

PEMBUATAN BIOGAS DARI SAMPAH BUAH TOMAT DENGAN MENGGUNAKAN ISOLAT BAKTERI DAN FUNGI DARI KOTORAN SAPI

Achmad Iqbal Adi Vardika¹, Hery Koesmantoro², Handoyo³

Kementrian Kesehatan
Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya
Program Studi Sanitasi Program Diploma III
Kampus Magetan Jurusan Kesehatan Lingkungan
Email : achmadiqbal607@gmail.com

ABSTRAK

Sampah organik penyumbang timbulan sampah tertinggi menurut sistem informasi pengolahan sampah nasional tahun 2021 sebesar 41,7 juta ton/tahun. Sampah organik yang sering ditemui adalah sampah buah tomat. Sampah buah tomat yang tidak diolah secara efisien akan mencemari lingkungan. Metode pengolahan sampah salah satunya dengan dekomposisi anaerob menggunakan bakteri dan fungi kotoran sapi sebagai pengurai. Pada penelitian ini hanya meneliti tentang pembuatan biogas dari sampah buah tomat tua berwarna merah dan busuk dengan menggunakan isolate bakteri dan fungi dari kotoran sapi, menggunakan digester sederhana skala rumah tangga. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pembuatan biogas dari sampah buah tomat menggunakan isolat bakteri dan fungi dari kotoran sapi. Jenis penelitian ini adalah deskriptif dengan metode penelitian pra eksperimental dan menggunakan desain *one-shoot case study*. Variasi yang digunakan dengan penambahan isolat bakteri 10 ml, isolat fungi 10ml, isolat bakteri dan fungi 10 ml pada sampah buah tomat yang sudah dihancurkan dan di campur air dengan perbandingan 1 : 1 selama 21 hari. Dengan 3 perlakuan dengan replikasi sebanyak 3 dan 1 kontrol.

Hasil penelitian ini diperoleh bahwa perlakuan penambahan isolat bakteri memperoleh hasil volume tertinggi 813 ml pada minggu kedua dan nyala api terlama 6,61 detik pada minggu kedua, perlakuan penambahan isolat fungi tertinggi 700 ml pada minggu kedua dan nyala api terlama 2,64 detik pada minggu kedua, perlakuan penambahan isolat bakteri dan fungi tertinggi 754 ml pada minggu kedua dan nyala api terlama 683 detik pada minggu ketiga.

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa volume biogas mengalami peningkatan pada minggu pertama dan kedua, mengalami penurunan di minggu ketiga, karena asupan nutrisi mulai menipis dan bakteri banyak yang mati. Perolehan volume biogas terbanyak pada perlakuan penambahan isolat bakteri. Pada pengukuran nyala api mengalami peningkatan setiap minggunya dan perolehan nyala api terlama pada perlakuan penambahan isolat bakteri dan fungi.

Kata kunci : Biogas, sampah buah tomat, isolat bakteri dan fungi.

MAKING BIOGAS FROM TOMATO WASTE BY USING BACTERIA AND FUNCTION ISOLATES FROM COW DUNG

Achmad Iqbal Adi Vardika¹, Hery Koesmantoro², Handoyo³

Indonesian Ministry of Health
Polytechnic of the Ministry of Health Surabaya
Sanitation Studi Program Campus III Diploma Program
Magetan Department of Environmental Healt
Email : achmadiqbal607@gmail.com

ABSTRACT

Organic waste that contributes the highest waste generation according to the national waste management information system in 2021 is 41.7 million tons/year. Organic waste that is often encountered is tomato waste. Tomato waste that is not processed efficiently will pollute the environment. One of the waste treatment methods is anaerobic decomposition using bacteria and fungi of cow dung as decomposers. The limitation of the problem in this study is that it only examines the manufacture of biogas from old red and rotten tomato waste by using bacterial and fungal isolates from cow dung, using a simple household scale digester. The purpose of this study was to determine the manufacture of biogas from tomato waste using bacterial and fungal isolates from cow dung. This type of research is descriptive with pre-experimental research methods and uses a one-shoot case study design. The variation used was the addition of 10 ml of bacterial isolate, 10 ml of fungal isolate, 10 ml of bacterial and fungal isolates on tomato waste that had been crushed and mixed with water in a ratio of 1: 1 for 21 days. With 3 treatments with 3 replications and 1 control

The results of this study showed that the treatment with the addition of bacterial isolates obtained the highest yield of 813 in the second week and the longest flame was 6.61 seconds in the second week, the highest treatment with the addition of fungal isolates was 700 ml in the second week and the longest flame was 2.64 seconds in the second week. the highest addition of bacterial and fungal isolates was 754 ml in the second week and the longest flame was 683 in the third week.

In this study it can be concluded that the volume of biogas increased in the first and second weeks, decreased in the third week. The largest volume of biogas obtained was in the treatment of adding bacterial isolates. In the measurement of the flame, it increased every week and the longest flame was obtained in the treatment of adding bacterial and fungal idols.

Keywords : Biogas, Tomato waste, isolate bacteria and fungi.

PENDAHULUAN

Menurut Undang-undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 (Bachiller et al., 2008), sampah merupakan sisa kegiatan sehari-hari yang memerlukan pengolahan khusus yang mengacu pada pengurangan atau penanganan sampah. Timbulan sampah yang merupakan sumber sampah yang memiliki volume yang besar berada di Tempat Pembuangan Akhir (TPA), sehingga mengakibatkan berbagai masalah yakni bau busuk seiring waktu pembusukan yang tidak dapat diolah berpotensi melepas emisi gas Metana (CH₄) yang mengakibatkan pemanasan global dan meningkatkan emisi gas rumah kaca.

Sampah organik adalah sampah yang berasal dari alam yang dapat terurai dengan adanya mikroba. Sampah organik yang tidak diolah atau ditangani dengan baik dan efisien akan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan, sampah yang tidak diolah dan menumpuk akan membusuk dan menimbulkan

bau yang tidak sedap, bau dari pembusukan sampah organik sangat mengganggu dan dapat mengundang hewan vektor sumber penyakit. Sampah organik dapat diolah menjadi biogas apabila dicampur dengan kotoran sapi, dimana kotoran sapi tersebut mengandung mikroba yang dapat mempercepat fermentasi. Dengan mengolah sampah organik dapat mengurangi volume sampah yang dihasilkan. Menurut sistem informasi pengelolaan sampah nasional pada tahun 2021 mencatat jumlah timbulan sampah sebesar 41,7 juta ton/tahun yang terdiri dari sampah organik sebesar 44,63%, sampah plastik 15,59%, dan sampah lainnya sebesar 39,78 % (Kiswandayani et al., 2015).

Sampah buah merupakan sisa buah yang berasal dari pedagang buah dan sebagian besar dapat ditemukan di pasar. Sampah buah memiliki kandungan air yang cukup banyak, dengan adanya kandungan air pada buah dapat menyebabkan buah cepat membusuk. Pada sampah buah terkandung serat sebesar 5-38%, dan air 50-60%. Sampah

organik berupa sisa buah dan sayur apabila dicampur dengan kotoran ternak seperti sapi kemungkinan akan menghasilkan gas Metana, campuran tersebut akan mempercepat fermentasi dan menghasilkan gas. Cara ini mampu mengurangi sampah yang semakin hari semakin meningkat (Nur, 2019).

Kotoran ternak merupakan limbah atau sisa buangan yang dihasilkan dari hewan ternak tersebut. Kotoran ternak yang menumpuk dan tidak diolah dengan baik akan menimbulkan masalah pada lingkungan. Kotoran ternak yang dapat digunakan sebagai biogas salah satunya adalah sapi yang dimana memiliki kandungan dan mikroba pembentuk gas. Mikroorganisme yang terdapat pada kotoran sapi yaitu bakteri, fungi atau jamur dan protozoa. Pada sapi dapat membantu proses fermentasi pada pengolahan sampah organik seperti sampah buah tomat-buah tomatan. Senyawa kompleks yang terbentuk dari proses mikroorganisme membutuhkan kondisi yang mendukung, meliputi suhu dan

tekanan udara. Senyawa kompleks tersebut dapat diubah menjadi gas Metana sebagai sumber energi alternatif yang biasa disebut dengan biogas. (Joni, 2016).

Isolat bakteri merupakan proses pemisahan atau pembiakan bakteri agar didapat bakteri murni. Bakteri akan mengubah produk lanjutan dari tahap pengasaman menjadi gas Metana, karbondioksida, dan air yang merupakan komponen penyusun biogas. Bakteri murni tersebut mampu membantu proses fermentasi ataupun proses degradasi pada sampah organik untuk dibuat biotanol yang mengandung gas Metana (CH_4 Gas yang keluar dari proses fermentasi ataupun degradasi dari campuran sampah organik dengan isolat bakteri bisa disebut sebagai biogas (Vika Lawina et al., 2006).

Menurut Ainin Rosyidah, (2016). Penambahan bakteri pada pembuatan biogas dengan volume 10 ml dan 20 ml lebih tinggi dihasilkan dari volume 20ml meskipun perbedaan diantara keduanya tidak terlalu jauh.

Dengan penambahan bakteri sebanyak 10ml dianggap lebih ekonomis apabila di aplikasikan pada pembuatan biogas skala rumah tangga dan lebih menguntungkan apabila di aplikasikan pada pembuatan biogas skala industry.

Mikro Organisme Lokal atau biasa disebut MOL merupakan kumpulan mikroorganisme inokulan yang mampu mengurai dan memfermentasi bahan organik. Mikro Organisme Lokal yang sering dipakai untuk pembuatan biogas yaitu cairan EM4. Mikroorganisme tersebut harus tetap hidup dan aktif, agar mikroorganisme tersebut tetap bekerja haru di beri makan berupa karbohidrat. Karbohidrat tersebut bisa didapat dari air cucian beras dimana pada kulit ari beras terdapat kandungan karbohidrat yang tinggi dan akan larut apabila beras dicuci menggunakan air (Wandhira & Mulasari, 2013).

Biogas merupakan salah satu energi alternatif sebagai gas pengganti gas bumi dan dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-

hari seperti memasak. Komposisi biogas bervariasi tergantung dengan asal proses anaerobik yang terjadi. Biogas biasanya memiliki konsentrasi Metana yang rendah sekitar 40%. Guna menaikkan kemanfaatan biogas sebagai energi baru terbarukan, perlu dilakukan tahap pemurnian Metana secara mudah dan murah. Dengan sistem/ alat pemurnian (purifikasi) Metana, biogas dapat diaplikasikan sebagai sumber bahan baku energi alternatif. Kandungan gas Metana pada biogas dalam prosentase lebih besar dibandingkan gas-gas lain yaitu (55%-75%). Biogas diharapkan mampu memenuhi kebutuhan masyarakat dan menjadi energi alternatif yang ramah lingkungan (Mulyanto et al., 2016).

Tujuan penelitian ini adalah Mengetahui pembuatan biogas dari sampah buah tomat dengan isolat bakteri dan fungi dari kotoran sapi.

METODELOGI PENELITIAN

Jenis dan Desain

Jenis penelitian ini adalah deskriptif dengan metode

penelitian *pra-experimental*. Pada penelitian menggunakan desain *one-shoot case study*, karena dalam eksperimen penelitian ini tidak ada pretest atau observasi awal.

Sampel dan Replikasi

Objek Penelitian

Objek penelitian pada penelitian ini yaitu sampah buah tomat tua berwarna merah dan busuk, kotoran sapi sebagai isolat bakteri dan fungi.

Replikasi

Replikasi dalam penelitian ini terdapat 3 perlakuan dengan replikasi sejumlah 3 kali dan 1 kali kontrol.

Langkah-langkah Penelitian

1. Pembuatan isolat bakteri dari kotoran sapi.
2. Pembuatan formulasi biogas dari sampah buah tomat berwarna merah tua dan busuk.
3. Pencampuran bubur sampah buah tomat berwarna merah tua dan busuk dengan mol dan isolat bakteri dan fungi.
4. Pengukuran volume biogas yang keluar.
5. Pengukuran nyala api biogas.

Analisis dan Kesimpulan Data

Dalam penelitian ini, hasil dari keberadaan volume gas dan nyala api gas di analisis secara deskriptif. Data dianalisis secara deskriptif untuk menjelaskan nilai

keberadaan volume gas dan nyala api pada proses biogas setiap seminggu sekali. Hasil atau data dengan skala nominal yang di dapat akan di rekap dan dimasukkan pada tabel kemudian di rata-rata.

HASIL PENELITIAN

a. Hasil Analisis Pengukuran Volume Biogas

Tabel IV.1 Hasil Analisis Pengukuran Volume Biogas Selama 21 Hari

Variasi	Tertinggi	Minggu
Isolate Bakteri	813 ml	2
Isolate Fungi	700 ml	2
Isolate Bakteri + Fungi	754 ml	2

Berdasarkan hasil analisis pengukuran volume biogas pada tabel IV.1 bahwa pada perlakuan isolat bakteri menunjukkan hasil tertinggi pada minggu ke-2 yaitu 813 ml. Lalu, pada perlakuan isolat fungi menunjukkan hasil tertinggi pada minggu ke-2 yaitu 700 ml. Sedangkan, pada perlakuan isolat bakteri dan fungi menunjukkan hasil tertinggi pada minggu ke-2 yaitu 754

ml. Maka, hasil volume biogas pada perlakuan isolat bakteri lebih banyak dibanding perlakuan lainnya.

b. Data pengukuran waktu nyala api pembuatan biogas pada dalam 21 hari

Variasi	Tertinggi	Minggu
Isolate Bakteri	6,61 detik	2
Isolate Fungi	2,64 detik	2
Isolate Bakteri + Fungi	6,83 detik	3

Berdasarkan tabel IV.4 dapat dilihat bahwa setiap perlakuan memiliki waktu yang berbeda. Pada tabel tersebut biogas menghasilkan nyala api yang hanya beberapa detik. Hasil pengukuran uji nyala api selama 21 hari diperoleh waktu nyala api yang paling lama diantaranya pada perlakuan isolat bakteri + fungi yaitu 6,83 detik di minggu ketiga. Lalu, pada perlakuan isolate bakteri selama 21 hari memiliki hasil tertinggi yaitu 6,61 detik di minggu kedua. Sedangkan, pada perlakuan isolate fungi selama 21 yaitu 2,64

detik di minggu kedua. Maka dipastikan bahwa perlakuan isolate bakteri + isolate fungi menghasilkan nyala api lebih lama.

PEMBAHASAN

A. Pengukuran Volume dan Nyala Api Biogas Pada Variasi Isolat Bakteri 10 ml

Pengukuran volume biogas selama 21 hari dilakukan untuk mengetahui apakah dengan bahan organik dari sampah buah tomat menggunakan isolat bakteri dan fungi kotoran sapi mampu mengeluarkan gas. Selama penelitian volume biogas mengalami kenaikan dan penurunan selama 21 hari. Pengukuran dilakukan dengan cara menghitung volume ruang jerigen yang kosong . Dari keseluruhan hasil pengukuran volume biogas pada minggu pertama mengalami peningkatan volume dari kondisi awal yang ditandai dengan menggembungnya jerigen di hari ke 7 minggu pertama. Hal ini terjadi dikarenakan bakteri yang

berasal dari isolate mulai menyerap nutrisi yang tersedia dalam digester berupa bubur sampah buah. Pada minggu kedua, volume gas cenderung naik, hal ini terjadi dikarenakan pada minggu kedua merupakan puncak dari bakteri mengurai sampah buah tomat, dimana kebutuhan nutrisi untuk makanan bakteri masih terpenuhi dan bakteri dapat berkembang biak secara optimal di minggu kedua. Pada minggu ke tiga volume biogas cenderung menurun meskipun ada beberapa replikasi menunjukkan kesetabilan volume biogas. Hal tersebut terjadi dikarenakan pada minggu ketiga bakteri didalam digester terus berkembang biak dan bertambah banyak akibatnya asupan nutrisi sebagai bahan makanan bakteri yang ada di dalam digester mulai habis dan bubur buah sampah tidak lagi dapat terurai oleh bakteri.

B. Pengukuran Volume dan Nyala Api Biogas Pada Variasi Isolat Fungi 10 ml

Pengukuran volume biogas selama 21 hari dilakukan untuk mengetahui apakah dengan bahan organik dari sampah buah tomat menggunakan isolat fungi kotoran sapi mampu mengeluarkan gas. Selama penelitian volume biogas mengalami kenaikan dan penurunan selama 21 hari. Pengukuran dilakukan dengan cara menghitung volume ruang jerigen yang kosong. Dari keseluruhan hasil pengukuran volume biogas pada minggu pertama mengalami peningkatan volume dari kondisi awal yang ditandai dengan mengembungnya jerigen di hari ke 7 minggu pertama. Hal ini terjadi dikarenakan fungi yang berasal dari isolate mulai tumbuh dan mulai mendegradasi glukosa pada substrat yang tersedia dalam digester berupa bubur sampah buah. Pada minggu kedua volume gas cenderung naik, hal ini terjadi

dikarenakan pada minggu kedua fungi mulai tumbuh memenuhi media yang tersedia dan mulai mendegradasi glukosa pada substrat dimana kebutuhan media untuk tumbuh fungi masih tersedia dan glukosa pada substrat masih banyak, memungkinkan fungi dapat tumbuh secara optimal di minggu kedua. Pada minggu ketiga volume biogas cenderung menurun meskipun ada beberapa replikasi menunjukkan kesetabilan volume biogas. Hal tersebut terjadi dikarenakan pada minggu ketiga fungi didalam digester mulai kekurangan media untuk tumbuh dan glukosa yang mulai habis, membuat fungi tidak dapat tumbuh dan mulai mati.

C. Pengukuran Volume dan Nyala Api Biogas Pada Variasi Isolat Bakteri dan Fungi 10 ml

Menurut penelitian dari (Felix *et al.*, 2012) Produksi biogas akan mengalami penurunan ketika bakteri memasuki *deathphase*.

Deathphase terjadi karena berkurangnya nutrient atau karbon dari substrat, sehingga pertumbuhan bakteri semakin menurun dan banyak bakteri yang mati. Berkurangnya jumlah bakteri mengakibatkan produksi biogas semakin menurun. Variabel konsentrasi juga berpengaruh terhadap produksi biogas. Semakin tinggi konsentrasi, volume semakin besar. Sedangkan semakin rendah konsentrasi, maka volume semakin rendah karena semakin sedikit substrat yang menyebabkan hasil hidrolisis berkurang.

Pada pembuatan biogas menggunakan isolate fungi akan mengalami penurunan ketika masa subur fungi telah usai. Hal ini terjadi karena berkurangnya media tempat tumbuh fungi tersebut, dimana fungi memiliki waktu hidup tidak lebih dari 14 hari, dan kandungan glukosa telah habis akibat proses degradasi yang dilakukan oleh fungi tersebut. Peneliti berpendapat, hal tersebut terjadi

dikarenakan mikroorganisme pengurai seperti bakteri dan fungi yang tidak dikendalikan, yang akan menimbulkan simbiosis mutualisme antara bakteri dan fungi yang terjadi didalam digester. Dari hasil biogas dengan isolate bakteri didapat hasil volume dan nyala api yang tinggi, begitu juga pada isolate fungi meskipun pada isolate fungi lebih rendah daripada pada isolate bakteri. Pada isolate bakteri dan fungi didapat volume yang rendah tetapi nyala api yang tinggi di minggu ketiga yang diperoleh dari gabungan sisa proses degradasi bakteri dan fungi, dimana bakteri yang tersisa masih dapat mengurai sisa dari proses yang dilakukan isolate fungi. Dengan terjadinya hal tersebut dapat dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengendalian suhu dan mikroorganisme pengurai serta menganalisis jenis mikroorganisme yang berperan dalam proses produksi biogas.

KESIMPULAN

1. Isolate bakteri dan fungi dari kotoran sapi dibuat dengan melakukan pengenceran pada kotoran sapi dengan aquades sampai 7 pengenceran pada tabung reaksi, kemudian sample tersebut pada pengenceran ke 4 sampai pengenceran ke 7 di tanam di media PDA dan NA pada petridis. Kemudian di inkubasi dengan suhu ruangan selama 24 jam sampai muncul bakteri yang ditandai adanya bercak putih pada petridis, jika sudah muncul bakteri, bakteri tersebut dipindah ke media cair pada botol yang telah disediakan dengan menggunakan jarum ose, lalu kocok media cair sampai berubah agak keruh. Isolat siap digunakan.
2. Bubur sampah buah tomat dibuat dengan cara menghaluskan sampah buah tomat menggunakan blender dan di campur air dengan perbandingan 1 : 1.
3. Mol dibuat menggunakan cairan

- EM4 yang dicampur menggunakan air cucian beras kedalam wadah kemudian diaduk sampai homogen.
4. Biogas menggunakan Mol dan bubur sampah buah tomat sejumlah 2L serta penambahan isolat bakteri sejumlah 10 ml, dibuat dengan mencampur semua bahan tersebut.
 5. Biogas menggunakan Mol dan bubur sampah buah tomat sejumlah 2L serta penambahan isolat fungi sejumlah 10 ml, dibuat dengan cara mencampur semua bahan tersebut.
 6. Biogas menggunakan Mol dan bubur sampah buah tomat sejumlah 2L serta penambahan isolat bakteri dan fungi sejumlah 10 ml, dibuat dengan cara mencampur semua bahan tersebut.
 7. Volume biogas dari sampah buah tomat menggunakan isolat bakteri dari kotoran sapi 10ml didapat hasil tertinggi di minggu kedua 813 ml dan Pengukuran nyala api tertinggi pada minggu kedua 6,61 detik
 8. Volume biogas dari sampah buah tomat menggunakan isolat fungi dari kotoran sapi 10ml didapat hasil tertinggi di minggu kedua 700 ml dan pengukuran nyala api tertinggi pada minggu kedua 2,64 detik.
 9. Volume biogas dari sampah buah tomat menggunakan isolat bakteri dan fungi dari kotoran sapi 10ml didapat hasil tertinggi di minggu kedua 754 ml dan pengukuran nyala api tertinggi pada minggu ketiga 6,83 detik.
 10. Dari penelitian selama 21 hari didapat hasil volume biogas rata-rata mengalami peningkatan di minggu pertama dan kedua, pada minggu ketiga volume biogas cenderung menurun. Perlakuan isolate bakteri lebih banyak menghasilkan biogas. Pada pengukuran nyala api mengalami peningkatan setiap minggunya dan nyala api tertinggi pada perlakuan isolate bakteri dan fungi.

SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai suhu dan waktu yang efisien pada proses produksi biogas agar gas yang dihasilkan lebih maksimal.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan penambahan bahan organik yang lainnya agar hasil biogas tinggi.
3. Perlu dilakukan pemeriksaan laboratorium setelah penelitian untuk mengetahui jenis gas yang dihasilkan pada campuran atau substrat yang digunakan pada proses biogas.
4. Perlu adanya pemeriksaan lebih lanjut terhadap jumlah gas metan.
5. Perlu dilakukan pemeriksaan kandungan POC pada substrat setelah 21 hari.

DAFTAR PUSTAKA

Agusman, D., Rifky, R., & Buono, A. K. (2017). Pengaruh Starter Ragi dalam Proses Pembentukan Biogas Limbah Buah. *Prosiding*

Seminar Nasional Teknoka, 37–43.

Ainin Rosyidah. (2016). Pengaruh Variasi Konsentrasi Bioaktivator Dan Lama Fermentasi Terhadap Peningkatan Volume Biogas Dan Kadar Gas Metan Dari Limbah Cair Tepung Ikan. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*.45-87

Felix S, Andreas., S.B.U., Paramitha., Ikhsan, D. (2012). Pembuatan Biogas Dari Sampah Sayuran (pp. 103–108). [https://doi.org/Jurnal Teknologi Kimia dan Industri](https://doi.org/Jurnal_Teknologi_Kimia_dan_Industri), Halaman 103-108

Piyantina Rukmini, D., & Dan, B. (2016). Pengaruh Volatile Solid Dan Limonen. *Jurnal Teknologi Pangan*, 66–72.

Hadinata, F., Nurjannah, S. A., & Indriyati, C. (2021). Pengolahan Sampah Organik Secara Biologis Dengan Biodigester. *Jurnal Pengolahan Sampah Organik*. 18–19.

Ihsan, A., Bahri, S., & Musafira. (2013). Produksi biogas menggunakan cairan isi rumen sapi dengan limbah cair tempe. *Online Journal of Natural Science*, 2(2), 27–35.

Ii, B. A. B., & Pustaka, T. (2002). Identifikasi bakteri dan

- mikroba lain. *Jurnal of Microbiological* 2.1. 1–64.
- Ii, B. A. B., Pustaka, T., & Bakteri, I. (2006). Isolasi Dan Identifikasi Bakteri, *FKIP UMP, 2017*. 4–12.
- Jalaluddin, Nasrul, syafrina. (2016). Jurnal Teknologi Kimia Unimal. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 85–100.
- Joni, I. M. (2016). Pengujian Pertumbuhan Isolat Bakteri Asal Feses Sapi Potong Untuk Rekayasa Produksi Gas Metana Dengan Media Batubara Subbituminous. *Students E-Jurnal*. 1–8.
- Kiswandayani, A. V., Susanawati, L. D., & Wirosedarmo, R. (2015). Komposisi Sampah dan Potensi Emisi Gas Rumah Kaca pada Pengelolaan Sampah Domestik : Studi Kasus TPA Winongo Kota Madiun. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 1, 9–17.
- Luklukyah, Z., Putri, N., & Mujtahidah, S. T. (2019). Panduan Praktikum Mikrobiologi Dasar. *Buku Panduan Praktikum Mikrobiologi*. 1-165.
- Maryani, S. (2016). Potensi Campuran Sampah Sayur Dan Kotoran Sapi Sebagai Penghasil Biogas. *Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*, 8–36.
- Mulyanto, S., Dharmawan, I. B., & Adzannni, I. (2016). Perbandingan Variasi Bakteri Starter terhadap Nilai Kalor Biogas dari Sampah Organik. *JTT Jurnal Teknologi Terpadu*, 4(2), 88.
- Nahdhlia, B. L., Syauqi, A., & Zayadi, H. (2020). Isolasi, Keanekaragaman Koloni dan Karakterisasi Bakteri Metanogenik pada Sedimen Kolam Ikan Lele (*Clarias sp.*). *Jurnal Teknologi Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 6(1), 1–9.
- Nur, M. (2019). Analisis Potensi Limbah Buah-buahan Sebagai Pupuk Organik Cair. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri*, 28–32.
- Oktavia, I., & Firmansyah, A. (2016). Pemanfaatan Teknologi Biogas sebagai Sumber Bahan Bakar Alternatif di Sekitar Wilayah Operasional PT . Pertamina EP Asset 2 Prabumulih Field. *Biogas Technology Utilization as Alternative Fuel Source Around Operational Area of PT . Pertamina EP Asset 2 Pr*. 1(1), 32–36.
- Okke.(2021). Pembuatan Biogas Dari Sampah Sayuran Pasar Sayur Magetan Dengan

- Menggunakan Isolat Bakteri Dan Fungi Dari Kotoran Sapi. *Jurnal Poltekkes Kemenkes Surabaya*, 1- 67.
- Ony Tauriza. (2013). Analisis Kandungan Metana Pada Biogas Dari Limbah Buah Jeruk (*Citrus sinensis* obeck) Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Jurnal Teknologi Terpadu I*, 49.
- Pertiwi, I. (2018). Degradasi Sampah Buah Tomat Menggunakan Sistem Bioreaktor Anaerobik Skripsi. *Jurnal Undip Semarang*, 45 - 76.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 5 Tahun 2006. President Regulation No. 5 Year 2006: National Energy Policy.
- Ramdiana, R. (2017). Pengaruh Variasi Komposisi Pada Campuran Limbah Cair Aren dan Kotoran Sapi Terhadap Produksi Biogas. *Eksergi*, 14(2), 12.
- Medya Ayunda Fitri, P., Kimia, T., Teknik, F., Nahdlatul, U., & Sidoarjo, U. (2018). Pemanfaatan kotoran sapi dan sampah sayur pada pembuatan biogas dengan fermentasi sampah sayuran. *Jurnal of Research and Technology* 4(1).
- Sutrisno, J. (2010). Pembuatan Biogas Dari Bahan Sampah Sayuran Kubis, Kangkung dan Bayam. *Jurnal Teknik UNIPA*, 8(1), 100–112.
- Umam, K., Witarto, A. B., Studi, P., Fakultas, T., Universitas, T., Sumbawa, T., Technopark, S., Sumbawa, K., Sapi, F., Sapi, F., & Kerbau, F. (2019). Uji Efektivitas Feses Ternak Sapi , Kerbau dan Kuda. *Science and Technology* 3(3), 101–106.
- Wandhira, A. A., & Mulasari, S. A. (2013). Gambaran Percobaan Penambahan EM-4 dan Air Cucian Beras terhadap Kecepatan Proses Pengomposan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(2), 101–112.
- Wenny, S. (2016). Panduan Praktikum Mikrobiologi. *Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma*, 3(6), 0–72.
- Yamin, Y. M. (2019). Kajian Rangkaian Digester Biogas. *Sekolah Tinggi Teknologi Industri (Sttind) Padang*. 1–50.

