

## PENENTUAN KOMPOSISI KIMIA AIR HUJAN DI TEPI CEKUNGAN BANDUNG

Dessy Gusnita, Tuti Budiwati, Iis Sofiati dan Wiwiek Setyawati  
Bidang Pengkajian Ozon dan Polusi Udara  
Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim LAPAN Bandung  
Jl. Dr.Djundjungan 133 Bandung

### ABSTRAK

Secara topografi Bandung terletak pada  $6^{\circ}54'S$ ,  $107^{\circ}35'E$  dan merupakan cekungan yang unik. Kondisi pegunungan yang mengelilingi kota Bandung seolah menjadi penghalang keluarnya polutan dari kota Bandung. Penelitian mengenai keasaman air hujan telah dilakukan di pusat kota Bandung (Budiwati, dkk 1990-2000) dan menunjukkan telah terjadi hujan asam di kota Bandung. Pada penelitian ini akan diteliti bagaimana pengaruh polutan dari pusat kota terhadap keasaman air hujan di wilayah tepian cekungan. Dari 7 lokasi pengukuran (Lembang, Padalarang, Soreang, Cipatik, Cikadut, Tangjungsari dan Ciparay) yang diteliti dari bulan Juni-Oktober 2001 diperoleh data bahwa terjadi trend penurunan pH di semua wilayah. Rata-rata pH masing-masing tempat adalah Lembang 5,82; Cipatik 5,85; Padalarang 5,95; Soreang 5,97; Tangjungsari 5,38; Cikadut 6,20 dan Ciparay 6,45.

**Kata Kunci :** Hujan asam, Cekungan Bandung.

## MEASUREMENT OF RAIN CHEMICAL COMPOSITION AT BASIN SITE OF BANDUNG

### ABSTRACT

Topographically, Bandung is located at  $6^{\circ}54'S$ ,  $107^{\circ}35'E$  and shaped as a unique basin. Condition of the mountains surround the city of Bandung acted as a barrier of pollutant. Measurement of acid rain chemical composition in the centre of Bandung city had been done (Budiwati, et al 1990-2000) and show that acid rain ever happened in Bandung city. The research deal with how pollutant from city centre effect the conditions of acid rain at basin site of Bandung. From 7 (seven) locations where measurements had been carried out (Lembang, Padalarang, Soreang, Cipatik, Cikadut, Tangjungsari and Ciparay) since June until Oktober 2001 gave data about trend of decreasing pH in all regions. Average pH in each location were Lembang 5,82; Cipatik 5,85; Padalarang 5,95; Soreang 5,97; Tangjungsari 5,38; Cikadut 6,20 and Ciparay 6,45.

**Keyword :** acid rain, Bandung basin.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang Masalah

Pertumbuhan penduduk yang juga disertai pertumbuhan ekonomi yang pesat di kawasan Asia Timur termasuk Indonesia, hal ini berkaitan pula dengan pertumbuhan industri dan transportasi di kawasan ini. Dampak dari kemajuan teknologi dan industri yang pesat di kota-kota besar seperti Jakarta, Bandung, Semarang dan Surabaya akan memacu jumlah gas buang ke udara. Dampak pencemaran udara terjadi dalam beberapa tingkat. Pada skala mikro/ lokal, pencemaran udara hanya mempengaruhi kualitas udara setempat, dalam lingkup yang relatif terbatas, misalnya pencemaran udara oleh debu. Selain itu terdapat pula pencemaran udara dalam skala meso atau regional, yang dampaknya dapat mempengaruhi areal yang lebih luas contohnya hujan.

Peningkatan gas buang seperti  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  dan aerosol akan mempengaruhi kadar keasaman air hujan. Aerosol dan gas-gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$  dan  $\text{SO}_2$  yang terlarut dalam air dapat dibersihkan dari atmosfer melalui proses pembersihan secara kering (dry deposition) atau basah (wet deposition). Menurut Seinfeld J.H., (1986) garis batas keasaman air hujan adalah 5,6 dimana berada dalam garis kesetimbangan dengan konsentrasi  $\text{CO}_2$  atmosfer 330 ppm. Bila kadar keasaman air hujan di bawah 5,6 dikatakan telah terjadi hujan asam.

Dampak pencemaran udara yang berakibat pada terjadinya hujan asam bisa dilihat dari nilai pH kota Bandung telah terkena hujan asam seperti terlihat pada hasil-hasil penelitian oleh LAPAN. Berdasarkan data pH air hujan dari tahun 1985-1991 (Nurlaini dkk, 1987) dan (Budiwati dkk, 1991) di Bandung Barat (Cipedes) keasaman air hujan adalah 6,0 sampai 6,8 dan turun secara drastis pada tahun 1999 yaitu 4,46. Selama 15 tahun nilai keasaman air hujan telah turun 30,15%, demikian pula dengan terhadap konsentrasi ion-ion  $\text{SO}_4^{2-}$  dan  $\text{NO}_3^-$  naik sebesar 165% dan 22,84% (Budiwati dkk, 1999). Proses keasaman di Bandung dipengaruhi oleh angin darat, angin laut, angin gunung dan angin lembah yang mempunyai mekanisme yang sangat kompleks, juga dipengaruhi oleh faktor sumber seperti hasil penelitian di lima wilayah Bandung pada tahun 1990 (Budiwati, dkk 1990) sebagai berikut rata-rata tahunan di Bandung Pusat 6,70 (daerah transportasi); Bandung Utara 6,48 sebagai daerah pemukiman (ada G.Tangkuban Perahu disebelah utara kota Bandung); Bandung Selatan 6,46 (daerah industri dan transportasi); Bandung Barat 6,48 (daerah pemukiman dan transportasi); dan Bandung Timur 6,55 (daerah transportasi). Akibat yang dapat ditimbulkan karena hujan asam adalah kerusakan hutan atau vegetasi, gangguan pada kehidupan air, algae, dan perikanan, menimbulkan korosi pada bangunan dan mengganggu kesehatan.

Berkaitan dengan penurunan tingkat keasaman air hujan di Bandung tersebut diatas perlu pula diteliti kondisi daerah di cekungan Bandung, bila Bandung dianggap sebagai sumber polutan. Kontributor utama pencemar udara kota Bandung adalah gas  $\text{CO}$  : 48.110 ton /tahun,  $\text{NO}_x$  : 2.707 ton/tahun dan

## **Penentuan Komposisi Kimia Air Hujan di Tepi Cekungan Bandung (Dessy Gusnita dkk.)**

---

SO<sub>2</sub>: 2.356 ton/tahun, sedangkan Pb (timbal) dengan nilai 35 ton/tahun ( Gede H. Cahyana, Pikiran Rakyat, September 1997). Bandung berada pada dasar cekungan dan telah mengalami pertumbuhan penduduk, ekonomi dan industri yang selalu meningkat dari tahun ke tahun maka perlu sekali dilihat dampak polusi udara dari Bandung ke daerah cekungan terhadap konsentrasi ion-ion sulfat, nitrat, ion chlor, dan ion amonium dalam air hujan.

### **Perumusan Masalah**

Berdasarkan penelitian sebelumnya diketahui bahwa kondisi di pusat kota Bandung telah menunjukkan adanya indikasi hujan asam, untuk itu pada penelitian ini akan dilihat bagaimana dampak penyebaran polusi dari pusat kota Bandung tersebut terhadap daerah lainnya di tepi cekungan Bandung yang masih merupakan daerah bersih.

## **DATA DAN PENGOLAHANNYA**

### **Parameter yang diukur**

Data yang digunakan pada penelitian ini meliputi beberapa parameter air hujan antara lain:

1. Derajat keasaman (pH) air hujan
2. Ion SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>,
3. Curah Hujan setiap titik pengukuran

Waktu pelaksanaan pengambilan sampel air hujan dilakukan dari bulan Juni – Oktober 2001 secara kontinu, dengan tujuan untuk mengumpulkan air hujan dari 7 lokasi dan selanjutnya dilakukan analisa di laboratorium Kimia Bidang pengkajian Ozon dan Polusi Udara Lapan Bandung.

### **Peralatan dan Metode Pengukuran**

Metode pengukuran yang dilakukan di sini adalah dengan menggunakan alat penampung air hujan Horiba yang ditempatkan dititi-titik pengukuran, sedangkan analisa ion-ion yang terkandung dalam air hujan menggunakan metode spektrofotometer spektronic 401.

**Tabel 1** Parameter air hujan yang diukur

No	Parameter	Metode
1	pH	pH meter orion 201, akurasi 0,05, kalibrasi dengan Buffer 7 dan 4
2	Curah Hujan	Rain goround II HORIBA, diameter corong 8 cm
3	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Spektrofotometer, kalibrasi dengan larutan standar Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
4	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Spektrofotometer, kalibrasi dengan larutan standar KNO <sub>3</sub>
5	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Spektrofotometer, metode Nessler, kalibrasi dengan larutan standar NH <sub>4</sub> Cl
5	Cl <sup>-</sup>	Merkuri (II) tiosianant, kalibrasi dengan larutan standar NaCl

## HASIL

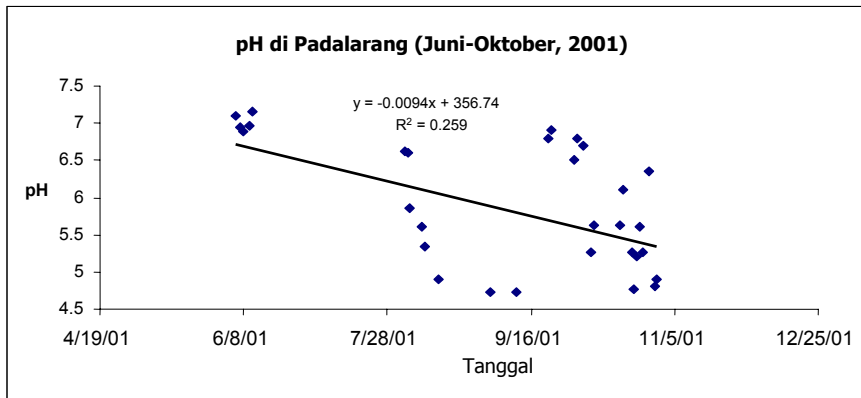
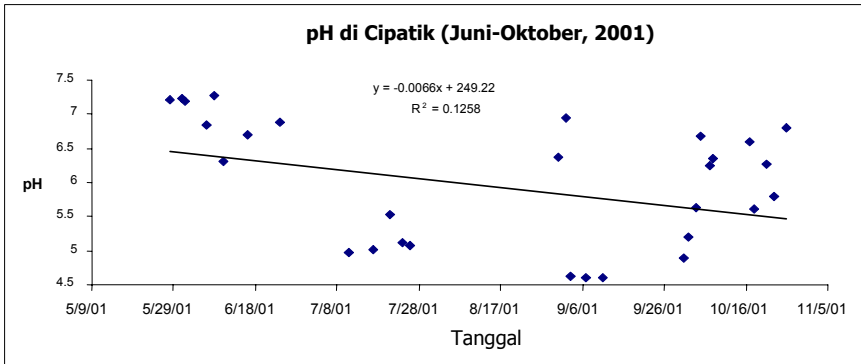
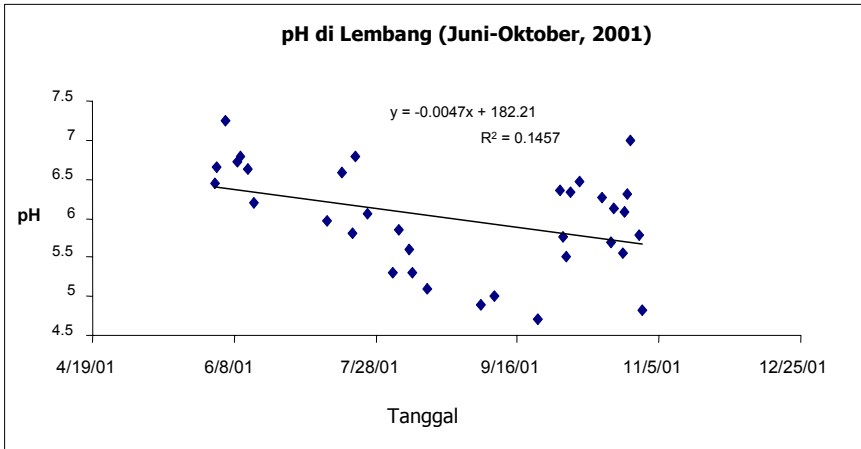
Derajat Keasaman (pH) air hujan

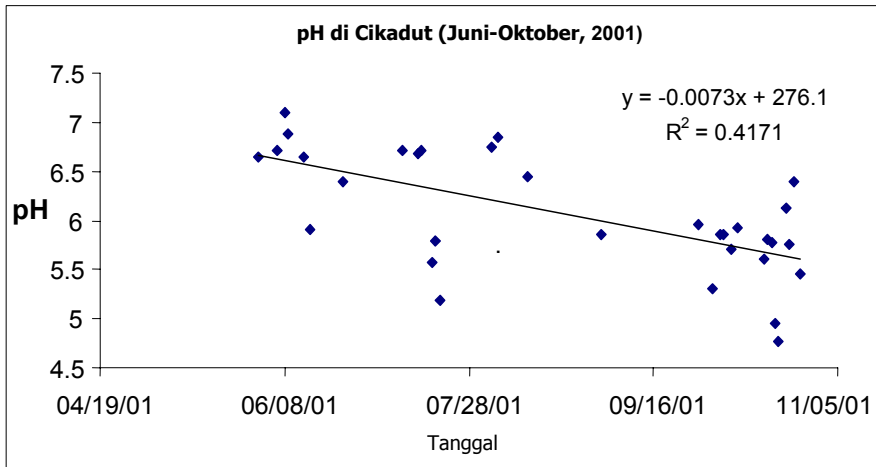
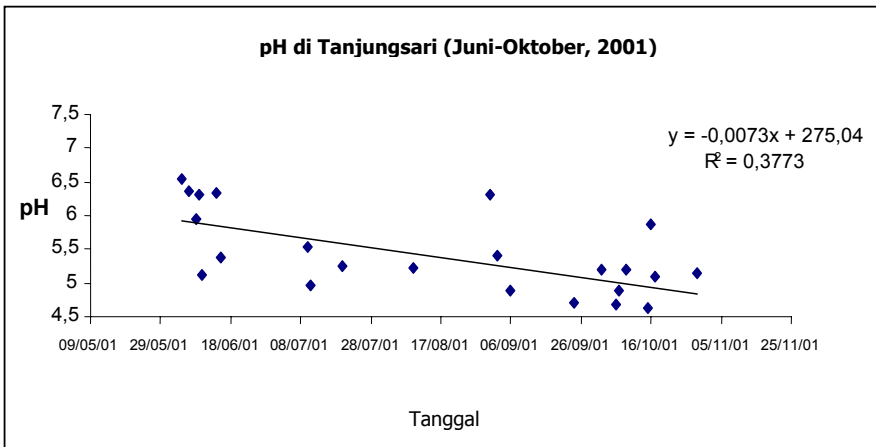
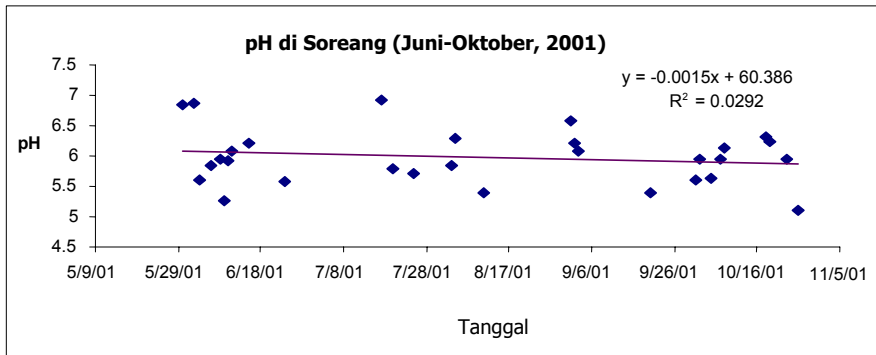
**Tabel 2** Hasil pengukuran pH rata-rata bulanan menggunakan alat ukur pH-meter ORION bulan Juni – Oktober 2001.

Lokasi	Bulan				
	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober
Lembang	6,60	6,24	5,43	4,86	6,00
Cipatik	6,86	5,14	6,37	4,89	6,00
Padalarang	7,01	-	5,82	5,31	5,65
Soreang	5,92	6,14	5,85	6,06	5,87
Tanjungsari	6,00	5,25	5,76	4,80	5,09
Cikadut	6,61	6,11	6,68	5,90	5,70
Ciparay	6,90	6,54	6,48	6,20	6,11

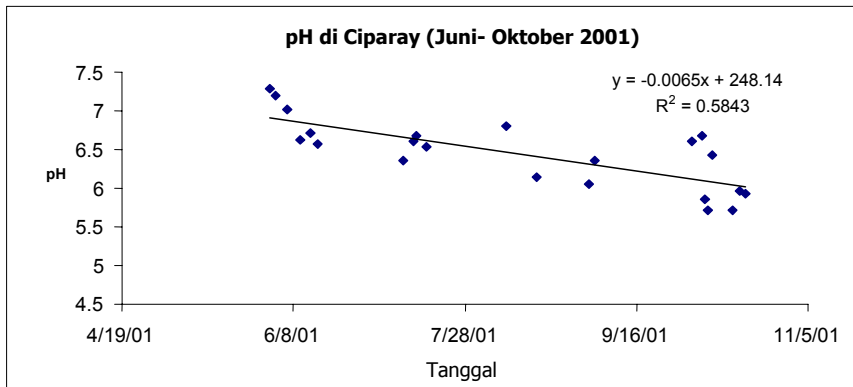
Dari tabel 2 terlihat bahwa pada beberapa tempat di tepi cekungan Bandung telah terjadi hujan asam karena nilai pH – nya berada di bawah nilai 5,6 yang merupakan nilai minimal suatu daerah dikategorikan telah mengalami hujan asam.

**Penentuan Komposisi Kimia Air Hujan di Tepi Cekungan Bandung (Dessy Gusnita dkk.)**





**Penentuan Komposisi Kimia Air Hujan di Tepi Cekungan Bandung (Dessy Gusnita dkk.)**



**Gambar 1** Trend derajat keasaman (pH) air hujan di 7 lokasi pengukuran.

**Tabel 3** Konsentrasi ion-ion dalam air hujan selama musim kemarau (Jun-Agustus 2001)

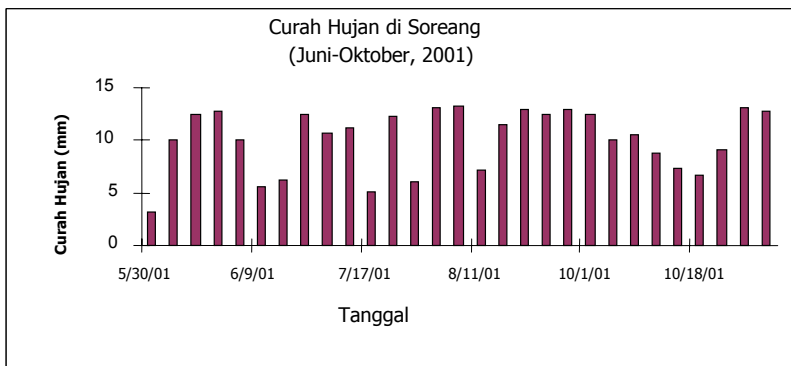
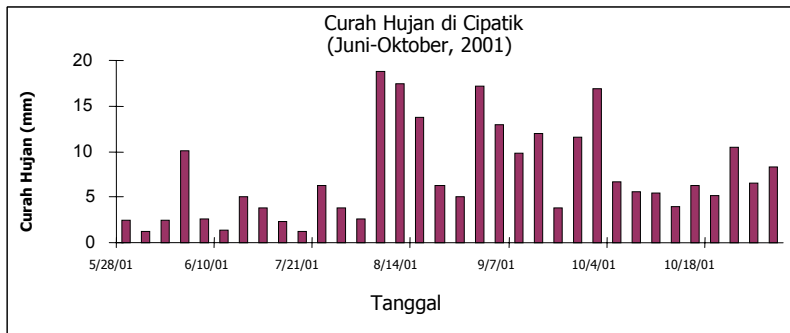
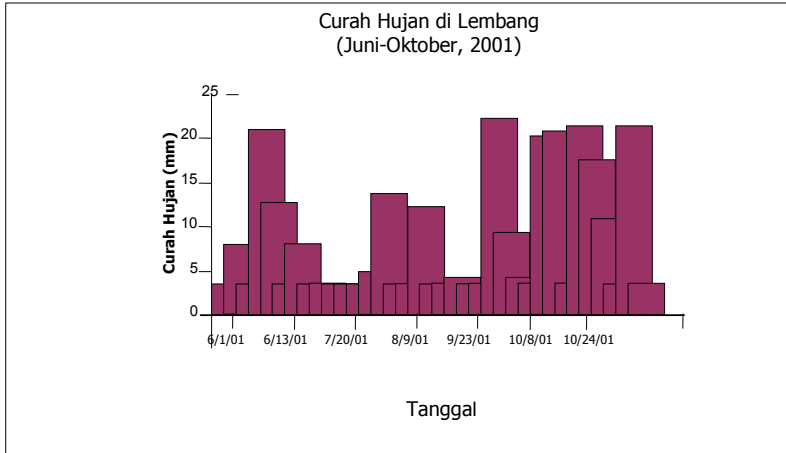
Lokasi	NO <sub>3</sub> (ppm)	SO <sub>4</sub> (ppm)	NH <sub>4</sub> (ppm)
Lembang	1,15	1,57	3,93
Cipatik	0,60	3,95	1,03
Padalarang	0,17	2,68	3,75
Soreang	0,9	3,45	1,48
Tanjungsari	1,08	2,59	1,90
Cikadut	1,07	3,18	3,50
Ciparay	0,38	4,74	8,41

Konsentrasi polutan NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2+</sup> dan NH<sub>4</sub><sup>+</sup> pada musim kemarau (bulan Juni-Agustus 2001) yang diperlihatkan pada tabel 3 menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap konsentrasi polutan pada musim peralihan (bulan Sepetember-Oktober 2001).

**Tabel 4** Konsentrasi rata-rata ion dalam air hujan selama musim Peralihan (September Oktober 2001)

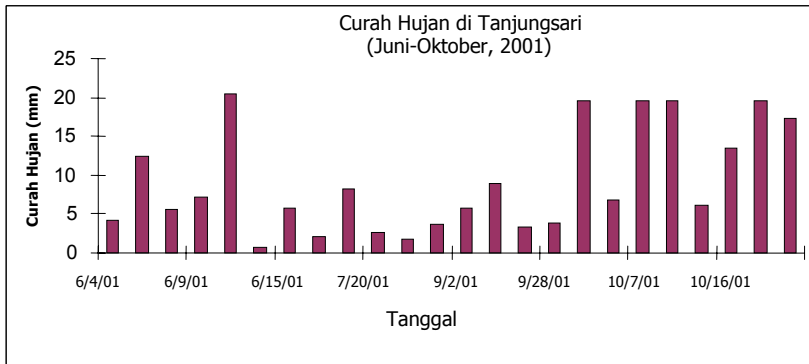
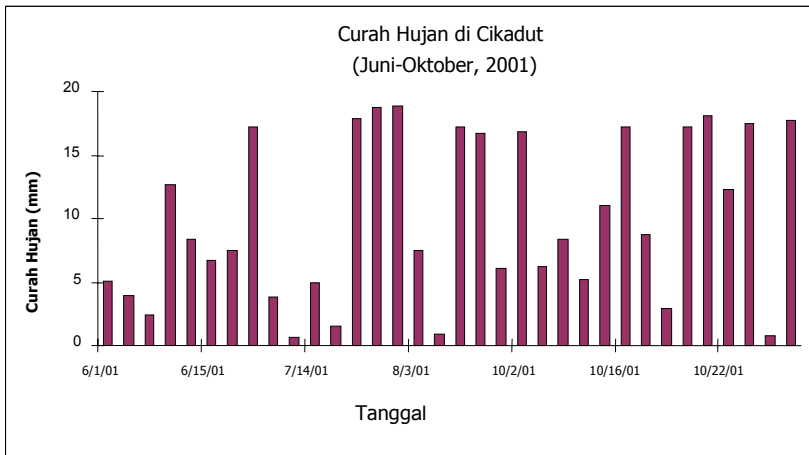
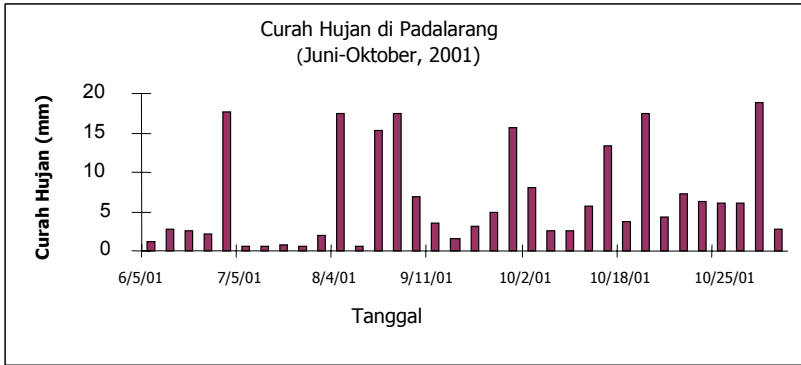
Lokasi	NO <sub>3</sub> (ppm)	SO <sub>4</sub> (ppm)	NH <sub>4</sub> (ppm)
Lembang	0,64	1,44	0,64
Cipatik	2,53	4,07	1,02
Padalarang	0,95	4,76	1,36
Soreang	0,49	3,32	0,67
Tanjungsari	0,23	3,57	0,32
Cikadut	0,38	2,02	0,87
Ciparay	0,28	2,02	1,17

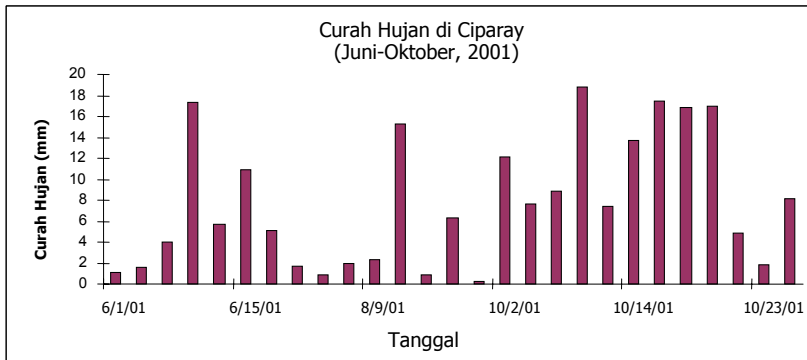
Curah Hujan





**Penentuan Komposisi Kimia Air Hujan di Tepi Cekungan Bandung (Dessy Gusnita dkk.)**





**Gambar 2** Curah Hujan di 7 lokasi pengukuran di tepi cekungan Bandung

**PEMBAHASAN**

Derajat Keasaman (pH)

Pada tabel 2 terlihat bahwa pH air hujan pada beberapa daerah yaitu: Lembang, Cipatik, Padalarang, dan Tanjungsari terutama pada musim peralihan (bulan Agustus) telah menunjukkan indikasi hujan asam. Hal ini disebabkan karena proses pencucian atmosfer pada musim peralihan lebih tinggi dibandingkan musim kemarau, ini didukung dengan curah hujan yang cukup tinggi pada musim peralihan. Derajat keasaman (pH) dari ketujuh lokasi pengukuran (gambar 1) menunjukkan trend yang cenderung menurun. Hal ini sebanding dengan konsentrasi polutan asam ( $\text{NO}_3^-$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$ ) pada musim peralihan yang cukup tinggi sedangkan polutan basa ( $\text{NH}_4^+$ ) nya rendah.

Konsentrasi senyawa kimia dalam air hujan

Tabel 3 memperlihatkan konsentrasi ion pada musim kemarau (Juni-Agustus) khususnya ion  $\text{SO}_4^{2-}$  dan  $\text{NO}_3^-$  untuk beberapa daerah yaitu Cipatik, Soreang, Cikadut, Tanjungsari dan Ciparay. Namun karena ion basa  $\text{NH}_4^+$  pada tempat-tempat tersebut cukup tinggi, hasilnya terjadi penetralan pH air hujan. Ion-ion sulfat dan nitrat ini terutama berasal dari transportasi, selain bersumber dari alam. Mengingat wilayah cekungan yang dikelilingi oleh pegunungan sebagai sumber  $\text{SO}_2$ . Sumber utama  $\text{NH}_4^+$  terutama berasal dari tanah pertanian disekitarnya dan juga transportasi kuda (khususnya daerah Ciparay) yang menunjukkan konsentrasi ammonium yang paling tinggi. Sedangkan pada musim peralihan kontribusi polutan basa rendah sehingga tidak dapat menetralkan polutan-polutan asam yang nilainya juga cukup tinggi khususnya Padalarang, Cipatik dan Tanjungsari. Sumber utama  $\text{SO}_4^{2-}$  dan  $\text{NO}_3^-$  di ketiga daerah tersebut berasal dari jalur transportasi umum. Dari ketujuh wilayah pengukuran ditepi

## **Penentuan Komposisi Kimia Air Hujan di Tepi Cekungan Bandung (Dessy Gusnita dkk.)**

---

cekungan Bandung diketahui bahwa polutan asam yang memberikan kontribusi terbesar adalah berasal dari ion  $\text{SO}_4^{2-}$

### **KESIMPULAN**

Hasil penelitian derajat keasaman (pH) dan komposisi kimia air hujan di cekungan Bandung menunjukkan bahwa telah terjadi penurunan trend keasaman air hujan di wilayah tepian cekungan Bandung, namun belum seluruh wilayah terindikasikan mengalami hujan asam. Pada bulan Juli (musim kemarau) wilayah yang telah mengalami hujan asam adalah Cipatik dan Tanjungsari, sedangkan pada musim peralihan (bulan September-Oktober) hujan asam terjadi di daerah Lembang Cipatik Padalarang, dan Tanjungsari. Namun dengan penurunan pH yang terjadi khususnya pada musim peralihan (September-Oktober), hal ini tentunya menjadi peringatan penting kepada Pemerintah Kotamadya Bandung untuk segera mengambil antisipasi dalam menanggulangi peningkatan pencemaran yang juga akan mempengaruhi wilayah lainnya di tepi cekungan Bandung yang umumnya masih merupakan wilayah bersih (remote area).

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Nurlaini J., Yeti Priyati R., dan Chunaeni L., 1988, *Penelitian Keasaman air hujan 1986-1987*, Proceeding Program Penelitian Pusat Riset Dirgantara LAPAN 1987. Buku I., ISSN 0216.4663. hal 53-54, Pusat Riset Dirgantara LAPAN Bandung.
- Harian Umum Pikiran Rakyat, September 1997.
- Seinfeld J.H, *Atmospheric Chemistry*, John Wiley and sons, 1997, page 998-1027.
- Tuti Budiwati, Siti asiati dan Nanang Effendi AR, 1991, *Komposisi Kimia Air Hujan Di Bandung*, Proceeding Program Penelitian Dirgantara LAPAN, nomor: D-III/10-91, Maret LAPAN, Bandung, 71-80.