

PROFIL KUALITAS UDARA AMBIEN PADA PEMBANGUNAN EMBUNG KABUPATEN KEPULAUAN SELAYAR

Hasanuddin^{1*}, Franita Leonard¹

Program Studi D3 Teknologi Lingkungan
Politeknik Indonesia

Jl. Perintis Kemerdekaan 1 KM.8, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia. 90245.

*Email: hasanasis645@gmail.com

Abstrak: Udara memiliki fungsi yang sangat penting untuk kehidupan di bumi ini karena dapat memengaruhi kondisi suatu makhluk hidup. Penelitian ini dimaksudkan sebagai data awal untuk menghindari pencemaran udara yang ditimbulkan akibat kegiatan pembangunan embung. Penelitian ini menggunakan penelitian deskriptif eksploratif yang dilakukan dengan mengamati lokasi dan melakukan analisa terhadap kualitas udara ambien yang mengacu pada SNI untuk tiap parameter uji. Hasil pengujian parameter sulfur dioksida diperoleh hasil sebesar 21,38 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, karbon monoksida sebesar 190 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, nitrogen dioksida 15,76 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, partikel 21,5 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, temperatur 32,3 °C, kelembaban 63,8 %, dan kebisingan 47,5 dB(A). Hasil tersebut menunjukkan bahwa udara ambien aman untuk lingkungan, karena hasilnya berada di bawah ambang batas yang ditetapkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 tahun 2021. Berdasarkan data tersebut maka kualitas udara memenuhi kriteria untuk kegiatan perencanaan bangunan embung.

Kata Kunci: kualitas udara; perencanaan bangunan embung; udara ambien

Abstract: Air has a very important function for life on this earth because it can affect the condition of a living being. This research is intended as initial data to avoid air pollution caused by the construction of the reservoir. This study uses an exploratory descriptive study conducted by observing the location and analyzing the ambient air quality referring to the SNI for each test parameter. Sulfur dioxide parameter test results obtained results of 21.38 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, carbon monoxide 190 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, nitrogen dioxide 15.76 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, particles 21.5 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, temperature 32.3 °C, humidity 63.8 %, and noise 47.5 dB(A). These results indicate that ambient air is safe for the environment, because the results are below the threshold set by Government Regulation of the Republic of Indonesia No. 22 of 2021. Based on these data, the air quality aspect meets the criteria for reservoir planning activities.

Keywords: air quality; ambient air; reservoir building planning

PENDAHULUAN

Udara merupakan campuran beberapa komponen yang terdiri dari partikel padat, partikel cair, gas, energi, dan zat organik yang terdistribusi secara bebas. Komposisi udara memiliki sifat yang sangat dinamis, komposisi udara di kawasan dataran tinggi berbeda dengan kawasan dataran rendah, kawasan yang

mempunyai banyak vegetasi berbeda dengan kawasan industri, kawasan pedesaan berbeda dengan kawasan perkotaan (Cahyono, 2017). Menurut Peraturan Gubernur DIY Nomor 65 Tahun 2014 tentang program Langit Biru tahun 2014-2018, definisi udara ambien adalah udara bebas di permukaan bumi pada lapisan troposfir yang berada di dalam wilayah yuridiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan memengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup. Menurut Mandra (2015), udara yang masih bersih terdiri dari campuran berbagai gas dengan konsentrasi yang berbeda-beda. Gas-gas tersebut diantaranya adalah nitrogen dalam bentuk N_2 sebanyak 78 %, oksigen dalam bentuk O_2 sebanyak 21 % sementara argon (Ar) hanya 1 % dari total gas. Gas-gas karbon dioksida (CO_2), helium (He), neon (Ne), xenon (Xe) dan kripton (Kr) masing-masing hanya terdapat sebanyak 0,01 % dari total gas. Selain itu ada beberapa jenis gas dalam jumlah yang sedikit seperti metana (CH_4), karbon monoksida (CO), amoniak (NH_3), dinitrogen monoksida (N_2O), dan hidrogen sulfida (H_2S). Jika perubahan komposisi udara alami melebihi konsentrasi tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya, maka udara tersebut dikatakan telah tercemar. Dalam upaya menjaga mutu udara ambien agar dapat memberikan daya dukung bagi makhluk hidup untuk hidup secara optimal, maka dilakukan pencegahan dan/atau penanggulangan pencemaran udara serta pemulihan mutu udara (Moestikaha, 1999).

Udara sudah tercemar apabila terjadi penambahan gas-gas lain yang menimbulkan gangguan serta perubahan komposisi tersebut (Moestikaha, 1999). Menurut Peraturan Pemerintah RI Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya, sedangkan pengendalian pencemaran udara adalah upaya pencegahan dan/atau penanggulangan pencemaran udara serta pemulihan mutu udara. Adanya kegiatan makhluk hidup menyebabkan komposisi udara alami berubah. Jika perubahan komposisi udara alami melebihi konsentrasi tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya, maka udara tersebut dikatakan telah tercemar.

Dalam upaya menjaga mutu udara ambien agar dapat memberikan daya dukung bagi makhluk hidup untuk hidup secara optimal, maka dilakukan pencegahan dan/ atau penanggulangan pencemaran udara serta pemulihan mutu udara (Hemida, 2021). Menurut UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pencemaran udara dicegah dengan beberapa upaya. Upaya sistematis dan terpadu dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup serta mencegah terjadinya pencemaran dan atau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan dan penegakan hukum (Benedí et al., 2009). Pengukuran kualitas udara ambien bertujuan untuk mengetahui konsentrasi zat pencemar yang ada di udara. Data hasil pengukuran tersebut sangat diperlukan untuk berbagai kepentingan, diantaranya untuk mengetahui tingkat pencemaran udara di suatu daerah atau untuk menilai keberhasilan program pengendalian pencemaran udara yang sedang dijalankan. Berdasarkan uraian latar belakang maka penelitian ini bertujuan untuk menghindari pencemaran udara yang ditimbulkan akibat pembangunan embung. Dengan adanya penelitian ini akan membantu para pemangku kebijakan sebagai informasi kualitas udara ambien serta rekomendasi upaya pengelolaan terhadap kualitas udara ambien yang ada di Kabupaten Kepulauan Selayar.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian adalah lokasi kegiatan pembangunan embung Kabupaten Kepulauan Selayar di Dusun Tanabau Desa Bontotangnga Kecamatan Bontoharu Kabupaten Kepulauan Selayar. Titik koordinat lokasi yaitu $6^{\circ}10'39,54''\text{LS} - 120^{\circ}27'29,67''\text{BT}$; $6^{\circ}10'53,93''\text{LS} - 120^{\circ}27'14,51''\text{BT}$.

Penelitian ini menggunakan penelitian deskriptif eksploratif yang dilakukan dengan mengamati lokasi dan melakukan pengukuran. Survei lokasi dan pengukuran adalah tahapan awal yang sangat penting dalam merencanakan suatu kegiatan perencanaan proyek dimana dalam survei lokasi kita dapat mengidentifikasi keadaan lingkungan di sekitar lokasi pekerjaan sehingga perencana dapat semaksimal mungkin dapat merencanakan bangunan yang akan didirikan di lokasi tersebut. Data diambil dengan cara observasi langsung menggunakan lembar observasi, catatan pengamatan, pengujian laboratorium berdasarkan SNI untuk tiap parameter uji dan alat *sound level meter* untuk uji temperatur, kelembaban dan kebisingan, serta alat dokumentasi. Data dianalisis secara deskriptif yaitu dengan mendeskripsikan hasil analisis laboratorium yang diamati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas udara ambien di sekitar lokasi tidak menunjukkan nilai yang melewati nilai baku mutu Peraturan Pemerintah RI No. 22 tahun 2021. Hasil analisis kualitas udara pada lokasi rencana pembangunan embung Kabupaten Kepulauan Selayar ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kondisi kualitas udara di sekitar lokasi penelitian

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisis	Metode Uji
1	Sulfur dioksida (SO ₂)	µg/Nm ³	900	21,38	SNI 19-7119.7-2017
2	Carbon Monoksida (CO)	µg/Nm ³	30000	190	SNI 19-7119.10-2011
3	Nitrogen dioksida (NO ₂)	µg/Nm ³	400	15,76	SNI 19-7119.2-2017
4	Partikel (TSP)	µg/Nm ³	-	21,5	SNI 19-7119.3-2017
5	Temperatur	°C	-	32,3	Sound Level Meter
6	Kelembaban	%	-	63,8	Sound Level Meter
7	Kebisingan	dB (A)	55-70	47,5	Sound Level Meter

Berdasarkan data pada Tabel 1 maka dapat dilihat dari masing-masing parameter yaitu sebagai berikut:

1. Sulfur dioksida (SO₂)

Sulfur dioksida merupakan ikatan yang tidak stabil dan sangat reaktif terhadap gas yang lain. Ciri lainnya adalah tidak berwarna, bau yang tajam, sangat mengiritasi, tidak terbakar dan tidak meledak. SO₂ merupakan polutan yang berbahaya bagi kesehatan terutama bagi penderita penyakit kronis sistem pernafasan dan kardiovaskuler. Penderita sangat sensitif bila kontak dengan SO₂ meskipun dalam konsentrasi yang kecil (Sunu, 2001).

Sulfur dioksida (SO₂) merupakan senyawa hasil pembakaran dari sulfur (belerang). Senyawa yang mudah larut dalam air dan dalam pelarut organik, senyawa tersebut bersifat *non flamble* (tak mudah terbakar) akan tetapi dengan air cepat bereaksi membentuk asam sulfat (H₂SO₄) dan asam sulfat (H₂SO₃). Apabila konsentrasinya cukup tinggi di udara atmosfer dapat menyebabkan hujan asam pada daerah sekitar polutan. Selanjutnya hujan asam dapat mengakibatkan pemusnahan tumbuhan dan menimbulkan pencemaran tanah dan air. Hasil pemeriksaan sulfur dioksida menunjukkan nilai pada titik sampel sebesar

21,38 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Berdasarkan hasil pemeriksaan yang telah dilakukan menurut SNI 19-7.119.7-2017 nilai sulfur dioksida (SO_2) tidak melebihi baku mutu yang ditetapkan pada Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021.

2. Karbon monoksida

Konsentrasi karbon monoksida dalam jumlah banyak di udara ambien dapat membahayakan kesehatan manusia. Karbon monoksida yang terhirup ke dalam sistem pernapasan manusia akan mengikat hemoglobin sehingga membentuk karboksihemoglobin, jika paparan dalam jumlah banyak dan kurun waktu yang lama akan menyebabkan manusia kesulitan bernapas (Lawin et al., 2017). Karbon monoksida, walaupun dianggap sebagai polutan, telah lama ada di atmosfer sebagai hasil produk dari aktivitas gunung berapi. Kandungan CO dalam gas gunung berapi bervariasi dari <0.01% sampai 2%, bergantung pada gunung api tersebut. CO antropogenik dari emisi *automobile* dan industri memberikan kontribusi pada efek rumah kaca dan pemanasan global. Perubahan CO menjadi senyawa lain di atmosfer diperkirakan berhubungan dengan terjadinya perubahan iklim, karena CO diketahui berperan penting dalam pengendalian jumlah radikal OH di atmosfer.

Oksidasi karbon monoksida secara tidak langsung juga dapat berpengaruh terhadap energi radiasi berkaitan dengan terbentuknya karbon dioksida dan ozon troposfer. Berkaitan dengan reaksi fotokimia yang lambat, CO diketahui mempunyai peranan penting dalam siklus pembentukan O_3 terutama dalam skala yang luas di atmosfer bebas, sedangkan VOCs mempunyai peranan penting dalam pembentukan O_3 pada skala lokal. CO juga merupakan konstituen dari asap rokok. Hasil pengukuran karbon monoksida menunjukkan nilai pada lokasi studi sebesar 190 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Berdasarkan hasil pemeriksaan yang telah dilakukan menurut SNI 19-7.119.10-2017 nilai karbon monoksida (CO) tidak melebihi baku mutu Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021.

3. Nitrogen dioksida (NO_2)

Nitrogen dioksida (NO_2) merupakan suatu senyawa yang dihasilkan dari proses pembakaran hasil oksidasi dari bahan-bahan organik. Nitrogen dioksida (NO_2) menyebabkan udara atmosfer menjadi berwarna seperti sinar matahari di sore hari. Senyawa tersebut larut dalam alkalis, karbon disulfida dan kloroform serta iritan pada paru, pada pemaparan konsentrasi tinggi. Nitrogen dioksida (NO_2) juga merupakan salah satu prekursor pembentuk polutan sekunder berupa ozon. Secara alami, NO_2 mengalami siklus fotolitik dengan bantuan matahari membentuk O_3 dan sebaliknya. Siklus fotolitik tersebut dapat mengalami gangguan akibat adanya senyawa hidrokarbon yang bereaksi dengan NO sehingga kadar O_3 meningkat pada lapisan troposfer. Berbeda dengan ozon yang berada di lapisan stratosfer (antara 15 dan 30 km di atas permukaan bumi) yang dikenal sebagai lapisan ozon yang berperan untuk menyerap sinar ultraviolet dari matahari, ozon di lapisan troposfer merupakan gas pencemar beracun yang berdampak buruk bagi makhluk hidup (Dwirahmawati et al., 2018). Hasil pengukuran gas nitrogen dioksida (NO_2) menunjukkan nilai pada titik lokasi studi sebesar 15,76 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Berdasarkan hasil pemeriksaan yang telah dilakukan menurut SNI 19-7.119.2-2017 nilai nitrogen dioksida (NO_2) tidak melebihi baku mutu Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021.

4. Partikel-debu (TSP)

Jenis debu terkait dengan daya larut dan sifat kimianya. Adanya perbedaan daya larut dan sifat kimiawi ini, maka kemampuan mengendapnya di paru juga akan berbeda pula. Demikian juga tingkat kerusakan yang ditimbulkannya juga akan berbeda pula. Mengelompokkan partikel debu menjadi dua yaitu debu organik dan anorganik (Ramdan

2013). Partikel atau disebut juga debu dihasilkan oleh kegiatan mekanis atau alami, berupa pengangkutan material dan peralatan. Ukuran partikel sangat bervariasi mulai dari 0,1 mikrometer sampai dengan 25 mikrometer. Ukuran partikel 5–10 mikrometer ditahan oleh sistem pernafasan bagian atas, ukuran partikel 3–5 mikrometer ditahan oleh sistem pernafasan bagian tengah, ukuran 1–3 mikrometer ditempatkan langsung pada bagian permukaan alveoli paru, dan ukuran partikel di bawah 0,1 mikrometer menimbulkan gerak brown. Hasil pengukuran partikel debu menunjukkan nilai pada lokasi studi sebesar $21,5\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Berdasarkan hasil pemeriksaan yang telah dilakukan menurut SNI 19-7.119.3-2017 nilai partikel debu (TSP) tidak melebihi baku mutu Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021.

5. Temperatur

Suhu atau temperatur adalah derajat panas dari aktivitas molekul dalam atmosfer. Suhu dikatakan sebagai derajat panas atau dingin yang diukur berdasarkan skala tertentu dengan menggunakan termometer (Kartasapoetra, 1986). Panas merupakan bentuk energi, sedangkan suhu merupakan besaran energi panas yang terkandung dalam suatu media dan dinyatakan dengan satuan derajat. Energi yang memanasi atmosfer berasal dari radiasi bumi, bukan dari radiasi matahari (Iqlima, 2010). Teori kelembaban udara oleh Lippsmeier (1994) mengatakan semakin tinggi udara, maka semakin tinggi kemampuan udara untuk menyerap air, berarti semakin tinggi kelembaban udaranya. Suhu merupakan keadaan panas atau dingin suatu temperatur yang dapat dilihat berdasarkan skala yang telah ditentukan. Derajat Celcius ($^{\circ}\text{C}$) merupakan salah satu satuan yang diterapkan untuk mengukur suhu, di beberapa negara lainnya termasuk Inggris menggunakan satuan derajat Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$). Konversi suhu Fahrenheit menjadi derajat Celcius: $F = 32 + (9 / 5) \times C$ (Tjasjono et al, 2004). Berdasarkan hasil pengukuran kualitas udara, nilai temperatur pada wilayah studi sebesar $32,3^{\circ}\text{C}$. Berdasarkan hasil pemeriksaan yang telah dilakukan menggunakan alat *sound level meter*, nilai temperatur tidak melebihi baku mutu Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021.

6. Kelembaban

Kelembaban udara adalah tingkat kebasahan udara karena dalam udara air selalu terkandung dalam uap air (Zhung & Oort 1995). Kelembaban udara mempunyai beberapa istilah, yaitu kelembaban mutlak, kelembaban spesifik dan kelembaban nisbi atau kelembaban relatif (Lakitan, 2002). Tinggi rendahnya kelembaban udara di suatu tempat sangat bergantung pada beberapa faktor yaitu suhu, tekanan udara, pergerakan angin, kuantitas dan kualitas penyinaran dan vegetasi.

Kelembaban adalah tingkat kebasahan dan suhu udara karena dalam udara, air selalu terkandung dalam bentuk uap air. Kandungan uap air dalam udara hangat, lebih banyak daripada kandungan uap air dalam udara dingin. Kalau udara banyak mengandung uap air didinginkan maka suhunya turun dan udara tidak dapat menahan lagi uap air sebanyak itu. Berdasarkan hasil analisis terhadap kelembaban udara di lokasi kegiatan, maka nilai kelembaban sebesar 63,8 %. Berdasarkan hasil pemeriksaan yang telah dilakukan menggunakan alat *sound level meter*, nilai kelembaban tidak melebihi baku mutu.

7. Kebisingan

Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor PER.13/MEN/X/2011 Tahun 2011 tentang nilai ambang batas faktor fisika dan faktor kimia di tempat kerja menyebutkan kebisingan adalah semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan/ atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran. Kebisingan adalah

suara yang tidak dikehendaki (*unwanted sound*) dan dapat secara kontinyu maupun *impulsive*. Pada pemaparan kebisingan secara terus menerus pada intensitas tinggi dapat menyebabkan ketulian baik tuli sementara (*temporary threshold shift*) maupun ketulian menetap (*permanently threshold shift*). Hasil pengukuran kebisingan menunjukkan nilai pada lokasi studi terdeteksi antara 47,5 dBA dengan menggunakan alat *sound level meter* tidak melampaui standar baku mutu yang ditetapkan Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021.

KESIMPULAN

Analisis kualitas udara pada parameter sulfur dioksida diperoleh hasil sebesar 21,38 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, karbon monoksida sebesar 190 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, nitrogen dioksida 15,76 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, partikel 21,5 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, temperatur 32,3 $^{\circ}\text{C}$, kelembaban 63,8 %, dan kebisingan 47,5 dB(A). Hasil tersebut menunjukkan bahwa udara ambien aman untuk lingkungan, karena hasilnya berada di bawah ambang batas yang ditetapkan berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 sehingga data kualitas udara memenuhi kriteria kegiatan pembangunan embung Kabupaten Kepulauan Selayar.

DAFTAR PUSTAKA

- Kartasapoetra, A. G. (1986). *Klimatologi Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman*. Jakarta: Bina Aksara.
- Benedí C. Güemes J., dan Sumarno, G. (2009). Karakteristik Pati Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) Varietas Mentega Untuk Pembuatan Edible Film Dengan Penambahan Sodium Tripolyphosphate (STPP). *Society*, 3, 1–8.
- Cahyono, T. (2017). *Penyehatan Udara*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Dwirahmawati, F., Nasrullah, N., & Sulistyantara, B. (2018). Analisis Perubahan Konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO_2) Pada Area Bervegetasi dan Tidak Bervegetasi di Jalan Simpang Susun. *Jurnal Lanskap Indonesia*, 10(1), 13-18. <https://doi.org/10.29244/jli.v10i1.18356>.
- Gubernur DIY. (2018). *Peraturan Gubernur DIY Nomor 65 Tahun 2014 tentang Program Langit Biru tahun 2014-2018*.
- Hemida, W. I. (2021). Gambaran Kualitas Udara di Kota Yogyakarta Berdasarkan Pemantauan *Air Quality Monitoring System* Tahun 2019-2020. [Thesis]. Yogyakarta: Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
- Iqlima, I. T. (2010). Variasi Suhu dan Kelembaban Udara di Taman Suropati dan Sekitarnya. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Departemen Geografi. [Skripsi]. Depok: Universitas Indonesia.
- Lakitan, B. (2002). *Dasar-Dasar Klimatologi*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Lawin, H., Fanou, L. A., Hinson, V., Wanjiku, J., Ukwaja, N. K., Gordon, S. B., Fayomi, B., Balmes, J. R., Hounbegnou, P., Avokpaho, E., & Sanni, A. (2017). Exhaled Carbon Monoxide: A Non-Invasive Biomarker of Short-Term Exposure to Outdoor Air Pollution. *BMC Public Health*, 17, 1-5. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4243-6>.
- Lippsmeier, G. (1994). *Bangunan Tropis*. Jakarta: Erlangga.
- Mandra, M. A. S. (2015). Analisis Alternatif Pengendalian PENCEARAN Emisi Kendaraan Bermotor di Kabupaten Makassar. *Seminar Nasional 2015 Lembaga Penelitian UNM Optimalisasi Hasil-Hasil Penelitian Dalam Menunjang Pembangunan Berkelanjutan*, 68-74.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 Tentang Baku Tingkat Kebisingan*.
- Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi. *Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor PER.13/MEN/X/2011 Tahun 2011 tentang nilai ambang batas faktor fisika dan faktor kimia di tempat kerja*
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 tentang Pengendalian Pencemaran Udara*. Jakarta: Sekretaris Kabinet Republik Indonesia.
- Presiden Republik Indonesia. (2009). *UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*.
- Ramdan, I. M. (2013). *Higene Industri*. Sleman: Bimotry Bulaksumur Visual.
- Soedomo, M. (1999). *Pencemaran Udara*. Bandung: Penerbit ITB Bandung.

- Sunu, P. (2001). *Melindungi Lingkungan Dengan Menerapkan ISO 14001*. Jakarta: Gramedia Wardhana.
- Tjasjono, B. (2004). *Klimatologi*. Bandung: Penerbit ITB.
- Wardhana, W. A. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: C.V. Andi Offset.
- Zhung, D-Z., & Oort, A. H. (1995). Humidity Temperature Relationships in The Tropical Troposphere. *Journal of Climate*, 8(8), 1974-1987. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(1995\)008](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1995)008).