

## ANALISIS KUANTITATIF *ACIDITY LEVEL* SEBAGAI INDIKATOR KUALITAS AIR HUJAN DI KABUPATEN CILACAP

Dodi Satriawan<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Negeri Cilacap, Jalan Dr. Soetomo No.1 Sidakaya, Cilacap. Tlp.0282-53329

\*E-mail: [dodi.trppl@gmail.com](mailto:dodi.trppl@gmail.com)

### Abstract

Rain is one of the water sources for life on the earth. The presence of rain becomes very important for the life of plants and animals because it will meet their need for water. In addition to the quantity of rainwater, its quality becomes an important role for life on the earth. Contaminated rainwater will result in decreased rainwater quality. This contamination can be physical, chemical and biological. Chemical factors that can make rainwater quality worse is the value of acidity level (pH). Low value of acidity levels can lead to acid rain which is dangerous for plants, animals and even humans. This research focuses on rainwater quality seen from its acidity level. It can see how the impact of industrial pollution that developed in Cilacap to the quality of rainwater produced. The method used in this study used an analysis method based on SNI 06-2413-1991 with the rainwater samples from 15 places in Cilacap. The analysis obtained from 15 samples shows that rainwater in Cilacap district has pH 4.5–7.6. The rainwater pH <5 occurs in Trenggiling, Manunggal, Karangtalun, and Kutawaru.

**Keywords:** *Acidity Level* (pH), Rainwater, Quality of Rainwater.

### 1. Pendahuluan

Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, Kabupaten Cilacap menjadi salah satu kota Industri. Menurut Badan Pusat Statistik Kabupaten Cilacap, Kabupaten Cilacap memiliki 26 industri pada tahun 2012. Industri ini terdiri dari industri besar, industri kecil, dan industri rumah tangga. Dengan meningkatnya pembangunan disektor industri ini, semakin tinggi pula tingkat pencemaran yang ditimbulkan. Salah satu sumber pencemaran yang ditimbulkan oleh industri adalah sumber pencemaran udara.

Pencemaran udara terjadi karena adanya bahan kontaminasi akibat aktifitas industri yang dibuang langsung ke lingkungan. Kontaminasi ini melebihi kemampuan lingkungan dalam mengatasi dan mengolahnya. Kontaminasi yang berlebihan ini akan menumpuk di udara dan akan mengakibatkan polusi udara. Polusi udara akibat aktifitas industri dapat berupa karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), nitrit (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), ammonia (NH<sub>3</sub>), SO<sub>x</sub> dan klorida (Cl<sup>-</sup>). Udara yang tercemar ini akan berakumulasi di atmosfer. Akumulasi akan bereaksi dengan uap air (H<sub>2</sub>O) menghasilkan berbagai asam sehingga mengakibatkan uap air di atmosfer menjadi asam. Seperti SO<sub>x</sub> dan NO<sub>x</sub> di atmosfer bereaksi dengan uap air

menjadi asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dan asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) yang berbahaya bagi ekosistem di bumi. Uap air yang tercemar membentuk awan di atmosfer dan akhirnya turun sebagai hujan ke bumi (Sudalma dan Purwanto, 2012).

Hujan yang turun kebumi yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya seperti SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> sehingga membentuk asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dan asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) disebut sebagai hujan asam (Sudalma & Purwanto, 2012). Kedua senyawa ini sangat berbahaya baik pada tanah, tanaman, hewan, maupun manusia.

Tujuan penelitian ini untuk menganalisis kadar keasaman air hujan di Kabupaten Cilacap. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar penelitian selanjutnya khususnya dalam pengelolaan lingkungan yang berkaitan dengan antisipasi dan pencegahan terjadinya hujan asam.

### 2. Landasan Teori

#### 2.1. Tinjauan Pustaka Hujan

Hujan dikenal sebagai proses presipitasi yang berbentuk cairan hasil dari kondensasi uap air yang turun ke daratan. Presipitasi merupakan proses pengembunan uap air di atmosfer dari proses evaporasi, sehingga terjadi air hujan dengan proses presipitasi berbentuk cairan yang

turun sampai ke daratan. Hujan terbentuk apabila terjadi proses kondensasi uap air yang terpisah dari awan dan jatuh ke daratan (Glossary of Meteorology, 2009).

Hujan merupakan bagian dari siklus hidrologi yang terjadi dari air laut dan sebagian air daratan yang 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 turun ke permukaan bumi selanjutnya dimanfaatkan oleh ekosistem di bumi seperti tanaman, hewan, manusia, sebagian diserap dan disimpan oleh tanah serta selebihnya mengalir di permukaan tanah yang masuk ke dalam sungai, danau dan air laut. Air hujan yang tertampung di permukaan tanah sebagian akan menguap kembali untuk membentuk awan di atmosfer. Hujan dapat berwujud cairan, hujan es atau erosol (seperti embun dan kabut), serta salju. Hujan dalam bentuk kabut sering dijumpai di daratan tinggi atau daerah pegunungan (Matahelumual, 2010).

### Hujan Asam

Pencemaran lingkungan banyak terjadi di sekitar kita. Menurut UU No.32 tahun 2009, pencemaran lingkungan hidup adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam lingkungan oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang ditetapkan. Masuknya bahan-bahan pencemar ini melebihi kemampuan alam dalam mengolahnya sehingga menjadi senyawa-senyawa kimia yang lebih aman bagi lingkungan dan dibutuhkan oleh komponen-komponen alam. Komponen ini didekomposisi oleh jasad renik melalui reaksi kimia yang dikenal dengan biogeokimia (Sudalman dan Purwanto, 2012).

Salah satu bentuk pencemaran lingkungan yang terjadi adalah hujan asam. Hujan asam diperkenalkan pertama kali oleh Robert A. Smith (1872) dan Kupchella (1989) yang menggambarkan keadaan Manchester sebagai sebuah daerah industri dibagian utara Inggris. Istilah hujan asam ini digambarkan sebagai turunnya air dari atmosfer yang bersifat asam dalam bentuk hujan. Hujan asam dapat pula terjadi disebabkan air hujan yang turun berkontak secara langsung dengan udara yang mengandung senyawa-senyawa asam sehingga senyawa tersebut larut didalam hujan dan jatuh ke bumi. Nilai keasaman dari hujan asam tersebut memiliki nilai pH dibawah 5,6 (Sudalman dan Purwanto, 2012).

Hujan asam terjadi karena larutnya polutan-polutan kedalam uap air. Polutan ini berupa karbonat, nitrat dan sulfat. Polutan

tersebut merupakan produk samping dari pembakaran bahan bakar fosil yang bereaksi di atmosfer. Polutan ini akan bereaksi dengan uap air di atmosfer sehingga terbentuk asam sulfat, asam nitrat, dan asam nitrit sehingga jatuh bersamaan dengan air hujan. Air hujan yang jatuh ke daratan akan meningkatkan kadar keasaman tanah dan air permukaan tanah (Bethy, 2010; Sudalma dan Purwanto, 2012).

Hujan asam dapat disebabkan oleh proses alam yang terjadi dan aktifitas manusia. 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 juga merupakan salah satu penyumbang terbentuknya hujan asam, akan tetapi umumnya hujan asam yang banyak terjadi disebabkan oleh aktifitas manusia (Matahelumual, 2010). Sumber alam penyebab hujan asam ini sulit sekali untuk diketahui jumlahnya. Misalnya saja sumber pencemar sulfur di alam bisa berasal dari <sup>1)</sup> asap gunung berapi yang mengandung sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) dan asam sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ), <sup>2)</sup> dekomposisi biologis dari senyawa organik dan reduksi sulfat yang menghasilkan  $(\text{CH}_3)_2\text{S}$  dan  $\text{H}_2\text{S}$ , serta <sup>3)</sup> biodegradasi dari laut yang menghasilkan  $(\text{CH}_3)_2\text{S}$ . (Sudalma dan Purwanto, 2012)

Salah satu penyebab terbesar hujan asam akibat aktifitas manusia yaitu polusi udara dari kendaraan bermotor, mobil, dan industri yang menggunakan bahan bakar fosil minyak bumi dan batu bara. Salah satu contoh industri yang menggunakan bahan bakar fosil bumi dan batu bara adalah pembangkit tenaga listrik, industri pengolahan pupuk untuk pertanian terutama amonia (Sivakumaran Sivaramanan, 2015). Sudalma dan Purwanto (2012) menyebutkan bahwa transportasi bahan pencemar dapat dikarenakan oleh angin (*advection*), sebaran (*dispersion*), serapan oleh tanaman, grafitasi (*dry deposition*) dan air hujan (*wet deposition*). Gas-gas polutan yang terbawa angin ini akan tersebar hingga ratusan kilometer di atmosfer sebelum bereaksi dengan uap air menjadi hujan asam dan jatuh ke bumi.

Ketika manusia menggunakan bahan bakar, maka sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) dan nitrogen oksida ( $\text{NO}_x$ ) dilepaskan ke atmosfer dan kemudian bereaksi dengan air, oksigen, dan senyawa lainnya membentuk asam sulfat dan asam nitrat yang mudah larut dan jatuh bersama dengan air hujan. Hujan asam yang mencapai bumi akan mengalir sebagai air limpasan pada permukaan tanah, masuk ke dalam sistem air dan sebagian lagi terendapkan didalam tanah. Hujan asam dapat juga terjadi dalam bentuk

salju, kabut, dan bahan halus yang jatuh ke bumi (Sivaramanan, 2015)

Selain sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) dan nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), karbon dioksida juga memiliki peranan penting dalam menurunkan pH air hujan. Menurut Sudalma dan Purwanto (2012), kehadiran CO<sub>2</sub> dapat menurunkan pH air hujan hingga 5,6 meskipun tidak ada sumber polutan lain yang menyebabkan hujan asam.

Hujan asam memiliki banyak dampak negatif diantaranya kualitas air permukaan menjadi berkurang sehingga berdampak buruk bagi biota berupa flora dan fauna yang hidup didalamnya. Penurunan pH air sungai akan penurunan populasi ikan dan biota air lainnya di perairan. Selain itu hujan asam dapat merusak jaringan tanaman sehingga menghambat pertumbuhan tanaman dan dapat menyebabkan kematian pada tanaman.

Bagi tanah, hujan asam dapat melarutkan logam-logam berat sehingga logam berat akan larut dalam air tanah dan air permukaan. Hal ini dapat mempengaruhi kualitas air. Air tanah dan air permukaan yang tercemar ini bila dikonsumsi dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan bagi tanaman, hewan dan manusia. Salah satu efek hujan asam bagi kesehatan manusia berupa penyakit pernapasan, dan dapat menyebabkan bayi lahir prematur dan meninggal. Selain itu hujan asam bersifat korosif terhadap logam-logam sehingga dapat merusak berbagai logam seperti motor, mobil, pagar, monumen dan patung maupun bangunan. (Anuar *et al*, 2015).

### 3. Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan selama 3 bulan yang dimulai pada bulan September sampai November 2017. Model yang digunakan pada penelitian ini adalah model analisis kuantitatif sedangkan metode pengambilan sampel berupa *in situ* (pengambilan sampel air hujan secara langsung dilapangan). Sampel diambil di 15 titik di Kabupaten Cilacap. Pemilihan titik berdasarkan pada jauh dekatnya lokasi titik dengan pusat pencemaran yang diduga mempengaruhi konsentrasi polutan dalam air hujan. Lokasi pengambilan sampel yaitu:

- |      |                                    |       |                           |
|------|------------------------------------|-------|---------------------------|
| i.   | Jalan Kalimas                      | viii. | Jalan Budi                |
| ii.  | Jalan Juanda,<br>Lomanis           |       | Utomo,<br>Bandengan       |
| iii. | Jalan<br>Gunungsari,<br>Sidanegara | ix.   | Jalan<br>Manunggal        |
| iv.  | Jalan Kinibalu,<br>Sidakaya        | x.    | Jalan Kali<br>Donan       |
| v.   | Jalan Timah,<br>Karangtalun        | xi.   | Jalan Gerilya,<br>Kuripan |
|      |                                    | xii.  | Jalan Sulawesi,           |

- |      |   |                      |                                       |
|------|---|----------------------|---------------------------------------|
| vi.  | Jalan Nusa<br>Indah,<br>Kutawaru                |                      | Kuripan Kidul<br>Jalan<br>Trenggiling |
| vii. | Jalan<br>Kenanga,<br>Kuripan Kidul<br>Kesugihan | xiii.<br>xiv.<br>xv. | Jalan<br>Rinjani<br>Jalan Kendeng     |

Teknik pengumpulan dan analisis data berdasarkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 06-6989.11-2004 dan 06-2413-1991 untuk pengujian tingkat keasaman air. Selain itu merujuk pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 37 Tahun 2003 tentang Metode Analisis Pengujian Kualitas Air Permukaan dan Pengambilan Contoh Air Permukaan serta Nomor 02 Tahun 1988 tentang Baku Mutu air.

## 4. Pembahasan

### 4.1 Hasil Laboratorium

Sampel yang telah diambil dari 15 titik di kabupaten Cilacap dilakukan analisis *acidity level* berdasarkan SNI 06-6989.11-2004 dan 06-2413-1991. Hasil analisis disajikan pada tabel 4.1 berikut

**Tabel 4.1** Hasil Analisis Kuantitatif Air Hujan di Kabupaten Cilacap berdasarkan *acidity level* (pH)

No.	Posisi Pengambilan Sampel	pH Stik	pH Meter
1.	Jl. Kalimas	5	5,1
2.	Jl Juanda, Lomanis	6	7,6
3.	Jl Gunungsari, Sidanegara	5	6,3
4.	Jl Kinibalu, Sidakaya	6	6
5.	Jl. Timah, Karangtalun	5	4,8
6.	Jl. Nusa Indah, Kutawaru	5	4,8
7.	Jl. Budi Utomo Bandengan	5	5,2
8.	Jl. Kenanga, Kuripan Kidul Kesugihan	5	5,3
9.	Jl Manunggal	5	4,7
10.	Jl. Kali Donan	5	5,1
11.	Jl. Gerilya, Kuripan	5	5,3
12.	Jl. Sulawesi, Kuripan Kidul	5	5,1
13.	Jl. Trenggiling	5	4,6
14.	Jl. Rinjani	5	4,5
15.	Jl. Kendeng	5	4,7

## 4.2 Pembahasan hasil laboratorium

Air hujan yang didapatkan dilakukan analisis tingkat keasaman berdasarkan SNI 06-2413-1991. Dari hasil analisis tersebut diketahui bahwa air hujan di Kabupaten Cilacap memiliki tingkat keasaman (pH) 4,5 – 7,6. Nilai tingkat keasaman <5 terletak diposisi jalan Timah, Nusa Indah, Manunggal, Trenggiling, Rinjadi dan Kendeng. Dari 6 posisi tersebut nilai tingkat keasaman terendah terletak di jalan Rinjani yaitu sebesar 4,5. Nilai tingkat keasaman yang rendah dan saling berdekatan ini menunjukkan bahwa transportasi bahan pencemar yang terjadi merata diseluruh kabupaten cilacap. Selain itu serapan tanaman terhadap polutan sangatlah kecil. Hal ini dapat dilihat dari sedikitnya populasi pepohonan di Kabupaten Cilacap yang dapat membantu menyerap bahan pencemar. Namun di beberapa lokasi seperti di jalan Kinibalu, Gunungsari dan Juanda nilai tingkat keasamannya >6. Hal ini disebabkan karena didaerah tersebut pepohonan masih banyak ditemukan sehingga proses pengenceran dan penyerapan bahan pencemar dapat berlangsung dengan baik.

Kondisi air hujan yang asam ini dapat berdampak pada kesehatan, tanaman, ekosistem akuatik dan material. Pada kesehatan, hujan asam dapat memiliki 3 efek yaitu efek jangka pendek dengan melalui perantara indra pernapasan yang menghirup udara yang tercemar berat, efek jangka panjang dengan menghirup udara yang tercemar sedang atau berat, dan efek tidak langsung dari paparan logam berat seperti besi atau logam berat lainnya dari pipa air, serta akumulasi logam berat melalui rantai makanan (Sivaramanan, 2015).

Efek hujan asam bagi tanaman dapat merusak tanaman serta dapat menyebabkan kematian bagi tanaman. Efek kerusakan dan kematian yang disebabkan oleh hujan asam disebut dengan *Forest dieback* atau *Waldsterben*, Kematian tanaman di daerah hutan akan memberikan resiko terjadinya tanah longsor yang berbahaya bagi penduduk sekitar hutan. Selain itu efek hujan asam dapat menurunkan hasil panen padi hingga 30% (Sivaramanan, 2015).

Pada ekosistem akuatik, hujan asam dapat mempengaruhi pH air ekosistem akuatik, sehingga akan menurunkan populasi ikan, tumbuhan air serta jasat renik. Hal ini disebabkan oleh kandungan air hujan yang mengandung unsur hara, khususnya nitrogen yang dapat menyebabkan *eutrofikasi* yaitu penyuburan perairan. *Eutrofikasi* ini akan menyebabkan pertumbuhan plankton yang berlebihan sehingga plankton saling berebutan

dalam mendapatkan sinar matahari dan efeknya dapat mengakibatkan kematian masal plankton. Hal ini akan menyebabkan oksigen didalam air habis terpakai dalam proses pembusukan biomassa plankton. Kehadiran oksigen yang menurun ini akan mengakibatkan kematian ikan dan organisme didalam air. Sedangkan pada material, hujan asam dapat merusak material akibat deposisi kering asam sulfat yang berasal dari transpor dalam kota dan dari industri (Sivaramanan, 2015).

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1. Kesimpulan

Hasil analisis acidity level air hujan dari 15 titik di Kabupaten Cilacap menunjukkan bahwa tingkat keasaman air hujan berada pada kondisi asam. Tingkat keasaman berada pada 4,5 - 7,6. Tingkat keasaman >6 disebabkan karena didaerah tersebut pepohonan masih banyak ditemukan sehingga proses pengenceran dan penyerapan bahan pencemar dapat berlangsung dengan baik. Kondisi air hujan yang asam ini dapat mengakibatkan dampak negatif bagi lingkungan di sekitar Cilacap. Dampak negatif tersebut dapat berupa kesehatan, tanaman, ekosistem akuatik dan material

### 5.2. Saran

Hendaknya industri-industri di Kabupaten Cilacap melakukan peningkatan kualitas gas buangnya dari gas pencemar dan pengontrolan secara berkala sehingga dapat meminimalisir terjadinya hujan yang memiliki nilai *acidity level* yang rendah, serta mencoba mensiptakan bahan bakar fosil ke bahan bakar yang ramah lingkungan.

## Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Cilacap, 2012.  
Bethy C. Matahelumual, (2010). Potensi Terjadinya Hujan Asam di Kota Bandung, Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi, Vol. 1 No. 2: 59-70, 2010.  
Glossary of Meteorology. "Rainy season," American Meteorological Society, 2009.  
Khairil Anuar, Adrianto Ahmad, Sukendi, (2015). Analisis kualitas air hujan sebagai sumber air minum terhadap kesehatan masyarakat, Dinamika Lingkungan Indonesia, p 32 – 39, ISSN 2356 – 2226, Januari 2015.  
National Geographic, 2007.

- Republik Indonesia. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 02 Tahun 1988 tentang Baku Mutu air.
- Republik Indonesia. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 37 Tahun 2003 tentang Metode Analisis Pengujian Kualitas Air Permukaan dan Pengambilan Contoh Air Permukaan.
- Republik Indonesia. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Sivakumaran Sivaramanan, (2015). Acid rain, causes, effects, and control strategies, Central Environmental Authority, Battaramulla, DOI: 10.13140/RG.2.1.1321.4240/1, April 2015.
- Standar Nasional Indonesia, SNI 06-2413-1991 tentang pengujian parameter-parameter kualitas air dan air limbah.
- Standar Nasional Indonesia, SNI 06-6989.11-2004 tentang pH meter.
- Mark Stoelinga, "Atmospheric Thermodynamics.", University of Washington, 2015.
- Sudalma dan Purwanto. "Analisis Sifat Hujan Asam di Kota Semarang," Prosiding Seminar Nasional Pengolahan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Semarang, 11 September 2012.