

**PENGARUH PENAMBAHAN KOTORAN SAPI TERHADAP
PEMBUATAN BIOGAS DARI LIMBAH CAIR PABRIK
TEMPE QOLBUN SALIM DAN SEKAM PADI DALAM
WAKTU RETENSI 20 HARI**

Skripsi

Untuk memenuhi persyaratan sarjana S-1



Oleh:

Ilmiyatun Ainul Qolbi

18106030029

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2024



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1622/Un.02/DST/PP.00.9/08/2024

Tugas Akhir dengan judul : Pengaruh Penambahan Kotoran Sapi terhadap Pembuatan Biogas dari Limbah Cair Pabrik Tempe Qolbun Salim dan Sekam Padi dalam Waktu Retensi 20 Hari

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ILMIYATUN AINUL QOLBI
Nomor Induk Mahasiswa : 18106030029
Telah diujikan pada : Jumat, 23 Agustus 2024
Nilai ujian Tugas Akhir : A/B

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Imekla Fajriati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 66cc3af6adef



Pengaji I

Ika Qurrotul Afifah, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 66ccfb1bfdefef



Pengaji II

Sudarlin, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 66cc28e78c3c



Yogyakarta, 23 Agustus 2024
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 66cc08ca9035d

SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Ilmiyatun Ainul Qolbi
NIM : 18106030029
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Pengaruh Penambahan Kotoran Sapi dalam Pembuatan Biogas dari Limbah Cair Pabrik Tempe Qolbun Salim dan Sekam Padi dalam Waktu Retensi 20 Hari**” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 13 Agustus 2024



Ilmiyatun Ainul Qolbi
NIM:18106030029

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Ilmiyatun Ainul Qolbi

NIM : 18106030029

Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Kotoran Sapi dalam Pembuatan Biogas dari Limbah Cair
Pabrik Tempe Qolbun Salim dan Sekam Padi dalam Waktu Retensi 20 Hari

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 14 Agustus 2024

Pembimbing

Dr. Imelda Farhat, M.Si

NIP: 19750725 200003 2 001

MOTTO

The first step is the hardest.



HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk Almamater UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, keluarga tercinta dan teman-teman yang telah membantu dalam proses pembuatan skripsi.

Untuk almarhum Bapak, semoga di sana banyak molen pisang.



KATA PENGANTAR

Assalamu alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Yang Maha Esa yang telah memberikan Rahmat dan hidayah-Nya. Salawat serta salam tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun umatnya dan dinantikan syafa'atnya di hari akhir nanti, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PENGARUH PENAMBAHAN KOTORAN SAPI TERHADAP PEMBUATAN BIOGAS DARI LIMBAH CAIR PABRIK TEMPE QOLBUN SALIM DAN SEKAM PADI DALAM WAKTU RETENSI 20 HARI” sebagai syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains (S. Si).

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu serta mendukung dalam pelaksanaan dan penulisan skripsi ini. Ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Noorhaidi, M. A., M. Phil., Ph. D. selaku rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Hj. Khurul Wardati, M. Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
3. Ibu Dr. Imelda Fajriati, M. Si. selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga sekaligus Dosen Pembimbing Skripsi yang dengan sabar memberi bimbingan, arahan dan motivasi dalam pembuatan skripsi.
4. Bapak Sudarlin, M. Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang dengan sabar memberi bimbingan, arahan dan motivasi dalam perkuliahan.
5. Ibu Isni Gustanti, S. Si., Bapak A. Wijayanto, S. Si., dan Bapak Indra Nafiyanto, S. Si., selaku Pendamping Laboratorium yang telah sabar dan ikhlas dalam membantu pelaksanaan praktikum selama perkuliahan sehingga dapat berjalan dengan lancar.
6. Seluruh dosen dan pengajar Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat.
7. Seluruh staf karyawan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu sehingga penulisan skripsi ini dapat berjalan dengan baik.
8. Almarhum Bapak yang selalu menjadi *role model* saya, dan ibu serta kakak perempuan saya yang telah menjadi wanita-wanita terkuat untuk saya.
9. Suami saya yang berhasil meyakinkan saya untuk menyelesaikan perkuliahan, membantu dan menemani saya bahkan pada titik terendah hidup saya.
10. Teman-teman Caffeine Kimia angkatan 2018 UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah menjadi keluarga, yang tetap bersedia membantu dan menemani saya dengan kesibukan-kesibukan mereka yang telah sama sekali berbeda.
11. Semua pihak yang telah membantu penulisan skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang membutuhkan. Kritik dan saran diharapkan oleh penulis agar kekurangan dalam

pembuatan skripsi ini dapat diperbaiki. Penulis juga berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan kimia dan ilmu pengetahuan lainnya.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 13 Agustus 2024
Penulis



Ilmiyatun Ainul Qolbi



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Batasan Masalah	6
C. Rumusan Masalah	6
D. Tujuan Penelitian.....	7
E. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II	8
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	8
A. Tinjauan Pustaka	8
B. Landasan Teori	10
1. Biogas.....	10
2. Limbah Cair Tempe	19
3. Sekam Padi.....	22
4. Kotoran Sapi	23
C. Hipotesis Penelitian.....	24
BAB III.....	27
METODOLOGI PENELITIAN	27
A. Waktu dan Tempat Penelitian	27
B. Alat-alat Penelitian	27
C. Bahan Penelitian	27
D. Prosedur Kerja Penelitian.....	28
1. Rancangan Digester	28
2. Preparasi Bahan Baku Biogas.....	28
E. Analisis Parameter Biogas.....	30
a. Analisis Suhu dan pH.....	30
b. Analisis Tekanan dan Volume Biogas	30
c. Analisis Warna Nyala Api	31
BAB IV	32
HASIL DAN PEMBAHASAN	32
A. Rancangan Digester	32

B.	Prosedur Fermentasi.....	32
C.	Hasil Pengukuran Suhu Digester.....	34
D.	Hasil Analisis Kandungan pH.....	35
E.	Hasil Analisis Volume dan Tekanan Biogas	36
F.	Hasil Analisis Warna Nyala Api.....	38
BAB V		40
KESIMPULAN DAN SARAN		40
A.	Kesimpulan.....	40
B.	Saran	40
DAFTAR PUSTAKA.....		41
LAMPIRAN.....		45
CURRICULUM VITAE.....		49



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komponen dalam biogas.....	11
Tabel 2.2. Hasil Analisa Kandungan Limbah Cair Tempe Air Rebusan dan Air Rendaman Kedelai	20
Tabel 3.1. Variasi Komposisi Bahan Baku Biogas	30
Tabel 4.1. Variasi Perlakuan Bahan Baku Biogas	33



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Proses Perombakan Secara Anaerob	15
Gambar 4. 1 Pengukuran Suhu Digester selama 20 Hari.....	34
Gambar 4. 2 Grafik Analisis Kandungan pH Bahan Baku	36
Gambar 4. 3 Hasil Uji Nyala Api Biogas.....	38



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan massa jenis sekam padi.....	45
Lampiran 2. Perhitungan massa jenis kotoran sapi	45
Lampiran 3. Perhitungan variasi komposisi bahan baku biogas	45
Lampiran 4. Data Pengamatan Suhu Digester	47
Lampiran 5. Dokumentasi	48



ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN KOTORAN SAPI TERHADAP PEMBUATAN BIOGAS DARI LIMBAH CAIR PABRIK TEMPE QOLBUN SALIM DAN SEKAM PADI DALAM WAKTU RETENSI 20 HARI

Oleh:

**Ilmiyatun Ainul Qolbi
18106030029**

Penelitian ini mempelajari tentang pengaruh penambahan kotoran sapi (KS) terhadap pembuatan biogas dari limbah cair tempe (LCT) dan sekam padi (SP) dalam waktu retensi 20 hari sebagai salah bentuk aplikasi energi terbarukan sebagai pengganti energi fosil. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan perubahan suhu, pH, volume dan tekanan terhadap konversi limbah cair tempe dan sekam padi menjadi biogas dengan penambahan kotoran sapi dan menentukan pengaruh kombinasi substrat tersebut terhadap produksi biogas dalam waktu retensi 20 hari. Penelitian ini dilakukan dengan memasukkan semua bahan baku sesuai variasi komposisinya, yaitu P_0 (80% LCT:20% SP), P_1 (90% substrat:10% KS), P_2 (85% substrat:15% KS) dan P_3 (80% substrat:20% KS) ke dalam masing-masing digester 25 L selama 20 hari. Berdasarkan hasil dari proses pembuatan biogas tersebut, didapatkan rentang suhu digester 24 - 29°C, pH bahan baku setelah fermentasi di bawah 5, volume biogas hanya terdapat pada perlakuan P_0 sebesar 5,7 ml dan data tekanan tidak terbaca oleh manometer karena gas yang dihasilkan sedikit atau belum terbentuk. Kombinasi substrat limbah cair tempe, sekam padi dan kotoran sapi terhadap pembuatan biogas dalam waktu retensi 20 hari tidak menghasilkan nyala api karena kandungan lignin dalam sekam padi yang bersifat resisten terhadap biodegradasi atau hidrolisis sehingga proses digestasi anaerobik belum mencapai tahap metanogenesis dan juga suhu dan pH yang rendah menyebabkan pertumbuhan bakteri metan terhambat, sehingga gas metana belum terbentuk.

Kata kunci: biogas, limbah cair tempe, sekam padi, kotoran sapi.

ABSTRACT

THE EFFECT OF COW DUNG ADDITIONS ON BIOGAS PRODUCTION FROM LIQUID WASTE OF QOLBUN SALIM TEMPE FACTORY AND RICE HUSK WITHIN 20 DAYS OF RETENTION TIME

By:
Ilmiyatun Ainul Qolbi
18106030029

This research is about the effect of cow dung (KS) additions on biogas production from *tempe* liquid waste (LCT) and rice husk (SP) within 20 days of retention time as one of the renewable energy applications for fossil energy substitution. The purposes of this research are determining the effect of temperature, pH, volume and pressure on biogas production from *tempe* liquid waste and rice husk with cow dung additions and the effect of those co-substrates on biogas within 20 days of retention time. In order to obtain biogas, all materials according to each variation which are P₀ (80% LCT:20% SP), P₁ (90% substrates:10% KS), P₂ (85% substrates:15% KS) dan P₃ (80% substrates:20% KS) are added into 25 L digester for 20 days. The result shows that temperature range are in 24 – 29°C, pH after fermentation is under 5, biogas volume of 5.7 ml only produced in P₀ and the biogas pressure is undetected by manometer because the small amount of biogas or biogas has not been formed. The co-substrates on biogas production within 20 days of retention time shows that no flames were formed because of the lignin in rice husk which resistant to biodegradation or hydrolysis so that anaerobic digestion process has not reached the methanogenesis stage. Furthermore, the low temperature and pH inhibit the methane bacteria growth, hence, no methane gas were formed.

Keywords: biogas, *tempe* liquid waste, rice husk, cow dung.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I **PENDAHULUAN**

A. Latar Belakang

Energi merupakan salah satu kebutuhan yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Energi yang dikonsumsi di Indonesia didominasi oleh sumber energi fosil seperti minyak bumi, gas alam dan batubara. Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) dalam *Handbook of Energy and Economic Statistic of Indonesia* (2023), tingkat konsumsi energi minyak bumi, gas alam dan batubara pada tahun 2023 di Indonesia total mencapai 1,24 juta barel setara minyak (BOE). Data ini menunjukkan peningkatan tertinggi dalam enam tahun terakhir dengan persentase mencapai 6,29% atau 1,220 juta BOE dibandingkan tahun 2022. Tingkat konsumsi energi minyak bumi sendiri mencapai 492,16 juta BOE, gas alam sebesar 120,99 juta BOE dan batu bara sebesar 316,75 juta BOE.

Tingginya konsumsi energi minyak bumi di Indonesia justru berbanding terbalik dengan produksinya yang pada tahun 2023 hanya 221 juta BOE yang berimbang pada meningkatnya jumlah impor minyak sebesar 26% dari tahun 2022. Produksi LPG juga menurun sebesar 0,6% atau 1,9 juta ton (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral [ESDM], 2023). Direktur *Center of Economic and Law Studies* (CELIOS) dalam Green Economic Forum 2023 menyatakan bahwa jika produksi minyak dan gas berkurang, maka akan terjadi kenaikan jumlah impor yang berimbang kepada kenaikan harga minyak, melonjaknya harga barang pokok dan melemahnya nilai tukar rupiah. Hal ini

tidak hanya berdampak terhadap masyarakat menengah bawah saja, namun juga berdampak terhadap negara yang harus menanggung beban subsidi energi yang besar (CNN Indonesia, 2023).

Produksi minyak bumi yang menurun berbanding terbalik dengan produksi batubara. Produksi batubara pada tahun 2023 mencapai 775 juta ton. Data ini menyatakan peningkatan sebesar 13% (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral [ESDM], 2023). Meski demikian, pemanfaatan batubara yang semakin gencar dilakukan karena meningkatnya sektor industri di Indonesia menjadi salah satu penyebab tingginya emisi gas CO₂. Berdasarkan data dari Kementerian ESDM, emisi CO₂ terbesar berasal dari aktivitas pembangkit tenaga listrik yang didominasi oleh pembakaran batubara hingga separuh total kapasitas nasional. Total emisi CO₂ pada tahun 2022 disebutkan sekitar 696,7 ton CO₂, jumlah ini meningkat rata-rata 4,1% per tahunnya, yang merupakan penyebab meningkatnya pemanasan global dan efek rumah kaca (Outlook Energi Indonesia, 2023). Suhu bumi yang meningkat dapat menimbulkan berbagai bencana alam, seperti banjir bandang mematikan di Pakistan pada tahun 2022 yang disebabkan oleh hujan deras dan gletser yang mencair (BBC, 2022) dan peristiwa *heat waves* di India. Andrew Pershing, wakil presiden Divisi Ilmu Pengetahuan di Climate Central, Amerika Serikat, dalam wawancaranya dengan CBC News menyatakan bahwa salah satu penyebab terjadinya gelombang panas (*heat waves*) yang menewaskan ratusan orang di India pada bulan Mei 2024 lalu adalah perubahan iklim yang ekstrem sebagai dampak dari meningkatnya gas rumah kaca (CBC News, 2024). Dengan

demikian, perlu dilakukan usaha-usaha untuk mengurangi dampak negatif penggunaan energi berbahan dasar fosil tersebut. Salah satu langkah penanganan yang dapat dilakukan adalah mengalihkan konsumsi energi konvensional ke energi terbarukan yang bersifat *renewable* dan ramah lingkungan.

Salah satu bentuk energi terbarukan adalah biogas. Biogas merupakan gas produk dari proses digestasi anaerobik, yaitu proses biokimia yang melibatkan mikroorganisme anaerobik untuk menguraikan material organik dalam kondisi tanpa oksigen (Deng, et al., 2020). Biogas dapat diperoleh dari bahan baku atau substrat berupa air limbah rumah tangga, limbah kotoran cair peternakan hewan, sampah organik pasar, limbah industri makanan seperti industri tahu atau tempe dan limbah pertanian (Prihartiningtyas, et al., 2019). Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah cair tempe, sekam padi dan kotoran sapi.

Limbah cair tempe yang dihasilkan oleh pabrik tempe Qolbun Salim di desa Pereng, Klaten, Jawa Tengah dapat mencapai 400 hingga 500 liter per harinya. Limbah cair ini berasal dari air rendaman, pencucian dan perebusan kedelai untuk produksi tempe yang total produksinya berkisar antara 4 hingga 5 kuintal tiap harinya. Keterbatasan dana dan lahan untuk pembuatan tampungan limbah cair menjadi penyebab dibuangnya limbah cair tersebut secara langsung ke sungai terdekat. Hal ini menyebabkan titik lokasi sungai yang menjadi muara pembuangan limbah cair tersebut berwarna keruh, berbusa dan berbau tidak sedap terlebih saat musim kemarau. Pemilik pabrik

beberapa kali menerima keluhan dari penduduk sekitar yang terdampak langsung dengan pencemaran tersebut.

Limbah cair tempe mengandung berbagai macam zat organik dengan kadar yang tinggi, diantaranya adalah protein 50-60%, lemak 10%, karbohidrat 25-50% (Maulana, et al., 2023), kalsium 13,60 ppm, fosfor 1,74 ppm dan besi 4,55 ppm (Prasetyo & Widayastuti, 2020). Kandungan BOD yang mencapai 5000-10.000 mg/L dan COD 7000-12.000 mg/L dalam limbah cair tempe disebut melebihi baku mutu dan dapat mencemari lingkungan jika tidak diolah terlebih dahulu (Sari & Rahmawati, 2020). Tingginya kadar zat organik, BOD dan COD ini menyebabkan limbah cair tempe memiliki sifat *biodegradable* atau mudah diurai oleh mikroba sehingga dapat digunakan sebagai substrat pembuatan biogas. Salah satu substrat tambahan yang dapat digunakan untuk meningkatkan produksi biogas adalah sekam padi (Arifin, 2016).

Sekam padi memiliki kandungan selulosa yang lebih tinggi dibandingkan jerami padi (Goodman, 2020) yang dapat dihidrolisis menjadi monosakarida atau atau gula sederhana (Keumala, et al., 2017). Sekam padi juga memiliki kadar karbon sebesar 38,9% dan kadar nitrogen sebesar 0,6% yang menunjukkan rasio C/N tinggi yaitu 65:1. Rasio C/N yang ideal untuk pembentukan biogas adalah 20-30:1 (Arifin, 2016). Rasio C/N yang tinggi dapat menghambat tahap permulaan degradasi substrat oleh mikroorganisme, maka sekam padi yang memiliki kandungan karbon tinggi tersebut harus diimbangi dengan substrat yang memiliki rasio C/N rendah (memiliki

kandungan nitrogen tinggi) untuk mencapai rasio C/N yang sesuai agar biogas yang dihasilkan dapat optimal. Salah satu bahan baku yang memiliki kandungan nitrogen tinggi adalah kotoran sapi (Deng, et al., 2020).

Kotoran sapi memiliki rasio C/N yang rendah, yaitu 18:1 dengan proporsi karbon sebesar 7,3% dan nitrogen 0,29%. Rasio C/N yang rendah dapat mengubah sisa nitrogen menjadi amonia bebas yang merupakan inhibitor dalam sistem digesti anaerobik, maka dari itu, kotoran hewan biasanya dicampur dengan limbah pertanian atau limbah organik lainnya yang memiliki rasio C/N tinggi (Deng, et al., 2020). Kotoran sapi juga mengandung banyak bakteri metanogen sehingga sangat baik untuk digunakan sebagai *starter* (Pujiati, et al., 2020). Kotoran sapi juga menghasilkan biogas tertinggi jika dibandingkan dengan kotoran ayam dan kotoran kambing dengan perlakuan yang sama (Bidiayanti, et al, 2018).

Penelitian pengaruh penambahan kotoran sapi terhadap pembuatan biogas dari limbah cair Pabrik Tempe Qolbun Salim dan sekam padi dalam waktu retensi 20 hari ini diharapkan dapat memberi kontribusi bagi krisis energi dan lingkungan dengan memanfaatkan limbah cair tempe, sekam padi dan kotoran sapi sebagai penghasil biogas yang merupakan salah satu energi terbarukan (*renewable*) ramah lingkungan.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Limbah cair tempe yang digunakan pada penelitian ini berasal dari sisa rendaman, pencucian dan perebusan kedelai. Limbah cair tempe sisa perebusan didiamkan terlebih dahulu hingga suhunya menurun.
2. Sekam padi yang digunakan sebagai tambahan substrat pada penelitian ini dijemur terlebih dahulu hingga kering.
3. Kotoran sapi yang digunakan sebagai *starter* pada penelitian ini diambil dalam kondisi segar atau basah.
4. Teknik fermentasi dilakukan dengan variasi perlakuan sebagai berikut;

$P_0 = 80\% \text{ LCT: } 20\% \text{ sekam padi (hanya substrat)}$

$P_1 = 90\% \text{ substrat: } 10\% \text{ kotoran sapi}$

$P_2 = 85\% \text{ substrat: } 15\% \text{ kotoran sapi}$

$P_3 = 80\% \text{ substrat: } 20\% \text{ kotoran sapi}$

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana perubahan suhu, pH, volume dan tekanan terhadap konversi limbah cair tempe dan sekam padi menjadi biogas dengan penambahan kotoran sapi?
2. Bagaimana pengaruh kombinasi substrat limbah cair tempe, sekam padi dan kotoran sapi terhadap biogas dalam waktu retensi 20 hari?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan perubahan suhu, pH, volume dan tekanan terhadap konversi limbah cair tempe dan sekam padi menjadi biogas dengan penambahan kotoran sapi.
2. Menentukan pengaruh kombinasi substrat limbah cair tempe, sekam padi dan kotoran sapi terhadap biogas dalam waktu retensi 20 hari.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberi pengetahuan mengenai pembuatan biogas dari limbah cair tempe dengan menggunakan penambahan sekam padi dan kotoran sapi sebagai alternatif energi dan mengurangi dampak negatif limbah terhadap lingkungan.



BAB V **KESIMPULAN DAN SARAN**

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Konversi limbah cair tempe dan sekam padi menjadi biogas dengan penambahan kotoran sapi memiliki rentang suhu digester 24 - 29°C, pH bahan baku setelah fermentasi di bawah 5, volume biogas hanya terdapat pada perlakuan P₀ sebesar 5,7 ml dan data tekanan tidak terbaca oleh manometer karena gas yang dihasilkan sedikit atau belum terbentuk.
2. Kombinasi substrat limbah cair tempe, sekam padi dan kotoran sapi terhadap biogas dalam waktu retensi 20 hari menunjukkan tidak adanya nyala api yang terbentuk karena kandungan lignin dalam sekam padi yang bersifat resisten terhadap biodegradasi atau hidrolisis sehingga proses digestasi anaerobik belum mencapai tahap metanogenesis dan juga suhu dan pH yang rendah menyebabkan pertumbuhan bakteri metan terhambat, sehingga gas metana belum terbentuk.

B. Saran

1. Dilakukan *pretreatment* terhadap pH bahan baku untuk mencapai pH pembuatan biogas yang ideal.
2. Dilakukan pemilihan bahan digester dan peletakkan digester yang tidak terpengaruh oleh suhu lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, F. 2019. Pemanfaatan Limbah Cair dan Limbah Padat di Sentra Industri Sanan, Kota Malang. *Skripsi*. Program Studi Perencanaan Wilayah Kota Universitas Brawijaya: Malang.
- Arifin, W. 2016. Rancang Bangun Alat Konversi Biogas Limbah Cair Tempe dan Pengujian dengan Penambahan Variasi Campuran Sekam Padi. *Skripsi*. Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah: Surakarta.
- Arwindah, et al. 2018. Formulasi Substrat Dasar Kotoran Kambing dan Limbah Cair Tempe dengan Inokulum Rumen Sapi untuk Studi Awal Produksi Biogas. *Biocelebes*, 12(3), pp. 41-53.
- Atima, W. 2015. BOD dan COD sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah. *Jurnal Biology Science & Education*, 4(1), pp 83-98.
- Bbc.com. (2022, 31 Agustus). Pakistan Floods: Map and Satellite Photos Show Extent of Devastation. Diakses pada 1 Oktober 2022, dari <https://www.bbc.com/news/world-asia-62728678>
- Bidiayanti, et al. 2018. Formulasi Substrat Dasar Kotoran Sapi dan Limbah Cair Tempe dengan Menggunakan Inokulum Rumen Sapi untuk Studi Awal Produksi Biogas. *Biocelebes*, 12(1), pp 1-9.
- Budihardjo, M. A. 2009. Kombinasi Feeding Biostarter dan Air dalam Anaerobik Digester. *Jurnal Presipitasi*, 6(2), pp 27-34.
- Budiyono, et al. 2021. Effects of Comparison of Feed Composition, pH, and Preliminary Treatment of Biogas Production from Cow Blood Waste and Molasses. *Waste Technolog (WasTech)*, 9(1), pp 11-19.
- Chandel, A. K., & Singh, O. V. 2010. Weedy Lignocellulosic Feedstock and Microbial Metabolic Engineering: Advancing The Generation of 'Biofuel'. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 89(5), pp 1289-1303.
- Cbc.ca. (2024, 29 Mei). Temperatures Soar to Nearly 50 C Across India in Ongoing Heat Wave. Diakses pada 16 Juli 2024, dari <https://www.cbc.ca/news/climate/india-2024-heat-wave-1.7218119>
- Cnnindonesia.com. (2023, 7 Juni). Benarkah RI Rawan Terjerembab ke Jurang Krisis Energi?. Diakses pada 4 September 2023, dari <https://www cnnindonesia.com/ekonomi/benarkah-ri-rawan-terjerembab-ke-jurang-krisis-energi/1>

- Dahrudi, et al. 2017. Studi Pengolahan Limbah Usaha Mandiri Rumah Tangga dan Dampak bagi Kesehatan di Wilayah Kenjeran. *Aksiologi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), pp 36-44.
- Deng, L., et al. 2020. *Biogas Technology*. Singapore: Springer.
- Djarwati, et al. 2000. Pemanfaatan Energi Hasil Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 3(2), pp 66-70.
- Effendy, S., et al. 2018. Biogas Hasil Konversi Limbah Kotoran Sapi sebagai Bahan Bakar Genset untuk Menghasilkan Energi Listrik Kapasitas 0,3 kWatt. *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri 2018 ISSN 2085-4218*, pp 97-102.
- Goodman, B. A. 2020. Utilization of Waste Straw and Husks from Rice Production: A Review. *Journal of Bioresources and Bioproducts*, 5, pp 143-162.
- Harmiansyah, et al. 2022. Karakteristik Sisa Slurry pada Produksi Biogas Berbahan Kotoran Sapi. *Jurnal Material dan Proses Manufaktur*, 6(2), pp 46-53.
- Hartanto, J. T., & Nurjuwita, W. 2020. Potensi dan Karakterisasi Biogas dari Limbah Cair Tahu Kawasan Industri Kecil (KIK) Somber dengan Penambahan Kotoran Sapi dan Biokatalis Effective Microorganisms 4 (EM-4). *Skripsi*. Program Studi Teknik Kimia Jurusan Teknologi Industri dan Proses Institut Teknologi Kalimantan: Balikpapan.
- Herawati, D. A., & Wibawa, A. A. 2010. Pengaruh Pretreatment Jerami Padi pada Produksi Biogas dari Jerami Padi dan Sampah Sayur Sawi Hijau Secara Batch. *Jurnal Rekayasa Proses*, 4(1), pp 25-29.
- Hikma, N., & Alwi, M. 2014. Potensi Biogas Limbah Cair Tempe secara Mikrobiologis sebagai Alternatif Penghasil Biogas. *Biocelebes*, 8(1), pp 54-59.
- Kementerian ESDM. 2023. *Outlook Energi Indonesia 2023*. Jakarta.
- Kementerian ESDM. 2023. *Handbook of Energy and Economic Statistic of Indonesia 2023*. Jakarta.
- Keumala, C. F., et al. 2017. Pengaruh Perlakuan Pendahuluan Asam Terhadap Produksi Biogas dari Limbah Sekam Padi dengan Metode Solid State Anaerobic Digestion (SS-AD). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(3), pp 2-10.
- Mangopo, et al. 2018. Formulasi Substrat Dasar Kotoran Ayam dan Limbah Cair Tempe dengan Inokulum Rumen Sapi untuk Studi Awal Produksi Biogas. *Biocelebes*, 12(2), pp 33-43.

- Mara, I. M., & Alit, I. B. 2011. Analisa Kualitas dan Kuantitas Biogas dari Kotoran Ternak. *ISSN: 2088-088X*, 1(2), pp 1-8.
- Matin, H. H. A., & Hadiyanto. 2018. Biogas Production from Rice Husk Waste by using Solid State Anaerobic Digestion (SSAD) Method. *Proceedings of International Conference on Energy, Environmental and Information System*, Semarang: 15-16 Agustus 2017, pp 1-7.
- Maulana, M. R., et al. 2023. Pengaruh Kombinasi Air Leri dan Limbah Cair Tempe terhadap Hasil Jamur Merang (*Volvariella volvaceae*). *Jurnal Agroplasma*, 10(2), pp 493-497.
- Nurhayati. 2018. Pemanfaatan Limbah Cair Tempe menggunakan Bakteri *Pseudomonas* sp dalam Pembuatan Pupuk Cair. *Jurnal TechLINK*, 2(2), pp 45-51.
- Prasetio, J., & Widyastuti, S. 2020. Pupuk Organik Cair dari Limbah Industri Tempe. *Jurnal Teknik Waktu*, 18(2), pp 22-32.
- Prihartiningtyas, S., et al. 2019. *Biodigester untuk Biogas*. Jombang: Fakultas Pertanian Universitas KH. Wahab Hasbullah.
- Pujiati, Dewi, N. K., & Setiawan, D. 2020. *Produksi Biogas Berbasis Biomassa*. Madiun: UNIPMA Press.
- Purboyo, P. D., dan Fahrudin, A. 2024. Analisa Pengujian Instalasi *Anaerobic Digestion* untuk Pemanfaatan Limbah Cair Tahu menjadi Biogas dengan Penambahan Variasi Kotoran Sapi. *Innovative Technologica: Methodical Research Journal*, 3(2), pp 1-13.
- Putra, H. P., et al. 2016. Pengaruh Rasio Pencampuran Limbah Cair Tahu dan Kotoran Sapi terhadap Proses Anaerob. *JOM F TEKNIK*, 3(2), pp 1-5.
- Rohmah, S., et al. 2021. Pengaruh Rasio Substrat Ampas Ganyong dan pH terhadap Tekanan Tekanan dan Waktu Retensi Biogas. *Jurnal SEOI*, 3(2), pp 33-43.
- Saputra, N. T., et al. 2023. Pemurnian Biogas dari *Co-Digestion* Limbah Cair Industri Tahu dengan Kotoran Sapi menggunakan Absorben MEA pada Kolom Isian. *Jurnal Serambi Engineering*, VIII(3), pp 6608-6614.
- Saputro, H. D. 2016. Pengaruh Penambahan *EM-4* dan Urea dalam Campuran Bahan Kering dan Limbah Cair Tempe terhadap Produksi dan Nilai Kalor Biogas pada Digester. *Skripsi*. Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah: Surakarta.

- Sari, D., & Rahmawati, A. 2020. Analisa Kandungan Limbah Cair Tempe Air Rebusan dan Air Rendaman Kedelai. *Jurnal Ilmiah Media Husada*, 9(1), pp 36-41.
- Simamora, S. 2006. *Membuat Biogas Pengganti Bahan Bakar Minyak & Gas dari Kotoran Ternak*. Yogyakarta: AgroMedia Pustaka.
- Siswanto, J. E., & Susanto, A. 2018. Analisa Biogas Berbahan Baku Eceng Gondok dan Kotoran Sapi. *Chempublish Journal*, 3(1), pp 11-20.
- Sunarto. 2013. Karakteristik Metanogen Selama Proses Fermentasi Anaerob Biomassa Limbah Makanan. *Jurnal EKOSAINS*, 5(1), pp 44-58.
- Suyitno, et al. 2010. *Teknologi Biogas Pembuatan, Operasional dan Pemanfaatan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Tipler, P. A., & Mosca, G. 2008. *Physics For Scientists and Engineers Sixth Edition*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Wahyono, E. H., & Sudarno, N. 2012. *Biogas : Energi Ramah Lingkungan*. Yapeka: Bogor
- Wildan, M., et al. 2017. Penambahan Lumpur Aktif dalam Proses Terbentuknya Biogas dari Limbah Cair *Home Industry* Tempe di Surabaya Tahun 2017. *Gema Kesehatan Lingkungan*, 15(2), pp 20-26.

