PENGARUH FREKUENSI PENGADUKAN PADA LAJU DAN KONDISI SATURASI PRODUKSI BIOGAS

INDAH BUDIARTI NINGSIH
NIM H1021191002

SKRIPSI

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

PENGARUH FREKUENSI PENGADUKAN PADA LAJU DAN KONDISI SATURASI PRODUKSI BIOGAS

INDAH BUDIARTI NINGSIH
NIM H1021191002

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains pada Program Studi Fisika

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Pengaruh Frekuensi Pengadukan Pada Laju Dan Kondisi Saturasi Produksi Biogas
Nama Mahasiswa	: Indah Budiarti Ningsih
NIM	: H1021191002
Jurusan/Program Studi	: Fisika/Fisika
Tanggal Lulus	: 31 Januari 2025
SK Pembimbing	: No. 3572/UN22.8/TD.06/2023 /Tanggal 21 September 2023
SK Penguji	: No. 15/UN22.8/TD.06/2023 /Tanggal 20 Januari 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Bintoro Siswo Nugroho, S.Si., M.Si.	Asifa Asri, S.Si., M.Si.
NIP198102062006041003	NIP199006052022032010

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Dr. Muh. Ishak Jumarang, S.Si, M.Si.	Yudha Arman, S.Si., M.Si., D.Sc.
NIP197409212003121004	NIP197805132003121002

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Dr. Bintoro Siswo Nugroho, S.Si., M.Si.	Asifa Asri, S.Si., M.Si.
NIP198102062006041003	NIP199006052022032010

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Indah Budiarti Ningsih
NIM	: H1021191002
Program Studi/ Jurusan	: Fisika/Fisika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.



ik, 31 Januari 2025

Indah Budiarti Ningsih

NIM H1021191002

Pengaruh Frekuensi Pengadukan Pada Laju dan Kondisi Saturasi Produksi Biogas

Abstrak

Krisis energi global memerlukan solusi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Salah satunya adalah melalui pemanfaatan biogas. Biogas merupakan gas yang dihasilkan dari proses pembusukan bahan organik oleh mikroorganisme dalam kondisi tanpa oksigen. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh frekuensi pengadukan terhadap laju produksi biogas. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan utuk menentukan kondisi saturasi biogas. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan mengamati variasi ketinggian manometer, volume biogas, dan kondisi saturasi selama 74 hari. Campuran bahan baku terdiri dari limbah sayuran dan kotoran sapi dengan perbandingan 1:1, dengan kapasitas *digester* sebesar 28,26 liter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa frekuensi pengadukan berpengaruh terhadap laju produksi biogas, dengan produksi optimum terjadi pada frekuensi pengadukan setiap 12 hari. Pada hari ke-35, volume biogas mencapai 48,89 *arb.unit*. Waktu retensi yang lebih lama meningkatkan produksi biogas, tetapi hal ini dapat mengurangi efisiensi nutrisi. Hal ini disebabkan oleh penggunaan mikroorganisme secara terus-menerus, sehingga mengakibatkan tercapainya kondisi saturasi.

Kata Kunci: Biogas, Frekuensi Pengadukan, Produksi Biogas, Waktu retensi, Saturasi Biogas.

The Effect of Stirring Frequency on the Rate and Saturation Condition of Biogas Production

Abstract

The global energy crisis requires sustainable and environmentally friendly solutions. One such solution is the utilization of biogas. Biogas is a gas produced from the decomposition of organic materials by microorganisms in anaerobic conditions. This research aims to analyze the effect of stirring frequency on the rate of biogas production. Additionally, this study also aims to determine the saturation conditions of biogas. The method used is an experiment that observes variations in manometer height, biogas volume, and saturation conditions over a period of 74 days. The raw material mixture consists of vegetable waste and cow manure in a 1:1 ratio, with a digester capacity of 28.26 liters. The results show that stirring frequency has an impact on the rate of biogas production, with optimum production occurring at a stirring frequency of every 12 days. On day 35, the volume of biogas reached 48.89 arb.units. Longer retention times increase biogas production; however, this may reduce nutrient efficiency due to the continuous use of microorganisms, ultimately leading to saturation conditions.

Keywords: *Biogas, Agitation Frequency, Biogas Production, Retention Time, Saturation Conditions.*

PRAKATA

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, rahmat, dan karunia-Nya, sehingga skripsi yang berjudul "PENGARUH FREKUENSI PENGADUKAN PADA LAJU DAN KONDISI SATURASI PRODUKSI BIOGAS" dapat diselesaikan. Skripsi ini ditulis untuk memenuhi syarat kelulusan program S1 di program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak. Selama masa perkuliahan dan penelitian, penulis menerima banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang sangat berarti dalam kelancaran studi ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Orang tua penulis, Ibu Ruziah, S.Pd.sd, yang sangat penulis cintai dan hargai. Beliau selalu menjadi sumber inspirasi dan dukungan bagi penulis, memberikan doa serta semangat baik secara mental, materil, maupun spiritual. Ibu selalu memberikan ketenangan kepada penulis untuk tetap bersemangat menghadapi berbagai tantangan, serta mendoakan agar setiap langkah yang diambil mendapatkan ridho. Kesabaran Ibu dalam menunggu penulis tidak bisa diungkapkan hanya dengan kata-kata, sosokmu sangat berarti bagi penulis. Terima kasih Ibu.
2. Bapak Dr. Bintoro Siswo Nugoroho, S.Si, M.Si selaku dosen Pembimbing I yang selalu sabar dan bijaksana dalam memberikan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Asifa Asri, S.Si, M.Si selaku dosen Pembimbing II yang selalu sabar dan bijaksana dalam memberikan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Muh. Ishak Jumarang, S.Si, M.Si selaku dosen Penguji I yang selalu memberikan saran, masukan, dan kritik yang membangun dalam skripsi penulis.
5. Bapak Yudha Arman, S.Si., M.Si., D.Sc selaku dosen Penguji II yang selalu memberikan saran, masukan, dan kritik yang membangun dalam skripsi penulis.

6. Bapak Dr. Azrul Azwar, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing akademik yang senantiasa memberikan nasihat dan petunjuk berkaitan kuliah selama masa studi maupun saat menyelesaikan skripsi.
7. Bapak Ibu Dosen dan staf jurusan fisika, yang telah memberikan ilmu serta bantuan dari awal masuk perkuliahan sampai dengan penulis lulus.
8. Adik-adikku yang selalu memberikan motivasi dan dorongan moral.
9. Keluarga tercinta yang telah memberikan motivasi secara moral dan material.
10. Anak-anakku tercinta IN, Moro, Rimuru, Veldora, Eren, Saiki, dan Ahoy, yang selalu hadir mendampingiku waktu senang maupun sedih. Kalian bukan saja hewan peliharaan, kalian adalah keluarga yang dicintai penulis.
11. Kepada teman-teman Asrama Kepulauan Riau, yang telah memberikan bantuan selama penelitian.
12. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu dan mendukung sampai akhir.
13. Terakhir, terima kasih untuk diri sendiri, terima kasih karena sudah bertahan sejauh ini, terima kasih tetap memilih berusaha dan merayakan dirimu sampai di titik ini. Ini merupakan pencapaian besar yang patut dibanggakan untuk diri sendiri.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian penulisan skripsi ini terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu penulis senantiasa mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Semoga skripsi ini berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Pontianak, 31 Januari 2025

Indah Budiarti Ningsih

DAFTAR ISI

PRAKATA vi
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL x
DAFTAR LAMPIRAN xi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
BAB II DASAR TEORI 4
2.1 Proses Pembentukan Biogas 4
2.2 Bahan Baku Pembuatan Biogas 5
2.3 Pengukuran Tekanan Gas 7
2.4 Karakteristik Bahan Baku 12
2.5 Digester 14
2.6 Kebutuhan *Digester* 14
2.7 Volume Biogas 15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 16
3.2 Alat dan Bahan 16
3.3 Prosedur Kerja 16
3.4 Alur Penelitian 20
3.5 Tahapan Proses Eksperimen 21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 22
4.1 Analisis Efek Variasi Frekuensi Pengadukan terhadap Proses Fermentasi dan Produktivitas Biogas 22
4.2 Pengaruh Pengadukan Pada Laju Produksi Biogas 23
4.3 Waktu Retensi dan Kondisi Saturasi untuk Setiap Variasi Pengadukan 25
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 27
5.1 Kesimpulan 27
5.2 Saran 27
LAMPIRAN 30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema manometer pipa u yang terhubung dengan wadah penampung gas (Asri et al., 2013) 9
Gambar 3.1 Skema *digester* biogas 17
Gambar 3.2 (a) alat ukur manometer, (b) proses pengamatan dan pengambilan data biogas 18
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian 20
Gambar 3.4 Diagram Alir Proses Eksperimen 21
Gambar 4.1 Grafik rata-rata ketinggian manometer (m) terhadap waktu (hari) untuk dua kali pengulangan 23
Gambar 4.2 Grafik perbandingan laju produksi biogas rata-rata untuk tiap variasi pengadukan dan tanpa pengadukan 23
Gambar 4.3 Grafik kondisi saturasi biogas untuk setiap variasi pengadukan 26
Gambar 1 Grafik ketinggian manometer untuk setiap variasi di Data 1 41
Gambar 2 Grafik ketinggian manometer untuk setiap variasi di Data 2 41
Gambar 3 Grafik laju produksi biogas untuk setiap variasi di Data 1 42
Gambar 4 Grafik laju produksi biogas untuk setiap variasi di Data 2 42
Gambar 5 Grafik kondisi saturasi untuk setiap variasi di Data 1 43
Gambar 6 Grafik kondisi saturasi untuk setiap variasi di Data 2 43
Gambar L6.1 Limbah sayuran dibersihkan dan di jemur 44
Gambar L6.2 Limbah sayuran yang sudah dipotong 44
Gambar L6.3 Penimbangan Kotoran Sapi 44
Gambar L6.4 Penimbangan Bakteri EM4 44
Gambar L6.5 Bahan baku yang sudah dicampur dan dimasukkan ke dalam *digester* 44
Gambar L6.6 Pengamatan manometer 44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Produksi kotoran ternak segar per hari (Permana, 2024) 6

Tabel 2.2 Potensi gas yang dapat dihasilkan dari beberapa jenis limbah (Wahyuni, 2013) 6

Tabel 4.1 Nilai *m*, *c*, dan r^2 hasil perhitungan regresi linear untuk frekuensi pengadukan dan tanpa pengadukan 24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Kebutuhan Digester 30
Lampiran 2. Perhitungan Volume Biogas 30
Lampiran 3. Data hasil penelitian 31
Lampiran 4. Data rata-rata hasil penelitian 39
Lampiran 5. Grafik hasil penelitian untuk setiap variasi pengulangan 41
Lampiran 6. Dokumentasi Pembuatan Sampel dan Penelitian 44

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi final utama yang digunakan di Indonesia adalah bahan bakar minyak, gas bumi, LPG *(liquefied petroleum gas)*, dan listrik (Yudiartono et al., 2022). Berdasarkan data Kementerian Energi Sumber Daya dan Mineral Indonesia, pada tahun 2020 konsumsi energi final tumbuh pada tingkat rata-rata 2,97%. Kebutuhan energi di Indonesia saat ini masih dipenuhi dari batu bara dan gas bumi. Salah satu solusi untuk mengatasi krisis energi adalah dengan menggunakan sumber daya energi yang terbarukan dan ramah lingkungan, seperti biogas.

Biogas adalah sumber energi yang berasal dari biomassa (bahan orgnaik) dan dihasilkan melalui proses fermentasi dengan bantuan bakteri. Optimalisasi produksi biogas telah menjadi topik penelitian yang menarik selama beberapa dekade terakhir, karena kebutuhan akan sumber energi yang ramah lingkungan semakin mendesak (Nugraha et al., 2022). Biogas dapat dihasilkan dari berbagai macam bahan organik termasuk sampah atau limbah, baik yang berbentuk padat maupun cair (Setyawan et al., 2023). Oleh karena itu, di samping menjading alternatif solusi krisis sumber energi, pengolahan biogas memiliki keuntungan lain, yaitu penanggulangan permasalahan sampah. Salah satu sampah organik yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku adalah limbah sayuran. Sampah sayuran memiliki kandungan hemiselulosa dan lignin yang menjadikan biomassa ini dapat dimanfaatkan sebagai biogas (Wahyuni et al, 2017).

Laju produksi biogas merujuk pada jumlah biogas yang dihasilkan dalam periode waktu tertentu. Salah satu faktor yang memengaruhi laju produksi biogas adalah pengadukan. Pengadukan dapat meningkatkan efisiensi reaktor biogas dengan memperbaiki distribusi nutrien dan mempercepat pertumbuhan mikroorganisme (Wahyuni et al., 2017). Sejalan dengan hal tersebut, Indrawati (2017) melaporkan bahwa pengadukan dapat meningkatkan laju produksi biogas hingga 40% dibandingkan dengan reaktor yang tidak diaduk. Asri et al (2013), melaporkan bahwa variasi frekuensi pengadukan 8 jam menghasilkan kondisi

pengadukan lebih baik dengan kenaikan laju produksi biogas hingga 18,6%. Namun, berbanding terbalik dengan penelitian Triakuntini et al., (2013) yang mengkaji bahwa produksi biogas tanpa pengadukan ternyata lebih tinggi jika dibandingkan dengan reaktor yang diaduk.

Laju produksi biogas diduga akan memengaruhi waktu retensi/fermentasi biogas. Mengingat bahwa mikroorganisme anaerob akan memproduksi biogas hingga nutrisi pada bahan bakunya habis (Erickson Sarjono Siboro et al., 2013), sehingga saat laju produksinya berubah maka waktu retensinya juga akan berpengaruh.

Berdasarkan tinjauan pustaka yang dilakukan, terdapat perbedaan kondisi produksi biogas ketika proses pengadukan diterapkan. Selain itu, perlu diteliti lebih lanjut pengaruh pengadukan terhadap kondisi saturasi dalam produksi biogas untuk memberikan wawasan terkait pergantian bahan baku. Penelitian ini berfokus pada aspek kebaruan dalam menjelaskan hubungan antara laju produksi biogas dan pengaruh frekuensi pengadukan terhadap waktu retensi biogas. Variasi frekuensi pengadukan diklasifikasikan menjadi tiga kategori yaitu sering (setiap 1 hari), sedang (setiap 6 hari), dan jarang (setiap 12 hari), yang kemudian dianalisis terhadap laju produksi biogas dan kondisi saturasinya.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi frekuensi pengadukan pada laju produksi biogas?
2. Kapan terjadi kondisi saturasi biogas pada *digester* dengan variasi frekuensi pengadukan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan yang diterapkan dalam penelitian ini mencakup:

1. Bahan baku yang digunakan adalah campuran berbagai limbah sayuran dan kotoran sapi.
2. Variasi frekuensi pengadukan yang dilakukan adalah setiap 1 hari, 6 hari, dan 12 hari.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis pengaruh frekuensi pengadukan terhadap laju produksi biogas.
2. Menentukan terjadinya kondisi saturasi biogas dengan variasi frekuensi pengadukan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membantu dalam mengoptimalkan proses produksi biogas dengan menentukan rentang pengadukan yang paling efektif. Hal ini dapat berkontribusi pada peningkatan efisiensi produksi biogas yang berkelanjutan.
2. Mengetahui kapan terjadi keadaan saturasi biogas dapat membantu dalam pengelolaan yang lebih baik terhadap sumber daya seperti bahan baku dan energi yang digunakan dalam proses biogas. Ini dapat membantu mengurangi pemborosan sumber daya.