

**PEMBUATAN BIOGAS DENGAN VARIASI STARTER
BERBAHAN BAKU ECENG GONDOK (*Eichhornia
crassipes*)**

SKRIPSI



**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Teknologi Pertanian Pada Program Studi Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram**

Disusun Oleh:

LIZA CAHYA ONO PERTIWI
NIM: 318120005

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
MATARAM
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN

PEMBUATAN BIOGAS DENGAN VARIASI STARTER BERBAHAN BAKU ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*)

Disusun Oleh :

LIZA CAHYA ONO PERTIWI

NIM : 318120005

Setelah Membaca Dengan Seksama Kami Berpendapat Bahwa Skripsi Ini Telah Memenuhi Syarat Sebagai Karya Tulis Ilmiah

Telah mendapat persetujuan pada tanggal, 09 September 2022

Menyetujui;

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Earlyna Sinthia Dewi.ST.,M.Pd
NIDN. 0823037701



Muanah, S. TP., Msi
NIDN. 0831129007

Mengetahui

Universitas Muhammadiyah Mataram

Fakultas Pertanian

Dekan,



Budi Wirjono, SP.,M.Si
NIDN. 0805018101

HALAMAN PENGESAHAN

PEMBUATAN BIOGAS DENGAN VARIASI STARTER BERBAHAN BAKU ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*)

Disusun Oleh:

LIZA CAHYA ONO PERTIWI
NIM: 318120005

Pada hari Kamis 04 Agustus 2022
Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji

Tim Penguji:

1. **Earlyna Sinthia Dewi, ST., M.Pd** (.....)
Ketua
2. **Muanah, S.TP., M.Si** (.....)
Anggota
3. **Ir. Nazaruddin, MP** (.....)
Anggota

**Skripsi Ini Telah Diterima Sebagai Bagian Dari Persyaratan Yang Diperlukan
Untuk Mencapai Kebulatan Studi Program Strata Satu (S1) Untuk Mencapai
Tingkat Sarjana Pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian
Universitas Muhammadiyah Mataram**

Mengetahui:

**Universitas Muhammadiyah Mataram
Fakultas Pertanian
Dekan,**



Budy Wiryono, SP., M.Si
NIDN: 0805018101

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/ataupun doktor), baik di universitas muhammadiyah mataram maupun perguruan tinggi lain.
2. Skripsi ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Skripsi ini tidak terdapat karya tulis atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karna karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Mataram, Kamis 01 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Liza Cahya Ono Pertiwi
NIM: 318120005



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT**

Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : perpustakaan@ummat.ac.id

**SURAT PERNYATAAN BEBAS
PLAGIARISME**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lisa Cahya Ono Perfiwi
 NIM : 21820005
 Tempat/Tgl Lahir : Perandata, 11 Oktober 1998
 Program Studi : Teknik Pertanian
 Fakultas : Pertanian
 No. Hp : 087 857 095 956
 Email : lisacahya@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi/KTI/Tesis* saya yang berjudul :

Pembuatan Biogas Dengan variasi Starter Berbahan Baku
Erag Bandak (Eichhornia crassipes)

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 38 %

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari Skripsi/KTI/Tesis* tersebut terdapat indikasi plagiarisme atau bagian dari karya ilmiah milik orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dan disebutkan sumber secara lengkap dalam daftar pustaka, saya **bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum** sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Mataram, 1 September2022

Penulis


Lisa Cahya Ono Perfiwi
 NIM. 21820005

Mengetahui,
 Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



Iskandar, S.Sos., M.A.
 NIDN. 0802048904



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT**

Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : perpustakaan@ummat.ac.id

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : *Liza Cahya Omo Pertiwsi*
 NIM : *318120005*
 Tempat/Tgl Lahir : *Pandak, 11 Oktober 1998*
 Program Studi : *Teknik Pertanian*
 Fakultas : *Pertanian*
 No. Hp/Email : *087 807 095 906 / lizacahya@ummat.ac.id*
 Jenis Penelitian : Skripsi KTI Tesis

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama **tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta** atas karya ilmiah saya berjudul:

*Pembuatan Biogas Dengan Variasi Starter Perikanan Raker Eceng
Pondak (Electronia crassipes)*

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Mataram, *1 September* 2022

Penulis


Liza Cahya Omo Pertiwsi
 NIM *318120005*

Mengstahui,
Kepala UPT Perpustakaan UMMAT



Iskandar, S.Sos.,M.A.
NIDN. 0802048904

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Selalu berprasangka baik kepada Allah. Jangan menggerutu saat tertimpa kemalangan, karena hidup adalah perjalanan, selalu ada tikungan, jalanan terjal, dan persimpangan. Jangan merasa buruk karena jalan terasa berliku. Terkadang, jalanan tol pun ada berbagai macam kendala. ban motor yang pecah, bahkan mogok. Intinya, kenali lebih jauh dirimu, niscaya kita akan tau sang pemilik diri dan hakikat kita hidup. Syukuri setiap helaan nafas.”

PERSEMBAHAN:

- Untuk orangtuaku tercinta dan terkasih H. Zulkarnaen dan Aisah yang telah membesarkanku dengan penuh kesabaran dan keikhlasan. Skripsi ini adalah persembahan kecil saya untuk orangtua saya. Ketika dunia menutup pintunya pada saya, ibu membuka lengannya untuk saya. Ketika orang-orang menutup telinga mereka untuk saya, ibu membuka hati untukku. Terimakasih karena selalu ada untukku ibu yang kuat dan sabar.
- Skripsi ini saya dedikasikan untuk kakak (Haryono Zulkarnaen, Martono Zulkarnaen, Ahmad Zulkarnaen) dan adikku (Kartika Maharani, Dewi Ratna Sari, Muhammad Ihwan) tercinta dan terkasih. Terkadang ketika saya kehilangan kepercayaan pada diri saya sendiri, kalian di sini untuk percaya pada saya. Terkadang ketika semuanya salah, kalian tanpa dekat dan memperbaiki semuanya. Jika aku ditanya apa momen tersulit sebagai mahasiswa, mungkin masa skripsi adalah jadwalnya. Masa itu, kira-kira

delapan bulan lalu akan jadi waktu penuh air mata untukku. Sebagai mahasiswi jelas aku jauh dari kata unggul dan pintar. Aku harus berjuang sekuat tenaga menyelesaikan segalanya. Namun satu yang ku syukuri, bahwa di antara perjuangan berat, tetap ada Ibu Earlyna Sinthia Dewi dan Ibu Muanah yang di sana memberi semangat.

- Skripsi ini saya persembahkan untuk sahabat-sahabat seperjuanganku Ronia Mahisya, Muhammad Fernanda, Dina Febreani, Doni Apriandi, Silda Pacitra, Melinawarni, Megiono Saputra, Roby Aulia Khamsin, Baiq Monica Eka Aprilia, Wahyu Arbain, Fisah Salman Megawati.
- Untuk Kampus Hijau dan Almamater tercinta “Universitas Muhammadiyah Mataram, semoga terus berkiprah dan mencetak generasi penerus handal, tanggap, bermutu, dan berahlak mulia.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah hirobbil aalamin, segala puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Ilahi Robbi, karena hanya dengan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya semata yang mampu mengantarkan penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa setiap hal yang tertuang dalam skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan materi, moril dan spiritual dari banya pihak. Untuk itu penulis hanya bisa mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Budy Wiryono, SP.,M.Si, selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Bapak Syirril Ihromi, SP., M.P, selaku Wakil Dekan I Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Bapak Adi Saputrayadi, SP, M.Si selaku Wakil Dekan II Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Ibu Muliatiningsih, SP.,MP, selaku Ketua Program Studi Teknik Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram.
5. Ibu Earlyna Sinthia Dewi, ST, M.Pd, selaku Dosen Pembimbing Utama.
6. Ibu Muanah, S. TP.M.Si, selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
7. Bapak, Ibu, Kakak, Adik, dan seluruh keluarga yang senantiasa memberikan dukungan baik dukungan materil maupun moril, serta doa, sehingga penulis dapat menempuh perkuliahan hingga tahap ini.

8. Kepada teman-teman Teknik Pertanian kelas A selaku teman yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi.
9. Kepada teman-teman Teknik Pertanian angkatan 2018 serta teman-teman yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu.
10. Kepada Lina Sugiani dan Liza Suyatni selaku sahabat yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi dan semangat setiap hari.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kelemahan yang ada pada tulisan, oleh karena itu kritik dan saran yang akan menyempurnakan sangat penulis harapkan.

Mataram, 01 Agustus 2022

Penulis

PEMBUATAN BIOGAS DENGAN VARIASI STARTER BERBAHAN BAKU ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*)

Liza Cahya Ono Pertiwi¹, Earlyna Sinthia Dewi², Muanah³

ABSTRAK

Biogas merupakan campuran gas yang dihasilkan oleh bakteri metanogenik yang terjadi pada material-material yang dapat terurai secara alamiah. Biogas dapat dihasilkan dengan memfermentasikan bahan utama agar dapat terbentuk gas metan. Salah satu tumbuhan atau bahan organik yang cukup berpotensi untuk menjadi bahan baku pembentukan biogas diantaranya tumbuhan eceng gondok. Eceng gondok mengandung 95% air dan memiliki jaringan yang berongga, energi yang tinggi, terdiri dari bahan yang dapat difermentasikan dan berpotensi sangat besar menghasilkan biogas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh penambahan starter ragi dan kotoran sapi pada pembuatan biogas. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni sampai Juli selama 22 hari. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yang terdiri dari P1 (tanpa starter), P2 (starter kotoran sapi), P3 (Starter ragi), dan P4 (starter kotoran sapi + starter ragi) dengan metode penelitian eksperimental yang dilakukan secara langsung di lapangan. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, suhu terendah diperoleh pada perlakuan P1 sebesar 27,17⁰C, sedangkan suhu tertinggi diperoleh pada perlakuan P4 sebesar 27,67⁰C. pH tertinggi diperoleh pada perlakuan P4 sebesar 6,01 dan pH terendah diperoleh pada perlakuan P1 5,84. menunjukkan bahwa tekanan biogas berkisar antara 108,21 N/m² - 109,18 N/m². Tekanan terendah cenderung diperoleh pada perlakuan P1 sebesar 108,21 N/m², sedangkan tekanan tertinggi cenderung diperoleh pada perlakuan P4 sebesar 109,18 N/m². Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa penambahan starter pada eceng gondok tidak berpengaruh secara nyata terhadap tekanan biogas yang dihasilkan.

Kata Kunci: biogas, eceng gondok, starter

1. Mahasiswi Penelitian
2. Dosen Pendamping Pertama
3. Dosen Pembimbing Pendamping

BIOGAS MANUFACTURE WITH VARIATION OF STARTERS FROM WATER hyacinth (*Eichhornia crassipes*)

Liza Cahya Ono Pertiwi¹, Earlyna Sinthia Dewi², Muanah³

ABSTRACT

Biogas is a concoction of gases created by methanogenic bacteria and found in organic materials that can naturally decay. Methane gas can be produced by fermenting the primary ingredients to produce biogas. Water hyacinth is one of the plants or organic materials that could be used as a starting point for biogas production. The 95% water contains high energy hollow network, fermentable materials, and considerable potential for biogas production of the water hyacinth. This study aims to ascertain how adding cow dung and yeast starters affects the production of biogas. The 22 days of this study were spent from June through July. The design used in this study was a one-factor Completely Randomized Design (CRD), consisting of P1 (without starter), P2 (cow dung starter), P3 (yeast starter), and P4 (cow dung starter + yeast starter) using the method experimental research conducted directly in the field. Based on the analysis results, the lowest temperature was obtained in treatment P1 at 27,17⁰C. The treatment P4 temperature record of 27,67⁰C was set and indicated that the biogas pressure ranged from 108.21 N/m² to 109.18 N/m², with the P4 treatment obtaining the greatest pH of 6.01 and the P1 treatment bringing the lowest pH of 5.84. The treatment P1 pressure tends to be the lowest, at 108.21 N/m², and the treatment P4 pressure tends to be the highest, at 109.18 N/m². Therefore, it can be said that adding a starter to water hyacinth has little to no impact on the biogas's pressure.

Keywords: biogas, water hyacinth, starter

1. Researcher
2. First Consultant
3. Second Consultant



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	v
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA TULIS ILMIAH.....	vi
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
ABSTRAK	xi
ABSTACT	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
1.3.1. Tujuan Penelitian.....	4
1.3.2. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Biogas.....	6
2.2. Sifat Fisik Biogas	8
2.3. Proses Pembentukan Biogas	8
2.4. Produksi Biogas	9

2.5. Reaktor Biogas	10
2.5.1. Bagian-bagian Utama Digester Biogas	11
2.6. Eceng Gondok	12
2.7. Penambahan Starter Pembentukan Biogas	14
2.7.1. Ragi (yeast)	14
2.7.2. Kotoran Sapi	15

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian	17
3.2. Rancangan Percobaan	17
3.3. Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.3.1. Tempat Penelitian	17
3.3.2. Waktu Penelitian	18
3.4. Alat dan Bahan Penelitian	18
3.4.1. Alat-alat Penelitian	18
3.4.2. Bahan Penelitian	18
3.5. Pelaksanaan Penelitian	18
3.6. Parameter Penelitian	21
3.6.1. Suhu	21
3.6.2. Derajat Keasamaan (pH)	21
3.6.3. Tekanan	21
3.7. Analisis Data	22
3.8. Digester Biogas	22

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian	24
4.2. Pembahasan	25
4.2.1. Suhu	25
4.2.2. Derajat Keasamaan (pH)	27
4.2.3. Tekanan	29

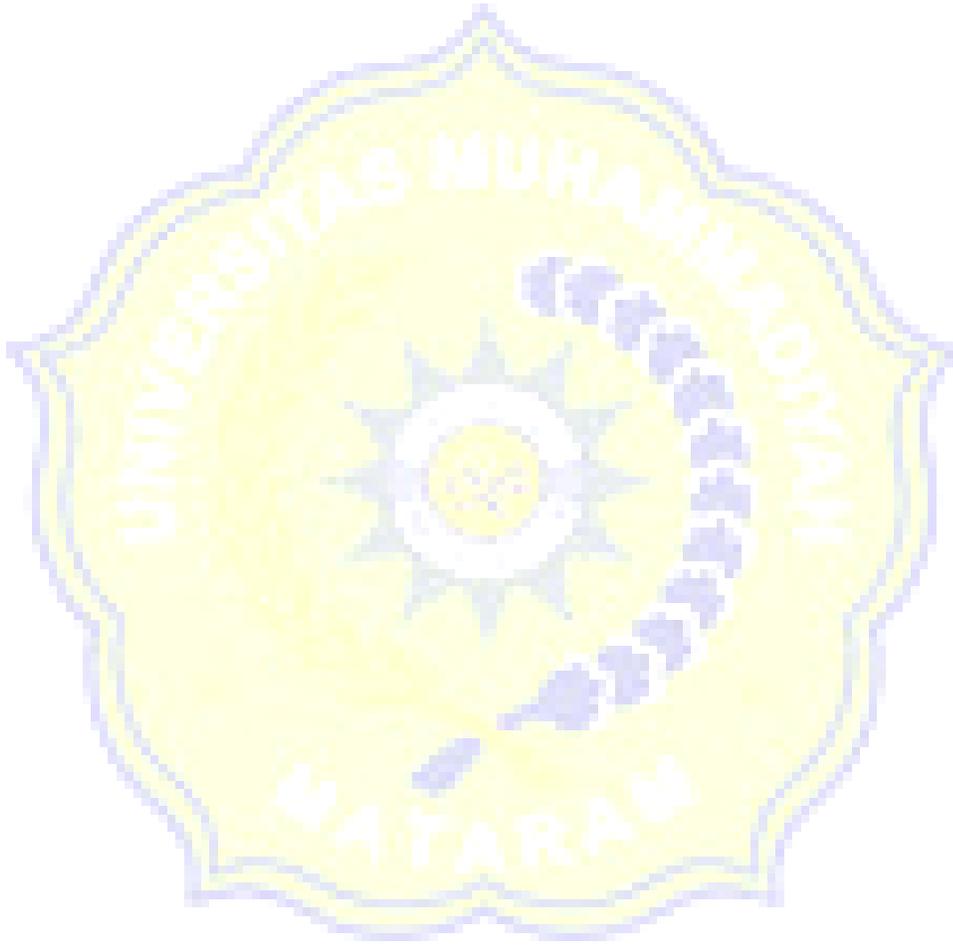
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan..... 32

5.2. Saran 32

DAFTAR PUSTAKA..... 33

LAMPIRAN..... 36



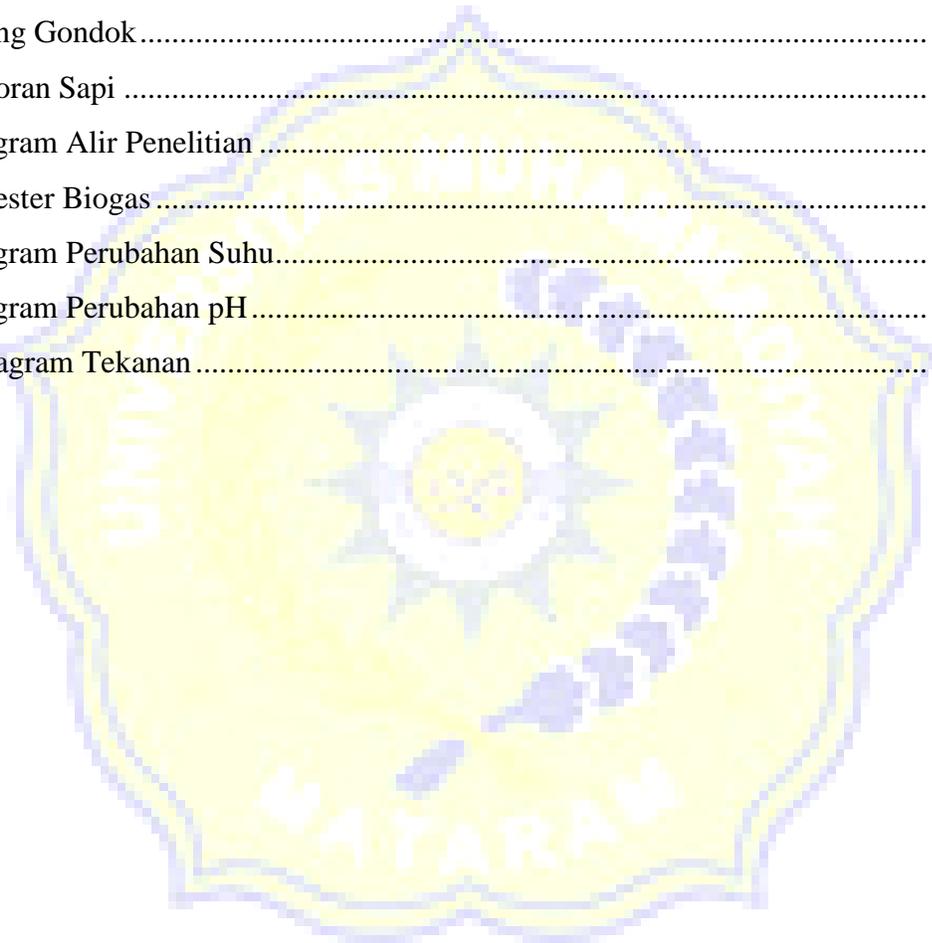
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi Gas Terdapat pada Biogas	6
2. Komposisi Kimia Eceng Gondok Segar	13
3. Komposisi Kimia Eceng Gondok Kering	13
4. Komposisi Biogas Eceng Gondok	14
5. Rerata Produksi Biogas dengan Starter Ragi dan Kotoran Sapi	16
6. Signifikansi Variasi Starter Terhadap Suhu, pH dan Tekanan	24
7. Purata Hasil Pengukuran Suhu, pH dan Tekanan	24



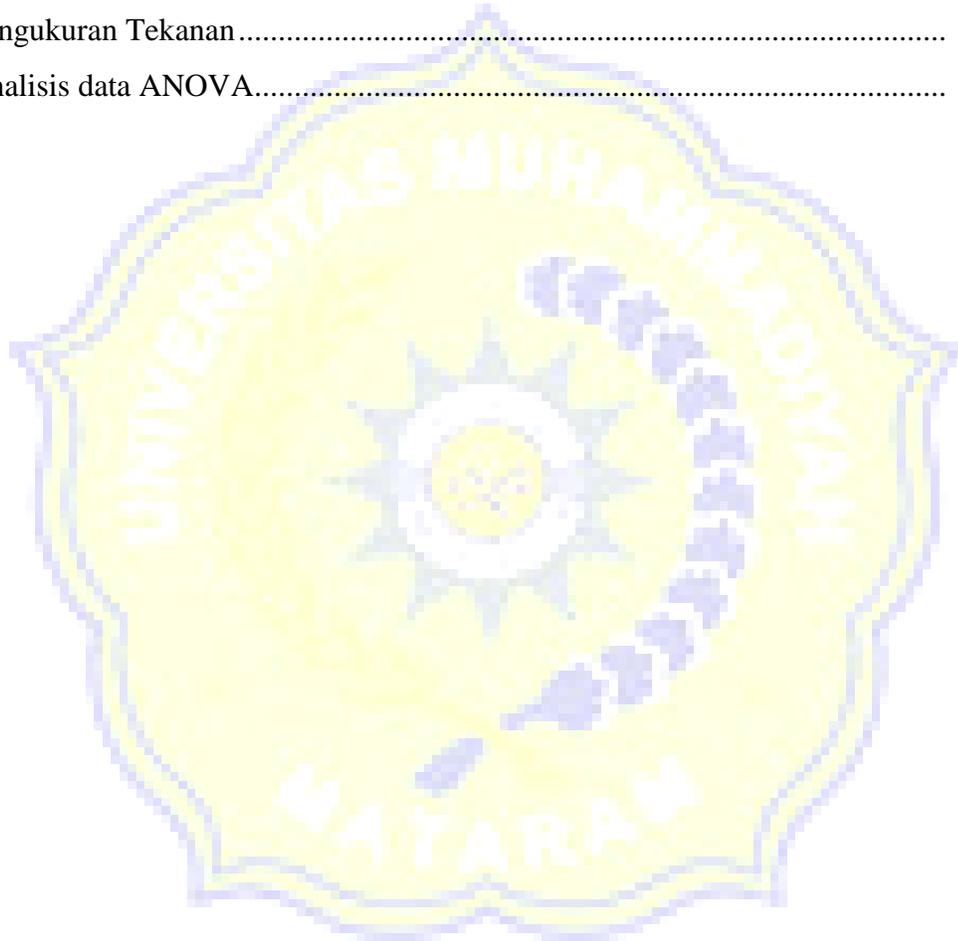
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Penggunaan Biogas untuk Berbagai Aplikasi.....	7
2. Mekanisme Pembentukan Biogas Secara Umum	9
3. Tahap Pembentukan Biogas	10
4. Eceng Gondok.....	12
5. Kotoran Sapi	15
6. Diagram Alir Penelitian	20
7. Digester Biogas	23
8. Diagram Perubahan Suhu.....	26
9. Diagram Perubahan pH.....	28
10. Diagram Tekanan.....	30



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Dokumentasi Penelitian	36
2. Pengukuran Suhu	39
3. Pengukuran pH.....	40
4. Pengukuran Tekanan.....	41
5. Analisis data ANOVA.....	41



BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Negara Indonesia termasuk ke dalam negara dengan pengguna energi yang meningkat sejalan dengan semakin bertambahnya masyarakat yang memanfaatkan energi, seperti energi listrik. Energi listrik yang digunakan sehari-hari sebagian besar berasal dari pembangkit listrik yang bersumber dari bahan bakar fosil. Sumber energi bahan bakar fosil termasuk ke dalam sumber energi yang memerlukan waktu jutaan tahun untuk tercipta kembali (Ucok Hasiholan dkk, 2016). Energi listrik sangat penting bagi kehidupan masyarakat, sehingga menjadikan keterkaitan antara masyarakat dengan energi listrik. Di Indonesia, masih banyak daerah yang belum memiliki akses jaringan distribusi PLN. Salah satu faktor yang mempengaruhinya adalah kurangnya pembangunan ekonomi pada tempat-tempat terpencil dan kurangnya ketersediaan energi listrik. Salah satu cara untuk membantu krisis energi listrik yang terjadi, maka diperlukan adanya sumber energi alternatif. Menurut (Ucok Hasiholan. dkk, 2016) energi alternatif merupakan energi terbarukan yang tersedia melimpah yang dan ramah lingkungan, efektif, efisien dan tersedia bagi masyarakat luas. Menerapkan sumber energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan bagi masyarakat menjadi pilihan. Salah satu diantaranya yaitu biogas dapat dimanfaatkan sebagai energi terbarukan.

Biogas ialah hasil perombakan anaerobik bahan organik yang dilakukan oleh mikroorganismenya dan dapat digunakan sebagai alternatif

sumber bahan bakar minyak (Sarwono.dkk, 2018). Energi alternatif biogas didapatkan dari proses dekomposisi sampah organik dimana bakteri yang dapat hidup tanpa memerlukan oksigen dalam kondisi anaerobik di dalam digester (Akbar. dkk, 2017). Biogas mampu menjadi solusi yang tepat untuk menjawab masalah kebutuhan energi dunia yang semakin bertambah seiring waktu. Teknologi biogas mudah digunakan dan bahan utama penghasil gas yang ada di berbagai bidang seperti limbah peternakan, limbah pertanian dan limbah industri, termasuk bahan organik. Potensi energi alternatif biogas sangat besar, dimana 42 ekor sapi mampu menghasilkan 8,4m³ perhari, ini setara dengan 4,2 liter bahan bakar bensin. Biogas yang dihasilkan mampu menyalakan lampu 60–100 Watt selama 50 jam, sebagai bahan bakar penggerak 1 HP selama 17 jam, untuk energi listrik 39 kWh dan dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk 3 jenis masakan setara dengan 40–48 orang (Fianda. dkk, 2013).

Tumbuhan atau bahan organik yang dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan biogas salah satunya yakni tumbuhan eceng gondok. Tumbuhan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) sering disebut sebagai gulma yang ada di air karena mampu tumbuh begitu cepat (Ratnani. dkk, 2011). Populasi tanaman eceng gondok yang jumlahnya semakin meningkat dapat dijadikan potensi sumber biomassa yang dimanfaatkan sebagai biogas. Tanaman eceng gondok dapat tumbuh dengan cepat namun jarang dimanfaatkan, akibatnya sering kali dianggap sebagai gulma yang dapat merusak lingkungan perairan dan dapat menimbulkan penyakit.

Pertumbuhan tanaman eceng gondok mampu mencapai 1,9% per hari dengan rata-rata ke tinggian antara 0,3 – 0,5 m (Fikri, 2015). Pertumbuhan yang begitu cepat pada tanaman eceng gondok dengan nama latin *Eichhornia crassipes* sangat merugikan karena sifatnya tersebut mampu menutupi permukaan air, sehingga dapat menyebabkan kandungan oksigen pada perairan berkurang. Namun dibalik dampak negatif tersebut terdapat beberapa potensi nilai ekonomi yang dapat digunakan salah satunya mengandung unsur metana yang terdapat pada eceng gondok, dan cukup mengandung selulosa dalam jumlah yang cukup besar, kandungan selulosa ini berpotensi sebagai penghasil biogas (Dwi. I, 2014). Proses dekomposisi selama pembentukan biogas dapat dibantu dengan menambahkan starter untuk mempercepat proses pengurai yang dilakukan oleh mikroorganisme. Bahan starter yang umum dipakai dalam proses pembuatan biogas berupa starter alami, semi-buatan dan buatan manusia (Delvis Agusman. dkk, 2017).

Ragi merupakan zat yang dapat memicu proses fermentasi (Mega. Dkk, 2021). Suatu tumbuhan bersel satu yang tergolong jamur dan mengandung zat yang menghasilkan gas karbondioksida (CO₂) (Delvis Agusman. dkk, 2017). Selain itu, kotoran sapi adalah substrat yang mengandung bakteri metagenik yang ditemukan diperut hewan pemamah biak (*ruminansia*) seperti lembu, biri-biri dan domba, yang mendukung proses fermentasi dan mempercepat proses penyusunan komponen biogas dalam tabung pencernaan (Rachmat Subagyo, 2017).

Berdasarkan uraian diatas peneliti ingin membuktikan peranan mikroorganisme dalam peningkatan efisiensi pembentukan energi alternatif yakni biogas berbahan baku tanaman eceng gondok dengan penambahan ragi dan kotoran sapi sebagai stater.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, maka dapat dirumuskan masalah yakni sebagai berikut:

- a. Apakah penambahan starter ragi dan kotoran sapi akan mempengaruhi perubahan suhu dan pH yang terjadi selama pembentukan biogas.
- b. Apakah penambahan starter ragi dan kotoran sapi mempengaruhi tekanan biogas yang dihasilkan.

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui pengaruh penambahan starter ragi dan kotoran sapi terhadap perubahan suhu dan pH yang terjadi selama pembentukan biogas.
- b. Untuk mengetahui pengaruh penambahan starter ragi dan kotoran sapi terhadap tekanan biogas yang dihasilkan.

1.3.2. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Dapat mengetahui pengaruh penambahan starter ragi dan kotoran sapi terhadap perubahan suhu dan PH yang terjadi selama pembentukan biogas.

- b. Dapat mengetahui pengaruh penambahan starter ragi dan kotoran sapi terhadap tekanan biogas yang dihasilkan.



BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Biogas

Menurut (Herman., dkk, 2018) biogas adalah zat yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan organik oleh bakteri anaerob (bakteri yang hidup dalam kondisi kedap udara) yang cepat terbakar. Gas metana yang dihasilkan selama proses fermentasi dilakukan oleh bakteri metanogen yang memperoleh energi dari metabolisme antara karbon dioksida dan hidrogen.

Tabel 1. Komposisi Gas Terdapat Dalam Biogas

Jenis Gas	Jumlah (%)
Metana (CH ₄)	50,0 – 70,0
Nitrogen (N ₂)	0 – 0,3
Karbon Dioksida (CO ₂)	25,0 – 45,0
Hidrogen (H ₂)	1,0 – 5,0
Oksigen (O ₂)	0,1 - 0,5
Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	0 – 3,0

Sumber : Delvis., dkk, 2017

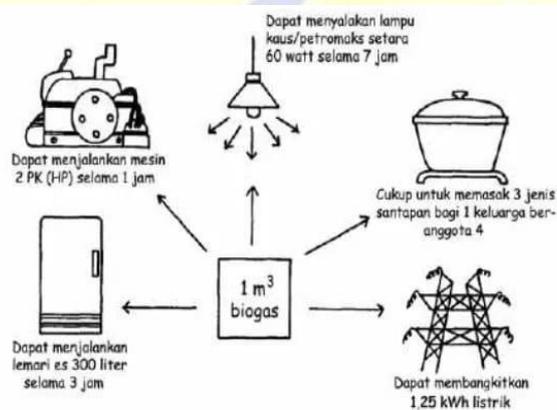
Biogas dapat menghasilkan gas metana (CH₄) yang sifat gasnya tidak berwarna, tidak berbau dan termasuk gas yang mudah terbakar (Dewanto, 2008 dalam Rachmat Subagyo, 2017), dalam proses pengapiannya berwarna biru (Simamora, 2004). Kualitas biogas yang dihasilkan berbeda-beda tergantung dari asal proses anaerobik yang berlangsung (Simamora, 2004). Gas metana yang terkandung di dalam biogas dapat dibedakan menjadi dua jenis menurut komposisinya yaitu, nilai kalor dengan biogas murni memiliki 8.900 kkal/m³, sedangkan nilai kalor biogas campuran memiliki nilai kalor sekitar 5.000-6.513 kkal/m³.

Biogas pada umumnya diaplikasikan menggunakan alat yang dikenal dengan nama reaktor biogas (digester), yang dibuat kedap udara (anaerob),

sehingga, organisme yang ada di dalam reaktor biogas dapat bekerja secara optimal untuk melakukan proses dekomposisi bahan (Wahyuni. S, 2011). *Anaerobic digestion* (AD) adalah proses penguraian bahan secara alami untuk memecah senyawa organik menjadi komponen kimia yang lebih sederhana tanpa menggunakan oksigen, sehingga menghasilkan biogas yang mengandung metana (CH_4) dan gas-gas yang lain (Darnengsih, 2016).

Gas metana (CH_4) yang terdapat di dalam biogas digunakan sebagai energi alternatif pengganti gas LPG yang sumber pasokannya sedikit. Gas metana (CH_4) yang terkandung di dalam biogas dapat digunakan secara berkelanjutan karena sumber bahan utamanya dapat diperbanyak dan tidak terbatas (Masriadi, 2010). Bahan utama pembuatan biogas memiliki berbagai sumber yang dapat dimanfaatkan seperti, kotoran ternak, jerami padi, eceng gondok, limbah industri tahu, bungkil jarak pagar, limbah kelapa sawit, sampah organik (Wahyuni. S, 2011).

Energi alternatif biogas dapat dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari seperti memasak, penerangan, pompa air, boiler dan sebagainya.



Gambar 1. Penggunaan biogas untuk berbagai aplikasi (sumber: Riska Pratiwi, 2011)

2.2. Sifat Fisik Biogas

Biogas dihasilkan dari proses fermentasi secara anaerobik. Fermentasi secara anaerobik adalah kondisi dimana organisme dapat hidup tanpa memerlukan oksigen untuk mengubah suatu bahan menjadi bahan lain. Komponen gas yang terkandung di dalam biogas yakni, 60% - 70% adalah metan (CH_4) kemudian sisanya gas CO_2 , H_2S dan gas lain (N_2 , H_2) (Delvis., dkk, 2017).

2.3. Proses Pembentukan Biogas

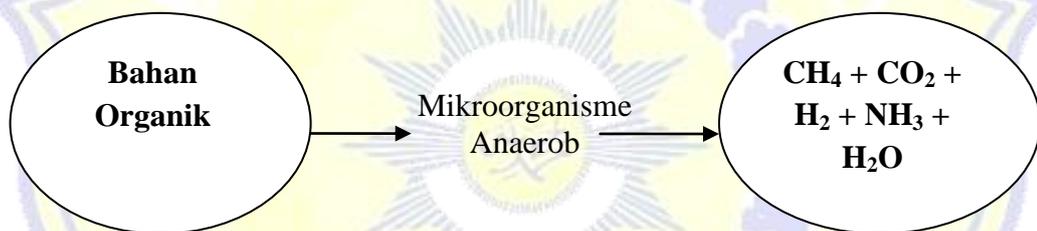
Biogas secara fisik dicirikan sebagai gas, sehingga proses pembentukan biogas memerlukan ruang kedap udara atau tertutup agar stabil selama proses fermentasi. Pada dasarnya biogas dihasilkan dengan beberapa tahapan yang berlangsung di dalam ruang tanpa oksigen (anaerobik). Proses yang berlangsung secara anaerobik di ruang tertutup juga berdampak positif secara ekologis karena tidak menimbulkan bau yang menyebar kemana-mana.

Menurut (Kms. Ridhuan, 2012) proses penyusunan komponen-komponen biogas dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

- a. Suhu yang tinggi memberikan hasil biogas yang baik, tetapi suhu tersebut tidak boleh melebihi suhu kamar. Suhu kamar berkisar antara 20 – 40 °C.
- b. Jenis bahan organik yang digunakan (campuran substrat) dapat mempengaruhi lama waktu fermentasi oleh bakteri.
- c. Bakteri anaerob membutuhkan nutrisi seperti nitrogen, fosfor, magnesium, sodium, mangan, kalsium dan kobalt sebagai sumber energi.

- d. Nilai pH (keasaman) memainkan fungsi yang sangat penting dalam proses anaerobik. Kisaran pH yang sesuai adalah antara 6,2 sampai 7,6.
- e. Cairan starter diperlukan untuk mempercepat proses konversi bahan organik hingga menjadi biogas. Starter ini harus mengandung metanogen yang disebut starter.

Proses pembuatan biogas terjadi selama pada proses anaerobik. Pembuatan energi alternatif biogas terdiri dari beberapa tahapan antara lain; pemecahan senyawa kimia dengan penambahan air (hidrolisis), proses perubahan menjadi bentuk yang lebih sederhana (dekomposisi) dan pembentukan metana oleh mikroba metanogen (metanogenesis).

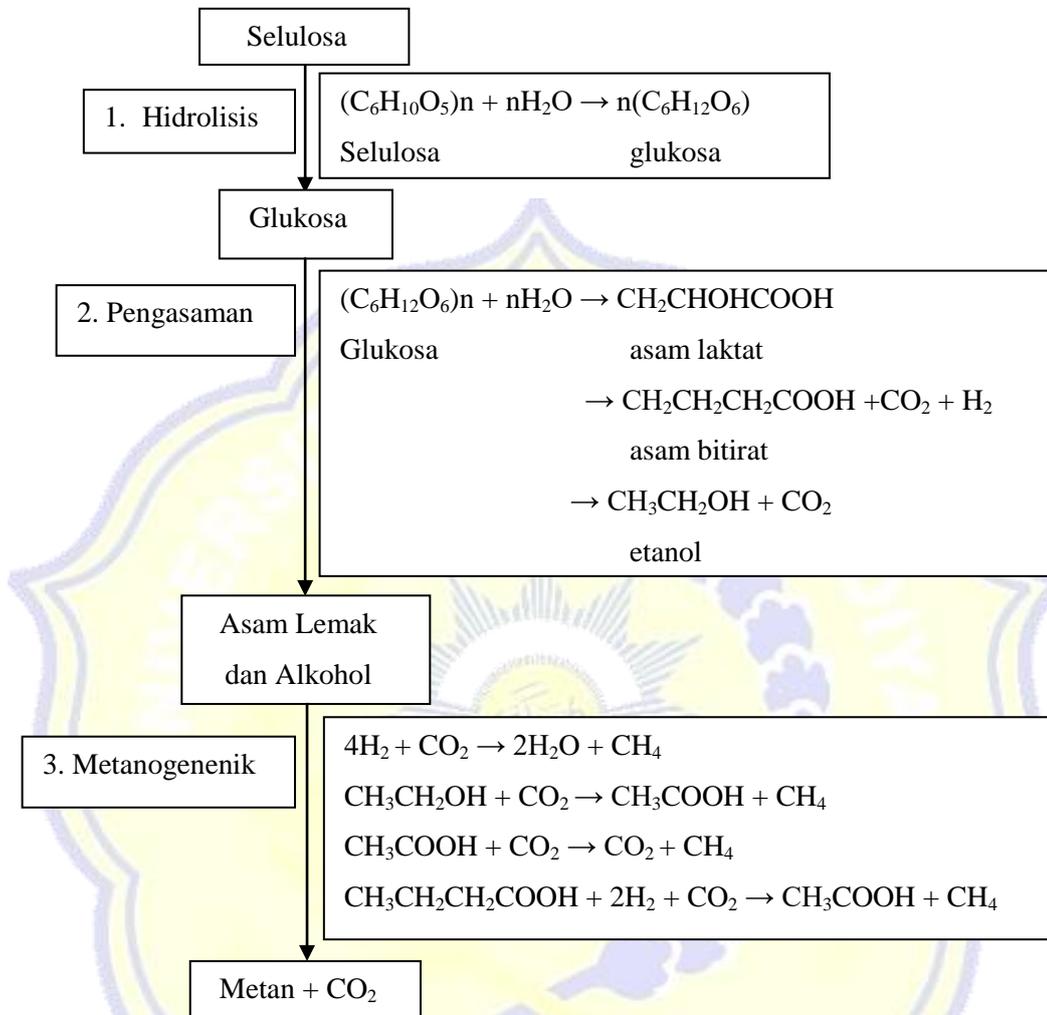


Gambar 2. Mekanisme Pembentukan Biogas Secara Umum

2.4. Produksi Biogas

Pada tahapan produksi energi alternatif biogas bakteri metanogen melakukan pemecah senyawa yang berat molekulnya rendah menjadi senyawa yang berat molekulnya tinggi. Asam asetat dan hidrogen (H₂) digunakan oleh bakteri metanogen untuk membentuk metana dan karbondioksida (CO₂). Bakteri metanogen mempunyai kondisi atmosfer yang sesuai karena proses bakteri asidogenik. Asam yang dihasilkan oleh bakteri asidogenik dimanfaatkan oleh bakteri metanogenik. Asam yang tidak melalui

peroses simbiosis akan menjadi racun bagi mikroba penghasil asam (S. Wahyuni, 2013).



Gambar 3. Tahapan Pembentukan Biogas (S. Wahyuni, 2013)

2.5. Reaktor Biogas

Reaktor biogas (fermentor) adalah suatu instalasi yang kedap udara menghasilkan biogas dengan menguraikan bahan organik secara anaerobic dengan mikroorganisme. Proses penguraian bahan organik juga berlangsung di dalam reaktor. Digester biogas dapat digunakan untuk mengurangi emisi gas metana yang merupakan salah satu penyebab gas rumah kaca sehingga, dapat menyebabkan pemanasan global.

Teknik produksi biogas dikelompokkan berdasarkan jenis pengisian bahan baku :

- a. Pengisian curah (Batch feeding) adalah salah satu macam digester dimana teknik pengisian bahan baku utama hanya dilaksanakan satu kali sampai penuh dan menunggu biogas diproduksi (Wahyuni Sri, 2009).
- b. Continuous feeding ialah salah satu macam digester dimana bahan baku dimasukkan secara terus menerus selama 3 sampai 4 minggu dari awal dimasukkan tanpa mengeluarkan bahan yang sudah difermentasi (Ana Nurhasanah, 2009).

2.5.1. Bagian Bagian Utama Digester Biogas

Adapun bagian-bagian dari digester antara lain sebagai berikut:

- a. Bagian reaktor adalah tempat penyimpanan bahan baku seperti eceng gondok, kotoran sapi dan air, dicampur dan difermentasi.
- b. Bagian masuk dan keluar disebut slurry yang berfungsi sebagai saluran masuk bahan baku untuk produksi biogas (pupuk), dan residu keluar adalah tempat pupuk cair bekas atau saluran pembuangan digester di dalam reaktor.
- c. Selanjutnya saluran gas adalah saluran yang menghubungkan gas yang dihasilkan dalam reaktor biogas dengan selang dan memasukkannya ke dalam tangki penyimpanan biogas.
- d. Kemudian jalur pembuangan yang tidak digunakan oleh gas atau udara di dalam reaktor.

- e. Fasilitas penyimpanan biogas (biogas storage) adalah tempat untuk menyimpan biogas yang dihasilkan setelah proses fermentasi dari rektor (digester).
- f. Kompor digunakan untuk menguji biogas yang telah dihasilkan dari proses fermentasi (Yusuf Zailana, 2011).

2.6. Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*)



Gambar 4. Eceng Gondok (Dokumentasi Pribadi, 2021)

Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) adalah tanaman air yang hidup di rawa, danau, waduk dan sungai yang mengalir tenang. Tanaman eceng gondok dewasa terdiri dari akar, kuncup, pucuk daun, daun, tangkai daun, dan bunga. Daun tanaman eceng gondok berukuran kecil berwarna hijau muda dengan diameter daun bisa mencapai hingga 15 sentimeter berbentuk lebar. Kemudian pada bagian tangkai daun terdapat masa yang menggelembung berisikan serat seperti karet busa dengan kelopak bunga berwarna ungu muda agak kebiruan. Setiap putik pada tanaman eceng gondok dapat menumbuhkan sekitar 500 bakal biji atau 5000 biji per batang bunga, maka dari itu eceng gondok dapat berkembang pesat dengan dua cara yaitu dengan tunas dan biji (Darnengsih, 2016). Tumbuhan eceng gondok

pada perubahan cuaca yang ekstrim seperti, ketinggian air, arus air, pH air, ketersediaan nutrient, suhu maupun racun-racun dalam air mampu beradaptasi dengan perubahan tersebut (Herman., dkk 2006).

Tabel 2. Komposisi Kimia Eceng Gondok Segar

No	Komposisi kimia	Presentase (%)
1	Air	92,6
2	Abu	0,44
3	Serat Kasar	2,09
4	Karbohidrat	0,17
5	Lemak	0,35
6	Protein	0,16
7	Fosfor sebagai P_2O_3	0,52
8	Kalium sebagai K_2O	0,42
9	Klorida	0,26
10	Alkanoid	2,22

Sumber : Astuti. N, 2013

Tabel 3. Komposisi Kimia Eceng Gondok Kering

No	Komposisi Kimia	Persentase (%)
1	Selulosa	64, 51
2	Pentosa	15,61
3	Lignin	7,69
4	Silica	5,56
5	Abu	12

Sumber : Astuti. N, 2013

Eceng gondok tumbuh dengan cepat, sehingga tumbuhan eceng gondok dianggap sebagai gulma yang dapat merusak lingkungan perairan. Menurut Malik (2006) tumbuhan eceng gondok memiliki 95% air yang menjadikannya tumbuhan yang memiliki jaringan yang berongga, energi yang tinggi, terdiri dari bahan yang mampu difermentasikan dan juga berpotensi sangat besar menghasilkan biogas (Chanakya et al, 1993 dalam Gunnarsson dan Cecilia, 2006). Tingginya tingkat pertumbuhan tanaman eceng gondok, sehingga populasinya berlimpah dapat digunakan sebagai sumber biomassa yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai biogas. Tabel

di bawah ini menunjukkan banyaknya produksi biogas yang dihasilkan oleh tanaman eceng gondok.

Tabel 4. Komposisi Biogas Dari Eceng Gondok (Renilaili, 2015)

Jenis Gas	Presentase (%)
CH ₄	54,2
CO ₂	27,1
N ₂	0,5
O ₂	0,16
CO	0,1

2.7. Penambahan Starter Pembentukan Biogas

Pada proses pembentukan energi alternatif biogas untuk mempercepat penguraian bahan baku pembentukan biogas dibutuhkan bahan biakan atau starter yang mengandung mikroorganisme yang mampu bekerja dalam proses fermentasi dengan waktu yang singkat (Dwi. I, 2014). Adapun starter yang umum digunakan yakni:

2.7.1. Ragi (*yeast*)

Ragi merupakan suatu tumbuhan bersel satu yang dimana termasuk kedalam kumpulan jamur yang tidak memiliki daun dan berkembang biak dengan spora (cendawan). Ragi (*yeast*) adalah jamur yang tidak mempunyai kemampuan membentuk miselium dan pada tahap tertentu pada siklus kehidupannya membentuk sel-sel tunggal yang bereproduksi dengan buah (*budding*) atau pemecahan (*fission*). Banyak di antara ragi yang berasal dari mikroba jenis *Saccharomyces Cerevisiae*. Menurut Rachmat dan Roni, 2017, ragi (*yeast*) adalah suatu bahan yang mampu memproduksi gas karbondioksida (CO₂).

2.7.2. Kotoran Sapi

Kotoran sapi merupakan bahan yang tidak mempunyai nilai yang diperoleh dari hasil pencernaan sapi dan hewan dari subfamily yang sama. Penerapan kotoran sapi sebagai starter dilandaskan atas proses produksi biakan mikroba atau starter. Oleh karena itu, dapat ditarik kesimpulan bahwa kotoran sapi mengandung mikroorganisme yang terlibat dalam produksi biogas (Dwi Irawan dan Teguh Santoso, 2014).



Gambar 5. Kotoran Sapi (Dwi Irawan dan Teguh Santoso, 2014)

Kotoran sapi dianggap sebagai substart yang paling cocok sebagai sumber produksi energi alternatif biogas karena substratnya dapat diolah termasuk bakteri metanogenik yang ada pada rumen, karena substrat tersebut sudah mengandung bakteri metanogen penghasil gas metan yang terdapat di dalam perut hewan *ruminansia*. Kotoran sapi segar lebih mudah diproses daripada kotoran sapi yang lama atau kering, karena pada kotoran sapi kering sudah hilangnya substrat padat yang sifatnya mudah menguap selama periode pengeringan (Dwi Irawan dan Teguh Santoso, 2014). Ditemukannya bakteri metanogen di dalam usus besar hewan *ruminansia* dapat

membantu proses fermentasi lebih cepat, sehingga proses pembuatan gas bio di dalam digester dapat dilakukan lebih cepat. Kotoran sapi yang digunakan secara langsung perlu dilakukan pembersihan terlebih dahulu untuk memudahkan bakteri metanogen dalam bekerja. Kandungan bahan-bahan yang ada dalam kotoran sapi antara lain, total padatan sebesar 3-6%, total padatan volatil (mudah menguap) 80-90%, total nitrogen 2-4%, selulosa 15-20%, lignin 5-10%, hemiselulosa 20-25% (Dwi Irawan., dkk, 2016)

Tabel 5. Rerata Produksi Biogas Dengan Stater Kotoran Sapi

Kosentrasi starter kotoran sapi %)	Berat gas hari ke (gr)				
	10	15	20	25	30
5	2,33	4,67	8,00	11,33	18,00
10	3,67	6,00	9,33	13,00	19,67
15	3,67	6,00	10,33	14,00	20,67

Sumber : Sakinah, 2012

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eskperimental dengan pengujian langsung di lapangan untuk mengetahui pengaruh penambahan starter ragi dan kotoran sapi berbahan baku eceng gondok dalam pembentukan biogas.

3.2. Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor yaitu pengaruh penambahan starter ragi dan kotoran sapi terhadap biogas yang berbahan dasar eceng gondok. Percobaan ini terdiri dari 4 (empat) perlakuan yaitu sebagai berikut:

P1 = Tanpa Starter

P2 = Starter Kotoran Sapi

P3 = Starter Ragi

P4 = Starter Kotoran Sapi + Starter Ragi

Masing-masing perlakuan diulang 3 kali sehingga didapatkan 12 unit percobaan.

3.3. Tempat Dan Waktu Penelitian

3.3.1. Tempat Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sumberdaya Lahan dan Air Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram.

3.3.2. Waktu Penelitian

Penelitian akan mulai dilakukan mulai tanggal 28 Juni 2022 sampai dengan tanggal 20 Juli 2022.

3.4. Alat Dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

3.4.1. Alat-Alat Penelitian

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu set biodigester. Alat bantu terdiri dari bak pencampur, pipa corong pemasukan bahan, stop keran, alat pengaduk/pencampur, timbangan, pisau, dan gelas ukur. Sedangkan alat ukur pembentukan biogas antara lain, manometer U, termometer batang, dan pH meter.

3.4.2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah eceng gondok yang diperoleh dari Bendungan Batu Jai di Daerah Praya, starter ragi dibeli secara langsung sedangkan starter kotoran sapi diperoleh dari kandang milik pribadi.

3.5. Pelaksanaan Penelitian

Adapun langkah-langkah pelaksanaan kegiatan penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Tanaman eceng gondok yang telah dipersiapkan, kemudian dibersihkan terlebih dahulu selanjutnya dicacah dengan ukuran $\pm 1 - 2$ cm. Selain itu, disiapkan ragi, kotoran sapi dan air.

- b. Menimbang masing-masing bahan dengan jumlah perbandingan 1:1 untuk semua bahan pada setiap perlakuan. Adapun perbandingan yang dimaksud adalah 1:1 yakni, 3 liter air, 3 kilogram eceng gondok, 0,75 kilogram kotoran sapi, dan 0,75 gram ragi.
- c. Mencampurkan semua bahan yang sudah diukur sebelum dimasukkan ke dalam reaktor.
- d. Tahap berikutnya proses fermentasi selama 22 hari.
- e. Dilakukan analisis sesuai parameter yang ditetapkan setiap satu kali sehari dimulai pada jam 3 sore selama 22 hari.

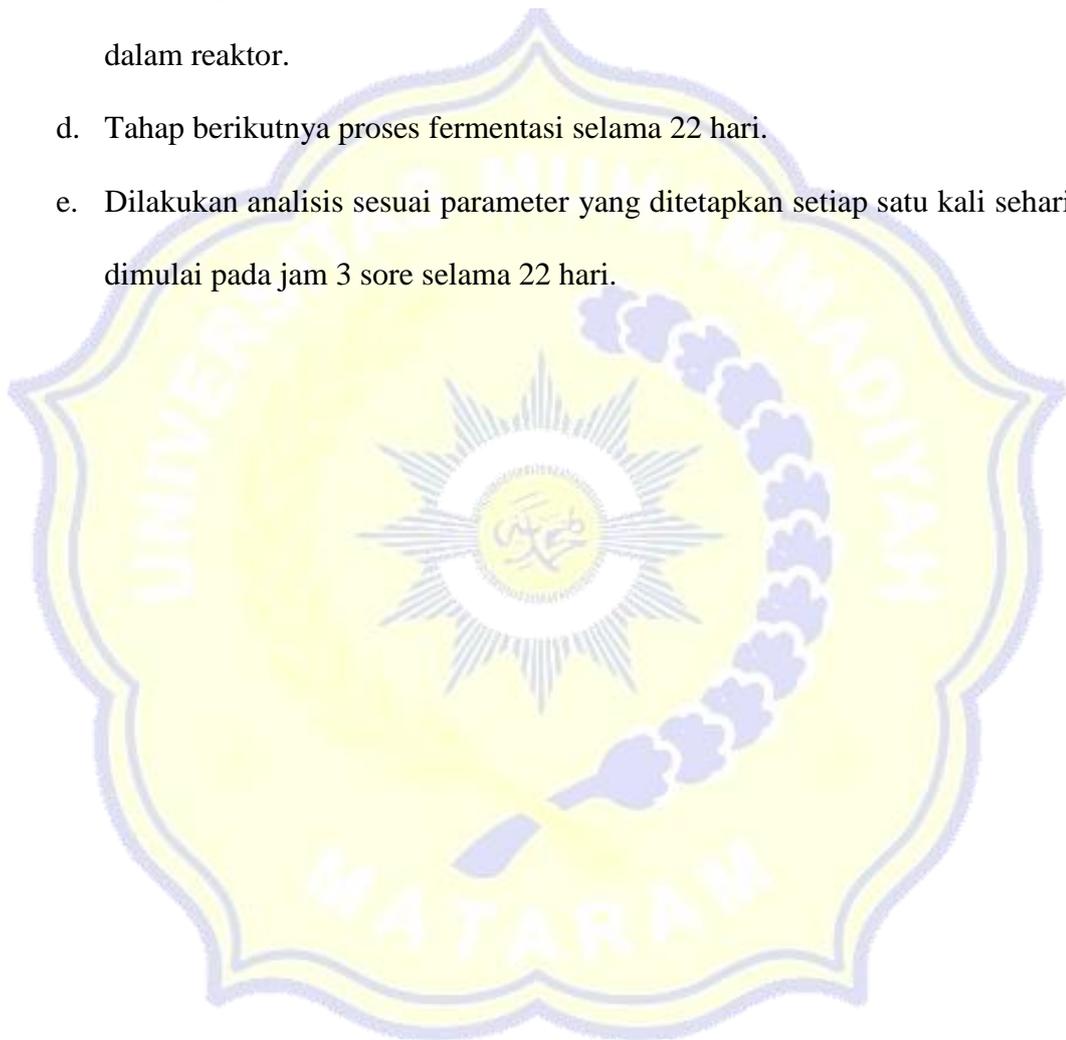
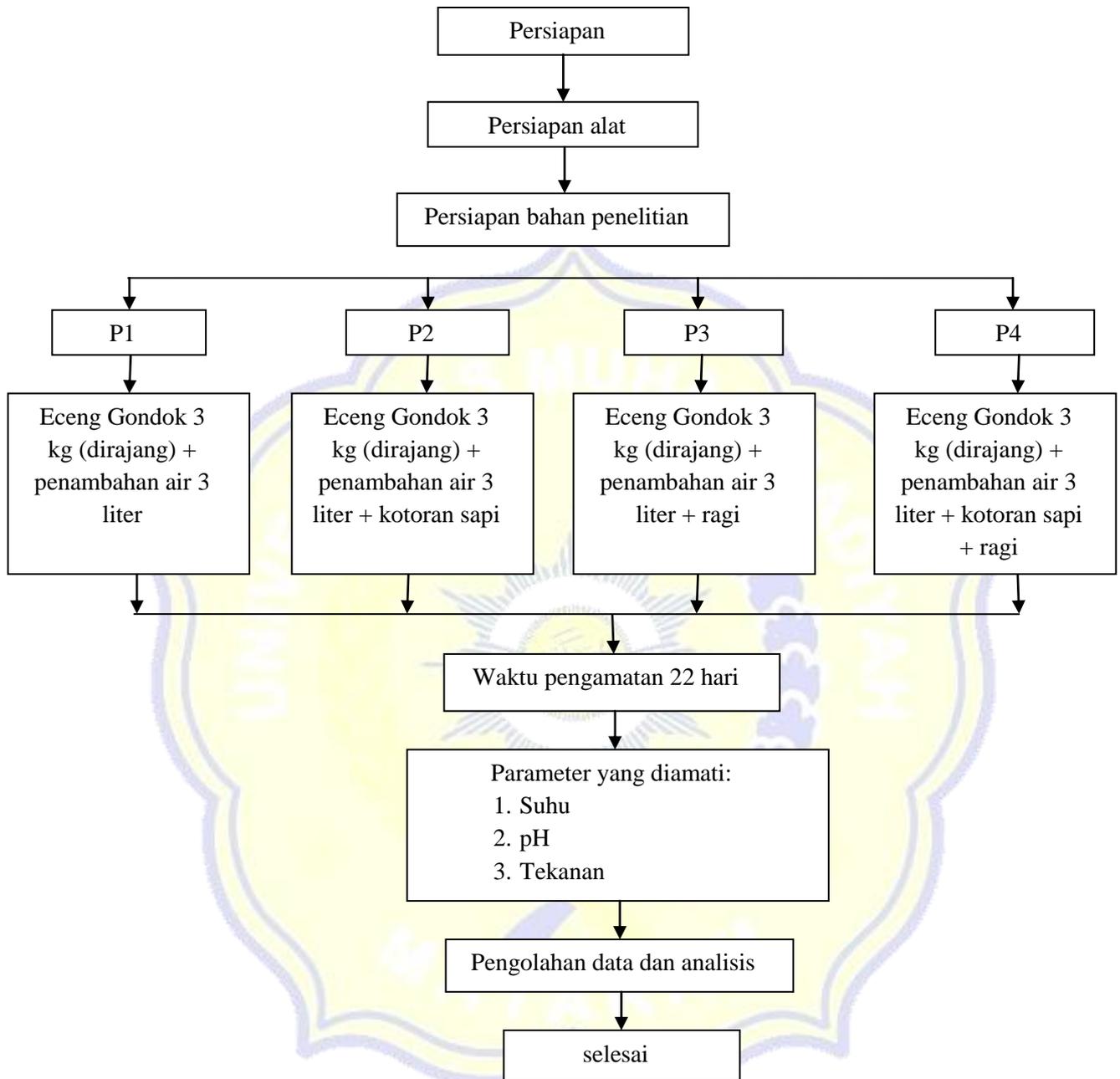


Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

3.6. Parameter Penelitian

Adapun parameter yang akan dikaji pada penelitian ini antara lain:

3.6.1. Suhu

Suhu adalah salah satu faktor utama di dalam proses anaerobik. Tingginya nilai suhu menunjukkan respons mikroba penguraian eceng gondok selama proses anaerobik. Reaksi dekomposisi kimia merupakan pelepasan komponen cair, yaitu biogas dan *slurry* dengan disertai pelepasan energi panas yang ada pada bahan (Pandey dan Soupir, 2011).

Pengukuran suhu menggunakan alat termometer air raksa selama proses pembentukan biogas berlangsung. Suhu yang diukur yakni suhu yang ada di dalam reaktor. Pengukuran dilakukan pada setiap perlakuan penelitian meliputi waktu setiap 12 jam dimulai dari jam 8 pagi.

3.6.2. Derajat keasamaan (pH)

Pengukuran parameter Derajat keasamaan (pH) dilakukan dengan metode potensiometrik, yaitu menggunakan pH meter. Alat ini mudah digunakan dan akurat hingga dua tempat desimal. Pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah penelitian.

3.6.3. Tekanan

Tekanan gas pada pengujian ini hanya indikator untuk mengetahui adanya gas yang dihasilkan pada digester selama proses fermentasi. Pengukuran tekanan biogas menggunakan alat Manometer pipa U sederhana. Alat manometer pipa U yang digunakan berbentuk U yang

sebagian diisi dengan cairan dan salah satu ujungnya terbuka sedangkan ujung satunya dihubungkan dengan digester yang akan diukur tekanannya.

Untuk mengetahui jumlah tekanan yang dihasilkan digunakan

rumus:

$$P.V = n.R.T$$

Dimana:

P = Tekanan (N/m^2)

V = Volume Biogas (m^3)

n = Mol Zat (Mol)

R = Ketetapan Gas Ideal ($8,134 J/mol.K$ atau $0,082 L.atm/mol.K$)

T = Suhu (Kelvin)

3.7. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisa menggunakan Analisa Keragaman ANOVA pada taraf 5%. Jika antar perlakuan terdapat perbedaan yang nyata maka dilakukan uji lanjut BNJ pada taraf nyata 5%.

3.8. Digester Biogas

Digester biogas ini terbuat dari ember plastik tebal berwarna coklat dan dimodifikasi antara lain:

1. Tutup ember dibuat lubang menggunakan solder sesuai dengan diameter keran kemudian dilem. Selanjutnya pipa U di masukkan ke dalam keran kemudian ditutup, selanjutnya gunakan lem sampai terlihat seperti tidak ada celah sama sekali.

2. Bagian tengah ember dilubangi menggunakan solder sesuai diameter termometer batang kemudian dilem. Gunakan lem kaca sampai tidak ada celah yang terlihat untuk gas keluar.
3. Bagian bawah ember dilubangi dengan menggunakan solder yang berfungsi sebagai tempat output digester.

Lihat Gambar 7. untuk detail tentang cara pembuatan modifikasi digester penelitian



Gambar 7. Digester Biogas