



Optimasi Produksi Biogas Dari Limbah Cair Tempe Dengan Variabel Inokulan Feses Sapi Dan EM₄

Pratiwi Putri Lestari*, ATI Cut Meutia, Indonesia

Sukmawati, Sekolah Tinggi Teknologi Immanuel, Indonesia

Putri Rizky, ATI Cut Meutia, Indonesia

Rika Silvany, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Indonesia

Dedy Sofyanto Simanjuntak, ATI Cut Meutia, Indonesia

ABSTRACT

Tempeh liquid waste is estimated to produce 200-300 liters per day from the processing of 300 kg of soybeans. Until now, this waste is simply dumped into the environment, causing pollution. Biogas comes from the biodegradation process of organic material by bacteria under anaerobic conditions (without air). The purpose of this study is to optimize the biogas formation process by analyzing the average rate of gas formation per day. This study was conducted using jerry cans as fermenters, hoses as biogas distributors, and plastic as biogas storage media. The materials used were tempeh liquid waste, EM₄, cow feces, and water. From the results of the study, it was found that the optimum conditions for biogas production were in run II with 250 ml of tempeh liquid waste, 250 ml of cow feces, and 250 ml of water, and a blue flame occurred with a biogas yield of 250 ml.

ARTICLE HISTORY

Submitted 21/05/2026

Revised 01/06/2026

Accepted 03/06/2026

KEYWORDS

Biogas; tempeh; waste.

*CORRESPONDENCE AUTHOR

✉ tiwietri2015@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.30743/cheds.v10i1.13623>

1. PENDAHULUAN

Limbah cair tempe merupakan produk buangan dari proses pengolahan tempe. Diperkirakan untuk industri skala rumah tangga, limbah cair yang dihasilkan sebesar 200-300 liter per hari dari pengolahan 300 kg kedelai. Sampai saat ini limbah tersebut dibuang ke lingkungan begitu saja sehingga akan menimbulkan pencemaran. Perbandingan nilai gizi kedelai dan tempe disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1: Nilai Gizi Kedelai Dan Tempe

Kadar zat gizi bahan kering	Kedelai (%)	Tempe (%)
Protein	46,2	46,5
Lemak	19,1	19,7
Karbohidrat	28,5	30,2
Serat	3,7	7,2

Sumber: (Slamet & Tarwotjo, 1980)

Biogas merupakan salah satu energi alternatif yang terbarukan yang dihasilkan dari produk akhir degradasi anaerobik bahan organik oleh bakteri-bakteri anaerobik dalam lingkungan bebas oksigen atau udara. Biogas merupakan hasil akhir dari proses anaerobik dengan komponen utama CH₄, CO₂, H₂, N₂ dan gas lain seperti H₂S. Biogas berasal dari proses biodegradasi material organik oleh bakteri dalam kondisi anaerob (tanpa udara). Kandungan utama dalam biogas adalah gas metan (CH₄) dan karbon dioksida (CO₂). Gas metan dalam biogas, bila terbakar relatif lebih bersih dari pada batu bara dan menghasilkan energi yang lebih besar dengan emisi 4 karbon dioksida yang lebih sedikit (Luthfianto et al., 2012). Kandungan biogas dapat dilihat pada tabel 2 berikut :

Tabel 2: Kandungan Biogas

Kandungan Biogas	Komposisi(%)
Gas metan	54-70
Karbon dioksida	27-45
Nitrogen	3-5
Hidrogen	0-1
Karbon monoksida	0,1



Sumber: (Widarto & Sudarto, 2002)

Gas metan (CH_4) yang merupakan komponen utama biogas ialah bahan bakar yang berguna karena mempunyai nilai kalor yang cukup tinggi. Nilai kalor yang cukup tinggi tersebut menjadikan biogas dapat dipergunakan untuk keperluan penerangan, memasak, menggerakkan mesin dan sebagainya. Untuk menghasilkan biogas, bahan organik ditampung dalam biodigester. Proses penguraian bahan organik terjadi secara anaerob (tanpa oksigen). Biogas terbentuk pada hari ke 4 - 5 sesudah biodigester terisi penuh dan mencapai puncak pada hari ke 20 - 25. Biogas yang dihasilkan sebagian besar terdiri dari 50 - 70% metan (CH_4), 30-40% karbon dioksida (CO_2) dan gas lainnya dalam jumlah kecil. Komposisi biogas sebagian besar hanya terdiri dari gas metan dan karbondioksida (Abdullah et al., 1991; Aisyah, 2023).

Proses pembentukan biogas terjadi melalui fermentasi anaerob, yaitu proses penguraian bahan organik dalam kondisi kedap udara atau tanpa oksigen bebas. Pembentukan biogas berlangsung melalui beberapa tahapan utama, yaitu tahap hidrolisis, tahap pengasaman atau asidifikasi, dan tahap pembentukan gas metan atau metanogenesis. Ketiga tahapan ini saling berkaitan karena hasil dari tahap pertama akan menjadi bahan bagi tahap berikutnya. Pada tahap hidrolisis, senyawa organik kompleks seperti karbohidrat, protein, dan lemak diuraikan menjadi senyawa yang lebih sederhana. Senyawa sederhana tersebut kemudian digunakan oleh bakteri pada tahap berikutnya.

Tahap pengasaman atau asidifikasi merupakan tahap ketika bakteri mengubah senyawa sederhana hasil hidrolisis menjadi asam asetat, hidrogen (H_2), dan karbon dioksida (CO_2). Pada tahap ini, asam asetat memiliki peran penting karena menjadi bahan utama bagi mikroorganisme dalam proses pembentukan metan. Asam asetat digunakan oleh mikroorganisme dalam tahap metanogenesis untuk menghasilkan gas metan. Oleh karena itu, keberhasilan tahap pengasaman sangat menentukan kelancaran proses pembentukan biogas secara keseluruhan (Simamora et al., 2006).

Tahap pembentukan gas metan atau metanogenesis merupakan tahap akhir dalam proses pembentukan biogas. Pada tahap ini, bakteri metanogen mengubah asam asetat, hidrogen, dan karbon dioksida menjadi gas metan (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2). Gas metan merupakan komponen utama biogas yang memiliki nilai energi tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif. Proses metanogenesis sangat bergantung pada kondisi lingkungan di dalam digester, seperti suhu, pH, ketersediaan nutrisi, dan kondisi anaerob. Apabila kondisi tersebut tidak sesuai, aktivitas bakteri metanogen akan terganggu sehingga produksi gas metan menjadi tidak optimal.

Effective Microorganisme 4 atau EM4 merupakan kumpulan mikroorganisme pengurai yang dapat membantu proses pembusukan bahan organik. EM4 mengandung berbagai jenis mikroorganisme fermentasi, antara lain bakteri fotosintetik, *Lactobacillus* sp., *Streptomyces* sp., *Actinomycetes* sp., dan ragi (Simamora et al., 2006). EM4 dapat digunakan dalam proses pengomposan modern karena mampu meningkatkan keragaman dan populasi mikroorganisme. Dalam konteks pengolahan bahan organik, EM4 berperan sebagai inokulan yang membantu mempercepat proses penguraian bahan organik. Penggunaan EM4 juga mendukung terbentuknya kompos yang ramah lingkungan karena tidak berasal dari bahan kimia sintetis.

Pembentukan gas metan dalam biogas dipengaruhi oleh beberapa faktor penting. Faktor tersebut meliputi karakteristik substrat, kadar air, jenis dan jumlah mikroorganisme, keberadaan oksigen, senyawa inhibitor, derajat keasaman atau pH, temperatur, kebutuhan nutrisi, pengadukan atau agitasi, serta rasio C/N. Produksi biogas sangat bergantung pada kondisi lingkungan tempat mikroorganisme berkembang. Kondisi anaerob harus dijaga agar bakteri penghasil metan dapat bekerja secara optimal. Apabila salah satu faktor tidak sesuai, proses fermentasi dapat berjalan lambat dan jumlah biogas yang dihasilkan akan menurun.

Karakteristik substrat menjadi salah satu faktor utama dalam proses pembentukan biogas. Mikroorganisme membutuhkan nutrisi berupa karbon, nitrogen, hidrogen, dan fosfor untuk melakukan fermentasi anaerob. Di antara unsur tersebut, karbon dan nitrogen merupakan nutrisi yang paling penting. Nilai rasio C/N yang optimum dalam pembuatan biogas berada pada kisaran 20:1 sampai 30:1. Nilai ini bergantung pada jenis dan komposisi substrat yang digunakan. Apabila bahan organik yang digunakan banyak mengandung karbon, maka perlu ditambahkan bahan yang kaya nitrogen, seperti kotoran manusia atau kotoran hewan, agar rasio C/N menjadi lebih seimbang. Kadar air juga berperan penting dalam proses pembuatan biogas. Bahan organik yang memiliki kadar air rendah akan lebih sulit terdegradasi dan membutuhkan waktu penguraian yang lebih lama. Oleh karena itu, bahan yang kering perlu ditambahkan air agar proses fermentasi dapat berlangsung lebih cepat. Sebaliknya, apabila bahan yang digunakan berupa limbah cair, penambahan air tidak diperlukan karena kandungan airnya sudah mencukupi. Kadar air yang sesuai akan memudahkan aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik menjadi senyawa yang lebih sederhana (Juliani, 2013).

Mikroorganisme memiliki peran utama dalam proses pembentukan biogas. Bakteri yang terlibat dalam proses ini terdiri atas bakteri pengguna selulosa, bakteri pembentuk asam, dan bakteri pembentuk gas metan. Bakteri pengguna selulosa berfungsi mengubah bahan organik menjadi gula sederhana. Bakteri pembentuk asam kemudian merombak senyawa polimer kompleks, seperti protein, karbohidrat, dan lemak, menjadi asam lemak sederhana, antara lain asam butirat, propionat, laktat, asetat, dan alkohol. Selanjutnya, bakteri pembentuk gas metan menguraikan asam asetat

menjadi gas metan dan karbon dioksida. Keberadaan oksigen harus dihindari dalam proses pembentukan biogas karena fermentasi biogas berlangsung dalam kondisi anaerob. Jika udara masuk ke dalam digester, pembentukan gas metan dapat terganggu. Oleh sebab itu, reaktor biogas atau digester harus dibuat dalam keadaan tertutup rapat. Kondisi tanpa oksigen akan mendukung aktivitas bakteri anaerob, terutama bakteri metanogen, dalam menghasilkan gas metan. Kerapatan digester menjadi faktor teknis yang sangat penting dalam menjaga keberhasilan proses produksi biogas (Al Hakim, 2016).

Derajat keasaman atau pH juga menentukan keberhasilan proses fermentasi anaerob. Bakteri metanogen sangat sensitif terhadap perubahan pH. Nilai pH optimum dalam pembuatan biogas berkisar antara 7,0 sampai 7,2, meskipun produksi gas masih dapat berlangsung pada pH 6,6 sampai 7,6. Nilai pH terbaik untuk digester berada di sekitar 7,0. Apabila pH berada di bawah 6,5, aktivitas bakteri metanogen akan menurun. Jika pH mencapai 5,0, proses fermentasi dapat berhenti (Yani & Darwis, 1990).

Temperatur merupakan faktor lingkungan yang memengaruhi aktivitas bakteri dalam digester. Berdasarkan kisaran suhu, bakteri dalam fermentasi anaerob dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok, yaitu psychrophilic pada suhu 10 sampai 20°C, mesophilic pada suhu 30 sampai 40°C, dan thermophilic pada suhu 50 sampai 60°C. Aktivitas bakteri dalam menghasilkan gas sangat bergantung pada temperatur lingkungan. Meskipun biogas dapat dihasilkan pada suhu 20 sampai 40°C, proses dekomposisi dapat berlangsung lebih cepat pada suhu 40 sampai 60°C. Bakteri metan sangat sensitif terhadap perubahan suhu yang mendadak. Proses pembentukan biogas pada suhu termofilik umumnya berlangsung lebih cepat dibandingkan pada suhu mesofilik.

Selain pH dan temperatur, kebutuhan nutrisi, senyawa inhibitor, pengadukan, dan rasio C/N juga berpengaruh terhadap produksi biogas. Nutrisi diperlukan untuk mendukung pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme. Senyawa inhibitor dapat menghambat kerja bakteri apabila terdapat dalam jumlah berlebihan. Pengadukan atau agitasi berfungsi untuk meratakan substrat, mikroorganisme, dan nutrisi di dalam digester. Sementara itu, rasio C/N menentukan keseimbangan kebutuhan karbon dan nitrogen bagi mikroba. Keseimbangan rasio C/N sangat penting agar proses fermentasi dapat berjalan efektif (Juliani, 2013).

Rasio C/N bahan organik sangat menentukan aktivitas mikroba dan jumlah biogas yang dihasilkan. Unsur karbon dapat berasal dari karbohidrat, lemak, dan asam organik, sedangkan nitrogen dapat berasal dari protein, amoniak, dan nitrat. Pada proses fermentasi konvensional, rasio C/N antara 8 sampai 25 masih dapat digunakan untuk campuran limbah pertanian dan kotoran. Perbandingan C/N setiap bahan organik akan memengaruhi komposisi biogas yang dihasilkan. Rasio C/N yang terlalu rendah dapat menghasilkan biogas dengan kandungan metan yang rendah dan karbon dioksida yang tinggi (Hadiwiyoto, 1983).

Kotoran sapi merupakan salah satu bahan organik yang potensial untuk menghasilkan biogas. Kotoran sapi mengandung 22,59% selulosa, 18,32% hemiselulosa, 10,20% lignin, 34,72% total karbon organik, dan 1,26% total nitrogen. Selain itu, kotoran sapi juga mengandung 0,3% fosfor dan 0,68% kalium. Kandungan selulosa yang tinggi membuat kotoran sapi mampu menghasilkan biogas dalam jumlah yang cukup besar. Komposisi kotoran sapi juga dapat dinyatakan berdasarkan jumlah kotoran padat dan kotoran cair. Selain itu, rasio C/N dapat digunakan untuk menggambarkan susunan kotoran sapi secara praktis dalam proses pembuatan biogas (Sukmana & Muljatiningrum, 2023).

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian Optimasi Produksi Biogas Dari Limbah Cair Tempe Dengan Variabel Inokulan Feses Sapi Dan EM merupakan penelitian yang terjadi pada proses anaerob yaitu kedap udara yang terdiri dari 3 tahapan, diantaranya adalah hidrolisis, asidifikasi (tahap pengasaman), dan metanogenesis (tahap pembentukan gas metan). Mikroorganisme (bakteri) pengurai yang digunakan ialah *Effective Microorganisme4* (EM₄), sedangkan proses fermentasi dilakukan dalam 3 run dengan perbedaan jumlah limbah cair tempe. Alat yang digunakan ialah sebagai berikut: Jerigen 2 liter, Plastik, Selang plastik, Termometer 360°C, Batang pengaduk, plastisin, selotip, beakerglass, gelas ukur, dan kertas indikator universal. Adapun bahan yang digunakan ialah limbah cair tempe, air, feses sapi, dan EM₄.

2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Institut Teknologi Medan Jalan Gedung Arca Medan selama 1 Bulan.

2.3 Target/Subjek Penelitian

Subjek penelitian dalam penelitian ini adalah limbah cair tempe, yang terdiri dari variabel tetap dan variabel berubah. Diantara nya sebagai berikut:

1. Variabel tetap : air : 250 ml; waktu : 10 menit
2. Variabel berubah:
 - a. Run I ; 200 ml limbah cair tempe, dengan feses sapi : 50 ml. 100 ml, 150 ml, 200 ml, 250 ml
 - b. Run II ; 250 ml limbah cair tempe, dengan feses sapi : 50 ml. 100 ml, 150 ml, 200 ml, 250 ml
 - c. Run III ; 300 ml limbah cair tempe, dengan feses sapi : 50 ml. 100 ml, 150 ml, 200 ml, 250 ml
3. Variabel parameter analisa : suhu dan pH
4. Variabel metode pengumpulan data : metode pengujian, metode literatur dan kepustakaan

2.4 Prosedur

2.4.1 Proses Fermentasi Run I

Memasukkan 200 ml limbah cair tempe kedalam masing-masing fermentor, kemudian ditambahkan feses sapi dengan masing-masing variasi: 50 ml; 100 ml; 150 ml; 200 ml; 250 ml pada setiap fermentor, lalu larutan dihomogenkan. Setelah 10 menit, kemudian analisa suhu dan pH masing-masing larutan sampel.

2.4.2 Proses Fermentasi Run II

Memasukkan 250 ml limbah cair tempe kedalam masing-masing fermentor, kemudian ditambahkan feses sapi dengan variasi: 50 ml; 100 ml; 150 ml; 200 ml; 250 ml dan ditambahkan air sebanyak 250 ml pada setiap fermentor, lalu larutan dihomogenkan. Setelah 10 menit, kemudian analisa suhu dan pH masing-masing larutan sampel.

2.4.3 Proses Fermentasi Run III

Memasukkan 300 ml limbah cair tempe kedalam masing-masing fermentor, kemudian ditambahkan feses sapi sebanyak 250 ml dan ditambahkan air sebanyak 250 ml pada setiap fermentor. Kemudian ditambahkan EM_4 dengan masing-masing variasi: 50 ml; 100 ml; 150 ml; 200 ml; 250 ml, lalu larutan dihomogenkan. Setelah 10 menit, kemudian analisa suhu dan pH masing-masing larutan sampel.

2.5 Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data digunakan sebagai upaya pembuktian keberadaan data yang dibuat, maka diperlukan data-data yang mendukungnya. Adapun metode yang digunakan adalah:

1. Metode Pengujian

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara percobaan serta pengujian bahan yang hasilnya nanti diharapkan dapat membantu untuk menyajikan data penelitian.

2. Metode Literatur dan Kepustakaan

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara mencari literatur atau buku yang berkaitan dengan penelitian.

2.6 Teknik Analisis Data

Teknik analisa data pada penelitian ini adalah:

a. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan ukuran keasaman atau kebasaan dari suatu bahan. Bakteri methanogen sensitif terhadap perubahan pH. Nilai pH optimum dalam pembuatan biogas berkisar 7,0 – 7,2 meskipun produksi gas dapat dihasilkan pada nilai pH 6,6 – 7,6 Nilai pH terbaik untuk suatu degester yaitu sekitar 7,0. Apabila nilai pH dibawah 6,5 maka aktivitas bakteri methanogen akan menurun dan apabila nilai pH 5,0 maka fermentasi akan berhenti

b. Temperatur

Terdapat tiga klasifikasi bakteri berdasarkan temperatur dalam fermentasi anaerobik, yaitu *psycrophilic* (10 – 20 °C), *mesophilic* (30 – 40 °C), dan *thermophilic* (50 – 60 °C), Aktivitas bakteri dalam digester untuk menghasilkan gas tergantung pada temperatur lingkungan. Meskipun gas dapat dihasilkan pada suhu 20–40 °C, dekomposisi yang lebih cepat akan diperoleh dengan menaikkan suhu digester hingga 40 – 60 °C. Bakteri methan sangat sensitif dengan perubahan suhu yang mendadak. Proses biogas lebih cepat pada suhu *thermophilic* dibandingkan dengan *mesophilic*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Fermentasi

3.1.1 Fermentasi Run I

Tabel 3: Tabel Hasil Fermentasi Run I Antara Limbah Cair Tempe + Feses Sapi

No.	Suhu		pH		Limbah Cair Tempe (ml)	Feses Sapi (ml)	Rendemen Biogas (gr)	Uji Nyala
	Awal	Akhir	Awal	Akhir				
R ₁ A	23°C	23°C	5	5	200	50	2,6	Tidak Nyala
R ₁ B	23°C	23°C	5	5	200	100	3,2	Tidak Nyala
R ₁ C	23°C	23°C	5	5	200	150	2,9	Tidak Nyala
R ₁ D	23°C	23°C	5	5	200	200	5,5	Nyala (merah)
R ₁ E	23°C	23°C	5	5	200	250	3,9	Tidak Nyala

3.1.2 Fermentasi Run II

Tabel 4: Tabel Hasil Fermentasi Run II Antara Limbah Cair Tempe + Feses Sapi + Air

No.	Suhu (°C)		pH		Limbah Cair Tempe (ml)	Feses Sapi (ml)	Air (ml)	Rendemen Biogas (gr)	Uji Nyala
	Awal	Akhir	Awal	Akhir					
R ₂ A	23	23	5	5	250	50	250	3,1	Tidak Nyala
R ₂ B	23	23	5	5	250	100	250	3,6	Tidak Nyala
R ₂ C	23	23	5	5	250	150	250	4,3	Tidak Nyala
R ₂ D	23	23	5	5	250	200	250	5,5	Tidak Nyala
R ₂ E	23	23	5	5	250	250	250	7,3	Nyala (biru)

3.1.3 Fermentasi Run III

Tabel 5: Tabel Hasil Fermentasi Run III Antara Limbah Cair Tempe + Feses Sapi + EM₄ + Air

No.	Suhu (°C)		pH		Limbah Cair Tempe (ml)	Feses Sapi (ml)	EM ₄ (ml)	Air (ml)	Rendemen Biogas (gr)	Uji Nyala
	Awal	Akhir	Awal	Akhir						
R ₃ A	23	23	5	5	350	50	50	150	5,8	Tidak Nyala
R ₃ B	23	23	5	5	350	100	100	150	5,9	Tidak Nyala
R ₃ C	23	23	5	5	350	150	150	150	5,1	Tidak Nyala
R ₃ D	23	23	5	5	350	200	200	150	6,0	Tidak Nyala
R ₃ E	23	23	5	5	350	250	250	150	7,5	Nyala

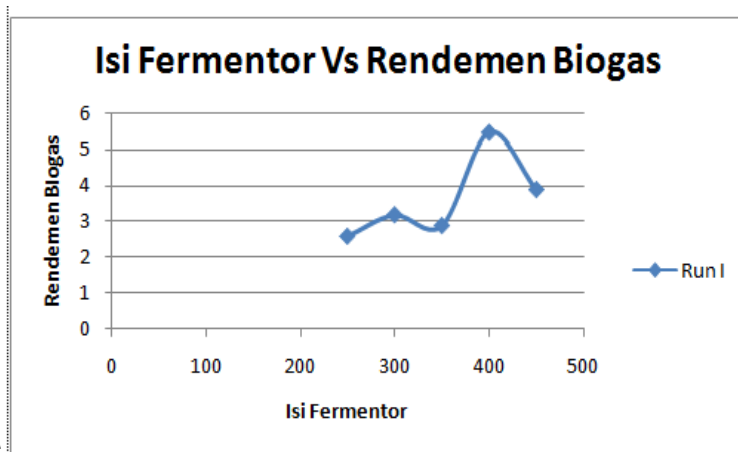
3.1.4 Hasil pengujian COD limbah cair tempe

Tabel 6: Tabel Hasil Pengujian COD limbah cair tempe

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Metode Alat
A 1	Fisika Total padatan tersuspensi	Mg/l	200	***	Spektrofotometri
B a 1 1 2	Kimia Kimia anorganik BOD COD	Mg/l Mg/l	150 300	*** 1513	SNI 06-6989.14:2004 Spektrofotometri

3.2 Pembahasan

3.2.1 Fermentasi Run I (limbah cair tempe : feses sapi)



Gambar 1: Grafik Hubungan Antara Isi Fermentor (ml) vs Rendemen Biogas (Fermentor Limbah Cair Tempe dan Feses Sapi)

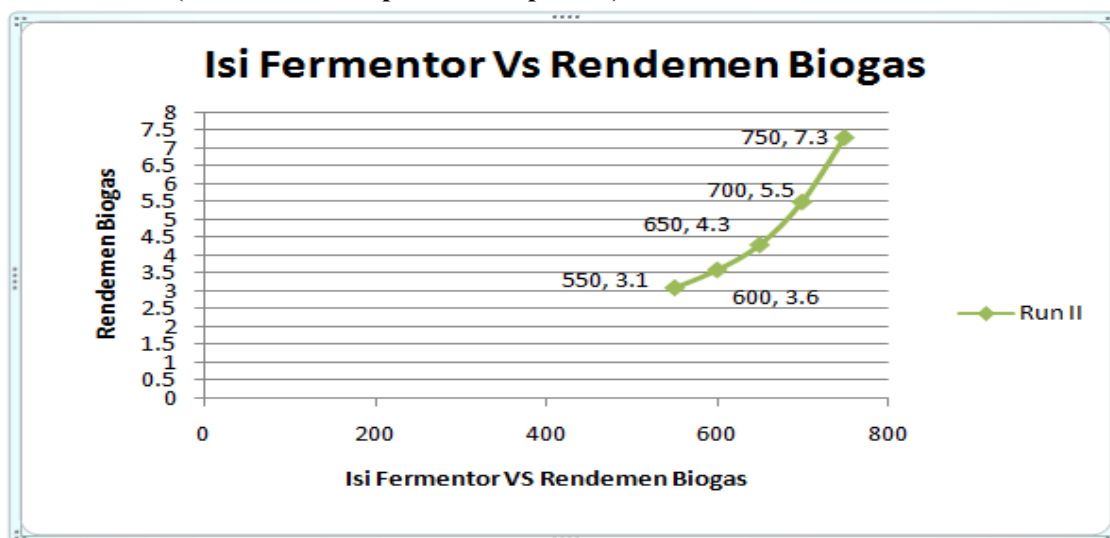
Pada gambar 1, menunjukkan Rendemen Biogas meningkat seiring meningkatnya volume feses sapi (ml) yang ditambahkan pada sampel R₁A, R₁B, R₁C, R₁D, R₁E.

Analisa dilakukan setelah 14 hari proses fermentasi dan untuk uji nyala hanya terjadi pada R₁D dengan rasio 1:1 (limbah cair tempe 200 ml : feses sapi 200 ml), terjadi nyala api yang hanya api merah kecil. Hal ini disebabkan konsentrasi yang seimbang antara komposisi 200 ml limbah cair tempe dan 200 ml feses sapi (R₁D).

Pada fermentor R₁A, R₁B, R₁C, dan R₁E, tidak terjadi nyala api. Hal ini disebabkan pada, R₁A, R₁B, R₁C, dan R₁E kandungan limbah cair tempe yang lebih banyak pada Run I dan pada masing-masing fermentor tersebut tidak ada penambahan air, sehingga kurangnya oksigen di dalam fermentor menyebabkan mikroba tidak dapat berkembang dengan baik. Konsentrasi yang tidak seimbang pada sampel R₁E dengan komposisi 200 ml limbah cair tempe dan 250 ml feses sapi tidak menghasilkan uji nyala api, walaupun rendemen biogas meningkat. Hal ini disebabkan larutan sampel pada fermentor ini terlalu padat sehingga kurangnya oksigen yang menyebabkan mikroba sukar berkembang dengan baik.

Perolehan rendemen biogas pada R₁D ini dipengaruhi oleh tingginya penambahan inokulan pada sampel sehingga berpengaruh pada tingginya perolehan rendemen biogas yang dibuktikan dengan uji nyala api merah.

3.2.2 Fermentasi Run II (limbah cair tempe : feses sapi : air)



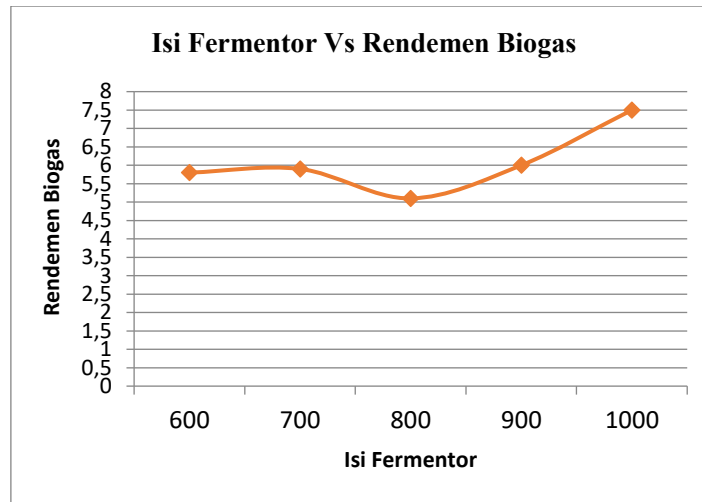
Gambar 2: Grafik Hubungan Antara Isi Fermentor vs Rendemen Biogas (Fermentor Feses Sapi dan Air).

Pada gambar 2, menunjukkan Rendemen Biogas meningkat seiring meningkatnya volume feses sapi (ml) dan air sebanyak 250 ml yang ditambahkan pada sampel R₂A, R₂B, R₂C, R₂D, R₂E.

Analisa dilakukan setelah 14 hari proses fermentasi dan untuk uji nyala hanya terjadi pada R₂E dengan rasio 1:1:1 (limbah cair tempe 250 ml : air 250 ml: feses sapi 250 ml) terjadi nyala api biru. Hal ini disebabkan pada larutan sampel ini terdapat komposisi yang lengkap dan perbandingan yang seimbang antara limbah cair tempe, air, dan juga feses sapi. Sehingga hasil yang diperoleh menunjukkan gas yang dihasilkan mengandung gas metana atau dapat dijadikan sebagai bahan bakar, karena ketika disulut dengan nyala api menimbulkan nyala berwarna biru. Hal ini juga sesuai dengan

penelitian Harahap (2007), menyatakan bahwa adanya gas metana ditandai dengan warna biru dalam nyala api. Gas metana (CH₄) adalah komponen penting dan utama karena memiliki kadar kalor yang cukup tinggi dan jika dihasilkan dari proses anaerob ini nyala api biru maka kemungkinan mengandung 45% gas metana (Ihsan et al., 2013; Mujahidah et al., 2013)

3.2.3 Fermentasi Run III (limbah cair tempe : feses sapi : EM₄ : air)



Gambar 3: Grafik Hubungan Antara Isi Fermentor vs Rendemen Biogas (Fermentor Feses Sapi, EM₄ Dan Air)

Pada gambar 3, menunjukkan Rendemen Biogas meningkat seiring meningkatnya volume feses sapi (ml), volume EM₄ dan air sebanyak 150 ml yang ditambahkan pada sampel R₃A, R₃B, R₃C, R₃D, R₃E.

Analisa dilakukan setelah 14 hari proses fermentasi dan untuk uji nyala hanya terjadi pada R₃E dengan perbandingan (limbah cair tempe 350 ml : air 150 ml: feses sapi 250 ml, dan EM₄ 250 ml terjadi nyala api biru. Hal ini disebabkan pada larutan sampel ini terdapat komposisi yang lengkap dan perbandingan yang seimbang antara limbah cair tempe, air, EM₄ dan juga feses sapi. Sehingga hasil yang diperoleh menunjukkan gas yang dihasilkan mengandung gas metana atau dapat dijadikan sebagai bahan bakar, karena ketika disulut dengan nyala api menimbulkan nyala berwarna biru. Hal ini juga sesuai dengan penelitian Harahap (2007), menyatakan bahwa adanya gas metana ditandai dengan warna biru dalam nyala api. Gas metana (CH₄) adalah komponen penting dan utama karena memiliki kadar kalor yang cukup tinggi dan jika dihasilkan dari proses anaerob ini nyala api biru maka kemungkinan mengandung 45% gas metana (Ihsan et al., 2013; Mujahidah et al., 2013).

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Dari hasil penelitian diperoleh biogas dengan titik optimum terdapat pada RUN II (Subtrat : Air 1:1) pada fermentasi dengan inokulan R₂E (inokulan feses sapi, limbah cair tempe dan air) dimana pada saat uji nyala terdapat nyala api biru dengan rendemen biogas 7,4 ml dengan perbandingan rasio 250:250:250, dengan pH akhir 5 dan temperature akhir 23°C dengan waktu fermentasi 14 hari.

4.2 Saran

Diharapkan kedepannya ada penelitian lanjutan untuk Meningkatkan optimum bioreactor dan Variasi bahan baku, sehingga menghasilkan kadar biogas yang lebih tinggi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, K., Irwanto, A. K., Siregar, N., Agustina, E., Tambunan, A. H., Yasin, M., Hartulistiyoso, E., & Purwanto, Y. (1991). *Energi dan listrik pertanian*. Institut Pertanian Bogor.
- Aisyah, I. (2023). Kajian Penciptaan Green Jobs melalui Pengelolaan Limbah Biomassa Menjadi Arang dan Asap Cair dengan Teknik Pirolisis. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 23(1), 83–91. <https://doi.org/10.17509/jpp.v23i1.56991>
- Al Hakim, B. (2016). *Studi awal potensi limbah cair sampah lindi sebagai sumber energi alternatif biogas di tempat pembuangan akhir TPA Keputih Surabaya*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2207.3364>
- Hadiwiyoto, S. R. (1983). *Penanganan dan Pemanfaatan Sampah* (Cet. 1). Yayasan Idayu.

- Harahap, I. V. (2007). *Uji Beda Komposisi Campuran Kotoran Sapi Dengan Beberapa Jenis Limbah Pertanian Terhadap Biogas Yang Dihasilkan*. Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Ihsan, A., Bahri, S., & Musafira. (2013). Produksi biogas menggunakan cairan isi rumen sapi dengan limbah cair tempe. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 2(2), 27–35. <https://doi.org/10.22487/25411969.2013.v2.i3.1865>
- Juliani, M. (2013). *Kajian Teknologi Produksi Biogas Dari Sampah Pasar, Sayuran dan Buah*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tadulako.
- Luthfianto, D., Mahajoeno, E., & Sunarto. (2012). Pengaruh macam limbah organik dan pengenceran terhadap produksi biogas dari bahan biomassa limbah peternakan ayam. *Bioteknologi*, 9(1), 18–25. <https://doi.org/10.13057/biotek/c090104>
- Mujahidah, Mappiratu, & Sikanna, R. (2013). Kajian teknologi produksi biogas dari sampah basah rumah tangga. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 2(1), 25–34. <https://doi.org/10.22487/25411969.2013.v2.i1.1579>
- Simamora, S., Salundik, Wahyuni, S., & Surajudin. (2006). *Mebuat Biogas Pengganti Bahan Bakar Minyak dan Gas dari Kotoran Ternak*. Argomedia Pustaka.
- Slamet, D. S., & Tarwotjo, I. (1980). Komposisi zat gizi makanan Indonesia [food composition tables]. *Penelitian Gizi Dan Makanan*, 4, 21–36.
- Sukmana, R. W., & Muljatiningrum, A. (2023). *Biogas dari Limbah Ternak* (Cetakan 4). Nuansa Cendikia.
- Widarto, L., & Sudarto, F. X. (2002). *Membuat Biogas*. Kanisius.
- Yani, M., & Darwis, A. A. (1990). *Diktat Teknologi Biogas*. Pusat Antar Universitas Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor.