

Identifikasi Hubungan Antara Penggunaan Lahan dengan Hujan Asam di Kota Bandung Provinsi Jawa Barat

Identification of the Relation Between Land Use and Acid Rain in Bandung, West Java

¹Fazril Rahman, ²Chusharini Chamid

^{1,2}Prodi Perencanaan Wilayah dan Kota,, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,

Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116

email: rahmanfazril@gmail.com, Chusharini@yahoo.com

Abstract. Acid rain is rain that has a water with pH <5.6. Acid rain is triggered by a variety of causes such as natural activities and human activities. The impact of acid rain is overwhelming, some of which are the destruction of buildings due to faster corrosion, damaging human health and contamination the water of rivers and lakes. In 2008 Bandung had experienced acid rain. The evidence found by research conducted by the Center of Environmental Geology and also the destruction of copper statue. The rapid growth of Bandung City, the growing use of motor vehicles, and the absence of regulations on the prevention or handling the acid rain are the main reasons why acid rain in Bandung City needs to be studied. The purpose of this study is to see the pH condition of Bandung in 2017, to know the factors causing acid rain in the city of Bandung and look for efforts that can be done to prevent the occurrence of acid rain. Methodology that used in this study is, purposive sampling technique to determine the location of the study, rainwater pH identification method to see rainwater pH level in the study area, Pearson correlation analysis methodology, to find trigger factors of acid rain and analysis of regional development. Based on the results of research that has been implemented, District Buah Batu encountered acid rain in a sample of rain water. As for rain water with the average of the lowest pH value is in District Bojongloa Kaler. The high correlation was shown on the correlation between the pH of rain water and SO₄ in rainfall > 200mm, this proves that SO₄ content dissolved by rain water is one of the factors causing acid rain. The development of industrial land use, settlement land use and population density are other factors that causing acid rain. This is evidenced by the inverse correlation between pH and these factors. The development of land use in the three districts studied, has a development that can trigger acid rain. The addition of Green Open Space and reduction of SO₄ levels in the air to be one effort that needs to be done in the city of Bandung in an effort to prevent the occurrence of acid rain.

Keywords: Acid Rain, pH, Rainwater, Regional Development

Abstrak. Hujan asam adalah hujan yang memiliki tingkat pH airnya <5,6. Hujan asam ini dipicu oleh berbagai macam penyebab diantaranya adalah aktifitas alam dan aktifitas manusia. Dampak dari hujan asam sangat banyak, beberapa diantaranya adalah rusaknya bangunan akibat korosi yang lebih cepat, mengganggu kesehatan manusia dan tercemarnya air sungai dan danau. Pada tahun 2008 Kota Bandung pernah mengalami hujan asam. Hal tersebut dibuktikan dengan penelitian yang dilakukan Badan Pusat Geologi Lingkungan dan juga rusaknya patung tembaga. Pertumbuhan Kota Bandung yang begitu cepat, pemakaian kendaraan bermotor yang terus bertumbuh, dan belum adanya peraturan mengenai pencegahan atau penanggulangan hujan asam menjadi alasan utama, mengapa hujan asam di Kota Bandung perlu dikaji. Tujuan pelaksanaan penelitian ini adalah untuk melihat kondisi tingkat pH Kota Bandung pada tahun 2017, mengetahui faktor faktor penyebab hujan asam di Kota Bandung serta mencari upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya hujan asam. Metodologi yang dipakai dalam penelitian ini adalah, teknik purposive sampling untuk menentukan lokasi kajian, metode identifikasi pH air hujan untuk melihat kondisi tingkat pH air hujan di wilayah kajian, metodologi analisis korelasi pearson untuk mencari faktor-faktor pemicu hujan asam dan analisis perkembangan wilayah. Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan, Kecamatan Buah Batu mengalami hujan asam di satu sample air hujan. Sedangkan untuk air hujan dengan rata-rata nilai pH terendah berada di Kecamatan Bojongloa Kaler. Korelasi tinggi ditunjukkan pada korelasi antara pH air dengan SO₄ pada curah hujan >200mm, hal ini membuktikan bahwa kadar SO₄ yang terlarut oleh air hujan merupakan salah satu faktor penyebab hujan asam. Pertumbuhan penggunaan lahan industri, permukiman dan kepadatan penduduk menjadi faktor lain penyebab hujan asam. Hal ini dibuktikan dengan korelasi terbalik antara pH dengan faktor-faktor tersebut. Perkembangan penggunaan lahan di tiga kecamatan yang dikaji, memiliki perkembangan yang dapat memicu terjadinya hujan asam. Penambahan Ruang Terbuka Hijau dan pengurangan kadar SO₄ di udara menjadi salah satu upaya yang perlu dilakukan di Kota Bandung dalam usaha mencegah terjadinya hujan asam.

Kata Kunci: Hujan Asam, pH, Air Hujan, Perkembangan Wilayah**A. Pendahuluan**

Hujan asam merupakan hujan yang memiliki tingkat pH <5,7. Hujan asam dipicu oleh berbagai macam penyebab diantaranya seperti bencana alam dan aktifitas manusia. Salah satu penyebab dari aktifitas alam adalah letusan gunung berapi, sedangkan penyebab dari aktivitas manusia seperti polusi dari kegiatan industri, pembangkit tenaga listrik, kendaraan bermotor, dan pengolahan pupuk untuk pertanian terutama ammonia. Dampak yang ditimbulkan dari hujan asam sangat banyak diantaranya adalah, rusaknya bangunan akibat dari asam air hujan mempercepat proses pengkaratan, mengganggu kesehatan manusia, serta mencemari air di sungai dan danau sehingga akan mengganggu ekosistem perairan dan ekosistem wilayah di sekitarnya.

Kota Bandung merupakan salah satu wilayah yang pernah mengalami hujan asam, pada bulan Desember 2008 sampai dengan Juli 2009 telah dilakukan pengambilan contoh air hujan Pusat Lingkungan Geologi, hasilnya adalah pH air hujan, pada tahun 2008 pH air hujan pernah mencapai titik terendah yaitu dengan nilai 4. Perkembangan penggunaan lahan di Kota Bandung yang sangat cepat dan juga penggunaan kendaraan bermotor yang terus meningkat, serta polusi udara yang ada di Kota Bandung dapat memicu terjadinya hujan asam di masa mendatang. Oleh karena itu kajian mengenai hujan asam perlu dilakukan dengan tujuan diantaranya :

1. Untuk mengidentifikasi tingkat pH air hujan di Kota Bandung
2. Untuk mengkaji hubungan antara penggunaan lahan dengan pH air hujan di Kota Bandung
3. Untuk merumuskan upaya yang dapat dilakukan sebagai pencegahan terjadinya hujan asam

B. Landasan Teori

Hujan merupakan bagian dari siklus hidrologi, air laut dan sebagian air di daratan menguap membentuk uap air yang terangkat dan ter- bawa angin di atmosfer, kemudian mengem- bun dan akhirnya jatuh ke daratan atau laut sebagai air hujan. Air hujan yang jatuh ke daratan sebagian akan diserap tanaman, se- bagian lainnya menguap kembali ke atmos- fer, selebihnya mengalir di permukaan tanah lalu masuk ke sungai dan mengalir menuju ke laut, dan lainnya meresap ke dalam tanah.

Hujan asam adalah segala bentuk hujan yang memiliki tingkat keasaman atau pH dibawah normal, yakni dibawah 5,6 (Bethy C Matahelumual, 2010). Seperti jenis hujan lainnya, hujan asam ini juga mempunyai karakteristik khusus yang akan menjadi ciri khasnya dan membedakannya dengan jenis hujan yang lainnya. Beberapa ciri atau karakteristik yang dimiliki oleh hujan asam ini antara lain adalah sebagai berikut:

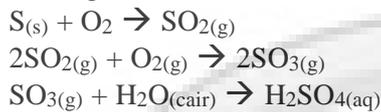
- a. Memiliki pH dibawah kadar normal, yakni dibawah 5,7
- b. Terjadi karena adanya peningkatan kadar asam nitrat dan sulfat yang ada di dalam polusi udara.
- c. Awal terjadinya karena disebabkan oleh peningkatan emisi sulfur dioksida dan nitrogen oksida yang ada di atmosfer

Faktor penyebab terjadinya hujan asam dikelompokkan menjadi dua faktor yaitu:

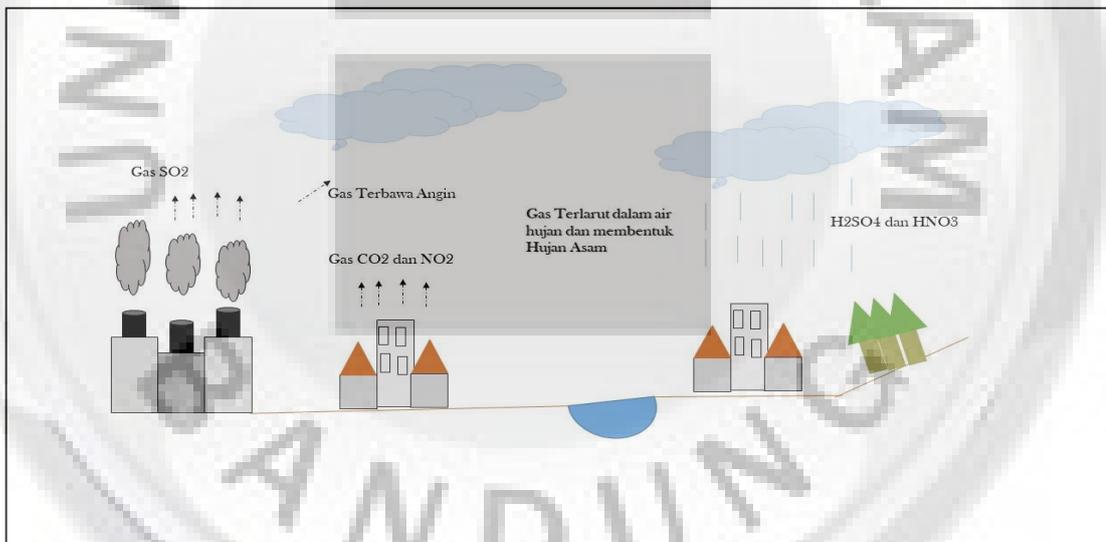
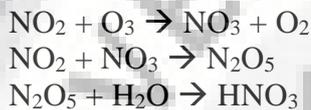
1. Penyebab hujan asam dari aktifitas manusia;
 - a. Asap kendaraan bermotor;
 - b. Asam hasil pabrik;
 - c. Asam dari pembangkit listrik yang menggunakan batubara.

- d. Amoniak dari pupuk pertanian
2. Penyebab hujan asam dari aktifitas alam:
 - a. aktifitas gunung berapi yang mengeluarkan asap seperti belerang.
 - b. proses biologis yang terjadi di danau, laut, dan tanah.

Pembentukan hujan asam terbagi menjadi dua jenis berdasarkan dari sumber pembentukannya. Bentuk hujan asam yang pertama adalah hujan asam yang bersumber dari kandungan SO_2 di udara, hal ini terjadi akibat dari polusi udara di perkotaan dan asap dari bangunan industri. Secara sederhana proses pembentukannya adalah :



Sedangkan bentuk hujan asam yang kedua adalah hujan asam yang terbentuk bersumber dari kandungan NO_2 di udara. Gas NO_2 ini bersumber dari kawasan peternakan dan pertanian yang menghasilkan amoniak. Amoniak di tanah semula akan menetralkan asam, namun garam-garam ammonia yang terbentuk akan teroksidasi menjadi asam nitrat dan asam sulfat. Secara sederhana proses pembentukannya adalah sebagai berikut

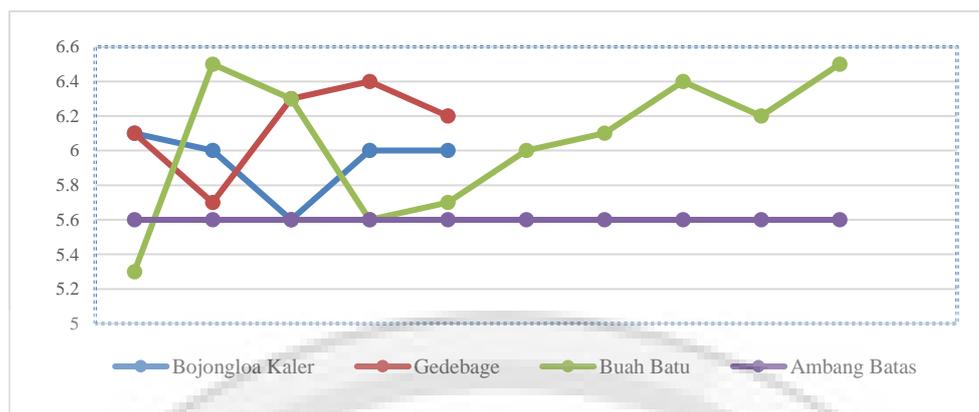


Gambar 1. Proses Terjadinya Hujan Asam

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Identifikasi Tingkat pH Air Hujan

Identifikasi tingkat pH air hujan dilaksanakan pada tiga titik lokasi yaitu Kecamatan Buah Batu, Kecamatan Gedebage dan Kecamatan Bojongloa Kaler. Ketiga lokasi ini diambil berdasarkan dari faktor-faktor terjadinya hujan asam yang berasal dari asap industri, kawasan pertanian dan wilayah dengan kepadatan penduduk tertinggi. Berikut adalah hasil identifikasi tingkat pH air hujan :



Gambar 2. Grafik pH Air Hujan di Kota Bandung

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2017.

Berdasarkan data yang telah disebutkan di atas dan grafik yang telah digambarkan, dapat dilihat bahwa pH air hujan di tiga kecamatan bersifat tidak stabil (dinamis). Dari ketiga sampel wilayah hanya satu wilayah yang pernah terjadi hujan asam yaitu Kecamatan Buah Batu. Sampel air hujan pertama di Kecamatan Buah Batu memiliki nilai pH 5,3 dan sampel ke empatnya berada pada ambang batas yaitu 5,6. Meskipun sampel lainnya cenderung memiliki tingkat pH yang normal. Sedangkan pada dua kecamatan lainnya tidak teridentifikasi terjadi hujan asam meskipun satu sample di Kecamatan Bojongloa Kaler pH air hujannya mencapai titik ambang batas yaitu 5,6. Untuk Kecamatan Gedebage pH air hujan dari sampel air yang telah diambil semuanya memiliki pH normal yang tidak melewati batas ambang pH hujan asam.

Hubungan Antara pH Air Hujan dengan Penggunaan Lahan

Analisis Hubungan (korelasi) antara pH air hujan dengan penggunaan lahan dilakukan dengan tujuan untuk melihat bagaimana korelasi yang ada pada pH air hujan dengan penggunaan lahan yang ada di Kota Bandung. Berikut adalah hasil analisisnya :

Tabel 1. Hasil Analisis Korelasi pH Air Hujan dengan Penggunaan Lahan

		pH	Kepadatan Penduduk	Luas Persawahan	Luas Permukiman	Luas Industri	Luas RTH
pH	Pearson Correlation	1	-0,217	0,188	-0,043	-0,156	0,173
	Sig. (2-tailed)		0,357	0,427	0,859	0,513	0,465
	N	20	20	20	20	20	20

Sumber: Hasil Analisis SPSS, 2017.

Berdasarkan hasil analisis diatas dapat dilihat bahwa, pH air hujan memiliki korelasi negatif dengan kepadatan penduduk, luas permukiman dan luas industri (korelasi bersifat berbanding terbalik). Hal ini dapat diartikan bila nilai dari ketiga variabel ini bertambah maka tingkat pH air hujan akan menurun. Sedangkan pada variabel luas Ruang Terbuka Hijau dan luas persawahan nilai korelasi memiliki nilai positif (korelasi bersifat searah). Hal ini dapat diartikan bahwa apabila nilai luasan dua variabel turun maka nilai pH juga akan menurun. Kesimpulannya adalah variabel yang dapat memicu terjadinya hujan asam adalah peningkatan kepadatan penduduk, luas permukiman, luas industri serta penurunan luas ruang terbuka hijau dan persawahan.

Hubungan Antara pH Air Hujan dengan Kadar SO_4 , Kadar NO_3 dan Curah Hujan

Analisis Hubungan (korelasi) antara pH air hujan dengan Kadar SO_4 , Kadar NO_3 air hujan dan curah hujan dilakukan dengan tujuan untuk melihat bagaimana korelasi yang ada pada pH air hujan dengan SO_4 , NO_3 dan curah hujan. Berikut adalah

tabel hasil analisis korelasi :

Tabel 2. Hasil Analisis Korelasi Pearson Pada Setiap Kondisi Curah Hujan

	pH	SO ₄	Curah Hujan	NO ₃
pH	1	-.320*	-.592*	0,059
SO ₄	-.320*	1	.257*	0,232
Curah Hujan	-.592*	.257*	1	-.338*
NO ₃	0,059	0,232	-.338*	1

Sumber: Hasil Analisis SPSS, 2017.

Tabel 3. Hasil Analisis Korelasi Pearson Pada Kondisi Curah Hujan >200 mm

	pH	SO ₄	Curah Hujan	NO ₃
pH	1	-.745*	-.485**	0,335
SO ₄	-.745*	1	0,192	0,136
Curah Hujan	-.485*	0,192	1	-.486*
NO ₃	0,335	0,136	-.486*	1

Sumber: Hasil Analisis SPSS, 2017.

Berdasarkan hasil analisis yang telah disebutkan pada tabel 2 dan tabel 3 di atas dapat dilihat bahwa korelasi antara nilai pH dan kadar SO₄ memiliki nilai negatif (arah korelasi bersifat berbanding terbalik). Artinya kemungkinan hujan asam terjadi apabila kadar SO₄ di air hujan tersebut meningkat. Untuk nilai korelasi antara pH air hujan dengan NO₃ memiliki nilai positif (Korelasi bersifat searah), namun hasil korelasi antara NO₃ dengan pH air hujan tidak memiliki nilai yang signifikan (tidak ada “*”), yang artinya nilai tersebut tidak bisa ditarik menjadi sebuah kesimpulan.

Dari tabel 1 dan tabel 2 di atas, terdapat perbedaan korelasi antara pH air hujan dan SO₄. Pada tabel 1 tingkat korelasi antara pH air hujan dengan SO₄ memiliki tingkat yang rendah. Sedangkan pada tabel 2 korelasi memiliki tingkat yang tinggi. Hal ini membuktikan bahwa pada curah hujan >200 mm (musim hujan) hubungan antara hujan asam dengan SO₄ memiliki tingkat korelasi yang lebih tinggi.

D. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisis dan pembahasan yang telah disebutkan sebelumnya, dapat ditarik beberapa kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian yaitu:

1. Identifikasi Hujan Asam di Kota Bandung:

Berdasarkan dari hasil analisis yang telah dibahas sebelumnya didapatkan beberapa kesimpulan dari identifikasi hujan asam di Kota Bandung, yaitu :

- Terjadinya hujan asam di Kecamatan Buah Batu dengan tingkat pH air hujan mencapai 5,3 pada tanggal 21 Februari 2017
- pH air hujan rata-rata paling rendah berada di Kecamatan Bojongloa Kaler dengan nilai rata-rata pH sebesar 5,9

2. Faktor-faktor penyebab terjadinya hujan asam

Beberapa faktor penyebab terjadinya hujan asam di Kota Bandung berdasarkan dari hasil analisis yang telah dibahas sebelumnya adalah :

- Tingkat kepadatan penduduk, penggunaan lahan permukiman, dan penggunaan lahan industri. Hal ini ditunjukkan dengan hasil korelasi yang terbalik antara pH air hujan baik dengan kepadatan penduduk, luas lahan permukiman, dan juga penggunaan lahan industry
- Kadar SO₄ di air hujan. Hal ini dibuktikan dengan adanya korelasi kuat dan

bersifat terbalik antara pH air hujan dengan SO₄ pada curah hujan >200 mm.

E. Rekomendasi

Rekomendasi Pencegahan Hujan Asam

Berdasarkan dari kesimpulan yang telah dijelaskan di atas, terdapat beberapa rekomendasi yang dapat diberikan oleh penulis. Rekomendasi ini terbagi menjadi tiga bagian berdasarkan dari wilayah yang dikaji oleh penulis yang telah dibahas sebelumnya. Rekomendasi yang dapat diberikan penulis adalah :

1. Kecamatan Buah Batu :
 - a. Pembuatan sabuk hijau (*greenbelt*) di perbatasan Kecamatan Buah Batu yang membatasi antara wilayah permukiman dan wilayah industri. Hal ini dilakukan agar polusi udara dari wilayah industri dapat disaring oleh tanaman sebelum masuk ke wilayah permukiman
 - b. Penggunaan *wet scrubber* sebagai penyaring asap di bangunan industri agar SO₂ yang berasal dari industri mampu tersaring sebelum naik ke atmosfer.
 - c. Membatasi pertumbuhan permukiman dan pertumbuhan industri.
2. Kecamatan Bojongloa Kaler
 - a. Penambahan Ruang Terbuka Hijau seperti taman rumah untuk mengatasi kekurangan lahan terbuka hijau.
 - b. Pembuatan *vertical garden* di sekitar kawasan permukiman. Hal ini dilakukan untuk mengatasi masalah kekurangan lahan yang ada di Kecamatan Bojongloa Kaler
 - c. Membuat jalur hijau untuk menyerap polusi udara yang berasal dari kendaraan bermotor
3. Kecamatan Gedebage :
 - a. Pemeliharaan ruang terbuka hijau (RTH) yang sudah ada baik yang berbentuk privat maupun publik
 - b. Membatasi laju pertumbuhan permukiman, hal ini dilakukan agar penambahan luas permukiman dapat terkendali

F. Rekomendasi Studi Lanjutan

1. Diperlukannya identifikasi tingkat pH air hujan di penggunaan lahan lainnya
2. Diperlukannya data pH air hujan yang lebih banyak agar mempertajam hasil analisis korelasi
3. Diperlukannya identifikasi jenis industri di Kota Bandung yang mempengaruhi pH air hujan
4. Diperlukan identifikasi jenis tanaman yang dapat meningkatkan tingkat pH air hujan sebagai upaya pencegahan terjadinya hujan asam
5. Diperlukannya identifikasi pH air hujan pada musim yang berbeda yaitu pH air hujan pada musim kemarau, musim hujan dan musim pancaroba (peralihan)
6. Diperlukannya studi mengenai peran *vertical garden* sebagai upaya pencegahan hujan asam di wilayahan perkotaan yang padat

Daftar Pustaka

- Abdurahman, Maman, Muhidin, Sambas & Somantri, Ating. (2012). *Dasar-Dasar Metode Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: CV. Pustaka Setia
- Anonymouse. 2016. *Protokol Kyoto*. https://id.wikipedia.org/wiki/Protokol_Kyoto. Diunduh pada tanggal 12 Desember 2016
- Badan Pusat Statistik Kota Bandung .2016. *Kota Bandung Dalam Angka 2016*, BPS Kota Bandung,

- Gulo, W.2002. *Metodologi Penelitian*. Jakarta:Grasindo
- Kementrian Lingkungan Hidup Indonesia. 2004. *Pengesahan Protokol Kyoto Sebagai Wujud dari Komitmen Bersama Dalam Menjaga Kestabilan Konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK) di Atmosfer* . <http://www.menlh.go.id/pengehasan-protokol-kyoto-sebagai-wujud-dari-komitmen-bersama-dalam-menjaga-kestabilan-konsentrasi-gas-rumah-kaca-grk-di-atmosfer/>. Diunduh pada tanggal 12 Desember 2016
- Matahelumual, Bethy C. 2010. *Potensi terjadinya hujan asam di Kota Bandung*. Bandung : Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi, Volume 1 No. 2 Halaman: 59 - 70. Pusat Lingkungan Geologi, Badan Geologi
- Wardhani, Nurul Kusuma. 2015. *Studi Tingkat Keasaman Air Hujan Berdasarkan Kandungan Gas CO², SO² Dan NO² di Udara (Studi Kasus Balai Pengamatan Dirgantara Pontianak)*. Pontianak : Prisma Fisika, Volume III, No. 01 Hal: 09 - 14
- Reni Kraningtytas. *Tingkat Keasaman Air Hujan di Kota Semarang*. 2011. Tesis. Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Dipenogoro Kota Semarang.
- Sudalma, Purwanto. 2012. *Analisis Sifat Hujan Asam di Kota Semarang*. Semarang : Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan.
- Sora N. 2015. *Pengertian Hujan Asam dan Dampak yang Ditimbulkan*. <http://www.pengertianku.net/2015/05/pengertian-hujan-asam-dan-dampaknya-yang-ditimbulkan.html> . Diunduh pada tanggal 26 November 2016
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Tim Ilmu Geografi. 2015. *Hujan Asam : Pengertian, Proses, Manfaat, dan Dampaknya*. <http://ilmugeografi.com/fenomena-alam/hujan-asam> . Diunduh pada tanggal 26 November 2016
- Undang-Undang No 32 Tahun 2009 Tentang Pegelolaan Lingkungan Hidup