

ANALISIS KADAR DEBU JATUH (*DUSTFALL*) PADA UDARA AMBIENT SECARA GRAVIMETRI

Desta Amelia¹, Suci Permata Sari²

Universitas Islam Negeri Raden Fatah, Indonesia

desta.amellia10@gmail.com¹

sucipermatasari_uin@radenfatah.ac.id²

Keywords

ambient air, falling dust, gravimetric method

Abstract

Ambient air is free air in the troposphere layer on the earth's surface that is needed and affects human health and living things, one of the parameters of ambient air is dustfall which is a form of primary air pollution if it is above the ambient air quality standard, it will have a negative impact on the environment. This study aims to determine the amount of dustfall in ambient air. The study was conducted using the gravimetric method with reference to SNI 13-4703-1998. Samples were taken using a Dustfall Collector for approximately one month and then analyzed using the gravimetric method. The results of the observations showed that the levels of dustfall produced were 1.3931 g / m² / month, 1.6659 g / m² / month, 4.2832 g / m² / month, and 10.4586 g / m² / month. Samples with codes 01, 02, and 03 showed results below the quality standard, while code 04 had a fairly high level of falling dust caused by several factors, namely the sampling location, humidity, temperature, and wind speed.

Kata Kunci

debu jatuh, metode gravimetri, udara ambient

Abstrak

Udara ambient merupakan udara bebas pada daerah lapisan troposfir yang berada di permukaan bumi yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia serta makhluk hidup, salah satu parameter udara ambient adalah debu jatuh (*dustfall*) yang merupakan bentuk pencemaran udara primer apabila berada di atas baku mutu udara ambient, akan memiliki dampak negatif bagi lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah kadar debu jatuh (*dustfall*) pada udara ambient. Penelitian dilakukan menggunakan metode gravimetri dengan acuan SNI 13-4703-1998. Sampel diambil menggunakan *Dustfall Collector* selama kurang lebih satu bulan lalu dianalisis menggunakan metode gravimetri. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kadar *dustfall* yang dihasilkan yaitu 1,3931 g/m²/bulan; 1,6659 g/m²/bulan; 4,2832 g/m²/bulan; dan 10,4586 g/m²/bulan. Sampel dengan kode 01, 02, dan 03 menunjukkan hasil dibawah baku mutu sedangkan kode 04 memiliki kadar debu jatuh yang cukup tinggi yang disebabkan oleh beberapa faktor yaitu titik lokasi pengambilan sampel, kelembaban, suhu, dan kecepatan angin.

Corresponding Author: Desta Amelia

E-mail: desta.amellia10@gmail.com)



PENDAHULUAN

Udara adalah campuran gas yang ditemukan pada lapisan bumi. Udara sangat penting bagi semua makhluk hidup, termasuk manusia. Oksigen (O₂) yang terdapat di dalam udara berguna untuk bernapas, karbon dioksida (CO₂) untuk fotosintesis, dan ozon (O₃) untuk menahan sinar ultraviolet matahari. Gas-gas lain yang terdapat di dalam udara yaitu terdapat gas mulia, nitrogen oksida, hidrogen, methana, belerang dioksida, amonia, dan lainnya. Komposisi udara bersih terdiri dari 78,09% nitrogen, 21,94% oksigen, 0,93% argon, dan 0,032% karbon dioksida. Udara disebut tercemar ketika susunan udara berubah dari keadaan normal dan membahayakan manusia dan hewan (Saidal Siburian & Mar, 2020).

Udara bebas yang dihirup makhluk hidup disebut udara ambient. Udara ambient merupakan udara bebas pada daerah lapisan troposfir yang berada di permukaan bumi yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia serta makhluk hidup (Hasanuddin & Leonard, 2022). Dalam

pengaturan pengendalian pencemaran udara, salah satu dari sembilan parameter udara ambient adalah debu jatuh (*dustfall*) yang merupakan bentuk pencemaran udara primer.

Debu jatuh (*dustfall*) merupakan salah satu partikel kasar di udara dengan memiliki ukuran diameter lebih dari 10 μm dan jatuh akibat dari pengaruh gravitasi maupun yang terbawa air hujan, yang kemudian diukur setelah pengambilan contoh air uji dalam satu bulan. Debu jatuh (*dustfall*) ini sangat penting karena jika berada di atas baku mutu udara ambient, akan memiliki dampak negatif. Sumber utama debu jatuh adalah cerobong asap dan aktivitas manusia lainnya, yang dapat mengurangi jarak pandang dan mengganggu ekosistem. Apabila dihirup secara terus menerus, dapat menyebabkan iritasi dan masalah pernapasan pada manusia (Nurmaningsih, 2018).

Menurut Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara serta Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomor 17 Tahun 2005 tentang Udara Ambient dan Baku Tingkat Kebisingan, ambang batas maksimum kadar debu jatuh (*dustfall*) ditetapkan sebesar 10 $\text{ton}/\text{km}^2/30$ hari atau setara dengan 10 $\text{gram}/\text{m}^2/\text{bulan}$. Penelitian ini tidak hanya menerapkan metode standar gravimetri untuk pengukuran debu jatuh, tetapi juga menekankan pada pemetaan spasial tingkat pencemaran debu di lokasi yang secara geografis dan lingkungan memiliki karakteristik khusus. Keunikan lokasi studi misalnya kedekatannya dengan kawasan industri, kepadatan lalu lintas, atau faktor topografi lokal memberikan nilai tambah dalam menganalisis pengaruh kondisi lingkungan terhadap variasi debu jatuh. Dengan demikian, aspek kebaruan dari penelitian ini terletak pada integrasi antara metode gravimetri dengan pendekatan spasial dan analisis faktor lingkungan lokal yang belum banyak dibahas dalam studi serupa di wilayah ini.

Menurut penelitian Zulmucti (2019), kadar debu jatuh pada pemukiman sekitar PLTU Ombilin Sijantang dengan range ± 150 m didapatkan jumlah debu total yaitu 280,48 $\text{gr}/\text{m}^2/30$ hari di luar pekarangan dan 271,1 $\text{gr}/\text{m}^2/30$ hari di dalam pekarangan rumah, hasil yang didapatkan melebihi baku mutu berdasarkan PP 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara yaitu 10 $\text{Ton}/\text{Km}^2/30$ hari (10 $\text{gr}/\text{m}^2/\text{bulan}$). Berdasarkan uraian tersebut maka perlu dikaji mengenai kadar debu jatuh (*dustfall*) pada udara ambient agar dapat mengetahui baik atau buruknya kualitas udara di area tersebut. Oleh karena itu studi kasus ini dilakukan bertujuan untuk menentukan jumlah kadar *dustfall* pada udara ambient dengan menggunakan metode gravimetri berdasarkan SNI 13-4703-1998 untuk menentukan berat debu jatuh total yang terkumpul selama satu bulan yang dikumpulkan menggunakan alat penangkap debu jatuh (*Dustfall Collector*).

METODE PENELITIAN

Adapun metode analisis dan metode pengambilan sampel debu jatuh (*dustfall*) pada udara ambient mengacu pada SNI 13-4703-1998 tentang penentuan kadar debu di udara dengan penangkap debu jatuh (*dustfall collector*) menggunakan metode gravimetri.

Alat dan Bahan

1. Alat

Adapun alat yang digunakan dalam analisis kadar debu jatuh yaitu *Dustfall collector*, saringan berukuran 20 mesh, corong *buchner*, corong gelas dengan diameter 12,5 cm, gelas ukur 250 mL, *waterbath*, neraca analitik, tang krusibel, cawan porselin, desikator dan oven.

2. Bahan

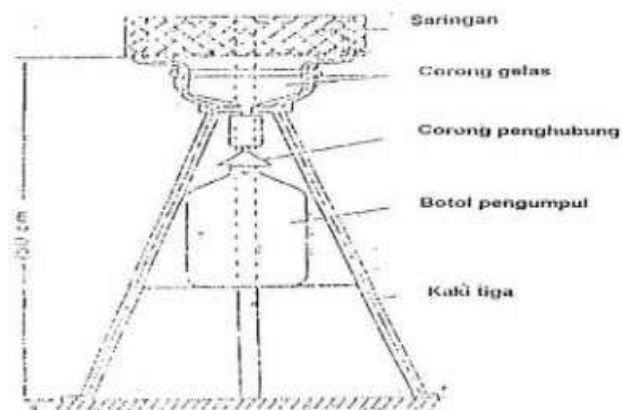
Adapun bahan yang digunakan dalam analisis kadar debu jatuh yaitu, sampel yang berupa campuran larutan CuSO_4 1 ppm, air hujan, dan debu yang telah ditangkap oleh *dustfall collector*, CuSO_4 , dan aquades.

Prosedur Kerja

1. Cara Pengambilan Sampel

Alat *Dustfall Collector* dipasang pada lokasi-lokasi yang mewakili dari suatu daerah yang debunya akan diukur. Kemudian tempatkan 2 buah *dustfall collector* pada suatu lokasi yang diamati untuk sebagai pembanding. Setelah itu isi botol pengumpul debu dengan 500 ml larutan CuSO_4 1 ppm, kemudian ditutup. Selanjutnya letakkan botol pengumpul debu pada lokasi yang telah dipilih dan buka tutupnya lalu biarkan selama kurang lebih 1 bulan, kemudian catat lama waktu pengumpulan dan amati cuaca yang terjadi dalam 1 bulan tersebut. Setelah kurang lebih 1 bulan, botol pengumpul debu ditutup dan dibawa ke laboratorium untuk di analisis. Bersihkan botol pengumpul

debu dengan spatula dan bilas dengan akuades, setelah itu ukuran volume akhir dari filtrat (V) yang diperoleh. Adapun gambar alat penangkap debu *jatuh* (*dustfall collector*) yaitu sebagai berikut:



Gambar 1. Alat Penangkap Debu Jatuh (*Dustfall Collector*)

2. Analisis Sampel

Sampel yang telah ditangkap oleh alat *dustfall collector* dibawa ke laboratorium dan dianalisis sesuai dengan SNI 13- 4703-1998 tentang penentuan kadar debu di udara dengan penangkap debu *jatuh* (*dustfall collector*) menggunakan metode gravimetri. Setelah itu dilakukan analisis dengan cara menyiapkan cawan porselin bersih kemudian ditimbang untuk mengetahui berat awal (W_1), setelah itu sampel sebanyak 250 ml dimasukkan ke dalam cawan porselin sambil disaring menggunakan saringan yang berukuran 20 mesh. Selanjutnya cawan beserta sampel diuapkan di waterbath sampai kering dengan suhu 97°C . Setelah kering, penguapan dilanjutkan di dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam, kemudian cawan dikeluarkan dari oven dan dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit, selanjutnya cawan ditimbang untuk mengetahui berat akhir (W_2). Setelah itu jumlah debu total (D_t) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$D_t = \frac{(w_2 - w_1) \times 30 \times v}{A \times T \times 0,250}$$

Gambar 2. Rumus

Keterangan:

- D_t = Jumlah debu total ($\text{g}/\text{m}^2/\text{bulan}$)
- W_1 = Jumlah berat cawan porselin kosong (g)
- W_2 = Jumlah berat cawan porselin beserta isinya (g) 30 = Jumlah hari/bulan
- V = Volume filtrat yang terkumpul (l)
- A = Luas mulut botol pengumpul debu (m^2) T = Waktu pengumpulan debu jatuh (hari)
- 0,250 = Volume filtrat yang digunakan dalam analisis (l)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengamatan

Adapun hasil analisis penentuan kadar debu jatuh yang telah dihitung menggunakan rumus jumlah debu total yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Analisis Jumlah Debu Jatuh Total

No.	Kode Sampel	Berat Cawan (gr)		Jumlah Debu Total ($\text{gr}/\text{m}^2/\text{bulan}$)	Rata – rata ($\text{gr}/\text{m}^2/\text{bulan}$)
		W_1	W_2		
1.	01 A	134,9795	134,9806	1,3531	1,3931
2.	01 B	104,5494	104,5506	1,4331	

3.	02 A	104,1544	104,1553	1,7197	
4.	02 B	102,0777	102,0786	1,6122	1,6659
5.	03 A	105,1092	105,1125	4,7292	
6.	03 B	106,0828	106,0863	4,8069	4,7680
7.	04 A	136,3459	136,3552	10,5334	
8.	04 B	104,6319	104,6382	10,3829	10,4586

Keterangan sampel:

01 = Perumahan karyawan A

02 = Perumahan karyawan B

03 = Kawasan industri A

04 = Kawasan industri B

Pembahasan

Pada studi kasus ini yaitu melakukan analisis kadar debu jatuh (*dustfall*) pada udara ambient secara gravimetri yang dilakukan berdasarkan SNI 13-4703-1998 (Zahrani, 2024). Prinsip dari analisis kadar *dustfall* yaitu debu yang berada di udara sekitar yang jatuh akibat pengaruh gravitasi maupun yang terikut oleh air hujan dikumpulkan atau ditangkap menggunakan penangkap debu jatuh (*dustfall collector*) selama kurang lebih 1 bulan.

Untuk pengambilan sampel *dustfall* menggunakan alat khusus yaitu *dustfall collector* yang diletakkan 2 alat tersebut pada 1 titik yang diberi kode sampel dan kode A dan B, karena untuk menghindari kesalahan atau sebagai pembandingan. Sampel yang diambil berada di suatu industri X, lokasi pengambilan sampel sebanyak 4 titik yaitu berada di kawasan industri dan perumahan karyawan dari industri tersebut, kemudian sampel diberi kode 01, 02, 03, dan 04. Lama pengumpulan sampel *dustfall* yaitu selama 32 hari.

Untuk penempatan alat sampling debu jatuh (*dustfall collector*) menurut SNI 13-4703-1998 harus memenuhi syarat yaitu bebas gangguan langsung dari cerobong asap, mulut pengumpul debu harus berada pada ketinggian 1,5 – 2,5 meter dari permukaan tanah, jika pengambilan contoh dilakukan di daerah pemukiman, alat tidak boleh diletakkan dengan dinding vertikal atau atap. Pada wadah pengumpul debu diisi dengan larutan CuSO_4 yang berfungsi untuk sebagai larutan anti jamur sehingga dapat mencegah pertumbuhan jamur di dalam wadah penampung debu, serta mencegah terjadinya pertumbuhan lumut pada corong dan wadah penampung debu (MUTHYA, 2021).

Sampel dianalisis menggunakan metode gravimetri, gravimetri merupakan suatu analisis kuantitatif yang berdasarkan pada pengukuran berat konstan atau bobot suatu unsur dan senyawa tertentu. Pada analisis gravimetri melibatkan proses penimbangan dan pengeringan, adapun proses pengeringan pada analisis debu jatuh menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 1 jam, pada proses ini bertujuan untuk menghilangkan kadar air yang terdapat pada sampel karena pada saat suhu oven 105°C sedangkan air memiliki titik didih 100°C maka air yang terdapat di dalam sampel akan menguap sehingga akan diperoleh berat debu jatuh yang akurat (Hayatun, 2021). Setelah proses pengeringan, sampel dimasukkan ke desikator yang bertujuan untuk menyerap uap air dan mendinginkan debu dan cawan porselin dengan kondisi yang kedap udara untuk menjaga kestabilan massa debu jatuh.

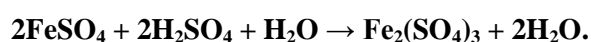
Berdasarkan data hasil pengamatan bahwa besarnya konsentrasi atau kadar *dustfall* yang dihasilkan yaitu $1,3931 \text{ g/m}^2/\text{bulan}$; $1,6659 \text{ g/m}^2/\text{bulan}$; $4,2832 \text{ g/m}^2/\text{bulan}$; dan $10,4586 \text{ g/m}^2/\text{bulan}$. Untuk mencegah terjadinya pencemaran udara di lingkungan kerja maka perlu melakukan upaya pengendalian pencemaran udara dengan penetapan nilai baku mutu, menurut Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara dan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomor 17 Tahun 2005 Tentang Udara Ambient Dan Baku Tingkat Kebisingan, jumlah kadar maksimum pada debu jatuh (*dustfall*) yaitu sebesar $10 \text{ Ton/Km}^2/30 \text{ hari}$ ($10 \text{ gr/m}^2/\text{bulan}$), maka untuk

sampel 01, 02, dan 03 dapat dikategorikan aman dan tidak melebihi nilai baku mutu yang telah ditetapkan.

Sampel dengan kode 03 dan 04 memiliki kadar debu jatuh yang cukup tinggi dibandingkan dengan sampel kode 01 dan 02 hal ini karena sampel 01 dan 02 berada di area perumahan karyawan dan jauh dari sumber pencemar. Sampel dengan kode 04 melebihi nilai baku mutu karena disebabkan oleh beberapa faktor yaitu untuk titik lokasi sampling berada di sumber pencemar atau berada di kawasan industri B, yang dimana terdapat sumber pencemar dari aktivitas industri yaitu asap yang dihasilkan dari mesin-mesin dari industri tersebut dan disebabkan oleh roda kendaraan yang terangkat dari jalan yang tidak diaspal. Sebagian kecil lagi disebabkan oleh komponen kendaraan, seperti rem, knalpot, kecepatan roda, dan asap bahan bakar, sama halnya dengan sampel kode 03 yang berada di kawasan industri A namun di lokasi ini tidak terlalu banyak aktivitas (Pratiwi et al., 2017).

Terdapat faktor lain yang mempengaruhi tingginya kadar debu jatuh yaitu kelembaban, saat kelembaban udara yang rendah maka semakin banyak debu di udara semakin lembab udara semakin banyak debu yang jatuh di lokasi pengambilan sampel menurut Putri et al., (2018) namun apabila tingkat kelembaban udara tinggi maka kadar debu jatuh dapat berkurang karena tingginya kelembaban udara pada keadaan partikel debu basah tersebut memudahkan terbentuknya flok (bersatunya beberapa partikel debu) sehingga membentuk partikel yang berukuran lebih besar dengan demikian gaya beratnya bertambah dan cepat mengendap. Hal ini telah dibuktikan oleh Fujianti et al., (2019) membuktikan bahwa faktor curah hujan berpengaruh terhadap dispersi debu, yang dimana kadar debu yang diperoleh sebesar 20,63 gr/m²/bulan dengan rata-rata hari hujan 9 hari dan 93,94 gr/m²/bulan dengan rata-rata hari hujan 6 hari. Kemudian faktor selanjutnya yaitu kecepatan angin yang berperan sebagai transporter debu dan arah penyebarannya. Faktor yang terakhir yaitu suhu, udara yang dingin akan terperangkap dan tidak dapat keluar dari lokasi tersebut dan cenderung menahan polutan tetap berada di lapisan permukaan bumi sehingga konsentrasi polutan di kawasan tersebut semakin lama semakin menurun, apabila suhu udara yang tinggi maka debu mudah menyebar di udara sehingga kadar debu di udara tersebut meningkat.

Kandungan kimia yang terdapat dalam debu jatuh dipengaruhi oleh sumber pencemaran udara yang berada disekitarnya (Wang et al., 2018). Pada industri X ini melibatkan batubara sebagai bahan bakar mesin untuk produksi sehingga debu yang berada di sekitar lingkungan mengandung senyawa sulfat, hal ini dikarenakan debu batubara mengandung besi sulfur (FeS₂) yang melayang akan meningkatkan keasaman dalam air hujan. Hal ini disebabkan karena FeS₂ dalam udara dan air akan membentuk H₂SO₄ dan besi (Fe) yang larut. Adapun reaksinya yaitu sebagai berikut:



Sulfur yang terkandung di dalam pengotor bahan bakar fosil, yang bereaksi dengan oksigen, menyebabkan hujan asam. Senyawa ini bereaksi dengan air untuk membentuk hujan asam sulfat sehingga debu yang terikut dalam air hujan tersebut mengandung senyawa sulfat. Selain itu juga debu jatuh memiliki kandungan logam berat Pb, Cu, Zn, Cr, Cd, dan Ni yang berasal dari kegiatan pembakaran biomassa dan batubara, transportasi, serta kegiatan industri (Li et al., 2020).

Dampak atau akibat kadar *dustfall* jika melebihi nilai baku mutu yaitu dapat merusak lingkungan terutama manusia, tanaman, dan hewan. Dampak paparan *dustfall* terhadap manusia yaitu dapat membahayakan kesehatan manusia khususnya gangguan pada sistem pernafasan, salah satunya yaitu dapat memicu terjadinya penyakit ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Akut). Menurut penelitian terdapat hubungan antara konsentrasi debu dengan penderita gejala infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) pada pekerja yaitu kadar debu melampaui nilai baku mutu yaitu sebanyak 36 pekerja (81,8%) yang mengalami gejala ISPA (Achmadi, 2020).

Adapun pengaruh bahaya yang lain akibat paparan *dustfall* terhadap manusia yaitu dapat menimbulkan penyakit pneumokinosi, yaitu penyakit pada saluran pernafasan yang disebabkan oleh partikel (debu) yang masuk dan mengendap di dalam paru-paru. Salah satu jenis dari penyakit pneumokinosi adalah antrakosis, yang merupakan penyakit saluran pernapasan yang disebabkan oleh

debu batubara, yang biasanya berasal dari pengangkutan batubara ke dalam industri sebagai bahan bakar mesin yang digunakan dalam industri tersebut (Yaqin et al., 2020).

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan penyebab kadar *dustfall* yang melebihi nilai baku mutu disebabkan oleh salah satu faktor kelembaban dan suhu yang tinggi, adapun salah satu pencegahan agar kadar debu dapat berkurang yaitu melakukan vegetasi karena semakin rapatnya jarak antara vegetasi maka dapat menyebabkan kelembaban makin tinggi dan suhu akan menjadi rendah. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis rutin agar dapat mengontrol kadar debu dan dapat melakukan pencegahan untuk mengurangi kadar debu tersebut (Salami, 2022).

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa sampel dengan kode 01, 02, 03 dan 04 menghasilkan kadar debu jatuh (*dustfall*) yaitu sebesar 1,3931 g/m²/bulan; 1,6659 g/m²/bulan; 4,2832 g/m²/bulan; dan 10,4586 g/m²/bulan. Untuk sampel kode 01, 02, dan 03 dikategorikan aman karena tidak melebihi nilai baku mutu setelah dibandingkan dengan nilai baku mutu maksimum oleh Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 dan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomor 17 Tahun 2005 yaitu sebesar 10 ton/km²/bulan atau sama dengan 10 gr/m²/bulan. Sedangkan sampel dengan kode 04 melebihi nilai baku mutu yang disebabkan oleh faktor titik lokasi pengambilan sampel, kelembaban, suhu, dan kecepatan angin.

BIBLIOGRAFI

- Achmadi, U. F. (2020). Hubungan Konsentrasi Kadar Debu PM10 dengan Kejadian Gejala ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut) pada Pekerja Proyek Konstruksi X di Depok Tahun 2018. *Jurnal Nasional Kesehatan Lingkungan Global*, 1(3), 6.
- Fujianti, T., Junaidi, J., & As, Z. A. (2019). Kemampuan Tanaman Kelapa Sawit Dalam Mereduksi Dust Fall Dari Perlintasan Transportasi Angkutan Batubara. *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN: Jurnal Dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, 16(1), 721–726.
- Hasanuddin, H., & Leonard, F. (2022). Profil Kualitas Udara Ambien Pada Pembangunan Embung Kabupaten Kepulauan Selayar. *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi*, 16(3), 401–407.
- Hayatun, S. (2021). *FORMULASI DAN UJI STABILITAS FISIK SEDIAAN SALEP DARI FRAKSI DAUN KEMANGI (Ocimum Sanctum. L)*. SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN BORNEO CENDEKIA MEDIKA PANGKALAN BUN.
- Li, Y., Zhao, B., Duan, K., Cai, J., Niu, W., & Dong, X. (2020). Assessments of water-soluble inorganic ions and heavy metals in atmospheric dustfall and topsoil in Lanzhou, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2970.
- MUTHYA, N. (2021). *Identifikasi Tumbuhan Paku Sejati Epifit di Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman Youth Camp kabupaten Pesawaran Lampung*. UIN Raden Intan Lampung.
- Nurmaningsih, D. R. (2018). Analisis kualitas udara ambien akibat lalu lintas kendaraan bermotor Di Kawasan Coyudan, Surakarta. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(2), 46–53.
- Pratiwi, T., Junaidi, Z. A. A., & As, Z. A. (2017). Pengaruh Jarak Sumber Pencemar terhadap Kadar Sulfat (SO₄) pada Debu Terendap di Sepanjang Jalan Angkut Batubara. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Vol*, 14(2).
- Putri, V. S., Junaidi, J., & Raharja, M. (2018). Kemampuan Tanaman Karet Dalam Menurunkan Kadar Dust Fall Di Sekitar Jalan Angkutan Batubara. *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN: Jurnal Dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, 15(1), 573–578.
- Saidal Siburian, M. M., & Mar, M. (2020). *Pencemaran Udara dan Emisi Gas Rumah Kaca*. Kreasi Cendekia Pustaka.
- Salami, I. R. S. (2022). *Kesehatan dan keselamatan Lingkungan Kerja: Edisi Revisi*. Ugm Press.

- Wang, J., Zhang, X., Yang, Q., Zhang, K., Zheng, Y., & Zhou, G. (2018). Pollution characteristics of atmospheric dustfall and heavy metals in a typical inland heavy industry city in China. *Journal of Environmental Sciences*, 71, 283–291.
- Yaqin, R. I., Zamri, Z. Z., Siahaan, J. P., Priharanto, Y. E., Alirejo, M. S., & Umar, M. L. (2020). Pendekatan FMEA dalam Analisa Risiko Perawatan Sistem Bahan Bakar Mesin Induk: Studi Kasus di KM. Sidomulyo. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 9(3), 189–200.
- Zahrani, D. N. D. (2024). *TEKNIK PENGENDALIAN DEBU PADA AREA COAL PROCESSING PLANT (CPP) PT KALTIM PRIMA COAL (KPC) KECAMATAN SANGATTA UTARA, KABUPATEN KUTAI TIMUR, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR*. UPN Veteran Yogyakarta.
- Zulmucti, A. (2019). *Studi Kasus Tentang Kadar Debu Jatuh Di Pemukiman Sekitar PLTU Ombilin Sijantang Kota Sawahlunto Tahun 2019*.