

Nomor Urut : 061 A /UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2025
062 A /UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2025
063 A /UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2025

Laporan Tugas Akhir

**PERENCANAAN PENGENDALIAN EMISI BAU PADA
INDUSTRI PENGOLAHAN KARET**



Disusun Oleh:

Bagus Luthfi Alfarizzi	21080122130091
Khurina Naila Amini Zulaikha	21080122140094
Silvia Rizki Nurfaizah	21080122140099

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

2026

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : Bagus Luthfi Alfarizzi
NIM : 21080122130091
Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Perencanaan Pengendalian Emisi Bau pada Industri Pengolahan Karet

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

Pembimbing I:

Dr. Eng. Bimastyaji Surya Ramadan, S.T., M.T., IPM
199203242019031016


.....

Pembimbing II:

Dr. Ir. Nurandani Hardyanti, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
197301302000032001


.....

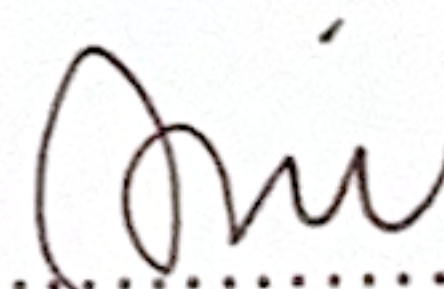
Ketua Penguji:

Dr. Ling., Ir. Sri Sumiyati, S.T., M.Si., IPU., ASEAN Eng.
197103301998022001


.....

Anggota Penguji:

Prof. Ir. Mochamad Arief Budihardjo, S.T., M.Eng.Sc, Env.Eng,
Ph.D., IPU., ASEAN Eng.
197409302001121002


.....

Semarang, 27 Januari 2026

Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Undip

Ketua

Prof. Dr. Ir. Badrus Zaman, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.

NIP. 197208302000031001



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Silvia Rizki Nurfaizah

NIM : 21080122140099

Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip

Judul Skripsi : Perencanaan Pengendalian Emisi Bau pada Industri Pengolahan Karet

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

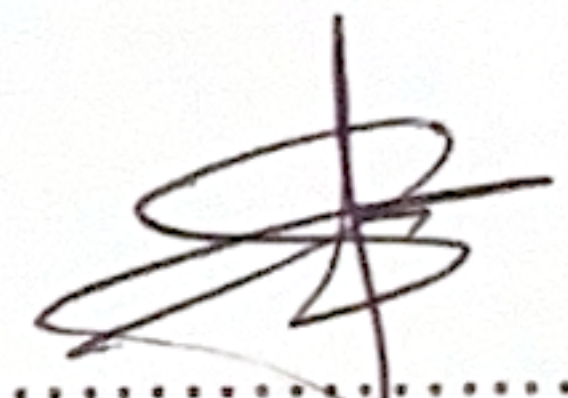
Pembimbing I:

Dr. Ir. Nurandani Hardyanti, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
197301302000032001


.....

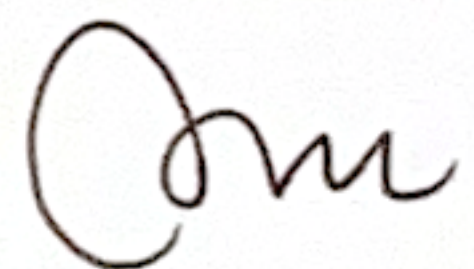
Pembimbing II:

Dr. Eng. Bimastyaji Surya Ramadan, S.T., M.T., IPM
199203242019031016


.....

Ketua Penguji:

Prof. Ir. Mochamad Arief Budihardjo, S.T., M.Eng.Sc, Env.Eng,
Ph.D., IPU., ASEAN Eng.
197409302001121002


.....

Anggota Penguji:

Dr. Ling., Ir. Sri Sumiyati, S.T., M.Si., IPU., ASEAN Eng.
197103301998022001


.....

Semarang, 27 Januari 2026

Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Undip

Ketua

Prof. Dr. Ir. Badrus Zaman, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.

NIP. 197208302000031001



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : Khurina Naila Amini Zulaikha
NIM : 21080122140094
Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Perencanaan Pengendalian Emisi Bau Pada Industri Pengolahan Karet

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

Pembimbing I:

Dr. Ir. Nurandani Hardyanti, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
197301302000032001


.....

Pembimbing II:

Dr. Eng. Bimastyaji Surya Ramadan, S.T., M.T., IPM
199203242019031016


.....

Ketua Penguji:

Dr. Ling., Ir. Sri Sumiyati, S.T., M.Si., IPU., ASEAN Eng.
197103301998022001


.....

Anggota Penguji:

Prof. Ir. Mochamad Arief Budihardjo, S.T., M.Eng.Sc, Env.Eng,
Ph.D., IPU., ASEAN Eng.
197409302001121002


.....

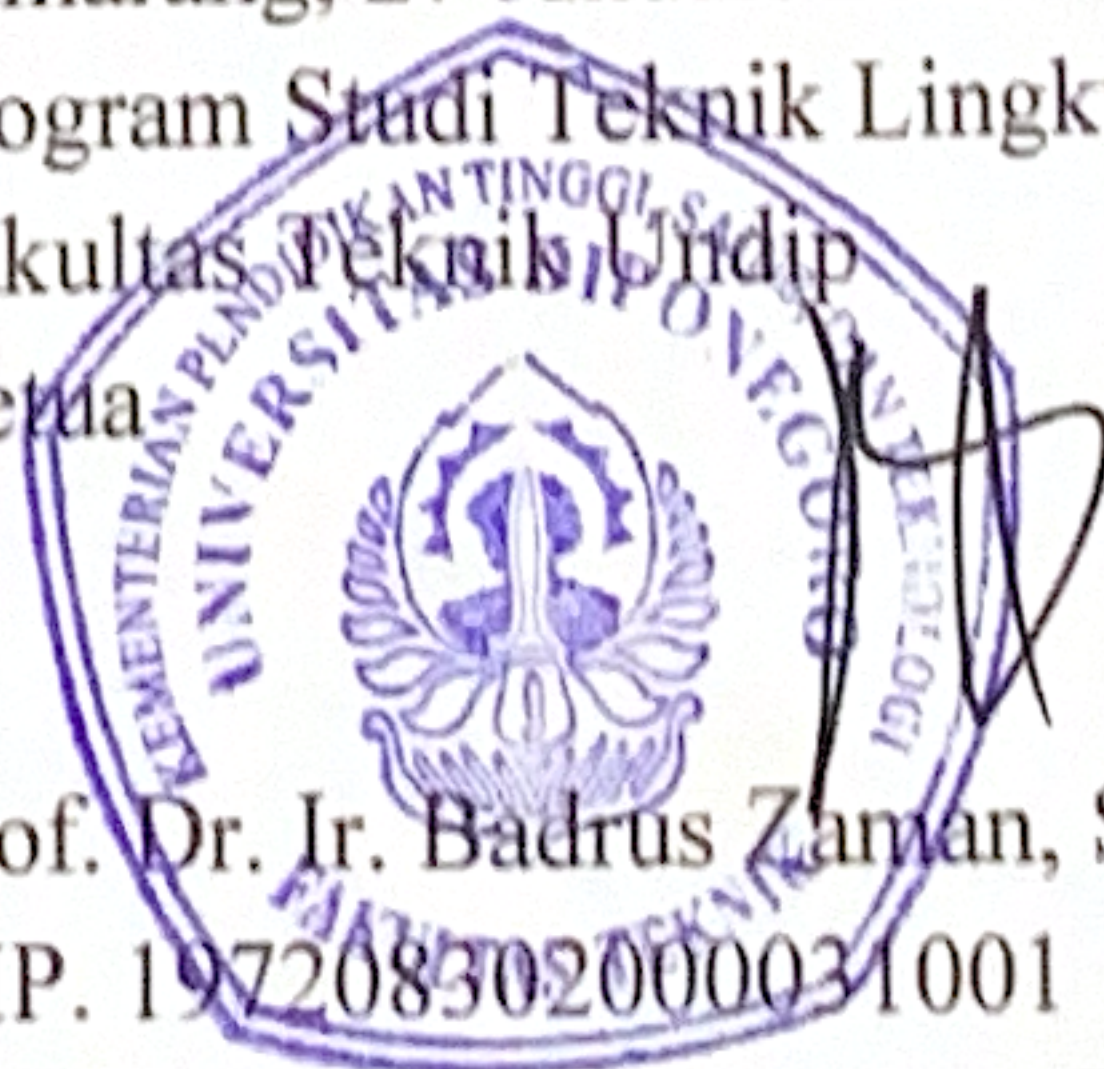
Semarang, 27 Januari 2026

Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Undip

Ketua

Prof. Dr. Ir. Badrus Zaman, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
NIP. 197208302000031001



ABSTRAK

Proses pengolahan karet pada industri berpotensi menghasilkan pencemaran udara berupa emisi amonia (NH_3), hidrogen sulfida (H_2S), dan *total volatile organic compounds* (*TVOC*) yang berasal dari emisi cerobong pada unit oven serta emisi fugitif yang menyebar di area proses. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pengendalian pencemaran udara pada emisi cerobong menggunakan *wet scrubber* tipe *packed tower* yang dikombinasikan dengan unit *adsorpsi*, serta merumuskan strategi pengendalian emisi fugitif melalui penerapan *buffer zone*. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data aktivitas produksi, perhitungan faktor dan beban emisi, perancangan dimensi alat pengendali, analisis *pressure drop* pada setiap unit pengolahan dan sistem *ducting*, serta penyusunan neraca massa (*mass balance*) pada masing-masing kompartemen. *Wet scrubber* digunakan sebagai unit utama untuk menurunkan konsentrasi gas yang bersifat mudah larut dalam air, yaitu NH_3 dan H_2S , sedangkan unit *adsorpsi* berfungsi sebagai pengolahan lanjutan untuk mereduksi sisa emisi *TVOC*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa konsentrasi akhir emisi NH_3 sebesar 0,2876 ppm, H_2S sebesar 0,0055 ppm, dan *TVOC* sebesar 2,048 mg/m^3 , dimana seluruh parameter telah berada di bawah baku mutu emisi yang berlaku. Dengan demikian, sistem pengendalian pencemaran udara yang dirancang dinilai efektif dalam mengendalikan emisi cerobong dan didukung oleh penerapan *buffer zone* sebagai upaya mitigasi emisi fugitif di lingkungan industri.

Kata kunci: *wet scrubber*, *adsorpsi*, emisi udara, industri pengolahan karet, *buffer zone*

ABSTRACT

The rubber processing industry has the potential to generate air pollutant emissions in the form of ammonia (NH_3), hydrogen sulfide (H_2S), and total volatile organic compounds (TVOC), originating from both stack emissions generated by oven units and fugitive emissions released within the processing area. This study aims to design an air pollution control system for stack emissions using a packed tower wet scrubber combined with an adsorption unit, as well as to propose a mitigation strategy for fugitive emissions through the implementation of a buffer zone. The research methodology includes the collection of production activity data, calculation of emission factors and emission loads, design of air pollution control equipment dimensions, analysis of pressure drop across each control unit and ducting system, and mass balance evaluation for each treatment compartment. The wet scrubber serves as the primary control unit for the removal of highly water-soluble gases, namely NH_3 and H_2S , while the adsorption unit functions as a polishing stage to reduce residual TVOC emissions. The results indicate that the final concentrations of NH_3 , H_2S , and TVOC were 0.2876 ppm, 0.0055 ppm, and 2.048 mg/m^3 , respectively, all of which comply with the applicable emission standards. Therefore, the proposed air pollution control system is considered effective in controlling stack emissions and is complemented by the buffer zone as an effort to mitigate fugitive emissions within the industrial environment.

Keywords: *wet scrubber, adsorption, air emissions, crumb rubber processing industry, buffer zone*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia tengah berupaya meningkatkan pembangunan ekonomi di berbagai bidang. Sebagai negara agraris, sektor pertanian berperan penting dalam mendukung perekonomian, baik melalui penyediaan lapangan kerja maupun peningkatan nilai tambah dan daya saing (Claudia et al., 2016). Dari berbagai komoditas perkebunan, karet menjadi salah satu yang diunggulkan karena mampu memberikan kontribusi signifikan terhadap devisa negara. Menurut Listiyana (2021), industri pengolahan karet memiliki peranan strategis dalam mendukung perekonomian nasional, salah satunya sebagai sumber pendapatan dan devisa negara, hal ini dikarenakan Indonesia termasuk salah satu produsen dan pengeksport karet alam terbesar di dunia. Walaupun demikian, aktivitas pengolahan karet juga menimbulkan persoalan lingkungan yang cukup serius, terutama pencemaran udara berupa bau menyengat. Bau tersebut bersumber dari proses biologis dan kimiawi yang terjadi pada bahan olahan karet (*rubber processed materials*) selama penyimpanan maupun pengolahan.

Secara umum, pencemaran bau pada industri pengolahan karet bersumber dari dua kategori utama, yaitu emisi fugitif dan emisi terpusat dari unit oven pengering. Emisi fugitif terjadi pada area terbuka, seperti bak pencucian, saluran limbah cair, dan unit penanganan crumb rubber, yang melepaskan senyawa penyebab bau seperti asam lemak volatil dan senyawa sulfur akibat proses degradasi organik (Idris & Kamarulzaman, 2023). Sementara itu, emisi dari oven dilepaskan melalui cerobong selama proses pengeringan dan membawa senyawa organik volatil serta gas hasil pembakaran yang turut berkontribusi terhadap pencemaran bau. Kedua jenis emisi ini bersifat signifikan karena dapat terbawa angin dan menyebar hingga ke pemukiman, sehingga mengurangi kualitas lingkungan dan kualitas hidup masyarakat sekitar (Zhang et al., 2024).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan strategi pengendalian yang sesuai dengan karakteristik sumber emisinya. Pada emisi fugitif, pendekatan yang dapat dilakukan adalah perencanaan *buffer zone* atau zona penyangga. *Buffer*

zone berfungsi sebagai area transisi yang mampu menurunkan konsentrasi bau sebelum mencapai permukiman, dengan penentuan jarak yang didasarkan pada kajian dispersi udara dan konsentrasi ambang batas bau yang dapat diterima (Luo et al., 2019). Sementara itu, untuk emisi dari oven, teknologi *wet scrubber* menjadi salah satu solusi yang efektif dalam melarutkan gas pencemar ke dalam cairan penyerap. Akan tetapi, karena *wet scrubber* belum sepenuhnya mampu menghilangkan senyawa organik volatil penyebab bau, maka perlu ditambahkan unit adsorpsi karbon aktif sebagai tahap lanjutan untuk meningkatkan efisiensi pengendalian. *Wet scrubber* bekerja dengan cara melarutkan atau menangkap gas pencemar ke dalam cairan penyerap, sedangkan adsorpsi menggunakan media berpori seperti karbon aktif untuk menangkap molekul gas pencemar di permukaan padatan (Idris & Kamarulzaman, 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, jelas bahwa pengendalian emisi bau pada industri pengolahan karet menjadi suatu kebutuhan yang mendesak, bukan hanya untuk memenuhi standar lingkungan, tetapi juga untuk menjaga kenyamanan dan kesehatan masyarakat sekitar. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada perencanaan pengendalian emisi bau di industri pengolahan karet, dengan lingkup kajian meliputi desain sistem *wet scrubber* dengan penambahan adsorpsi untuk mengendalikan emisi oven, perencanaan *buffer zone* untuk emisi fugitif, serta analisis efektivitasnya dalam menurunkan dampak pencemaran bau di sekitar kawasan industri.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dapat diperoleh identifikasi masalah yang mendasari adanya perencanaan ini, yaitu:

1. Timbulnya pencemaran gas bau di udara yang di akibatkan dari industri karet yang menyebabkan dampak negatif.
2. Penurunan kualitas udara akibat pencemaran bau yang mengakibatkan dampak negatif kesehatan, dan berpotensi fatal terhadap warga di sekitar pabrik karet, sehingga diperlukan adanya perencanaan pengendalian bau.

3. Belum optimalnya penerapan teknologi pengendalian emisi, baik melalui perencanaan *buffer zone* untuk emisi fugitif maupun pemanfaatan teknologi pengendalian lanjutan pada emisi terpusat dari oven pengering.
4. Diperlukan perencanaan sistem pengendalian emisi yang terpadu, meliputi desain *buffer zone* serta penerapan kombinasi teknologi *wet scrubber* dan adsorpsi, untuk meminimalkan pencemaran bau pada kawasan industri pengolahan karet.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun masalah-masalah yang dapat diidentifikasi dalam perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik sumber emisi bau pada industri pengolahan karet?
2. Bagaimana rancangan sistem pengendalian bau untuk emisi fugitif menggunakan *buffer zone*?
3. Bagaimana rancangan sistem pengendalian bau untuk emisi oven menggunakan kombinasi *wet scrubber* dan adsorpsi?
4. Seberapa efektif perencanaan sistem pengendalian tersebut dalam menurunkan emisi bau agar sesuai dengan baku mutu udara ambien?

1.4 Rumusan Tujuan

Tujuan-tujuan pada perencanaan ini dapat diuraikan menjadi beberapa poin sebagai berikut:

1. Mengetahui jumlah bahan baku masuk, total produksi, waktu operasional, serta kapasitas pengolahan karet per jam pada industri pengolahan karet.
2. Menganalisis konsentrasi emisi bau berupa NH_3 , H_2S , dan Total VOC yang dihasilkan dari proses pengolahan karet serta membandingkannya dengan baku mutu emisi yang berlaku.
3. Menentukan jenis dan spesifikasi alat pengendali pencemaran udara yang sesuai untuk mengendalikan emisi bau dari oven pemanasan karet serta emisi fugitif, meliputi *wet scrubber*, adsorpsi, dan *buffer zone*.
4. Menganalisis efisiensi penyisihan emisi NH_3 , H_2S , dan Total VOC menggunakan *wet scrubber* dan unit adsorpsi.

5. Mengidentifikasi konsentrasi akhir emisi NH_3 , H_2S , dan Total VOC setelah melalui rangkaian pengendalian untuk memastikan telah memenuhi baku mutu emisi yang ditetapkan.
6. Menyusun rencana anggaran biaya (RAB) untuk perencanaan sistem pengendalian emisi bau pada industri pengolahan karet, meliputi alat pengendali, pondasi, dan *buffer zone*.

1.5 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah bertujuan untuk mengarahkan perencanaan agar berfokus pada tujuan tertentu. Pada perencanaan ini terdapat cakupan yang sangat luas untuk dipertimbangkan dan diperhatikan. Sehingga, perencanaan ini perlu adanya pembatasan masalah yang terdiri:

1. Lokasi perencanaan terpilih yakni industri pengolahan karet CV. XYZ yang terletak di Kecamatan Tugu, Kota Semarang.
2. Data primer serta sekunder yang digunakan diperoleh dari industri pengolahan karet CV. XYZ Kecamatan Tugu, Kota Semarang, masyarakat sekitar industri, dan dinas terkait.
3. Perencanaan mempertimbangkan kualitas udara dengan emisi gas bau yang dihasilkan, perencanaan *buffer zone* untuk emisi fugitif, serta *wet scrubber* dengan adsorpsi untuk emisi oven, dan juga kemampuan finansial pihak terkait.

1.6 Rumusan Manfaat

Manfaat-manfaat pada perencanaan ini dapat diuraikan menjadi beberapa pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagi Penulis

Perencanaan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan teknologi pengendalian pencemaran udara, khususnya bau pada industri pengolahan karet yang berdampak pada kepada lingkungan.

2. Bagi Industri

Manfaat penelitian ini bagi industri yaitu dapat menjadi acuan dalam merencanakan sistem pengendalian bau yang lebih efektif untuk meningkatkan kinerja lingkungan dan kepatuhan regulasi.

3. Bagi Masyarakat

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat mengurangi gangguan bau yang ditimbulkan oleh industri sehingga meningkatkan kualitas hidup masyarakat sekitar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abe, K., & Kimura, H. (1996). The possible role of hydrogen sulfide as an endogenous neuromodulator. *Journal of Neuroscience Research*, 45(6), 577–580.
- Abidin, Z., & Raihan, J. (2021). *Studi literatur zeolit dan aplikasinya sebagai adsorben polutan gas*. Institut Pertanian Bogor.
- Albert, S. (n.d.). How to Grow Crape Myrtle – Lagerstroemia. Harvest to Table. Diakses dari <https://harvesttotable.com/how-to-grow-lagerstroemia-crape-myrtle/>
- Al-Nuri, Malina. (2010). Analisa Kadar Amonia dan Nitrogen Total pada Air Sungai Buangan Limbah Pabrik Karet secara Nessler menggunakan Spektrofotometer. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Amin, A., Tesfay Berhe Gebreegziabher, T., & Li, J. (2016). Adsorption of H₂S, NH₃ and TMA from indoor air using porous corncob activated carbon: Isotherm and kinetics study. *Environmental Technology & Innovation*, 5, 89–99.
- Andriansyah, Oka dan Mustikasari, Rita. (2011). Gambaran Umum Permasalahan Pengelolaan Air DAS Air Bengkulu.
- Anggriawan, Agus, M. Yanggi Atwanda, Nurhazizah Lubis, dan Fathoni, R. (2019) “Kemampuan Adsorpsi Logam Berat Cu dengan Menggunakan Adsorben Kulit Jagung (*Zea Mays*).” *Jurnal Chemurgy* 3(2):27.
- Arboretum. (2025). Nangka (*Artocarpus heretophyllus* L.). Balai Besar Wilayah Sungai Cimanis, Kementerian PUPR. <https://sda.pu.go.id/balai/bbwscimancis/berita/read/nangka-artocarpus-heretophyllus-l>
- Ardiansyah. (2009). Daya Rosot Karbondioksida Oleh Beberapa Jenis Tanaman Hutan Kota Di Kampus IPB Darmaga. Skripsi. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor
- Asip, F., Mardhiah, R., dan Husna. (2008). Uji Efektifitas Cangkang Telur dalam Mengadsorpsi Ion Fe dengan Proses Batch. *Jurnal Teknik Kimia*, 15(2):22–26

- ATSDR. (2000). Toxicological Profile For Hydrogen Sulfide. US Departement Of Health and Human Services. Public Health Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
- Azahar, A. M. H., Abdullah, Z., Ahmad, R., & Yusoff, R. (2016). "Processing of Cup Lump into Rubber Products". *Journal of Rubber Research*, 19(2), 123-130.
- Azwir. 2006. Analisa Pencemaran Air Sungai Tapung Kiri Oleh Limbah Industri Kelapa Sawit PT. Peputra Masterindo di Kabupaten Kampar. Semarang: Universitas Diponegoro.
- B. Suryawan (2004), Karakteristik Zeolit Indonesia sebagai Adsorben Uap Air, Universitas Indonesia.
- BPS Kota Semarang (2025) *Statistik Kota Semarang 2025*. Badan Pusat Statistik Kota Semarang.
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). SNI 19-7117.2-2005: Udara ambien – Bagian 2: Penentuan tingkat bau dengan metode ambang penciuman. Jakarta: BSN.
- Bansal, R. C., & Goyal, M. (2005). *Activated Carbon Adsorption*. CRC Press.
- Beak, S. A. N. E., Prijono, A., & Wahyudiono, S. (2024). *Monitoring kesehatan pohon pada jalur hijau di Kalurahan Baciro, Kapanewon Gondokusuman, Kota Yogyakarta Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta* (Skripsi). Institut Pertanian STIPER Yogyakarta. Tersedia secara daring: https://eprints.instiperjogja.ac.id/id/eprint/2632/12/TURNITIN_20954.pdf
- Bhowmick et al., 2000: Bhowmick, A. K., & De, S. K. (2000). "Rubber Technology". Marcel Dekker Inc., New York.
- Boparai, H. K., Joseph, M., dan O'Carroll, D. M. (2011) : Kinetics and thermodynamics of cadmium ion removal by adsorption onto nano zerovalent iron particles, *Journal of Hazardous Materials*, 186, 458–465.
- CECO Environmental. (2023). What is a wet scrubber? Retrieved from <https://www.cecoenviro.com/what-is-a-wet-scrubber>.
- Cheremisinoff, PN (1992). *Industrial Odour Control*. Butterworth Heinemann, Ltd. Oxford.

- Chiang, Y.-C., Chiang, P.-C., dan Huang, C.-P. (2001). Effects of pore structure and temperature on VOC adsorption on activated carbon. *Carbon*, Vol. 39, hal. 523–534.
- Chrisman, A. (2008). *Preparasi karbon aktif sebagai adsorben dari batubara Sumatera Selatan dengan aktivasi CO₂* [Undergraduate thesis, Universitas Indonesia].
- Chou, C.-H. S. J. . (2003). Hydrogen sulfide : human health aspects. World Health Organization.
- Cihacek, L. J., & Bremner, J. M. (1993). Characterization of the sulfur retained by soils exposed to hydrogen sulfide. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 24(1–2), 85–92.
- Dahlan, E. N. (2007). Analisis Kebutuhan Luasan Hutan Kota sebagai Sink Gas CO₂ Antropogenik dari bahan bakar minyak dan gas di kota Bogor dengan Pendekatan Sistem Dinamik.
- Daniel S Bath, Jenal M Siregar, dan M Turmuzi Lubis. (2012) “Penggunaan Tanah Bentonit Sebagai Adsorben Logam Cu.” *Jurnal Teknik Kimia USU* 1(1):1–4.
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Jambi. (n.d.). *Swietenia macrophylla* (Mahoni). Sistem Informasi Inventarisasi Tanaman Taman Hutan Kota M Sabki Kota Jambi. <https://siit.si.unja.ac.id/tree/299%20MAHONI?>
- Direktorat Jenderal Bina Pengelolaan DAS dan Perhutanan Sosial. (2019). Pedoman Teknis Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman Rehabilitasi Hutan dan Lahan. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- E-katalog LKPP – sistem pengadaan barang/jasa pemerintah (akses: <https://e-katalog.lkpp.go.id>)
- Elevitch, C. R., & Manner, H. I. (2006). *Artocarpus heterophyllus* (jackfruit) (ver. 1.1). In C. R. Elevitch (Ed.), *Species profiles for Pacific Island agroforestry*. Permanent Agriculture Resources. <https://www.growables.org/information/TropicalFruit/documents/Jackfruit.pdf> systems. *Chemical Engineering Journal*, 156(1), 2–10.

- EPA (United States Environmental Protection Agency). (1990). *USEPA Method 0031 – Volatile Organic Sampling Train (VOST)*. U.S. Environmental Protection Agency.
- EPA (United States Environmental Protection Agency). (1992). *Control of Hydrogen Sulfide Gas from Primary Sulfur Recovery Units*. EPA-453/R-92-005.
- EPA. 2000. *Odor Control Technology Fact Sheet*. United States Environmental Protection Agency, Washington, D.C.
- EPA (United States Environmental Protection Agency). (2002). AP 42, *Compilation of Air Pollutant Emission Factors*.
- EPA (United States Environmental Protection Agency). (2002). *EPA Air Pollution Control Cost Manual (Sixth Edition, EPA/452/B-02-001)*.
- EPA (United States Environmental Protection Agency). (2005). Revision to the Guideline on Air Quality Models: Adoption of a Preferred General Proposed (Flat and Complex Terrain) Dispersion Model and Other Revision. Fed. Reg., 70(215):68218-68261.
- EPA (United States Environmental Protection Agency). (2023). *Technical Overview of Volatile Organic Compounds*. United States Environmental Protection Agency.
- EPA (United States Environmental Protection Agency). (2024). *What is the Definition of VOC?* United States Environmental Protection Agency.
- European Chemical Agency. ECHA's Scientific Committees Support Restricting PAHs in Granules and Mulches; ECHA: Helsinki, Finland, 2020.
- Fahriansyah, R., Nurhayati, S., & Hidayat, T. (2019). Peningkatan gas metana dan nilai kalori bahan bakar biogas melalui proses pemurnian dengan metode tiga lapis adsorpsi bahan padat. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 14(3), 179–186.
- Fang, Y., Yang, X., Liu, J., & Liu, J. (2017). Kinetics study of gas pollutant adsorption and thermal desorption on silica gel. *Applied Sciences*, 7(6), 609.
- Foo, K. Y., & Hameed, B. H. (2010). Insights into the modeling of adsorption isotherm

- Forestry.com. (2024, October 31). Rambutan tree. Forestry.com.
<https://forestry.com/trees/rambutan-tree/>
- Gardenia.net. (n.d.). Nephelium lappaceum (Rambutan). Gardenia.net.
<https://www.gardenia.net/plant/nephelium-lappaceum-rambutan>
- Ginting.F.D, “Adsorpsi,” vol. FT. UI, Ja, 2008.
- Giyatmi, dkk. 2008. Penurunan Kadar Cu, Cr, dan Ag dalam Limbah Cair Industri Perak di Kotagede Setelah Diadsorpsi dengan Tanah Liat dari Daerah Godean. Yogyakarta.
- Gunawan, Hendra ., Bismark, M., Krisnawati, Haruni. (2013). Kajian Sosial Ekonomi Masyarakat Sekitar Sebagai Dasar Penetapan Tipe Penyangga Taman Nasional GunungMerbabu, Jawa Tengah (Socio Economic Assessment Of Surrounding Communities For The Basis Of Buffer Zone Establishment In Mount Merbabu 272National Park, Central Java)*. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam Vol. 10 No. 2, Agustus 2013 : 103-119.
- Gruenwedel, D. W., & Patnaik, R. K. (1971). Release of hydrogen sulfide and methyl mercaptan from sulfur-containing amino acids. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 19(4), 775–779.
- GVD. (1999). *Volatile Organic Compounds (VOCs) dan perannya dalam reaksi fotokimia atmosfer*. Dalam Louisa Ancilla A. Tugas Akhir Program Sarjana, Institut Teknologi Bandung.
- Hardjowigeno, S. (2015). Ilmu Tanah. Akademika Pressindo.
- Harihastuti, N. (2016). Pemurnian biogas untuk mencapai pipeline quality gas sebagai sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 8(1), 12–20.
- Hernandez, G., et al. (2012). Vegetative Environmental Buffers and Exhaust Fan Deflectors for Reducing Downwind Odor and VOCs from Tunnel-Ventilated Swine Barns.
- Hill, F. B. (1973). Atmospheric sulfur and its links to the biota. Brookhaven Symposia in Biology, 30, 159–181.

- Huang, H. (2022). *Volatile organic compounds emission in the rubber manufacturing processes—species, emission potential, and risks*. *Science of the Total Environment*, 812, 152462.
- Hudaya, T., & Wiratama, I. G. (2016). Perancangan Kolom Adsorpsi Karbon Aktif untuk pengolahan Limbah Kromium Heksavalen.
- Idris, N. F., & Kamarulzaman, N. H. (2023). A review of odour assessments in the raw rubber processing industry. *Journal of Rubber Research*, 5, 373–389. Artikel ini memberikan tinjauan menyeluruh mengenai karakteristik dan pengukuran bau dalam industri pengolahan karet remah.
- Idris, N. F., Le-Minh, N., Hayes, J. E., & Stuetz, R. M. (2022). *Performance of wet scrubbers to remove VOCs from rubber emissions*. *Journal of Environmental Management*, artikel 114426. Studi ini mengungkapkan keterbatasan wet scrubber dalam menghilangkan VOC penyebab bau serta pentingnya identifikasi VOC kritis.
- Imansari, Nadia. 2015. Penyediaan Hutan Kota dan Taman Kota sebagai Ruang Terbuka Hijau (RTH) Publik Menurut Preferensi Masyarakat di Kawasan Pusat Kota Tangerang. Volume 1 Nomor 3, 2015, 101-110 P-ISSN 1858-3881; E-ISSN 2356-0088. Universitas Diponegoro. Semarang
- Jafari, S. J., Torkian, A., Borghei, S. M., & Talaie, M. R. (2018). Experimental optimization of a spray tower for ammonia removal. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 6(2), 2523–2531.
- Joseph, G. T. (n.d.). *Scrubber system operation review: Self-instructional manual*. North Carolina State University.
- Kamarulzaman, N. H., Idris, N. F., & Mohd Nor, Z. (2012). Determination of volatile fatty acids from raw natural rubber drying activity by thermal desorption-gas chromatography. *Chemical Engineering Transactions*, 30, 175–180.
- Kastner, J. R., & Das, K. C. (2002). Wet scrubber analysis of volatile organic compound removal in the rendering industry. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 52(1), 88–95.

- Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (2010). *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2010 tentang Alat Pelindung Diri*. Jakarta: Kementerian Ketenagakerjaan RI.
- Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2016 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja dalam Pekerjaan pada Ketinggian*. Jakarta: Kementerian Ketenagakerjaan RI.
- Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (2018). *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja*. Jakarta: Kementerian Ketenagakerjaan RI.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2009). *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 13 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak bagi Ketel Uap (Boiler)*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2020). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2020 tentang Indeks Standar Pencemar Udara*. Jakarta: KLHK.
- Knoop (1925). *Z. physiol. Chem.* 148, 294.
- Kokent. (2023). Pedrollo HF5A Centrifugal Pump 1.1 kW, 100–600 L/min, 13.8–3 m. Tersedia pada: <https://www.kokent.com.my/product/pedrollo-centrifugal-pump-11kw-100600lmin-1383m-hf5a/>(Diakses: 2025).
- Kurniawan, F. (2018). Pengendalian Pencemaran Udara di Industri Karet: Tinjauan Teknologi dan Aspek Lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 25(2), 123-134.
- Kusuma, C. (1956). *Silvikultur*. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Lang, H. J. (1947). *Simplified approach to preliminary cost estimates*. *Chemical Engineering*, 54(6), 112–113.

- Larsen, E. S., & Pilat, M. J. (1991). *Moving bed adsorption system for control of VOCs from an aircraft painting facility*. Journal of the Air & Waste Management Association, 41(9), 1199–1206.
- Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah. (2023). E-Catalogue nasional. <https://e-katalog.lkpp.go.id>
- Li, J., Zhao, Q., & Smith, R. (2020). Guidelines for techno-economic analysis of adsorption processes. *Frontiers in Chemical Engineering*, 2, 602430.
- Lin, XJ, Barrington, S, Nicell, J, and Choiniere, D. Effect of natural windbreaks on maximum odour dispersion distance (MODD). *Canadian Biosystems Engineering*. 2007. 49(6): 21-32.
- Listyowati, A. F. P., Wirakartika, M., Juliastuti, S. R., & Hendrianie, N. (2012). Penurunan kadar CO₂ dan H₂S pada biogas dengan metode adsorpsi menggunakan zeolit alam. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 1(2), 45–52.
- Luo, H., et al. (2019). Pendekatan buffer zone dalam pengendalian dispersi pencemar udara (odour). (Sebagai contoh literatur buffer zone/pemisahan zona penyangga; perlu dicocokkan dengan sumber yang relevan lokal).
- Mansouri, N. N., & Nouri, J. (2004). Development of Particulate Matter and Heavy Metal Emission Factors for Kerman Copper Industries. In *Development of... Iranian J Publ Health* (Vol. 33, Issue 1).
- Margeta, K. and Anamarija F., 2020. *Zeolites - New Challenges*. Intech Open. London, United Kingdom.
- McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. (1999). *Unit Operations of Chemical Engineering* (6th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. (2007). *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 07 Tahun 2007 tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak bagi Ketel Uap*. Jakarta: Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia.
- Metcalf & Eddy. 2014. *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*. 5th Edition. McGraw-Hill Education, New York.

- Mohammad, M. I., Alias, N. A., Idris, N. F., & Mustafa, A. (2017). Effects of additives in reducing the odour concentration emanating from water scrubber in rubber processing factory. *ESTEEM Academic Journal*, 13, 157–166. Penelitian menunjukkan bahwa penambahan aditif pada medium scrubber meningkatkan efisiensi pengurangan bau.
- Moshoeshoe, M., Tabbiruka, M.S. and Obuseng, V., 2017. A Review of the Chemistry, Structure, Properties and Applications of Zeolites. *American Journal of Materials Science*, 7(5): 196–221.
- Neubauer (1909). *Deut8ch. Arch. klin. Med.* 95, 211.
- Neutrium. (2012). Absolute roughness of pipe material.
- Niu, Y., Li, D., Zhang, H., & Wang, J. (2023). Efficient adsorption of ammonia by surface-modified activated carbon fibers. *Separation and Purification Technology*, 312, 123455.
- Ningsih, Eva Rahayu. (2012) “Uji Kinerja Digester Pada Proses Pulping Kulit Jagung dengan Variabel Suhu dan Waktu Pemasakan.” Tugas Akhir 2–12.
- Nowak, D.J., Crane, D.E., and Stevens, J.C. 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs. *Urban Forestry & Urban Greening*, 4(3–4), pp. 115–123.
- NSF. (1976). Behavior of hydrogen sulfide in the atmosphere and its effects on vegetation.
- Occupational Safety and Health Administration. (2008). *The Control of Hazardous Energy (Lockout/Tagout)*, 29 CFR 1910.147. Washington, DC: United States Department of Labor.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., & Simons, A. (2009). *Agroforestry Database: A Tree Reference and Selection Guide*. World Agroforestry Centre (ICRAF).
- Oscik, J., 1982, *Adsorption*, John Wiley & Sons Inc., Chichester
- Panahi, H., Borghei, S. M., & Jafari, S. J. (2018). The effect of nozzle number, concentration of input ammonia gas and scrubbing liquid pressure on NH₃ removal efficiency of a spray tower. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 15, 2291–2302.

- Panji Khairumizan. 2008. Studi Eksperimental Implementasi Venturi Scrubber pada Sistem Gasifikasi Batubara. Depok: Universitas Indonesia.
- Patel, H. (2019). Fixed-Bed Column Adsorption Study: A Comprehensive Review. *Applied Water Science*, 9-45. doi:<https://doi.org/10.1007/s13201-019-0927-7>
- Putri, K. P., Pramono, A. A., & Syamsuwida, D. (2018). Produksi buah dan benih mahoni (*Swietenia macrophylla* King) berdasarkan diameter tajuk dan kondisi stomata daun. *Jurnal Perbenihan Tanaman Hutan*, 6(2), 133–144. <https://pdfs.semanticscholar.org/1f60/b33d37064b701df3a72621c3d2e2ace8247c.pdf>
- Pemerintah Kota Semarang (2025) *Peraturan Wali Kota Semarang Nomor 30 Tahun 2025 tentang Standarisasi Harga Satuan Bahan Bangunan, Upah dan Analisa Pekerjaan untuk Kegiatan Pembangunan Pemerintah Kota Semarang Tahun Anggaran 2026*. Tersedia di: <https://jdih.semarangkota.go.id> (Diakses: 12 Januari 2026).
- Pemerintah Republik Indonesia. (2009). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2014). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 14 Tahun 2020 tentang Indeks Standar Pencemar Udara

- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 05/PRT/M/2012 tentang Pedoman Penanaman Pohon pada Sistem Jaringan Jalan.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2008). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia
- Prasad, S., Schweizer, C., Bagaria, P., Saini, A., Kulatilaka, W. D., & Mashuga, C. V. (2021). Investigation of particle density on dust cloud dynamics in a minimum ignition energy apparatus using digital in-line holography. *Powder Technology*, 384, 297–303
- R. Khairunisa, “No Title Kombinasi Teknik Elektrolisis dan Teknik dsorpsin Menggunakan Karbon Aktif Untuk Menurunkan Konsentrasi Senyawa Fenol Dalam Air,” Skripsi. Jur. Kim. FMIPA, Univ. Indones., 2008.
- Raghavan, N. S., & Ruthven, D. M. (1983). *Numerical simulation of a fixed-bed adsorption column by orthogonal collocation*. *AIChE Journal*, 29(6), 922–925.
- Rahayu, T. (2004). Karakteristik Air Sumur Dangkal Di Wilayah Kartasura Dan Upaya Penjernihannya. *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*, 5(2):104–124.
- Rahmah, S. M., Dharmono, & Putra, A. P. (2021). Kajian etnobotani tumbuhan bungur (*Lagerstroemia speciosa*) di kawasan hutan Bukit Tamiang Kabupaten Tanah Laut sebagai buku ilmiah populer. *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 7(1), 1–12.
- Rattanapan, W. (2015). Odor Control in the Standard Thai Rubber 20 (STR 20) Industry by Using a Wet Scrubber. *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 804, pp. 275–278. Penelitian ini meneliti penggunaan air limbah daur ulang

dalam wet scrubber untuk mengurangi VFA penyebab bau pada industri karet STR 20.

Republik Indonesia. (2009). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 140. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/38741/uu-no-32-tahun-2009>

Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 32. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/161852/pp-no-22-tahun-2021>

Rimadewi. 2010. Ruang Terbuka Hijau. FTSP ITS Surabaya

Roe, S. M., Spivey, M. D., Lindquist, H. C., Thesing, K. B., Strait, R. P., Pechan, E. H., Associates, I., Anderson, S., Lester, J., Wooten, B., & Smyth, M. B. (2004). Estimating Ammonia Emissions from Anthropogenic Non Agricultural Sources - Draft Final Report.

Rood, A. S., 2014. Performance Evaluation of AERMOD, CALPUFF, and Legacy Air Dispersion Models Using the Winter Validation Tracer Study Dataset. Atmos. Environ., 89:707-720.

Roshinta, R. R., & Mangkoedihardjo, S. (2016). Analisis Kecukupan Ruang Terbuka Hijau Sebagai Penyerap Emisi Gas Karbon dioksida (CO₂) pada Kawasan Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, Jurnal Teknik ITS, 5(2), D132-D137.

Rukhmana, Didi. Rahamnia. Mappangja, Rahma. 2013. Analisis Pelaksanaan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau Kecamatan Bantaeng Kabupaten Bantaeng. Sulawesi Selatan.

Sabdo Yuwono, A., & Schulze Lammers, P. (2004). Odor Pollution in the Environment and the Detection Instrumentation. In CIGR Journal of Scientific Research and Development. Invited Overview Paper (Issue 1).

Saelee, R., Chungsiriporn, J., Intamane, J., & Bunyakarn, C. (2009). Removal of H₂S in biogas from concentrated latex industry with iron(III) chelate in

- packed column. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 31(2), 195–203.
- Sakaguchi, K., Sugiyama, S., & Itoh, H. (1987). *Removal of organic solvent vapors by fluidized bed adsorption system*. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 26(9), 1844–1849.
- Salatalohy, A., Kamaluddin, A.K. & Nyong, N. (2023). Keanekaragaman Vegetasi Taman Kota Sebagai Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Taman Rum Balibunga Kota Tidore Kepulauan. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 7(1), 11-21.
- Sander, R. (2015). Compilation of Henry's law constants (version 4.0) for water as solvent. *Atmospheric Chemistry and Physics*, Vol. 15, pp. 4399–4981.
- Schiffman SS, Miller EA, Suggs MS, Graham BG. The effect of environmental odors emanating from commercial swine operations on the mood of nearby residents. *Brain Res Bull*.
- Schnoor, J.L., Licht, L.A., McCutcheon, S.C., Wolfe, N.L., and Carreira, L.H. 1995. Phytoremediation of organic and nutrient contaminants. *Environmental Science & Technology*, 29(7), pp. 318A–323A.
- Sekhar B.C. (2005). "The Natural Rubber Industry of the 21st Century". *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 6(1), 1-10.
- Shahmansouri, M. R., Taghipour, H., Bina, B., & Movahedian, H. (2005). Biological Removal of Ammonia from Contaminated Air Streams Using Biofiltration System. *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering*.
- Sinaga, S. (2019). Analisis Emisi Gas Amonia dan Hidrogen Sulfida pada Proses Pengolahan Karet di Pabrik X. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 14(1), 56-67.
- Socfindo Conservation. *Nephelium lappaceum* (Rambutan). Socfindo Conservation. <https://www.socfindoconservation.co.id/plant/153>
- Solichin, M dan Tedjaputra, N (2008). Asap Cair “Deorub” Menjadi Lokomotif Industri. *Gema Industri Kecil Edisi XXI*, Maret 2008. Direktorat Jenderal Industri Kecil dan Menengah, Departemen Perindustrian.

- Sotoodeh, K. (2021). Prevention of valve fugitive emissions in the oil and gas industry. Gulf Professional Publishing.
- Sparks, T., & Chase, G. G. (2016). Air and gas filtration. In *Filters and Filtration Handbook* (pp. 117–198). Elsevier.
- Staples, G. W., & Elevitch, C. R. (2006). *Samanea saman* (rain tree) (ver. 2.1). In C. R. Elevitch (Ed.), *Species profiles for Pacific Island agroforestry*. Permanent Agriculture Resources. https://www.researchgate.net/publication/311667816_Samanea_saman_rain_tree
- Steven, G.P., Alan, J.C., Robert, J.P., Roger, W.B., Jeffrey, C.W., Akula, V., Robert, B.W., Russel, F.L., dan Warren, D.P., 2004. AERMOD: A Dispersion Model for Industrial Source Applications. Part II: Model Performance Against 17 Field Study Database. *J. Appl. Meteorol.*, 44:694-708.
- Sudibandriyo. (2003). *Adsorpsi Karbon Aktif: Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Sudirjo, E. 2005. *Penentuan Distribusi Benzen Toluene pada Kolom Adsorpsi Fixed Bed Carbon Active*. Jakarta: Jurusan Teknik. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia.
- Sugiarto, Herawati, P. & Riyanti, A. (2019). Analisis Konsentrasi SO₂, NO₂ dan Partikulat pada Sumber Emisi Tidak Bergerak (Cerobong) Berbahan Bakar Batubara dan Cangkang (Studi Kasus di Kabupaten Muaro Jambi). *Jurnal Daur Lingkungan*, 2(1), 21–28.
- Sulistiyanto, Indro. 2014. *Penataan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Pada Kawasan Rumah Pemotongan Hewan (RPH) Samarinda Sebagai Upaya Terciptanya Kawasan Hijau Pada Koridor Bandara Sei Siring Samarinda*. Samarinda
- Syauqiah, I., Amalia, M., & Kartini, H. A. (2011). Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengaduk pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif.

- Takarani, Popy, Siska Findia Novita, dan Fathoni, R. (2019) “Pengaruh Massa dan Waktu Adsorben Selulosa dari Kulit Jagung Terhadap Konsentrasi Penyerapan.” Prosiding Seminar Nasional Teknologi V 117–21.
- Tauhid Nur Azhar, Ada apa di bawah pohon trembesi? Archive.dtpeduli.org.<https://archive.dtpeduli.org/ada-apa-di-bawah-pohon-trembesi>
- Tesfay Berhe Gebreegziabher, T., Su, W., & Li, J. (2019). Adsorption of H₂S, NH₃ and TMA from indoor air using porous corncob activated carbon: Isotherm and kinetics study. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 7(6), 103412.
- Thomas, S., & Joseph, K. (2013). "Natural Rubber and Polymer Composites: A Review". *Progress in Polymer Science*, 38(1), 101-140.
- Tyndall, JC, and Colletti, JP. Mitigating Swine Odor with Strategically Designed Shelterbelt Systems: A Review. *Agroforestry Systems*. 2007; 69(1):45-65.
- Tyndall, J. C., & Larsen, G. L. D. (2015). Vegetative Environmental Buffers for Odor Mitigation. *Pork Information Gateway*.
- United States Environmental Protection Agency. (2002). *EPA air pollution control cost manual* (EPA/452/B-02-001). Office of Air Quality Planning and Standards.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2020). Chapter 2 – Wet Scrubbers for Particulate Matter.
- United States Environmental Protection Agency (US EPA). (2013). *Definition of Volatile Organic Compounds (VOCs)*. Dalam Novita Ambarwati. Tugas Akhir, Institut Teknologi Bandung.
- US EPA. (2019). User’s Guide for the AMS/EPA Regulatory Model (AERMOD).
- Utomo, Suyud Warno. dkk. 2010. Modul Ekologi.UNY. Jogjakarta.
- Vasarevičius, S. (2011). Investigation and evaluation of 2s emissions from a municipal landfill. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, <https://doi.org/10.3846/16486897.2011.557263> 19(1), 12–20.

- Wang, C., Li, J., Zhang, P., & Yu, J. (2021). *Volatile organic compounds in the atmosphere: Sources, transformation, and impacts*. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 789654.
- Wang, J., et al. (2025). Odour and Emission Control in Technical Rubber Manufacturing. *Elixir Environmental*, 19 Maret 2025.
- Wardhana, W. A. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi.
- Wark, K., Warner, C. F., & Davis, W. T. (1998). *Air Pollution: Its Origin and Control*.
- Water Blog. (2019). Hydraulic losses in pipes.
- Wibowo, A., Suyono, E. A., & Supriyanto, A. (2020). Pemurnian biogas dari gas H₂S menggunakan karbon aktif dari buah mangrove. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 21(1), 23–32.
- Xicheng EP (CN) Ltd. (2025). *Activated carbon packed bed absorption column*. Made-in-China.
- Xie, Y., Lyu, S., Zhang, Y., & Cai, C. (2022). Adsorption and degradation of volatile organic compounds by metal–organic frameworks (MOFs): A review. *Materials*, 15(21), 7727.
- Y. Arfan, 2006, Pembuatan Karbon aktif Berbahan Dasar Batubara dengan Perlakuan Aktivitas Terkontrol serta Uji Kinerjanya, Universitas Indonesia.
- Yang, D., Chen, G., dan Yu, Y., 2007. Inter Comparison of AERMOD and ISC3 Modeling Results to the Alaska Tracer Field Experiment. *Chin. J. Geochem.*, 26(2), 182-185.
- Yashwant, P., & Schapiro, S. (2009). *Handbook of Nutraceutical Volume I Ingredients, Formulations, and Applications*. London: CRC Press .
- Yuwono, 2010, Pandemi Resistensi Antimikroba: Belajar dari MRSA, *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*.
- Yuwono, A. S., & Schulze Lammers, P. (2004). Odor Pollution in the Environment and the Detection Instrumentation. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*.

- Zhang, X., Liu, X., Zhang, M., Dahlgren, R.A., & Eitzel, M. (2010). A review of vegetated buffers and a meta-analysis of their mitigation efficacy in reducing nonpoint source pollution. *Journal of Environmental Quality*, 39(1), 76–84.
- Zhang, H., Li, X., Wu, C., & Wang, J. (2017). "Coagulation of Natural Rubber Latex with an Enzyme-Assisted Microbial Process". *Industrial Crops and Products*, 98, 12-19.
- Zhengzhou Great Machinery Equipment Co., Ltd. (2025). Large capacity vibrating fluidized bed dryer. Alibaba.
- Zhulin Carbon. (n.d.). Density of activated carbon.
- Zibo Yayang Ventilation Equipment Co., Ltd. (2025). Y5-47 series high-efficiency boiler centrifugal induced draft fan technical parameters. Available at: <https://www.fanzibo.com/products/centrifugal-fans/Boiler-Centrifugal-Fan/Y5-47.html> (Accessed: 2025).
- Zou, B., Zhan, F., Wilson, J., dan Zeng, Y., (2010). Performance of AERMOD at Different Scales. *Simul. Model. Pract. Th.*, 18:612-623.