



Deposisi Asam



Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, Indonesia
bekerjasama dengan
Acid Deposition and Oxidant Research Center, Japan



Depositi Asam

Tim Penyusun :

Penanggung Jawab : Ina Binari Pranoto

Anggota : Kusmulyani
Dr. RTM Sutamihardja
Djurit Teguh Prakoso
Nurhayati
Sri Kaloka
Tuty Budiwaty
Mulyadi Moelyo
Jaumil Achyar
Aisyah
Sulaeman

Reviewer : Prof. Dr. Daniel Murdiyarso
Dr. Takatoshi Hiraki

Desain dan Grafis : Deli Herdian
Didukung oleh
Pensil Graphic Design & Advertising

Diterbitkan oleh : Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup

© Copyright 2001
Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup

ISBN 979-8362-36-5

Deposisi Asam

Diterbitkan oleh :
Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup,
2001



KATA PENGANTAR

Isu lingkungan global memiliki beberapa aspek, baik yang berjangka pendek, menengah maupun panjang. Isu-isu tersebut menjadi global karena dapat melintasi tapal batas negara (*transboundary*), sehingga menimbulkan permasalahan yang pemecahannya tidak sederhana.

Deposisi asam baik yang bersifat kering maupun basah adalah salah satu bentuk polusi lintas batas yang memerlukan penanganan global yang melibatkan banyak negara yang memiliki kondisi sosial ekonomi dan tingkat kesadaran lingkungan yang berbeda. Oleh karena itu pembentukan suatu jaringan (*network*) sangat penting artinya sehingga informasi dan pengalaman dapat dipertukarkan untuk mengembangkan kapasitas negara-negara lain. *East Asia Network for Acid Deposition Monitoring* yang diprakarsai oleh Pemerintah Jepang melalui *Acid Deposition and Oxidant Research Center (ADORC)* adalah salah satu bentuk kerjasama tersebut. Jaringan ini diikuti oleh sepuluh negara di Asia Timur dengan tujuan: Menyamakan persepsi tentang masalah deposisi asam di Asia Timur, memberikan masukan kepada pengambil keputusan di tingkat daerah, nasional maupun regional dalam mencegah terjadinya dampak deposisi asam terhadap lingkungan, dan menjalin kerjasama diantara negara anggota jaringan dalam menangani dampak deposisi asam.

Brosur diterbitkan dalam rangka memberikan informasi kepada masyarakat agar mengetahui penyebab dan dampak dari terjadinya deposisi asam, sehingga dapat menimbulkan kesadaran di kalangan masyarakat akan bahaya deposisi asam dan dapat diambil langkah-langkah untuk dapat mengurangi dampaknya. Melalui proses ini pemerintah sedang menyiapkan kebijakan-kebijakan strategis yang terkait sumber pencemaran dan teknologi yang digunakan.

Kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan brosur ini disampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya dan kepada ADORC yang mendukung penerbitannya disampaikan terima kasih.

Harapan kami kiranya dokumen kecil ini dapat bermanfaat.

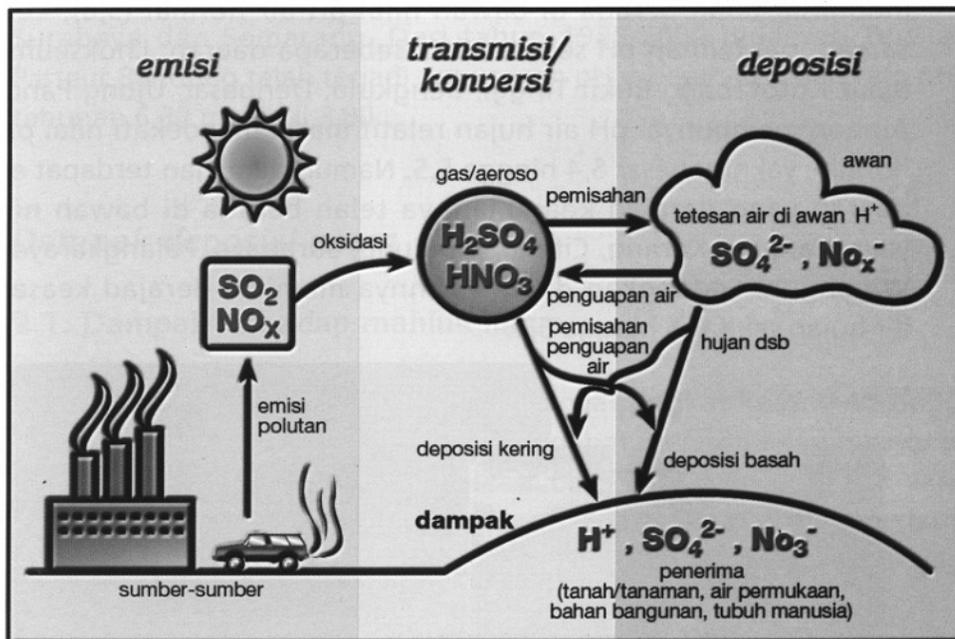
Prof. Dr. Daniel Murdiyarso
Deputi Menteri Negara Lingkungan Hidup
Bidang Kebijakan Pengelolaan Lingkungan Hidup

Daftar Isi

<i>Daftar Isi</i>	1
1. <i>Apakah deposisi asam itu?</i>	3
2. <i>Dampak deposisi asam</i>	5
2.1. <i>Dampak terhadap makhluk hidup</i>	5
2.2. <i>Dampak terhadap vegetasi</i>	7
2.3. <i>Dampak terhadap struktur bangunan</i>	7
3. <i>Konsumsi energi dan deposisi asam</i>	8
4. <i>Potensi daerah deposisi sulfur total di Indonesia</i>	10
5. <i>Pemakaian sumberdaya alam dan deposisi asam</i>	10
6. <i>Mengubah gaya hidup untuk mengurangi masalah deposisi asam</i>	11
7. <i>Jaringan informasi deposisi asam di Asia Timur (East Asia Network on Acid Deposition - EANET)</i>	11
8. <i>Kegiatan pengukuran pH air hujan di Indonesia</i>	13

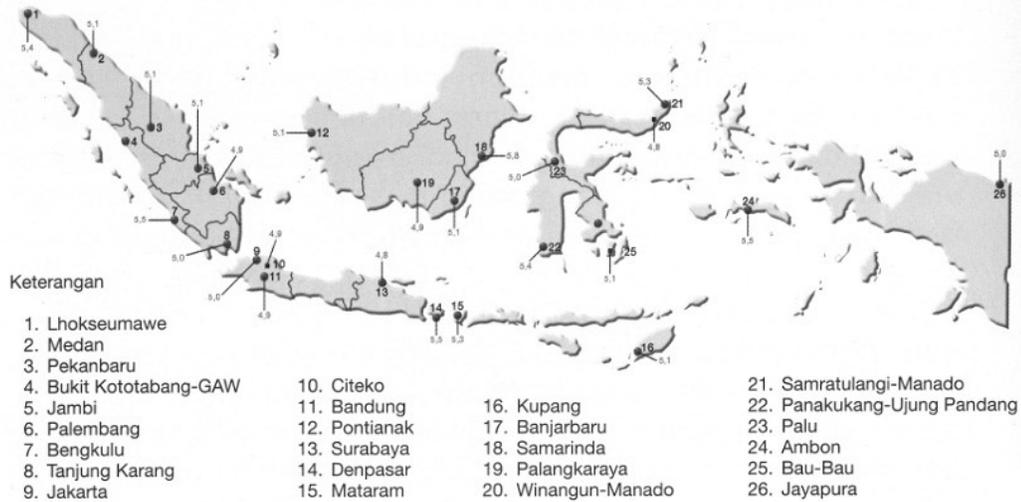
1. Apakah deposisi asam itu?

Deposisi asam berawal dari kegiatan manusia, baik dalam kegiatan rumahtangga maupun industri, yang menghasilkan polutan yang diemisikan ke udara. Polutan seperti oksida sulfur dan oksida nitrogen berubah menjadi asam sulfat dan asam nitrat melalui reaksi kimia yang kompleks, kemudian berpindah dari atmosfer ke permukaan bumi melalui deposisi langsung dan prinsipitasi, sehingga dikenal deposisi kering dan deposisi basah. Depositi basah terjadi dengan pembentukan awan dan akhirnya turun sebagai hujan, salju atau kabut yang mengandung asam. Ukuran keasaman ditunjukkan oleh nilai pH air prinsipitasi tersebut. Depositi kering ditunjukkan dengan gas dan aerosol yang mengandung asam. Depositi kering terjadi bila keadaan cuaca cerah atau berawan. Butiran-butiran asam diterbangkan oleh angin dan memungkinkan tertinggal di pepohonan, bangunan, dan bahkan terhirup masuk ke pernafasan. Depositi asam akan meningkatkan keasaman tanah, air danau dsb, yang kemudian akan mempengaruhi makhluk hidup, seperti tumbuhan dan ikan.



Gambar 1. Mekanisme deposisi asam.

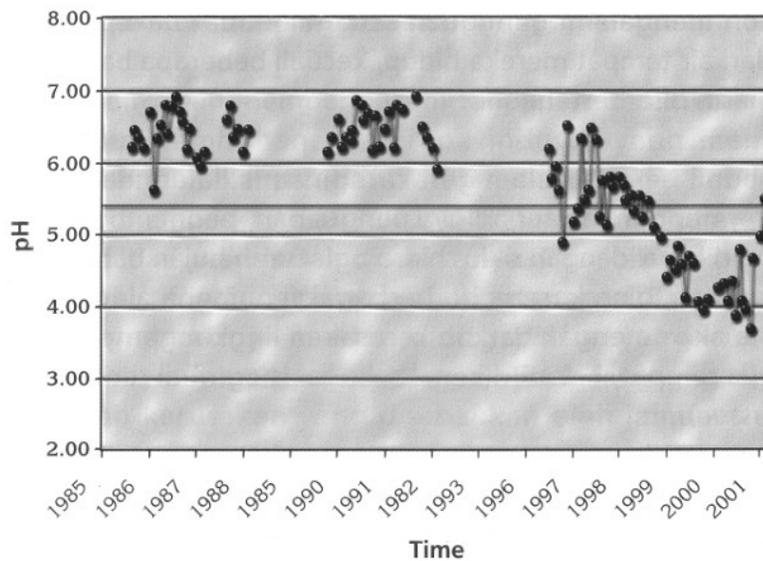
Kondisi Deposisi Asam di Indonesia



Gambar 2. Rata-rata pH air hujan di kota-kota Indonesia pada tahun 1995-1999.

Rata-rata derajat keasaman (pH) air hujan sampel selama lima tahun terakhir di berbagai daerah di Indonesia berkisar antara 4,8 hingga 5,8. Kondisi ini menunjukkan bahwa air hujan di sebagian besar wilayah Indonesia telah berada di bawah nilai pH air normal (5,6), kecuali Samarinda dengan pH sebesar 5,8. Beberapa daerah: Lhokseumawe, Bukit Kototabang-Bukit Tinggi, Bengkulu, Denpasar, Ujung Pandang, Ambon mempunyai pH air hujan relatif masih mendekati nilai pH air normal, yakni sebesar 5,4 hingga 5,5. Namun demikian terdapat enam daerah yang derajat keasamannya telah berada di bawah nilai 5, yakni Tanjung Karang, Citeko, Bandung, Surabaya, Palangkaraya dan Winangun. Sedangkan daerah lainnya memiliki derajat keasaman air hujan sekitar 5 hingga 5,1.





Gambar 3. Kecenderungan keasaman air hujan (pH) dari 1985 sampai 2000 di daerah Bandung Barat (Tuti Budiwati et al, 2001).

Hujan asam telah terjadi di kota Bandung sejak 3 tahun terakhir (1998-2000) yang ditunjukkan oleh pH air hujan yang berada dibawah angka normal 5,6. Hal ini erat kaitannya dengan peningkatan polusi udara yang terjadi di kota-kota besar di Indonesia seperti Jakarta, Surabaya dan Semarang. Dari tahun 1985-2000 di daerah Terusan Pasteur Bandung telah terjadi penurunan pH sebesar 40% dari rata-rata tahunan 6,30 menjadi 3,80.

2. Dampak deposisi asam

2.1. Dampak terhadap makhluk hidup

Air sungai dan air danau yang mempunyai tingkat keasaman tinggi (ditunjukkan oleh nilai pH dibawah 5,6) dapat menimbulkan hilangnya beberapa spesies tumbuhan dan ikan. Bagi beberapa jenis ikan yang tidak tahan hidup di air dengan pH rendah, anak-anak ikan yang baru menetas tidak akan bisa bertahan hidup dan apabila hal tersebut terjadi berulang-ulang, maka spesies ikan tersebut akan punah.

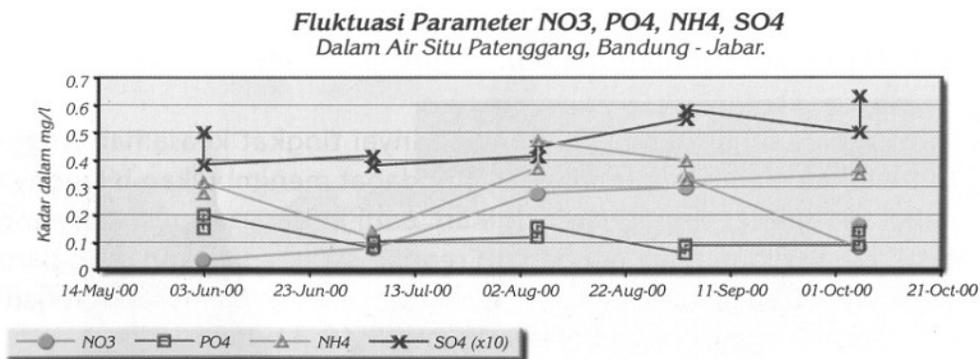
Nyamuk dan kerang yang merupakan makanan ikan dapat dipengaruhi oleh kondisi air sungai dan danau yang bersifat asam. Beberapa jenis

plankton mengalami gangguan sebagai akibat dari perubahan sifat asam dari air tempat mereka hidup, kecuali beberapa bakteri dan jamur yang masih bisa bertahan.

Air di bumi berada dalam gerakan dinamis dalam daur ulangnya di biosfer, yaitu dengan terjadinya penguapan, pengembunan dan aliran air, yang dikenal dengan siklus hidrologi. Curah hujan di berbagai tempat tidak merata, oleh karena itu berbagai fenomena alam dan kegiatan manusia akan mengakibatkan kerusakan lingkungan yang berbeda di berbagai tempat, hal ini dikenal sebagai isu global tentang air (*global water issue*).

Air selalu berkaitan erat dengan keberadaan makhluk biologis dan kehidupannya dalam alam ini. Air permukaan (sungai, danau) setiap hari dan sepanjang waktu terus menerus mengalami proses alamiah, mengalami penguapan, membentuk awan dan kembali jatuh ke bumi sebagai air hujan. Kondisi saat ini menunjukkan bahwa awan juga mengikat senyawa sulfat dan nitrat yang berasal dari emisi antropogenik dan mengakibatkan terjadinya deposisi asam pada sistem perairan.

Kondisi air sungai dan danau yang mempunyai pH rendah akan menyebabkan terganggunya pemanfaatan air (air minum, perikanan, pertanian) dan hilangnya berbagai kehidupan akuatik (ikan spesies tertentu, plankton, moluska). Parameter kualitas air seperti pH, ion natrium, kalium, kalsium dan magnesium serta ion nitrat, sulfat, amonium dan fosfat dapat dijadikan indikator terjadinya deposisi asam pada sistem perairan.



Gambar 4. Fluktuasi parameter NO₃, PO₄, NH₄, SO₄ dalam air Situ Patenggang, Bandung - Jabar.

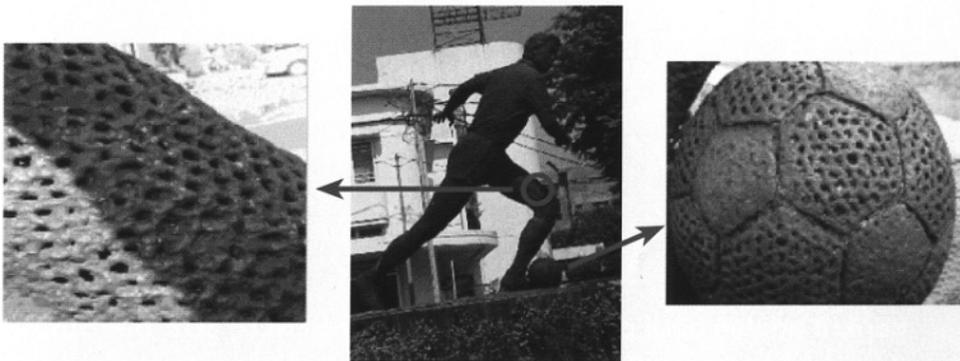
2.2. Dampak terhadap vegetasi

Deposisi asam akan mempengaruhi tanah, air dan media kehidupan, juga tumbuh-tumbuhan. Beberapa industri yang menggunakan batubara dengan kandungan sulfur cukup tinggi sebagai bahan bakar akan melepaskan gas Sulfur dioksida, sehingga menyebabkan kerusakan pada hutan-hutan disekitarnya. Gas Sulfur dioksida diemisikan oleh industri-industri pemurnian logam, seperti Tembaga dan Nikel, yang bahan bakunya mengandung Sulfur yang cukup tinggi. Dampak lain yang merupakan dampak tidak langsung dari deposisi asam adalah kerusakan yang disebabkan oleh jamur madu (*honey mushroom*). Jamur madu ini akan tumbuh subur di tanah yang asam, dan akan menyerang tanaman, kemudian tanaman tersebut menjadi layu.

Deposisi asam juga akan dapat merubah keseimbangan nutrisi di dalam tanah, dan perubahan ini akan dapat menyebabkan pertumbuhan beberapa jenis tanaman menjadi terganggu.

2.3. Dampak terhadap struktur bangunan

Tetes air hujan yang bercampur dengan debu masuk ke dalam dinding bangunan melalui celah-celah yang retak, kemudian akan melarutkan senyawa Kalsium Karbonat yang ada pada beton. Butiran hujan asam tidak hanya melarutkan beton, akan tetapi dapat juga merusak lantai marmer juga atap serta ukiran tembaga maupun baja. Jika deposisi asam berlanjut terus, akan terjadi kerusakan yang semakin meluas dan akan menyebabkan kerusakan lingkungan.



Gambar 5. Prasasti Bola PERSIB di Bandung yang terbuat dari logam ini dapat mengalami kerusakan akibat deposisi asam (foto diambil tanggal 1 Maret 2001).

Gambar diatas adalah salah satu contoh dampak deposisi asam atau hujan asam terhadap salah satu patung di Bandung setelah kurun waktu 10 tahun (1990-2000). Pada bagian paha patung dan bola tampak proses korosi air hujan terhadap logam baja yang berwarna hijau karena adanya unsur sulfur (S) dan akhirnya akan terjadi korosi/keropos pada logam tersebut.

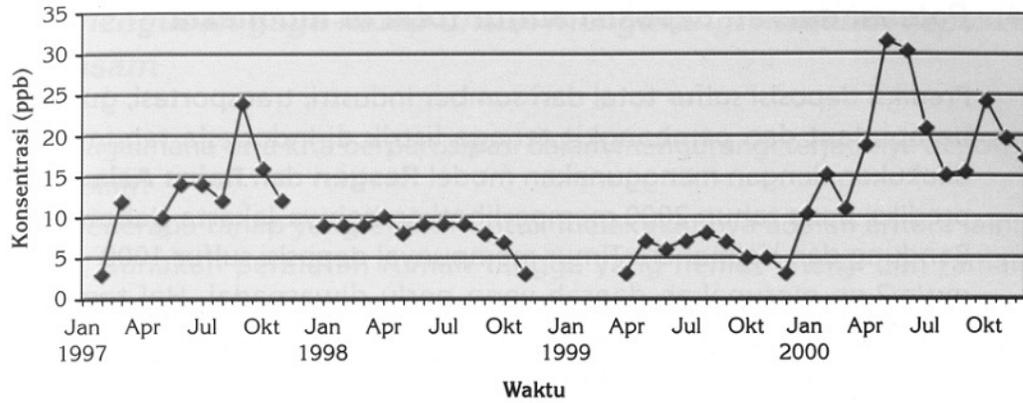
3. *Konsumsi energi dan deposisi asam*

Bahan-bahan yang bersifat asam terutama dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil, seperti batubara dan minyak bumi. Pembakaran bahan bakar minyak dapat menghasilkan polutan-polutan yang akan menghasilkan asam, antara lain: SO₂ dan NO_x yang apabila turun ke permukaan bumi menyebabkan deposisi asam, dengan demikian apabila kita dapat mengurangi pemakaian bahan bakar minyak (dalam menghasilkan energi untuk kendaraan bermotor, industri dll.) akan dapat mengurangi terjadinya deposisi asam.

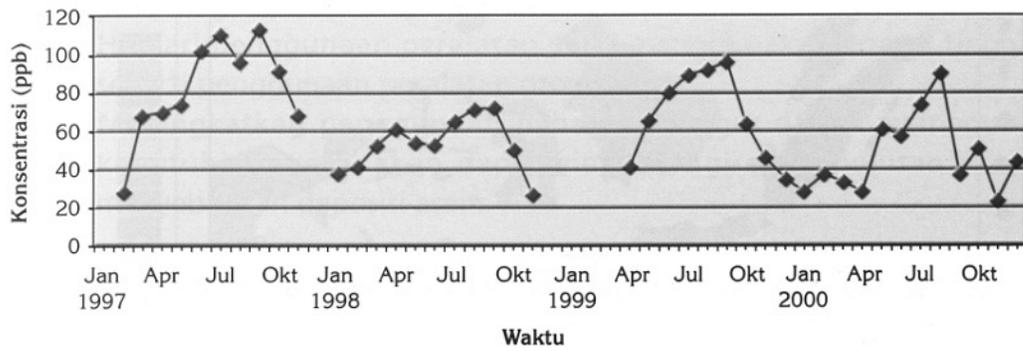
Banyak peralatan rumah tangga dioperasikan dengan menggunakan tenaga listrik, yang sebagian besar tenaga listrik ini diproduksi dengan cara membakar minyak bumi dan atau batu bara. Bahan bakar ini juga digunakan untuk mobil, kereta api, kapal laut, pesawat terbang dan alat transportasi lainnya. Pada penggunaan bahan bakar akan dihasilkan polutan yang dapat menghasilkan asam. Selain itu bahan-bahan yang bersifat asam dihasilkan juga pada proses pengolahan limbah sehari-hari.

Dengan demikian baik produksi, konsumsi maupun pemusnahan/ pengolahan limbah, terutama yang berkaitan dengan pembentukan energi, akan timbul bahan-bahan yang bersifat asam. Maka dengan mengurangi pemakaian bahan bakar minyak dan batubara, akan mengurangi dampak polusi udara, dan mengurangi emisi Karbon dioksida, sehingga akan juga berperan dalam mengurangi pemanasan global.

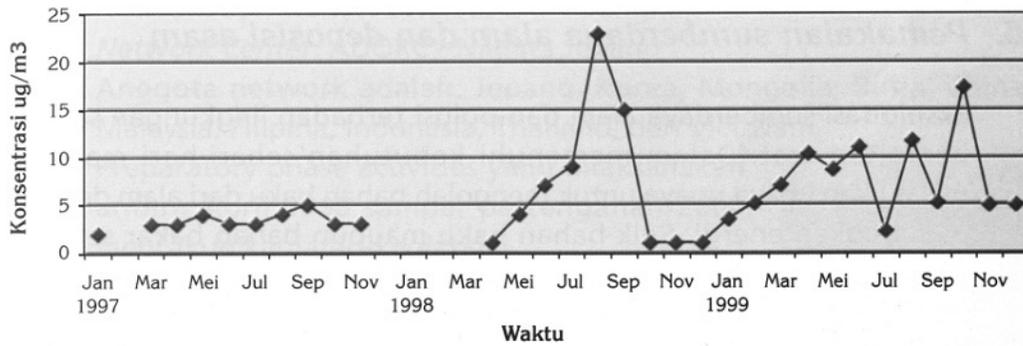
Berikut adalah hasil pengamatan konsentrasi NO₂, SO₂, dan *Suspended Particulate Matters (SPM) ambient* sebagai indikator terjadinya deposisi asam dalam kondisi udara kering (*dry deposition*).



Gambar 6. Grafik NO2 Tahun 1997 - 2000 di Serpong.



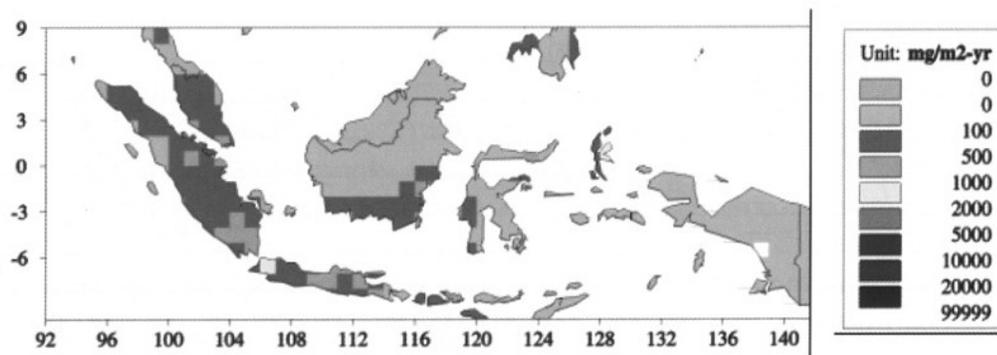
Gambar 7. Grafik SO2 Tahun 1997 - 2000 di Serpong.



Gambar 8. Grafik SPM Tahun 1997 - 2000 di Serpong.

4. Potensi daerah deposisi sulfur total di Indonesia

Prediksi deposisi sulfur total dari sumber industri, transportasi, gunung berapi, laut dan pembangkit tenaga listrik di Indonesia tahun 2000 dilakukan dengan menggunakan model **Resgen** dan **Rains Asia**. Hasil prediksi pada tahun 2000 memperlihatkan bahwa Jakarta (Jabotabek), Bandung dan Halmahera Timur mempunyai deposisi sulfur 1000 - 2000 mg/m²-yr, merupakan daerah yang perlu diwaspadai. Hal tersebut tentunya sangat berpotensi terkena hujan asam bila dibandingkan dengan daerah lain di Indonesia atau menjadi penyebab daerah lain/sekitarnya terkena hujan asam dikarenakan pengaruh angin.



Gambar 9. Prediksi deposisi sulfur pa tahun 2000 (Sumber: Toni Samiaji-LAPAN Bandung, Last Updated : March 19, 2001).

5. Pemakaian sumberdaya alam dan deposisi asam

Eksplorasi sumberdaya alam dan polusi terhadap lingkungan sangat berkaitan erat. Dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari manusia melakukan upaya-upaya untuk mengolah bahan baku dari alam dengan memerlukan energi. Baik bahan baku maupun bahan bakar sebagai sumber energi dalam produksi akan menghasilkan bahan yang dapat menyebabkan deposisi asam. Semakin tinggi kualitas hidup manusia, dan jumlah penduduk yang meningkat maka semakin tinggi konsumsi sumberdaya alam dan energinya. Semakin banyak bahan baku yang diolah, semakin banyak pula emisi yang menyebabkan polusi, demikian juga sumber energi yang digunakan akan juga menghasilkan bahan-bahan penyebab deposisi asam.

6. *Mengubah gaya hidup untuk mengurangi masalah deposisi asam*

Bagaimana cara kita berpartisipasi dalam mengurangi terjadinya deposisi asam?

Beberapa tahap yang efektif untuk melakukannya adalah antara lain:

- Gunakan peralatan rumah tangga yang hemat energi dan ramah lingkungan.
- Memasyarakatkan kebiasaan berjalan kaki atau menggunakan sepeda akan lebih menghemat pemakaian bahan bakar.
- Prioritaskan penggunaan angkutan umum daripada mobil pribadi.
- Hindari penggunaan peralatan secara berlebihan seperti penggunaan peralatan pendingin yang berlebihan pada suasana panas dan lampu penerangan pada siang hari.
- Hindari penggunaan peralatan yang menggunakan energi tinggi seperti penggunaan peralatan otomatis.
- Meningkatkan penggunaan bahan bakar gas dalam memenuhi kebutuhan energi akan dapat mengurangi emisi polutan yang menyebabkan deposisi asam.

7. *Jaringan informasi deposisi asam di Asia Timur (East Asia Network on Acid Deposition - EANET)*

- Hasil pertemuan *Intergovernmental Meeting* ke-2, di Niigata, Jepang, 23 - 24 Oktober 2000, memutuskan:

Network Secretariat: UNEP/ESCAP - Bangkok

Network Center: ADORC - Niigata Jepang

Anggota network adalah: Jepang, Korea, Mongolia, Rusia, China, Malaysia, Filipina, Indonesia, Thailand, dan Viet Nam.

- Preparatory phase activities yang dilaksanakan antara April 1998 sampai pertengahan 2000, mencakup kegiatan-kegiatan:

Mengembangkan dan melaksanakan program *Quality Assurance/Quality Control* mengembangkan dan melaksanakan program pelatihan, melakukan kompilasi, evaluasi, menyimpan dan melakukan pengkajian terhadap informasi dan membuat laporan tentang kondisi deposisi asam di Asia Timur, melaksanakan proyek komparasi



- antar laboratorium terhadap sample air hujan buatan.
- Kegiatan-kegiatan yang telah dilaksanakan:
 - Training Workshop yang dilaksanakan tiap tahun.
 - JICA Training Course on Monitoring and control of Acid Deposition.
 - Pengiriman tenaga ahli dari JICA ke negara-negara anggota.
 - Workshop di tingkat nasional pada masing-masing negara anggota.
 - Di tingkat nasional monitoring terhadap deposisi asam dilakukan oleh berbagai instansi: Badan Meteorologi dan Geofisika, Pusat Penelitian Tanah & Agroklimat, Pusat Penelitian dan pengembangan Sumberdaya Air, LAPAN, dan Pusat Sarana Pengendalian Dampak Lingkungan.
 - Dalam melaksanakan kegiatan monitoring di dalam negeri telah ditentukan:

Koordinator : Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup.
 National Center : Pusat sarana Pengendalian Dampak Lingkungan (Pusarpedal-Bapedal)



Gambar 10. Jaringan stasiun pemantau komposisi air hujan di Indonesia.

8. Kegiatan pengukuran pH air hujan di Indonesia

Sesuai dengan kesepakatan dan kemampuan yang ada bahwa pemantauan kondisi deposisi asam di Indonesia telah dilakukan oleh berbagai instansi yang mempunyai kemampuan untuk melaksanakannya.

Mekanisme yang telah berjalan saat ini adalah:

Instansi	Lingkup yang dipantau
Pusarpedal	Deposition kering, deposition basah, tanah
BMG	Deposition basah
LAPAN	Deposition kering, deposition basah
Puslitbang Sumberdaya Air	Perairan darat
Puslitbang Tanah & Agroklimat	Tanah dan vegetasi

Berikut adalah kegiatan yang telah dilaksanakan oleh Puslitbang Sumberdaya Air dalam melakukan pemantauan terhadap kualitas air permukaan, yaitu melakukan pengambilan contoh air sungai yang dilanjutkan dengan pengelolaan contoh air sebelum dianalisa.



Gambar 11. Pengambilan Contoh Air Sungai di Bandung (PUSAIR, 2001).



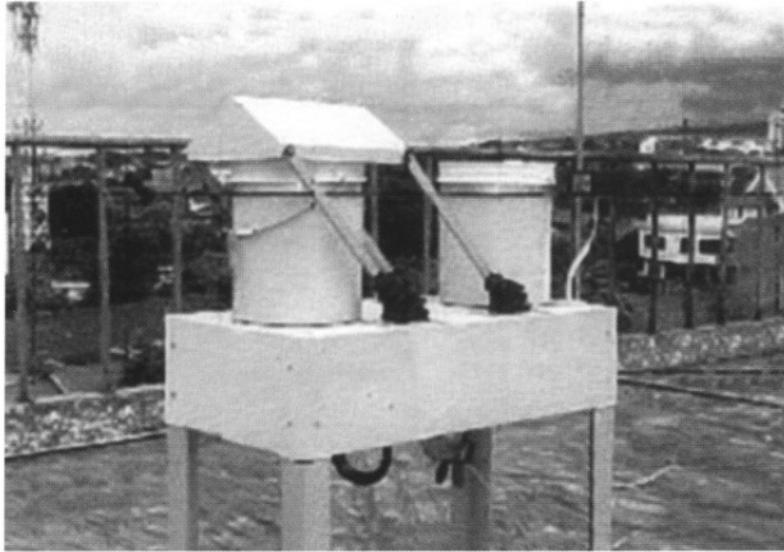
Gambar 12. Pengolahan Contoh Air di Lab. Lingkungan Keairan (PUSAIR, 2001).

Terhadap contoh air tersebut dilakukan analisa terhadap kandungan anion: SO_4^{2-} , NO_3^- , PO_4^{3-} , dan NH_4^+ , sedangkan untuk kation adalah: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , dan Mg^{2+} dengan menggunakan alat AAS seperti terlihat pada gambar 13.



Gambar 13. Instrumen Analisis Kationik AAS (PUSAIR, 2001).

LAPAN Bandung selama ini telah melakukan pemantauan kualitas air hujan, terutama untuk di lokasi Bandung dan sekitarnya. Peralatan yang digunakan dalam mengumpulkan contoh air hujan digunakan *rain water sampler* seperti yang terlihat pada gambar 14. Untuk melakukan analisa kimia dari air hujan ini digunakan peralatan seperti: PH meter, conductometer, AAS dan spektrofotometer UV.



Gambar 14. Automatic Rain Sampler (TISCH Environmental INC-US) LAPAN Bandung.



