NO dari sektor peternakan sangatlah signifikan.

MAHALNYA ENERGI FOSIL YANG DIGUNAKAN DI SEKTOR PETERNAKAN

Banyak cara untuk menghitung energi yang diperlukan untuk menghasilkan daging dan makanan lainnya. Berikut contoh makanan dengan kandungan 320 kalori. Daging sapi membutuhkan energi bahan bakar fosil 16 kali lebih banyak daripada sayuran dan nasi



PETERNAKAN MEMILIKI EMISI KARBON YANG LEBIH BESAR

Kedua jenis makanan di atas bahkan memperlihatkan perbedaan yang lebih besar lagi dalam hal emisi gas rumah kaca: daging sapi menghasilkan emisi rumah kaca 24 kali lebih besar daripada sayuran dan nasi. Perkiraan CO₂ yang dihasilkan dari memproduksi kedua jenis makanan:

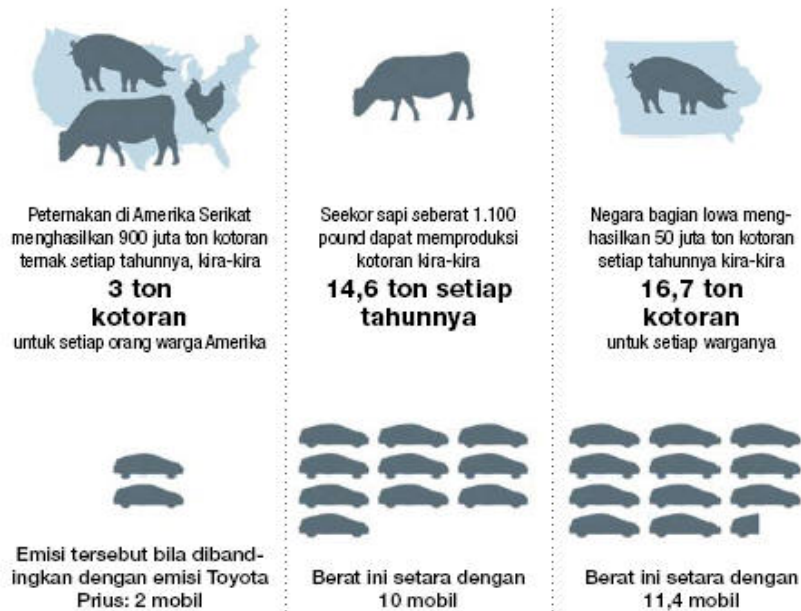


Sebagai tambahan dari emisi karbon yang digunakan untuk menghasilkan daging sapi, sapi menghasilkan metana dan nitrogen oksida yang berbahaya

Sumber: Publikasi The New York Times Tanggal 27 Januari 2008

ARUS KOTORAN HEWAN TERNAK YANG BESAR

Kebanyakan peternakan di Amerika Serikat dioperasikan oleh industri-industri besar yang menghasilkan kotoran hewan yang beratnya berkali-kali lipat dari berat hewan ternak itu sendiri. Danau-danau yang menjadi tempat pembuangan kotoran dapat mencemari udara dan sumber-sumber air di sekitarnya.



Sumber: David Pimentel, Cornell Univ.; Ohio State Univ.; Iowa State Univ.

Sumber: Publikasi The New York Times tanggal 27 Januari 2008

Vegetarian dipandang dari sudut Kesehatan

Kemajuan teknologi ikut berdampak di bidang penyediaan pangan. Dewasa ini terdapat berbagai variasi makanan yang dapat dipilih manusia untuk mengenyangkan perutnya, bioteknologi telah memungkinkan adanya distribusi massa berbagai jenis produk makanan. Namun sering dengan kemajuan kuantitas produksi pangan tersebut, masyarakat juga semakin kritis tentang kualitas bahan makanan yang dipilih untuk dikonsumsi. Hal ini tentunya menunjukkan perhatian yang semakin besar dari masyarakat akan masalah kesehatan. Jadi jika dulu makan bertujuan sebagai sumber energi untuk menunjang aktivitas, maka kini makan sudah menjadi suatu bentuk gaya hidup sehat bagi sebagian masyarakat. Sesungguhnya pengaturan pola makan sudah lama diperkenalkan sebagai salah satu kunci manajemen pengobatan berbagai penyakit kronik, misalnya mengurangi asupan gula bagi mereka yang memiliki penyakit kencing manis atau diet rendah garam bagi yang hipertensi. Pengaturan pola makan sudah mengalami pergeseran paradigma dimana dimana justru hal ini semakin banyak dilakukan oleh mereka yang masih sehat, jadi sebagai upaya pencegahan terhadap berbagai penyakit yang menakutkan seperti kanker dan penyakit kardiovaskular (stroke, serangan jantung). Oleh karena itu, tidaklah heran jika saat ini semakin banyak ditemukan berbagai konsep alternative tentang *healty food* misalnya berupa diet berdasarkan golongan darah, jus kombinasi, makanan organik, herbal dan juga diet vegetarian.

Menilik dari sejarahnya, kaum vegetarian diduga sudah ada sejak jaman Mesir Kuno. Saat itu dikenal suatu kelompok kecil warga yang hanya gemar menyantap makanan berupa sayuran dan buah-buahan. Vegetarian semakin dikenal luas setelah beberapa aliran keagamaan di Asia Timur mengajarkan tidak menyembelih hewan untuk dimakan dengan berbagai alasan contohnya adanya kepercayaan bahwa dengan menyembelih hewan maka seseorang kelak akan bereinkarnasi menjadi makhluk tingkatan paling rendah. Selain itu kaum buddhis di Jepang percaya bahwa dengan memakan daging hewan maka tubuh mereka akan mengandung racun yang baru akan hilang setelah 8 hari. Tentang anjuran vegetarian juga dsinggung dalam kesusastaan religi di India seperti kitab Mahabarata juga pada aliran Yoga.

Vegetarian saat ini tidak lagi dilatarbelakangi oleh ajaran agama tertentu semata tetapi sudah menjadi suatu tren gaya hidup sehat yang semakin banyak diminati. Sebagai contoh artis di Indonesia yang menganut Vegetarian adalah Dewi Lestari dan Marcell. Mereka tidak sendiri karena tentunya banyak tokoh ternama lainnya di dunia yang juga menganut vegetarian sebagai alternative gaya hidup sehat, sebut saja Socrates, Plato, Pythagoras, Leonardo Da Vinci, Sir Isaac Newton, Jhon Lennon, Paul dan Linda McCartney dan masih banyak lagi. Saat ini tercatat sekitar 15 juta penduduk Amerika Utara menganut vegetarian baik dengan alasan keagamaan maupun gaya hidup sehat.

Mengapa diet yang berasal dari tumbuh-tumbuhan memberi manfaat positif bagi kesehatan ? Ternyata walaupun bahan makanan dari tumbuhan kalah dari diet hewani dalam hal kandungan asam lemak dan asam amino essential, namun buah-buahan dan sayuran memiliki kandungan tinggi akan vitamin dan antioksidan (seperti karotenoid, asam askorbat, tokoferol, dan asam folat) serta apa yang dinamakan phytochemicals (serat, flavonoid, fenol, strol, dll). Zat-zat antioksidan dan phytochemicals semacam itu sangat penting berfungsi sebagai agen protektif terhadap kanker dan berbagai penyakit degeneratif lainnya. Sebaliknya berbagai panganan hewani tidak memiliki kandungan phytochemicals, merupakan sumber energi tinggi (cenderung berlebih), tinggi asam lemak jenuh dan kolesterol serta potensi karsinogenik, yang semuanya menghasilkan resultan negative bagi tubuh.

Vegetarian dari sudut pandang Agama

Vegetarian menurut ajaran Buddha

Ajaran Buddha sebenarnya tidak mengecam ataupun menganjurkan praktik vegetarian. Di dalam Sutta-sutta, sang buddha tidak mengatakan bahwa praktik vegetarian adalah benar atau salah. Di dalam ajaran buddha, seseorang bebas untuk memilih apa yang akan mereka jadikan makanan, baik itu sayuran maupun daging. Mengonsumsi makanan penting sekedar untuk bertahan hidup dalam jangka waktu lama. Mengenai hal ini sang buddha pernah berkata, "Semua makhluk hidup bertopang pada makanan".

Sang buddha tidak menganggap bahwa vegetarian merupakan praktik moralitas. Bahkan praktik vegetarian sama sekali bukan bagian dari moralitas (sila) yang merupakan salah satu faktor dari jalan mulia Beruas Delapan. Di dalam bukunya Y.M. Buddhaagosa menyebutkan penafsiran pengajar-pengajar lain tentang sukaramaddava. Ada yang mengatakan bahwa itu adalah semacam susu beras atau pudding beras susu, beberapa lagi menyebutkan bahwa itu adalah semacam obat penguat (tonik). Belakangan ini, beberapa pelajar vegetarian menyebutkan bahwa sukaramaddava adalah sejenis jamur. Jadi kita mendapati adanya daging dalam mangkok sang buddha dan muridnya, tetapi sang buddha menganjurkan untuk menghindari memakan sepuluh jenis daging. Kesepuluh jenis daging tersebut adalah daging manusia, daging gajah, daging kuda, daging anjing, daging ular, daging singa, daging harimau, daging macan tutul, daging beruang, dan daging srigala atau hyena (Mahavagga pali, Vinaya Pitaka). Meskipun Sang Buddha mengizinkan para pengikutnya untuk mengonsumsi daging kecuali sepuluh jenis di atas, Beliau memberlakukan tiga persyaratan, yaitu seorang bhikkhu tidak diperbolehkan menerima daging apabila :

1. Melihat secara langsung pada saat binatang tersebut dibunuh
2. Mendengar secara langsung suara binatang tersebut pada saat dibunuh
3. Mengetahui bahwa binatang tersebut dibunuh khusus untuk dirinya.

Jadi dari beberapa argument di atas, Buddha tidak melarang pengikutnya untuk memakan daging tetapi dengan syarat-syarat yang harus terpenuhi. Dengan kata lain seorang buddha lebih dekat kepada pola hidup Vegetarian. (Sumber : *Buddhisme & Vegetarianism*, Ven. Sayadaw U. Nandamala Peniyadur : Yulianti, BDh. (Diploma)).

Dari sudut Pandang Agama Islam

Hampir tidak ada pernyataan dari orang muslim modern yang mendukung tentang vegetarian. Yang ada hanya dua kubu, kubu yang netral terhadap pola hidup vegetarian dan kubu yang mengharamkan vegetarian. Meski terdapat beberapa tokoh Islam vegetarian : yaitu antara lain Muhammad Rahiim bawa Muhinudiin (Guru Sufi dan sastrawan Sri lanka), Rabiah Al Adawiyah Basri (Sufi wanita legendaris Persia), Ibnu Sina, Avicenna (Tokoh kedokteran dan Ilmuwan Islam Persia). Abdul Qadir Al Jaelani (Guru besar Sufi, pendiri tarekat qadaryah Persia), dll. Namun sayangnya dari tokoh-tokoh ini sebagian besar adalah sufi, yang menurut beberapa sumber dikatakan bahwa sufi adalah ajaran Hindu yang dibalut dengan wajah Islam. Oleh karena itu Zaynab, seorang sufi wanita abad 19 yang dihukum karena menolak makan daging. Bahkan dalam beberapa tafsir dijelaskan bahwa seorang muslim yang menjadi Vegetarian dapat dianggap keluar dari Islam dan menjadi orang kafir atau menyerupai kafir, membuat perkara baru (bid'ah), mengingkari hukum yang Allah tetapkan dan mengingkari nikmat Allah. Melihat kenyataan ini apa benar Islam mengharamkan Vegetarian ? Menurut kalangan islam ortodok, dalam kaedah fikih semua yang merupakan masalah adat, seperti makan, minum, pakaian, maka semuanya adalah boleh sampai ada dalil yang mengharamkannya. Kaedah inilah yang selanjutnya mendasari masalah makanan, seperti dikatakan tadi, pada dasarnya, memakan suatu makanan seluruhnya adalah halal sampai ada dalil syar'i yang menjelaskan bahwa makanan itu haram. Misalnya, diharamkan untuk memakan tikus, kodok, binatang yang bertaring atau binatang yang bercakar yang cakarannya itu digunakan untuk memangsa. Sehingga dengan dasar pemikiran diatas, kaum Islam ortodok selanjutnya menjadikan ayat berikut sebagai penguatan atas pembenaran mereka. Ayat QS. Al Maidah [5] : 88 dan (QS An Nahl [16] : 66) dijadikan pembenaran bahwasanya setiap hal yang tidak dilarang diharamkan adalah halal dimakan.

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا طَيِّبُوا خَلَالَ اللَّهِ رَزَقَكُمْ مِمَّا وَكُلُوا

"Dan makanlah makanan yang halal lagi baik dari apa yang Allah telah rezekikan kepadamu, dan bertaqwalah kepada Allah yang kamu beriman kepada-Nya." (QS. Al Maidah [5]: 88)

لِلشَّارِبِينَ سَائِغًا خَالِصًا لَبَنًا وَدَمَ قَرْنٍ بَيْنَ مِنْ بَطْنِهِ فِي مِمَّا تُسْقِيكُمْ لَعِبَرَةَ الْأَنْعَامِ فِي لَكُمْ وَإِنَّ

"Dan sesungguhnya pada binatang ternak itu benar-benar terdapat pelajaran bagi kamu. Kami memberimu minum dari pada apa yang berada dalam perutnya (berupa) susu yang

bersih antara tahi dan darah, yang mudah ditelan bagi orang-orang yang meminumnya.”
(QS. An Nahl [16]: 66)

Namun jika kita mau jujur, dalam kedua ayat ini tidak ada perintah untuk memakan daging binatang dengan cara di bunuh, melainkan hak untuk dapat meminum susunya.

Lebih lanjut dalam **hadis Nabi Muhammad** disebutkan:

“Satu perbuatan baik yang dilakukan kepada seekor binatang sama pahalanya seperti bila dilakukan kepada manusia, sementara tindak kekejaman kepada seekor binatang sama buruknya seperti bila dilakukan kepada seorang manusia”

“Allah tidak akan mengasihani siapapun, kecuali kepada mereka yang mengasihani makhluk lain. Dimana ada sayur yang melimpah-limpah, sekumpulan besar malaikat akan turun ke tempat tersebut.

Lebih jauh **Muhammad Raheem Bawa Muhaiyaddeen**, seorang Sufi Islam mengatakan:

“Pada suatu ketika rasul Allah berkata kepada keponakannya, ‘Ali, “Oh ‘Ali, kamu semestinya tidak memakan daging. Jika kamu memakan daging selama 40 hari, maka kualitas itu akan masuk ke dalam dirimu. Tindakan-tindakan itu akan masuk ke dalam dirimu. Darah mereka akan masuk ke dalam dirimu. Kualitas-kualitas mereka dan tindakan-tindakan mereka akan masuk ke dalam dirimu. Karena itu, kualitas kemanusiaanmu akan berubah, kualitas welas asihmu akan berubah, dan intisari tubuhmu akan berubah. Oh ‘Ali, tidak seharusnya kamu makan daging. Kamu harus hilangkan itu. Jangan makan itu.”

Jadi, apakah Vegetarian haram?

Ya, jika anda mendasarkan pikiran anda atas dasar dogma bahwasanya segala sesuatu diciptakan untuk manusia dan semuanya boleh dilakukan selama tidak ada larangan dari Allah melalui Al-Quran.

Tapi jika anda berpikir lebih cerdas dan mengkaji secara lebih dewasa maka tentu jawabannya akan berbeda bukan? (**sumber: *Islam dan Vegetarianism Yulianti, B.Dh (diploma)***)

Dari uraian diatas jelas sekali terlihat bahwa pola hidup vegetarian tidaklah bertentangan dengan agama dan kesehatan. Dengan kata lain, lakukanlah sesuatu! Jadilah vegetarian ! inilah yang terbaik yang bisa kita lakukan bila kita ingin menyumbangkan sesuatu bagi usaha dunia mengerem pemanasan global, disamping dari segala penghematan listrik dan energi yang kita lakukan. Penelitian Universitas Chicago telah menunjukkan bahwa seorang vegetarian dapat mengurangi emisi karbon hingga 1,5 ton setiap tahunnya! Jumlah ini bahkan lebih banyak dari mengganti mobil dengan Toyota Prius yang hanya menghemat 1 ton emisi karbon setiap tahunnya. Beberapa media massa luar negeri bahkan menyebut “Vegetarian is the new Prius”. Berubah menjadi vegetarian tidak membutuhkan biaya apa-apa, bahkan menghemat anggaran belanja. Bandingkan dengan membeli mobil ramah lingkungan yang harganya sangat mahal dan hanya bisa dijangkau oleh orang-orang berduit. Janganlah berpikir bahwa anda sendirian tidak akan dapat membuat perbedaan karena masih banyak orang di luar sana yang masih melakukannya. Jadilah contoh bagi orang lain. Informasi dan contoh nyata dari satu orang dapat menginspirasi ratusan bahkan ribuan orang lainnya. Ini bukanlah candaan ataupun pujian yang dibuat-buat. Tetapi adalah calon-calon penyelamat dunia ini dengan pilihan dan tindakan yang akan menginspirasi orang-orang lainnya. Seribu orang yang beralih ke pola makan vegetarian sama dengan pengurangan 1.500 ton emisi karbon per tahun. Bila 10 % saja dari penduduk Indonesia bervegetarian, kita telah mengurangi sedikitnya 30 juta ton emisi karbon per tahun. Suatu angka penghematan yang sangat fantastis.

Alasan bervegetarian saat ini bukan lagi hanya karena sok baik/peduli pada nasib hewan. Bukan karena sok suci/spiritual. Bukan juga hanya karena peduli pada kesehatan, tetapi lebih dari itu. Ingin hidup lebih lama di planet ini dan ingin mewariskan masa depan yang layak bagi anak cucu kelak. Entah apa yang akan dipikirkan oleh anak cucu kita kelak ketika tahu bahwa masa suram yang mereka jalani di masa depan adalah buah dari ketidakpedulian orang tua mereka. Penyelesaian untuk krisis energi bahan bakar alternatif dan diet vegetariaian, mengikuti diet vegetarian bahkan lebih efektif dalam mengurangi emisi rumah kaca dari pada mengendarai

sebuah kendaraan listrik hibrida, menurut sebuah karya tulis yang diterbitkan pada tanggal 12 April 2006 di Earth Intractions, Sebuah jurnal dari Persatuan Geofisika Amerika. Profesor Gidon Eshel dan Pamela Martin dari Universitas Chicago menyimpulkan bahwa mengikuti diet vegetarian merupakan sumbangsih kita dan terima kasih kita terhadap pencipta planet yang kita diami ini.

Dari uraian diatas memberikan kesimpulan kepada kita tentang pola hidup yang akan kita tempuh dalam kehidupan di planet ini. Hidup sebagai Vegetarian dan non vegetarian adalah merupakan pilihan yang tidak mengikat, baik sebagai warga negara maupun sebagai umat beragama. Namun dengan melihat kondisi planet kita sekarang dan prediksi kedepan apa bila tidak ada tindakan yang berkelanjutan sudah sewajarnya kita memikirkan atau bahkan bergabung sebagai Vegetarian dengan harapan dapat berkontribusi terhadap planet ini untuk mengerem pemanasan global yang di yakini merupakan akibat hasil dari aktifitas manusia. Dan diharapkan anak cucu kita nantinya akan mendapati planet ini dalam keadaan yang masih relatif bagus dan aman sehingga mereka bisa berucap terima kasih terhadap pendahulu mereka.

Sumber :

<http://www.fao.org/newsroom/en/news/2006/1000448/index.html>
<http://www.nytimes.com/2007/08/29/business/media/29adco.html?st=cse&sq=livestock+global+warming&scp20>
http://www.huffingtonpost.com/kathy-freston/taking-global-warming-per_b_74497.html
http://www.huffingtonpost.com/kathy-freston/taking-global-warming-per_b_39014.html
<http://www.greenpeace.org/usa/getinvolved/green-guide/green-lifestyle/go-vegetarian>
<http://www.goveg.com/environment-globalwarming.asp>

POPs – LAYAKNYA PEDANG BERMATA DUA

disarikan dari berbagai sumber



Agusta Kurniawan
Stasiun Pemantau Atmosfer Global Bukit Kototabang
Sumatera Barat
Agusta6872@asiamail.com

Pendahuluan

Produksi beraneka ragam bahan-bahan kimia telah menyumbangkan perkembangan secara ekonomi dan industri di berbagai belahan dunia. Kecenderungan ini ternyata juga membawa dampak yang buruk yaitu lepasnya senyawa baru yang beracun dan berbahaya bagi lingkungan.

Senyawa-senyawa itu mempunyai waktu tinggal yang lama dan berpengaruh pada rantai makanan. Salah satu jenis senyawa tersebut kemudian digolongkan sebagai POPs (Persistent Organic Pollutants), atau bila diterjemahkan secara harafiah berarti polutan organik yang tidak mudah terurai.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh negara-negara maju, paparan senyawa POPs tertentu terjadi pada konsentrasi yang sangat rendah dan dalam jangka panjang dapat menyebabkan penyakit kanker, kerusakan pada sistem susunan saraf pusat dan perifer, kerusakan pada sistem imunisasi, gangguan reproduktif dan perkembangan pada bayi dan balita. Selain itu, paparan senyawa POPs pada lingkungan dapat menyebabkan penurunan populasi burung, ikan dan penipisan sel kulit telurnya.

Apa Itu POPs?

POPs adalah senyawa organik dengan berbagai macam struktur yang tahan terhadap fotolitik (pemecahan molekul oleh cahaya), degradasi secara kimia maupun biologi. POPs seringkali memiliki struktur terhalogenasi (mempunyai gugus halogen (-Cl, -Br, -F pada alkilnya) dan memiliki kelarutan dalam air rendah sedangkan kelarutan dalam minyak/lemak tinggi, sehingga memiliki kecenderungan tinggal dalam jaringan lemak. POPs juga bersifat semi volatil (agak mudah menguap), sifat ini membuat dapat berpindah pada jarak jauh di atmosfer sampai akhirnya terdeposisi/jatuh ke bumi kembali.

Jenisnya?

Secara garis besar POPs digolongkan menjadi tiga besar, yaitu pestisida, senyawa dari industri kimia dan produk samping (tidak sengaja diproduksi).

Tabel 1. Golongan POPs

Nomor	Golongan POPs	Senyawa Kimia
1	Pestisida	Aldrin, chlordane, DDT, dieldrin, endrin, heptachlor, hexachlorobenzene (HCBs), mirex, and toxaphene
2	Bahan Kimia Industri	HCBs and polychlorinated biphenyls (PCBs)
3	Produk Samping (tidak sengaja diproduksi)	Dioxins and furans

Merujuk berbagai hasil penelitian tentang POPs, maka UNEP (United Nations Environmental Programme) mengembangkan suatu kesepakatan. Pada tanggal 22 Mei 2001 oleh 151 negara termasuk Indonesia, diadakan Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (Konvensi Stockholm tentang Bahan Pencemar Organik yang Persisten) dan berlaku pada tanggal 17 Mei 2004. Konvensi Stockholm bertujuan untuk melindungi kesehatan manusia dan lingkungan hidup dari POPs (bahan pencemar organik yang persisten). Konvensi ini mengatur jenis bahan kimia yang dikategorikan sebagai POPs. Bahan kimia ini dikenal dengan nama **The "Dirty Dozen"**. Mereka adalah Aldrin, chlordane, DDT, dieldrin, endrin, heptachlor, mirex, toxaphene digunakan sebagai pestisida, HCB dan PCBs digunakan sebagai bahan industri seperti sebagai minyak trafo dan kapasitor serta Dioxins dan Furan (PCDD/PCDF) merupakan hasil samping dari proses pemanasan yang tidak sempurna pada kegiatan industri atau kegiatan masyarakat lainnya.

Apa Manfaatnya Bagi Manusia?

Beragam jenis senyawa POPs digunakan setelah perang dunia II, saat produksi bahan kimia sintesis secara besar-besaran dan dipasarkan untuk umum. POPs digunakan untuk mengontrol hama tanaman, membasmi penyakit. Berikut ini ada kegunaan POPs bagi manusia:

Tabel 2. Penggunaan POPs/Sumber POPs

POPs	Penggunaan / Sumber
Aldrin dan Dieldrin	Insektisida digunakan pada tanaman jagung dan kapas, dan untuk membunuh kutu
Chlordane	Insektisida digunakan pada tanaman produksi termasuk sayuran, biji-bijian, kentang, tebu, buah-buahan dan kapas. Di rumah digunakan untuk membasmi hama di kebun. Juga digunakan secara besar-besaran untuk membunuh kutu kayu.
DDT	Insektisida untuk tanaman pertanian terutama kapas, dan untuk membasmi serangga pembawa penyakit misalnya malaria dan tipus.
Endrin	Insektisida untuk tanaman pertanian misalnya kapas dan biji-bijian, serta untuk membunuh hewan pengerat.
Mirex	Insektisida untuk melawan semut merah, kutu kayu, kutu. Dan digunakan sebagai bahan tahan api pada plastik, karet dan alat-alat listrik.
Heptachlor	Insektisida terutama untuk melawan serangga tanah dan kutu, juga digunakan untuk hama tanaman dan membasmi penyakit malaria.
Hexachlorobenzene	Sebagai fungisida pada benih tanaman. Digunakan sebagai bahan baku untuk kembang api, amunisi senjata, pembuatan karet buatan. Sebagai produk samping dari proses pembakaran dan produk samping pembuatan bahan kimia tertentu. Juga sebagai pengotor pada pestisida tertentu.
PCBs	Digunakan pada berbagai macam proses industri, misalnya transformer dan kapasitor, cairan penukar panas, bahan tambahan cat, bahan tambahan kertas bebas karbon, plastic, juga produk tidak sengaja hasil pembakaran.
Toxaphene	Insektisida untuk mengontrol hama pada tanaman dan ternak, dan juga untuk membunuh ikan yang mengganggu di danau/tambak.
Dioxins dan Furan	Terbentuk secara tak sengaja saat proses pembakaran di TPA, sampah rumah sakit, saat membakar sampah di belakang rumah, pembakaran sampah industri. Juga ditemukan sebagai kontaminan dalam jumlah kecil di berbagai herbisida, pengawet kayu dan campuran PCB.

Awalnya senyawa POPs dianggap sebagai “hadiah dari Dewa Penolong”. Sebagai contoh sampai-sampai penemu DDT mendapatkan hadiah nobel. Antara tahun 1945-1972, DDT diproduksi secara besar-besaran untuk melindungi prajurit-prajurit amerika dari penyakit tipus dan malaria selama perang dunia II.

Namun akhirnya diketahui bahwa DDT berpengaruh buruk terhadap kesehatan lingkungan, melalui buku **“Silent Spring”** 1962 karya Rachel Carson. Dalam buku ini ditulis bukti dari hasil laboratorium dan lingkungan menunjukkan kadar yang tinggi DDE (hasil metabolisme DDT) pada kulit telur spesies burung *“bald eagle”*, yang menyebabkan burung ini tidak dapat berkembang biak pada musim semi. Akibat kepedulian publik di tahun 1972, EPA membatalkan penggunaan DDT.



Mengapa POPs Berakibat Buruk Bagi Lingkungan Dan Manusia?

Perilaku substansi kimia di lingkungan sebenarnya tergantung dari dua hal, yaitu sifat fisika-kimia molekul itu sendiri dan sifat alami lingkungan itu sendiri. Sifat kimia molekul ditentukan oleh struktur molekul dan jenis-jenis atom yang ada dalam molekul tersebut. Sifat-sifat POPs yang mendasar adalah dari sifat fisika dan kimia molekul tersebut, biasanya mempunyai berat molekul sekitar 200-500 dan cenderung terhalogenasi, hal itu membuatnya bersifat semi volatil dan mempunyai tekanan uap kurang dari 1000 Pa. Selain itu karena gugus fungsional yang terikat dalam molekul POPs membuat cenderung larut dalam minyak dan lemak, atau dikatakan mempunyai sifat lipofilik atau hidrofobik.

ada 4 karakteristik utama POPs:

- Toksisitas/Tingkat Racun

POPs adalah senyawa beracun, hasil laboratorium, pengujian di lapangan dan studi kesehatan menunjukkan pengaruh buruk POPs bagi manusia, kehidupan hewan liar dan ikan. Bukti-bukti ilmiah menunjukkan POPs menyebabkan kanker, gangguan pada sistem syaraf, proses-proses hormonal, sistem kekebalan tubuh, dan sistem reproduksi, serta menghambat pertumbuhan dan perkembangan mental.

- Persisten/Tidak Mudah Terurai Oleh Proses-Proses Alam

POPs merupakan golongan senyawa yang sangat stabil, sehingga dapat bertahan lama di lingkungan sebelum terurai. Saat digunakan akan terpapar ke lingkungan beberapa lama sampai tahunan atau beberapa dekade, sedangkan sebagian yang lain ada kemudian berubah menjadi senyawa yang lebih beracun.

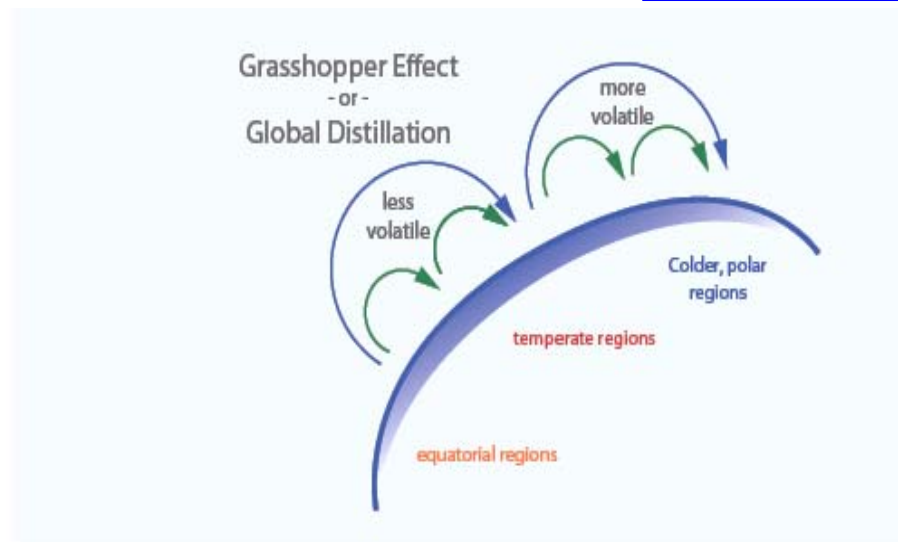
Tabel 3. Tingkat Persisten Senyawa POPs di Tanah

Contaminant	Persistence (in half-lives)
Aldrin/Dieldrin	5 years
Chlordane	1-3 years
DDT	2-15 years
Endrin	12-15 years
Heptachlor	Up to 2 years
HCB	2.7-22.9 years
Mirex	Up to 10 years
Toxaphene	100 days- 12 years
PCBs	.91-7.25 years
Dioxins/Furans	Over 20 years
Sources: WWF 2005, Ritter et al. 2005, ETOXNET 2001	

- Long Range Transport/Mempunyai Jangkauan Global

Karena sifatnya yang stabil, POPs dapat terbawa arus air/angin, menguap bila suhu meningkat, dan terbawa oleh angin ke tempat yang sangat jauh dari sumbernya. Sehingga hanya masalah waktu saja sebelum mereka sampai ke tempat yang paling terpencil sekalipun di muka bumi. Selain stabil POPs juga mempunyai sifat semi volatil, kemampuan ini membuat POPs cenderung menguap di daerah panas dan mengalami kondensasi di daerah dingin.

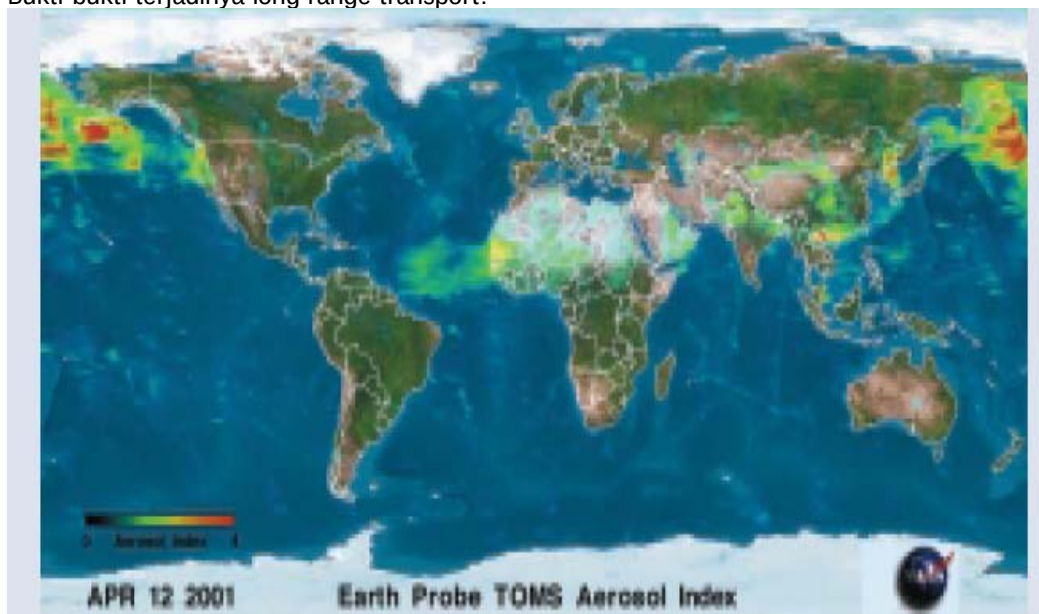
Ketika senyawa POPs terpapar ke atmosfer, akan terbawa angin, sering kali sampai daerah yang jauh. Setelah itu akan mengalami deposisi/jatuh ke tanah atau ekosistem air, yang kemudian akan menyebabkan terakumulasi dan berpotensi menyebabkan kerusakan dalam tubuh makhluk hidup. Sebagian POPs juga akan mengalami penguapan (evaporasi) dan kembali ke atmosfer, kemudian akan mengalami migrasi/ perpindahan dari daerah yang panas ke daerah dingin. Senyawa tersebut akan mengalami kondensasi dan di daerah kutub akan mencapai konsentrasi/kadar maksimumnya. Proses dimana terjadi siklus harian dari evaporasi, deposisi dan menempuh jangkauan global ini dikenal dengan **Proses Global Distillation (Distilasi Global)** atau **Grasshopper Effect (Efek Jangkrik)**. Melalui proses ini senyawa POPs dapat menempuh jarak sampai ribuan kilometer dari lokasi sumber asalnya.



Source: Environment Canada. The Science and the Environment Bulletin. May/June 1998

Gambar 1. Proses Distilasi Global Atau Juga Dikenal Dengan “Grasshopper Effect”, Menjelaskan Cara Pops Berpindah Di Lingkungan Sehingga Mempunyai Jangkauan Global

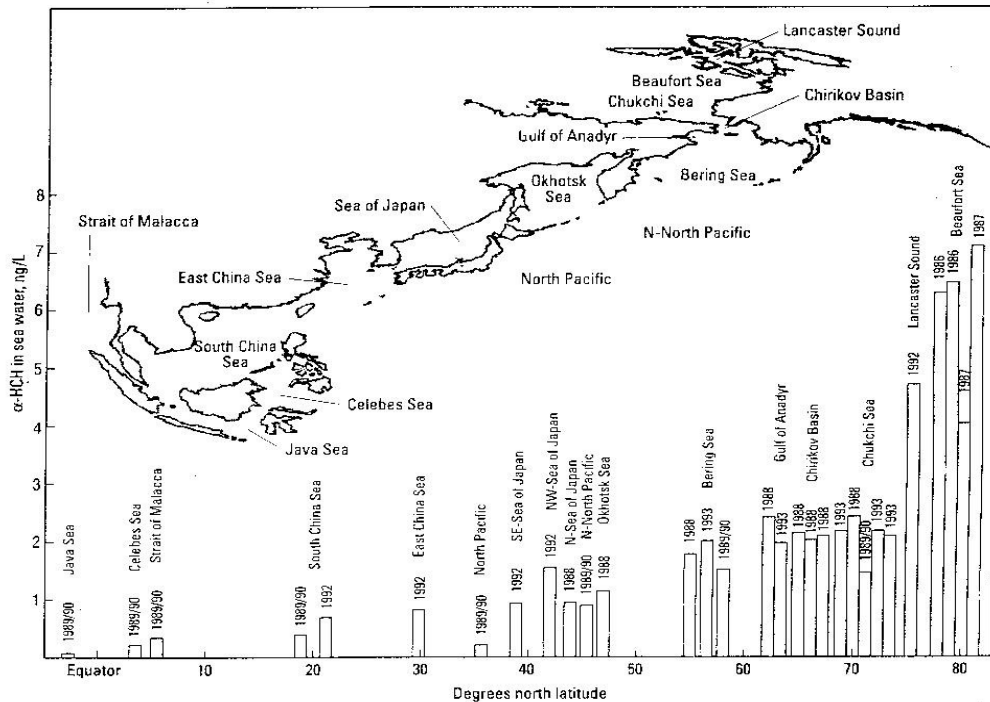
Bukti-bukti terjadinya long range transport:



Gambar 2. Citra Satelit Pada April 2001 Yang Menunjukkan Pergerakan Awan Debu Dari Afrika Utara Menuju Ke Amerika Utara

Bukti pertama adalah dari citra satelit menunjukkan terjadi long range transport pada April 2001, berupa pergerakan awan debu berisi gas dan partikel melintasi samudera atlantik yang berasal dari Afrika utara menuju ke Amerika bagian Utara.

Bukti kedua terjadinya long range transport adalah adanya kenaikan konsentrasi POPs (dalam hal ini α HCH) dalam air laut seiring dengan kenaikan garis lintang. Proses penelitian berlangsung dari akhir tahun 1980 sampai awal tahun 1990.

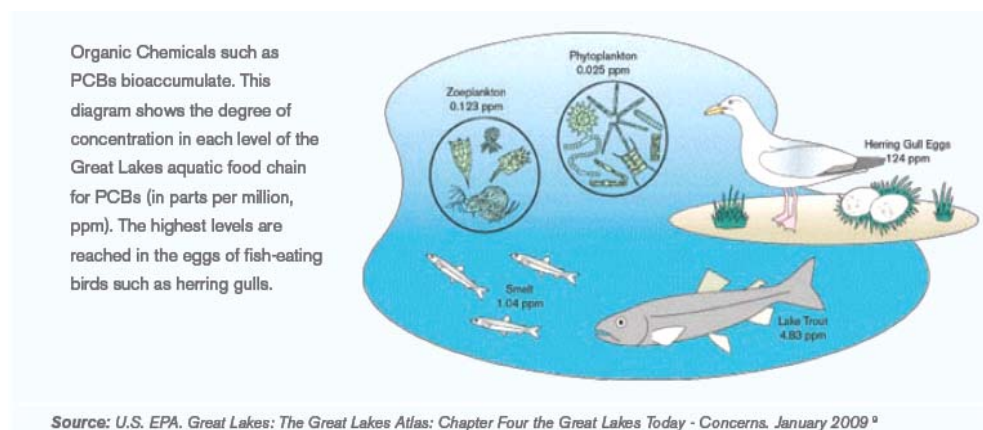


Gambar 3. Kenaikan Konsentrasi α -HCH Seiring Dengan Kenaikan Garis Lintang

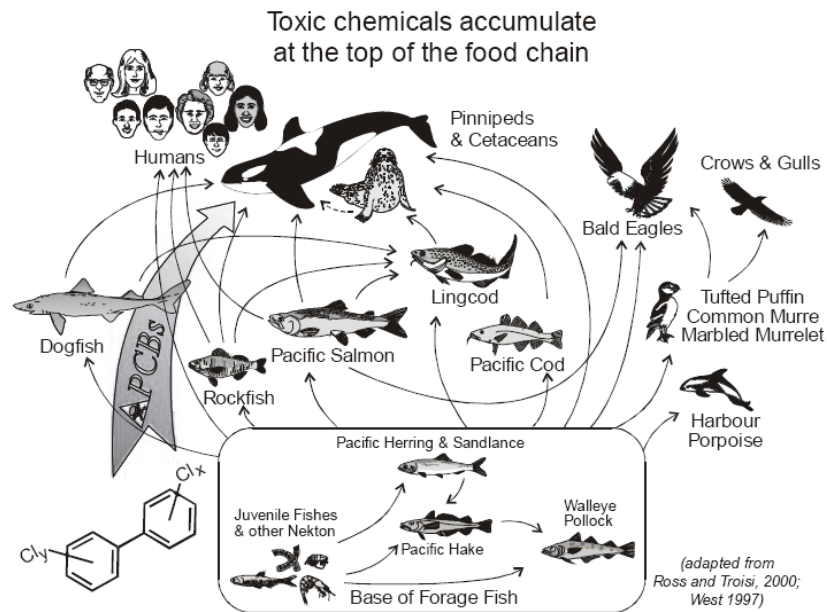
- Bioakumulasi Dan Biomagnifikasi**

Bioakumulasi maksudnya adalah sifat senyawa POPs yang mudah larut dalam lemak dan minyak, sehingga di dalam tubuh mahluk hidup, POPs terakumulasi dalam jaringan lemak. Sedangkan biomagnifikasi dikaitkan dengan konsentrasinya berlipat ganda seiring dengan posisi mahluk hidup tersebut dalam rantai makanan. Semakin tinggi posisinya, semakin besar potensi akumulasi POPs di dalam tubuhnya. Predator seperti lumba-lumba dan burung air, bahkan juga manusia, mempunyai tingkat resiko tinggi. Bahkan POPs dalam jaringan lemak ibu dapat berpindah kepada janin di dalam kandungan dan mencemari air susu ibu.

Gabungan antara kemampuan sukar terdegradasi oleh proses alam maupun mikroorganisme, mempunyai kecenderungan larut di lipida dan lemak (lipofilik tinggi) menyebabkan terjadinya biomagnifikasi dalam rantai makanan. Salah satu contoh proses biakumulasi dan biomagnifikasi terjadi di The Great Lake. Daerah di Amerika dan Kanada. The Great Lake merupakan penyedia kelangsungan hidup bagi ekosistem dan manusia di sekitarnya. Proses bioakumulasi dan biomagnifikasi PCB terjadi mula-mula dari fitoplankton-zooplankton-ikan smelt-ikan salmon sampai ke burung Hering.



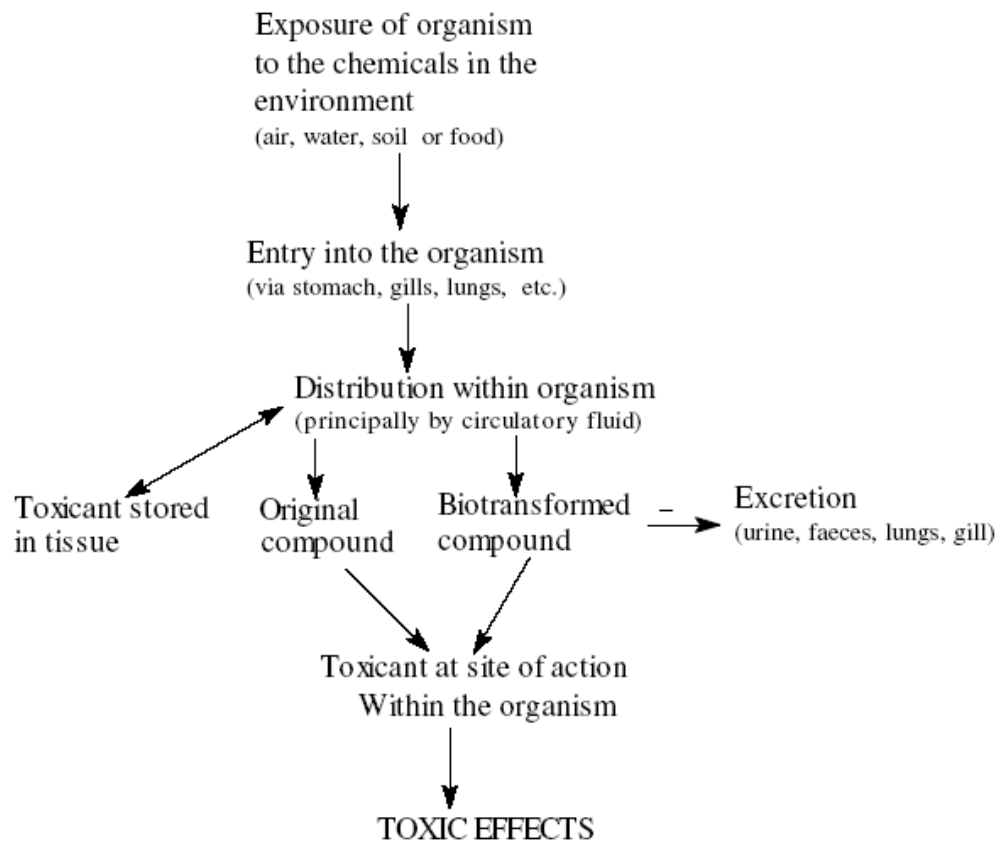
Gambar 4. Proses Biakumulasi dan Biomagnifikasi PCB di the Great Lakes



Gambar 5. Rantai Makanan Yang Menunjukkan Proses Bioakumulasi Dan Biomagnifikasi

Efek Toksikologi bagi Manusia?

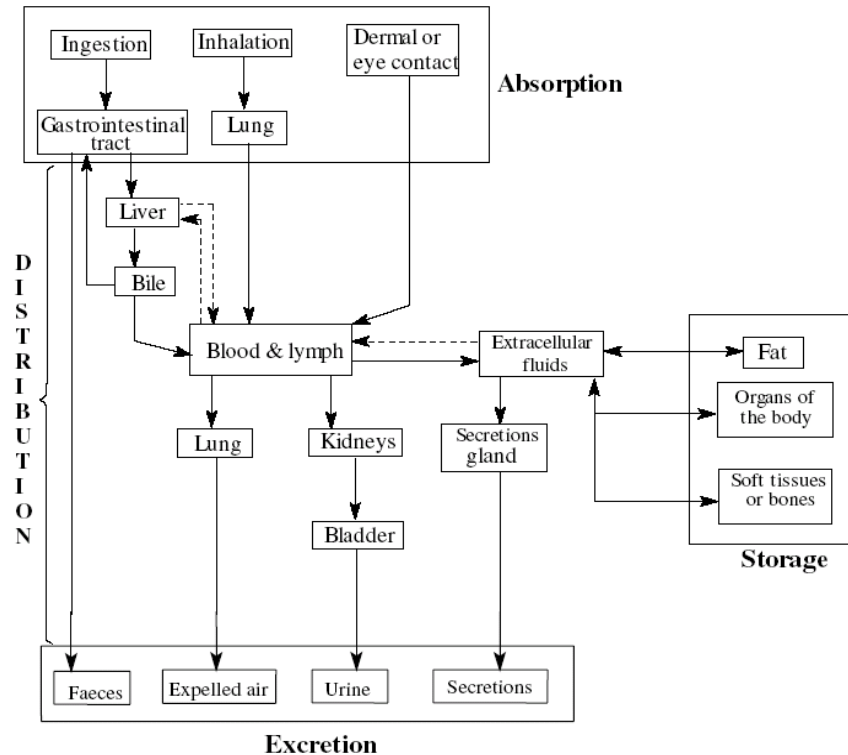
Suatu bahan kimia beracun masuk ke tubuh manusia atau makhluk hidup dapat melalui beberapa jalur/jalan, melalui makanan, air, tanah dan udara.



Gambar 6. Proses Umum Masuknya Bahan Kimia Dari Lingkungan Ke Makhuk Hidup Sampai Menimbulkan Efek Toksik

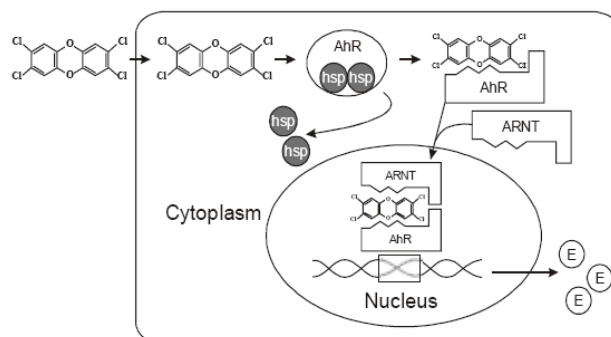
Senyawa POPs mudah ditemukan di berbagai tempat. Transformator pada peralatan listrik biasanya mengandung PCB. Dioksin dan Furan dihasilkan selama pembuatan kertas dan plastik vinil. Yang digunakan pada mainan anak, pakaian, polibag, pipa. Bila plastik vinil ini dibakar akan dihasilkan lagi dioksin. Dioksin juga terbentuk saat pembuatan logam magnesium.

Jalur utama POPs masuk ke tubuh manusia adalah lewat makanan. POPs akan terakumulasi dalam jaringan lemak dan konsentrasinya akan semakin besar saat posisinya semakin tinggi dalam rantai makanan. Sebagai contoh :Dieldrin akan terdeteksi pada wool domba karena tanahnya terkontaminasi oleh senyawa tersebut. Beberapa jenis senyawa POPs terdeteksi dalam air susu ibu, pada wanita-wanita di berbagai Negara. POPs mengancam kesehatan dan kelangsungan anak cucu kita.



Gambar 7. Distribusi Bahan Beracun dalam tubuh makhluk hidup (manusia/hewan)

Walaupun bisa masuk ke dalam tubuh manusia, mengapa POPs bisa menyebabkan efek beracun pada manusia?



Gambar 8. Proses POPs Berefek Racun Dalam Tubuh Vertebrata (Termasuk Manusia)

Untuk senyawa POPs yang mirip dengan Dioksin di dalam tubuh vertebrata, senyawa tersebut memiliki kemiripan struktur dengan reseptor enzim di dalam sitoplasma sel (sesuai dengan prinsip kunci dan gembok). Hal itu menyebabkan kesalahan pembentukan enzim atau protein yang dihasilkan oleh tubuh. Kesalahan ini mengakibatkan efek merugikan pada makhluk hidup, cacat, kanker, gangguan kekebalan tubuh, dsb.

Tingkat/efek beracun suatu bahan kimia biasa dilambangkan dengan LD₅₀. Dalam ilmu toksikologi LD₅₀ merupakan standar pengukuran derajat keracunan bahan kimia. LD₅₀ merupakan singkatan Lethal Dose 50, atau bila diterjemahkan menjadi dosis bahan kimia yang akan membunuh separuh (50%) hewan uji. Hewan uji yang digunakan biasanya tikus, tikus marmut, kelinci, babi, hamster, dan sebagainya. Besarnya LD₅₀ sangat tergantung dengan ukuran hewan uji, sehingga satuan yang lazim adalah milligram bahan kimia per kilogram berat badan hewan uji (mg/kg atau ppm).

Tabel 4. Jalur POPs Masuk Tubuh, Tingkat Toksisitas Dan Efek Kesehatan Bagi Manusia

Contaminant	Exposure Route	Toxicity	Health Effects	Comments
<i>Aldrin</i>	Ingestion of dairy products, fish, seafood, fatty meat, or root crops grown in contaminated soil or water	LD ₅₀ of 39 mg/kg	Fetus damage to pregnant women.	Aldrin is highly toxic to aquatic animals.
<i>Chlordane</i>	Ingestion of contaminated shellfish, meats, root crops, and other foods; maternal transference; occupational hazards; exposure to homes treated with chlordane; and exposure to waste sites contaminated with chlordane	LD ₅₀ of 83-590 mg/kg; estimated LD ₅₀ of 25-50 mg/kg of body weight in humans	Linked to liver, kidney, and blood disorders; damage to endocrine, cardiovascular, and reproductive systems.	Chlordane can be highly toxic to crustaceans, fish, and other aquatic animals.
<i>DDT</i>	Ingestion of contaminated foods; exposure to homes and other areas treated with DDT	LD ₅₀ of 113-800 mg/kg	Probable human carcinogen (USEPA). High levels may cause tremors and impact the kidney, liver, and immune and nervous systems. Low levels may cause nausea, diarrhea, eye, nose and throat irritation.	Correlation between DDT and mothers has been found in animals but still unknown for humans.
<i>PCBs</i>	Contact with groundwater, soil, food, air, etc. contaminated by remaining PCB residues from industrial equipment, incinerated wastes, recycled oil, etc.	LD ₅₀ of 1010-4250 mg/kg/day	Probable human carcinogen (USEPA); acne, rashes, other skin conditions; irritated lungs and nose.	
<i>Dioxins and Furans</i>	Ingestion of contaminated meats, dairy products, fish; occupational exposure; skin contact	LD ₅₀ of 22 µg/kg	Reasonably suspected to cause cancer (USDHHS); chloracne, red skin rashes; excessive body hair; changes in blood and urine that signal liver damage	

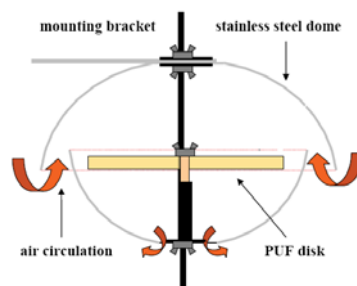
Source: WWF 2005, Ritter et al. 1995, ASTDR a-j

Lanjutan ... **Tabel 4.** Jalur POPs Masuk Tubuh, Tingkat Toksisitas dan Efek Kesehatan Bagi Manusia

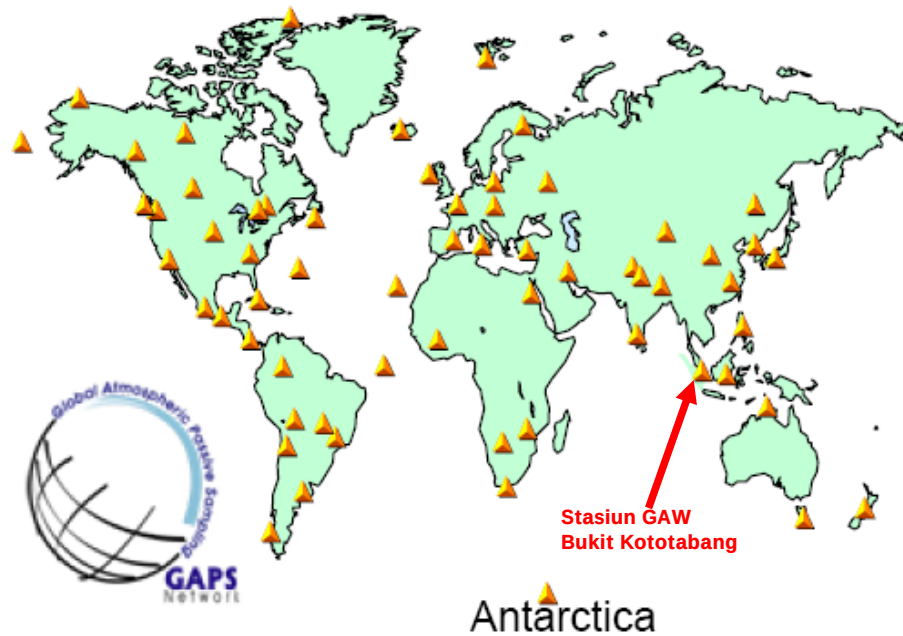
<i>Dieldrin</i>	Ingestion of dairy products, fish, seafood, fatty meat, or root crops grown in contaminated soil or water	LD ₅₀ of 49 mg/kg	Fetus damage to pregnant women.	Dieldrin is highly toxic to aquatic animals.
<i>Endrin</i>	Ingestion of contaminated food, water, etc.	LD ₅₀ of 43.4 mg/kg	Carcinogenicity cannot be classified (USEPA); affects the central nervous system, liver; causes convulsions, etc.	Endrin can be highly toxic to crustaceans, fish, and other aquatic animals
<i>Heptachlor</i>	Ingestion of food contaminated with the substance; exposure to crops grown in contaminated soil; occupational hazards	LD ₅₀ of 40-162 mg/kg	Restricts reproductive abilities of men and women; has been detected in breast milk.	Heptachlor is a major component of chlordane; therefore, other effects may be similar.
<i>HCB</i>	Ingestion of contaminated foods; occupational hazards; close proximity to hazardous waste sites	LD ₅₀ of 19-245 mg/kg	Probable human carcinogen (USEPA). Chronic ingestion may result in liver, kidney, or thyroid cancer.	
<i>Mirex</i>	Contact with or ingestion of contaminated soil; inhalation and ingestion of contaminated food	LD ₅₀ of 740 mg/kg	Probable human carcinogen (USDHHS); increases risk of miscarriage.	
<i>Toxaphene</i>	Ingestion of contaminated shellfish, fish, water; close proximity to hazardous waste sites or stockpiles containing toxaphene	LD ₅₀ of 80-293 mg/kg	Probable human carcinogen (USEPA); damage to liver, lung, kidney, and nervous system; death from large doses.	

Kontribusi Stasiun GAW Bukit Kototabang dalam Jaringan GAPS (Global Air Passive Sampler).

Pengukuran konsentrasi POPs di Stasiun Global Atmosfer Watch (GAW) Bukit Kototabang telah dilakukan sejak bulan Maret 2005. Pengukuran ini dilakukan melalui kerjasama Stasiun Global Atmosfer Watch (GAW) Bukit Kototabang melalui Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dengan Environment Canada sebagai bagian dari jaringan pasif sampling udara secara global (*Global Air Passive Sampling Network*). Sebagai stasiun referensi udara bersih di Indonesia dan digolongkan dalam kategori *background area* pada pengukuran konsentrasi POPs, menarik untuk dilihat bagaimana distribusi senyawa POPs baik secara global maupun spesifik di SPAG Bukit Kototabang. Selain itu, pada bulan Mei 2009, Stasiun GAW bukit Kototabang mengirimkan sampel kulit kayu ke peneliti Amerika untuk dianalisis kadar POPsnya.



Gambar 9. Gambar Skema PUF Disk Sampler untuk POPs (kiri), Foto Pemasangan PUF Disk Sampler di Stasiun GAW Bukit Kototabang (kanan)



Gambar 9. Jaringan GAPS (*Global Air Passive Sampling*) Dalam Pengukuran POPs

Hasil pengukuran konsentrasi POPs pada periode 2005 dan 2006 di hasil pengukuran tahun 2005 dan 2006

Tabel 5. Konsentrasi POPs di Stasiun Global Atmosfer Watch (GAW) Bukit Kototabang Hasil Pengukuran Tahun 2005 Dan 2006

Senyawa	Konsentrasi (pg/m ³)	
	2005	2006
a-HCH	96	0.8
g-HCH	63	49.5
hept	0.3	2.4
hepx	189.2	2
TC	0.4	0.4
CC	1.4	0.52
TN	0.7	0.6
Endo I	341	221
Endo II	36	34.2
EndoSO ₄	2.5	7.8
dieldrin	32.28	4.3
ppDDE	0.3	1.6
opDDE	N/A	0.8
ppDDT	N/A	1.2
PCBs	63.6	14.8
PBDEs	7.13	N/A
aldrin	N/A	2.4

Sumber: Environment Canada, N/A = tidak dilakukan analisis

Usaha Pemerintah Indonesia Membatasi POPs

Mengingat dampak negatif terhadap penggunaan bahan POPs tersebut, banyak Negara di dunia terdorong untuk menyepakati Konvensi Stockholm. Menyadari akan risiko bahan POPs bagi kesehatan manusia dan lingkungan hidup, maka pada bulan Februari 1997 *United Nations on Environmental Programme* (UNEP) memutuskan penyusunan pengaturan mengenai POPs. Keputusan tersebut ditindaklanjuti dalam Sidang *World Health Organization* (WHO) yang menerima pengaturan mengenai POPs pada bulan Mei 1997. Selanjutnya, pada bulan Juni 1998 Komisi Antar-Pemerintah memutuskan pengaturan mengenai POPs agar ditingkatkan menjadi suatu konvensi.

Pada tanggal 23 Mei 2001, sebanyak 151 negara termasuk Indonesia, menandatangani *Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants* (Konvensi Stockholm tentang Bahan Pencemar Organik yang Persisten). Konvensi Stockholm mulai berlaku (*entry into force*) pada tanggal 17 Mei 2004. Konvensi Stockholm bertujuan untuk melindungi kesehatan manusia dan lingkungan hidup dari bahan POPs dengan cara melarang, mengurangi, membatasi produksi dan penggunaan, serta mengelola timbunan bahan POPs yang berwawasan lingkungan.

Sampai saat ini telah 133 negara yang meratifikasi Konvensi Stockholm. Negara-negara di Asia Tenggara yang telah meratifikasi Konvensi Stockholm adalah Singapura, Vietnam, Thailand, Myanmar, Filipina, Kamboja dan Laos, Brunei Darussalam sedangkan Indonesia dan Malaysia belum meratifikasinya. Indonesia sedang dalam proses ratifikasi. Dalam rangka persiapan ratifikasi, Pemerintah Indonesia dengan bantuan UNIDO (United Nation on Industrial Development Organization) menyusun National Implementation Plan on Elimination and Reduction of Persistent Organic Pollutants in Indonesia, dan pada tanggal 29 Juli 2008 dokumen NIP ini diluncurkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup, Ir. Rachmat Witoelar di Hotel Four Seasons, Jakarta.

Selanjutnya pemerintah Indonesia pada bulan Juni 2009, mengesahkan undang-undang no.19 tahun 2009 tentang Pengesahan *Stockholm Convention On Persistent Organic Pollutants* (Konvensi Stockholm Tentang Bahan Pencemar Organik Yang Persisten). Manfaat mengesahkan Konvensi Stockholm bagi Indonesia (dikutip dari penjelasan UU 19 tahun 2009) Dengan mengesahkan Konvensi Stockholm, Indonesia mengadopsi berbagai ketentuan Konvensi tersebut sebagai sistem hukum nasional untuk dijabarkan dalam kerangka peraturan dan kelembagaan sehingga dapat:

1. mendorong Pemerintah untuk mengembangkan peraturan nasional dan kebijakan serta pedoman teknis mengenai pengelolaan bahan POPs.
2. mempersiapkan kapasitas Daerah untuk mengelola timbunan residu bahan POPs dan melakukan pengawasan dan pemantauan bahan POPs.
3. mengembangkan kerja sama riset dan teknologi terkait dengan dampak bahan POPs sesuai dengan *Best Available Techniques* (BAT) dan *Best Environmental Practices* (BEP) yang disusun oleh Konvensi berdasarkan keputusan Sidang Para Pihak atau *Conference of the Parties* (COP).
4. mengembangkan upaya penggunaan bahan kimia alternatif yang ramah lingkungan dalam proses produksi.
5. meningkatkan upaya untuk mengurangi emisi *dioxin* dan *furan* dalam proses produksi.
6. memperkuat upaya penegakan hukum berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku atas bahan POPs yang dilarang; dan
7. mengembangkan Rencana Penerapan Nasional atau *National Implementation Plan* (NIP) untuk pelaksanaan Konvensi Stockholm di Indonesia.

Daftar Pustaka

Agusta Kurniawan, 2009, Sampling Tree Bark Untuk Global Atmospheric Passive Sampling (Gaps) Network, Majalah suara Bukit Kototabang Edisi Juni 2009

Alberth Christian Nahas, 2009, Distribusi Global Persistent Organic Pollutants (POPs), Buletin Megasains Edisi Maret 2009

EPA, 2002, Persistent Organic Pollutants: A Global Issue A Global Response

Kristi Russell, 2005, The Use and Effectiveness of Phytoremediation to Treat Persistent Organic Pollutants, Environmental Careers Organization, US-EPA

L. Ritter dkk., 1995, Persistent Organic Pollutants, An Assessment Report on: The International Programme on Chemical Safety (IPCS) within the framework of the Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals (IOMC)

Noname, 2004, Persistent Organic Pollutants: Backyards to Borders, Canada and the World Bank Achieving Results/The Canada POPs Trust Fund

Rashmi Sanghi, 2001, Living in a chemical environmental-Perisistant Organic Pollutants, Majalah Resonance Edisi Juli 2001

Persistent Organic Pollutants: Senyawa Organik Yang Tidak Mudah Terurai,
<http://www.amani.or.id/Public/Default.aspx> diakses 18 Maret 2010

Peluncuran Dokumen National Implementation Plan On Persistent Organic Pollutants,
<http://b3.menlh.go.id/> , diakses 18 Maret 2010

PEMANFAATAN SKENARIO DATA BAGI PENILIAN TERHADAP DAMPAK DAN ADAPTASI TERHADAP PERUBAHAN IKLIM



Edison Kurniawan
 Peneliti Muda Bidang Klimatologi
 Stasiun Pemantau Atmosfer Global Bukit Kototabang
 PO BOX 11 Bukittinggi 26100
 Sumatera Barat
 Email : edison_k@lycos.com

1. PENDAHULUAN

Pada tahun 1997, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) membentuk Task Group on Data and Scenario Support for Impact and Climate Assessment (TGICA) yang bertujuan untuk menyediakan berbagai informasi perubahan iklim regional masa depan. Paper ini akan menampilkan beberapa inisiatif dari TGICA untuk memperbaiki konsistensi dari beberapa skenario, khususnya di dalam memandang unsur dampak dan adaptasi perubahan iklim. Selain itu TGICA juga berperan di dalam mereduksi munculnya time lag dari pertukaran informasi diantara para komunitas ahli perubahan iklim.

TGICA juga menawarkan sebuah pedoman di dalam mengintegrasikan serta mengaplikasikan dari beberapa data skenario perubahan iklim. Disamping itu, TGICA juga menyediakan dukungan, khususnya bagi pengguna (user) di dalam memanfaatkan IPCC Data Distribution Centre (DDC) secara bebas.

Saat ini telah dibentuk sebuah skenario emisi yang dikenal sebagai Special Report on Emissions Scenarios (Nakicenovic, 2000). Beberapa informasi baru yang berhubungan dengan skenario SRES juga telah ditambahkan ke dalam DDC dibawah pengembangan TGICA. Pengembangan tersebut difokuskan terutama pada :

- Skenario iklim yang dikembangkan dari penelitian model iklim regional (Mearns et. al, 2003).
- Skenario iklim yang dikembangkan melalui teknik statistik downscaling (Wilby et. al, 2004).
- Skenario tinggi muka laut global dan regional.
- Skenario sosial-ekonomi, termasuk populasi, Gross Domestic Product (GDP) dan perubahan tutupan lahan.
- Skenario komposisi atmosfer, yang terdiri dari karbondioksida, ozon permukaan, konsentrasi sulfur dan deposisi.

2. LATAR BELAKANG

IPCC didirikan pada tahun 1988 oleh World Meteorological Organization (WMO) dan United Nations Environment Programme (UNEP) guna menyediakan berbagai informasi yang terpercaya tentang perubahan iklim. Informasi tersebut menjelaskan berbagai faktor yang berkaitan dengan perubahan iklim terutama tentang penyebabnya, dampaknya dan beberapa strategi dari beberapa respon terhadap kemungkinan yang terjadi.

IPCC telah menghasilkan beberapa penilaian (assessment) dari perubahan iklim, yakni pada tahun 1990, 1995, 2001, 2007 dan 2010. Di dalam Third Assessment Report (TAR), IPCC membentuk tiga Working Group (WG) yaitu :

- WG I yang memfokuskan diri terhadap ilmu-ilmu dasar yang berkaitan dengan perubahan iklim (IPCC, 2001a).
- WG II yang memfokuskan diri terhadap dampak, adaptasi dan kerentanan dari perubahan iklim (IPCC, 2001b).
- WG III yang memfokuskan diri terhadap berbagai upaya-upaya adaptasi dari perubahan iklim (IPCC, 2001c).

Salah satu kesimpulan dari WG I menunjukkan bahwa nilai rata-rata temperatur udara permukaan global berdasarkan hasil proyeksi model akan mengalami peningkatan antara 1.4 – 5.8°C pada tahun 2100 relatif terhadap tahun 1990 (IPCC, 2001a p.13). Namun berdasarkan kesimpulan WG II menunjukkan adanya kontradiksi dari pernyataan WG I. WG II menyebutkan bahwa “berbagai literatur yang tersedia belum menginvestigasi dampak, adaptasi dan kerentanan dari perubahan iklim yang didasarkan pada proyeksi pemanasan global” (IPCC, 2001b p.3). Pernyataan ini merefleksikan adanya sebuah perbedaan dan inkonsistensi yang dikarakteristikan terhadap penilaian IPCC.

Sumber dari munculnya perbedaan tersebut bersumber pada struktur penilaian dari IPCC itu sendiri, dimana ketiga WG bekerja secara paralel. Sehingga tidak mengherankan akan memunculkan berbagai ketidaksesuaian baik pada informasi maupun asumsi yang digunakan oleh setiap WG. Hal ini dapat terlihat dimana pada saat WG I mempublikasikan hasil temuannya, yang didasarkan pada simulasi model sirkulasi umum laut-atmosfer, mereka tidak menyediakan informasi yang lengkap bagi upaya-upaya adaptasi dan dampak dari perubahan iklim yang dibutuhkan oleh WG II.

Kesulitan lain yang dihadapi oleh para reviewer adalah munculnya perbedaan di dalam memproyeksikan iklim masa depan. Proyeksi perubahan iklim pada umumnya memiliki perbedaan diantaranya perbedaan studi, perbedaan wilayah dan perbedaan sektor. Di mana pada akhirnya beberapa studi menunjukkan adanya inkonsistensi di dalam metode yang mereka gunakan di dalam memproyeksikan perubahan iklim, terutama di dalam hubungannya terhadap kondisi sosial-ekonomi dan lingkungan.

Pada prinsipnya, IPCC DDC dibentuk untuk memecahkan berbagai persoalan diatas, dan paper ini akan mencoba memberikan panduan bagi para user (pengguna) melalui berbagai bentuk dari informasi yang tersedia bagi penelitian tentang adaptasi dan dampak dari perubahan iklim.

3. IPCC DATA DISTRIBUTION CENTRE (DDC)

IPCC Data Distribution Centre (DDC) didirikan pada tahun 1998, berdasarkan rekomendasi yang dibentuk oleh TGICA, bertugas untuk memfasilitasi di dalam proses pendistribusian berbagai skenario terbaru di dalam perubahan iklim secara konsisten, serta hubungannya terhadap berbagai faktor lingkungan dan sosial-ekonomi yang digunakan dalam penilaian terhadap upaya-upaya adaptasi dan dampak dari perubahan iklim.

Seluruh data yang tersedia di IPCC DDC dapat diakses melalui World Wide Web dan dalam bentuk CD-ROM. Beberapa lembaga riset yang ada di belahan bumi juga berperan di dalam penyebaran data, sehingga dapat diakses melalui domain publik. Disamping itu data tersebut dapat diakses secara gratis (free-of-charge), namun para pengguna disarankan untuk melakukan registrasi guna memastikan bahwa data yang digunakan khusus bagi penelitian ilmiah dan tidak digunakan bagi kepentingan komersil.

Di dalam menjalankan fungsi dan tugasnya, IPCC berbagi tugas dan tanggung jawab dengan beberapa lembaga penelitian yang berkaitan dengan perubahan iklim, diantaranya the British Atmospheric Data Centre (BADC)-Inggris, the Max Planck Institute-Jerman dan the Centre for International Earth Science Information Network (CIESIN)-AS.

Hingga saat ini DDC telah menyediakan tiga jenis data utama yang disesuaikan berdasarkan ketentuan TGICA. Ketiga jenis data tersebut diantaranya :

a. Data dan Skenario Sosial-Ekonomi

Informasi ini dibutuhkan untuk menggambarkan perkembangan kondisi sosial ekonomi dan kapasitas adaptasi dari suatu negara. Referensi data yang digunakan melalui beberapa indikator sosial-ekonomi dalam setiap tingkat regional. Seluruh skenario data tersebut selanjutnya dibuat hingga tahun 2100 berdasarkan skenario SRES.

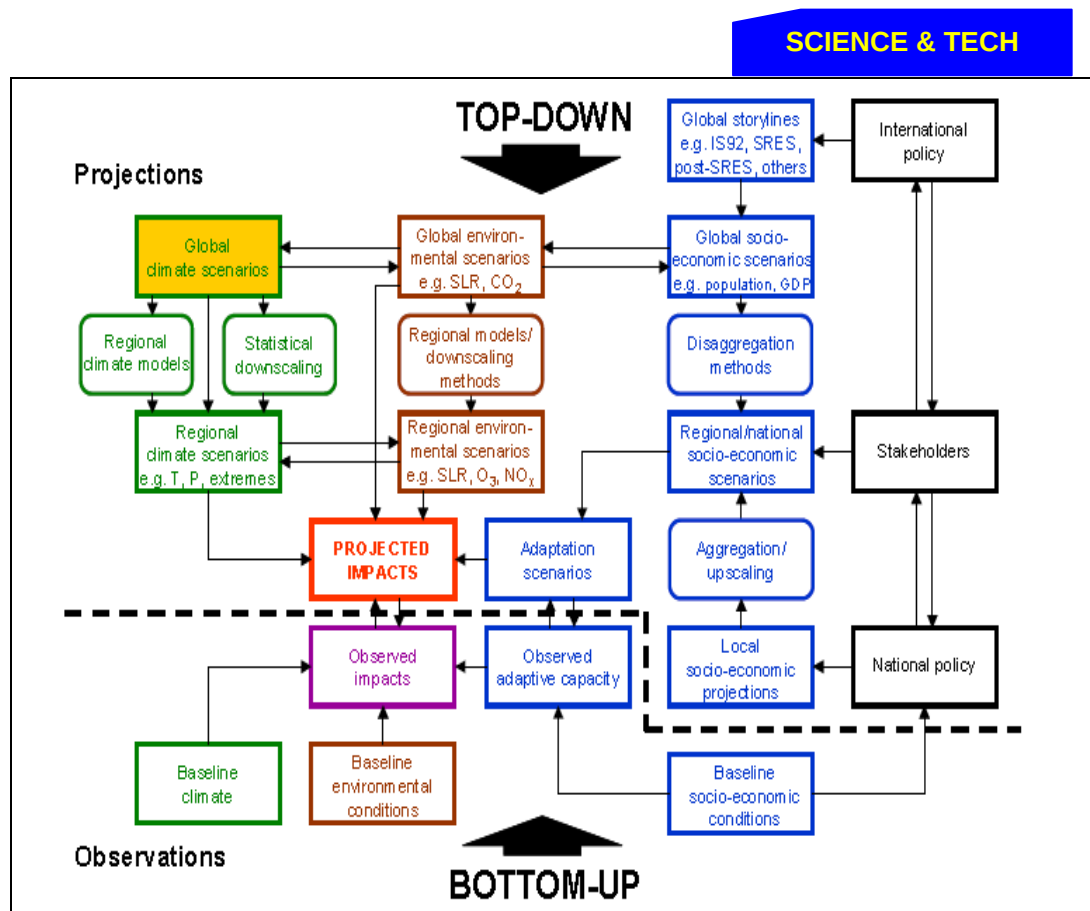
b. Data dan Skenario Pengamatan Iklim

Data pengamatan iklim yang digunakan mengacu pada dua sumber. Yang pertama, mengacu pada data rata-rata bulanan global dengan sembilan variabel antara tahun 1961-1990 dengan luasan grid 0.5° lintang/bujur. Sedangkan yang kedua mengacu pada data anomali iklim selama periode 1902-1995. Hasil rata-rata bulanan dari simulasi perubahan iklim selanjutnya dibuat oleh beberapa pusat permodelan iklim.

c. Data dan Skenario pada Perubahan Lingkungan

Data-data ini didasarkan pada data baseline dan proyeksi dari konsentrasi rata-rata global CO₂, tinggi muka laut global dan regional, konsentrasi ozon permukaan regional, konsentrasi aerosol-sulfat dan deposisi sulfur. Seluruh skenario tersebut dikembangkan oleh IPCC TAR yang didasarkan oleh skenario SRES (Nakicenovic et. al. 2000).

Gambar 1 menunjukkan skema beberapa elemen utama yang telah disediakan oleh DDC. Skema tersebut merefleksikan dua alternatif di dalam menentukan dampak dari proyeksi perubahan iklim. Kedua alternatif tersebut dapat dilakukan melalui pendekatan top-down dan pendekatan bottom-up. Untuk pendekatan top-down melibatkan proses interpretasi dan downscaling dari skenario skala global ke skala regional. Sedangkan pendekatan bottom-up, membentuk skenario dari skala lokal menuju skala regional.



Gambar 1. Skema dari elemen skenario utama dan panduan materi dari IPCC DDC (Sumber : Data Distribution Center)

4. DATA DAN SKENARIO SOSIAL-EKONOMI

Tujuan utama dari skenario sosial-ekonomi di dalam menilai dampak, adaptasi dan kerentanan dari perubahan iklim, diantaranya adalah :

- Untuk mengkarakterisasi kondisi demografi, sosial-ekonomi dan teknologi berdasarkan unsur driving force melalui emisi gas-gas rumah kaca antropogenik yang menyebabkan perubahan iklim.
- Untuk mengkarakterisasi unsur-unsur sensitivitas, kapasitas adaptasi dan kerentanan dari sistem sosial dan ekonomi di dalam hubungannya terhadap perubahan iklim.

IPCC DDC telah mendistribusikan berbagai informasi yang berhubungan dengan unsur sosial-ekonomi yang menggambarkan kondisi saat ini dan informasi yang juga berhubungan oleh dua bentuk skenario emisi yakni skenario SRES dan IS92.

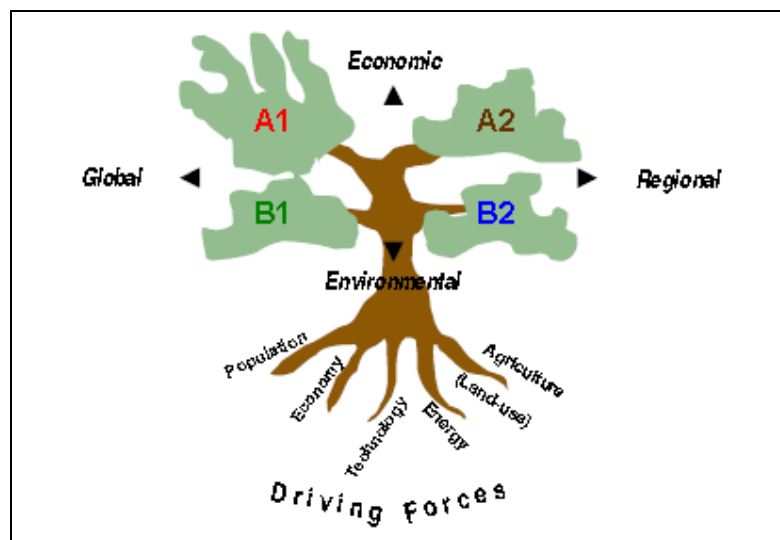
IPCC juga telah mempublikasikan sebuah data dasar statistik dari unsur sosial-ekonomi di 195 negara hingga pertengahan tahun 1990. Data tersebut dibandingkan dari berbagai sumber yakni dari World Bank, UNEP dan FAO, dan selanjutnya dibagi ke dalam tujuh kategori (IPCC, 1998) yaitu :

- Populasi dan Pembangunan Manusia
- Kondisi Ekonomi
- Penggunaan Tutupan Lahan
- Sumber Daya Air
- Pertanian/Makanan
- Energi
- Biodiversitas

IPCC telah mempublikasikan sekumpulan skenario emisi di tahun 2000 untuk digunakan di dalam penelitian tentang perubahan iklim. SRES atau Special Report on Emissions Scenarios dibuat untuk menggali perkembangan masa depan dari lingkungan global dengan acuan khusus terhadap produksi gas-gas rumah kaca dan aerosol sebagai prekursor di dalam perubahan iklim.

SRES didefinisikan dengan memiliki empat narasi storyline yaitu A1, A2, B1 dan B2 dan menyatakan hubungan antara driving force yang dibentuk oleh GRK maupun aerosol dengan evolusinya selama abad ke-21 dalam skala regional maupun global. Setiap storyline menyatakan perkembangan dari demografi, sosial, teknologi dan lingkungan yang berbeda.

Di dalam terminologi yang sederhana, empat storyline SRES mengkombinasikan kumpulan dua tendensi yang bersifat divergen. Satu kumpulan bervariasi antara kegiatan ekonomi serta penanganan lingkungan yang kuat. Sedangkan kumpulan yang lain menggabungkan variasi diantara pertumbuhan regional dan global.



Gambar 2. Empat buah storyline dari skenario IPCC SRES
(Sumber : Nakicenovic et. al, 2000)

Keempat storryline tersebut memiliki spesifikasi tertentu (Nakicenovic et. al, 2000), diantaranya :

Storyline A1 : menggambarkan sebuah masa depan dunia dengan pertumbuhan ekonomi yang cepat, populasi global mencapai puncaknya pada pertengahan abad 21 dan selanjutnya menurun. Serta mulai diperkenalkannya penggunaan teknologi baru yang lebih efisien.

Storyline A2 : menggambarkan sebuah dunia yang heterogen dengan populasi global yang semakin meningkat dan pertumbuhan ekonomi yang berorientasi regional dengan laju pertumbuhan yang lebih lambat dibandingkan storyline lainnya.

Storyline B1 : menggambarkan sebuah dunia yang konvergen dengan populasi global yang menyamai storyline A1 namun dengan perubahan yang cepat pada struktur ekonomi melalui sektor pelayanan dan informasi. Disamping itu storyline ini juga mulai mengurangi intesitas material, dan mulai memperkenalkan sumber teknologi yang bersih dan efisien.

Storyline B2 : menggambarkan sebuah dunia yang memfokuskan diri pada solusi lokal pada sektor ekonomi, sosial dan keberlanjutan penanganan lingkungan

dengan pertumbuhan populasi yang berjalan terus menerus dan pertumbuhan ekonomi dalam skala menengah.

Di dalam penilaian SRES, prospek dari pengaruh perubahan iklim selama abad 21 telah dipengaruhi pada lima sektor utama. Kelima sektor tersebut adalah sosial-ekonomi/teknologi, tutupan lahan/perubahan tutupan lahan, lingkungan, iklim dan tinggi muka laut. Dampak dari kelima sektor tersebut akan mempengaruhi beberapa variabel, diantaranya ekosistem, sumber daya air, ketersediaan pangan, kehidupan pesisir dan resiko malaria. Tabel 1 memperlihatkan ringkasan dari beberapa skenario di dalam penilaian dari dampak global yang diakibatkan oleh lima sektor utama (Parry dan Livermore, 1999).

Tabel 1. Beberapa dampak global yang disebabkan oleh pengaruh lima sektor utama (Sumber : Parry dan Livermore, 1999).

Scenario type (up to 2100)	Impacts				
	Ecosystems ^a	Water resources ^b	Food security ^c	Coastal flooding ^d	Malaria risk ^e
Socio-economic/technological:					
Population	—	√	√	√	√
Gross Domestic Product	—	—	√	√	—
GDP/capita	—	—	√	√	—
Water use	—	√	—	—	—
Trade liberalisation	—	—	√	—	—
Yield technology	—	—	√	—	—
Flood protection	—	—	—	√	—
Land-cover/land-use change	—	—	—	√	—
Environmental:					
CO ₂ concentration	√	—	√	—	—
Nitrogen deposition	√	—	—	—	—
Climate:					
Temperature	√	√	√	—	√
Precipitation	√	√	√	—	√
Humidity	√	√	—	—	—
Cloud cover/radiation	√	√	—	—	—
Windspeed	—	√	—	—	—
Diurnal temperature range	√	—	—	—	—
Sea level	—	—	—	√	—

5. DATA DAN SKENARIO PENGAMATAN IKLIM

Dalam rangka untuk memiliki sebuah data dasar di dalam menilai dampak dari perubahan iklim di masa depan, maka dibutuhkan sebuah deskripsi kuantitatif dari perubahan terhadap iklim yang terjadi ke depan (skenario iklim). Oleh karena itu pengamatan iklim saat ini, akan sangat menentukan di dalam prospek perubahan iklim di masa depan. Salah satu syarat yang dibutuhkan di dalam mendukung studi tentang perubahan iklim adalah data pengamatan iklim harus memiliki kualitas yang baik.

Ada tiga opsi yang dilakukan di dalam pembentukan data dasar dari pengamatan iklim, yaitu :

a. Variabel

Beberapa variabel yang paling banyak digunakan di dalam studi tentang dampak dari perubahan iklim yaitu temperatur dan presipitasi. Namun bagaimanapun, model-model perubahan iklim sangat membutuhkan masukan dari beberapa variabel lainnya, seperti data radiasi matahari, kelembaban udara, kecepatan angin, temperatur tanah dan tutupan es.

Sebagai tambahan untuk membentuk prosedur pembuatan skenario (melalui prosedur statistik downsampling dari hasil luaran GCM), unsur-unsur seperti data udara atas harian, rata-rata tekanan permukaan laut atau proses sirkulasi tentu sangat dibutuhkan. Variabel-variabel turunan seperti akumulasi temperatur, evapotranspirasi dan runoff juga dibutuhkan di dalam studi tentang dampak dari perubahan iklim dan biasanya dihitung secara langsung dari pengamatan. Selain itu, beberapa variasi iklim dalam skala besar juga dapat dijadikan bahan acuan di dalam studi penelitian tentang perubahan iklim, seperti diantaranya Indeks Osilasi Selatan, Osilasi Atlantik Utara, Monsoon Asia, letusan gunung berapi dan aktivitas matahari.

b. Skala Ruang (Spasial)

Untuk mendukung studi tentang perubahan iklim, maka data-data dalam skala ruang dapat dibedakan di dalam tiga bentuk yaitu single-site, regional dan global.

c. Resolusi Temporal

Di dalam resolusi temporal, unsur pengamatan dapat dibedakan antara lain rata-rata tahunan, musiman, bulanan, harian hingga sub-harian.

Ada beberapa alternatif di dalam pengambilan data dasar klimatologi (baseline climatology). Sumber-sumber tersebut diantaranya berasal dari :

- Arsip Badan Meteorologi Nasional
- Arsip Data Global dan Supranational
- Hasil Luaran Model Iklim
- Weather Generators

5.1. Arsip Badan Meteorologi Nasional

Badan Meteorologi Nasional (BMN) di setiap negara bertanggung jawab di dalam pelaksanaan operasional pengamatan harian. Di samping itu BSN juga memiliki jaringan pengamatan meteorologi yang berfungsi bagi kepentingan pembuatan prakiraan cuaca serta layanan publik.

Selain itu, BMN juga melakukan pengamatan sinoptik dan udara atas secara real time melalui sistem telekomunikasi global yang digunakan bagi pembuatan model prakiraan cuaca numerik. Biasanya data-data pengamatan yang dimiliki oleh BMN akan diolah dan selanjutnya dikirim kepada lembaga yang bertanggung jawab terhadap pengarsipan data regional maupun global. Lembaga-lembaga tersebut juga melakukan interpolasi data dalam bentuk data grid bagi aplikasi spasial.

Dalam banyak kasus, BMN juga membuat ringkasan statistik dari data klimatologi dan dipublikasikan ke dalam bentuk laporan tahunan (yearbook) atau data dasar (baseline) klimatologi, biasanya dalam periode 30 tahunan. Hingga saat ini, data klimatologi diolah dalam bentuk digital.

5.2. Arsip Data Global dan Supranational

Bagi kebutuhan nasional, data klimatologi dari beberapa negara biasanya dikombinasikan menjadi variasi data global dan supranational. Di dalam pengembangan arsip data global dan supranational, dibutuhkan beberapa langkah kegiatan, diantaranya :

- a. Memonitor pengamatan variasi dari iklim regional dan global terhadap perubahan iklim yang dipengaruhi oleh unsur antropogenik.
- b. Menguji dan mengembangkan model prakiraan cuaca numerik.
- c. Melakukan validasi bagi model iklim global, guna membandingkannya dengan pengamatan iklim.
- d. Penilaian dari dampak iklim pada skala regional maupun global sebagai input bagi model perubahan iklim.

Kumpulan data global dan supranational terdiri dari beberapa parameter pengamatan permukaan dalam periode bulanan, pengamatan sinoptik dan udara atas serta data observasi melalui satelit. Data tersebut tersedia dalam bentuk nilai rata-rata dan dalam periode yang bervariasi. Terkadang upaya interpolasi juga dilakukan untuk membentuk data grid. Kumpulan dari beberapa data terpilih dapat tersedia di dalam ruang publik/public domain melalui media internet seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Beberapa sumber ruang publik dari data dasar klimatologi. Beberapa situs dapat langsung terhubung melalui IPCC Data Distribution Centre (<http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk/obs/index.html>).

Type of baseline data	Source
Various types	World Data Center - A, Meteorology
Observed climate	The CRU Global Climate Data set (IPCC Data Distribution Centre) Global Historic Climatology Network (GHCN) International Research Institute for Climate Prediction/Lamont-Doherty Earth Observation at University of Columbia British Atmospheric Data Centre (BADC) Global Precipitation Climatology Centre (GPCC) National Centre for Atmospheric Research (NCAR) Data Support System Climatic Research Unit (CRU) data Climate Diagnostics Centre at NOAA Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set (COADS) at NOAA
Reanalysis data	NCEP Re-analysis Data ECMWF
GCM control simulations	IPCC Data Distribution Centre
Weather generators	LARS Weather generator ClimGen Climatic Data Generator

5.3. Hasil Luaran Model Iklim

Ada dua jenis informasi dari model iklim global yang juga bermanfaat untuk menggambarkan data dasar klimatologi, reanalisis data dan simulasi melalui model Global Circulation Model (GCM) / Regional Climate Model (RCM).

5.3.1. Reanalisis Data

Reanalisis data akan menghasilkan resolusi data grid yang mengkombinasikan antara data pengamatan dan data numerik. Melalui proses yang dikenal dengan asimilasi data pengamatan, yakni berdasarkan data satelit dan informasi dari prakiraan model sebelumnya, maka variabel tersebut akan berfungsi sebagai nilai masukan bagi pembentukan model prakiraan cuaca jangka pendek (Short-Range Weather Forecast Model).

Asimilasi data biasanya diintegrasikan ke depan melalui time-step enam jam dan selanjutnya dikombinasikan dengan data pengamatan untuk periode waktu yang sesuai. Hasilnya bersifat luas dan secara dinamis terlihat cukup konsisten dalam kumpulan data grid tiga-dimensi yang menggambarkan keadaan atmosfer pada saat itu.

Proses asimilasi data juga dapat mengisi data yang kosong dengan menggunakan prakiraan model dan juga dapat menyediakan prakiraan data yang lebih spesifik seperti pergerakan udara vertikal, fluks radiasi dan presipitasi.

5.3.2. Simulasi melalui Model GCM dan RCM

Model Atmosphere-Ocean General Circulation Model (AOGCM) dibentuk berdasarkan data iklim saat ini. Simulasi AOGCM menyatakan dinamika dari sistem iklim global tanpa dipengaruhi oleh unsur antropogenik yang mempengaruhi komposisi atmosfer.

Berdasarkan hasil studi menunjukkan bahwa untuk beberapa wilayah dan dalam beberapa skala waktu, estimasi model di dalam variabilitas alami cukup mendekati terhadap hasil observasi (Tett, et. al, 1997) dan pada fluktuasi iklim yang dibentuk (Jones, et. al, 1998).

Kontrol simulasi data dari tujuh buah model AOGCM secara langsung tersedia di DDC. Beberapa hasil studi memperlihatkan bahwa penyimpangan antara hasil luaran AOGM terhadap pengamatan iklim cukup besar guna mengestimasi dampak dari perubahan iklim (Mearns, et. al, 1992).

6. DATA DAN SKENARIO PERUBAHAN LINGKUNGAN

Bersamaan dengan munculnya variasi iklim, kondisi perubahan lingkungan juga memiliki pengaruh langsung terhadap perubahan iklim. Kenyataannya, berdasarkan studi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kondisi perubahan lingkungan dapat diasumsikan dalam kondisi yang konstan. Berdasarkan penilaian/assessment dari IPCC, tahun 1990 telah ditetapkan sebagai tahun referensi berdasarkan baseline data perubahan lingkungan.

Beberapa faktor lingkungan yang terkait terhadap unsur perubahan iklim akan dijelaskan di bawah ini. Faktor-faktor tersebut dapat dibedakan ke dalam tiga kategori yaitu atmosfer, air dan kondisi bumi.

6.1. Lingkungan Atmosfer

Beberapa unsur gas memiliki pengaruh yang besar terhadap perubahan iklim. Unsur-unsur gas tersebut antara lain :

- a. Karbon Dioksida : merupakan salah satu unsur gas terpenting di atmosfer serta kaitannya terhadap isu perubahan iklim. Konsentrasi CO₂ telah mengalami peningkatan sebesar 11.5% antara tahun 1960 hingga 1990 (Lihat Tabel 3). Data CO₂ telah dipublikasikan pada Carbon Dioxide Data and Information and Analysis Center (CDIAC, 2006).

Tabel 3. Rata-rata Konsentrasi CO₂ di Mauna Loa 1961-1990
(Sumber : CDIAC, 2006)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mean
1950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	315.8	-
1960	316.7	317.5	318.3	318.8	319.4	319.9	321.2	322.0	322.9	324.5	320.1
1970	325.5	326.2	327.3	329.5	330.1	331.0	332.0	333.7	335.3	336.7	330.7
1980	338.5	339.8	342.0	342.6	344.2	345.7	347.0	348.8	351.3	352.8	345.3
1990	354.0	355.4	356.2	357.0	358.9	360.9	362.6	363.8	366.7	368.3	360.4
2000	369.5	371.0	373.1	375.6	377.4						

- b. Ozon Troposfer : Bersifat racun dalam jangka panjang bagi makhluk hidup. Konsentrasi Ozon Troposfer biasanya cukup tinggi di daerah industri atau pedesaan di bawah kondisi cuaca tertentu.
- c. Ozon Stratosfer : Konsentrasi ozon di lapisan stratosfer telah diukur pada wilayah lintang tinggi dalam beberapa tahun terakhir. Khususnya pada saat ditemukannya lubang ozon di wilayah Antartika pada tahun 1985. Penipisan ozon secara fisis dikaitkan dengan peningkatan radiasi ultra violet (UV).

- d. Sulfur dan Nitrogen : Konsentrasi sulfur dan nitrogen merupakan kontributor utama dari peristiwa hujan asam, dan juga dilakukan pengukurannya di beberapa wilayah. Selanjutnya, konsentrasi sulfat aerosol di wilayah industri memiliki peran yang besar di dalam efek pendinginan iklim di beberapa wilayah dalam beberapa dekade belakangan ini.
- e. Asap dan Partikulat : Keduanya sangat berperan di dalam mempengaruhi jarak pandang (visibility) dan kesehatan manusia.

6.2. Lingkungan Bumi

Lingkungan bumi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya :

- a. Tutupan Lahan dan Penggunaan Lahan : Data tutupan lahan dan penggunaan lahan sangat penting dalam berbagai studi tentang dampak dari perubahan iklim. Kumpulan data dari kedua parameter tersebut telah dikumpulkan bagi pengembangan riset internasional seperti the Land Use and Land Cover Programme (LUCC) of the International Geosphere Biosphere Programme (IGBP) dan International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change (IHDP). Model IMAGE 2 telah digunakan di dalam studi tentang dinamika dari perubahan tata guna lahan.
- b. Tanah dan Pertanian : Sumber data dari kedua unsur tersebut sangat dibutuhkan terutama dalam skop nasional maupun internasional. Di dalam bidang pertanian, data tentang manajemen pertanian dinilai sangat penting di dalam menggambarkan tentang kondisi acuan. Data tersebut meliputi teknik pengolahan tanah, kuantitas air bagi irigasi, aplikasi pemupukan, penggunaan pestisida dan herbisida serta pembajakan tanah. Beberapa kegiatan tersebut diyakini memberikan kontribusi yang besar terhadap erosi dan polusi tanah, air permukaan dan air tanah di beberapa wilayah. Data dari beberapa negara dikumpulkan melalui lembaga PBB yakni FAO.
- c. Biodiversitas : Aktivitas manusia telah banyak mempengaruhi kehidupan spesies. Diperlukan berbagai usaha bagi keberlangsungan hidup spesies agar tidak mengalami kepunahan. World Conservation Monitoring Centre yang telah dipublikasikan di dalam laporan IPCC, berperan di dalam melakukan pengumpulan data biodiversitas serta pembuatan baseline data di beberapa negara.

6.3. Lingkungan Hidrologi

- a. Ketinggian Permukaan Laut : Secara global tinggi permukaan laut memperlihatkan kecenderungan peningkatan selama beberapa abad terakhir (Church, et. al., 2001). Peristiwa subsidensi, pergerakan tektonik, sedimentasi dan kegiatan manusia dalam proses pemboran minyak telah meningkatkan tinggi relatif permukaan laut. Sumber informasi utama dari tinggi relatif permukaan laut didasarkan pada rekaman data pasang surut dan sumber data utamanya dapat diakses melalui PSMSL (Permanent Service for Mean Sea Level).
- b. Tinggi Permukaan Air Daratan : Tinggi permukaan air daratan seperti danau, sungai dan air tanah juga dapat bervariasi terhadap waktu. Kondisi ini berkaitan dengan adanya keseimbangan alami antara proses inflow (aliran masuk) dan losses (aliran yang hilang). Proses inflow lebih disebabkan oleh adanya proses presipitasi dan runoff, sedangkan untuk proses losses lebih disebabkan oleh peristiwa penguapan). Campur tangan manusia juga mempengaruhi tinggi permukaan air. Melalui regulasi aliran, perubahan tata guna lahan dan lain sebagainya (Arnell, et. al., 1996).

7. DAFTAR PUSTAKA

Arnell, N., B. Bates, H. Lang, J.J. Magnuson, and P. Mulholland, 1996: Hydrology and freshwater ecology. In: *Climate Change 1995: Impacts, Adaptations, and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Watson, R.T., M.C. Zinyowera, and R.H. Moss (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 325-363.

CDIAC, 2006: *Trends Online: A Compendium of Data on Global Change*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee. Internet address: <http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/trends.htm>

Church, J.A., J.M. Gregory, P. Huybrechts, M. Kuhn, K. Lambeck, M.T. Nhuan, D. Qin, and P.L. Woodworth, 2001: Changes in sea level. In: *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge and New York, pp. 639-693.

IPCC, 1998: The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability. A Special Report of IPCC Working Group II. [Watson, R.T., M.C. Zinyowera, and R.H. Moss (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, 518 pp.

IPCC, 2001a: Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge and New York, 881 pp.

IPCC, 2001b: Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [McCarthy, J.J., O.F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken, and K.S. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge and New York, 1032 pp.

IPCC, 2001c: Climate Change 2001: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [O. Davidson, R. Swart, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge and New York,.

Jones, P.D., K.R. Briffa, T.P. Barnett, and S.F.B. Tett, 1998: High-resolution palaeoclimatic records for the last millennium: interpretation, integration and comparison with GCM control-run temperatures. *The Holocene*, 8, 455-471.

Mearns, L.O., F. Giorgi, P. Whetton, D. Pabon, M. Hulme and M. Lal, 2003: Guidelines for Use of Climate Scenarios Developed from Regional Climate Model Experiments, IPCC Task Group on Data and Scenario Support for Impact and Climate Analysis, 38 pp.

Mearns, L.O., C. Rosenzweig, and R. Goldberg, 1992: Effect of changes in interannual climatic variability on CERES-Wheat yields: sensitivity and 2 x CO₂ general circulation model studies. *Agricultural and Forest Meteorology*, **62**, 159-189.

Nakicenovic, N., J. Alcamo, G. Davis, B. de Vries, J. Fenhann, S. Gaffin, K. Gregory, A. Grübler, T.Y. Jung, T. Kram, E.L. La Rovere, L. Michaelis, S. Mori, T. Morita, W. Pepper, H. Pitcher, L. Price, K. Raihi, A. Roehrl, H.-H. Rogner, A. Sankovski, M. Schlesinger, P. Shukla, S. Smith, R. Swart, S. van Rooijen, N. Victor, and Z. Dadi, 2000: *Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 599 pp.

Parry, M. and M. Livermore (eds.), 1999: A new assessment of the global effects of climate change. *Global Environmental Change*, **9**, S1-S107.

Tett S.F.B., T.C. Johns, and J.F.B. Mitchell, 1997: Global and regional variability in a coupled AOGCM. *Climate Dynamics*, **13**, 303-323.

Wilby, R.L, S.P. Charles, E. Zorita, B. Timbal, P. Whetton and L.O. Mearns, 2004: *Guidelines for Use of Climate Scenarios Developed from Statistical Downscaling Methods*, IPCC Task Group on Data and Scenario Support for Impact and Climate Analysis, 27 pp.

Kebakaran Liar di Indonesia: Apa, Siapa, Kapan, Di mana, Mengapa, dan Bagaimana?

Alberth Christian Nahas
Stasiun Pemantau Atmosfer Global Bukit Kototabang
alberth.christian@yahoo.com

Sebagai negara yang beriklim tropis, setiap tahunnya Indonesia mengalami musim penghujan dan musim kemarau. Dalam setiap musim tersebut, ada berbagai permasalahan spesifik yang terus menerus dihadapi oleh Indonesia. Misalnya saja, dalam musim penghujan, beberapa kota di Indonesia sangat rentan terhadap ancaman banjir dan tanah longsor. Sedangkan pada musim kemarau, ancaman kekeringan menjadi masalah serius yang dihadapi negara ini. Selain itu, permasalahan lain yang menjadi dihadapi adalah kebakaran liar.



Kebakaran liar menjadi masalah yang tidak hanya menimpa Indonesia saja, tetapi juga telah menjadi masalah regional dan bahkan internasional ketika dampak yang ditimbulkannya menyebar secara luas. Untuk itu, marilah kita sedikit mengetahui apa itu kebakaran liar dengan mencoba untuk mencari jawaban dari pertanyaan mendasar: Apa? Siapa? Kapan? Dimana? Mengapa? dan Bagaimana?

APA?

Kebakaran liar merupakan permasalahan yang dihadapi oleh Indonesia ketika musim kemarau datang. Secara definisi, kebakaran liar diartikan sebagai kebakaran yang tak terkendali yang muncul di daerah yang belum terjamah oleh manusia atau belum dikembangkan menjadi tempat/fasilitas tertentu. Dari definisi tersebut, jenis kebakaran ini dapat terjadi di daerah seperti hutan, semak-semak, lahan gambut, dan padang rumput liar dimana api yang membakar lahan-lahan tersebut sangat besar dan sulit untuk dikendalikan. Tak mengherankan apabila Indonesia mengalami ancaman kebakaran liar mengingat luasnya wilayah hutan di negara ini dan keberadaannya sebagai negara tropis.



Kebakaran liar memiliki dampak pengrusakan yang luar biasa. Hal ini ditunjang oleh besarnya api yang ditimbulkan dan kecepatan pergerakannya yang tinggi sehingga penyebarannya dapat berlangsung dengan cepat dan merusak. Namun demikian, tentu saja ada hal yang memicu terjadinya bencana ini. Terjadinya kebakaran liar disebabkan oleh tiga faktor yang dikenal dengan sebutan Segitiga Api (*The Fire Triangle*). Ketiga faktor tersebut adalah bahan bakar (*fuel*), panas (*heat*), dan oksigen (*oxygen*). Ketiga faktor tersebut membentuk suatu rantai yang apabila tidak dapat diputus, ancamannya akan menjadi

semakin serius karena sulit untuk menghentikannya. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui lebih jauh faktor-faktor tersebut.

Panas

Panas diperlukan untuk memicu terjadinya kebakaran liar dan biasanya muncul karena keberadaan api. Setelah api memicu terjadinya panas, maka bagian yang krusial adalah bagaimana panas tersebut dapat berpindah. Jika panas tersebut berpindah ke bagian yang

mudah terbakar (atau menjadi bahan bakar), maka tak pelak lagi api akan semakin besar dan memicu terbakarnya daerah yang lebih luas. Hal ini dikarenakan perpindahan panas tersebut akan menyebabkan hilangnya kelembaban sehingga lahan menjadi kering dan rentan untuk terbakar yang memudahkan api semakin mudah menjalar.

Ada tiga cara bagaimana panas dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain. Sebagai salah satu bentuk energi, panas dapat berpindah secara konduksi, konveksi, dan radiasi.

Konduksi. Terjadinya konduksi dimungkinkan oleh adanya media yang dapat memindahkan panas (konduktor). Dalam hal kebakaran liar, benda-benda seperti batang pohon, ranting, ataupun dedaunan menyebabkan panas dapat berpindah. Meskipun kayu bukanlah konduktor yang baik, tetapi kondisi kering yang diakibatkan oleh temperatur yang tinggi akan mempermudah panas untuk dapat berpindah melalui media ini.

Konveksi. Penyebaran panas secara konveksi terjadi melalui aliran air ataupun udara yang berada di daerah yang terbakar. Udara panas maupun air yang mendidih akibat panas akan menurunkan kelembaban daerah yang dilaluinya sehingga panas dapat berpindah.

Radiasi. Panas yang dipancarkan oleh sinar, utamanya sinar matahari, dapat memanaskan daerah di sekitar kebakaran liar. Bahkan, untuk daerah yang sangat kering dengan kelembaban yang sangat rendah, panas dari sinar matahari dapat menyebabkan munculnya api. Jadi bukan saja memanaskan, radiasi juga bisa memicu terjadinya kebakaran liar itu sendiri.

Bahan Bakar

Hal-hal yang dapat menyebabkan api semakin membesar dan meluas adalah keberadaan bahan bakar. Karakteristik dari bahan bakar dapat menentukan cepat tidaknya dan luas tidaknya kebakaran tersebut menyebar. Karakteristik tersebut dapat berupa aspek eksternal maupun internal. Aspek eksternal meliputi tipe dan jenis bahan bakar tersebut, sedangkan aspek internal mengacu pada kondisi intrinsik dari bahan bakar. Kondisi intrinsik tersebut meliputi kelembaban, bentuk dan ukuran, serta kuantitas.

Kelembaban. Faktor ini menentukan cepat tidaknya bahan tersebut tersulut oleh panas/api sehingga terbakar. Pepohonan yang masih hidup lebih sukar terbakar daripada batang yang kering karena kondisi kelembabannya yang masih tinggi. Panas dari sumber harus terlebih dahulu menurunkan kelembaban dari bahan bakar tersebut sehingga diperlukan panas yang lebih tinggi.

Bentuk dan Ukuran. Masih berkaitan dengan kelembaban, bentuk dan ukuran dari suatu bahan juga dapat menentukan cepat tidaknya bahan tersebut terbakar. Bagian dedaunan dan rerumputan yang relatif lebih kecil dan ringan akan lebih cepat terbakar karena lebih mudah untuk menjadi kering apabila dibandingkan dengan batang pohon. Daerah seperti lahan gambut jauh lebih rentan terbakar daripada hutan di pegunungan karena panas yang dibutuhkan untuk membakar daerah tersebut tidak terlalu besar.

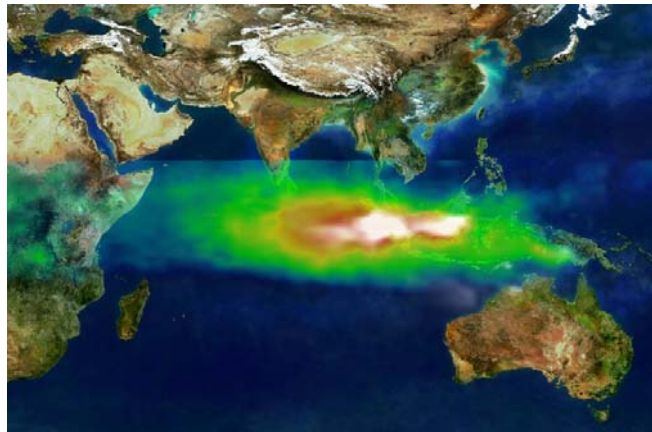
Kuantitas. Jumlah bahan bakar tentu saja berpengaruh terhadap lamanya kebakaran berlangsung. Semakin banyak bahan bakar akan menyebabkan kebakaran terus terjadi dan semakin sulit untuk dikendalikan.

Oksigen

Faktor ketiga yang tidak kalah pentingnya adalah oksigen karena api tidak dapat bertahan tanpa kehadiran oksigen. Kandungan oksigen di udara mencapai 21%. Dalam peristiwa kebakaran liar, setidaknya diperlukan 16% oksigen di udara sehingga tidak dapat dipungkiri bahwa besarnya kebutuhan oksigen akan menyebabkan makhluk hidup yang ada di sekitar daerah yang terbakar akan mengalami sesak napas dan kekurangan oksigen.

SIAPA?

Ada dua faktor utama terjadinya kebakaran liar, yaitu faktor alami dan faktor antropogenik. Kebakaran liar dapat terjadi secara alami karena sebab-sebab seperti letusan gunung berapi, halilintar, percikan api akibat gesekan bebatuan atau benda kering, atau kebakaran yang terjadi secara spontan karena cuaca yang panas dan kondisi yang kering. Sedangkan kebakaran liar yang terjadi karena adanya campur tangan manusia misalnya pembakaran lahan liar yang dilakukan secara sengaja untuk membuka lahan. Di Indonesia, kebakaran liar dapat terjadi karena kedua faktor ini.

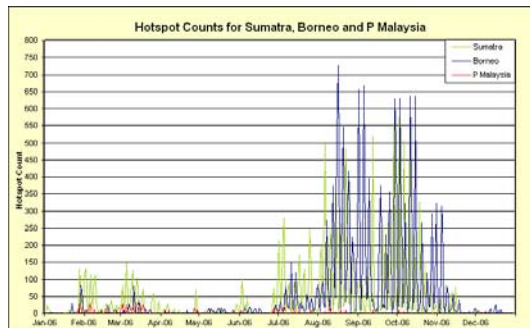


Citra satelit memperlihatkan kabut asap yang menutupi sebagian wilayah Indonesia (wikipedia.org)

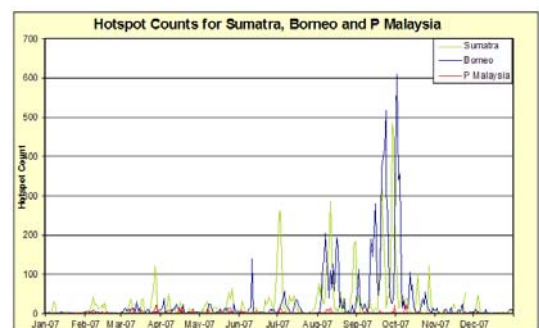
KAPAN?

Pada kondisi tertentu, misalnya musim kemarau yang cukup panjang atau kondisi panas yang terik, daerah-daerah di Pulau Sumatera dan Kalimantan yang banyak memiliki lahan gambut yang luas merupakan daerah yang rentan terhadap terjadinya kebakaran liar dan bukanlah hal yang luar biasa lagi jika kebakaran lahan terjadi setiap tahunnya pada musim atau kondisi demikian. Selain itu, kebakaran liar juga sering kali terjadi pada awal musim tanam di lahan perkebunan

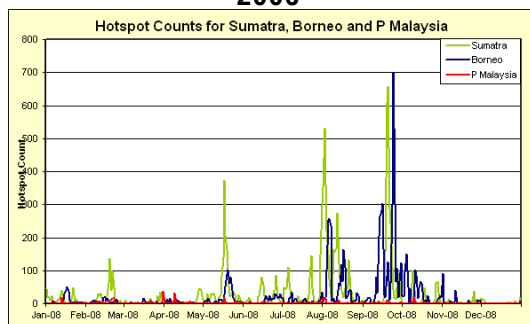
dimana sering kali proses pembukaan lahan 'dipersingkat' dengan cara membakar lahan tersebut. Dampak yang merugikan terjadi apabila pembakaran lahan tersebut tidak dapat dikendalikan sehingga merambat ke daerah yang lebih luas. Pola pembukaan lahan seperti ini masih sering dijumpai di Indonesia, terutama di daerah perkebunan.



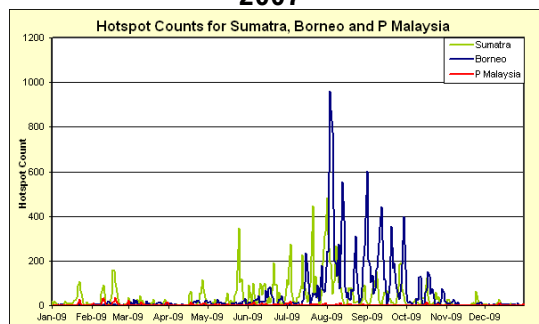
2006



2007



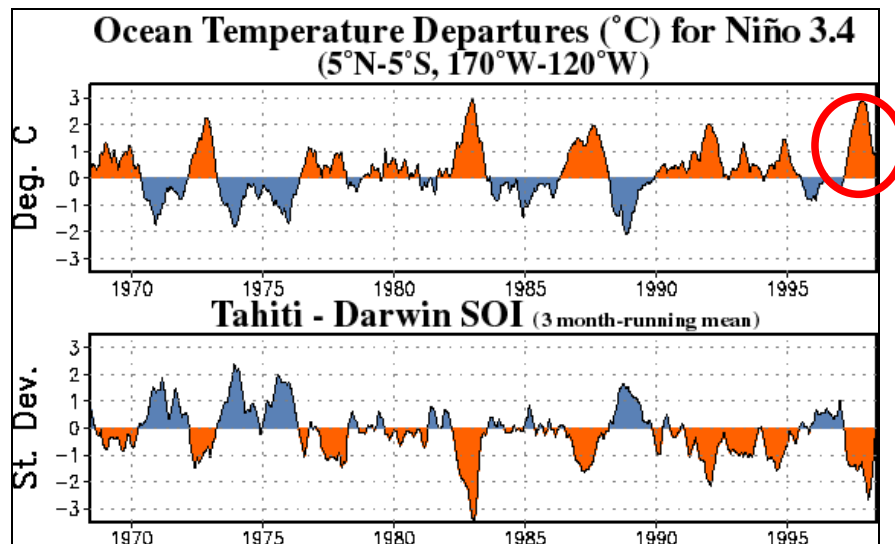
2008



2009

Jumlah titik api yang terpantau oleh satelit NOAA-18 (garis hijau = Sumatera; garis biru = Kalimantan)
(NEA-weather.gov.sg)

Untuk Pulau Sumatera dan Kalimantan, ada dua periode dimana kebakaran liar sering dijumpai. Data yang dihimpun oleh National Environmental Agency (NEA) Singapura melalui satelit NOAA-18 memperlihatkan bahwa bulan Januari-Februari dan Agustus-Oktober merupakan periode dimana titik api sering dijumpai. Setidaknya sejak tahun 2006, kedua periode ini merupakan periode 'terpanas', yang ditandai oleh banyaknya titik api yang ditemukan. Namun demikian, dampak yang ditimbulkan oleh kedua periode ini sedikit berbeda. Pada bulan Januari-Februari, titik api yang tercatat sebenarnya tidak terlalu banyak. Hal ini dikarenakan pada umumnya bulan tersebut, jumlah curah hujan yang turun relatif masih tinggi. Fakta ini ikut membantu menurunkan jumlah titik api. Akan tetapi, jika pada periode ini curah hujan yang turun tidak begitu tinggi, dampak munculnya titik api yang memicu terjadinya kebakaran hutan akan sangat terasa, terutama untuk daerah bagian barat Indonesia.



Siklus ENSO pada wilayah Niño 3.4 yang ditunjukkan dengan selisih temperatur permukaan laut dan perbedaan tekanan antara Tahiti dan Darwin. Bagian yang dilingkari merah menandakan ENSO yang terjadi pada tahun 1997/98 yang mengakibatkan Indonesia dilanda kekeringan yang berkepanjangan. Pada periode tersebut, sebagian besar wilayah di Indonesia mengalami kebakaran liar (cpc.noaa.gov)

Selain musim kemarau, periode yang juga harus menjadi perhatian ketika terjadi kebakaran liar adalah pada saat terjadinya El Niño Southern Oscillation (ENSO). ENSO didefinisikan sebagai perubahan periodik yang terjadi di atmosfer dan perairan tropis Samudera Pasifik. ENSO mengalami siklus dalam kurun waktu 2 sampai dengan 7 tahun. Antara tahun 1980-2000, tercatat ada lima



Kabut yang menyelimuti Pulau Sumatera dan Kalimantan pada ENSO 1997/98 (wikipedia.org)

episode ENSO yang cukup signifikan, yaitu 1982/83, 1986/87, 1991-1993, 1994/95, dan 1997/98. Tahun 1997, Indonesia merasakan dampak ENSO yang sangat parah karena pada saat itu, hampir seluruh wilayah di Indonesia menderita kemarau berkepanjangan. Akibatnya, kebakaran liar terjadi di daerah yang rentan akan panas atau sambaran api. Kondisi ini menyebabkan terjadinya peristiwa kebakaran liar terbesar dan terparah yang pernah dialami oleh Indonesia. Bahkan, peristiwa ini dapat dikatakan sebagai kebakaran liar terparah yang pernah terjadi di dunia.

DI MANA?

Kebakaran liar yang terjadi pada tahun 1997 melanda hampir semua tempat di Indonesia karena pada saat tersebut Indonesia mengalami El Niño yang mengakibatkan bencana kekeringan yang berkepanjangan.

Perkiraan luas area yang terbakar pada tahun 1997/1998 (dalam ha)

Tipe Vegetasi	Sumatera	Jawa	Kalimantan	Sulawesi	Bagian Barat Papua	Total
Hutan pegunungan					100.000	100.000
Hutan dataran rendah	383.000	25.000	2.375.000	200.000	300.000	3.283.000
Lahan gambut dan rawa	308.000		750.000		400.000	1.458.000
Semak kering dan rerumputan	263.000	25.000	375.000		100.000	763.000
Hutan Industri	72.000		116.000			188.000
Perkebunan	60.000		55.000	1.000	3.000	119.000
Pertanian	669.000	50.000	2.829.000	199.000	97.000	3.843.000
Total	1.755.000	100.000	6.500.000	400.000	1.000.000	9.755.000

Sumber: BAPPENAS-ADB (1999)

Data yang dihimpun oleh BAPPENAS dan ADB pada tahun 1999 menyebutkan total area lahan yang terbakar diperkirakan mencapai 9.755.000 ha. Lebih dari 60% dari total area yang terbakar terjadi di Kalimantan sementara Sumatera berada di tempat kedua dengan 18%. Data tersebut juga menyebutkan areal lahan pertanian dan hutan dataran rendah yang terbakar mencapai 73% dan terjadi di seluruh pulau utama di Indonesia. Kedua tipe vegetasi ini memang merupakan area yang paling rawan terhadap bahaya kebakaran liar, baik yang terjadi secara alami maupun terjadi karena adanya campur tangan manusia.

Peristiwa kebakaran liar sepertinya sudah menjadi bencana tahunan yang melanda Indonesia. Perbedaan antar setiap tahunnya adalah: berapa besar dampak atau kerugian yang diakibatkannya. Hampir setiap adanya episode kebakaran liar, negara tetangga seperti Singapura dan Malaysia mengajukan 'complaint' ke Indonesia agar pihak yang berwenang melakukan tindakan pencegahan.

MENGAPA?

Untuk menjawab pertanyaan ini, diperlukan tinjauan dari berbagai aspek. Pertama, fakta bahwa Indonesia merupakan negara tropis sudah menjadi modal dasar mengapa kebakaran liar selalu menjadi ancaman. Negara tropis memiliki keunikan untuk menerima sinar matahari sepanjang tahun, namun tentu saja dengan variasi penerimaan sesuai dengan pergerakan semu tahunan matahari. Ketika dihadapkan pada musim kering, ditambah dengan faktor El Niño yang memperparah keadaan, terjadinya kebakaran liar hampir tidak mungkin dapat dihindarkan. Kedua, luasnya daerah yang rentan terhadap kebakaran. Seperti telah disebutkan sebelumnya, keberadaan bahan bakar seperti lahan gambut kering akan menjadikan kebakaran hutan menjadi semakin serius. Ketiga, sebagai negara agraris dimana sebagian besar penduduknya bekerja di sektor pertanian dan perkebunan, penduduk Indonesia memiliki semacam 'budaya' dengan caranya dalam membuka atau membersihkan lahan. Cara ini dikenal dengan nama '*slash and burn*'. Cara ini dilakukan dengan cara melakukan pembersihan dan pembakaran sehingga lahan yang akan digunakan sebagai sawah atau kebun akan menjadi bersih dan siap untuk ditanami. Cara yang sangat mudah dan singkat, namun dampak yang ditimbulkan sangat merugikan. Tidak saja dapat menimbulkan kebakaran liar yang sangat merusak, tetapi juga emisi gas dan aerosol yang dikeluarkan juga menimbulkan masalah bagi lingkungan dan kesehatan. Tidak hanya sektor pertanian dan perkebunan, pembukaan lahan yang digunakan untuk perumahan dan pertambangan juga dapat menyebabkan terjadinya kebakaran liar.



Kabut asap yang menyelimuti kota Bukittinggi pada tanggal 19 Februari 2009 (metrotvnews.com)

Dampak yang sangat dirasakan ketika terjadi kebakaran liar adalah kabut asap. Kebakaran liar menyebabkan wilayah-wilayah di Indonesia, terutama Sumatera dan Kalimantan diselimuti kabut asap yang sangat tebal. Kabut asap ini menyebabkan menurunnya jarak pandang sehingga mengganggu aktivitas sehari-hari. Bandar udara di daerah yang diselimuti kabut asap seperti di kota Jambi, Pekanbaru, Pontianak, Palangkaraya, dan Banjarmasin harus menghentikan kegiatan penerbangan karena jarak pandang yang tidak memungkinkan bagi pesawat

terbang untuk melakukan *take-off* atau mendarat. Hal ini tentu saja merugikan banyak pihak, baik pengelola maupun pengguna jasa bandar udara. Data dari Dinas Perhubungan Provinsi Jambi pada periode Juli-September 2006 memperlihatkan adanya penurunan jumlah penumpang yang cukup signifikan.

Aktivitas Penerbangan Bandara Sultan Thaha (Juli-September 2006)

Variabel dan Satuan	Bulan		
	Juli	Agustus	September
Jumlah Penerbangan (tiba dan berangkat)	643	734	662
Penumpang (orang)	68106	67239	62938
Barang/kargo (kg)	298867	315046	325910

Sumber: Bandara Sultan Thaha, Dinas Perhubungan Provinsi Jambi (2006)

Akibat lain dari kabut asap adalah memburuknya kualitas udara yang menyebabkan udara yang dihirup menjadi berbahaya, terutama bagi orang yang rentan untuk terserang penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA). ISPA merupakan masalah kesehatan yang penting karena menyebabkan kematian bayi dan balita yang cukup tinggi, yaitu kira-kira 1 dari 4 kematian yang terjadi. Pemakaian masker pada episode kebakaran liar dan kabut asap kerap kali dilakukan untuk mencegah kemungkinan terburuk yang dapat terjadi. Bahkan, ketika kualitas udara mencapai kondisi terburuk, orang-orang sangat dianjurkan untuk tidak beraktivitas di luar ruangan.

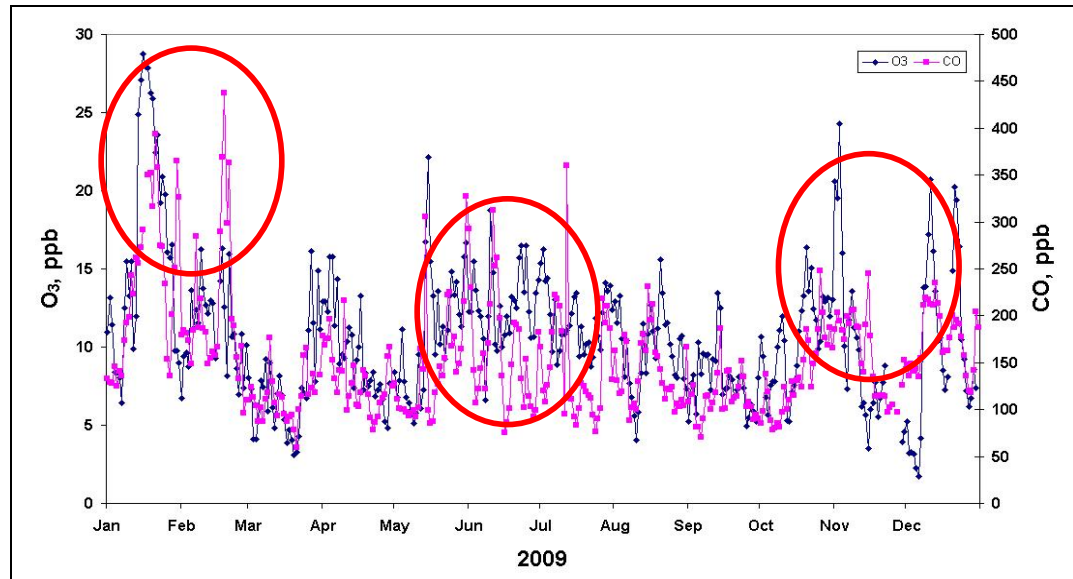


Pemakaian masker ketika kebakaran liar melanda (mediaindonesia.com)

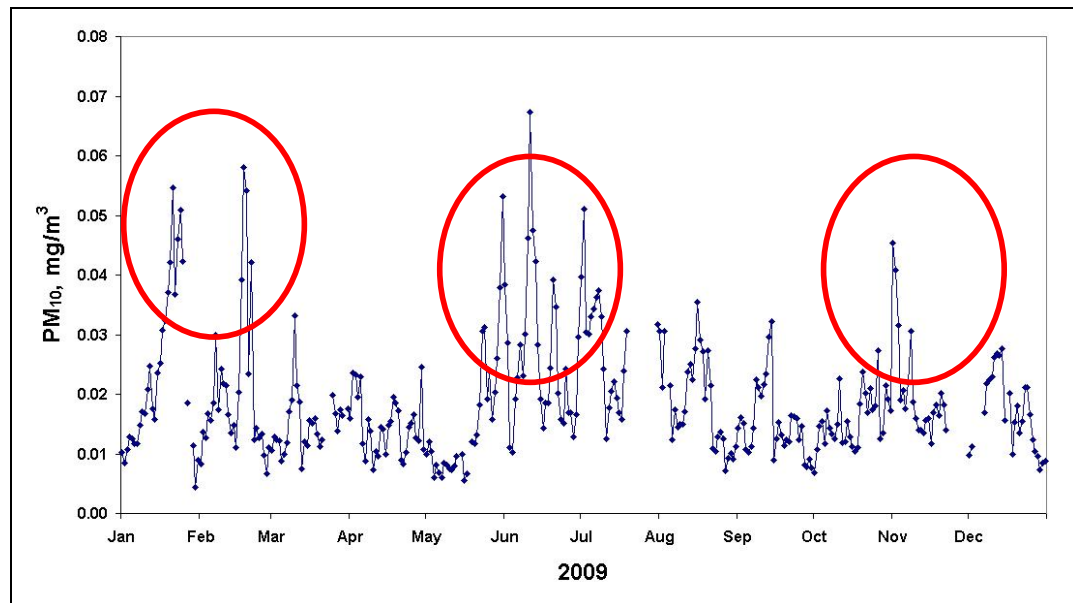
BAGAIMANA?

Menelaah paparan yang telah dijelaskan sebelumnya, masalah kebakaran liar yang melanda Indonesia sepertinya sangat sulit untuk dihindari. Beberapa faktor yang melatarbelakangi hal ini adalah fakta bahwa banyak tempat dan lokasi di Indonesia yang menjadi 'bahan bakar' bagi sumber energi panas. Kedua, budaya masyarakat yang masih menggunakan metode '*slash and burn*' untuk pembukaan lahan menyebabkan terjadinya kebakaran liar hampir di setiap periode awal musim tanam tidak dapat dihindarkan. Ketiga, masih belum ada regulasi yang cukup jelas dan tegas untuk menindak tegas pelaku atau kegiatan yang berpotensi menyebabkan terjadinya kebakaran liar.

Jika demikian, bagaimana kita dapat mengatasi masalah kebakaran liar ini? Sepertinya membebaskan Indonesia dari masalah kebakaran liar merupakan pekerjaan yang sangat sukar untuk dilakukan. Mungkin, hal yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan pengendalian terhadap daerah-daerah yang rawan terhadap kebakaran liar. Salah satu cara pengendalian tersebut adalah dengan melakukan pemantauan secara intensif. Pemantauan tersebut dilakukan dengan menggunakan parameter-parameter kualitas udara sebagai indikator terjadinya kebakaran liar. Gas-gas seperti karbon monoksida, sulfur dioksida, dan nitrogen dioksida merupakan senyawa yang umumnya diemisikan sebagai hasil pembakaran biomassa. Selain itu, dalam peristiwa kebakaran liar, sejumlah partikel juga ikut diemisikan ke atmosfer. Stasiun Pemantau Atmosfer Global (SPAG) Bukit Kototabang yang memiliki posisi di tengah-tengah Pulau Sumatera dapat memberikan gambaran bagaimana kondisi kebakaran liar dapat mempengaruhi kualitas udara yang terukur di daerah *background*.



(a)

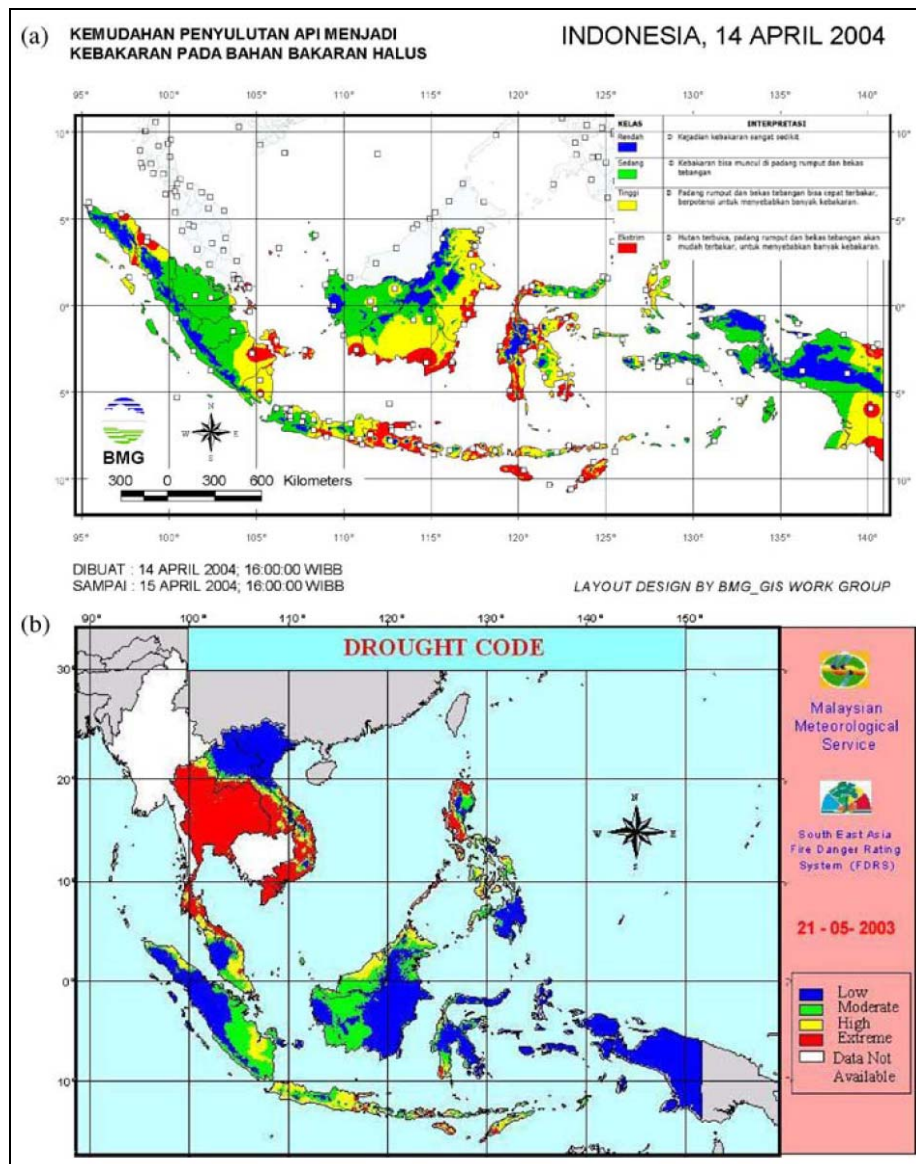


(b)

Tren konsentrasi ozon permukaan dan karbon monoksida (a) serta aerosol PM_{10} (b) di Stasiun Pemantau Atmosfer Global Bukit Kototabang pada tahun 2009. Lingkaran merah menandakan episode kebakaran liar dimana banyak titik api yang terdeteksi di sekitar Pulau Sumatera

Dari gambar tersebut terlihat ketika terjadi kebakaran liar di Pulau Sumatera, terjadi peningkatan konsentrasi ozon permukaan dan karbon monoksida. Dalam proses kebakaran liar, kedua gas ini terbentuk dan terbawa oleh aliran massa udara sehingga dapat terdeteksi di Bukit Kototabang. Pun demikian halnya yang terpantau dari pengukuran konsentrasi aerosol. Partikel-partikel berukuran kecil ($<10\text{ }\mu\text{m}$) sebagai hasil pembakaran terbawa oleh aliran massa udara dan bagian yang sampai ke daerah pemantauan Bukit Kototabang terdeposisi dan terukur. Pada episode dimana kebakaran liar banyak terjadi di sekitar Pulau Sumatera, konsentrasi aerosol PM_{10} juga mengalami peningkatan daripada keadaan normalnya.

Selain dengan melakukan pemantauan, deteksi terhadap kebakaran liar juga dapat dilakukan dengan pembuatan sistem peringatan dini (*early warning system*) yang dikenal dengan nama *Fire Danger Rating System* (FRDS). de Groot, et al. (2006) memberikan ulasan mengenai pentingnya FRDS sebagai sistem peringatan dini terhadap potensi kebakaran liar dan bahaya kabut asap. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) secara rutin memberikan tampilan berupa peta potensi kebakaran liar dalam situsny (<http://bmkg.go.id/kebakaranhutan.bmkg>). Dengan adanya peta ini, pihak yang ingin mengetahui data potensi maupun untuk keperluan peringatan dini dapat memperoleh informasi yang diperlukan.



Contoh produk keluaran FRDS yang dirintis oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (saat peta ini dibuat masih bernama Badan Meteorologi dan Geofiska) dan Malaysian Meteorological Service

Kebakaran liar merupakan bencana tahunan yang mau tidak mau harus selalu dihadapi oleh bangsa Indonesia. Untuk mengatasi - atau paling tidak mengurangi - dampak buruknya, diperlukan upaya semua pihak untuk dapat memberikan kontribusi yang dapat meminimalkan dampak buruk kebakaran liar ini. Pemerintah Republik Indonesia, telah menerbitkan PP No. 45 Tahun 2004 tentang Perlindungan Hutan, yang di dalamnya mengatur usaha untuk mencegah dan membatasi kerusakan hutan, kawasan hutan, dan hasil hutan, yang disebabkan oleh perbuatan manusia, ternak, kebakaran, daya-daya alam, hama dan penyakit, serta mempertahankan dan menjaga hak-hak negara, masyarakat dan perorangan atas hutan, kawasan hutan, hasil hutan, investasi serta perangkat yang berhubungan dengan pengelolaan hutan. Dengan adanya peraturan ini, ditambah dengan dengan peningkatan kesadaran masyarakat untuk menghindari ancaman kebakaran liar, maka diharapkan dampak buruk dari bencana ini dapat diminimalisir.

REFERENSI

de Groot, W.J., R.D. Field, M.A. Brady, O. Roswintiarti, M. Mohamad. 2006. **Development of the Indonesian and Malaysian Fire Danger Rating System**. *Mitig Adapt Strat Glob Change (2006) 12:165-180*.

Johnson, D. and M. Hansen. 2004. **Wildfire Series: Understanding Wildfire Behavior in Michigan**. Michigan State University Extension Buletin, Michigan, USA.

National Wildfire Coordinating Group. 2006. **NWCG Communicator's Guide for Wildland Fire Management: Fire Education, Prevention, and Mitigation Practices**. USA.

Tacconi, L. 2003. **Fires in Indonesia: Causes, Costs, and Policy Implications**. CIFOR Occasional Paper No. 38, Bogor, Indonesia.

<http://bi.go.id/NR/rdonlyres/59209518-A7CB-4A28-9A1B-F6B182BACA6F/9956/Boks1.pdf>.

http://en.wikipedia.org/wiki/1997_Southeast_Asian_haze.

<http://en.wikipedia.org/wiki/wildfires>.

KUNJUNGAN TIM BBIA (Balai Besar Industri Agro) KE STASIUN GAW BUKIT KOTOTABANG DALAM RANGKA PENYUSUNAN DOKUMEN JAMINAN MUTU ISO 17025:2005

Agusta Kurniawan

Stasiun Pemantau Atmosfer Global Bukit Kototabang
Sumatera Barat

Agusta6872@asiamail.com



Selama tiga hari dari 11 sampai 13 November 2009, Stasiun GAW Bukit Kototabang mendapat kunjungan dari tim BBIA (Balai Besar Industri Agro). Kunjungan ini masih merupakan rangkaian mendapatkan akreditasi ISO 17025:2005. Maksud dari Tim BBIA datang untuk membantu penyusunan dokumentasi berkaitan dengan jaminan mutu hasil pengukuran dan validasi metode. Tim BBIA dipimpin oleh Bu Ida Farida selaku konsultan utama dan dibantu oleh Pak Chaerul (mahir di bidang uncertainty/ketidakpastian), dan Bu Anik (menangani di laboratorium makanan di BBIA, di GAW membantu menangani dokumen).



Foto
Bu Ida Farida, disambut
oleh Pak Sugeng Nugroho
dan Pak Edison Kurniawan
di ruang tamu/lobby

Hari I

Tim dari BBIA sampai ke stasiun pukul 09.00 WIB, disambut oleh staf GAW Bukit Kototabang. Seluruh staf berkumpul di ruang rapat, pertama sambutan dari Kasi Datin dan pembukaan, dilanjut oleh Tim BBIA. Bu Ida Farida memaparkan kedatangannya ke Stasiun GAW Bukit Kototabang akan membantu tentang dokumen ISO 17025:2005, lebih spesifik tentang dokumen, validasi metode, uncertainty ke semua parameter. Ruang lingkup parameter yang akan diakreditasi awalnya adalah:

1. CO₂
2. CO
3. Radiasi Matahari
4. Ozon
5. pH Meter
6. Conductivity Meter
7. Aerosol PM10
8. Cuaca permukaan (suhu udara, tekanan, kelembaban, arah dan kec angin)/MAWS

Menurut Bu Ida Farida, sebelum mengirimkan dokumen ke Komite Akreditasi Nasional (KAN) harus menyertakan tiga persyaratan, yaitu: Jaminan mutu hasil pengujian/pengukuran yang direncanakan dilaksanakan selama 3 hari tersebut (11-13 Nov 2009), dibutuhkan data: presisi, akurasi dan uncertainty; kedua, Audit Internal yang terlaksana pada Februari 2010 dilaksanakan tim dari Pusat Rekayasa, Instrumentasi dan kalibrasi BMKG; dan yang terakhir adalah Kaji Ulang Manajemen.

Selama tiga hari kunjungan ini (11 sampai 13 November 2009) Bu Ida Farida menargetkan tersedianya data jaminan mutu hasil pengujian untuk semua parameter yang akan diakreditasi dan lengkapnya Dokumentasi Sistem Manajemen (Daftar Induk).

Setelah itu dilanjutkan dengan penjelasan Pak Chaerul mengenai jaminan mutu hasil pengukuran : presisi, akurasi, ketidakpastian dan metode validasi.



Penjelasan Pak Sugeng Nugroho mengenai data-data yang dihasilkan oleh Stasiun GAW Bukit Kototabang



Diskusi mengenai NO, NO₂, NO_x analyzer di ruang laboratorium.

Pada siang hari, setelah melihat hasil pengukuran radiasi matahari, Pak Chaerul menyarankan format jaminan mutu hasil pengujian/pengukuran sebagai berikut:

Logo/cover
Jaminan Mutu Hasil Pengujian/Pengukuran
 misal: **RADIASI MATAHARI**

1. Pendahuluan

2. Hasil Pengamatan

- Data-data Akurasi
(student's S test -> uji T)
- Data-data Presisi
(uji F)
- Data-data Uncertainty V gab=
V expanded = 1,96x v gab

3. Kesimpulan

Sedangkan untuk penentuan akurasi, presisi dan uncertainty, Pak Chaerul menambahkan ada 2 teknik yang digunakan yaitu teknik komparasi dan teknik kalibrator. Kendaraan dan mobil dinas akhirnya pulang sekitar jam 16.30 untuk menghindari hujan dan longson.

Hari II

Hari kedua, semua staf sudah memulai melakukan perhitungan yang diperlukan untuk jaminan mutu, dan bagi urusan kelengkapan dokumen diserahkan kepada Pak Sugeng Nugroho dan Bu Anik.



Bu Anik memeriksa seluruh Daftar Induk Dokumen ISO 17025:2005 Laboratorium Pengujian SPAG Bukit Kototabang



Diskusi mengenai penentuan jaminan mutu pengukuran ozon permukaan, akurasi, presisi dan ketidakpastian.



Perulangan pengukuran pH dan konduktivitas sampel air hujan untuk mendapatkan nilai presisi, akurasi dan ketidakpastian.



Diskusi mengenai penentuan jaminan mutu pengukuran akurasi, presisi dan ketidakpastian cuaca permukaan (MAWS).

Berikut ini adalah beberapa parameter hasil validasi metode dan perhitungan ketidakpastian:

Parameter	Keterangan
PH	pH dikalibrasi dengan larutan buffer pH 4 dan 7, setelah memenuhi kalibrasi, sebagai sampel hujan yang mempunyai pH tetap dan pasti, digunakan buffer pH 4.01 pada 20 °C, pada 25 °C menjadi 4.02 diulang sebanyak 10 kali, akurasi diukur dengan uji t, presisi diukur dengan uji horwitz, dan uncertainty/ketidakpastian diukur dengan metode statistik
KONDUKTIVITAS (DAYA HANTAR LISTRIK)	Kalibrasi internal konduktivitas meter menggunakan larutan KCl 0.01 M, setelah memenuhi hasil kalibrasi, sebagai sampel air hujan digunakan larutan KCl 0.0001 M sebagai larutan kontrol dengan daya hantar listrik 14.9 mikro siemen/cm, ulangi sebanyak 10 kali, akurasi diukur dengan uji t diterima jika $T_{hitung} < t_{tabel}$, presisi diukur dengan uji horwitz diterima bila $\% RSD \leq 2/3 CV$ Horwitz, dan uncertainty/ketidakpastian diukur dengan metode statistik.
RADIASI MATAHARI	Radiasi matahari juga sudah dibuat dokumentasi jaminan mutunya oleh Pak Edison Kurniawan, namun masih dikoreksi editorialnya oleh Bu Ida Farida, koreksinya masalah pemakaian bahasa agar jangan terlalu teknis.
CO (KARBONMONOKSIDA)	Data akurasi dan presisi pengukuran karbonmonoksida, diambil data automatic span dari 29 Okt 2009 sampai 10 Nov 2009, ternyata ada 295 data, setelah digunakan uji presisi $\%RSD = 2\%$ dan akurasi hit < t tabel, tidak berhasil dipenuhi standar. Akhirnya dengan pertimbangan kemudahan rawdata dikurangi sehingga bisa dimasukkan ke akurasi dan presisi.
(O ₃) OZON	Data akurasi, presisi dan ketidakpastian pengukuran ozon permukaan memakai nilai uncertainty hasil audit data terakhir dari EMPA, karena hasilnya sudah spesifik untuk TEI49C.
AEROSOL PM 10	Aerosol PM 10 tidak dilakukan pembuatan dokumen Jaminan mutu dan kemungkinan besar akan dihilangkan dari parameter ruang lingkup, karena pertama metode validasi dari World Meteorology Organization (WMO) belum baku, kedua susah mencari tempat kalibrasi di Indonesia, dan ketiga beberapa tempat yang mengoperasikan pengukuran aerosol PM10-BAM 1020 juga belum dikalibrasi
CO ₂ (KARBONDIOKSIDA)	Pengukuran Karbondioksida (CO ₂) masih terkendala oleh sistem kalibrasi yang baru terpasang, sehingga diperlukan waktu yang panjang untuk dapat menentukan nilai ketidakpastian.
CUACA PERMUKAAN (MAWS)	diwakili suhu, tekanan, arah dan kecepatan angin belum juga karena tidak ada data yang divalidasi, perhitungan presisi, akurasi dan ketidakpastian belum bisa dilakukan karena belum ada data pembandingan dan belum dikalibrasi.

Hari III

Hari terakhir ini hanya melanjutkan, hari sebelumnya menyelesaikan pembuatan dokumentasi jaminan mutu (akurasi, presisi dan ketidakpastian).

KUNJUNGAN PESERTA SIMPOSIUM INTERNASIONAL (Rombongan Kepala Balai BMKG Wilayah I-Medan) MENGENAI TSUNAMI (*Tsunami Drill*) DI BUKITTINGGI KE STASIUN GAW BUKIT KOTOTABANG

Agusta Kurniawan
Stasiun Pemantau Atmosfer Global Bukit Kototabang
Sumatera Barat
Agusta6872@asiainmail.com



Selesai 17 November 2009, stasiun GAW Bukit Kototabang mendapat kunjungan dari peserta Simposium Internasional mengenai Tsunami di Bukittinggi. Rombongan terdiri dari Kepala Balai BMKG Wilayah I Medan (Bapak Herry Suroso), Kepala Balai BMKG Wilayah II Ciputat (Bapak I Wayan Suardana), Kepala Tata Usaha Puslitbang BMKG (Bapak Guswanto), Kepala Stasiun Geofisika Kupang BMKG (Bapak Hariyanto), Kepala Bidang Litbang Geofisika BMKG (Bapak Suharyani).



Foto bersama di
depan kantor GAW
Bukit Kototabang

Setelah masa rehat acara Simposium Internasional mengenai Tsunami di Hotel The Hill Bukittinggi, rombongan melakukan kunjungan singkat ke Stasiun GAW Bukit Kototabang. Rombongan sampai di Stasiun pukul 14.00 WIB dan disambut oleh pegawai Stasiun GAW Bukit Kototabang.

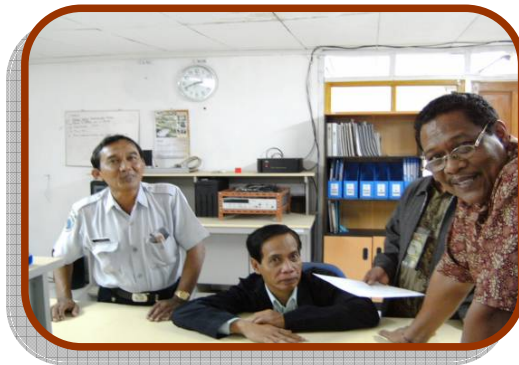
Acara kunjungan berlangsung singkat dan hanya satu hari saja, dimulai dengan melihat lobby dan pajangan, melihat laboratorium I, laboratorium II-Jepang, ruangan radiasi matahari, melihat inlet dan sensor di dak atas, dilanjutkan diskusi dan temu muka.



Pak Sugeng Nugroho menjelaskan websites
stasiun GAW Bukit Kototabang di ruang
lobby



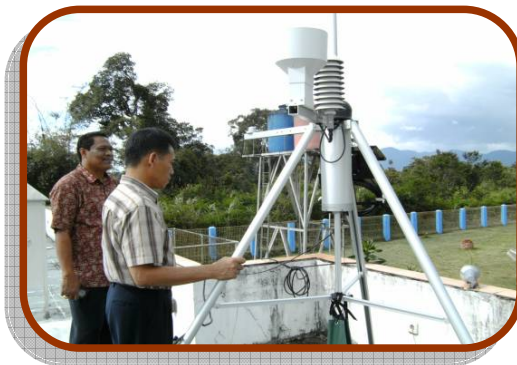
Pak Sugeng Nugroho menerangkan karya
tulisan staf Stasiun GAW Bukit Kototabang
berupa buletin dan majalah



Diskusi dengan Ka BBMG Wilayah II di ruang Laboratorium I



Penjelasan mengenai CO₂ analyzer di ruang Laboratorium I



Ka BBMG Wilayah I dan Ka BBMG Wilayah II di dek atas, sedang mengamati MAWS Vaisala



Ka BBMG Wilayah I mendapat penjelasan mengenai *Eppley Pyrheliometer equipped with Smart Tracker* (Alat pengukur radiasi matahari langsung)



Diskusi dan tatap muka di ruangan Kepala Stasiun GAW Bukit Kototabang



Setelah selesai melihat dan meninjau Laboratorium, Dek atas, dilanjutkan dengan diskusi dan tatap muka di ruangan kepala Stasiun. Acara perkenalan mengawali diskusi itu, dimulai dari Kepala Balai I Bapak Herry Suroso seterusnya sampai dengan seluruh pegawai Stasiun GAW Bukit Kototabang. Selain temu muka, para pejabat-pejabat juga mendengarkan keluhan kesah pegawai Stasiun GAW Bukit Kototabang, diantaranya: kendaraan dinas yang tidak mencukupi, jika ada tulisan/proposal penelitian dikirimkan kemana. Acara berlangsung dengan ramah tamah dan menyenangkan.

Rombongan akhirnya meninggalkan Stasiun GAW Bukit Kototabang pukul 17.00 WIB, dan kembali ke hotel The Hill di Bukittinggi.

KUNJUNGAN DARI STAF BMKG PUSAT BUDI SUHARDI (KJK BMKG) DAN ACHMAD SASMITO (KLM BMKG) KE STASIUN GAW BUKIT KOTOTABANG

2 Desember 2009

Agusta Kurniawan
Stasiun Pemantau Atmosfer Global Bukit Kototabang
Sumatera Barat
Agusta6872@asiamail.com



Foto
Pak Budi Suhardi dan Pak Achmad Sasmito
melihat karya-karya staf GAW Bukit

Rabu, 2 Desember 2009, Stasiun GAW Bukit Kototabang mendapat kunjungan dari Pak Budi Suhardi dan Pak Achmad Sasmito. Perlu diketahui bersama, sebelum dimutasi ke BMKG Pusat, Pak Budi Suhardi pernah menjadi koordinator di Stasiun GAW Bukit Kototabang. Maksud kedatangan staf BMKG pusat ke stasiun ini adalah untuk mendapatkan data pengukuran radiasi matahari, data cuaca permukaan, serta melihat pengukuran yang dilakukan di stasiun GAW Bukit Kototabang.

Selama di Bukittinggi ternyata kedua staf tersebut juga mempunyai keperluan lain yaitu menghadiri resepsi pernikahan Abe dan Welly (keduanya staf BMKG Pusat).

Kedua staf itu sampai di Stasiun GAW Bukit kototabang sekitar pukul 09:15 diantar oleh Pak Joharman (Kepala Tata Usaha Stasiun Geofisika Padang Panjang)



Pak A. Sasmito sempat memberikan diskusi mengenai radiasi matahari, lamanya penyinaran matahari, dan berbagai penelitiannya.



Setelah pukul 11.00 WIB, rombongan bertiga meninggalkan stasiun GAW Bukit Kototabang menuju ke resepsi pernikahan Abe dan Willy.

KUNJUNGAN KEPALA PUSAT PERUBAHAN IKLIM DAN KUALITAS UDARA (KaPus PIKU) BMKG (Dr EDVIN ALDRIAN) KE STASIUN GAW BUKIT KOTOTABANG

29 Januari 2010

Agusta Kurniawan
Stasiun Pemantau Atmosfer Global Bukit Kototabang
Sumatera Barat
Agusta6872@asiamail.com



Foto

Kapus PIKU BMKG Pak Edwin A. (tengah),
Kepala Stasiun GAW Pak. Herizal (kanan),
Kepala Bidang di bawah PIKU- Pak Mangasa
Naibaho (kiri) di laboratorium

Jumat, 29 Januari 2010, Kepala Pusat Perubahan Iklim dan Kualitas Udara mengunjungi Stasiun GAW Bukit Kototabang. kunjungan ini merupakan kunjungan yang pertama ke Stasiun GAW Bukit Kototabang dan merupakan kunjungan yang kesekian kalinya ke LAPAN Bukit Kototabang (kantor LAPAN yang berdekatan dengan Stasiun GAW) sewaktu masih berdinasi di BPPT, papar Pak Kapus.

Kapus tidak sendirian, beliau disertai oleh tim dari BMKG Pusat, antara lain: Pak Mangasa Naibaho (Kepala Bidang di bawah Kapus PIKU), dan dua orang staf antara lain Pak Dedi Suchayono dan Ibu Anyah.

Maksud kedatangan Kapus PIKU ke stasiun GAW terutama adalah untuk mensosialisasikan adanya Kepala Pusat Perubahan Iklim dan Kualitas Udara dalam struktur baru BMKG, serta mencatat kekurangan dan kebutuhan-kebutuhan stasiun GAW Bukit Kototabang.



Foto

Pak Herizal menjelaskan karya-karya staf GAW Bukit Kototabang berupa Buletin, Majalah dan data di poster.



Foto

Diskusi bersama di ruang kepala



Foto

Kapus melihat dek atas Stasiun GAW Bukit Kototabang

Sehabis sholat jumat, kira-kira pukul 14.30 rombongan kapus meninggalkan stasiun dan menuju ke hotel.

**KUNJUNGAN KEPALA PUSAT AGROKLIMAT, MARITIM BMKG
(Dra Nurhayati, M.Sc)
KE STASIUN GAW BUKIT KOTOTABANG
6 Februari 2010**

Agusta Kurniawan
Stasiun Pemantau Atmosfer Global Bukit Kototabang
Sumatera Barat
Agusta6872@asiamail.com



Foto

Tanya jawab mengenai instrumen baru di stasiun GAW Bukit Kototabang. Bu Nurhayati-Kapus (tengah), Pak Herizal –Kepala UPT (kanan), Pak Alberth C. N. (kiri)

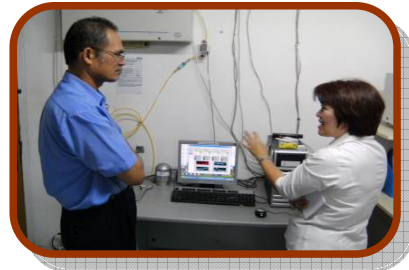
Kepala Pusat Agroklimat, Maritim BMKG berkenan mengunjungi Stasiun GAW Bukit Kototabang. Bu Nur merupakan panggilan akrab dari Ibu Dra Nurhayati M.Sc dan sebelumnya merupakan kontak person stasiun GAW Bukit Kototabang di mata internasional. Sabtu itu 6 Februari 2010, Kunjungan Bu Nur ini ditemani oleh Bu Tata (seorang rekanan BMKG).

Walaupun kunjungannya tergolong relatif singkat, namun Bu Nur dapat berdiskusi dengan staf dan kepala stasiun mengenai permasalahan dan kebutuhan-kebutuhan stasiun GAW Bukit Kototabang.



Foto

Bu Nurhayati dan Bu Tata memperhatikan poster, majalah dan buletin, karya-karya staf GAW Bukit Kototabang di lobby depan



Foto

Diskusi mengenai permasalahan jaringan komunikasi/pengiriman data



Foto

Diskusi mengenai materi yang ada dalam buletin Megasains

Kurang lebih setelah pukul 13.30, Bu Nur dan Bu Tata meninggalkan Stasiun GAW Bukit Kototabang.

AUDIT INTERNAL ISO 17025:2005 LABORATORIUM PENGUJIAN SPAG BUKIT KOTOTABANG OLEH TIM PUSINKAL BMKG PUSAT

11-13 Februari 2010

Agusta Kurniawan
Stasiun Pemantau Atmosfer Global Bukit Kototabang
Sumatera Barat
Agusta6872@asiamail.com



Salah satu persyaratan untuk mengajukan dokumen akreditasi ISO 17025:2005, adalah telah melakukan audit internal. Audit internal ini merupakan rangkaian kegiatan untuk mendapatkan akreditasi ISO 17025:2005, dimulai dari training, pembuatan dokumen, jaminan mutu dan validasi metode, audit internal, kaji ulang manajemen, tindakan perbaikan/pencegahan, penyerahan dokumen ke KAN, proses assesor datang, dan seterusnya.



Foto

Diskusi mengenai permasalahan yang ada di
Laboratorium Pengujian SPAG Bukit
Kototabang

Secara Umum proses Audit internal berlangsung selama tiga hari dari Rabu 11 Februari 2010, sampai dengan Jumat 13 Februari 2010. Hari pertama dan kedua adalah proses audit (tanya jawab antara auditor dengan audity), sedangkan hari ketiga adalah pengumuman hasil temuan oleh auditor. Tim Audit Internal bagi Laboratorium Pengujian Stasiun Pemantau Atmosfer Global Bukit Kototabang, berasal dari Tim Pusat Rekayasa, Kalibrasi dan Instrumen BMKG Pusat. Tim itu terdiri dari dua orang, yaitu Bu Tuti Mulyani HW, BSc. dan Pak Drs. Damianus Tri Heryanto.

Audit internal berlaku bagi semua staf dan karyawan Stasiun GAW Bukit Kototabang, dari Manajer Puncak (Kepala Stasiun), Manajer Mutu (Kepala Seksi Data dan Informasi, Manajer Teknis (Kepala Seksi Observasi), Manajer Administrasi (Kasubag Tata Usaha), Penyelia, dan Analis. Untuk mempermudah proses audit internal, maka kami dibagi menjadi dua hal besar, yaitu audit bagian manajemen/administrasi yang dipandu oleh Pak Damianus dan audit bagian teknis/operasional yang dipandu oleh Bu Tutik MHW.



Foto

Bu Tuti MHW mengaudit bagian teknis di
laboratorium kimia basah



Foto

Pak Damianus sedang mengaudit
masalah manajemen dan
administrasi kepada Manajer
Administrasi



Foto
Pengecekan kelengkapan dokumen CO₂
analyzer (PICARRO G1301)



Foto
Pengecekan kelengkapan dokumen O₃
analyzer (TEI 49C)

Parameter ruang lingkup pada audit internal ini ada 6 yaitu radiasi matahari (instrumen: pyranometer dan pyrhelimeter dari Eppley), pH (instrumen: pH meter Inolab pH 1), conductivity (instrumen: Conductivity meter Inolab Cond 1), Ozon (instrumen: TEI 49C), Karbonmonoksida (instrumen: HORIBA Apma 360), dan cuaca permukaan (MAWS Vaisala).

Hari Jumat 13 Februari 2010 merupakan hari terakhir audit internal, di Guest House Stasiun GAW Bukit Kototabang-Pasadama dibacakan ringkasan hasil audit internal. Ternyata ada 29 temuan terdiri dari 13 Laporan Ketidak Sesuaian (13 LKS) dan 16 hasil Observasi (16 Obs). Akhirnya setelah kurang lebih pukul 11.00, Tim Audit Internal meninggalkan Guest House Stasiun GAW Bukit Kototabang-Pasadama, menuju ke Bandara BIM-Padang.

STASIUN GAW BUKIT KOTOTABANG SEBAGAI TEMPAT KUNJUNGAN ILMIAH DAN LOKASI PENELITIAN

Agusta Kurniawan
Stasiun Pemantau Atmosfer Global Bukit Kototabang
Sumatera Barat
Agusta6872@asiamail.com



Stasiun GAW Bukit Kototabang menjadi salah satu lokasi tempat kunjungan ilmiah dan lokasi penelitian. Buktinya selama tahun 2010 ini saja sampai bulan Februari ini Stasiun GAW Bukit Kototabang telah mendapat kunjungan dari berbagai tempat dan instansi.

• Kunjungan Ilmiah

Minggu 7 Februari 2010, sekitar pukul 14:00 Stasiun GAW Bukit Kototabang mendapat kunjungan dari Pramuka SMA Negeri 1 Palupuh, Kabupaten Agam, Sumatra Barat. Kunjungan itu bersifat mendadak, rombongan pramuka tersebut terdiri dari 12 orang, 3 orang guru dan 9 orang murid. Murid yang ikut adalah murid kelas 1 dan kelas 2. Maksud semula kedatangannya yaitu ingin belajar lebih mendalam tentang alam dan mempraktekkan ilmu-ilmu kepramukaan yang telah dipelajari.

Selama di stasiun GAW Bukit Kototabang, rombongan mendapat sambutan ramah dari Agusta Kurniawan (staf stasiun GAW Bukit Kototabang) dan ditemani Ibrahim selaku penjaga malam. Selama kurang lebih 2 jam terjadi diskusi mengenai peralatan dan fungsinya, gas rumah kaca, hujan asam, dan lain-lain.



Rombongan SMA Negeri 1 Palupuh

Setelah itu, akhirnya rombongan pramuka melanjutkan kunjungan ke LAPAN Bukit Kototabang.

• Lokasi Penelitian

Dari dalam negeri sendiri, Stasiun GAW Bukit Kototabang mendapat kepercayaan sebagai tempat penelitian ilmiah bagi mahasiswa yang sedang melaksanakan Tugas Akhir. Ada dua kelompok mahasiswa, pada bulan Februari 2010 akan mengadakan penelitian Tugas Akhir di Stasiun GAW Bukit Kototabang. dari Universitas Riau dan dari Universitas Andalas.

Mahasiswa dari Universitas Riau ada tiga orang, yaitu: M. Aziz, Sri Purwanti dan Diana. Ketiga mahasiswa UnRi ini rencananya akan dibimbing oleh Pak Edison Kurniawan. Tema yang diajukan dan rencananya akan menjadi topik penelitian adalah Gas Karbondioksida (CO_2), instrumen yang digunakan untuk mengukur (PICARRO G1301), pergerakan angin vertikal dan angin horisontal.



Pak Edison Kurniawan (kanan) sedang memberikan penjelasan kepada Mahasiswa UNRI tentang hubungan temperatur dengan kadar CO₂ di atmosfer

Sedangkan dua mahasiswa Universitas Andalas yang mengadakan penelitian di Stasiun GAW Bukit Kototabang lebih banyak tertarik tentang aerosol. Kedua mahasiswa UNAND tersebut banyak dibantu oleh Pak Albert Christian Nahas.



Pak Alberth Christian Nahas (kiri) sedang memberikan penjelasan kepada Mahasiswa UNAND tentang hubungan faktor meteorologi dengan aerosol.

Selain mendapat penjelasan mengenai tema materi Tugas Akhir masing-masing, mahasiswa dari UNAND dan UNRI juga mendapat penjelasan lain mengenai peralatan, kegiatan di stasiun GAW Bukit Kototabang.



Paparan dan penjelasan mengenai Air Kit Flash Sampling (gambar kiri), Mobile Automatic Weather Station (MAWS) Vaisala (gambar kanan).



Paparan dan penjelasan mengenai CO₂ Analyser (PICARRO G1301)

Selain mendapat kunjungan dari peneliti dalam negeri, Stasiun GAW Bukit Kototabang juga mendapat kunjungan dari peneliti luar negeri.

PEMASANGAN INSTRUMENT GPS OLEH PENELITI GEOTEKNOLOGI LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia)-NTU (Nanyang Technology University) DI STASIUN GAW BUKIT KOTOTABANG

19 Februari 2010

Agusta Kurniawan
Stasiun Pemantau Atmosfer Global Bukit Kototabang
Sumatera Barat
Agusta6872@asiamail.com



Stasiun GAW Bukit Kototabang menjalin kerjasama dengan peneliti LIPI dan peneliti dari NTU (Singapura) sebagai tempat penempatan alat GPS. Survey lokasi mengenai kesuaian lokasi dilakukan oleh peneliti Singapura pada 15 Desember 2009.



Salah satu fungsi GPS adalah untuk mengetahui kandungan uap air di atmosfer. Data-data di stasiun GAW Bukit Kototabang dapat mewakili daerah di ekuator. Ada beberapa permasalahan yang mengemuka antara lain perijinan dari BMKG pusat, power/ sumber tenaga untuk mengoperasikan alat dan jaringan komunikasi pengiriman data.

Foto dari kiri ke kanan
Asep firman Ilahi (Kasi Observasi), Peneliti
NTU Singapura, Peneliti Geoteknologi LIPI,
Sugeng Nugroho (Kasi Data dan Informasi)

Foto
Peneliti NTU Singapura sedang
memperhatikan komunikasi data antar
instrumen menggunakan komputer
GAWDAQ, dan teknik pengiriman data
melalui jaringan internet dengan protocol
FTP ke komputer EMPA.



Foto
Peneliti NTU Singapura memperhatikan
kondisi lingkungan sekitar Stasiun GAW
Bukit Kototabang.

Setelah mendapatkan ijin untuk memasang alat di stasiun GAW Bukit Kototabang, akhirnya pada tanggal 11 Februari 2010, pemasangan alat GPS dilakukan.



Foto
Pemasangan alat GPS oleh peneliti dari
Geoteknologi LIPI dan peneliti dari Nanyang
Technology University (Singapura)



Foto
Instalasi komunikasi GPS, menggunakan jaringan
GPRS.

Untuk mengatasi masalah transfer data dari stasiun GAW Bukit Kototabang ke server, peneliti tersebut menggunakan jaringan GPRS, dan sebagai sumber tenaga listrik digunakan panel surya.

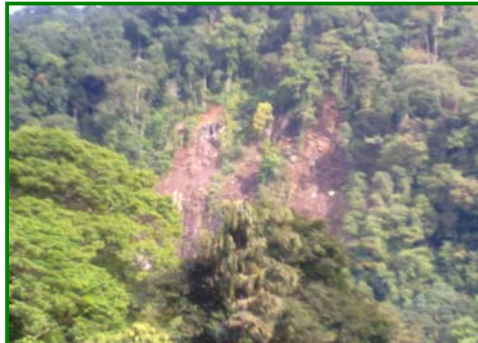
WASPADAI BAHAYA LONGSOR DI SUMATERA BARAT

Oleh Tim GAW Bukit Kototabang

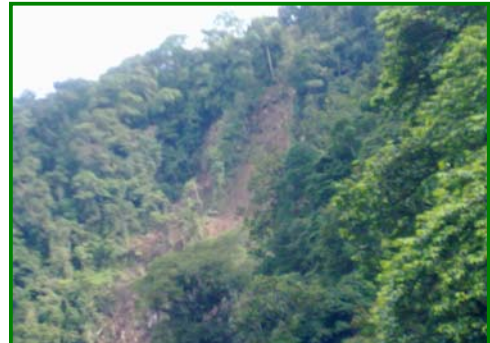
Peristiwa longsor (*landslide*) di Sumatera Barat hampir menjadi kejadian rutin. Peristiwa longsor tersebut dipicu oleh beberapa kejadian, antara lain: intensitas hujan tinggi di atas rata-rata dan pasca gempa bumi.

Salah satu wilayah rawan longsor (*landslide*) pasca gempa bumi tgl 30 September 2009 di Sumatera Barat berada di titik-titik sepanjang Jalan Raya Padang-Bukit Tinggi antara Silaing-Kayutanam. Jalan Raya Padang-Bukit Tinggi, selain merupakan akses utama Kota Padang ke Bukit Tinggi juga merupakan jalan ke kota-kota lain di Sumatera Barat, seperti Padang Panjang, Payakumbuh, Batusangkar, Lubuk Sikaping dan daerah lain di Sumatera Barat.

Posisi di Malibao Anai (Jalan Lintas Bukittinggi-Padang)



Singkapan Batuan 1



Singkapan Batuan 2



Batu Longsor

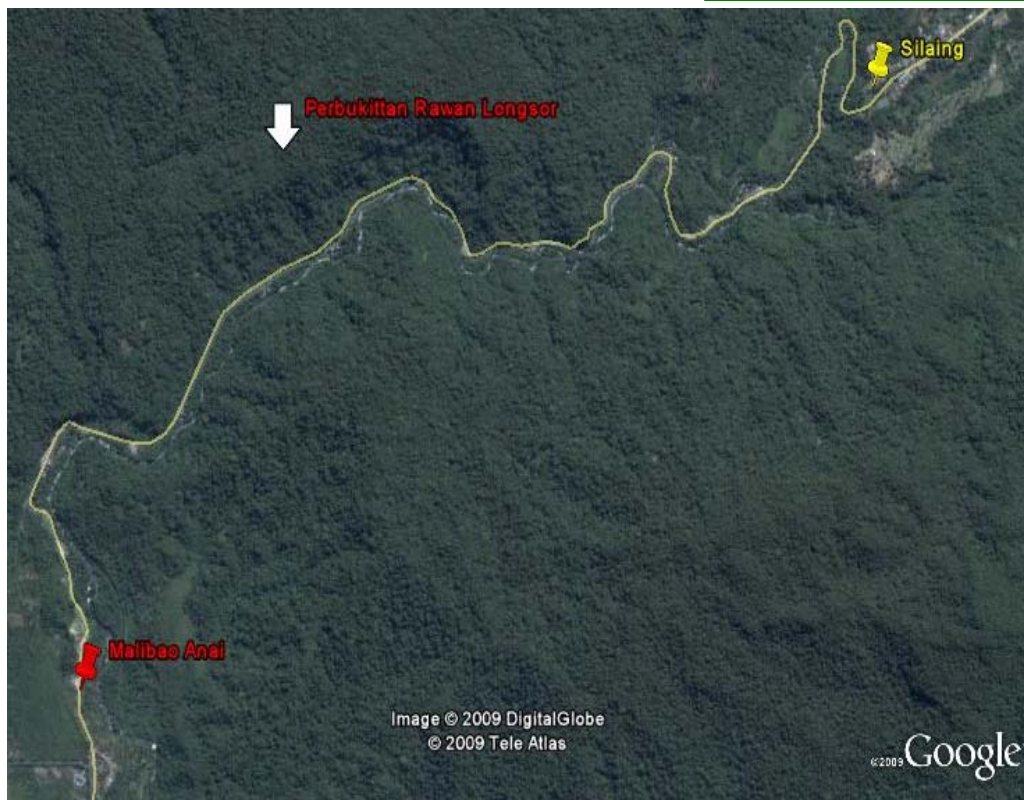


Mobil Tertimpa Longsor

Foto: Darmadi Stasiun GAW Bukit Kototabang

Kemungkinan terjadinya longsor di wilayah tersebut karena:

1. Pasca gempa, struktur tanah dan batuan di perbukitan sepanjang jalan Silaing-Kayutanam labil
2. Secara visual dapat dilihat terjadinya singkapan terhadap perbukitan tersebut sehingga tidak ada lagi pepohonan yang dapat menahan batuan dan tanah di perbukitan tersebut
3. Masih tingginya peluang terjadinya cuaca ekstrem di wilayah tersebut, terutama curah hujan dengan intensitas tinggi yang disertai angin kencang.



Sumber: Google Earth

Sedangkan Longsor juga terjadi saat intensitas hujan tinggi: akhir bulan Januari 2010, jalur Bukittinggi-Medan sempat terputus, karena beberapa titik terjadi longsor. Setelah hujan lebat sebelumnya, tanah-tanah dan lereng menjadi jenuh oleh air, beberapa tempat akhirnya tidak stabil dan longsor.

Peristiwa longsor karena intensitas curah hujan tinggi ternyata terjadi lagi pada akhir bulan Maret 2010, beberapa titik di jalur Padang-Bukittinggi sempat putus karena longsor. Jalur dari Padang ke Bukittinggi dilewatkan arah Padang-Solok-Padang Panjang-Bukittinggi. Akibatnya waktu yang ditempuh dari Padang Bukittinggi seharusnya ditempuh 2 sampai 3 jam menjadi 5 - 6 jam perjalanan.

Oleh karena itu bagi pengendara kendaraan yang melewati daerah rawan longsor atau penduduk di sekitar daerah rawan longsor agar hati-hati terutama saat intensitas curah hujan tinggi.