

Studi Kandungan Asam Pada Air Hujan di Kota Pontianak

Study of Acid Rain in Pontianak City

Millen Fadillah, Robby Irsan, dan Dian Rahayu Jati

Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura
Jalan Prof.Hadari Nawawi, Pontianak, Kalimantan Barat, 78124
E-mail: millenfadillah30@gmail.com

Diterima 22 November 2022, direvisi 15 April 2023, disetujui 16 Mei 2023

ABSTRAK

Studi Kandungan Asam Pada Air Hujan di Kota Pontianak. Hujan secara alami bersifat agak asam, semakin bertambahnya konsentrasi polutan di udara dapat meningkatkan nilai keasaman. Kegiatan transportasi berperan besar terhadap penurunan kualitas udara. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (2021), luas wilayah kota Pontianak sebesar 118,31 km² dengan jumlah penduduk 658.685 jiwa. Laju pertumbuhan penduduk pada tahun 2020 sebesar 1,81%. Jumlah kendaraan yang berada di kota Pontianak pada tahun 2020 mencapai 31.853 unit. Banyaknya penduduk di kota Pontianak menyebabkan kebutuhan sarana transportasi meningkat sehingga dapat meningkatkan konsumsi bahan bakar yang dapat menimbulkan pencemaran udara. Emisi gas SO₂ dan NO₂ yang berasal dari kegiatan industri dan transportasi, merupakan penyebab terjadinya peristiwa hujan asam apabila emisi gas tersebut bereaksi dengan air hujan. Secara alami derajat keasaman (pH) air hujan normal yaitu 5,6. Air hujan merupakan salah satu sumber air bersih di Pontianak sehingga kualitasnya perlu diperhatikan dengan seksama. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengukuran pH, nitrat (NO₃⁻), dan sulfat (SO₄²⁻) pada air hujan di kota Pontianak dengan 24 sampel pada bulan April dan Mei 2022. Hubungan tingkat keasaman pH terhadap nitrat dan sulfat dianalisis dengan menggunakan persamaan regresi linier berganda. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata parameter pH bernilai 6 dengan 15 sampel tidak memenuhi standar baku mutu dan 9 sampel memenuhi standar baku mutu, sedangkan hasil dari semua sampel nitrat dan sulfat memenuhi baku mutu PerMenKes RI No.492/Menkes/Kes/Per/2010 dengan nilai rata-rata nitrat 3,78 mg/l dan sulfat 18,24 mg/l. Perhitungan menggunakan model regresi linear berganda menunjukkan bahwa penurunan pH air hujan lebih dipengaruhi oleh nitrat dari pada sulfat.

Kata kunci: Air hujan, nitrat, pH, sulfat.

ABSTRACT

Study of Acid Rain in Rainwater in Pontianak City. Rain is naturally acidic, the more pollutant concentrations in the air might increase the value of acidity. Transportation activities play a major role in reducing air quality. Based on Central agency of Statistics (2021), the area of Pontianak city is 118.31 km² with a population of 658,685 people.. The population growth rate in 2020 is 1.81%. The number of vehicles in the city of Pontianak in 2020 reached 31,853 units. The large number of residents in the city of Pontianak causes the need for transportation facilities to increase so that it may increase fuel consumption causing air pollution. SO₂ and NO₂ gas emissions originated from industrial and transportation activities are the cause of acid rain events when these gases emissions react with rainwater; and then acidic compounds increased. Naturally, the degree of acidity (pH) of normal rainwater is 5.6. Rainwater is a source of clean water in Pontianak so its quality should be monitored. This study aims to measure pH, nitrate (NO₃⁻) and sulfate (SO₄²⁻) in rainwater in Pontianak city with 24 samples in April and May 2022 and the relationship among pH and nitrate and sulfate acidity levels were analyzed using multiple linear regression equation. The measurement results showed that the average pH value is 6 with 15 samples did not meet the quality standards and 9 samples met the quality standards, while the results of all nitrate and sulfate samples met the quality standards of the Republic of

Indonesia Minister of Health Regulation No.492/Menkes/Kes/Per/2010 with an average value of nitrate 3.78 mg/l and sulfate 18.24 mg/l. Calculations using the multiple linear regression model show that the decrease in rainwater pH is more influenced by nitrate than that of sulfate.

Keywords: Rainwater, nitrate, pH, sulfate.

1. Pendahuluan

Kawasan kota Pontianak merupakan daerah dengan perkembangan yang wilayahnya mempunyai potensi seperti industri, perdagangan dan permukiman. Luas wilayah kota Pontianak 118,31 km² dengan jumlah penduduk 658.685 jiwa. Jumlah kendaraan yang berada di kota Pontianak tahun 2020 mencapai 31.853 unit (Badan Pusat Statistik, 2021). Banyaknya penduduk di kota Pontianak menyebabkan kebutuhan sarana transportasi meningkat sehingga menyebabkan peningkatan konsumsi bahan bakar yang dapat menimbulkan pencemaran udara. Hasil kajian menunjukkan bahwa kegiatan transportasi berperan besar terhadap penurunan kualitas udara terutama di daerah perkotaan (González & Cogliati, 2016).

Hujan merupakan salah satu mekanisme alam penghilangan polutan dengan cara gas atmosfer diserap dan partikel terperangkap dalam tetesan air hujan yang jatuh ke tanah (T. Y. Chang, 1984; Fisher, 1982; Shukla dkk., 2008). Karakteristik dan komposisi parameter kimia air hujan dapat dipengaruhi oleh besar kecilnya konsentrasi polutan udara yang ada di atmosfer, serta dapat tergantung dari volume curah hujan. Turunnya hujan dapat membersihkan (menyapu) beberapa partikel besar dalam lintasannya (Indrawati, 2015). Hujan secara alami bersifat asam, semakin bertambahnya nilai keasamannya bertambah pula konsentrasi polutan di udara, dan hal ini yang dikenal dengan fenomena hujan asam. Salah satu indikator penting dalam melihat kualitas air hujan asam yaitu pH air hujan. Secara alami derajat keasaman (pH) air hujan normal yaitu 5,6 sehingga apabila

nilai pH air hujan berada di bawah nilai 5,6 hujan tersebut dikatakan sebagai hujan asam (Budiwati, 2009).

Hujan asam merupakan kombinasi ringan dari asam sulfat dan asam nitrat (Hasan dkk., 2018). Hujan asam biasanya terjadi di daerah-daerah yang padat penduduk dan banyaknya aktivitas manusia dalam kegiatan transportasi. Emisi gas SO₂ dan NO₂ yang berasal dari kegiatan industri dan transportasi merupakan penyebab terjadinya peristiwa hujan asam apabila emisi gas tersebut bereaksi dengan air hujan, dimana senyawa yang bersifat asam terbentuk (Duan dkk., 2016). Emisi gas SO₂ dan NO₂ yang berasal dari aktivitas manusia dapat berubah menjadi nitrat (NO₃⁻) dan sulfat (SO₄²⁻) melalui proses fisika dan kimia yang kompleks (Yu dkk., 2016). Sulfat dan nitrat lebih banyak berbentuk asam yang terlarut dalam air hujan. Keasaman air hujan berhubungan erat dengan konsentrasi SO₂ dan NO₂ yang terlarut di dalam air hujan. Semakin tinggi konsentrasi SO₂ dan NO₂, maka dapat mengakibatkan nilai keasaman air hujan semakin asam (Sudalma & Purwanto, 2012).

Deposisi asam yang berasal dari emisi antropogenik SO₂ dan NO_x, memiliki pengaruh besar pada biogeokimia, dan menyebabkan pengasaman tanah dan air permukaan, eutrofikasi ekosistem darat dan air dan penurunan keanekaragaman hayati di banyak wilayah (C.-T. Chang dkk., 2022). Air hujan khususnya di kota Pontianak merupakan sumber air bersih sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat kelayakan air hujan di Pontianak sebagai salah satu sumber air minum, serta

menganalisis hubungan tingkat keasaman pH terhadap nitrat dan sulfat dengan menggunakan persamaan regresi linier berganda.

2. Metodologi

Lokasi penelitian dilakukan di kota Pontianak, yang terdiri dari enam kecamatan yaitu, Pontianak Barat, Pontianak Kota, Pontianak Selatan, Pontianak Tenggara, Pontianak Timur dan Pontianak Utara. Penelitian dilakukan pada bulan April dan Mei Tahun 2022.

Metode pengambilan sampel air hujan berupa in situ (pengambilan sampel air hujan secara langsung di lapangan). Air hujan ditampung dengan menggunakan ember di setiap titik lokasi sampel, kemudian sampel air hujan diambil dari ember dan dimasukkan ke dalam wadah botol plastik berukuran 1 liter untuk nantinya dianalisis di Laboratorium Sucofindo. Sampel air hujan diambil di 12 titik lokasi yang ada di kota Pontianak, di setiap kecamatan diambil 2 titik sampel. Jumlah keseluruhan sampel selama 2 bulan yaitu 24 sampel. Parameter yang diuji adalah pH air hujan, nitrat (NO₃⁻), dan sulfat (SO₄²⁻). Pengukuran pH dengan menggunakan metode (SNI 6989.11-2019), sedangkan nitrat (NO₃⁻) menggunakan metode analisa spektrofotometri sesuai “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater,” 2017, dan untuk sulfat (SO₄²⁻) menggunakan metode spektrofotometri sesuai (SNI 6989.20-2019). Dari hasil uji laboratorium ini dapat diketahui apakah air yang ada di daerah penelitian telah memenuhi standar baku mutu sesuai standar Permenkes No. 492/Th.2010.

Analisis data menggunakan persamaan regresi linear berganda untuk menentukan hubungan tingkat keasaman (pH) dengan nitrat (NO₃⁻), dan sulfat (SO₄²⁻). Regresi linier berganda ditujukan untuk menentukan hubungan linier antar beberapa variabel bebas dengan variabel terikat.

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

Y : pH air hujan

X₁ : konsentrasi rata-rata ion nitrat (NO₃⁻) (mg/L)

X₂ : konsentrasi rata-rata ion sulfat (SO₄²⁻)(mg/L)

a : intersep

b_i : koefisien regresi

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Uji Kandungan pH Air Hujan Bulan April dan Mei

Nilai pH merupakan tingkatan yang menunjukkan asam atau basanya suatu larutan yang diukur pada skala 0 - 14. Apabila di bawah 6,5 air tersebut bersifat asam dan di atas 8,5 bersifat basa. Tinggi atau rendahnya pH air dipengaruhi oleh kadar kandungan senyawa dalam air tersebut (lihat Tabel 1 dan Gambar1).

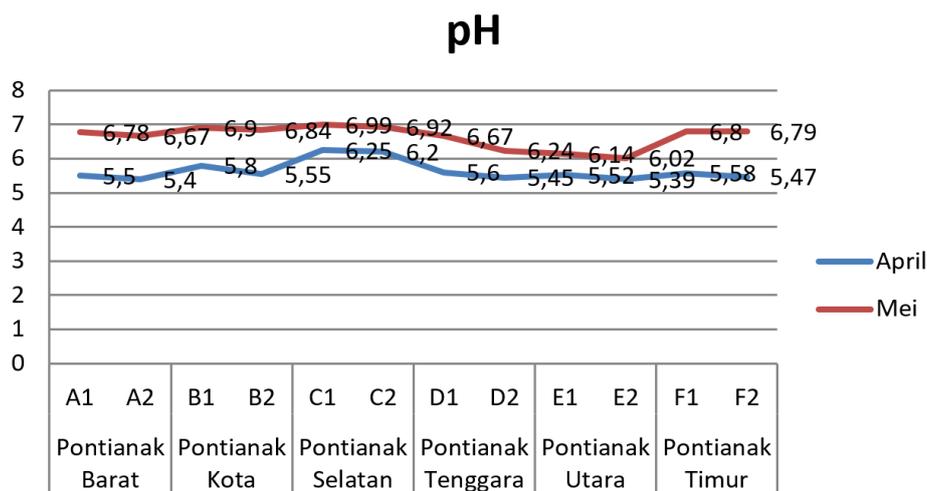
Tabel 1 menunjukkan hasil pemeriksaan parameter pH terhadap 24 sampel air hujan di Kota Pontianak selama 2 bulan. Dilihat dari angka yang berwarna merah menunjukan semua sampel air di bulan April tidak memenuhi standar yang ditetapkan berdasarkan PerMenKes RI No.492/Menkes/Kes/Per/2010 tentang persyaratan air minum, tetapi pada bulan Mei 9 sampel air hujan tersebut memenuhi standar yang ditetapkan dan 3 sampel air hujan tidak memenuhi standar baku mutu. Nilai pH yang diperoleh pada penelitian memiliki nilai yang bervariasi, setiap titik lokasi sampel dengan rentang nilai 5,39 – 6,99. Berdasarkan hal tersebut, secara keseluruhan kota Pontianak mempunyai nilai pH air hujan bersifat asam.

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa air hujan dengan nilai tingkat keasaman <5,6 sebanyak 2 sampel terletak di Pontianak Utara, 2 sampel terletak di Pontianak Barat, 2 sampel terletak di Pontianak Timur dan 1 sampel terletak di Pontianak Tenggara. pH air hujan secara alami bersifat asam sebesar 5,6 (Supriatin dkk., 2017). Hal ini karena gas pencemar dapat larut dalam air hujan dan menghasilkan

Tabel 1. Hasil Uji Kandungan pH Air Hujan Bulan April dan Mei

Kecamatan	Kode Sampel	pH		Baku Mutu
		April	Mei	
Pontianak Barat	A1	5.5	6.78	6.5 - 8.5
	A2	5.4	6.67	
Pontianak Kota	B1	5.8	6.9	
	B2	5.55	6.84	
Pontianak Selatan	C1	6.25	6.99	
	C2	6.2	6.92	
Pontianak Tenggara	D1	5.6	6.67	
	D2	5.45	6.24	
Pontianak Utara	E1	5.52	6.14	
	E2	5.39	6.02	
Pontianak Timur	F1	5.58	6.8	
	F2	5.47	6.79	
Rata - Rata		5.64	6.65	
Minimum		5.39	6.02	
Maksimum		6.25	6.99	

Sumber: Data Primer



Sumber: Data Primer

Gambar 1. Grafik Hasil Uji Kandungan pH Air Hujan

senyawa yang bersifat asam. Hasil kajian menyebutkan bahwa penyumbang terbesar terjadinya pH bersifat asam adalah gas hasil pembakaran bahan bakar kendaraan seperti solar, bensin dan minyak tanah (Katulistiwa dkk., 2015). Dari 8 lokasi tersebut, nilai pH terendah terdapat di Pontianak Utara. Hal ini juga menunjukkan bahwa di kawasan ini, curah hujan yang langsung sampai ke tempat

penampungan tanpa melalui vegetasi dengan nilai keasamannya yang tinggi yaitu 5.39. Kadar pH yang terbilang rendah biasanya disebabkan oleh beberapa kondisi seperti letak lokasi yang terlalu dekat dengan jalan raya, industri. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan industri dan kegiatan transportasi menjadi salah satu penyebab pH air hujan menjadi rendah. Nilai tingkat keasaman

yang rendah dan saling berdekatan ini dapat menunjukkan bahwa transportasi bahan pencemar yang terjadi tersebar di kota Pontianak.

Nilai pH maksimum atau derajat keasaman rendah terdapat di kawasan Pontianak Selatan dengan tingkat keasaman >6 yaitu 6,99. Hal ini karena di kawasan lokasi pengambilan sampel banyak area hijau dimana vegetasi pada area hijau dapat mengabsorpsi gas pencemar sehingga pH air hujan masih berada pada batas aman. Pada lokasi penelitian diperoleh bahwa air hujan yang tertampung di area tersebut nilai pH-nya lebih tinggi, sehingga air hujan sangat baik, cenderung netral seperti air permukaan.

Sumber keasaman pada hujan dapat berasal dari aktivitas antropogenik atau alam (Chen dkk., 2020). Pada penelitian ini sumber antropogenik merupakan penyumbang utama kasaman pada pH. Kegiatan antropogenik seperti pembakaran bahan bakar fosil dari transportasi atau kegiatan industri akan melepaskan asam sulfat dan asam nitrat ke atmosfer yang dikenal sebagai asam anorganik. Partikel kabut mengandung aerosol asam seperti SO₂ dan NO₂, sementara itu kebakaran alamiah juga dapat memancarkan partikel asam seperti NO₂ ke atmosfer (Mukaromah, 2021). Peristiwa kabut asap dalam penelitian ini juga berpengaruh terhadap kualitas air hujan dan hal ini dapat dilihat dari nilai

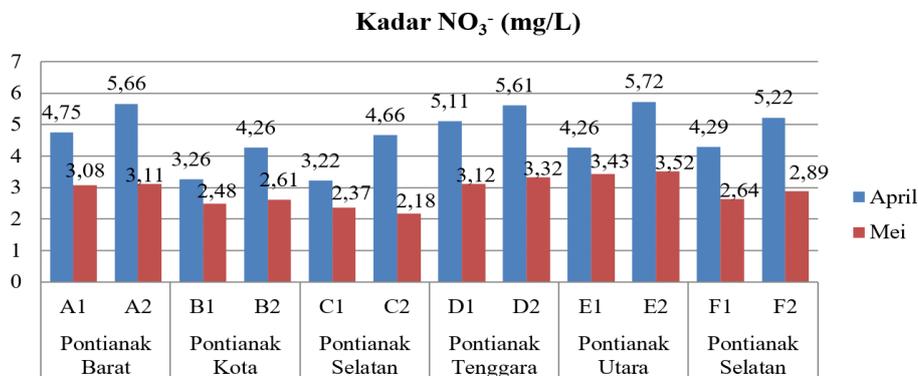
pH yang tidak memenuhi standar baku mutu. Keasaman dan pH air hujan dapat dipengaruhi oleh jumlah curah hujan karena pengenceran konsentrasi ion efek dari peristiwa hujan.

3.2. Kadar Nitrat dalam air hujan

Parameter kualitas air minum yang berhubungan dengan kimia anorganik adalah senyawa nitrat. Nitrat merupakan senyawa anorganik yang berasal dari ammonia melalui proses oksidasi katalitik. Hasil uji parameter nitrat dapat dilihat dari Gambar 2.

Berdasarkan hasil pengujian 24 sampel tersebut dapat dikatakan bahwa tidak ada yang melebihi baku mutu sebesar 50 mg/L yang ditetapkan oleh PerMenKes RI No.492/Menkes/Kes/Per/2010 tentang persyaratan air minum. Rata-rata kadar nitrat di setiap lokasi titik sampel sebesar 3,78 mg/L. Nilai nitrat (NO₃⁻) tertinggi berada di bagian Pontianak Utara 5,72 mg/L sedangkan nilai terendah di Pontianak Selatan sebesar 2,18 mg/L.

Konsentrasi nitrat di bulan Mei lebih rendah dibandingkan bulan April, hal ini disebabkan pada bulan April mengalami kabut asap. Partikel seperti asap dan debu yang tersuspensi di udara yang lebih tinggi menyebabkan polusi udara meningkat sehingga tingkat keasaman air hujan tinggi diikuti kadar nitrat yang tinggi.



Sumber: Data Primer

Gambar 2. Grafik Hasil Uji Kadar Nitrat (NO₃⁻) Air Hujan

Gas NO² bereaksi dengan uap air menjadi asam nitrat. Kadar nitrat yang tinggi disebabkan oleh tingginya kadar NO² di udara dan kadar ozon sebagai oksidan dalam reaksi pembentukan asam nitrat bersama air hujan. Kadar nitrat (NO₃⁻) yang tinggi lebih menggambarkan terjadinya pencemaran antropogenik yang berasal dari kativitas manusia. Faktor-faktor yang mempengaruhi yaitu arah dan kecepatan angin yang dapat menyebabkan pencemar dapat tersebar jauh dari sumbernya, jarak dari sumber ke penerima, dan stabilitas atmosfer.

3.3. Kadar Sulfat dalam air hujan

Gas SO² ketika bertemu dengan uap air di udara akan bereaksi membentuk asam sulfat. Semakin besar konsentrasi asam sulfat SO₄²⁻(mg/L) yang terkandung dalam air hujan, maka akan semakin kecil nilai pH nya yang berarti semakin asam hujannya. Hasil pengukuran kadar asam sulfat disajikan pada Gambar.

Berdasarkan hasil pengujian 24 sampel dapat dikatakan bahwa tidak ada yang melebihi baku mutu yang ditetapkan berdasarkan PerMenKes RI No.492/ Menkes/Kes/Per/2010 tentang persyaratan air minum. Jika dibandingkan dengan baku mutu sebesar 250 mg/L, kandungan sulfat dalam air hujan tersebut masih di bawah baku mutu dan masih layak untuk dikonsumsi dan tidak membahayakan kesehatan.

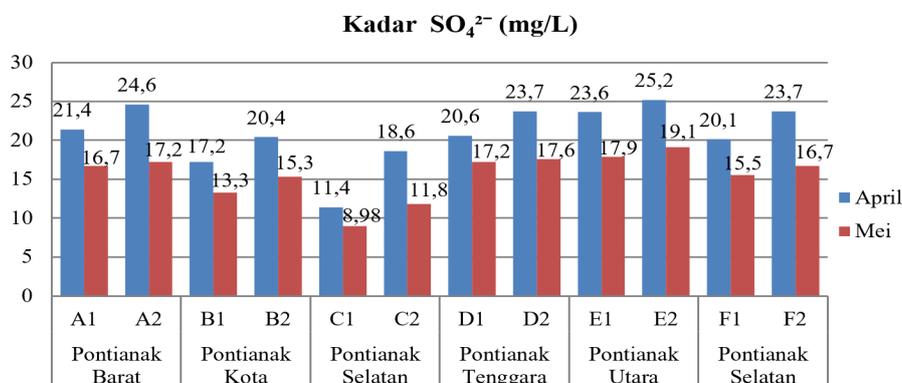
Kadar sulfat SO₄²⁻ dalam air hujan yang ditampung dalam 24 lokasi titik sampel memiliki nilai rata-rata 18,24 mg/L. Nilai sulfat paling tertinggi di bagian Pontianak Utara sebesar 25,2 mg/L, sedangkan nilai terendah kadar sulfat sebesar 8,98 mg/L di bagian Pontianak Selatan. Adanya Sulfat berasal dari oksidasi gas SO₂ akibat pencemaran udara juga memberikan kontribusi terdapatnya sulfat dalam air hujan. Tingkat keasaman air hujan salah satunya ditentukan oleh kandungan sulfat yang mencerminkan terbentuknya asam sulfat di atmosfer akibat adanya polusi SO₂. Sulfur dioksida (SO₂) teroksidasi di atmosfer membentuk SO₃. Gas SO₃ bersifat mudah larut dalam air sehingga pada udara lembab (udara yang banyak mengandung uap air) menghasilkan asam sulfat.

3.3. Hubungan keasaman pH terhadap nitrat (NO₃⁻) dan sulfat (SO₄²⁻) didalam air hujan

Tingkat keasaman air hujan salah satunya ditentukan oleh kandungan sulfat dan nitrat. Hasil analisis regresi linier berganda hubungan antara pH (Y) dengan polutan NO₃⁻ (X1) dan SO₄²⁻ (X2) menghasilkan persamaan sebagai berikut:

$$Y = 8,14 - 0,35(X1) - 0,03(X2); R^2 = 82\% \dots (2)$$

Berdasarkan koefisien regresi berganda maka dapat diketahui bahwa konsentrasi



Sumber: Data Primer

Gambar 3. Grafik Hasil Uji Kadar Sulfat (SO₄²⁻) Air Hujan

nitrat NO_3^- paling berpengaruh dalam menurunkan pH air hujan dibandingkan dengan konsentrasi sulfat SO_4^{2-} . Ketika kadar nitrat dan sulfat naik satu satuan, maka nilai pH turun satu satuan, sehingga konsentrasi nitrat NO_3^- dan sulfat SO_4^{2-} yang tinggi pada penelitian ini juga menghasilkan pH yang terukur menjadi rendah. Ion NO_3^- lebih berpengaruh dalam menurunkan pH air hujan karena bersifat sulit larut dalam air sehingga lebih sulit tercuci oleh hujan, sedangkan ion SO_4^{2-} bersifat mudah larut dalam air, sehingga mudah tercuci oleh hujan, selain itu masa aktif NO_3^- di udara lebih lama daripada SO_4^{2-} .

4. Simpulan

Hasil analisis parameter pH yang tidak memenuhi standar baku mutu PerMenKes RI No.492/Menkes/Kes/Per/2010 tentang persyaratan air minum sebanyak 15 sampel dengan pH terendah sebesar 5,39, sedangkan hasil dari semua sampel nitrat dan sulfat memenuhi baku mutu dengan nilai nitrat terendah sebesar 2,18 mg/L, tertinggi 5,72 mg/L. Nilai sulfat terendah sebesar 8,98 mg/L dan tertinggi 25,2 mg/L. Hubungan tingkat keasaman pH terhadap nitrat dan sulfat memiliki pengaruh yang sangat kuat dengan nilai koefisien determinasi sebesar 82 %. Hasil koefisien regresi berganda menunjukkan bahwa nitrat lebih berpengaruh dalam menurunkan pH air hujan dibandingkan dengan sulfat.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kepada kedua orang tua saya serta kakak yang memberikan bantuan material maupun moral dan teman-teman mahasiswa/i Jurusan Teknik Lingkungan Angkatan 2017 serta pihak-pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

6. Kepenghargaan

Penulis mempunyai kontribusi yang berbeda dalam makalah ini. Millen Fadillah adalah kontributor utama dalam penelitian, pengolahan data dan penyusunan makalah. Robby Irsan, S.T., M.Si dan Dian Rahayu Jati, S.T., M.Si. kontributor yang membimbing dan memberikan arahan pada penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik. (2021). *BPS Kota Pontianak*
- Budiwati, T. (2009). Analisis Hujan Asam dan CO_2 Atmosfer. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, 16 Mei 2009*, 276–281.
- Chang, C.-T., Yang, C.-J., Huang, K.-H., Huang, J.-C., & Lin, T.-C. (2022). Changes of precipitation acidity related to sulfur and nitrogen deposition in forests across three continents in north hemisphere over last two decades. *Science of The Total Environment*, 806, 150552. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150552>
- Chang, T. Y. (1984). Rain and snow scavenging of HNO_3 vapor in the atmosphere. *Atmospheric Environment (1967)*, 18(1), 191–197. [https://doi.org/10.1016/0004-6981\(84\)90242-7](https://doi.org/10.1016/0004-6981(84)90242-7).
- Chen, H.-Y., Hsu, L.-F., Huang, S.-Z., & Zheng, L. (2020). Assessment of the Components and Sources of Acid Deposition in Northeast Asia: A Case Study of the Coastal and Metropolitan Cities in Northern Taiwan. *Atmosphere*, 11(9), 983. <https://doi.org/10.3390/atmos11090983>.
- Duan, L., Yu, Q., Zhang, Q., Wang, Z., Pan, Y., Larssen, T., Tang, J., & Mulder, J. (2016). Acid deposition in Asia: Emissions, deposition, and ecosystem effects. *Atmospheric Environment*, 146, 55–69. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.07.018>.

- Fisher, B. E. A. (1982). The transport and removal of sulphur dioxide in a rain system. *Atmospheric Environment (1967)*, 16(4), 775–783. [https://doi.org/10.1016/0004-6981\(82\)90395-X](https://doi.org/10.1016/0004-6981(82)90395-X).
- González, D., & Cogliati, M. (2016). Study of vehicle emissions between Neuquén and Centenario, Argentina. *Atmosfera*, 29(3), 267–277. <https://doi.org/10.20937/ATM.2016.29.03.06>.
- Hasan, N. Y., Drijejana, Sulaeman, A., & Ariesyady, H. D. (2018). Acidic Wet Deposition in Bandung City Indonesia. *MATEC Web of Conferences*, 147, 08007. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201814708007>.
- Indrawati, A. (2015). *Pengukuran pH dan Konduktivitas Air Hujan untuk Pemantauan Kualitas Udara di Daerah Bandung*. c(July), 53–60.
- Katulistiyani, R., Ihwan, A., & Nurhasanah. (2015). Analisis terjadinya hujan asam di kota pontianak akibat emisi gas dari industri dan kendaraan. *Prisma Fisika*, III(01), 15–20.
- Mukaromah, W. (2021). *Pengaruh Bahan Bakar Kendaraan dan Perubahan Suhu Terhadap Polusi Udara*.
- Permenkes No. 492/Th.2010. (2010). Persyaratan Kualitas Air Minum. Dalam *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (Nomor 492)*.
- Shukla, J. B., Misra, A. K., Sundar, S., & Naresh, R. (2008). Effect of rain on removal of a gaseous pollutant and two different particulate matters from the atmosphere of a city. *Mathematical and Computer Modelling*, 48(5–6), 832–844. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2007.10.016>.
- SNI 6989.11-2019. Air dan air limbah – Bagian 11: Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan pH meter
- SNI 6989.20-2019. Air dan air limbah – Bagian 20: Cara uji sulfat (SO_4^{2-}) secara turbidimetri
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (2017). *SM ed.223.2017*.
- Sudalma, & Purwanto. (2012). Analisis Sifat Hujan Asam di Kota Semarang Konsumsi Bahan Bakar di Jawa Tengah. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 5, 1–7.
- Supriatin, L. S., Cahyono, W. E., & Syafrizon, S. (2017). The Effect of Rainwater Quality on The Methane Concentration. *JKPK (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*, 2(2), 103. <https://doi.org/10.20961/jkpk.v2i2.11972>
- Yu, H., He, N., Wang, Q., Zhu, J., Xu, L., Zhu, Z., & Yu, G. (2016). *Journal Of Geophysical Research. Nature*, 175(4449), 238. <https://doi.org/10.1038/175238c0>.