



Bakteri yang berperan dalam proses pembentukan gas metana di dalam tumpukan sampah organik: Kajian pustaka

AGISNI SETIAWATI¹, LUTFIA OKTAVIANI¹, SULASTRI PUTRI IMANI¹, HERTIEN KOOSBANDIAH SURTIKANTI^{1*} , DIDIK PRIYANDOKO¹

¹ Universitas Pendidikan Indonesia

*Correspondence: hertien_surtikanti@yahoo.com

Received Date: January 5, 2024

Accepted Date: January 31, 2024

ABSTRACT

Methane gas is a gas that occurs naturally on earth and is formed in piles of rubbish due to the large number of bacteria that nest in it. This article aims to discuss the formation of methane gas originating from piles of organic waste. The type of research method in this article uses a comparative method of journals and articles from within the country and abroad. Based on the results of the study, it was found that there is methane gas formed from piles of organic waste that undergoes an anaerobic decomposition process and there are several bacteria that play a role in the process of forming methane gas, such as *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Streptomyces* and *Streptococcus* which is the most dominant bacteria in organic waste.

KEYWORDS: bacteria; garbage; impact of methane gas; methane gas

ABSTRAK

Gas metana adalah sebuah gas yang terjadi secara alami di bumi serta terbentuk di dalam tumpukan sampah dikarenakan banyaknya bakteri yang bersarang di dalamnya. Artikel ini bertujuan untuk membahas pembentukan gas metana yang berasal dari tumpukan sampah organik. Jenis metode penelitian dalam artikel ini menggunakan metode komparatif jurnal dan artikel dari dalam negeri maupun luar negeri. Berdasarkan hasil kajian, didapatkan hasil bahwa terdapat gas metana yang terbentuk dari tumpukan sampah organik yang mengalami proses pembusukan secara anaerob serta terdapat beberapa bakteri yang berperan dalam proses pembentukan gas metana, seperti *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Streptomyces* dan *Streptococcus* yang menjadi bakteri paling dominan pada sampah organik

KATAKUNCI: bakteri; dampak gas metana; gas metana; sampah

1. Pendahuluan

Pembahasan mengenai sampah akan terus dihadapi oleh pemerintah dan masyarakat. Pertambahan jumlah penduduk yang diikuti dengan peningkatan taraf hidup masyarakat perkotaan telah meningkatkan jumlah timbunan sampah serta mengubah komposisi dan karakteristiknya. Kondisi tersebut akan memperberat beban penanganan sampah karena menyebabkan pencemaran lingkungan apabila tidak dilakukan pengelolaan sampah yang baik. Umumnya lokasi pembuangan akhir bersifat terpusat sehingga akan terdapat banyak sampah pada suatu tempat pembuangan akhir (TPA).

Cite This Article:

Setiawati, A., Oktaviani, L., Imani, S. P., Surtikanti, H. K., & Priyandoko, D. (2024). Bakteri yang berperan dalam proses pembentukan gas metana di dalam tumpukan sampah organik: Kajian pustaka. *Bioculture Journal*, 1(2), 59-67. <https://doi.org/10.61511/bioculture.v1i2.2024.370>

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Penuhnya kapasitas tempat pembuangan akhir sampah di sejumlah daerah menjadi penanda bahwa pengelolaan sampah di Indonesia berada dalam titik kritis. Hal ini diperparah dengan banyaknya timbunan sampah tanpa pengelolaan yang optimal sehingga menyebabkan permasalahan lingkungan, kebersihan dan kesehatan. Sampah yang dibuang pada TPA di Indonesia kebanyakan langsung dibuang di tanah tanpa adanya pelapisan sehingga yang terdapat di sampah dapat mengganggu kesuburan tanah karena adanya sampah yang mengandung Bahan Buangan Berbahaya (B3) hal ini dapat memicu pencemaran lingkungan (Nurul, 2016).

Biasanya tempat pembuangan sampah yang tidak dikelola dengan baik selain menurunkan estetika lingkungan pada tempat tersebut juga merupakan sumber hama penyakit dan menimbulkan bau yang tidak sedap serta kondisinya tidak segar akibat udara yang dikeluarkan oleh sampah-sampah yang membusuk yang sudah lama ditimbun pada lokasi tersebut. Penumpukan sampah tersebut akan menghasilkan gas metana yang terbentuk dari sampah organik. Hal tersebut dibuktikan dengan adanya salah satu peristiwa kebakaran di TPA Sarimukti, Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat yang terjadi pada tanggal 19 Agustus 2023. Kebakaran tersebut disebabkan karena adanya gas metan dari tumpukan sampah. Jauh sebelum itu, tepatnya 15 tahun yang lalu di TPA Leuwigajah, Bandung terjadi ledakan yang dihasilkan oleh gas metana yang berasal dari tumpukan sampah organik yang bereaksi dengan udara.

Penelitian ini dilakukan berdasarkan atas rasa keingintahuan penulis mengenai proses pembentukan gas metana di dalam tumpukan sampah, khususnya sampah organik, serta bakteri apa saja yang ikut berperan dalam proses pembentukan gas tersebut.

2. Metode

Pembuatan artikel ini dibuat dengan metode komparatif jurnal dan artikel dari dalam negeri maupun luar negeri. Kriteria jurnal maupun artikel mengenai pembentukan gas metana di dalam tumpukan sampah. Data yang digunakan merupakan data sekunder yaitu sumber data yang tidak diperoleh secara langsung oleh pengumpul data, namun melalui pihak lain atau dokumen (Sugiyono, 2018). Tahapan yang dilakukan dalam pengumpulan data melalui kajian literatur diantaranya mencari artikel yang berkaitan dengan topik utama menggunakan kata kunci "bakteri", "sampah organik" dan "gas metana", serta mengelompokkan artikel berdasarkan keterkaitannya atau data yang saling berhubungan.

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Proses pembentukan gas metana

Sampah yang dibuang ke TPA terdiri atas komponen sampah organik dan anorganik. Metana diproduksi di dalam tanah sebagai hasil akhir dari dekomposisi bahan organik secara anaerob. Emisi metana dari tanah terutama berasal dari lahan basah alami, tempat pembuangan sampah akhir, dan padi sawah diperkirakan mewakili setengah dari emisi metana global (Santiabudi, 2010).

Secara umum, reaksi pembentukan gas metana ada 3 tahap, yaitu tahap hidrolisis merupakan penguraian bahan organik kompleks yang mudah larut (karbohidrat, protein, dan lemak) menjadi senyawa yang lebih sederhana. Tahap pengasaman (asidifikasi) adalah tahap dimana senyawa sederhana yang diproses dari tahap hidrolisis menjadi senyawa asam, seperti asam asetat, asam propionate, asam butirat, dan asam laktat dan produk sampingan berupa alkohol, CO₂, hydrogen, dan amonia. Tahap terakhir adalah metanogenesis yang memproses hasil senyawa asam menjadi metan (CH₄) karbondioksida (CO₂) dan air (H₂O) dengan bantuan bakteri metanogen (Khoirusyi, 2020).

3.2 Jenis bakteri pada sampah

Berbagai bakteri terdapat pada jenis sampah, baik sampah organik maupun sampah anorganik. Bakteri yang ditemukan pada sampah organik yaitu bakteri dengan *genus* *Enterobacter*, *Streptococcus*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Streptomyces*, dan *Neisseria* (Sayuti, dkk, 2016).

Berdasarkan kajian, bakteri dengan *genus* *Streptococcus* lebih dominan dan banyak dijumpai pada jenis sampah organik karena pertumbuhannya lebih cepat dan dalam jumlah yang tinggi.

Ateng Supriyatna (2013) menyatakan bahwa *Streptococcus* banyak dijumpai pada sampah organik dan tersebar di semua tipe habitat, sedangkan bakteri yang ditemukan pada sampah anorganik yaitu bakteri dengan *genus* *Proteobacteria*, *Cyanobacteria*, *Actinobacteria*, *Chlorobi*, *Bacteroidetes*, *Firmicutes*, *Chloroflexi*, *Thaumarchaeuta* dan *Gemmattimonadetes*. Bakteri tersebut ditemukan pada sampah plastik.

Berdasarkan hasil kajian dari berbagai artikel, didapatkan 10 *genus* bakteri yang terdapat di dalam sampah organik. *Genus-genus* bakteri tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Genus* bakteri pada sampah organik

Genus	Kebutuhan O ₂	Penghasil Gas Metana	
		Ya	Tidak
<i>Streptococcus</i>	Anaerob	v	
	Anaerob		
<i>Escherichia</i>	fakultatif		v
<i>Neisseria</i>	Aerob		v
<i>Bacillus</i>	Aerob fakultatif		v
	Anaerob		
<i>Streptomyces</i>	fakultatif		v
<i>Halobacterium</i>	Aerob		v
<i>Proteus</i>	Aerob fakultatif		v
<i>Enterobacter</i>	Anaerob	v	
<i>Pseudomonas</i>	Aerob		v
	Anaerob		
<i>Klebsiella</i>	fakultatif		v

3.2.1 Bakteri *genus* *streptococcus*

Bakteri pada *genus* *Streptococcus* memiliki karakteristik koloni yang berbentuk bulat dan berwarna putih sampai putih kekuningan, sel bakteri berbentuk coccus dengan gram positif yang mampu memfermentasikan sukrosa dan laktosa serta menggunakan sitrat sebagai sumber karbon. Bakteri pada *genus* ini menghasilkan gas metana karena sifatnya yang anaerob. Klasifikasi bakteri *Streptococcus* yaitu Divisi Firmicutes, Classis Bacili, Ordo Lactobaciales, Familia Streptococcaceae, *Genus* *Streptococcus* (Robert S. Breed et al, 1957).

3.2.2 Bakteri *genus* *escherichia*

Bakteri pada *genus* *Escherichia* memiliki koloni berbentuk coccus dan basil dengan tepian bergerigi dan berkarang, berwarna putih hingga putih kekuningan, sel bakteri bersifat gram negatif. Jenis bakteri pada *genus* ini tidak menghasilkan gas metana karena sifatnya yang anaerob fakultatif, yang dimana bakteri ini dapat tumbuh dengan ada atau tidaknya oksigen. Bakteri pada *genus* ini tidak menghasilkan spora. Populasi *Escherichia* di lingkungan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar yang mempengaruhi kelangsungan hidup jangka panjang mereka. Klasifikasi bakteri *Escherichia* yaitu Divisi Proteobacteria, Classis Gammaproteobacteria, Ordo Enterobacteriales, Familia Enterobacteriaceae, *Genus* *Escherichia* (Robert S. Breed et al, 1957).

3.2.3 Bakteri *genus* *neisseria*

Bakteri pada genus *Neisseria* memiliki karakteristik koloni berbentuk bulat, tepian koloni berkarang, koloni berwarna putih, bakteri gram negatif dengan bentuk selnya coccus, mampu memfermentasikan laktosa dan sukrosa. Bakteri pada genus ini tidak ikut berperan dalam menghasilkan gas metana karena sifatnya yang aerob. Klasifikasi bakteri *Neisseria* adalah Filum Proteobacteria, Classis Betaproteobacteria, Ordo Neisseriales, Familia Neisseriaceae, Genus *Neisseria* (Robert S. Breed et al, 1957).

3.2.4 Bakteri Genus *Bacillus*

Bakteri pada genus *Bacillus* memiliki karakteristik berbentuk bulat dengan tepian rata dan berkarang, berwarna putih, sel bakteri bersifat gram positif serta mampu memfermentasikan sukrosa. Bakteri pada genus ini tidak berperan dalam menghasilkan gas metana karena sifatnya yang aerob fakultatif. Klasifikasi bakteri *Bacillus* yaitu Divisi Bacteria, Classis Schizomycetes, Ordo Eubacteriales, Familia Bacillaceae, Genus *Bacillus* (Robert S. Breed et al, 1957).

3.2.5 Bakteri Genus *Streptomyces*

Bakteri pada genus *Streptomyces* memiliki karakteristik koloni berbentuk bulat kecil hingga bulat memanjang dengan tepian bergerigi, koloni berwarna putih, sel bakteri berbentuk coccus dengan gram negatif yang bersifat anaerob fakultatif, mampu memfermentasikan laktosa dan sukrosa serta tidak menghasilkan gas dan H₂S dalam metabolismenya. Klasifikasi bakteri *Streptomyces* yaitu Divisi Actinobacteria, Classis Actinocetes, Ordo Actinomycetales, Familia Streptomycetaceae, Genus *Streptomyces* (Robert S. Breed et al, 1957).

3.2.6 Bakteri Genus *Halobacterium*

Bakteri pada genus *Halobacterium* memiliki karakteristik koloni berbentuk bulat bergelombang, tepian bergerigi, warna koloni putih, sel bakteri berbentuk basil atau batang yang bersifat gram negatif, tidak mampu memfermentasikan laktosa dan sukrosa serta tidak menghasilkan gas dan H₂S dalam metabolismenya. Klasifikasi bakteri *Halobacterium* yaitu Divisi Euryarchaeota, Classis Halobacteria, Ordo Halobacteriales, Familia Halobacteriaceae, Genus *Halobacterium* (Robert S. Breed et al, 1957).

3.2.7 Bakteri Genus *Proteus*

Bakteri pada genus *Proteus* memiliki karakteristik koloni berbentuk bulat dengan tepian rata dan warna koloni putih sampai putih kekuningan, sel bakteri berbentuk coccus dan basil yang merupakan bakteri gram negatif serta mampu memfermentasikan laktosa. Bakteri pada genus ini tidak ikut berperan dalam menghasilkan gas metana karena sifatnya yang aerob fakultatif. Klasifikasi bakteri *Proteus* yaitu Divisi Filum Proteobacteria, Classis Gammaproteobacteria, Ordo Enterobacteriales, Familia Enterobacteriaceae, Genus *Proteus* (Robert S. Breed et al, 1957).

3.2.8 Bakteri Genus *Enterobacter*

Bakteri pada genus *Enterobacter* memiliki karakteristik koloni berbentuk bulat dengan tepian rata, berwarna putih dengan permukaan rata dan tebal, sel bakteri berbentuk batang gram negatif, mampu memfermentasikan laktosa dan sukrosa serta berperan dalam pembentukan gas metana. Namun peranannya dalam pembentukan gas metana hanya sedikit jika dibandingkan dengan bakteri pada genus *Streptococcus*. Klasifikasi bakteri *Enterobacter* yaitu Divisi Schizophyta, Classis Schizomycetes, Ordo Eubacteriales, Familia Enterobacteriaceae, Genus *Enterobacter* (Robert S. Breed et al, 1957).

3.2.9 Bakteri Genus *Pseudomonas*

Bakteri pada genus *Pseudomonas* memiliki karakteristik sel berbentuk batang, pada pewarnaan gram menunjukkan warna merah (gram negatif), tidak menghasilkan gas pada fermentasi karbohidrat dan bersifat aerob. Klasifikasi bakteri *Pseudomonas* yaitu Divisi Schizophyta, Classis Schizomycetes, Ordo Pseudomonadales, Familia Pseudomonadaceae, Genus *Pseudomonas* (Robert S. Breed et al, 1957).

3.2.10 Bakteri Genus *Klebsiella*

Bakteri ini memiliki karakteristik koloni berbentuk bulat dengan tepian rata, koloni berwarna putih dengan permukaan rata dan tipis, sel bakteri berbentuk gram negatif. Pada bakteri genus *Klebsiella* tidak ikut berperan dalam pembentukan gas metana. Klasifikasi bakteri *Klebsiella* yaitu Divisi Schizophyta, Classis Schizomycetes, Ordo Eubacteriales, Familia Enterobacteriaceae, Genus *Klebsiella* (Robert S. Breed et al, 1957).

3.3 Media Terbaik Bakteri dalam Menghasilkan Gas Metana

Berdasarkan studi literatur, didapatkan bahwa media terbaik yang digunakan bakteri untuk menghasilkan gas metana (CH₄) yaitu sampah organik. Timbunan sampah organik akan mengalami proses penguraian/pembusukan secara anaerob sehingga akan terbentuk gas metana (CH₄). Pembebasan gas metana (CH₄) secara alami dari proses pembusukan sampah organik kemudian lepas ke atmosfer tanpa terkendali sehingga menyebabkan menipisnya lapisan ozon sehingga jika suhu di bumi meningkat maka hal ini yang disebut dengan pemanasan global (Linarsih dan Sarto, 2018). Berdasarkan hasil kajian, didapatkan data mengenai estimasi emisi CH₄ Kota Bandung tahun 2018 sampai 2025. Estimasi emisi CH₄ di Kota Bandung dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Estimasi Emisi CH₄ Kota Bandung tahun 2018 sampai 2025

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Timbunan Sampah		CH ₄ (Ton/Tahun)
		Ton/Hari	Gg/Tahun	
2018	2.510.454	1531,38	558,95	2655,02
	2.520.496	1537,50	561,19	2665,64
2019				
2020	2.530.578	1543,65	563,43	2676,31
2021	2.540.700	1549,83	565,69	2687,01
2022	2.550.863	1556,03	567,95	2697,76
2023	2.561.066	1562,25	570,22	2708,55
2024	2.571.310	1568,50	572,50	2719,39
2025	2.581.596	1574,77	574,79	2730,26

Pada tabel diatas menjelaskan prediksi estimasi gas metana sampai tahun 2025. Namun hasil nilai estimasi tersebut belum menunjukkan hasil yang sebenarnya karena diperlukan penelitian secara langsung serta masih memerlukan data-data yang lebih lengkap lagi.

3.4 Pencegahan Sampah Agar Tidak Menghasilkan Gas Metana

Gas metana terbentuk dari tumpukan sampah yang mengalami proses pembusukan secara anaerob. Pencegahan yang perlu dilakukan adalah dengan melakukan pengolahan sampah. Pengolahan sampah dapat dimulai dari memilah

atau memisahkan sampah organik dan sampah anorganik. Selain itu, dapat menerapkan prinsip 3R (*Recycle, Reduce, Reuse*) terutama untuk sampah plastik. Prinsip 3R tersebut dapat meminimalisir terjadinya penumpukan sampah sehingga mencegah terbentuknya gas metana. Salah satu cara mengelola dan mengurangi jumlah sampah organik adalah dengan pengomposan.

Pengomposan (*composting*) adalah suatu cara pengolahan sampah organik dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme untuk mengubah sampah menjadi pupuk kompos, sedangkan untuk sampah anorganik dapat dilakukan dengan prinsip 3R (*Recycle, Reduce, Reuse*) (Hadnyanawati, 2003)

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian, dapat disimpulkan bahwa pembentukan gas metana terbagi menjadi 3 tahap yaitu tahap hidrolisis, tahap pengasaman, dan tahap metanogenesis. Pada sampah organik, bakteri pada genus *Streptococcus* menjadi yang paling dominan dalam menghasilkan gas metana dibandingkan dengan bakteri pada genus *Enterobacter*. Kedua bakteri pada genus tersebut bersifat anaerok

Ucapan Terima Kasih

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT atas karuniaNya penulis dapat menulis kajian teori dengan lancar dan mengucapkan terima kasih untuk pihak-pihak berikut: Orang tua dan keluarga yang mendukung dalam bentuk doa serta dukungan; Prof Hertien sebagai dosen pembimbing yang membantu dalam penulisan; Pak Didik sebagai dosen pengampu mata kuliah Metodologi Penelitian yang telah membimbing dalam perkuliahan; dan teman-teman Biologi C angkatan 2022 yang namanya tidak bisa disebutkan satu per satu. Terima kasih sudah meluangkan waktu untuk berdiskusi serta memotivasi penulis agar artikel dapat selesai.

Kontribusi Penulis

Konseptualisasi, A.G., L.O. dan S.P.I.; Metodologi A.G., L.O. dan S.P.I.; Perangkat Lunak, A.G., L.O. dan S.P.I.; Penulisan - Persiapan Draf Awal, A.G., L.O. dan S.P.I.; Penulisan - Penelaahan dan Penyuntingan, A.G., L.O. dan S.P.I.; Pembimbing H.S.K., dan D.P.

Pendanaan:

Penelitian ini tidak menerima data eksternal

Pernyataan Dewan Kaji Etik:

Kajian etik tidak berlaku

Pernyataan Persetujuan Atas Dasar Informasi:

Persetujuan tertulis telah diperoleh dari partisipan untuk mempublikasikan makalah ini

Pernyataan Ketersediaan Data:

Data tersedia berdasarkan permintaan

Konflik Kepentingan:

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan

Daftar Pustaka

- Abandon Facilities*. USEPA: Washington, AS.
https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=NRMRL&direntryid=137824
- Breed, R.S., Murray, E.G.D. and Smith, N.R. (1957) *Bergey's Manual Determinative Bacteriology*. 7th Edition, The Williams & Wilkins Company, Baltimore.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jps.3030470235>
- Febijanto, I. (2018). Optimalisasi Pemanfaatan Gas Metana: Sebagai Sumber Energi di Pabrik Kelapa Sawit sebagai Antisipasi Harga Jual Listrik Berdasarkan Biaya Pokok Penyediaan (BPP) Pembangunan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 49-60.
<https://doi.org/10.29122/jtl.v19i1.2071>
- Hadnyanawati, H. (2003). Pengolahan sampah. *Universitas Jember. Jember*.
- Indarto, A. M. (2007). Pengaruh kematangan sampah terhadap produksi gas metana (CH₄) di TPA Putri Cempo Mojosoongo. *Surakarta: Universita Sebelas Maret*.
<https://core.ac.uk/download/pdf/12348555.pdf>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Pusat Sarana Pengendalian Dampak Lingkungan (PUSARPEDAL). (2011). *Studi Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari Sumber Limbah*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
<http://perpustakaan.menlhk.go.id/pustaka/home/index.php?page=ebook&code=plh&pages=197>
- Khamid, M. A., & Mulasari, S. A. (2012). Identifikasi bakteri aerob pada lindi hasil sampah dapur di dusun Sukunan Yogyakarta. *Kes Mas: Jurnal Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Ahmad Daulan*, 6(1), 24977.
<https://www.academia.edu/download/68548695/8deedefe28e61028207a428b24526ae0cfdb.pdf>
- Khoirusyi, Y. (2020). *Potensi Produksi Gas Metana (CH₄) dari Kegiatan Landfilling di TPA Lempeni, Kabupaten Lumajang dengan Pemodelan Landgem*. (Skripsi Sarjana, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya).
- Kustiasih, T., Setyawati, L. M., Anggraeni, F., Darwati, S., & Aryenti, A. (2014). Faktor Penentu Emisi Gas Rumah Kaca dalam Pengelolaan Sampah Perkotaan. *Jurnal Permukiman*, 9(2), 78-90. <https://doi.org/10.31815/jp.2014.9.78-90>
- Makmun, L., & Sarto, S. (2017). Emisi gas metana dan karbon dioksida pada proses pengolahan limbah cair kelapa sawit. *Berita Kedokteran Masyarakat*, 34(3), 107-114.
<https://doi.org/10.22146/bkm.28299>
- Muharja, M., Darmayanti, R. F., Putri, D. K. Y., & Rahmawati, A. (2023). Pemanfaatan Sampah Organik untuk Produksi Biogas di Lembaga Pemasarakatan Klas II A Jember dengan Melibatkan Narapidana. *Sewagati*, 7(1), 98-105.
<https://doi.org/10.12962/j26139960.v7i1.443>
- Nurul, K. (2016). *Pendugaan Akumulasi Gas Metana di TPA Taman Krocok Kabupaten Bondowoso dengan Metode Self Potential*. Universitas Jember: Jember.
- Penghitungan emisi gas rumah kaca (GRK) dari sektor sampah perkotaan di Indonesia. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 10(1), 1-8.
<https://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JTL/article/download/1497/1291>
- Purba, D., Warouw, V., Rompas, R. M., Sumilat, D. A., Kreckhoff, R. L., & Ginting, E. L. (2020). Analisis komunitas bakteri pada sampah plastik. *Jurnal Ilmiah Platax*, 8(2), 188-195.
<https://www.no-trashtriangle.org/s/Dhebbypurba-paper.pdf>
- Purwanta, W. (2009). PURYANTININGSIH, R. A. (2009). *ISOLASI STREPTOMYCES DARI RIZOSFER FAMILIA POACEAE YANG BERPOTENSI MENGHASILKAN ANTIBIOTIK TERHADAP Escherichia coli* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).

- Riskawati, R. (2016). Isolasi dan karakterisasi bakteri patogen pada tanah di lingkungan tempat pembuangan akhir sampah (TPAS) kota Makassar. *Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*.
- Santiabudi, F. (2011). Kuantifikasi emisi metana dari TPA Galuga Cibungbulang Bogor Jawa Barat. *Jurnal Purifikasi*, 12(3), 45-58. <https://doi.org/10.12962/j25983806.v12.i3.76>
- Sayuti, I., & Yustina, N. H. (2016). Dentifikasi Bakteri Pada Sampah Organik Pasar Kota Pekanbaru Dan Potensinya Sebagai Rancangan Lembar Kerja Siswa (Lks) Biologi SMA. *Jurnal Biogenesis*, 13(1), 51-60. <http://dx.doi.org/10.31258/biogenesis.13.1.51-60>
- Sugiyono. (2018). *Metode penelitian kuantitatif*. Bandung : Alfabeta.
- Supriatna, A., Rohimah, I., Suryani, Y., & Sa'adah, S. (2012). Isolation and identification of cellulolytic bacteria from Waste organic vegetables and fruits for role in making Materials biogas. *Istek*. <https://digilib.uinsgd.ac.id/31051/>
- Susanti, I., & Cahyono, W. E. (2017). Karakteristik Konsentrasi CH₄ (metana) di Beberapa Kota Besar dan Kota Kecil di Indonesia. *Majalah Ilmiah Globe*, 19(2), 167-174. <https://www.academia.edu/download/82007355/456.pdf>
- Thampan, A., & Chandel, M. K. (2015). Bioreactor landfill technology. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 4(6), 256-260. <https://www.academia.edu/download/80563645/SUB155139.pdf>
- USEPA. (2005). *Guidance for Evaluating Landfill Gas Emissions from Closed or*
- Wahyono, S. (2015). Studi Potensi dan Kualitas Gas dari Tempat Pemrosesan Akhir Sampah Kota Probolinggo. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 16(1), 15-20. <https://doi.org/10.29122/jtl.v16i1.1608>
- Yechiel, A., & Shevah, Y. (2016). Optimization of energy generation using landfill biogas. *Journal of Energy Storage*, 7, 93-98. <https://doi.org/10.1016/j.est.2016.05.002>
- Zamorano, M., Perez, J. I. P., Paves, I. A., & Ridao, A. R. (2007). Study of the energy potential of the biogas produced by an urban waste landfill in Southern Spain. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(5), 909-922. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2005.05.007>

Biografi Penulis

AGISNI SETIAWATI, mahasiswa Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia.

- Email: agisnisetiawati@upi.edu
- ORCID: -
- Web of Science ResearcherID: -
- Scopus Author ID: -
- Homepage: -

LUTFIA OKTAVIANI, mahasiswa Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia.

- Email: lutfiaoktaviani@upi.edu
- ORCID: -
- Web of Science ResearcherID: -
- Scopus Author ID: -
- Homepage: -

SULASTRI PUTRI IMANI, mahasiswa Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

- Email: sulastriputri@upi.edu
- ORCID: -
- Web of Science ResearcherID:-
- Scopus Author ID: -
- Homepage: -

HERTIEN KOOSBANDIAH SURTIKANTI, dosen Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia.

- Email: hetien_surtikanti@yahoo.com
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2743-2578>
- Web of Science ResearcherID:-
- Scopus Author ID:
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57194536681>
- Homepage: <https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/5995733>

DIDIK PRIYANDOKO, dosen Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

- Email: didikpriyandoko@gmail.com
- ORCID: -
- Web of Science ResearcherID:-
- Scopus Author ID: -
- Homepage: -