



**PREDIKSI GAS METANA, KARBON DIOKSIDA DAN HIDROGEN
SULFIDA DALAM PROSES BIOGAS DARI SAMPAH ORGANIK DI TPA
TALANGAGUNG KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana (S1) Jurusan
Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam
Malang

**OLEH
DINDA PRASISCA WIDYATAMA
NIM: 21701061011**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

2021

ABSTRAK

Dinda Prasisca Widyatama (21701061011) Prediksi Gas Metana, Karbon Dioksida dan Hidrogen Sulfida dalam Proses Biogas dari Sampah Organik di TPA Talangagung Kabupaten Malang.

Dosen Pembimbing 1 : Ir. Saimul Laili, M.Si.

Dosen Pembimbing 2 : Dr. Sama' Iradat Tito, S.Si, M.Si.

Penelitian ini bertujuan menghitung lama TPA Talangagung Kabupaten Malang melakukan *running system* berdasarkan sisa lahan, memprediksi timbunan sampah dan produksi gas metana, karbon dioksida dan hidrogen sulfida yang timbul akibat proses fermentasi anaerob dari TPA Talangagung Kabupaten Malang. Sampah merupakan buangan dari sumber aktivitas manusia atau proses alam yang belum memiliki nilai ekonomi pada aspek lingkungan. Tumpukan sampah semakin menjulang dikarenakan kebutuhan pokok semakin tinggi. Pemanfaatan limbah menjadi biogas yang layak digunakan secara teknis, ekonomis, dan sosial terutama untuk mengatasi masalah energi. Sebagian besar biogas mengandung gas metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2), dan kandungan yang jumlahnya yang sangat kecil seperti hidrogen sulfida (H_2S), nitrogen sulfur, dan amonia (NH_3) serta hidrogen (H_2). Biogas dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari yang ramah lingkungan bagi masyarakat. Penelitian ini menganalisis upaya pencegahan emisi gas rumah kaca melalui pemanfaatan gas metana sebagai biogas. TPA diperkirakan dapat melakukan *running system* sekitar 48-64 tahun kedepan. Untuk mengetahui prediksi timbunan sampah yaitu dengan menggunakan regresi linier dari data tahun 2018-2020, hasil regresi linier diperkirakan 1 tahun kedepan mengalami kenaikan sebesar 6 %. Hasil pengamatan gas pada *landfill* selama 1 bulan yaitu dengan nilai rata-rata 2.793m^3 dan hasil dari LandGEM pada tahun 2021 yang konversikan ke dalam hari yaitu sebesar 2.668m^3 , maka kita dapat memprediksi biogas dengan LandGEM. Prediksi gas metana, karbon dioksida dan hidrogen sulfida dari hasil LandGEM setiap tahunnya mengalami kenaikan terhadap biogas. Di tahun 2022 diperkirakan biogas sebesar $1.115.169\text{m}^3$, tahun 2023 sebesar 1.262275m^3 , tahun 2024 sebesar $1.415.166\text{m}^3$, tahun 2025 sebesar

1.573.617 m³, tahun 2026 sebesar 1.737.410 m³, tahun 2027 sebesar 1.906.335 m³, tahun 2028 sebesar 2.080.191 m³, dan di tahun 2029 sebesar 2.258.784 m³. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi naiknya biogas, tetapi komposisi sampah, volume sampah, iklim, dan musim menjadi sangat penting.

Kata Kunci : Biogas, Emisi Gas Rumah Kaca dan, Sampah



ABSTRACT

Dinda Prasisca Widyatama (21701061011) Prediction of Methane, Carbon Dioxide and Hydrogen Sulfide in the Biogas Process from Organic Waste in TPA Talangagung Malang Regency

Supervisor 1 : Ir. Saimul Laili, M.Si.

Supervisor 2 : Dr. Sama' Iradat Tito, M.Si.

This study aims to calculate the length of time for the TPA Talangagung Malang Regency to run a system based on the remaining land, predict the landfill and the production of methane gas, carbon dioxide and hydrogen sulfide arising from the anaerobic fermentation process from the Talangagung TPA Malang Regency. Garbage is waste from sources of human activity or natural processes that do not yet have economic value in environmental aspects. The pile of garbage is getting taller because the basic needs are getting higher. Utilization of waste into biogas that is technically, economically and socially feasible, especially to overcome energy problems. Most of the biogas contains methane gas (CH₄), carbon dioxide (CO₂), and very small amounts of content such as hydrogen sulfide (H₂S), sulfur nitrogen, and ammonia (NH₃) and hydrogen (H₂). Biogas can be used for daily needs which is environmentally friendly for the community. This study analyzes efforts to prevent greenhouse gas emissions through the use of methane gas as biogas. TPA is estimated to be able to run the system in the next 48-64 years. To find out the prediction of the landfill by using linear regression from 2018-2020 data, the linear regression results are estimated to increase by 6% in the next 1 year. The results of observing gas in landfills for 1 month with an average value of 2,793m³ and the results from LandGEM in 2021 which are converted into days, which is 2,668 m³, then we can predict biogas with LandGEM. Predictions of methane, carbon dioxide and hydrogen sulfide from LandGEM's results each year increase for biogas. In 2022 it is estimated that biogas will be 1,115,169 m³, in 2023 it will be 1,262,275 m³ in 2024 it will be 1,415,166 m³, in 2025 it will be 1,573,617 m³, in 2026 it will be 1,737,410 m³, in 2027 it will be 1,906,335 m³, in 2028 is 2,080,191 m³, and in 2029 it is 2,258,784 m³. Many factors can affect the



increase in biogas, but the composition of waste, volume of waste, climate, and season are very important.

Keywords: *Biogas, Greenhouse Gas Emissions and, Garbage*



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah merupakan buangan dari sumber aktivitas manusia atau proses alam yang belum memiliki nilai ekonomi pada aspek lingkungan. Ada dua jenis sampah yakni, sampah basah dan sampah kering. Sampah basah merupakan sampah yang dapat terurai dengan bantuan mikroorganisme. Sedangkan pada sampah kering merupakan sampah yang tidak dapat terurai dengan bantuan mikroorganisme (Mappiratu, 2011).

Saat ini dunia sedang dilanda pandemi corona virus. Kebutuhan pokok dan jumlah pengangguran terus melonjak. Dengan adanya pandemi ini tumpukan sampah semakin menjulang.

Perkiraan timbunan sampah disebabkan oleh aktifitas penduduk, pengolahan sampah, kepadatan penduduk, musim, iklim, keadaan geografi, teknologi, kebiasaan penduduk, dan tingkat social ekonomi (Departemen Kesehatan RI, 1987). Perkiraan timbunan sampah kota di Indonesia antara 2 – 3 liter/orang/hari dengan densitas 200 – 300 kg/m³ dengan komposisi sampah organik 70- 80% (Damanhuri & Padmi, 2010).

Pengelolaan sampah dapat dibedakan sesuai dengan kemudahannya untuk terurai. Sampah organik dapat diatasi dengan cara *reduce*, *reuse*, *recycle*, dan *recovery*. *Reduce* adalah upaya mengurangi penggunaan sampah. *Reuse* adalah suatu kegiatan menggunakan ulang barang yang dapat dimanfaatkan. *Recycle* adalah pemanfaatan kembali material yang tadinya tidak bermanfaat menjadi bermanfaat. *Recovery* adalah upaya pemanfaatan material yang dapat dimanfaatkan kembali (Sunyoto dkk, 2016).

Pemerintah menyemarakkan energi terbarukan. Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang sangat melimpah. Sumber energi terbarukan merupakan sumber energi yang ramah terhadap lingkungan dan tidak mempengaruhi perubahan iklim dan pemanasan global. Sumber energi yang ramah terhadap lingkungan didapat dari proses alam yang berkelanjutan, misalnya biofuel, geothermal, sinar matahari, air, dan angin (Monice, 2018).

Harga bahan bakar fosil semakin meningkat dan tidak konstannya ketersediaan di pasaran, telah menyebabkan keterbatasan bahan bakar sangat tinggi, sehingga konsekuensinya mencari sumber lain. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan pemanfaatan limbah menjadi biogas yang layak digunakan secara teknis, ekonomis, dan sosial terutama untuk mengatasi masalah energi (Mara, 2012).

Biogas merupakan jenis energi yang dibuat dari banyak jenis bahan buangan dan bahan sisa, seperti kotoran ternak, jerami, sampah, eceng gondok dan bahan lainnya. Sebagian besar biogas mengandung gas metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2), dan kandungan yang jumlahnya yang sangat kecil seperti hidrogen sulfida (H_2S), nitrogen sulfur, dan amonia (NH_3) serta hidrogen (H_2) (Armi, 2017). Biogas dapat dijadikan pengganti sumber energi fosil yang semakin sedikit jumlahnya. Biogas dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-sehari yang ramah lingkungan bagi masyarakat (Felix dkk., 2012).

Proses anaerobik menghasilkan gas metana dan karbon dioksida. Gas tersebut adalah gas rumah kaca yang menyebabkan fenomena menghangatnya bumi, dikarenakan terperangkapnya radiasi sinar matahari pada permukaan bumi (Stern, 2006). Gas metana lebih berbahaya dibandingkan karbon dioksida yang memiliki konsentrasi terbesar di atmosfer. Gas metana memiliki indeks potensi pemanasan global 21 kali lebih besar dari karbon dioksida (Wahyuni, 2013). Meningkatnya emisi gas rumah kaca menyebabkan terjadinya pemanasan global. Pemanasan global sangat berdampak pada kenaikan permukaan air laut dan iklim. Perubahan pada iklim berdampak pada kesehatan seperti demam berdarah dan malaria (Waryono, 2008).

Penggunaan biogas saat ini telah mengalami peningkatan di negara-negara maju. Biogas yang dihasilkan baik dari limbah padat maupun cair atau yang dihasilkan dari sistem pengolahan biologi mekanis pada tempat pengolahan limbah. Dengan adanya produksi biogas didapat salah satu sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan (Saleh, 2016).

Sebagian besar pengolahan sampah di Indonesia menerapkan metode *open dumping* dan *landfill*, namun ada juga yang masih menggunakan metode pembuatan kompos, pemilahan, daur ulang, dan pembakaran (Winahyu dkk, 2013). Pada metode *open dumping* dan *landfill* merupakan metode yang paling sederhana tetapi dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan, dikarenakan terjadinya pencemaran pada air tanah dan udara. Pada metode *open dumping*, sampah hanya dibiarkan begitu saja tanpa perlakuan apapun. Sedangkan pada metode *landfill* sampah diratakan dan dipadatkan dengan alat berat dan dilapisi dengan tanah (Purwanta, 2009).

Gas dari TPA yang dihasilkan oleh mikroba pada limbah *biodegradable* pada kondisi anaerobik (Couth R, 2011 dalam Kalantarrifard & Yang, 2012). Metana dan karbon dioksida merupakan konstituen utama yang memberikan kontribusi pada efek rumah kaca dari gas TPA (Rodica C, 2007 dalam Kalantarifard & Yang, 2012). Emisi metana telah diprediksi dengan LandGEM untuk TPA.

Penelitian ini menganalisis upaya pencegahan emisi gas rumah kaca melalui pemanfaatan gas metana sebagai biogas. Diharapkan penelitian ini untuk dijadikan solusi yang dapat mengurangi emisi gas rumah kaca yang dikontribusikan di TPA Talangagung Kabupaten Malang.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Berapa lama masa layanan TPA Talangagung Kabupaten Malang dapat menampung sampah ?
2. Bagaimana timbunan sampah setelah tahun 2020 yang terdapat di TPA Talangagung Kabupaten Malang ?
3. Berapa volume gas metana, karbon dioksida, dan hidrogen sulfida yang timbul akibat proses fermentasi anaerob dari TPA Talangagung Kabupaten Malang ?

1.3 Tujuan Penelitian

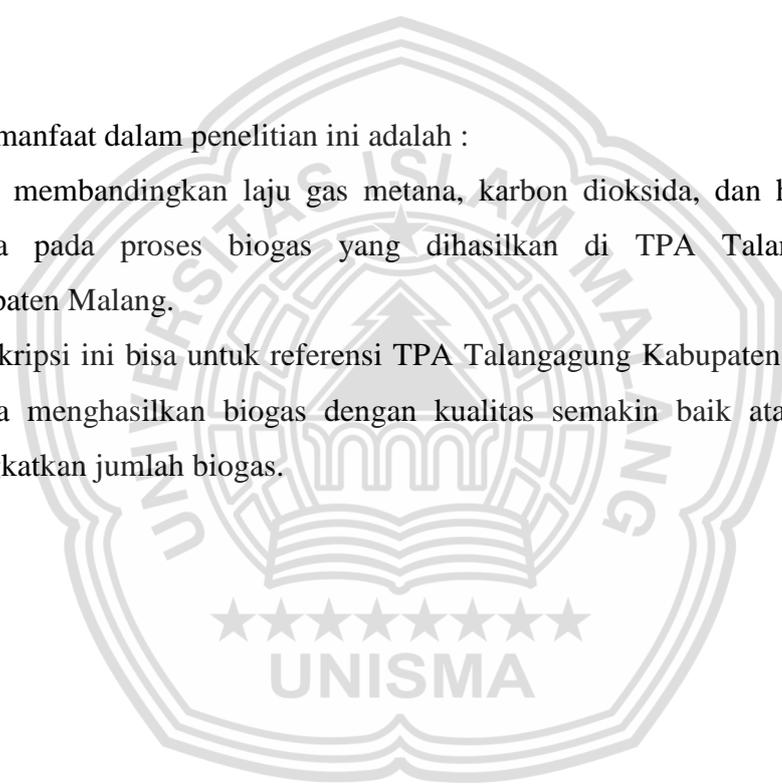
Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Menghitung lama TPA Talangagung Kabupaten Malang melakukan *running system* berdasarkan perhitungan sisa lahan.
2. Memprediksi timbunan sampah yang terdapat di TPA Talangagung Kabupaten Malang.
3. Memprediksi produksi gas metana, karbon dioksida, dan hidrogen sulfida yang timbul akibat proses fermentasi anaerob dari TPA Talangagung Kabupaten Malang.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah :

1. Dapat membandingkan laju gas metana, karbon dioksida, dan hidrogen sulfida pada proses biogas yang dihasilkan di TPA Talangagung Kabupaten Malang.
2. Dari skripsi ini bisa untuk referensi TPA Talangagung Kabupaten Malang supaya menghasilkan biogas dengan kualitas semakin baik atau dapat meningkatkan jumlah biogas.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Masa layanan TPA Talangagung tidak dapat diperkirakan, dikarenakan TPA menggunakan *running system*. Saat ini diperkirakan TPA masih dapat membuat 16 *landfill* lagi di lahan yang masih tersedia. 1 *landfill* diperkirakan dapat menampung sampah selama 3-4 tahun. Jadi, TPA dapat melakukan *running system* 48-64 tahun kedepan.
2. Jumlah timbunan sampah setiap tahunnya berbeda-beda dikarenakan terdapat beberapa faktor, yaitu kepadatan penduduk, jumlah penduduk, iklim, musim, letak geografis dan topografi, tingkat aktivitas. Semakin tinggi jumlah penduduk maka semakin tinggi pula laju pertumbuhan timbunan sampah.
3. Hasil dari prediksi aplikasi LandGEM setiap tahun mengalami kenaikan. Di tahun 2021 total gas pada *landfill* sejumlah 974.087 m³, total gas metana sejumlah 584.452 m³, karbon dioksida sejumlah 389634 m³ dan total hidrogen sulfida dengan jumlah 35 m³. Aplikasi LandGEM menyatakan konsentrasi gas metana sebesar 60 % untuk konsentrasi karbon dioksida sebesar 39,7 % sedangkan untuk hidrogen sulfida konsentrasinya sebesar 0,3 %.

5.2 Saran

Diharapkan TPA Talangagung menambah jumlah penerima biogas yang ada di sekitar TPA Talangagung, yaitu di Kecamatan Kepanjen Kabupaten Malang.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, N. 2008. *Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif* Departement of Energy. Jakarta.
- Annur, S., Kusmasari, W., Wulandari, R., Sumiati, S. 2020. *Pengembangan Biogas dari Sampah untuk Energi Listrik dan Bahan Bakar Kompor di TPA Cilowong, Kota Serang, Provinsi Banten*. Jurnal Keuangan Umum dan Akuntansi Terapan, Volume 2 Nomor 1, Halaman 48-51.
- Anugrah, Emilia Tresna. dkk. 2017. *Pengaruh pH dalam Produksi Biogas dari Limbah Kecambah Kacang Hijau*. Vol. V, No. 2, Hal. 72-76.
- Armi., Mandasari, Dian. 2017. *Pengolahan Sampah Organik menjadi Gas Metana*. Serambi Sainia, Vol. V, No. 1.
- ASTDR. *Toxicological Profile for Hydrogen Sulfide*. US Departement of Health and Human Services, Public Health Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Journal of Chemical Information and Modeling. 2000. 1:22. Doi: 10.1186/1745-6673-1-22.
- Carr, A. 2010. *Landfill Gas Resource 2010/2020 Potential and Scenario Development*. Sustainable Energy Ireland Renewable Energy Information Office.
- Chalvatzaki & Lazaridis. 2009. *Assessment of Air Pollutant Emissions from the Akrotiri Landfill Site*. Waste Management & Research : The Journal of The International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA. 28. 778-88.
- Damanhuri, Enri dan Padi, Tri. 2010. *Pengelolaan Sampah Edisi Semester 1-2010/2011*. Bandung : Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung.
- Damanhuri, Enri dan Padi, Tri. 2016. *Pengelolaan Sampah Terpadu Edisi Pertama*. Penerbit ITB. Bandung.
- Departemen Kesehatan R.I. 1987. *Pedoman Bidang Studi Pembuangan Sampah*. Pusdiklat Proyek Pengembangan anitasi. Jakarta.
- Dwidjoseputro. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Yogyakarta: Djambatan.

- Felix S, A, P. Salim, & D. Ikhsan. 2012. *Pembuatan Biogas dari Sampah Sayuran. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 1 (91) 103-108.
- Hanif, A. 2010. *Studi Pemanfaatan Biogas Sebagai Pembangkit Listrik 10 kW Kelompok Tani Mekarsari Desa Daunder Bojonegoro Menuju Desa Mandiri Energi*. Bidang Studi Teknik Sistem Tenaga Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Indarto, A. 2007. *Pengaruh Kematangan Sampah Terhadap Produksi Gas Metana (CH₄)*. Tesis. Program Studi Ilmu Lingkungan. Universitas Sebelas Maret.
- Katalantarifard, Amin dan Yang, Go Su. 2012. *Estimation of Methane Production by LANDGEM Simulation Model from Tanjung Langsat Municipal Solid Wste Landfill, Malaysia*. International Journal of Science and Technology Volume 1 No. 9. Departement of Environmental Engineering, Chonbuk National University, Jeonju, 561-756, South Korea.
- Khuzzaman, Usman., Rahmaya, Henita., Neolaka, Amos. 2013. *Pengelolaan Sampah dengan Modifikasi Sanitary Landfill (Jalan Rawa Bebek Rt. 05/01 Kelurahan Pulogebang, Kecamatan Cakung, Jakarta Timur)*. Jurnal Menara Hurusan Teknik Sipil FT. UNJ. Volume VII, No. 1, Halaman 40-50.
- Mappiratu. 2011. *Makalah Disampaikan Pada Seminar Nasional Sehari, 13 Oktober 2011*. Universitas Tadulako. Palu.
- Mara, I Made. 2012. *Analisis Penyerapan Gas Karbondioksida (CO₂) Dengan Larutan NaOH Terhadap Kualitas Biogas Kotoran Sapi*. Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin. Vol. II, No. 1.
- Mirmohamadsadeghi, S., Karimi, K., Tabatabaei, M., Aghbashlo, M. 2019. *Biogas Production from Food Wastes : A Review on Recent Developments and Future Prespectives*. Bioresource Technology Reports 7. 1002002.
- Monice & Perinov. 2018. *Analisis Pemanfaatan Energi dari Pengolahan Metode Landfill di TPA Muara Fajar Pekanbaru*. Rnk Teknik Journal, Vol. I No. 2, Hal. 215-220.

- Negara, Komang Metty Trisna., Nindhia, Tjokorda Gde Tirta., Sucipta, I Made. 2012. *Pemurnian Biogas Dari Gas Pengotor Hidrogen Sulfida (H_2S) Dengan Memanfaatkan Limbah Geram Besi Proses Pembubutan*. Jurnal Energi dan Manufaktur Vol. 5 No. 1 Halaman 33-41.
- Praswilkel07. 2011. TPA Wisata Edukasi Talangagung Kepanjen
<https://sites.google.com/site/praswilkel07/> (Diakses 20 Desember 2020)
- Price, E.C & Cheremisinoff, P. N. 1981. *Biogas Production and Utilization*. Ann Arbor Science Publishers Inc. United States of America.
- Purwanta, Wahyu. 2009. *Penghitumng Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Dari Sektor Sampah Perkotaan di Indonesia*. Jurnal Teknik Lingkungan. Volume 10 Nomer 1 Halaman 1-8.
- Raharjo, S., Prototo, A., Haszmi, A., Sirdany., Ihsan, T., Khaira, A.. 2014. *Analisis Konsentrasi Gas Metan (CH_4) dari di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Regional Payakumbuh Sebagai Sumber Energi Alternatif*. Prosiding SNSTL I. Padang
- Saleh, Abdullah., Planetto, M. William King., Yulistiah, Rahma Diana. 2016. *Peningkatan Persentase Metana Pada Biogas Menggunakan Variasi Ukuran Pori Membran Nilon dan Variasi Waktu Purifikasi*. Jurnal Teknik Kimi. Volume 22, Nomer 4, Halaman 35-44.
- Slamet, Lilik. 2001. *Pemanfaatan Gas Metan Sebagai Sumber Energi*. Bidang Aplikasi Klimatologi dan Lingkungan Atmosfer. Berita Dirgantara Vol. 2, No. 1, Hal. 31-34.
- Sofian, Amat. 2008. *Peningkatan Kualitas Biogas Sebagai Bahan Bakar Motor Bakar Dengan Cara Pengukuran Kadar CO_2 Dalam Biogas Dengan Menggunakan Sulurry $Ca(OH)_2$* . Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Stern. 2006. *Review on The Economics of Climate Change : The Stern Review*. Cambridge University Press.
- Sudarman. 2010. *Meminimalkan Daya Dukung Sampah Terhadap Pemanasan Global*. Jurusan Teknik mesin. Universitas Negeri Semarang. Vol. 8, No. 1, Halaman 51 - 59
- Sudrajat, H. R. 2006. *Mengelola Sampah Kota*. Jakarta : Penebar Swadaya.

- Sunyoto., Saputro,D. D., Suwahyo, S. 2016. *Peng00olahan Sampah Organik Menggunakan Reaktor Biogas di Kabupaten Kendal*. Rekayasa, Vol. 14, No. 1, Hal. 29-36.
- Suriawiria. 2005. Menuai Biogas dari Limbah
<http://www.PikiranRakyatCyber1Media>
- Sutanto & Supriyanto, T. 2019. *Proses Biogas dari Sampah Organik Rumah Tangga di Wilayah Duren Mekar. Mechanical Engineering PNJ Conferencecs*, Seminar Nasional Teknil Mesin 2018.
- Sutrisno, J. 2010. *Pembuatan Biogas dari Sampah Sayuran (Kubis, Kangkung, dan Bayam)*, Jurnal Teknik “Waktu”8 (1).
- Suyitno, Sujono, A dan Dharmanto. 2010. *Teknologi biogas Pembuatan, Operasional dan Pemanfaatan*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Tamami, Rofidah., Ayu, Sulistia ningrum., Syamsiah, Nur., Munadifah, Lailatul. 2019. *Kondisi Ekonomi Masyarakat Sekitar TPA Wisata Edukasi Talangagung*. JPIPS: Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial. Volume 6, Nomer 1, Halaman 22-29.
- Tchobanoglous, George. 1993. *Integrated Solid Waste Management*. Singapore :McGrawHill.
- Wahyuni, Sri . 2010. *Biogas*. Depok: Penebar Swadaya.
- Wahyuni, S. 2013. *Panduan Praktis Biogas*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Waryono, T. 2008. *Upaya Pemberdayaan Masyarakat dalam Pelestarian Hutan sebagai Pencegahan Pemanasan Global*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Winahyu, Djatmiko., Hartono, Sri & Syaukat, Yusman. 2013. *Strategi Pengelolaan Sampah Pada Tempat Pembuangan Akhir Bantargebang, Bekasi*. Jurnal Manajemen Pembangunan Daerah. Volume 5 Nomer 2 Halaman 1-17.