# HUJAN ASAM
# SUATU FENOMENA YANG MENGANCAM KELESTARIAN HUTAN

DODI NANDIKA*)

**ABSTRACT**

**Forests or plants are subjected to varying degrees of pollution. Air pollutants that damage trees are primarily gaseous chemicals, although particulate matter is also often involved.**

**Industries are the primary sources of phytotoxic air pollutants such as sulfur dioxides ($SO_2$), oxides of nitrogen ($NO_x$), ozone, fluorides, ethylene, ammonia, chlorine and hidrogen chloride. Of these, sulfur dioxide and oxides of nitrogen are known as the main constituents of acid rain, the new fenomena which threaten the existence of forest.**

Pencemaran curah hujan bukanlah fenomena baru. Istilah "hujan asam" telah tercipta lebih dari satu abad yang lalu, dicetuskan oleh Robert Angus Smith, seorang ahli Kimia bangsa Inggris yang menemukan derajat keasaman yang tinggi pada curah hujan di Manchester. Derajat keasaman curah hujan tersebut ternyata berhubungan dengan terjadinya pencemaran udara di kota tersebut. Bahkan dalam dekade terakhir ini, para ilmuwan telah mengetahui bagaimana pengaruh hujan asam terhadap lingkungan dan dampaknya terhadap ekosistem. Ternyata fenomena tersebut dapat menimbulkan kerusakan hutan dan tanaman, pencemaran perairan dan gangguan kesehatan manusia.

**Apa yang menyebabkan "Hujan Asam" ?**

Hujan asam dimulai dari dalam cerobong asap berbagai jenis industri yang mengeluarkan gas dan logam beracun seperti **cadmium** dan **mercury**. Kenyataan menunjukkan bahwa ada dua jenis senyawa yang berperan penting dalam hujan asam yaitu Sulfur diok-sida ($SO_2$) dan Nitrogen oksida ($NO_x$), tetapi akibat yang paling buruk biasanya disebabkan oleh kehadiran senyawa pertama. Walaupun gas-gas tersebut dapat dihasilkan dari beberapa proses alami seperti kebakaran hutan, erupsi vulkanik dan lain-lain, tetapi proses pengasaman lingkungan terutama disebabkan oleh aktivitas industri. Gas $SO_2$ dan $NO_x$ yang keluar dari cerobong industri dapat terbawa angin selama 2 sampai 5 hari. Pada waktu itu gas akan berinteraksi dengan ozon di atmosfir, menghasilkan larutan asam sulfur dan asam nitrat yang jatuh ke bumi dalam bentuk hujan atau salju. Di pihak lain, partikel sulfat dan nitrit jatuh ke bumi sebagai endapan kering, yang kemungkinan besar menjadi racun ketika bercampur dengan embun permukaan atau kabut. Endapan asam basah lebih karakteristik di negara-negara Skandinavia dan Canada, yang mengalami pencemaran dalam jangka panjang. Sebaliknya, endapan asam kering umum ditemukan di negara-negara Eropa Tengah seperti Cekoslowakia, Polandia dan Amerika Serikat bagian Barat.

Di mana hujan asam akan turun, tergantung pada arah angin dan tingginya cerobong asap yang mengeluarkan bahan pengotor. Bahan pencemar dari cerobong yang tinggi

---

*) Staf Pengajar Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, IPB.

cenderung dibawa angin lebih dahulu. Oleh karena itu dapat dimengerti mengapa daerah tertentu mudah terkena hujan asam, misalnya Canada. Ternyata emisi dari industri berat Missisipi & Ohio River Valleys di Amerika Serikat cenderung terbawa angin yang datang dari Teluk Mexico ke Canada Timur Laut. Tidak aneh pula jika Canada mendapat sorotan para pencinta lingkungan hidup, karena kira-kira ½ dari 12 juta ton asam tertimbun di Canadian Lakes dan hutan-hutan di Amerika Serikat.

Akhir-akhir ini ada kecenderungan membangun cerobong-cerobong asap yang lebih tinggi (kebijakan lingkungan yang populer dan khas pada tahun 1970), yang ternyata hanya memberikan penyelesaian masalah secara lokal. Sebagai contoh, pembangunan cerobong besar yang tingginya 450 m oleh industri peleburan biji nikel di Sudbury (Ontario) memang meningkatkan mutu lingkungan di tempat tersebut terlihat jelas, tetapi ternyata menyebabkan adanya hujan asam yang intensif di Quebec.

Data statistik memperlihatkan bahwa Uni Sovyet dan Amerika Serikat menghasilkan $SO_2$ dalam tingkatan yang paling tinggi, tetapi derajat pencemaran per kapita terbesar terdapat di Finlandia, Luxemburg, Cekoslowakia, Honggaria, Jerman Timur dan Canada. Total intensitas pencemaran tertinggi terdapat di Inggeris, Belgia, Cekoslowakia dan Jerman Timur.

**Pengaruh pada tanah hutan**

Sampai saat ini, tidak seorangpun yang dapat menjelaskan pengaruh hujan asam terhadap tegakan hutan. Hal ini terjadi karena efek endapan asam tidak selalu dapat diperhatikan, kecuali jika telah mencapai tingkat lanjut. Adanya luka bakar pada pohon-pohon merupakan gejala adanya hujan asam dalam hutan. Gejala yang lebih serius lagi adalah kematian daun dan cabang pada daerah tajuk. Pada mulanya warna daun dan duri di bagian pucuk berubah menjadi kuning kemudian coklat dan akhirnya mati. Dengan terpengaruhnya tajuk pohon yang baru tumbuh, permudaan hutan menjadi terancam. Pohon yang merana ditunjukkan oleh gejala kematian pada tajuk, dimana pohon tersebut tidak tahan terhadap udara dingin (**frost**), kekeringan, dan guntur. Disamping itu, peningkatan serangan serangga penggerek kulit pohon sering terjadi pada tegakan hutan yang lemah karena pengaruh endapan asam.

Kenyataan menunjukkan pula bahwa hujan asam merusak mekanisme pertukaran air pada pohon, yang disebut **drying out**, dan adanya lapisan tipis berupa jalur pada daun jarum dari species konifer, yang disebut **faster water loss**. Bila lebih dari 50% permukaan daun rusak, pohon akan mati. Kerusakan lebih lanjut disebabkan oleh rendahnya pH air hujan dalam perjalanannya melalui tajuk hujan. Air hujan yang mengalir membasahi kulit pohon akan melarutkan endapan asam kering pada daun dan batang. Di Eropa Tengah dimana endapan kering sangat tinggi, keasaman air curahan tajuk (**through fall**) bertambah 2 sampai 10 kali sebelum mencapai tanah.

Efek tidak langsung hujan asam pada pohon adalah efek terhadap tanah. Gejala ini menyebabkan keprihatinan terbesar. Hujan asam cenderung mencuci mineral seperti Ca, Mg dan Potassium, yang merupakan mineral utama bagi pertumbuhan dan perkembangan pohon. Mineral tersebut digantikan oleh logam berat seperti Al, yang justru menghambat pertumbuhan akar dan menghalangi naiknya air. Pohon kemudian mulai mati karena kekurangan air. Adanya pelapukan di dalam batang menandakan terjadinya kerusakan sistem transportasi air di dalam pohon. Pohon demikian mudah terjangkit penyakit. Untuk menghalangi penambahan deplesi air, biasanya pohon akan menggugurkan daun untuk mengurangi transpirasi. Akhirnya akan terlihat gejala kematian tajuk seperti yang telah diterangkan terdahulu.

Dalam jangka panjang, produktivitas hutan yang terkena hujan asam akan menurun. Pengasaman tanah akan mempercepat proses penundaan hutan alam. Dr. Ulrich dari Universitas Gottingen (Jerman Barat) menyimpulkan bahwa hujan asam menghambat beberapa pohon **spruce** dan **beech** mencapai umur lebih dari 30 atau 40 tahun. Penelitian lanjutan di Amerika Serikat oleh Universitas Vermont cenderung menguatkan kekhawatiran tersebut. Para peneliti melaporkan berkurangnya tingkat reproduksi dan riap diameter **red spruce** dari 1.33 mm/tahun pada tahun 1964 menjadi 0.63 mm/tahun pada tahun 1979. Bahkan keprihatinan tersebut sekarang terlihat di Cina dan Uni Sovyet. Cina cemas akan pengaruh yang kuat dari kecepatan industrialisasi berbahan bakar batu bara dan tumbuhan.

Cepatnya laju industrialisasi di berbagai negara diduga dapat memperbesar ancaman terjadinya hujan asam. Sampai saat ini, Eropa merupakan negara yang paling serius terkena hujan asam. Di Cekoslowakia, kematian pohon telah teramati pada 400.000 ha tanah hutan di Krokosone Park di perbatasan Cekoslowakia-Polandia, dimana pH curah hujan dilaporkan sangat rendah yaitu hanya 3.8. Di Erzgebirge Park, perbatasan Jerman Timur-Cekoslowakia, semua pohon **spruce** dalam areal 140.000 ha dilaporkan mati. Jerman Barat mempunyai masalah yang serupa, sebesar 560.000 ha hutan, kira-kira 8% dari luas hutan negara, menderita karena pencemaran. Di bagian-bagian tertentu di Jerman Barat, lebih dari 60% tegakan konifer menderita, 4 species yang penting di negara tersebut (**Norway spruce**, **White pir**, **Scoth pine** dan **Beech**) telah ditemukan mudah terserang hujan asam. Daerah yang paling menderita adalah Bavaria (160.000 ha), Baden-Wuertemberg (130.000 ha) dan Lower Saxony (124.000 ha).

Dampak ekonomis dari hujan asam jelas sangat besar. Para pengusaha Jerman Barat menderita kerugian sebesar US $ 800 juta dari penghasilan tahunan industri kayu. Petani Jerman mengatakan bahwa akibat hujan asam, hasil pertanian mengalami kerusakan seharga US $ 600 juta setiap tahun. Negara lain di Eropa masih mengajukan gambaran secara resmi besarnya kerugian di bidang pertanian dan kehutanan. Yang pasti kerusakan hutan telah terjadi di Denmark, Prancis, Austria, Swiss, Italia bagian Utara, Yunani, Nederland, Polandia dan Jerman Timur.

Beberapa wilayah di Atlantik, New England dan Canada Timur juga mempunyai masalah yang sama. Menurut **Canadian Forestry Service**, hujan asam yang jatuh di Canada menyebabkan kehilangan 20% dari produktivitas volume kayu selama periode 20 tahun. Bagaimana di Indonesia ? Walaupun belum ditemukan bukti-bukti, wajar apabila masalah hujan asam mulai mendapat perhatian dan pemantauan. Perlu disadari bahwa gejala sakitnya pohon yang dapat dilihat kini, mungkin akan menyebabkan kematian hutan di masa yang akan datang.

-----------------

Sumber: Acid Rain : A Global Problem Gets Worse by Judy Abel. World Wood, December 1983.