

# KUALITAS AIR HUJAN DAN FAKTOR LINGKUNGAN YANG MEMPENGARUHINYA

Oleh: Sudarmaji

## ABSTRACT

*Rain water constitutes the input to the hydrology system looking at its quality, compared with the other natural water, is represents the purest water by mean of its composition nearly close to H<sub>2</sub>O. However, it is naturally never found rain water which is truly composed with only H<sub>2</sub>O. In the big towns various environment factors have influenced the quality of rain water. Pollution on air is caused by gas exile as well as the emiton of motor vehicles. And gas exile from the factory has polluted the rain water in the urban area. Rain water at the beach is also influenced by the ocean activity and its water composition. In the volcanic area the rain water is also influenced by the volcanic activity. Each of the environment above mentioned influences the composition of rain water. The study, which is concerning with the quality of rain water, utilizes the observation yield recorded by previous observer in Java; however the yield of abroad observation is also utilized for comparation.*

## INTISARI

*Hujan merupakan masukan dalam sistem hidrologi. Ditinjau dari kualitasnya dibandingkan dengan air alami lainnya, air hujan merupakan air paling murni dalam arti komposisinya hampir mendekati H<sub>2</sub>O. Namun demikian, pada hakekatnya tidak pernah dijumpai air hujan yang betul-betul hanya tersusun atas H<sub>2</sub>O saja, berbagai faktor lingkungan telah mempengaruhi kualitas air hujan tersebut. Pencemaran udara yang terjadi di kota-kota besar, baik yang berupa buangan gas maupun emisi dari kendaraan bermotor. Serta buangan gas dari pabrik telah mempengaruhi kualitas air hujan yang jatuh didaerah kota. Air hujan di daerah pantai juga terpengaruh oleh laut dengan segala aktifitas dan komposisi airnya. Didaerah gunung api yang masih aktif air hujan juga dipengaruhi oleh aktifitas tersebut. Masing-masing lingkungan tersebut diatas mempengaruhi komposisi air hujan. Kajian kualitas air hujan dilakukan dengan mengambil hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya di daerah pulau Jawa, namun demikian hasil penelitian yang dilakukan di luar negeri juga digunakan sebagai pembanding.*

## I. PENDAHULUAN

Dalam sistem hidrologi hujan merupakan salah satu bentuk masukan ke dalam DAS untuk dapat menghasilkan keluaran yang berupa aliran, baik aliran air permukaan maupun airtanah. Hujan dengan berbagai macam sifatnya (tebal, intensitas dan durasinya) menentukan output yang dihasilkan, yang biasanya tercermin dalam bentuk hidrograf aliran. Selain itu hujan dalam rantai siklus hidrologi terbentuk karena proses penguapan air laut diikuti dengan terbentuknya titik-titik air hujan karena proses kondensasi. Setelah persyaratan dipenuhi, maka titik-titik air hujan tersebut jatuh sebagai hujan. Dalam proses terbentuknya titik-titik air hujan diperlukan inti kondensasi untuk mengikat uap air agar membentuk partikel yang besar. Inti kondensasi tersebut dapat berupa butiran debu meteorik maupun debu lain yang sangat kecil. Dengan demikian dalam proses ini sudah masuk zat dari luar, yang menyebabkan air tidak lagi mempunyai komposisi sebagai H<sub>2</sub>O murni. Dalam proses jatuhnya, ke permukaan bumi titik-titik air hujan melalui lapisan udara yang terdiri oleh berbagai macam gas, antara lain adalah O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> dan gas-gas lain. Oleh karena itu sudah barang tentu apabila gas-gas tersebut sebagian terlarut dalam air. Karena itulah maka air hujan mengan-

dung berbagai macam gas di dalamnya.

Aktivitas manusia dalam sehari-hari menghasilkan berbagai macam limbah, baik limbah yang berasal dari kegiatan sehari-hari berupa limbah domestik, maupun limbah dari kegiatan industri, pertambangan dan pertanian. Bentuk limbah tersebut dapat berupa padat, cair maupun gas. Limbah dalam bentuk gas akan dibuang ke atmosfer, dan dengan bantuan angin, baik arah maupun kecepatannya maka limbah yang berbentuk gas tersebut akan dibawa ketempat yang jauh dari sumbernya.

Air hujan yang jauh di suatu tempat dapat melarutkan gas-gas tersebut, sehingga pencemaran udara dapat mempengaruhi kualitas air hujan yang jatuh di suatu wilayah. Tulisan ini bermaksud untuk mengungkap kualitas air hujan yang di berbagai kota untuk melihat pengaruh pencemaran udara terhadap kualitas air hujan.

## II. DATA DAN METODA

Dalam penelitian ini digunakan data hasil pengamatan yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Data yang digunakan adalah data oleh Setianingsih (1989), Sudarmadji (1975, 1986) dan Sudarmadji (1995). Sebagai perbandingan digunakan hasil pengamatan Badan Meteorologi dan Geofisika yang diterbitkan dalam Kualitas Lingkungan di Indonesia 1990 serta tulisan

Tabel 1. Karakteristik Air Hujan di Jakarta, Medan dan Manado

Parameter	Jakarta	Medan	Manado
pH	5,58	5,78	5,78
SO <sub>4</sub> (mg/l)	0,04	0,12	0,04
NO <sub>3</sub> (mg/l)	1,66	0,88	0,61
NH <sub>3</sub> (mg/l)	1,42	0,20	0,28

Sumber : Kantor Menteri KLH, 1990.

dari Appelo (1986). Data dari beberapa laporan penelitian juga diambil, walaupun penelitian tersebut bukan merupakan semata-mata penelitian kualitas air hujan. Dalam penelitian ini ditekankan kepada hasil penelitian yang dilakukan di beberapa daerah Pulau Jawa, namun demikian hasil penelitian yang didapat di luar negeri digunakan sebagai pembandingan.

### III. HASIL PENELITIAN

#### a. Kualitas Air Hujan di Daerah Perkotaan

Dari berbagai penelitian yang dilakukan dapat diketahui bahwa kualitas air hujan di berbagai macam kota di dunia ternyata sangat bervariasi, namun demikian kota-kota yang termasuk kedalam kota yang mempunyai

Tabel 2. Analisis Air Hujan di Beberapa Kota (dalam umoles/l)

Parameter	Kiruna Swedia '55-'57	Hubbard Brook, US '63-'74	De Kooy Netherl '78-'83	Beek Netherl '78-83	Thumba India 1975	Delhi India 1975
pH	5,6	4,1	4,40	4,75	-	-
Na	13	5	302	43	200	30
K	5	2	9	7	6	7
Mg	5	2	35	9	19	4
Ca	16	4	19	47	23	29
NH <sub>4</sub>	6	12	78	128	-	-
Cl	11	7	379	54	229	28
SO <sub>4</sub>	21	30	66	87	7	4
NO <sub>3</sub>	5	12	63	63	-	-
HCO <sub>3</sub>	21	-	-	9	-	-

Sumber : Appelo, 1986

industri besar serta mempunyai kepadatan lalu lintas yang tinggi menunjukkan kualitas air hujan yang lebih buruk dibandingkan dengan kota-kota yang masih sedikit kegiatannya. Beberapa kota di Indonesia berdasarkan penelitian ternyata mempunyai kecenderungan yang sama (Tabel 1). Kadar  $\text{NO}_3$  dalam air hujan cukup tinggi, namun demikian kadar  $\text{SO}_4$

di kota-kota di Eropa, Amerika Serikat dan India memiliki kadar zat kimia yang cukup berarti pula. Nampak jelas terlihat bahwa kota yang terletak di dekat pantai memiliki kadar klorida yang tinggi.

Di kota Yogyakarta, yang merupakan kota wisata dengan ukuran lebih kecil dari Surabaya maupun Jakarta telah dilakukan penelitian terhadap air

Tabel 3. Analisis Air Hujan di Yogyakarta

Parameter	Bronto kusuman Yk-1989	Condong Catur Yk-1989	Sapen 1986	Gondomanan 1986	Ngampilan 1986
DHL	98,36	21,21	11,2	13,1	23,2
mhos/cm	6,01	6,4	7,4	7,4	7,2
pH	0,01	0,01	-	-	-
Na mg/l	0,001	0,001	-	-	-
K mg/l	0,49	0,47	1,42	2,04	1,33
Ca mg/l	0,10	0,11	1,26	1,35	1,00
Mg mg/l	0,11	0,11	1,33	1,59	1,32
Cl mg/l	0,08	0,10	0,08	0,06	0,10
$\text{SO}_4$ mg/l	0,04	0,02	0,075	0,185	0,133
$\text{NO}_3$ mg/l	12,04	22,41	20,69	-	-
$\text{HCO}_3$ mg/l	9,12	7,60	6,1	7,1	6,6
$\text{CO}_2$ mg/l					

Sumber: 1. Setianingsih (1989)

2. Sudarmadji (1986)

masih tergolong rendah. PH air hujan sudah menunjukkan sifat yang asam (7,0).

Appelo (1986) memperlihatkan hasil pengamatannya dari berbagai penelitian seperti tercantum dalam tabel 2. Dalam arah yang hampir sama dapat diketahui bahwa air hujan yang jatuh

hujan, bahkan tidak hanya di dalam kota, namun juga termasuk daerah-daerah di luar kota sekitarnya. Hasil penelitian yang dilakukan Sudarmadji (1986) dan Asma Irma Setianingsih (1989) ditunjukkan pada tabel 3.

Terlihat bahwa kualitas air hujan yang jatuh di pusat kota cenderung mempunyai kadar CO<sub>2</sub> yang tinggi. Di Yogyakarta pengamayan didalam kota menunjukkan angka CO<sub>2</sub> yang tinggi bagi air hujan yang jatuh didalam kota, masing-masing sebesar 9,12 dan 7,60 mg/l di daerah Brontokusuman dan Catur Tunggal di Yogyakarta. Dalam daerah yang oleh Sudarmadji (1986) telah teramati bahwa CO<sub>2</sub> di dalam kota berkisar antara 6,1 mg/l sampai 7,7 mg/l yang teramati di tiga lokasi. Apabila dibandingkan dengan penelitian yang

nilai pH, dimana di kota di Eropa sudah memiliki pH yang kurang dari 6,0, namun di kota-kota di Indonesia masih mempunyai pH yang lebih besar dari 5,0 bahkan mendekati nilai 7,0. Kadar parameter kimia yang lain juga lebih tinggi dibandingkan dengan yang didapat di Indonesia. Walaupun angka dinyatakan dalam  $\mu\text{moles/l}$ , namun bila dikonversikan ke dalam mg/l angka kadar parameter zat kimia juga tetap lebih tinggi.

#### b. Kualitas Air Hujan di Luar kota

Tabel 4. Kualitas Air Hujan di Luar Kota

Parameter	Siluk	Godean (1974)	Kalijarat Hutan Pinus
DHL	mhos/cm	28,2	37,27
pH		6,61	6,01
Na	mg/l	0,03	0,01
K	mg/l	0,002	0,00
Ca	mg/l	0,48	0,40
Mg	mg/l	0,21	0,19
Cl	mg/l	0,17	0,11
SO <sub>4</sub>	mg/l	0,08	0,10
NO <sub>3</sub>	mg/l	0,04	0,01
HCO <sub>3</sub>	mg/l	0,50	0,60
CO <sub>2</sub>	mg/l	3,04	3,04
			16,3
			5,95
			-
			-
			2,0
			0,35
			6,56
			7,0
			0,0
			23,33
			6,0

Sumber : 1. Setianingsih (1989)  
2. Sudarmadji (1995)

dilakukan di luar negeri, nampak bahwa kualitas air hujan di kota-kota di Indonesia masih memiliki kualitas yang lebih baik. Sebagai contoh adalah

Air hujan yang dikumpulkan di daerah luar kota sudah cenderung mempunyai kadar pencemar yang lebih rendah dibandingkan dengan

Tabel 5. Kualitas Air Hujan di Daerah Pantai dst.

Parameter		Parangtritis (1989)	Adipala Cilacap (1974)
DHL	mhos/cm	66,36	98,85
pH		6,96	7,05
Na	mg/l	0,09	-
K	mg/l	0,007	-
Ca	mg/l	0,50	7,3
Mg	mg/l	0,20	0,56
Cl	mg/l	0,39	13,93
SO <sub>4</sub>	mg/l	0,09	5,0
NO <sub>3</sub>	mg/l	0,01	-
HCO <sub>3</sub>	mg/l	0,80	24,3
CO <sub>2</sub>	mg/l	4,56	11,66

Sumber : 1. Setianingsih (1989)

2. Sudarmadji (1995)

kadarnya dengan air hujan yang jatuh di daerah kota. Tentu saja yang dimaksudkan adalah daerah luar kota yang

tidak memiliki industri yang membuang limbah gas. Beberapa sampel air hujan yang mencerminkan keadaan

Tabel 6. Kualitas Air Hujan di Daerah Pantai dst.

Parameter		Pakem	Plawangan	Baturraden
DHL	mhos/cm	91,65	68,71	-
pH		6,74	6,12	6,4
Na	mg/l	0,00	0,00	-
K	mg/l	0,00	0,00	-
Ca	mg/l	0,47	0,44	1,2
Mg	mg/l	0,09	0,06	3,24
Cl	mg/l	0,11	0,11	6,0
SO <sub>4</sub>	mg/l	0,14	0,15	0,0
NO <sub>3</sub>	mg/l	0,03	0,03	-
HCO <sub>3</sub>	mg/l	0,59	0,55	20,0
CO <sub>2</sub>	mg/l	3,04	1,52	-

Sumber : 1. Sudarmadji (1995)

2. Asma Irma Setianingsih (1989)

kualitas air hujan di daerah luar kota ditunjukkan pada Tabel 4.

### **c. Air Hujan di Daerah Pantai**

Air hujan di daerah pantai sangat dipengaruhi oleh laut didekatnya. Hal ini ditunjukkan dengan kualitas yang dimiliki yang dicerminkan dengan kadar klorida, natrium dan kalium yang tinggi, yang semuanya bersumber dari air laut. Semakin jauh dari laut maka kadar zat kimia tersebut akan semakin berkurang. Beberapa sampel air hujan yang dikumpulkan dapat ditunjukkan pada tabel 5. Dari tabel tersebut bahwa daerah yang sama maka kadar klorida pada air hujan cenderung tinggi dibandingkan dengan kadar parameter yang lain.

### **d. Air Hujan di Daerah Gunungapi**

Beberapa sampel air hujan yang didapatkan di daerah Gunungapi dapat ditunjukkan pada Tabel 5. Air hujan yang jatuh di daerah gunungapi yang masih aktif diperkirakan memiliki kadar  $SO_4$  yang tinggi, sebagai akibat aktivitas gunungapi tersebut. Hal ini memang tidak nampak secara mencolok. Namun demikian apabila dibandingkan dengan kualitas air hujan yang jatuh di daerah sekitarnya hal ini menunjukkan bahwa kadar  $SO_4$  di daerah dekat puncak gunungapi cenderung memiliki kadar  $SO_4$  yang lebih tinggi.

## **IV. PEMBAHASAN**

Air hujan yang merupakan air alami yang paling mendekati air murni ternyata menunjukkan komposisi yang berbeda-beda antara satu tempat dengan tempat yang lain. Dalam air hujan tersebut telah dilarutkan berbagai zat kimia, yang kadarnya secara tidak langsung dapat diketahui dari nilai DHL dalam air hujan tersebut. Karakteristik komposisi air hujan berbeda antara daerah-daerah kota, daerah pedesaan, daerah pantai, daerah pedalaman, khususnya volkan. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh proses yang menyebabkan terjadinya hujan itu sendiri dan juga kadar zat kimia yang dilarutkan ketika hujan jatuh ke permukaan tanah. Daerah-daerah dekat pantai menunjukkan air hujan yang relatif tinggi akan kadar kloridanya. Kadar Cl yang tinggi ini mencirikan juga kadar air laut. Oleh karena itu kadar tingginya kadar Cl pada air hujan yang jatuh di daerah pantai pasti berkaitan erat dengan air laut. Semakin jauh kedaratan maka kadar Cl semakin berkurang, namun daerah gunungapi kadar  $SO_4$  mendominasi kadar zat kimia dalam air hujan yang jatuh di daerah itu. Kadar  $SO_4$  yang tinggi erat kaitannya dengan gas yang dikeluarkan oleh gunungapi yang aktif. Penelitian di atas juga menunjukkan kecenderungan yang sama, namun demikian arah angin tentu akan berpengaruh terhadap persebaran gas

tersebut. Sayang beberapa penelitian belum mengungkap hal tersebut di atas.

Di daerah kota dan sekitarnya air hujan juga menunjukkan kadar zat kimia yang tinggi terutama adalah kadar CO<sub>2</sub> dan NO<sub>3</sub>. Tingginya kadar zat kimia tersebut, khususnya CO<sub>2</sub> nampaknya disebabkan oleh gas buang dari kendaraan bermotor. Kendaraan bermotor mengeluarkan CO<sub>2</sub> dan CO yang selanjutnya di udara bebas akan berubah menjadi CO<sub>2</sub>. Ketika hujan jatuh di daerah kota gas tersebut larut di dalam air hujan tersebut. Jauh diluar kota kadar CO<sub>2</sub> akan berkurang dan juga ditunjukkan oleh kadar CO<sub>2</sub> yang lebih rendah dalam air hujan yang jatuh di luar kota. Parameter yang lain seperti Ca, Mg, Na dan K masih sulit untuk diperbandingkan. pH air hujan tidak menunjukkan perbedaan yang mencolok, namun penelitian yang dilakukan oleh Badan Meteorologi dan Geofisika yang didapatkan dari Kantor Menteri KLH (1990), air hujan di daerah kota besar (Jakarta, Medan dan Manado) mulai menunjukkan kecenderungan semakin menurun, dengan kata lain sudah terjadi gejala terjadinya hujan asam. Namun demikian bila dibandingkan dengan pH air hujan yang ditunjukkan oleh Appelo (1986), pH air hujan di Indonesia masih lebih tinggi daripada pH air hujan yang jatuh di kota-kota besar di negeri luar. Perbedaan waktu penelitian antara peneliti yang satu dengan peneliti yang

lain sering menunjukkan perbedaan hasil yang sangat mencolok, yang menyebabkan sulitnya melakukan analisis serta interpretasi. Data lain yang dapat digunakan sangat terbatas, sehingga untuk mengatasinya seharusnya diadakan penelitian yang lebih rinci.

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Beberapa hal yang dapat disimpulkan dari hasil telaah pustaka ini adalah :

1. Air hujan di beberapa tempat, baik di pantai, di daerah volkan, di daerah pedesaan dan daerah kota telah mengandung zat kimia yang larut di dalamnya, ditunjukkan dengan nilai DHL dalam air hujan tersebut. Nilai DHL dalam air hujan tersebut bervariasi dari satu tempat ke tempat lain, dari lebih rendah 25  $\mu$ mhos/cm hingga mendekati 100  $\mu$ mhos/cm.

2. Air hujan yang jatuh di daerah-daerah tertentu mempunyai perbedaan kualitas yang dipengaruhi oleh kondisi daerah dimana hujan tersebut jatuh. Daerah pantai mempunyai ciri kadar Cl yang tinggi, sedangkan di daerah volkan dicirikan dengan kadar SO<sub>4</sub> yang tinggi. Daerah urban dicirikan dengan kadar CO<sub>2</sub> dan NO<sub>3</sub> yang tinggi.

3. Kecenderungan hujan asam mulai nampak di daerah kota-kota besar, ditandai dengan rendahnya pH pada air hujan, namun bila dibandingkan dengan kota-kota besar di negeri luar, gejala hujan asam di Indo-



nesia masih belum sebesar di negeri luar.

4. Perbedaan hasil penelitian yang cukup besar antara peneliti yang satu dengan peneliti yang lain menunjukkan diperlukannya penelitian yang lain untuk mendapatkan hasil yang lebih

pasti. Penelitian tersebut akan sangat baik apabila dilengkapi dengan kajian tentang parameter logam berat seperti Pb, yang merupakan salah satu yang didapatkan dalam emisi dari kendaraan bermotor.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Appelo, T. 1986. *Hydrochemistry. Lecture Note in hydrochemistry*, Faculty of Geography, Gadjah Mada University, Yogyakarta.
- Bryan, E.H., 1972. Quality of stormwater Runoff Drainage from Urban Land. *Water Resources Bulletin*, 8: 578-588.
- Carrol, D., 1962. Rainwater as A Chemical Agent of Geologic Processes, A review *Geological survey Water Supply Paper*, 1535-G.
- Dix, H.M., 1981. *Environmental Pollution*, John Wiley and Sons, New York.
- Hem, J.D., 1970. Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water. *US. Geological Survey Water Supply Paper*, No. 1473. Government Printing office, Washington DC.
- Kantor Menteri KLH, 1990. *Kualitas lingkungan di Indonesia 1990*. Kantor Menteri KLH, Jakarta.
- Setianingsih, A.A., 1989. Kualitas Air Hujan dari pantai Parangtritis sampai Puncak Gunungapi Merapi dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya. *Skripsi Sarjana Program S1*, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.
- Sudarmadji, 1975. Analisa Unit Kualitas Airtanah di Daerah Aliran Kali Serayu. *Skripsi Sarjana Fakultas Geografi UGM*, Yogyakarta.
- Sudarmadji, 1995. Beberapa Aspek Hidrokimia Hutan Pinus. *Majalah Geografi Indonesia* No. 16 Tahun 10. September 1995. (Dalam Penerbitan).