

## Potensi terjadinya hujan asam di Kota Bandung

Bethy C. Matahelumual

Pusat Lingkungan Geologi, Badan Geologi  
Jln. Diponegoro 57 Bandung 40122

### SARI

Hujan merupakan bagian dari siklus hidrologi. Air laut dan sebagian air di daratan menguap membentuk uap air yang terangkat dan terbawa angin di atmosfer, kemudian mengembun dan akhirnya jatuh ke daratan atau laut sebagai air hujan. Hujan secara alami bersifat asam dengan  $\text{pH} < 6$ , tetapi hujan dengan  $\text{pH}$  di bawah 5,6 didefinisikan sebagai hujan asam. Hujan asam dapat disebabkan secara alamiah, misalnya oleh emisi gas gunung api dan aktivitas manusia seperti industri, pembangkit tenaga listrik, kendaraan bermotor, dan pabrik pengolahan pupuk untuk pertanian terutama amonia. Hujan asam dapat menyebabkan pohon dan bangunan menjadi lebih rapuh, dan merusak patung tembaga di kota Bandung. Pada bulan Desember 2008 sampai dengan Juli 2009 telah dilakukan pengambilan contoh air hujan pada 8 lokasi Penakar Hujan, yaitu Pos Pengamatan Gunung Api (Pos PGA) Gunung Tangkubanparahu, Balitsa Lembang, Cihideung, Pusat Lingkungan Geologi, PT. Safilindo, Cikalong, Gunung Malabar, dan Buah Batu. Analisis kualitas air hujan mengacu pada *Standard Methods* dan Standar Nasional Indonesia, sedangkan kualitas air minum mengacu pada Surat Keputusan yang dikeluarkan oleh Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Hasil analisis fisika-kimia menunjukkan kadar unsur-unsur seperti kesadahan, besi, mangan, natrium, klorida, sulfat, nitrit, nitrat, dan zat padat terlarut dari percontoh air hujan lebih kecil dari standar air minum, kekeruhan, warna, dan amonium, mempunyai kadar tinggi di beberapa lokasi penakar hujan, sedangkan hujan asam terjadi pada bulan Desember 2009 dan April 2010 dengan nilai  $\text{pH}$  rendah  $< 5,6$ .

**Kata Kunci:** Air, hujan, asam

### ABSTRACT

*Rain is part of hydrological cycle. Sea water and surface water on land evaporate to the atmosphere forming water vapor, then it condensates and finally fall on to sea or land as rain. Rain is naturally acid with  $\text{pH} < 6$ , but rain with  $\text{pH}$  lower than 5.6 is defined as acid rain. Acid rain is caused by human activities like industries, power plant, vehicles and factory processing of agriculture fertilizer especially ammonia. Acid rain can cause vegetation and buildings become more brittle, and the damage of copper statue in Bandung town. Since December 2008 until Juli 2009 samples of rain water had been taken (collected) from 8 rain gauge stations namely Tangkubanparahu volcano observatory, Balitsa Lembang, Cihideung, Center for Environmental Geology, PT. Safilindo, G. Malabar and Buah Batu. The analysis of*

rain water quality was based on Standard Methods and National standard of Indonesia, while drinking water quality is based on the Decree issued by Minister for Public Health Republic of Indonesia. The result of physical and chemical analysis show low concentration of substances such as iron, manganese, sodium, chloride, sulfate, nitrite, nitrate, and total solid dissolved of rain water sample is smaller than drinking water standard, cloudiness, color, and ammonium have high concentration in some rain gauges stations, meanwhile acid rain that occurred in December 2009 and April 2010 have low pH value  $< 5.6$ .

**Keywords:** water, rain, acid

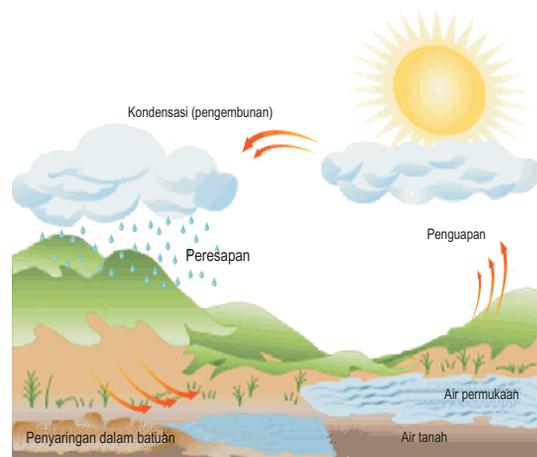
## PENDAHULUAN

Hujan merupakan bagian dari siklus hidrologi, air laut dan sebagian air di daratan menguap membentuk uap air yang terangkat dan terbawa angin di atmosfer, kemudian mengembun dan akhirnya jatuh ke daratan atau laut sebagai air hujan. Air hujan yang jatuh ke daratan sebagian akan diserap tanaman, sebagian lainnya menguap kembali ke atmosfer, selebihnya mengalir di permukaan tanah lalu masuk ke sungai dan mengalir menuju ke laut, dan lainnya meresap ke dalam tanah (Gambar 1).

Hujan dapat berwujud cairan, salju, dan hujan es atau aerosol seperti embun dan kabut. Hujan dalam bentuk kabut sering ditemukan di dataran tinggi atau daerah pegunungan seperti yang terlihat di daerah Lembang (Gambar 2) dan Pos Pengamatan Gunung Api Gunung Tangkubanparahu (Gambar 3).

Hujan secara alami bersifat asam dengan pH sedikit di bawah 6 dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) di udara terbawa dan larut dalam air hujan membentuk asam lemah. Jenis asam ini sangat bermanfaat karena membantu melarutkan mineral dalam tanah yang dibutuhkan oleh tumbuhan dan binatang. Air hujan dengan pH  $< 5,6$  didefinisikan sebagai hujan asam.

Hujan asam dapat disebabkan oleh proses alam, misalnya emisi gas gunung api dan aktivitas manusia. Dalam tulisan akan dibahas hujan asam akibat aktivitas manusia. Umumnya hujan asam yang disebabkan oleh aktivitas manusia seperti industri, pembangkit listrik, kendaraan bermotor, dan pabrik pengolahan pupuk untuk pertanian (terutama amonia). Gas-gas yang dihasilkan oleh proses ini dapat terbawa angin hingga ratusan kilometer di atmosfer sebelum berubah menjadi asam dan jatuh ke bumi.



Gambar 1. Siklus Hidrologi (dimodifikasi dari sumber [www.excelwater.com](http://www.excelwater.com)).



Gambar 2. Kabut di daerah Lembang.  
Foto: Tim Isotop Bandung 2007-2009.

Hujan yang turun tidak merata terlihat melalui awan hitam yang tampak menutupi sebagian wilayah Kota Bandung (Gambar 4). Intensitas hujan di sejumlah daerah di Indonesia hingga saat ini tidak menentu dan belum merata.

Jika lahan di Bandung utara berubah fungsi dari daerah resapan air menjadi pemukiman, maka tidak mustahil penduduk Kota Bandung di masa yang akan datang mengalami kekurangan sumber air bersih. Untuk mengatasi hal tersebut, salah satu alternatif untuk menggantikannya adalah menggunakan air hujan. Tetapi dengan banyaknya kegiatan industri di wilayah Bandung dan sekitarnya, menyebabkan pencemaran udara dan dapat mempengaruhi kualitas air hujan. Oleh karena itu bila air hujan akan dimanfaatkan perlu dilakukan analisis kualitasnya terlebih dahulu.

Pengambilan contoh air hujan sejak bulan Desember 2008 sampai dengan Juli 2009 dilakukan oleh Tim Penelitian Hidrogeologi Daerah

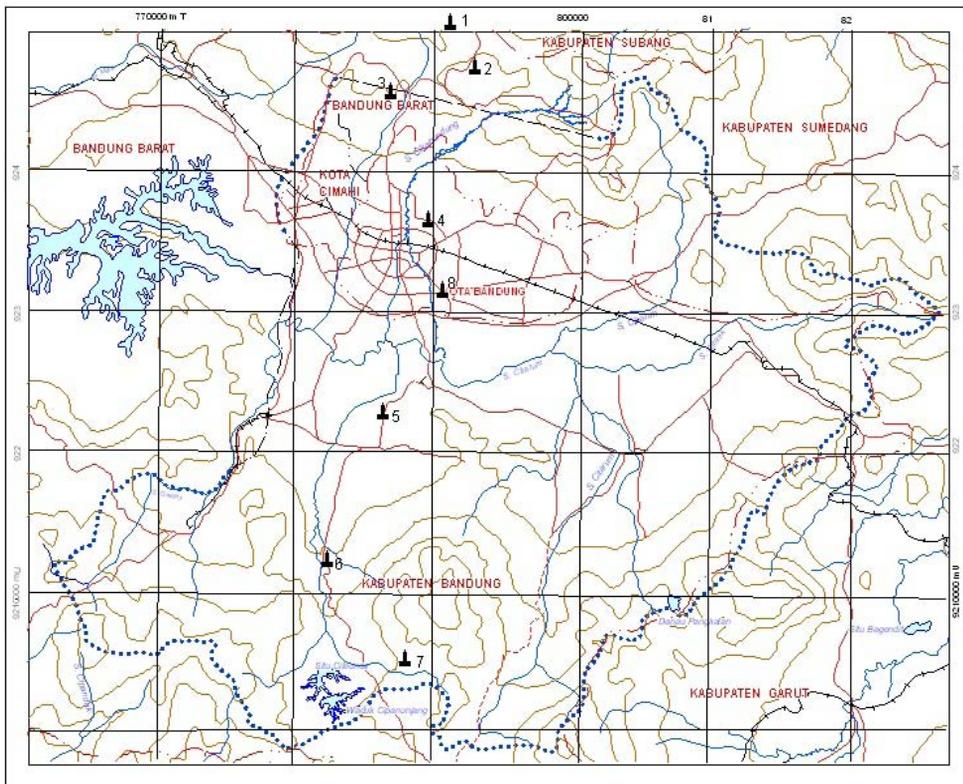


Gambar 3. Kabut di Pos Pengamatan Gunung Api Gunung Tangkuban Parahu.  
Foto: Tim Isotop Bandung 2007-2009.

Imbuan Air Tanah dengan Metoda Isotop dan Hidrokimia (Tahap II tahun 2008 dan Tahap III tahun 2009) dari Pusat Lingkungan Geologi, Badan Geologi. Peta Lokasi pengambilan percontohan air hujan dapat dilihat pada Gambar 5 dan keterangan dirangkum pada Tabel 1.



Gambar 4. Awan di Kota Bandung, Senin 1 Februari 2010. Foto: Tim Isotop Bandung 2007-2009.



▴ Lokasi Penakar Hujan

Gambar 5. Peta lokasi pengambilan percontoh air hujan

Tabel 1. Keterangan Gambar Peta dan Koordinat Lokasi Pemasangan Penakar Hujan

No.	Koord_X	Koord_Y	Kode	Lokasi Penakar Hujan
1	791113	9250576	TP	Pos PGA G. Tangkubanparahu
2	792876	9247421	BL	Balitsa-Lembang
3	786809	9245605	CH	Cihideung
4	789578	9236469	PLG	Pusat Lingkungan Geologi
5	786316	9222791	SF	PT. Safilindo
6	782236	9212276	CK	Cikalong
7	787826	9205173	ML	G. Malabar
8	790595	9231497	BB	Buah Batu

Dalam tulisan ini akan dianalisis kondisi air hujan, untuk mendapatkan gambaran kualitas air hujan yang ditampung dalam penakar hujan di wilayah Bandung-Soreang. Penakar hujan tersebut dipasang pada delapan lokasi.

## METODE ANALISIS

Pengambilan percontoh air hujan dari delapan penakar hujan dilakukan setiap tanggal 13 sejak bulan Desember 2008 hingga bulan Juli 2009. Analisis kualitas air hujan mengacu pada *Standard Methods* (APHA-AWWA-WPCF, 1995) dan Standar Nasional Indonesia (BAPEDAL, 1994); sedangkan kualitas air minum mengacu pada Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang persyaratan kualitas air minum.

## HASIL ANALISIS DAN DISKUSI

Hasil analisis fisika-kimia percontoh air hujan yang berasal dari 8 (delapan) penakar hujan sejak bulan Desember 2008 sampai dengan Juli 2009 dapat dilihat pada Tabel 2.a dan 2.b. Kandungan unsur-unsur kesadahan, besi, mangan, natrium, klorida, sulfat, nitrit, nitrat, dan zat padat terlarut dari percontoh air hujan pada umumnya adalah rendah, dan kadarnya lebih kecil dari standar air minum yang ditetapkan oleh Menteri Kesehatan RI melalui Surat Keputusan No. 907/MENKES/SK/VII/2002. Unsur kekeruhan, warna, dan amonium mempunyai kadar tinggi di beberapa lokasi penakar hujan, sedangkan nilai pH rendah terjadi pada bulan Desember 2009 dan April 2010. Gambar 6 memperlihatkan contoh penakar hujan yang dipasang di Pos Pengamatan Gunung Api Gunung Tangkubanparahu.



Gambar 6. Penakar hujan di Pos Pengamatan Gunung Api Gunung Tangkubanparahu.

Pada bulan Juni 2009, seluruh percontoh air hujan memenuhi persyaratan fisika kimia air minum, tetapi pada bulan Mei 2009, hanya percontoh air hujan yang berasal dari Pos Pengamatan Gunung Api Gunung Tangkubanparahu, Cihideung, dan Buah Batu yang memenuhi persyaratan air minum, empat lokasi lainnya berkualitas buruk.

Percontoh air hujan pada Februari 2009 yang diambil di Kantor Pusat Lingkungan Geologi (PLG) terlihat mempunyai kekeruhan sedikit di atas batas maksimum yang diizinkan yaitu 9,0 NTU. Ketentuan Menteri Kesehatan RI melalui Surat Keputusan No. 907/MENKES/SK/VII/2002, menetapkan kadar maksimum untuk kekeruhan adalah 5,0 NTU.

Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang diukur berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap atau dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air. Kekeruhan pada air permukaan berasal dari erosi bahan-bahan yang terlarut, seperti lempung (lumpur), pasir halus, atau plankton dan mikroorganisma lainnya.

Peavy *et.al.*, (1985) mengemukakan bahwa aktifitas manusia seperti pembakaran batu bara kekeruhan air hujan ini dapat disebabkan oleh oleh pabrik dan asap kendaraan bermotor.

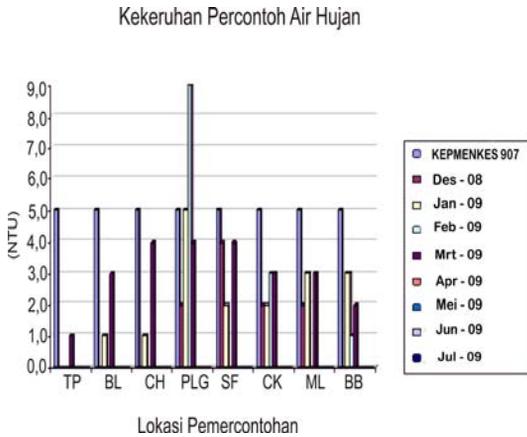
Tabel 2.a. Hasil Analisis Fisika/Kimia Percontoh Air Hujan (Bulan Desember 2008 s.d. maret 2009)

No. Urut	Tanggal	Lokasi Pemercontohan	Keruh Warna			pH	Kes mg/L CaCO <sub>3</sub>	Fe <sup>3+</sup> mg/L	Mn <sup>2+</sup> mg/L	Na <sup>+</sup> mg/L	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/L	Cl <sup>-</sup> mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> mg/L	NO <sub>2</sub> mg/L	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L	TDS mg/L
			NTU	TCU												
Maksimum diperbolehkan (907/MENKES/VII/2002)			5,0	15,0	6,5-8,5	500,0	0,30	0,10	200	1,5	250,0	250,0	3,00	50,0	1000	
1	8 Desember 08	Pos G. T'Parahu	0,0	5,0	5,19	10,4	0,00	0,00	1,0	0,6	2,1	8,2	0,00	0,0	10	
2	9 Desember 08	Balitsa, Lembang	0,0	19,0	5,12	8,2	0,01	0,00	0,8	0,9	2,6	6,0	0,00	0,0	7	
3	8 Desember 08	Cihideung	0,0	17,0	5,09	13,0	0,01	0,00	1,0	0,0	2,6	11,5	0,00	0,0	7	
4	9 Desember 08	Pusat Lingkungan Geologi	2,0	17,0	5,04	13,0	0,03	0,00	1,0	0,0	2,6	8,3	0,01	0,0	10	
5	6 Desember 08	PT. Safelindo	4,0	19,0	5,37	12,3	0,01	0,00	1,0	0,0	2,1	12,0	0,01	0,0	12	
6	6 Desember 08	Cikalong	2,0	19,0	5,35	6,3	0,00	0,00	1,0	2,1	2,1	6,9	0,00	0,0	7	
7	6 Desember 08	G. Malabar	2,0	10,0	5,57	12,3	0,00	0,00	0,9	0,2	2,6	7,0	0,00	0,0	10	
8	8 Desember 08	Buah Batu	0,0	5,0	5,41	11,1	0,00	0,00	0,9	0,0	2,1	8,6	0,00	0,0	10	
1	13 Januari 09	Pos G. T'Parahu	0,0	10,0	6,87	16,8	0,00	0,00	3,0	0,0	4,7	7,3	0,01	3,7	10	
2	13 Januari 09	Balitsa, Lembang	1,0	5,0	6,59	2,1	0,01	0,00	3,0	2,4	5,1	1,3	0,01	2,8	8	
3	13 Januari 09	Cihideung	1,0	5,0	6,50	4,3	0,01	0,00	1,5	1,5	2,6	4,3	0,01	3,1	8	
4	13 Januari 09	Pusat Lingkungan Geologi	5,0	15,0	6,55	5,9	0,04	0,00	2,0	2,9	4,3	6,8	0,00	2,5	20	
5	13 Januari 09	PT. Safelindo	2,0	10,0	6,48	4,3	0,00	0,00	1,0	4,1	4,7	5,5	0,01	1,8	12	
6	13 Januari 09	Cikalong	2,0	15,0	6,51	4,5	0,00	0,00	1,0	3,4	3,4	2,9	0,01	2,8	12	
7	13 Januari 09	G. Malabar	3,0	10,0	6,46	7,0	0,00	0,00	2,0	0,0	2,1	5,5	0,00	0,9	12	
8	13 Januari 09	Buah Batu	3,0	10,0	6,41	8,9	0,16	0,00	3,0	0,0	3,4	3,5	0,00	0,9	20	
1	13 Februari 09	Pos G. T'Parahu	0,0	0,0	6,54	7,5	0,02	0,00	0,0	0,1	3,0	0,0	0,02	0,0	7	
2	13 Februari 09	Balitsa, Lembang	0,0	0,0	7,07	3,8	0,00	0,00	0,0	0,1	1,7	0,0	0,01	0,0	5	
3	13 Februari 09	Cihideung	0,0	3,0	6,64	5,2	0,00	0,00	0,0	0,1	2,6	0,0	0,00	0,0	5	
4	13 Februari 09	Pusat Lingkungan Geologi	9,0	32,0	6,42	9,6	0,03	0,00	3,0	0,9	2,1	6,0	0,06	0,0	20	
5	13 Februari 09	PT. Safelindo	0,0	0,0	6,43	9,6	0,01	0,00	0,0	0,2	5,1	0,0	0,02	0,0	18	
6	13 Februari 09	Cikalong	3,0	5,0	6,52	5,9	0,00	0,00	0,0	0,2	1,3	0,1	0,01	0,0	8	
7	13 Februari 09	G. Malabar	0,0	0,0	6,76	4,5	0,01	0,00	0,1	0,1	1,7	0,0	0,03	0,0	6	
8	13 Februari 09	Buah Batu	1,0	0,0	6,35	9,6	0,02	0,00	0,0	0,1	3,0	0,0	0,01	0,0	10	
1	13 Maret 09	Pos G. T'Parahu	1,0	1,0	6,46	6,3	0,00	0,00	0,5	0,6	3,0	0,2	0,01	0,0	6	
2	13 Maret 09	Balitsa, Lembang	3,0	0,0	6,41	4,3	0,00	0,00	0,5	1,1	2,6	1,0	0,00	0,0	7	
3	13 Maret 09	Cihideung	4,0	0,0	6,47	9,1	0,00	0,00	0,5	0,7	3,9	0,6	0,04	0,0	7	
4	16 Maret 09	Pusat Lingkungan Geologi	4,0	15,0	6,47	9,6	0,06	0,00	1,5	0,6	4,3	2,0	0,01	0,0	14	
5	14 Maret 09	PT. Safelindo	4,0	5,0	6,42	12,3	0,06	0,00	1,0	0,7	4,3	1,3	0,01	0,0	15	
6	14 Maret 09	Cikalong	3,0	6,0	6,45	6,3	0,03	0,00	2,0	0,6	3,0	1,8	0,02	0,0	6	
7	14 Maret 09	G. Malabar	3,0	3,0	6,47	4,8	0,00	0,00	0,5	0,9	2,6	1,1	0,05	0,0	7	
8	13 Maret 09	Buah Batu	2,0	2,0	6,63	8,9	0,00	0,00	0,3	0,8	2,6	0,9	0,03	0,0	8	

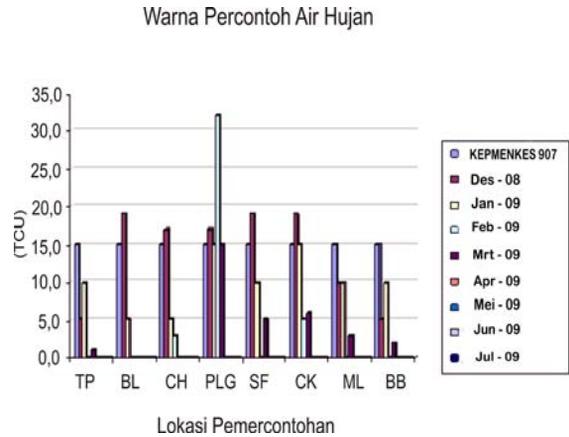
Tabel 2.b. Hasil Analisis Fisika/Kimia Percontoh Air Hujan (Bulan April 2009 s.d. Juli 2009)

No. Urut	Tanggal	Lokasi Pemercontohan	Keruh Warna			Kes pH	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	TDS
			NTU	TCU			mg/L CaCO <sub>3</sub>	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Maksimum diperbolehkan (907/Menkes/SK/VII/2002)			5,0	15,0	6,5-8,5	500,0	0,30	0,10	200	1,5	250,0	250,0	3,00	50,0	1000
1	13-Apr-09	Pos G. T'Parahu	0,0	0,0	5,38	4,8	0,00	0,00	0,0	0,8	2,1	0,0	0,03	1,2	8
2	13-Apr-09	Balitsa, Lembang	0,0	0,0	5,20	8,2	0,00	0,00	0,0	0,8	5,1	0,0	0,02	1,3	9
3	13-Apr-09	Cihideung	0,0	0,0	5,19	8,2	0,00	0,00	0,0	0,8	2,6	0,0	0,20	1,7	9
4	14-Apr-09	Pusat Lingkungan Geologi	0,0	0,0	5,66	7,0	0,00	0,00	0,0	0,6	2,1	0,0	0,01	1,4	11
5	13-Apr-09	PT. Safelindo	0,0	0,0	5,36	7,1	0,00	0,00	0,0	0,7	2,6	0,0	0,06	1,1	12
6	13-Apr-09	Cikalong	0,0	0,0	5,59	6,6	0,00	0,00	0,0	0,7	2,1	0,1	0,14	0,9	7
7	13-Apr-09	G. Malabar	0,0	0,0	5,78	9,6	0,03	0,00	0,0	0,8	4,3	0,0	0,34	1,2	8
8	13-Apr-09	Buah Batu	0,0	0,0	5,60	9,3	0,03	0,00	0,0	0,8	3,2	0,0	0,19	3,0	9
1	14 Mei 2009	Pos G. T'Parahu	0,0	0,0	6,75	17,2	0,41	0,00	2,0	0,0	10,7	0,0	0,0	0,0	12
2	14 Mei 2009	Balitsa, Lembang	0,0	0,0	6,34	17,2	0,41	0,00	1,0	0,1	10,7	0,0	0,0	0,0	10
3	14 Mei 2009	Cihideung	0,0	0,0	6,53	11,7	0,29	0,00	1,8	0,5	10,7	0,0	0,0	0,0	10
4	15 Mei 2009	Pusat Lingkungan Geologi	0,0	0,0	6,16	13,8	0,83	0,00	1,8	0,0	10,7	0,0	0,0	0,0	12
5	13 Mei 2009	PT. Safelindo	0,0	0,0	6,45	42,0	0,33	0,00	2,0	0,1	15,0	0,0	0,0	0,0	36
6	13 Mei 2009	Cikalong	0,0	0,0	6,15	20,6	0,20	0,00	1,0	0,2	10,7	0,0	0,0	0,0	8
7	13 Mei 2009	G. Malabar	0,0	0,0	6,34	25,5	0,20	0,00	0,0	0,1	10,7	0,0	0,0	0,0	10
8	13 Mei 2009	Buah Batu	0,0	0,0	6,77	20,6	0,94	0,00	1,5	0,7	10,7	0,0	0,0	0,0	16
1	15 Juni 2009	Pos G. T'Parahu	0,0	0,0	7,99	13,0	0,06	0,00	1,9	0,5	3,9	0,0	0,28	0,0	10
2	15 Juni 2009	Balitsa, Lembang	0,0	0,0	7,76	19,6	0,04	0,00	1,0	0,5	6,4	0,0	0,06	0,0	7
3	15 Juni 2009	Cihideung	0,0	0,0	7,72	18,2	0,04	0,00	1,0	0,5	4,7	0,0	0,05	0,0	7
4	15 Juni 2009	Pusat Lingkungan Geologi	0,0	0,0	7,51	16,8	0,04	0,00	1,2	0,4	7,7	0,0	0,06	0,0	12
5	13 Juni 2009	PT. Safelindo	0,0	0,0	7,31	18,9	0,06	0,00	0,0	0,3	3,9	0,0	0,05	0,0	14
6	13 Juni 2009	Cikalong	0,0	0,0	7,28	16,1	0,06	0,00	0,1	0,5	3,0	0,0	0,10	0,0	9
7	13 Juni 2009	G. Malabar	0,0	0,0	7,30	13,0	0,04	0,00	0,0	1,0	3,4	0,0	0,12	0,0	12
8	13 Juni 2009	Buah Batu	0,0	0,0	7,24	16,8	0,04	0,00	0,0	0,4	5,6	0,0	0,06	0,0	18
1	13 Juli 2009	Pos G. T'Parahu	0,0	0,0	7,38	27,5	0,00	0,00	2,0	2,2	10,7	4,8	0,00	0,9	27
2	13 Juli 2009	Balitsa, Lembang	0,0	0,0	7,33	0,0	0,00	0,00	0,0	2,5	0,0	8,0	0,06	5,8	25
3	13 Juli 2009	Cihideung	0,0	0,0	7,34	15,9	0,00	0,00	2,2	2,2	10,7	3,7	0,00	0,9	18
4	14 Juli 2009	Pusat Lingkungan Geologi	0,0	0,0	7,27	22,0	0,00	0,00	2,0	2,0	10,7	3,7	0,00	0,3	26
5	13 Juli 2009	PT. Safelindo	0,0	0,0	7,25	25,5	0,01	0,00	2,0	1,9	10,7	5,5	0,00	0,4	27
6	13 Juli 2009	Cikalong	0,0	0,0	7,30	13,8	0,05	0,00	2,0	2,2	10,7	1,3	0,00	0,6	12
7	13 Juli 2009	G. Malabar	0,0	0,0	7,25	22,7	0,00	0,00	2,0	3,0	12,9	0,7	0,12	1,3	25
8	14 Juli 2009	Buah Batu	0,0	0,0	7,12	37,9	0,01	0,00	2,1	2,2	12,9	4,6	0,03	5,3	41

Tabel 2.a. dan 2.b. Sumber: Tim Isotop Bandung 2008-2009.



Gambar 7. Kekeruhan percontoh air hujan periode Desember 2008-Juli 2009.



Gambar 8. Warna percontoh air hujan periode Desember 2008-Juli 2009.

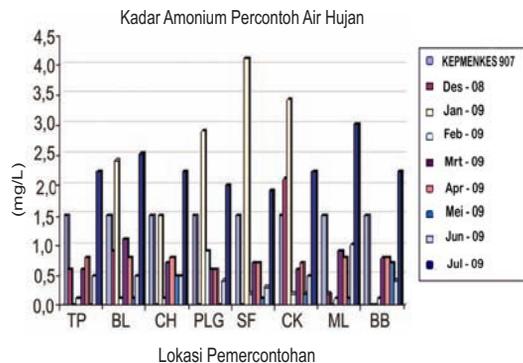
Percontoh air hujan yang berwarna antara 17,0-19,0 TCU terjadi pada bulan Desember 2008 di lokasi Balitsa, Cihideung, PLG, PT. Safilindo, dan Cikalong, sedangkan pada bulan Februari 2009 percontoh air hujan di PLG mencapai 32 TCU (Gambar 8). Menurut persyaratan kualitas air minum dalam Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002, kadar maksimum untuk warna adalah 15,0 TCU.

Air murni tidak berwarna, tetapi air di alam sering berwarna disebabkan oleh adanya bahan-bahan organik yang membusuk seperti daun-daunan, gulma, batang pohon (kayu) yang kemudian membentuk warna kuning kecoklatan (Peavy *et.al.*, 1985).

Pada bulan Desember 2008 ditemukan kadar amonium yang tinggi, yaitu 2,1 mg/L di Cikalong. Pada bulan Januari 2009 kadar amonium tinggi antara 2,4-4,1 mg/L ditemukan di Balitsa, PLG, PT. Safilindo dan Cikalong. Pada bulan Juli 2009 seluruh percontoh mem-

punyai kadar amonium antara 1,9-3,0 mg/L (Gambar 9).

Amonium ditemukan secara alami pada air permukaan dan air limbah. Umumnya air permukaan dan air tanah mengandung kadar amonium yang rendah kurang dari 10  $\mu\text{g N-NH}_4/\text{L}$  karena telah diserap oleh partikel tanah, sedangkan amonium pada air limbah dapat mencapai lebih dari 30 mg  $\text{N-NH}_4/\text{L}$  (APHA, 1995).



Gambar 9. Kadar amonium percontoh air hujan periode Desember 2008-Juli 2009.

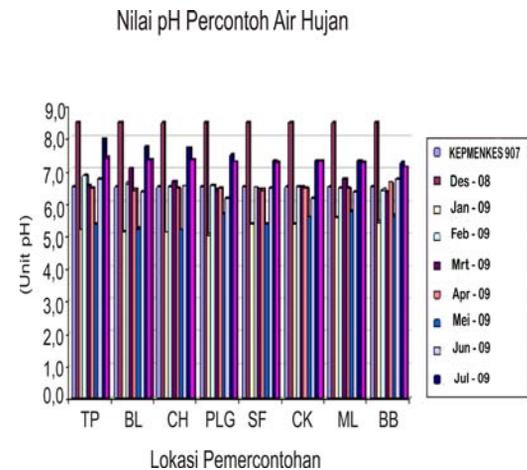
Amonium dalam air dapat digunakan sebagai indikator pencemaran air. Pada umumnya amonium berasal dari penguraian protein oleh bakteri, misalnya *thiobacilus denitrificans*, yang menguraikan protein menjadi nitrat kemudian diubah menjadi  $\text{NH}_4^+$ . Selain itu amonium juga berasal dari limbah rumah tangga, limbah industri dan sebagainya. Konsentrasi  $\text{NH}_4^+$  tinggi mengindikasikan bahwa air tersebut tercemar polutan dan bakteri atau mikroorganisme yang dapat menimbulkan bau yang sangat tajam dan menusuk hidung (Peavy *et.al.*, 1985).

Pengukuran pH adalah salah satu pengujian yang sangat penting dan sering dilakukan dalam pemeriksaan kualitas air. Setiap tahap dari sistem distribusi air dan pengolahan air limbah seperti pelunakan air, koagulasi, pengontrolan korosi, dan kondisi air hujan tergantung pada nilai pH (APHA, 1995).

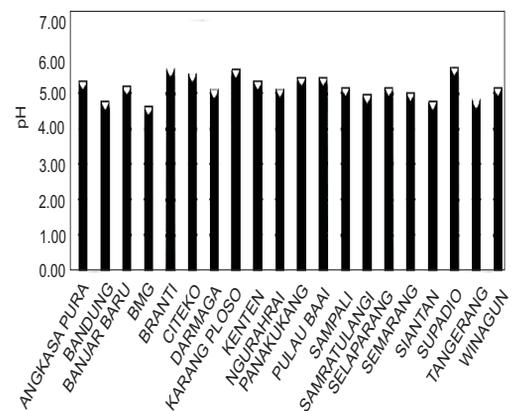
Hasil pengukuran pH contoh air hujan di Bandung dan sekitarnya menunjukkan bahwa nilai pH rendah antara 6,10-6,48 terjadi pada bulan Januari, Maret, dan Mei 2009. Nilai pH normal antara 6,52-7,99 terjadi pada bulan Februari, Juni, dan Juli 2009. Nilai pH antara 5,00-5,66 terjadi pada bulan Desember 2008 dan April 2009 disebut sebagai hujan asam (Gambar10).

Menurut informasi Badan Meteorologi dan Geofisika, Laboratorium Kualitas Udara telah menganalisa kandungan kimia contoh air hujan khususnya nilai pH yang telah masuk dari beberapa stasiun pengamatan di seluruh Indonesia, sejak bulan Januari sampai dengan April 2009 menunjukkan tingkat keasaman yang umumnya tinggi yaitu pH 5,6. Tingkat

keasaman paling tinggi tercatat di Stasiun BMG Pusat dan Stasiun Bandung yakni pH 4,72. Hasil pencatatan BMG menunjukkan bahwa kondisi atmosfer di Indonesia dapat menyebabkan terjadinya hujan asam di seluruh Indonesia (Gambar 11).



Gambar 10. Nilai pH percontoh air hujan periode Desember 2008-Juli 2009.

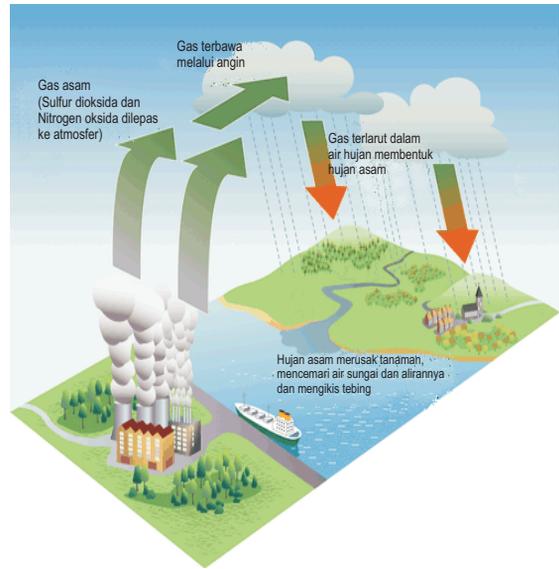


Gambar 11. Nilai pH air hujan pada beberapa stasiun pengamatan di seluruh Indonesia. Sumber: BMKG.

Di Kota Bandung telah terjadi hujan asam (Koran Republika tanggal 23 April 2009), yang dapat menyebabkan pohon dan bangunan menjadi lebih rapuh. Menurut Dr. Thomas Djameluddin, Kepala Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim, indikator yang bisa dilihat dari terjadinya hujan asam di Kota Bandung adalah bercak-bercak berwarna kehijauan pada patung-patung yang terbuat dari tembaga yang banyak tersebar di Kota Bandung, diantaranya adalah patung pemain bola di pertigaan Jalan Tamblong dan Jalan Sumatera (DETIK, 22 April 2009).

Secara alami hujan asam dapat terjadi akibat emisi gas dari gunung api dan dari proses biologis di tanah, rawa, dan laut. Tumbuhan yang membusuk dan letusan gunung api melepaskan bahan-bahan kimia yang dapat menyebabkan hujan asam, tetapi umumnya hujan asam yang banyak terjadi disebabkan oleh aktivitas manusia. Penyebab terbesar hujan asam adalah pembakaran batu bara sebagai pembangkit tenaga listrik, kegiatan industri, kendaraan bermotor dan industri pengolahan pupuk untuk pertanian terutama amonia. (*National Geographic*, 2007).

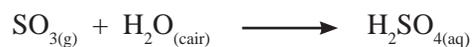
Ketika manusia menggunakan bahan bakar, maka sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) dan nitrogen oksida ( $\text{NO}$ ) dilepaskan ke atmosfer dan kemudian bereaksi dengan air, oksigen, dan senyawa lainnya membentuk asam sulfat dan asam nitrat yang mudah larut dan jatuh bersama air hujan. Ion-ion beracun yang terlepas akibat hujan asam menjadi ancaman yang besar bagi kesehatan manusia, habitat dan kehidupan organisme perairan, dan merusak alam (Gambar 12).



Gambar 12. Proses Pembentukan Hujan Asam.  
Sumber: *National Geographic*, 2007.

Hujan asam yang mencapai bumi akan mengalir sebagai air limpasan pada permukaan tanah, masuk ke dalam sistem air, dan sebagian lagi terendapkan di dalam tanah. Hujan asam dapat juga terjadi dalam bentuk salju, kabut, dan bahan halus yang jatuh ke bumi (*National Geographic*, 2007).

Secara sederhana, reaksi pembentukan hujan asam adalah sebagai berikut:



Masalah hujan asam tidak hanya meningkat sejalan dengan pertumbuhan populasi dan industri tetapi telah berkembang menjadi lebih luas. Penggunaan cerobong asap yang tinggi untuk mengurangi polusi lokal berkontribusi



Gambar 13. Kegiatan Industri yang menggunakan cerobong asap.  
Foto: Peter Essick, *National Geographic*, 2007.

dalam penyebaran hujan asam, karena emisi gas yang dikeluarkannya akan masuk ke sirkulasi udara regional yang memiliki jangkauan lebih luas (Gambar 13). Sering terjadi hujan asam di daerah yang jauh dari lokasi sumbernya, daerah pegunungan cenderung memperoleh lebih banyak karena tingginya curah hujan di tempat tersebut (*National Geographic*, 2007).

Pemanfaatan air hujan sebagai sumber air bersih dan air minum dalam kebutuhan sehari-hari adalah hal yang biasa dilakukan oleh masyarakat di daerah pedalaman dan daerah yang belum terjangkau oleh jalur pipa distribusi PDAM, seperti yang dialami masyarakat Alor, NTT. Jika air hujan bersifat asam dan akan dimanfaatkan sebagai air minum, maka perlu dilakukan penambahan kapur tohor (kapur bakar) untuk menetralkan kadar pH air.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa pada bulan Juni 2009, seluruh percontoh air hujan memenuhi persyaratan fisika kimia air minum, dan pada bulan Mei 2009, percontoh air hujan yang berasal dari Pos Pengamatan Gunung Api Gunung Tangkubanparahu, Cihideung dan Buah Batu juga memenuhi persyaratan untuk air minum. Pada bulan Januari, Februari, Maret, dan Juli 2009, contoh air hujan tidak memenuhi persyaratan untuk air minum karena keruh, berwarna, dan mengandung kadar amonium tinggi. Pada bulan Desember 2008 dan April 2009 telah terjadi hujan asam dengan nilai pH <5,6.

Saran yang dapat diberikan untuk menurunkan kekeruhan, warna dan amonium adalah dengan sistem pengudaraan (*aerasi*), penambahan arang aktif, kemudian disaring. Nilai pH yang rendah dapat dinaikkan dengan penambahan

kapur tohor. Penyuluhan tentang pentingnya menjaga kualitas lingkungan perlu dilakukan, misalnya pencegahan pembakaran hutan atau pengendalian asap pabrik untuk mencegah timbulnya hujan asam.

#### ACUAN

APHA-AWWA-WPCF, 1995, 19th Edition. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, 1994, Standar Nasional Indonesia, Pengujian Kualitas Air Sumber dan Limbah Cair. Direktorat Pengem-

banan Laboratorium Rujukan dan Pengolahan Data.

Detik, 22 April 2009, Hujan Asam Rusak Patung Tembaga di Bandung.

Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor: 907/MENKES/SK/VII/2002 Tanggal: 29 JULI 2002 tentang persyaratan kualitas air minum.

National Geographic, 2007.

Peavy, Howard S., Donald R. Rome, George Tchobanoglous, 1985, Environmental Engineering. McGraw-Hill International Edition. McGraw-Hill Book Company. New York-Toronto.

Harian Umum Republika, Kamis 23 April 2009, Hujan Asam Lebih Ambang Batas.