

## HUJAN ASAM PADA BEBERAPA PENGGUNAAN LAHAN DI KABUPATEN DAN KOTA BOGOR

*(Acid Rain on Several Landuses in Bogor Regency and City)*

R PURIPUSPITA SARI<sup>1</sup>, SITI BADRIYAH RUSHAYATI<sup>2</sup> DAN RACHMAD HERMAWAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata Fakultas Kehutanan IPB

<sup>2</sup>Bagian Hutan Kota dan Jasa Lingkungan Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata Fakultas Kehutanan IPB

Diterima 2 April 2007 / Disetujui 9 Juli 2007

### ABSTRACT

*Acid rain is caused by increasing air pollution. The emission of sulphur dioxide and nitrogen dioxide from fossil fuel combustion into the atmosphere, which is followed by a chemical transformation (hydrolysis) into sulphuric and nitric acid, causes acid rain. The study was conducted on four (4) locations with different landuses. The lowest pH of rainfall was on industrial area, whereas the highest pH of rainfall was on vegetation area. pH of rainfall in beginning of rainy season was lower than pH of rainfall in middle of rainy season.*

*Keyword : Acid rain, pH, landuse, rainfall*

### PENDAHULUAN

Udara merupakan faktor yang penting bagi makhluk hidup, namun seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, perkembangan industri dan makin padatnya transportasi menyebabkan kualitas udara mengalami penurunan. Penurunan kualitas udara ini disebabkan adanya berbagai macam polutan gas hasil berbagai aktifitas antropogenik (Fakuara, 1986). Polutan gas yang berada di atmosfer akan menyebabkan komposisi gas di atmosfer berubah, sehingga juga akan merubah kualitas hujan yang turun di wilayah tersebut. Berbagai senyawa gas diantaranya  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , di atmosfer akan bereaksi dengan  $\text{H}_2\text{O}$  dan menghasilkan berbagai asam dan mengakibatkan pH air hujan menjadi rendah (Harmantyo, 1989; Soedomo, 2001).

Kemasaman hujan ini dipengaruhi oleh sumber polutan yang sangat terkait dengan jenis aktifitas dan penggunaan lahan (Husin *et al.*, 1991). Kota dan Kabupaten Bogor merupakan wilayah potensial yang akan terus berkembang karena berbatasan dengan Kota Jakarta. Perkembangan kota di wilayah ini akan menghasilkan dampak negatif terhadap lingkungan terutama peningkatan konsentrasi polutan udara dan potensial akan menyebabkan dampak hujan asam. Dari kondisi ini, perlu dilakukan analisis kualitas air hujan di beberapa wilayah dengan perbedaan penggunaan lahan yang tersebar di Kabupaten dan Kota Bogor.

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji pengaruh perbedaan penggunaan lahan terhadap pH, konsentrasi karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), klorida ( $\text{Cl}^-$ ), nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), nitrit

( $\text{NO}_2^-$ ), ammonia ( $\text{NH}_3$ ) dan sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) yang terkandung dalam air hujan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengelolaan lingkungan kaitannya dengan antisipasi terjadinya hujan asam.

### METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan selama lima bulan yaitu mulai bulan Oktober 2004 sampai bulan Februari 2005. Tempat penelitian yaitu di Kota dan Kabupaten Bogor dengan pemilihan titik berdasarkan perbedaan penggunaan lahan yang diduga akan mempengaruhi konsentrasi polutan dan kemasaman air hujan. Lokasi pengambilan sampel sebagai berikut :

- Cibinong (industri, jalan raya, permukiman)
- Ciawi (jalan raya, pasar, sarana pendidikan)
- Kebun Raya Bogor (hutan kota, perkantoran, pasar)
- Megamendung (hutan tanaman, perkebunan, permukiman).

Variabel yang diukur di empat lokasi penelitian ini adalah : pH air hujan, konsentrasi ammonia ( $\text{NH}_3$ ), klorida ( $\text{Cl}^-$ ), nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ), nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Pada masing-masing lokasi dilakukan pengukuran 6 kali.

Analisis data untuk melihat hubungan antara pH air hujan dengan konsentrasi ion-ion nitrat, nitrit, sulfat, amonia, dan klorida yang terkandung didalam air hujan digunakan model regresi linear berganda, dengan persamaan sebagai berikut :

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5 + b_6X_6$$

Keterangan :

- Y = pH air hujan
- X<sub>1</sub> = Konsentrasi gas karbon dioksida (mg/l)
- X<sub>2</sub> = Konsentrasi gas ammonia (mg/l)
- X<sub>3</sub> = Konsentrasi ion nitrat (mg/l)
- X<sub>4</sub> = Konsentrasi ion nitrit (mg/l)
- X<sub>5</sub> = Konsentrasi ion sulfat (mg/l)
- X<sub>6</sub> = Konsentrasi ion klorida (mg/l)
- a = Intersep
- b<sub>i</sub> = Koefisien regresi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Konsentrasi Polutan dan pH Air Hujan

Secara keseluruhan nilai pH dan konsentrasi polutan rata-rata di dalam air hujan pada masing-masing lokasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata pH dan konsentrasi polutan di dalam air hujan

No	Lokasi	pH	CO <sub>2</sub> (mg/l)	NH <sub>3</sub> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)
1	Megamendung	6,53	7,53	1,10	0,31	5,11	2,06
2	KRB	6,40	8,66	1,45	0,65	7,05	5,03
3	Ciawi	5,88	34,96	1,42	0,39	8,37	2,91
4	Cibinong	5,56	8,85	1,62	0,73	9,95	2,73

Konsentrasi CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> dan Cl<sup>-</sup> yang terkandung di dalam air hujan, terendah terukur di Megamendung. Hal ini disebabkan sumber polutan udara di kawasan tersebut relatif rendah (hutan tanaman, perkebunan, permukiman) bila dibandingkan dengan 3 kawasan lain. Rendahnya konsentrasi polutan udara ini menyebabkan senyawa asam yang terbentuk karena adanya reaksi kimia dengan H<sub>2</sub>O juga akan rendah sehingga pH air hujan agak tinggi (tidak terjadi hujan asam).

Cibinong sebagai kawasan industri, permukiman dan transportasi menghasilkan polutan udara tertinggi terutama NH<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dan SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. Ketiga senyawa ini banyak dihasilkan dari berbagai jenis industri. Sedangkan Ciawi dengan kepadatan transportasi tinggi, CO<sub>2</sub> yang terukur juga sangat tinggi. Alat transportasi dengan bahan bakar fosil (bensin, solar) akan menghasilkan limbah gas CO<sub>2</sub> yang tinggi. Meskipun beberapa parameter kualitas udara yang terukur di sekitar Kebun Raya relatif tinggi, tetapi karena terdapat banyak vegetasi maka seiring dengan waktu maka vegetasi tersebut dapat mengabsorpsi dan menyerap polutan sehingga pH air hujan masih aman (belum terjadi hujan asam).

### Pengaruh Konsentrasi Polutan terhadap pH Air Hujan

Frohlinger dan Kane (1975) dalam Husin *et al.* (1991) menjelaskan bahwa secara teoritis penurunan pH dalam air hujan terutama disebabkan oleh larutnya polutan SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, CO<sub>2</sub> dan NO<sub>x</sub>, sedangkan peningkatan pH disebabkan oleh terlarutnya kalsium (Ca) dan ammonium (NH<sub>3</sub>) dalam air hujan. Untuk melihat hubungan antara konsentrasi polutan dalam air hujan dengan pH air hujan pada bulan Oktober

2004 – Februari 2005, maka dilakukan analisis regresi linear berganda. Hasil analisis regresi linear berganda hubungan antara pH (Y) dengan polutan, yaitu CO<sub>2</sub> (X<sub>1</sub>), NH<sub>3</sub> (X<sub>2</sub>), NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (X<sub>3</sub>), SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (X<sub>4</sub>) dan Cl<sup>-</sup> (X<sub>5</sub>) menghasilkan persamaan sebagai berikut :

$$Y = 6.724811 - 0.008074X_1 + 0.207894X_2 - 0.411138X_3 - 0.073305X_4 + 0.039120X_5$$

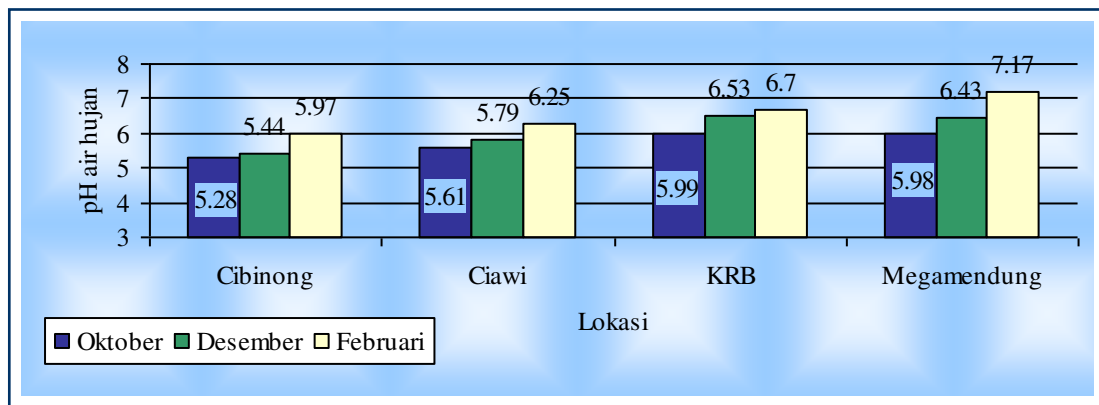
Hasil uji statistik menunjukkan bahwa konsentrasi polutan di udara berpengaruh terhadap pH air hujan pada taraf nyata 5%. Berdasarkan nilai koefisien regresi maka dapat diketahui bahwa konsentrasi nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) paling berpengaruh dalam menurunkan pH air hujan, setelah itu diikuti oleh konsentrasi sulfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) dan konsentrasi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Ion NO<sub>3</sub><sup>-</sup> lebih berpengaruh dalam menurunkan pH air hujan karena bersifat sulit larut dalam air sehingga lebih sulit tercuci oleh hujan, sedangkan ion SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> bersifat mudah larut dalam air, sehingga mudah tercuci oleh hujan, selain itu masa aktif NO<sub>3</sub><sup>-</sup> di udara lebih lama daripada SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. Parameter kualitas udara khususnya NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dan SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> yang terukur di Cibinong sangat tinggi, hasilnya pH air hujan yang terukur rendah (sudah terjadi hujan asam karena pH air hujan < 5,6).

### Kaitan antara Periode Musim Hujan dengan pH

Bulan Oktober (awal musim hujan) polutan yang terukur masih tinggi sehingga ketika terjadi hujan maka senyawa polutan gas itu bereaksi dengan H<sub>2</sub>O dan menghasilkan pH rendah. Berbeda dengan saat pertengahan musim hujan, karena berulang kali sudah terjadi hujan dan pencucian polutan di atmosfer, maka pH yang terukur

makin tinggi (banyak senyawa pembentuk asam terciptakan oleh hujan). Dari Gambar 1 terlihat dengan jelas dari bulan

Oktober sampai dengan bulan Februari, di keempat lokasi penelitian pH-nya cenderung meningkat.



Gambar 1. pH air hujan di empat lokasi penelitian pada bulan Oktober-Desember tahun 2004 dan bulan Februari 2005.

### KESIMPULAN

- Cibinong dengan kondisi lingkungan penggunaan lahan daerah industri, transportasi dan permukiman, memiliki konsentrasi  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ , dan  $\text{NH}_3$  air hujan yang lebih tinggi daripada Ciawi, daerah sekitar Kebun Raya dan Megamendung. Megamendung dengan penggunaan lahan hutan tanaman, dan perkebunan memiliki konsentrasi polutan di dalam air hujan paling rendah. Kawasan padat transportasi (Ciawi) memiliki konsentrasi  $\text{CO}_2$  paling tinggi yang dihasilkan dari sisa pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor. Nilai pH rata-rata paling rendah dihasilkan oleh kawasan industri (Cibinong) dan di kawasan ini telah terjadi hujan asam, sedangkan pH tertinggi dihasilkan di kawasan hutan tanaman.
- Ion nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) lebih berpengaruh dalam menurunkan pH air hujan dibandingkan ion sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ )  $\text{Cl}^-$  dan  $\text{CO}_2$ .
- Konsentrasi polutan didalam air hujan pada awal musim hujan (bulan Oktober-November) lebih tinggi daripada

pertengahan musim hujan (bulan Desember-Februari), sedangkan pH rata-rata air hujan pada awal musim hujan cenderung lebih rendah daripada pertengahan musim hujan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Fakuara, M.Y. 1986. Beberapa usaha mengatasi dampak hujan Asam. Media Konservasi. Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan. Bogor. Fakultas Kehutanan. IPB. Vol. 1. No. 2.
- Harmantyo, D. 1989. Studi tentang hujan masam di Wilayah Jakarta dan Sekitarnya. Disertasi. Bogor. Program Pasca Sarjana. IPB. Bogor.
- Husin, Y. A, H. Suharsono, dan S. Effendy. 1991. Studi tingkat pencemaran udara dan hujan asam di daerah Bogor. Laporan Penelitian. Bogor. LP-PPLH-IPB.
- Soedomo, M. 2001. Kumpulan karya ilmiah pencemaran udara. Bandung. Penerbit ITB.