

Nomor Urut : 076 A /UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2025
077 A /UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2025

Laporan Tugas Akhir

**DESAIN ALAT PENGENDALI *WASTE GASES* DI FASILITAS
BIODRYING SAMPAH: STUDI KASUS KOTA SEMARANG**



Disusun Oleh:

Dinda Buay Fuji Kinanty / 21080122120022

Raihan Riandy / 21080122130087

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2026

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Dinda Buay Fuji Kinanty
NIM : 21080122120022
Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Desain Alat Pengendali Waste Gases Di Fasilitas Biodrying Sampah: Studi Kasus Kota Semarang

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. Ika Bagus Priyambada, S.T., M.Eng.
197103011998031001

Pembimbing II:

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

Ketua Penguji:

Ir. Ganjar Samudro, S.T., M.T., Ph.D., IPM
198201202008011005

Anggota Penguji:

Dr. Ir. Haryono Setiyo Huboyo, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
197402141999031002



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

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Raihan Riandy
NIM : 21080122130087
Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Desain Alat Pengendali Waste Gases Di Fasilitas Biodrying Sampah: Studi Kasus Kota Semarang

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. Ir. Bimastyaji Surya Ramadan, S.T., M.T., IPM
199203242019031016

Pembimbing II:

Dr. Ir. Ika Bagus Priyambada, S.T., M.Eng.
197103011998031001

Ketua Penguji:

Dr. Ir. Haryono Setiyo Huboyo, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
197402141999031002

Anggota Penguji:

Ir. Ganjar Samudro, S.T., M.T., Ph.D., IPM
198201202008011005

Semarang, 18 Februari 2026

Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Undip

Ketua

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

NIP. 197208302000031001

ABSTRAK

Permasalahan sampah perkotaan di Kota Semarang masih menjadi tantangan serius karena meningkatnya timbunan sampah yang belum sebanding dengan kapasitas pengelolaan yang tersedia. Pembangunan fasilitas Pengolahan Sampah menjadi Energi Listrik (PSEL) di TPA Jatibarang belum mampu mengolah seluruh sampah yang masuk, sehingga diperlukan teknologi pendukung berupa pengolahan sampah menjadi *Refuse Derived Fuel* (RDF). Salah satu tahapan penting dalam produksi RDF adalah proses *biodrying* yang bertujuan menurunkan kadar air dan meningkatkan nilai kalor sampah, namun berpotensi menghasilkan emisi gas berbau. Penelitian ini bertujuan menentukan kapasitas *biodrying*, mengestimasi konsentrasi emisi gas berbau, serta merancang sistem pengendalian emisi udara. Hasil perhitungan menunjukkan kapasitas *biodrying* sebesar 34.667 kg/hari dengan waktu tinggal 21 hari dan waktu operasi 18 jam/hari. Estimasi konsentrasi emisi maksimum harian yaitu NH_3 sebesar 235,01 mg/m³, TVOC sebesar 94,28 mg/m³, dan H_2S sebesar 0,0006 mg/m³, di mana NH_3 dan TVOC melebihi baku mutu kebauan berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 50 Tahun 1996 serta *Best Available Technique* (BAT) Uni Eropa dalam *Commission Implementing Decision* (EU) 2018/1147. Sistem pengendalian emisi udara yang dirancang berupa kombinasi *wet scrubber* tipe *packed tower* dan *biofilter* dengan efisiensi penyisihan masing-masing sebesar 96% dan 27% pada *wet scrubber* serta 92% dan 85% pada *biofilter* untuk parameter NH_3 dan TVOC. Hasilnya, emisi gas dapat diturunkan hingga memenuhi baku mutu yang berlaku.

Kata kunci: *biodrying*; *Refuse Derived Fuel* (RDF); emisi gas berbau; *wet scrubber*; *biofilter*; TPA Jatibarang.

ABSTARCT

Municipal solid waste management in Semarang City remains a major challenge due to increasing waste generation that is not proportional to the available treatment capacity. The Waste-to-Energy (WtE) facility at the Jatibarang Landfill has not been able to process all incoming waste, requiring supporting technologies such as Refuse Derived Fuel (RDF) production. One important stage in RDF production is the biodrying process, which aims to reduce moisture content and increase the calorific value of waste but may generate odorous gas emissions. This study aims to determine biodrying capacity, estimate odorous gas emission concentrations, and design an appropriate air emission control system. The results show that the biodrying capacity is 34,667 kg/day with a retention time of 21 days and an operating time of 18 hours/day. The estimated maximum daily emission concentrations are 235.01 mg/m³ for NH₃, 94.28 mg/m³ for TVOC, and 0.0006 mg/m³ for H₂S, where NH₃ and TVOC exceed odor standards based on the Decree of the Minister of Environment Number 50 of 1996 and the European Union Best Available Technique (BAT) stated in Commission Implementing Decision (EU) 2018/1147. The proposed air pollution control system consists of a packed tower wet scrubber and a biofilter, achieving removal efficiencies of 96% and 27% in the wet scrubber and 92% and 85% in the biofilter for NH₃ and TVOC, respectively. The system is able to reduce emissions to comply with applicable standards.

Keywords: *biodrying; Refuse Dderived Fuel (RDF); odorous gas emissions; wet scrubber; biofilter; Jatibarang Landfill.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Permasalahan sampah hingga kini masih menjadi tantangan serius bagi berbagai kota besar di Indonesia, termasuk Kota Semarang. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Semarang tahun 2025 jumlah penduduk Kota Semarang mencapai sekitar 1.708.883 jiwa, potensi timbulan sampah harian diperkirakan mencapai sekitar 1.367 ton per hari apabila mengacu pada SNI 6832:2018 yang menetapkan angka timbulan sebesar 0,8 kg/orang/hari untuk kota berpenduduk lebih dari satu juta jiwa. Berdasarkan hasil penelitian Sholehatin dan Lituhayu (2025), kebijakan pengurangan sampah yang diterapkan baru mampu menekan timbulan sebesar 27,67%, sehingga masih terdapat sekitar 988 ton sampah per hari yang harus dikelola. Selain itu, berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), volume timbulan sampah di Kota Semarang mengalami peningkatan sebesar 0,63% dari tahun 2023 ke 2024. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun berbagai upaya pengurangan telah dilakukan, laju pertumbuhan sampah masih belum sebanding dengan kapasitas pengelolaan yang tersedia. Kondisi ini mengindikasikan bahwa laju timbulan sampah di Kota Semarang masih belum seimbang dengan kapasitas pengelolaannya.

Menurut Sholehatin dan Lituhayu (2025), timbulan sampah yang terus meningkat tanpa pengelolaan yang memadai berpotensi menimbulkan krisis lingkungan, dengan konsekuensi berupa kerusakan ekosistem, meningkatnya risiko kesehatan, serta berbagai dampak sosial dan ekonomi (Sari *et al.*, 2024). Menyadari hal tersebut, pemerintah mengambil langkah strategis melalui penerbitan Peraturan Presiden Nomor 109 Tahun 2025 tentang tentang Penanganan Sampah Perkotaan Melalui Pengolahan Sampah Menjadi Energi Terbarukan Berbasis Teknologi Ramah Lingkungan. Kebijakan ini menjadi dasar pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) di sejumlah kota besar. Selanjutnya, program tersebut ditetapkan sebagai Program Strategis Nasional (PSN) melalui Peraturan Presiden Nomor 109 Tahun 2020 yang kemudian disebut dengan Pengolah Sampah menjadi Energi Listrik (PSEL). Kota Semarang termasuk dalam daftar wilayah

prioritas pembangunan PSEL. Pemerintah berencana membangun fasilitas PSEL di TPA Jatibarang dengan kapasitas pengolahan sekitar 1.000 ton sampah per hari. Melalui laman resmi lelang PSEL Jatibarang, Pemerintah Kota Semarang menjelaskan bahwa proyek ini ditujukan untuk memperkuat sistem pengelolaan sampah, khususnya pada tahap pengolahan dan pemrosesan akhir (Pemerintah Kota Semarang, 2025). Namun, kapasitas pengolahan tersebut masih lebih rendah dibandingkan dengan jumlah sampah yang masuk ke TPA setiap hari, yang mencapai lebih dari 1.000 ton. Artinya, masih terdapat sebagian sampah yang belum dapat diolah secara optimal oleh fasilitas PSEL.

Metode pengolahan yang dapat digunakan untuk mengurangi timbunan sampah yang tersisa adalah pengolahan sampah menjadi *Refuse Derived Fuel* (RDF). RDF adalah bahan bakar alternatif yang dihasilkan melalui proses mekanis dengan memanfaatkan sampah perkotaan campuran sebagai bahan baku. Dalam prosesnya, komponen sampah yang tidak dapat terbakar (*non-combustible*) dipisahkan sehingga diperoleh campuran bahan bakar yang homogen dan mudah digunakan (Chaerul & Wardhani, 2020). Menurut SNI 8966:2021 RDF termasuk ke dalam bahan bakar jumputan padat. Sehingga kadar airnya untuk kelas tiga yaitu di bawah 25%. Oleh karena itu, proses produksi RDF memerlukan tahapan pra-pengolahan agar karakteristik bahan bakar yang dihasilkan memenuhi standar yang diharapkan, terutama dalam hal penurunan kadar air. Kadar air yang terlalu tinggi dapat menurunkan efisiensi proses pembakaran sekaligus mengurangi nilai kalor RDF (Taufiqurohim *et al.*, 2025). Salah satu metode yang terbukti efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah *biodrying*.

Biodrying adalah teknik menghilangkan air dari limbah melalui panas metabolik yang dihasilkan oleh degradasi mikrobial bahan organik. Berdasarkan hasil penelitian Velis *et al.* (2009), penerapan proses *biodrying* terbukti efektif dalam menurunkan kadar air sampah dari sekitar 60% menjadi kurang dari 20% dalam periode pengolahan kurang dari satu bulan. Pada penelitian lainya juga disebutkan bahwa proses *biodrying* mampu menurunkan kadar air dari 62,5% w.w menjadi 39,6% w.w (Hou *et al.*, 2025). Sampah yang telah melalui proses *biodrying* selama 21 hari, kadar air sampah berkurang hingga mencapai 44,65%. Pada tahap

ini, nilai kalor meningkat sebesar 28% dan mencapai 6.049 cal/gr. Pencapaian tersebut sudah sebanding dengan standar nilai kalor batubara yang digunakan di industri, yakni lebih dari 6.000 cal/gr (Fiki *et al.*, 2022).

Proses *biodrying* memiliki perbedaan dengan pengomposan. Produk akhir dari kompos merupakan bahan organik yang sudah stabil sepenuhnya, sementara hasil *biodrying* hanya mengalami stabilisasi sebagian. Selain itu, *biodrying* berlangsung dalam waktu yang lebih singkat, sehingga emisi yang dihasilkan pun hanya muncul dalam periode terbatas (Tom *et al.*, 2016). Meskipun emisi yang dikeluarkan lebih terbatas namun, emisi ini tetap memiliki bahaya. Proses *biodrying* ini menghasilkan gas gas yang dapat menyebabkan masalah dan memberikan efek rumah kaca (Hardyanti *et al.*, 2018). Menurut penelitian Tsai *et al.* (2008), gas amonia (NH_3) merupakan fraksi dominan dari emisi yang dilepaskan selama proses penguraian limbah makanan, di mana sekitar 50% nitrogen yang terkandung dalam bahan tersebut dilepaskan dalam bentuk gas amonia. Proses *biodrying* menghasilkan emisi amonia (NH_3) yang berasal dari degradasi nitrogen organik dalam bahan limbah (Liu *et al.*, 2024). Selama proses *biodrying*, terbentuk juga hasil samping berupa senyawa organik volatil (VOC) yang muncul akibat aktivitas dekomposisi biologis bahan organik. Senyawa-senyawa tersebut meliputi dimetil disulfida, dimetil sulfida, benzena, 2-butanon, limonena, serta metilen klorida (Naryono & Seomarno, 2009).

Gas-gas yang dihasilkan selama proses *biodrying* dapat menimbulkan emisi berbau yang berpotensi menyebabkan pencemaran udara serta memberikan dampak negatif terhadap kesehatan pekerja, kenyamanan masyarakat di sekitar fasilitas, dan kualitas lingkungan (Li, *et al.*, 2018). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa gangguan bau dan potensi pencemaran udara masih menjadi permasalahan yang cukup signifikan dalam penerapan teknologi *biodrying*. Oleh karena itu, diperlukan rancangan sistem pengendalian emisi udara yang efektif, efisien, dan ramah lingkungan agar proses *biodrying* dapat berjalan secara optimal tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan sekitar.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan permasalahan yang melatarbelakangi Tugas Akhir ini, dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Peningkatan jumlah penduduk dan aktivitas ekonomi di Kota Semarang menyebabkan kenaikan timbulan serta volume sampah yang belum sebanding dengan kapasitas pengolahannya.
2. Proses pengolahan sampah melalui metode pengeringan (*biodrying*) berpotensi menimbulkan emisi gas berbau dan pencemaran udara akibat gas-gas yang dihasilkan selama proses dekomposisi.
3. Desain sistem *biodrying* masih memerlukan pengembangan alat pengendali pencemaran udara dan bau untuk meminimalkan emisi di sekitar area pengolahan.
4. Keterbatasan anggaran dalam pengelolaan limbah menjadi salah satu faktor yang perlu diperhitungkan dalam perancangan fasilitas *biodrying* serta sistem pengendalian emisi agar tetap efisien dan berkelanjutan.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, dirumuskan permasalahan yang diuraikan sebagai berikut.

1. Berapa kapasitas fasilitas *biodrying* yang dibutuhkan agar mampu menampung dan mengolah timbulan sampah harian di TPA Jatibarang setelah adanya rencana pembangunan PSEL?
2. Bagaimana konsentrasi emisi gas berbau yang dihasilkan dari aktivitas pengeringan sampah pada fasilitas *biodrying* skala TPA, serta bagaimana kesesuaiannya dengan baku mutu kualitas udara ambien yang berlaku?
3. Bagaimana rancangan sistem pengendalian emisi gas berbau (*waste gases control system*) yang tepat untuk diterapkan pada fasilitas *biodrying* skala TPA agar mampu meminimalkan dampak negatif pencemaran udara dan bau di sekitar wilayah pengolahan?

4. Bagaimana perhitungan efisiensi penyisihan pada alat pengendali emisi gas berbau yang dirancang, untuk memastikan efektivitasnya dalam menurunkan konsentrasi emisi hasil proses *biodrying*?
5. Bagaimana perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) dalam perancangan alat pengendalian emisi gas berbau yang dihasilkan dari proses *biodrying*, agar rancangan tersebut dapat diterapkan secara efisien dan berkelanjutan?

1.4 Rumusan Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka dapat dirumuskan tujuan yang diuraikan sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi kapasitas fasilitas *biodrying* yang diperlukan berdasarkan timbulan sampah harian di TPA Jatibarang setelah adanya rencana pembangunan PSEL.
2. Menganalisis konsentrasi emisi gas berbau yang dihasilkan dari proses pengeringan sampah skala TPA serta membandingkannya dengan baku mutu kualitas udara yang berlaku.
3. Merancang sistem pengendalian emisi gas berbau (*waste gases control system*) yang sesuai dengan kebutuhan fasilitas *biodrying* skala TPA untuk meminimalkan dampak pencemaran udara dan bau yang ditimbulkan.
4. Menghitung efisiensi penyisihan pada alat pengendali emisi gas berbau yang dirancang untuk menekan emisi hasil proses *biodrying*.
5. Menyusun rencana anggaran biaya (RAB) dalam perancangan fasilitas *biodrying* beserta sistem pengendalian emisi gas berbau guna memastikan rancangan yang efisien dan berkelanjutan.

1.5 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah bertujuan agar poin bahasan dalam tugas akhir menjadi jelas, terstruktur, dan tidak melebar. Berdasarkan penjabaran pada rumusan tujuan, masalah dalam Tugas Akhir dibatasi sebagai berikut.

1. Ruang lingkup studi difokuskan pada sektor domestik dan persampahan dengan skala Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Jenis limbah padat yang

diolah meliputi limbah organik dan anorganik yang berasal dari timbunan sampah kota.

2. Lokasi penelitian dilakukan di UPTD TPA Jatibarang, Kecamatan Mijen, Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Pengambilan data dilakukan menggunakan data primer dan sekunder yang diperoleh dari lokasi tersebut.
3. Sumber emisi yang dianalisis berasal dari kegiatan pengeringan sampah (proses *biodrying*) dengan rancangan alat pengendali *waste gases* berupa *wet scrubber* dan *biofilter* udara.
4. Parameter emisi yang diuji difokuskan pada gas berbau, amonia (NH_3) dan *volatile organic compounds* (VOCs) menggunakan skala laboratorium, dengan mempertimbangkan keterbatasan metode, sumber daya, serta ketersediaan fasilitas pengujian.

1.6 Rumusan Manfaat

Perancangan ini diharapkan dapat memberi manfaat baik bagi pihak internal maupun eksternal.

1. Bagi Penulis
Dengan adanya perencanaan ini, penulis dapat memperoleh wawasan terkait perencanaan pengendalian pencemaran udara dan pengendalian bau dalam alat *biodrying* serta dapat mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh di dunia perkuliahan secara langsung. Perencanaan ini juga dibuat untuk memenuhi tahapan penyelesaian tugas akhir sebagai syarat kelulusan gelar sarjana.
2. Bagi Pembaca
Menjadi referensi pembelajaran mengenai alat pengendali pencemaran udara dan menjadi referensi dalam melakukan kajian ilmiah terhadap pengaplikasian alat pengendali pencemaran udara dan bau pada *biodrying* skala TPA atau penelitian lain yang relevan.

3. Bagi IPTEK

Perencanaan ini digunakan untuk memberikan referensi dalam pengendalian pencemaran udara, serta memberikan informasi pengaruh pencemaran udara khususnya pada kegiatan pengolahan limbah organik dengan skala TPA terhadap lingkungan sekitar

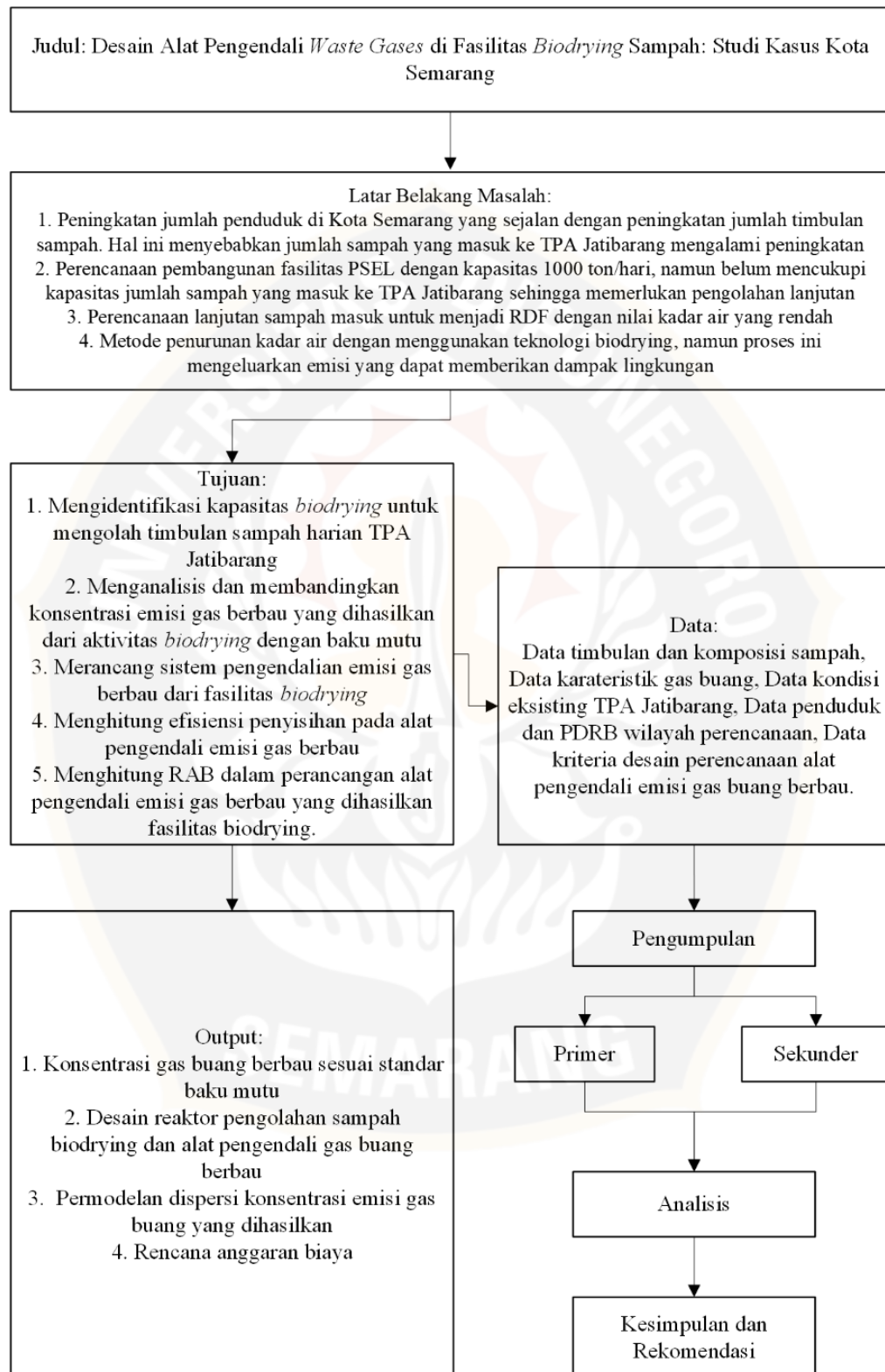
4. Bagi pihak TPA

Memberikan usulan desain alat pengendalian pencemaran udara pada proses *biodrying* skala TPA untuk limbah organik, mencakup skema penangkapan dan pengolahan gas buang (*pre-treatment*, kondensasi, dan biofiltrasi/*scrubbing*), serta rencana operasi dan pemantauan emisi.

5. Bagi Pemerintah

Perencanaan yang akan dilakukan dapat membantu pemerintah dalam menangani permasalahan persampahan dan pencemaran udara dalam skala kawasan TPA dan lingkungan sekitar, serta dapat dijadikan acuan dalam penyediaan dan pengembangan fasilitas pengolahan sampah dan pengendalian emisi.

1.7 Kerangka Pikir Perencanaan



Gambar 1. 1 Kerangka Pikir Perencanaan

DAFTAR PUSTAKA

- Ab Jalil, N. A., Basri, H., Ahmad Basri, N. E., & Abushammala, M. F. M. (2016). Biodrying of municipal solid waste under different ventilation periods. *Environmental Engineering Research*, 21(2), 145–151. <https://doi.org/10.4491/eer.2015.122>
- Alkindi, F. F., Budiono, R., & Al-Islami, F. N. (2023). *PENGUJIAN ANALISIS KADAR AMONIA DALAM AIR SUNGAI DI DAERAH INDUSTRI SIER SURABAYA MENGGUNAKAN METODE FENAT SECARA SPEKTROFOTOMETRI VISIBLE*.
- Ammari, A., & Schroen, K. (2019). *Effect of Ethanol and Temperature on Partition Coefficients of Ethyl Acetate, Isoamyl Acetate, and Isoamyl Alcohol: Instrumental and Predictive Investigation*. <https://doi.org/10.1021/acs.jced.8b01125>
- Ananda, K., & Samsunar, S. (2020). *Determination of Ammonia (NH₃), Sulfur Dioksida (SO₂) and Total Suspended Particulate (TSP) Content in Ambient Air at Sukoharjo Environmental Office Penentuan Kadar Amonia (NH₃), Sulfur Dioksida (SO₂) dan Total Suspended Particulate (TSP) P. 5(2)*.
- Angélica, M., Costa, M., Menezes, B., Gabriella, S., Almeida, C. De, Paulo, M., Ana, F., Martins, F., Arnaldo, C., Cardoso, A., & Johana, K. (2023). Evaluation of the efficiency of a Venturi scrubber in particulate matter collection smaller than 2.5 µm emitted by biomass burning. *Environmental Science and Pollution Research*, 8835–8852. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22786-3>
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. (2025). *Kota Semarang Dalam Angka 2025. Semarang : BPS Kota Semarang, 52*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2018). *SNI 19-6832-2018: Pengelolaan sampah rumah tangga dan sejenis sampah rumah tangga*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2021). *SNI 8966:2021 Bahan bakar jumpitan padat untuk pembangkit listrik*.

- Badan Standarisasi Nasional. (2025). *SNI 3964:2025 Metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga*.
- Bala, B. K., (2017). *Drying and storage of cereal grains*.. 2nd ed. Bangladesh: John Wiley & Sons, Ltd..
- Bernal, M. P., Alburquerque, J. A., & Moral, R. (2009). Bioresource Technology Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment . A review. *Bioresource Technology*, 100(22), 5444–5453. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.11.027>
- Bilgin, M., & Tulun, Ş. (2015). Biodrying for municipal solid waste: Volume and weight reduction. *Environmental Technology (United Kingdom)*, 36(13), 1691–1697. <https://doi.org/10.1080/09593330.2015.1006262>
- Chaerul, M., & Wardhani, A. K. (2020). Refuse Derived Fuel (RDF) dari Sampah Perkotaan dengan Proses Biodrying : Review. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 17(1), 62–74.
- Chang, S., Lu, C., Huang, H., & Hsu, S. (2015). Removal of VOCs emitted from p-xylene liquid storage tanks by a full-scale compost biofilter. *Process Safety and Environmental Protection*, 93(June), 218–226. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2014.06.004>.
- Chen, L., Hoff, S. J., Koziel, J. A. & Cai, L., (2008). Performance evaluation of a wood chip-based biofilter using solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry-olfactometry. *Bioresource Technology*, p. 7767.
- Chen, Y., Yang, X., Lin, K. & Huang, W., (2020). Feasibility of using bed filters packed with rice-straw-based activated carbon and selected biomass waste for the control of frying fume exhaust.. *Environmental Science and Pollution Research*, pp. 383321-38333.
- Colón, J., Martínez-Blanco, J., Gabarrell, X. & Rieradevall, J., 2009. Performance of an industrial biofilter from a composting plant in the removal of ammonia and VOCs after material replacement.. *Journal of Chemical Technology &*

- Biotechnology: International Research in Process, Environmental & Clean Technology*, 84(8), pp. 1111-1117.
- Cooper, C. D. & A. F. C., (2010). *Air Pollution Control: A Design Approach*. 4th ed. s.l.:Waveland press.
- Cui, B., Wang, Y., Zhou, S., Ruan, R., Tan, H., & Wang, X. (2024). Improving the NH₃ oxidation and removing NO_x during ammonia-rich fuel catalytic combustion using the Ag / CuO / SiO₂ catalyst with high-temperature catalytic activity. *Fuel*, 378(August), 132831. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2024.132831>
- Cvetković, S., Radoičić, T. K., Vukadinović, B. & Kijevčanin, M., 2014. Potentials and status of biogas as energy source in the Republic. *Renewable and sustainable energy reviews*, Volume 31, pp. 407-416.
- Damanhuri, E. & Padmi, T., 2010. *Diktat Pengelolaan sampah*. Bandung: Program Studi Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung.
- Danna, A. B. M., Haddar, M., Djemel, H., Kallel, A., & Baccar, M. (2024). *Preliminary assessment of volatile organic compounds and hazardous gases dispersion at low winds : case study of Mellitah Gas Complex ,.*
- Deshusses, M. A. & J. C. T., (2000). Development and validation of a simple protocol to rapidly determine the performance of biofilters for VOC treatment.. *Environmental Science & Technology*, 34(3), pp. 461-467.
- Dufour, P., (2006). Control engineering in drying technology: review and trends. *Dry Technology*, pp. 889-904.
- Efendi, Z., (2019). *Pengaruh Kelembaban Relatif (Relative Humidity) Terhadap Laju Perpindahan Massa pada Proses Pengeringan*, Semarang: Skripsi. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang.
- Environmental Protection Agency, (1995). *Wet Scrubber for Acid Gas, Research Triangle Park, EPA/452/B-02-001..* s.l.:United States Environmental Protection Agency..
- Environmental Protection Agency, (2002). *EPA Air Pollution Control Cost Manual*. 6th Edition. ed. s.l.:United States Environmental Protection Agency.
- Environmental Protection Agency. (2003). *Air Pollution Control Technology Fact*

Sheet. 1–5.

- European Commission, (2018). Commission Implementing Decision (EU) establishing Best Available Techniques (BAT) Conclusions for Waste Treatment. *Journal of The European Union*, Volume 208, pp. 38-90.
- Fadhilah, N. & Y. G., (2013). Pemanfaatan Sampah Makanan Menjadi Bahan Bakar Alternatif dengan Metode Biodrying. *Teknik POMITS*, pp. 289-293.
- Famielec, S., Malinowski, M., Tomaszek, K., Wolny-Koładka, K., & Krilek, J. (2024). The effect of biological methods for MSW treatment on the physicochemical, microbiological and phytotoxic properties of used biofilter bed media. *Waste Management*, 175(January), 276–285. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2024.01.013>
- Fiki, A. C., Hadiwododo, M., Zaman, B., & Zaman, B. (2022). Teknologi Biodrying untuk Meningkatkan Nilai Kalor Sampah dan Proyeksinya sebagai Bahan Bakar Alternatif pada Tahun 2028. In *Jurnal Ilmu Lingkungan* (Vol. 20, Issue 1, pp. 139–146). <https://doi.org/10.14710/jil.20.1.139-146>
- Fildzah, N., (2022). *Perencanaan Tempat Pengelolaan Sampah Dengan Prinsip Reduce, Reuse, Recycle (TPS 3R) di Kelurahan Sukamaju Kecamatan Sail..* Pekanbaru: Universitas Islam Riau.
- González Alé, D., (2020). *Study on the gaseous emissions during the biological treatment of sewage sludge: Characterization of VOCs and odour emissions..* Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- González, D., García-Prats, M., Moral-Vico, J. & Madrid-López, C., (2025). A Community Composting Initiative to Valorise Kitchen Biowaste in a Catalan Primary School: Process Performance, Greenhouse Gases and VOC Emission Analysis.. *Waste and Biomass Valorization*, pp. 1-12.
- González, D., (2021). Biodrying. A novel technology to treat organic wastes. *Atlas of Science*.
- Gopinath, M. & D. R., (2012). Microbial degradation of toluene.. *African Journal of Biotechnology*, 11(96), pp. 16210-16219.

- Gospodarek, M. R. P. S. B. & G. J., (2019). Comparative evaluation of selected biological methods for the removal of hydrophilic and hydrophobic odorous VOCs from air.. *Processes*, 4(7), p. 187.
- Graham, J., (1996). *GAC based gas phase biofiltration, Proceedings of 1996 USC-TRG Conference on Biofiltration*. Loas Angeles, University of Southern California. , pp. 85-93.
- Green, D. W., & Perry, R. H. (2008). *PERRY'S CHEMICAL ENGINEER'S HANDBOOK*. <https://doi.org/10.1036/0071511253>
- Hardyanti, N., Hadiwidodo, M., & Saraswati, L. (2018). Potensi Gas Rumah Kaca Co2 Pada Pengolahan Municipal Solid Waste Dengan Metode Biodrying. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15(2), 86. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v15i2.86-93>
- Hartikainen, T., Ruuskanen, J., Vanhatalo, M. & Martikainen, P., (1996). Removal of ammonia from air by a peat biofilter.. *Environmental Technology*, pp. 45-53.
- He, P., Tang, J., Zhang, D. & Zeng, Y., (2010). Release of volatile organic compounds during bio-drying of municipal solid waste.. *Journal of Environmental Sciences*, 22(5), pp. 752-759.
- Hou, X., Wang, X., Zhang, Y., Fu, Z., Zhang, L., & Li, A. (2025). Enhanced microbial activity for moisture removal in biodrying with the assistance of stacked MFCs. *Waste Management*, 202(January). <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2025.114813>
- Huiliñir, C., & Villegas, M. (2014). *Bioresource Technology Biodrying of pulp and paper secondary sludge : Kinetics of volatile solids biodegradation*. 157, 206–213.
- Hussey, F., & Gupta, A. (1996). Removal of VOCs from industrial process exhaust with carbon and zeolite adsorbents. *Air & Waste Management Association Annual Conference & Exhibition*.
- Indonesia, P. R., (2008). *Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah*, s.l.: s.n.

- IPCC, (2006). *Guidlines for National Gas Inventories.*, s.l.: IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme..
- Iranpour, R., Cox, H. H., Deshusses, M. A. & Schroeder, & E. D., (2005). Literature Review of Air Pollution Control Biofilters and Biotrickling Filters for Odor and Volatile Organic Compound Removal. *Environmental Progress*, 24(3), pp. 254-267.
- Jafari, M. J., Matin, A. H., Rahmati, A., Azari, M. R., Omid, L., Hosseini, S. S., & Panahi, D. (2018). Experimental optimization of a spray tower for ammonia removal. *Atmospheric Pollution Research*, 9(4), 783–790. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2018.01.014>
- Janni, K., Nicolai, R., Hoff, S. & Stenglein, R., (2011). Biofilters for odor and air pollution mitigation in animal agriculture. *Air Quality in Animal Agriculture*, Issue 15538.
- Jason P, O. & J. S. S., (2016). Applying Trait-Function Relationships for Microbial Plant Decomposition to Predict Medium Longevity in Pollution Control Biofilters. *Environmental Biotechnology*, Volume 100, pp. 2843-2853.
- Jiang, T., Schuchardt, F., Li, G., Guo, R., & Zhao, Y. (2011). *Effect of C / N ratio , aeration rate and moisture content on ammonia and greenhouse gas emission during the composting*. 23(10), 1754–1760.
- Jiang, Y., Yao, Y., Liu, H. & Zhang, S., 2023. Volatile organic compounds conversion pathways and odor gas emission characteristics in chicken manure composting process. *Frontiers in Ecology and Evolution*, Volume 11, p. 1192132.
- Joseph, G. T., & Beachler, D. S. (1984). *APTI Course Sl : 412C Wet Scrubber Plan Review Self-instructional Guidebook Course Sl : 412C Wet Scrubber Plan Review Self-instructional Guidebook*.
- Kayhanian, M. (1995). *BIODEGRADABILITY OF THE ORGANIC FRACTION OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN A HIGH-SOLIDS ANAEROBIC*. 123–136.
- Kazemian, H., Gedik, K., & İmamoğlu, İ. (2012). Environmental applications of natural zeolites. In *Handbook of Natural Zeolites* (pp. 473–508). Bentham Science Publishers. <https://doi.org/10.2174/978160805261511201010473>.

- Kementerian Lingkungan Hidup, (1996). *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 50 Tahun 1996 tentang Baku Mutu Tingkat Kebauan*, Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- Kementerian Lingkungan Hidup, (2013). *Pedoman Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara di Perkotaan*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- Khakam, M. N. & Hendriawan, A., (2021). *Simulasi Sistem Kontrol Induced Draft (ID) Fan sebagai Furnace Pressure Control pada Boiler di PLTU Paiton Unit 7 dan 8*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Khudher, A. Y., Mossa, R. K. & Jassim, J. M., (2018). Use the Mixture of Rice Straw and the *Conocarpus erectus* L., 1758 Leaves as the Medium of the Biofilter to Reduce the Ammonia Emitted from Poultry Houses.. *Basrah Journal of Agricultural Science*.
- Komariah, L. N., Zamali, F., Rance, V. L. & Ramayanti, C., (2019). Design of Biofiltration System for Ammonia Removal from the Storage of Rubber Processed Materials.. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL & SCIENCE EDUCATION*, 14(6).
- Kraakman, N. J. R.-R. J. & v. L. M. C., (2011). Review of mass transfer aspects for biological gas treatment. *Applied microbiology and biotechnology*.. *Applied microbiology and biotechnology*, 91(4), pp. 873-886..
- Kumar, S., (2016). *Municipal Solid Waste Management in Developing Countries*., s.l.: CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton.
- Kumar, T. P. R. M. & C. B., (2011). Biofiltration of volatile organic compounds (VOCs): an overview.. *Res J Chem Sci*, Volume 2231, p. 606.
- Kuypers, M., Marchant, H. K. & Kartal, B., (2018). The microbial nitrogen-cycling network. *Nature Reviews Microbiology*., 16(5), pp. 263-276.
- Lammentausta, S., & Kiiskilä, E. (1996). Wet Scrubbing Applications in the Pulp and Paper Industry. *TAPPI International Environmental Conference*, 813–816.
- Lee, J., Kim, J., Young, K., Bong, J., & Bae, S. (2024). Chemosphere Enhanced and prolonged adsorption of ammonia gas by zeolites derived from coal fly

- ash. *Chemosphere*, 368(July), 143799.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.143799>.
- Liu, Z., (2017). Design and Management of Biofilters for Odor Reduction of Livestock Facilities.. *Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service*.
- Liu, Y., Yu, L., Li, Q., Teng, G., & Wang, C. (2024). *Assessment of Odour Diffusion and Health Risks From Intensive Laying Hen Farms Under Different Topographic and Meteorological Parameters*.
- Mansouri, N. N. & Nouri, J., (2004). Development of particulate matter and heavy metal emission factors for Kerman copper industries. *Iranian Journal of Public Health*, p. Vol 3(1).
- Mason, I. G. (2009). *Predicting biodegradable volatile solids degradation profiles in the composting process*. 29, 559–569.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.05.001>
- Melse, R. W., & Ogink, N. W. M. (2005). *AIR SCRUBBING TECHNIQUES FOR AMMONIA AND ODOR REDUCTION AT LIVESTOCK OPERATIONS: REVIEW OF ON-FARM RESEARCH IN THE NETHERLANDS*. 48(6), 2303–2313.
- Metcalf & Eddy. (2014). *Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery*.
- Mussatti, D., & Hemmer, P. (2002). Wet Scrubbers for Particulate Matter. *Section 6 Particulate Matter Controls*, 1–63.
- Morales, M., Hernández, S., Cornabé, T. & Revah, S., (2003). Effect of drying on biofilter performance: modeling and experimental approach.. *Environmental science & technology*, pp. 985-992..
- Mudliar, S. G. B. P. K. & V. A., (2010). Bioreactors for treatment of VOCs and odours—a review.. *Journal of environmental management*, 91(5), pp. 1039-1054.
- Naryono, E., & Seomarno. (2009). Pengeringan Sampah Organik Rumah Tangga. *Indonesian Green Technology Journal*, 61–69.

- Nurba, D., (2008). *Analisis Distribusi Suhu, Aliran Udara, RH dan Kadar Air dalam In- Store Dryer (ISD) Untuk Biji Jagung.*, Bogor: Tesis. Sekolah Pasca Sarjana Institue Pertanian Bogor.
- Oh YS, C. S., (2000). Selection of suitable packing material for biofiltration of toluene, m- and p-xylene vapors.. *Microbiology*, pp. 31-36.
- Pagans, E., Font, X. & & Sánchez, A., (2007). Coupling composting and biofiltration for ammonia and volatile organic compound removal.. *Biosystems Engineering*, 97(4), pp. 491-500.
- Pandey, R. K., & Ramakrishnan, B. (2019). *Enzymology of the nitrogen cycle and bioremediation of toxic nitrogenous compounds*. 45–61.
- Pemerintah Kota Semarang. (2025). *Lelang PSEL Jatibarang: Prakuifikasi untuk pengadaan badan usaha yang akan merencanakan, membangun, mengoperasikan, memelihara, dan membiayai fasilitas PSEL di Jatibarang*. <https://lelangpsel.semarangkota.go.id/>
- Pemerintah Republik Indonesia. (2008). *UU Nomor 18 Tahun 2008*. 76(3), 61–64.
- Perera, T. A. N. T., Perera, H. A. T. N., Dissanayake, D. M. N. A., Dias, M. A. S. K., Ruwanpathirana, P. P., & Jayasinghe, G. Y. (2024). A review on ultraviolet light treatment for emissions of livestock gases, odor control in waste management, and disinfection of common environmental pathogens. *Waste Management Bulletin*, 2(4), 167–183. <https://doi.org/10.1016/j.wmb.2024.11.001>
- Piccardo, M. T., Geretto, M., Pulliero, A., & Izzotti, A. (2022). Odor emissions: A public health concern for health risk perception. *Environmental Research*, 204(June 2021). <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112121>
- Polman, E. M. N., Gruter, G. M., Parsons, J. R., & Tietema, A. (2021). Comparison of the aerobic biodegradation of biopolymers and the corresponding bioplastics: A review. *Science of the Total Environment*, 753, 141953. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141953>.
- Prasad, S., Schweizer, C., Bagaria, P. & Saini, A., (2021). Investigation of Particle Density on Dust Cloud Dynamics in a Minimum Ignition Energy Apparatus Using Digital In-Line Holography. *ScienceDirect*, pp. 297 - 303.

- Prokop, W. H. & B. H. L., (1985). Soil Bed System for Control of Rendering Plant Odors. *Journal of Air Pollution Control Association*, pp. 1332-1338.
- Purwono, Hadiwidodo, M. & Rezagama, A., (2016). Penerapan Teknologi Biodrying Dalam Pengolahan Sampah High Water Content Menuju Zero Leachate. *Presipitasi*, pp. 75-80.
- Rada, E. C., Ragazzi, M., Panaitescu, V., & Apostol, T. (2005). *BIO-DRYING OR BIO-STABILIZATION PROCESS ?* 67(4).
- Ragazzi, M., Rada, E. C., & Antolini, D. (2011). Material and energy recovery in integrated waste management systems: An innovative approach for the characterization of the gaseous emissions from residual MSW bio-drying. *Waste Management*, 31(9–10), 2085–2091. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.02.024>.
- Ralebitso-Senior, T. K., Senior, E., Di Felice, R. & Jarvis, K., (2012). Waste gas biofiltration: advances and limitations of current approaches in microbiology.. *Environmental science & technology*, 46(16), pp. 8542-8573..
- Republik Indonesia. (2025). *Peraturan Presiden Nomor 109 Tahun tentang tentang Penanganan Sampah Perkotaan Melalui Pengolahan Sampah Menjadi Energi Terbarukan Berbasis Teknologi Ramah Lingkungan*. 255589.
- Rene, E. R., Murthy, D. V. S. & Swaminathan, T., (2013). Compost biofiltration: an effective biological treatment system for treating volatile organic compounds from waste gas emissions. *International Journal of Environmental Engineering*, pp. 339-350.
- Roe, S. M., Spivey, M. D., Lindquist, H. C. & Thesing, K. B., (2004). *Estimating ammonia emissions from anthropogenic nonagricultural sources-Draft final report.*, s.l.: US Environmental Protection Agency..
- Rolewicz-Kalińska, A., Lelicińska-Serafin, K. & Manczarski, P., (2021). Volatile organic compounds, ammonia and hydrogen sulphide removal using a two-stage membrane biofiltration process.. *Chemical Engineering Research and Design*, Volume 165, pp. 69-80.

- Sadaka, S., Vandevender, K., Costello, T. & Sharara, M., (2010). Partial Composting for Biodrying Organic Materials.
- Sakawi, Z., Ismail, L., Abdullah, N. K., Mastura, S. A. S., & Jaafar, O. (2013). *The Influence of Distance and Atmospheric Elements on the Concentration of Odour from Refuse Derived Fuel (RDF) Operations Earth Observation Centre , School of Social , Development and Environmental Studies , Institute of Climate Change , Universiti Keb.* 6(14), 2630–2633. <https://doi.org/10.19026/rjaset.6.3750>.
- Santosa, S. & S. S., (2014). Peningkatan Nilai Kalor Produk pada Produk Proses. *The Indonesian Green Technology Journal*, 3(1), pp. 29-38.
- Sari, C. F., Salsabila, L., Lodan, K. T., & Dompok, T. (2024). Challenges of Waste Growth through Collaborative City Governance in Batam City. *Dialogue : Jurnal Ilmu Administrasi Publik*, 6(2), 761–773. <https://doi.org/10.14710/dialogue.v6i2.23809>
- Schmidt, D., Janni, K. & Nicolai, R., (2004). Biofilter Design Information. *Biosystems and Agricultural Engineering Update*.
- Schwalb, M., Rosevear, C., Chin, R. & Barrington, S., (2011). Food waste treatment in a community center. *Waste Management*, 31(7), p. 1570–1575. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.02.006>.
- Schnelle Jr, K. B., & Brown, C. A. (2002). *AIR POLLUTION CONTROL TECHNOLOGY HANDBOOK*.
- Sholehatin, A., & Lituhayu, D. (2025). EVALUASI KEBIJAKAN PENGELOLAAN SAMPAH DI KOTA SEMARANG. *Journal of Public Policy and Management Review*.
- Showqi, I., Lone, F. A., Ashraf, M. & Mehmood, M. A., (2016). Biofilters in Mitigation of Odour Pollution-A Review.. *Nature Environment & Pollution Technology*, 15(4).
- Situ, R., Brown, R., Wang, H. & Surawski, N., (2012). *Exit humidity of wet scrubbers for underground coal mines*. Australia, Australasian Fluid Mechanics Society..
- Sugni, M., Calcaterra, E., & Adani, F. (2005). Biostabilization-biodrying of

- municipal solid waste by inverting air-flow. *Bioresource Technology*, 96(12), 1331–1337. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.11.016>
- Taufiqurohim, T., Krista, G. M., Sajida, G. N., Sari, H. K., Ferawati, F., & Kunci, K. (2025). *Studi Potensi Pengolahan Sampah Anorganik Menjadi Refuse Derived Fuel (RDF)*. 1–6.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. A. (1993). *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues* (1st ed.). McGraw-Hill.
- Tom, A. P., Pawels, R., & Haridas, A. (2016). Biodrying process: A sustainable technology for treatment of municipal solid waste with high moisture content. *Waste Management*, 49, 64–72. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.01.004>
- Tsai, C., Chen, M., Ye, A., Chou, M., Shen, S., & Mao, I. (2008). The relationship of odor concentration and the critical components emitted from food waste composting plants. *Atmospheric Environment*, 42(35), 8246–8251. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.07.055>.
- UN-Habitat, (2018). *Waste Wise Cities Tool – Step by Step Guide to Assess a City’s Municipal Solid Waste Management Performance through SDG Indicator 11.6.1 Monitoring*. s.l.:s.n.
- Utami, T. s., (2011). Pengembangan biofilter sebagai alternatif pereduksi emisi nitrogen oksida melalui pemanfaatan kompos sebagai medium filter. *Disertasi*.
- Velis, C. A., Longhurst, P. J., Drew, G. H., Smith, R., & Pollard, S. J. T. (2009). *Bioresource Technology Biodrying for mechanical – biological treatment of wastes : A review of process science and engineering*. 100, 2747–2761. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.12.026>.
- Wang, H. X. X. N. X. & Z. J., (2024). A comparison of the performance of bacterial biofilters and fungal–bacterial coupled biofilters in BTEp-X removal.. *PeerJ*, Volume 12.
- Wardhana, W., (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi Offset.

- Water Blog, (2019). *Water Blog*. [Online]
[Accessed 10 January 2026].
- Whitman, W. K. L. & W. G., (1924). Principles of Gas Absorption. *Absorption Symposium*, Desember.
- Wu, X., Lin, Y., Wang, Y. & Wu, S., (2023). Volatile organic compound removal via biofiltration: influences, challenges, and strategies.. *Chemical Engineering Journals*, Volume 471, p. 144420.
- Yani, M., Ismayana, A., Nurcahyani, P. R. & Pahlevi, D., (2012). Penghilangan bau amoniak dari tempat penumpukan leum pada industri karet remah dengan menggunakan teknik biofilter.. *Ilmu Pertanian Indonesia*, pp. 58-64.
- Yenigün, O., & Demirel, B. (2013). Ammonia inhibition in anaerobic digestion: A review. *Process Biochemistry*, 48(5–6), 901–911.
<https://doi.org/10.1016/j.procbio.2013.04.012>
- Yeo, U., Decano-valentin, C., Ha, T., & Lee, I. (2020). *Impact Analysis of Environmental Conditions on Odour Dispersion Emitted from Pig House with Complex Terrain Using CFD*. 1–27.
- Yuan, J., Li, Y., Zhang, H., Zhang, D., Chadwick, D., Li, G., Wang, G., Chi, M., & Yang, F. (2018). Effects of adding bulking agents on the biodrying of kitchen waste and the odor emissions produced. *Journal of Environmental Sciences (China)*, 67, 344–355. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2017.08.014>
- Yuan, J., Zhang, D., Li, Y., Li, J., Luo, W., Zhang, H., Wang, G., & Li, G. (2018). Effects of the aeration pattern, aeration rate, and turning frequency on municipal solid waste biodrying performance. *Journal of Environmental Management*, 218, 416–424. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.04.089>
- Yuwono, A. S. (2016). Kuantifikasi Bau dan Polusi Bau di Indonesia (Odour Quantification and Odour Pollution in Indonesia). *Coating, June*, 1–24.
- Zarook, S. & A. S., 2005. *Biotechnology for Odor and Air Pollution Control*. Berlin: Springer Science & Business Media..
- Zawadzka, A., Krzystek, L., & Ledakowicz, S. (2009). Autothermal biodrying of municipal solid waste with high moisture content. *Chemical Papers*, 64(2),

265–268. <https://doi.org/10.2478/s11696-009-0118-3>

Zawadzka, A., Krzystek, L., Stolarek, P., & Ledakowicz, S. (2010). Biodrying of organic fraction of municipal solid wastes. *Drying Technology*, 28(10), 1220–1226. <https://doi.org/10.1080/07373937.2010.483034>

Zhang, D., He, P., Shao, L., Jin, T., & Han, J. (2008). Biodrying of municipal solid waste with high water content by combined hydrolytic-aerobic technology. *Journal of Environmental Sciences*, 20(12), 1534–1540. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(08\)62562-0](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(08)62562-0).

Zhang, H., Ma, L., Li, Y. & Yan, S., 2024. Control of nitrogen and odor emissions during chicken manure composting with a carbon-based microbial inoculant and a biotrickling filter.. *Journal of Environmental Management*, Volume 357, p. 120636.

