

## DAMPAK HUJAN ASAM PADA EKOSISTEM PERAIRAN

W. Eko Cahyono

Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)

Jl. Dr. Junjunan 133 Bandung 40173

### Abstrak

Dua sumber utama dari hujan asam adalah sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) dan nitrogen oksida ( $\text{NO}_x$ ). Berbagai proses industri, seperti produksi besi, baja dan pemrosesan minyak mentah yang menghasilkan gas ini. Sulfur dioksida dapat juga dipancarkan ke dalam atmosfer oleh bencana alam. Dalam hal ini sepuluh persen dari seluruh emisi sulfur dioksida datang dari gunung berapi, percikan laut, plankton, dan pembusukkan tumbuh-tumbuhan. Keseluruhan, 69.4 persen sulfur dioksida diproduksi oleh pembakaran industri, hanya 3.7 persen adalah disebabkan oleh transportasi. Efek ekologis dari hujan asam adalah dengan jelas banyak terlihat di akuatik atau air, lingkungan, seperti sungai kecil, danau, dan rawa. Hujan asam mengalir ke sungai kecil, danau, dan rawa setelah menimpa hutan, ladang, bangunan, dan jalan. Hujan asam juga jatuh secara langsung pada habitat perairan. Danau dan sungai kecil menjadi asam (pH nilai turun) ketika air didalamnya dan tanah di sekitarnya tidak bisa menahan untuk menetralkan hujan asam secara cukup. Di dalam area yang kapasitas penahannya rendah, hujan asam juga melepaskan aluminium dari tanah ke dalam danau dan sungai kecil; aluminium adalah sangat beracun bagi banyak jenis organisme perairan.

**Kata kunci : hujan asam, sulfur dioksida, nitrogen oksida, ekosistem perairan**

### Abstract

*The two primary sources of acid rain are sulfur dioxide ( $\text{SO}_2$ ), and oxides of nitrogen ( $\text{NO}_x$ ). A variety of industrial processes, such as the production of iron and steel and crude oil processing produce this gas. Sulfur dioxide can also be emitted into the atmosphere by natural disasters. This ten percent of all sulfur dioxide emission comes from volcanoes, sea spray, plankton, and rotting vegetation. Overall, 69.4 percent of sulfur dioxide is produced by industrial combustion, only 3.7 percent is caused by transportation.*

*The ecological effects of acid rain are most clearly seen in the aquatic, or water, environments, such as streams, lakes, and marshes. Acid rain flows to streams, lakes, and marshes after falling on forests, fields, buildings, and roads. Acid rain also falls directly on aquatic habitats. Lakes and streams become acidic (pH value goes down) when the water itself and its surrounding soil cannot buffer the acid rain enough to neutralize it. In areas where buffering capacity is low, acid rain also releases aluminum from soils into lakes and streams; aluminum is highly toxic to many species of aquatic organisms*

**Keywords : acid rain , sulfur dioxide, nitrogen oxides, aquatic ecosystem**

### 1. Pendahuluan

Hujan asam adalah suatu masalah lingkungan yang serius yang benar-benar difikirkan oleh manusia. Ini merupakan masalah umum yang secara berangsur-angsur mempengaruhi kehidupan manusia. Istilah Hujan asam pertama kali diperkenalkan oleh Angus Smith ketika ia menulis tentang polusi industri di Inggris.

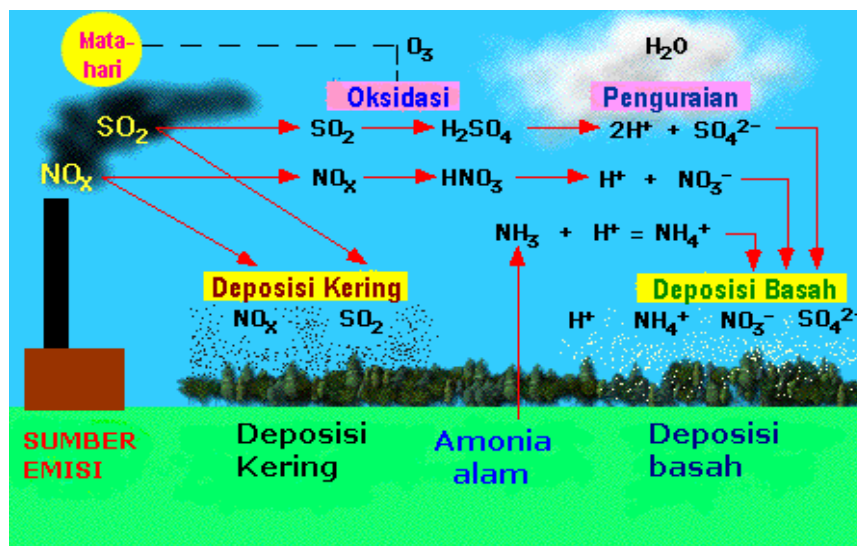
Hujan secara alami bersifat asam karena Karbon Dioksida ( $\text{CO}_2$ ) di udara yang larut dengan air hujan memiliki bentuk sebagai asam lemah. Jenis asam dalam hujan ini sangat

bermanfaat karena membantu melarutkan mineral dalam tanah yang dibutuhkan oleh tumbuhan dan binatang. Dalam penelitian menemukan bahwa peningkatan keasaman yang ada dalam air hujan dalam beberapa dekade ini karena ulah manusia. Hujan asam ini menyerang margasatwa, hasil panen dan air danau. Hal ini menyebabkan kerusakan hutan dan kerusakan gedung serta monumen-monumen. Ini amat berbahaya bagi kelanjutan hidup manusia. (Anonim-a, 2004)

Hujan pada dasarnya memiliki tingkat keasaman berkisar pH 5, apabila hujan terkontaminasi dengan karbon dioksida dan gas klorine yang bereaksi serta bercampur di atmosfer sehingga tingkat keasaman lebih rendah dari pH 5, disebut dengan hujam asam. Pada dasarnya hujan asam disebabkan oleh 2 polutan udara, Sulphur Dioxide ( $\text{SO}_2$ ) dan nitrogen oxides ( $\text{NO}_x$ ) yang keduanya dihasilkan melalui pembakaran. Kebanyakan dioxide berasal dari pabrik peleburan logam dan pembangkit listrik, sedangkan nitrogen oxides dihasilkan dari kendaraan bermotor. Polusi ini akan terkumpul diudara dan akan melakukan perjalanan ribuan kilometer di atmosfer, disaat mereka bercampur dengan uap air akan membentuk zat asam sulphuric dan nitric pada saat terjadinya curah hujan, kabut yang membawa partikel ini terjadilah hujam asam. Hujan asam juga dapat terbentuk melalui proses kimia dimana gas sulphur dioksida dan nitrogen oksida mengendap pada logam serta mengering bersama debu atau partikel lainnya. (Anonim-b, 2004)

Air sungai dan air danau yang mempunyai tingkat keasaman tinggi dapat menimbulkan hilangnya beberapa spesies. Bagi beberapa jenis ikan yang tidak tahan terhadap keasaman air, maka 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, meskipun demikian ada beberapa bakteri dan jamur yang masih bisa bertahan. 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 dan molusca). 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. (KLH, 2001).

Deposisi asam berawal dari kegiatan manusia, baik di rumah tangga, transportasi maupun industri, yang menghasilkan polutan-polutan dan diemisikan ke udara. Polutan-polutan seperti Oksida Sulfur dan Oksida Nitrogen melayang di atmosfer, membentuk awan dan akhirnya turun sebagai hujan, salju dan kabut. Apabila sejumlah asam terlarut di dalamnya, maka air hujan tersebut akan bersifat asam dan ini yang dikatakan sebagai deposisi basah. Ukuran keasaman air ditunjukkan oleh nilai pH air tersebut. Mekanisme lain yang mungkin terjadi adalah apa yang dikenal dengan deposisi kering. Kondisi ini terjadi bila keadaan cuaca cerah ataupun berawan. Butiran-butiran asam diterbangkan oleh angin dan memungkinkan tertinggal di pepohonan, bangunan, dan bahkan terhirup masuk ke pernafasan. Deposisi asam akan meningkatkan keasaman tanah, air danau dsb. yang kemudian akan mempengaruhi makhluk hidup, seperti tumbuhan dan ikan (KMNLH, 2001), seperti pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 : Formasi Deposisi Asam

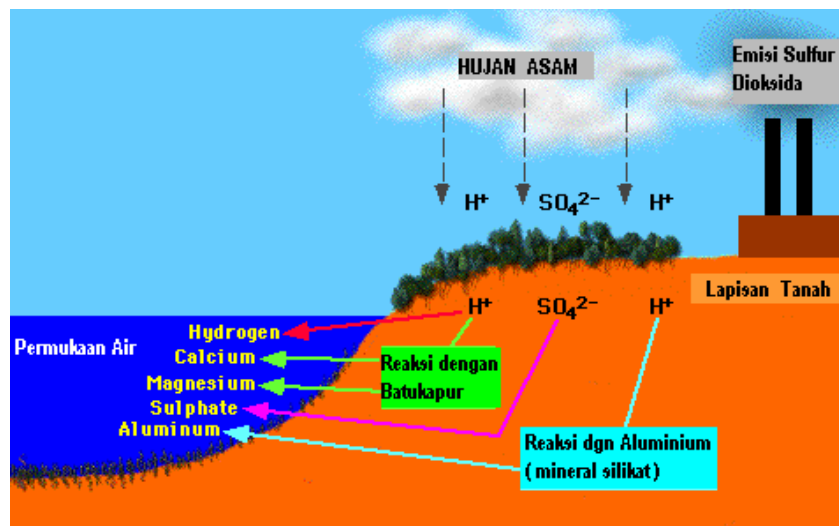
## 2. Proses Pengasaman di Perairan

Hujan asam dapat juga merugikan orang secara langsung. Ini terjadi ketika orang makan tangkapan ikan pada danau atau sungai yang tercemari. Juga, jika mata air adalah cukup asam, akan bereaksi dengan tembaga yang akan merugikan manusia. Burung-burung dapat dirugikan jika mereka tinggal di perairan yang tercemar atau ikan yang hidup di perairan tercemar. Dalam jangka pendek bahaya dari hujan asam kebanyakan pada hutan dan ekosistem danau, yang sangat sensitif kepada ketidakseimbangan kimia di dalam lingkungan mereka. Dengan hilangnya keseimbangan ekosistem ini semua akan mempengaruhi perkembangan dan pertumbuhan organisme dalam suatu ekosistem perairan.

Kelebihan zat asam pada danau akan mengakibatkan sedikitnya species yang bertahan. Jenis Plankton dan invertebrate merupakan makhluk yang paling pertama mati akibat pengaruh

pengasaman. Apa yang terjadi jika didanau memiliki pH dibawah 5, lebih dari 75 % dari spesies ikan akan hilang. Ini disebabkan oleh pengaruh rantai makanan, yang secara signifikan berdampak pada keberlangsungan suatu ekosistem. Tidak semua danau yang terkena hujan asam akan menjadi pengasaman, dimana telah ditemukan jenis batuan dan tanah yang dapat membantu menetralkan keasaman.

Efek ekologis dari hujan asam terlihat dengan jelas di ekosistem akuatik seperti sungai kecil, danau, dan rawa. Hujan asam mengalir ke sungai kecil, danau, dan rawa setelah menimpa hutan, ladang, bangunan, dan jalan. Hujan asam juga jatuh secara langsung pada habitat akuatik. Kebanyakan danau dan sungai kecil mempunyai suatu pH antara 6 dan 8, walaupun beberapa danau secara alami asam bahkan tanpa pengaruh hujan asam. Danau dan sungai kecil menjadi asam (pH nilai turun) ketika air didalamnya dan tanah di sekitarnya tidak bisa menahan untuk menetralkan hujan yang asam secara cukup. Di dalam area yang kapasitas penahannya rendah, hujan asam juga melepaskan aluminium dari tanah ke dalam danau dan sungai kecil. Aluminium adalah senyawa yang sangat beracun bagi banyak jenis organisme di ekosistem perairan, seperti pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 : Proses deposisi asam dan pengasaman suatu perairan (Pidwirny,1996)

Pada ekosistem perairan yang kalsiumnya sedikit ( $\leq 150 \mu\text{gr/l}$ ), dengan proses pengasaman di bawah pH 6.0, habitatnya akan terganggu kehidupannya seperti yang terjadi di Amerika Serikat (tabel 2.1). Contoh ikan forel pelangi dan udang sungai, kehidupannya sudah mulai terganggu dengan pH air di bawah 6.0, sedangkan dengan pH 5.5, mereka sudah tidak dapat hidup. (Samiaji, 1998).

Tabel 2.1: pH Kritis untuk beberapa spesies yang hidup di air sungai dan danau (NAPAP, 1991 dalam Samiaji, 1998).

NAMA ORGANISME	RANGE PH KRITIS	KETERANGAN
Ikan duri		Masih bisa hidup hingga pH 4.0
Ikan forel sungai	4.5 < pH < 5.0	Masih tak terganggu dalam 7.0 ≥ pH ≥ 5.0
Ikan forel danau	5.0 < pH < 5.5	Masih tak terganggu dalam 7.0 ≥ pH ≥ 5.5
Ikan forel pelangi	5.5 < pH < 6.0	Masih tak terganggu dalam 7.0 ≥ pH ≥ 6.0
Embryo katak leopard	4.5 < pH < 5.0	Masih tak terganggu dalam 7.0 ≥ pH ≥ 5.0
Embryo salamander	4.5 < pH < 5.0	Masih tak terganggu dalam 7.0 ≥ pH ≥ 5.0
Kerang	6.5 < pH < 6.0	Masih tak terganggu dalam 7.0 ≥ pH ≥ 6.5
Siput	6.5 < pH < 6.0	Masih tak terganggu dalam 7.0 ≥ pH ≥ 6.5
Udang sungai	5.5 < pH < 6.0	Masih tak terganggu dalam 7.0 ≥ pH ≥ 6.0

Sulfur Dioksida tidak seperti zat asam polusi yang lainnya karena zat tersebut tidak bereaksi dengan kelembaban sampai zat itu diterpa angin. Bahkan yang paling buruk hujan dan salju itu bukan salah satu cara yang bisa merusak lingkungan akan tetapi lingkungan itu bisa rusak karena polusi udara. Kekeringan yang disebabkan oleh sulfur dioksida juga memiliki efek pada lingkungan. Meskipun tempat-tempat seperti Adirondacks di New York telah mengalami kerusakan yang serius karena kapur dalam tanahnya sangat mudah dilarutkan oleh hujan asam, telah dilakukan langkah untuk mengontrol keadaan tersebut. Dan ketika Amerika dan Canada mulai mengurangi jumlah sulfur dioksida yang dikeluarkan kedalam udara, danau-danau dan kolam-kolam di daerah Canada menunjukkan beberapa kemajuan. (Anonim-a, 2004)

### 3. Penutup

Hujan asam disebabkan oleh sulfur dioksida dan nitrogen oksida. Disamping dari emisi industri, sulfur dioksida dapat juga dipancarkan ke dalam atmosfer dari gunung berapi, percikan laut, plankton, dan pembusukkan tumbuh-tumbuhan. Sekitara 69.4 persen sulfur dioksida diproduksi oleh pembakaran industri, hanya 3.7 persen yang disebabkan oleh transportasi

Pengaruh terhadap ekologis dari hujan asam adalah dengan jelas banyak terlihat di ekosistem perairan seperti sungai kecil, danau, dan rawa. Hujan asam mengalir ke sungai kecil, danau, dan rawa setelah menimpa hutan, ladang, bangunan, dan jalan. Hujan asam juga jatuh secara langsung pada habitat perairan.

Semakin tinggi kualitas hidup manusia, 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 menghasilkan bahan-bahan penyebab deposisi asam. Oleh karena itu, perlu adanya penghematan penggunaan energi terutama dari bahan bakar fosil dan diharapkan dapat ditemukan energi baru yang ramah lingkungan

## **Daftar Referensi**

1. Anonim-a, 2004, Hujan Asam, Wikipedia , <http://ensiklopedia.net/>
2. Anonim-b, 2004, Apa itu Hujan Asam, BPLHD Jawa Barat Web Page, <http://www.bplhdjabar.go.id/>.
3. EPA,2005, Effects of Acid Rain: Lakes & Streams, EPA-Amerika.
4. MNLH, 2001, Deposisi Asam, Kantor Menteri Lingkungan Hidup dan *Acid Deposition and Oxidant Research Center, Japan*
5. Nesbitt,W., 2004, Effects of Acid Rain, Sir Winston Churchill Secondary School St. Catharines, Ontario, Canada.
6. Pidwirny, M.,1996, Lake Acidification, Living Landscape, California, <http://royal.okanagan.bc.ca/>
7. Samiaji, T., Naitutu, R. , Nurlaini dan Soedono, 1998, Keasaman Air Hujan di Bandung dan Sekitarnya, Warta LAPAN, No.54, Tahun XXI, Jakarta