

PENGUKURAN KADAR BIOGAS DAN UJI NYALA API DARI HASIL FERMENTASI BIOGAS RUMEN SAPI DAN RAGI

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

FILZA AN NISA

NIM. 170702034

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2022 M/1443 H**

LEMBAR PERSETUJUAN
PENGARUH FERMENTASI LIMBAH RUMEN SAPI DAN RAGI
TERHADAP PERFORMA KOMPOR BIOGAS

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu
Teknik Lingkungan

Diajukan Oleh:
FILZA ANNISA
NIM. 170702034

Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi Uin Ar-Raniry Banda Aceh
Banda Aceh, 07 Januari 2022
Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Husnawati Yahya, M.Sc.
NIDN. 2009118301

Pembimbing II



Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.
NIDN. 2016048202

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Eng Nur Aida, M.Si.
NIDN. 2016067801

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI TUGAS AKHIR
PENGARUH FERMENTASI LIMBAH RUMEN SAPI DAN RAGI
TERHADAP PEFORMA KOMPOR BIOGAS

TUGAS AKHIR

Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal : Kamis, 13 Januari 2022
10 Jumadil Akhir 1443 H

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

Ketua,

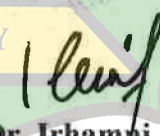
Sekretaris,


(Husnawati Yahya, M.Sc)
NIDN. 2009118301


(Aulia Rohendi, M.Sc)
NIDN. 2010048202

Penguji I,

(Syafina Sari Lubis, S.Si., M.Si)
NIDN. 2025048003

Penguji II,

(Dr. Irhamni, S.T., MT, IPM)
NIDN. 0102107101

Mengetahui:
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh,


(Dr. H. Azhar Amsal, M.Pd)
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Filza An Nisa
NIM : 170702034
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Tugas : Pengukuran Kadar Biogas dan Uji Nyala Api Dari Hasil
Akhir Fermentasi Biogas Rumen Sapi dan Ragi.

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, 13 Januari 2022
Yang membuat pernyataan,




Filza An Nisa
NIM. 170702034

ABSTRAK

Nama : Filza An Nisa
Nim : 170702034
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Pengaruh Fermentasi Limbah Rumen Sapi dan Ragi Terhadap Peforma Kompok Biogas.
Tanggal Sidang : 07 Januari 2022
Jumlah Halaman : 35
Pembimbing I : Husnawati Yahya, M.Sc.
Pembimbing II : Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.
Kata Kunci : Biogas, rumen sapi, ragi, tekanan gas, uji nyala api.

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kadar biogas dan uji nyala api dari hasil proses fermentasi biogas limbah rumen sapi dan ragi. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimental dimulai dengan tahap merancang, merakit, menguji hasil desain, mengamati dan merekap data. Dalam penelitian ini, untuk mendapatkan hasil biogas yang baik, dilakukan percampuran bahan dalam rasio 2:1 air dicampur dengan ragi dan rumen sapi. Proses fermentasi memakan waktu 8 hingga 31 hari. Hasil dari penelitian ini adalah gas yang dihasilkan mulai terlihat pada hari ke-5 dengan tekanan gas sebesar 0,042 Psi dan tekanan gas di hari terakhir mencapai 0,149 Psi.

ABSTRACT

Name : Filza An Nisa
Student ID : 170702034
Number :
Department : Environmental Engineering
Title : *Effect Of Fermentation Of Cow Rumen Waste And Yeast On Biogas Stove Performance.*
Date of Session : January 07, 2022
Number of pages : 35
Advisor I : Husnawati Yahya, M.Sc.
Advisor II : Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.
Keywords : *Biogas, cow rumen, yeast, gas pressure, flame test.*

This study aims to measure the levels of biogas and flame test of the results of the biogas fermentation process of cow rumen waste and yeast. This study uses a quantitative approach with experimental methods starting with the stages of designing, assembling, testing the results of the design, observing and recapitulating the data. In this study, to obtain a good biogas yield, the ingredients were mixed in a 2:1 ratio of water mixed with yeast and cow's rumen. The fermentation process takes 8 to 31 days. The result of this research is that the gas produced is visible on the 5th day with a gas pressure of 0.042 Psi and gas pressure on the last day reaching 0.149 Psi.

A R - R A N I R Y

KATA PENGANTAR



Segala puji hanya milik Allah SWT, Dia-lah yang telah menganugerahkan Al-Qur'an sebagai hudan lin naas (petunjuk bagi seluruh manusia) dan rahmatan lil'alamin (rahmat bagi segenap alam). Dia-lah yang maha mengetahui makna dan maksud dari kandungan Al-Qur'an. Shalawat beserta salam senantiasa selalu tercurahkan kepada baginda kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa pola pikir manusia dari alam kebodohan ke alam yang berilmu pengetahuan, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Lingkungan di Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Dalam penulisan tugas akhir ini penyusun banyak mendapatkan bantuan, saran dan bimbingan serta dukungan dari beberapa pihak. Maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Azhar Amsal, M. Pd, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
2. Ibu Dr. Eng. Nur Aida, M.Si., selaku Ketua Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Ibu Husnawati Yahya, S.Si, M.Sc., selaku Sekretaris Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh, dan juga selaku dosen pembimbing 1.
4. Bapak Aulia Rohendi, S.T. M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada penulis dalam pembuatan Tugas akhir ini sampai akhir.
5. Bapak Fathul Mahdariza, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberi arahan dan dukungan selama masa perkuliahan.
6. Ibu Rizna Rahmi, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberi arahan dan dukungan selama masa perkuliahan.
7. Bapak M. Faisi Ikhwal, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Akademik

8. yang telah banyak memberi arahan dan dukungan selama masa perkuliahan.
9. Ibu Syafrina Sari Lubis, M.Si dan Ibu Dr. Irhamni, M.T., IPM., selaku penguji I dan penguji II saya pada sidang munaqasyah.
10. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Lingkungan yang telah mengajarkan berbagai macam ilmu yang bermanfaat.
11. Ibu Idariani dan Ibu Nurul Huda, S.Pd beserta seluruh staf/karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry yang banyak membantu dalam proses administrasi.
9. Kedua orang tua, ayahanda Suhaimi dan ibunda Habibul Ummi, S.Ag., serta keluarga besar yang telah banyak memberikan do'a dan dukungan yang tiada henti-hentinya selama ini.
10. Hafish Alfarizy, Nur Afra Ramadhini, Rauzatul Rahmah, Sarbani Putri, Asy Syifa, Irma Sulastri, untuk segala bantuan dan dukungan semangat dari awal hingga akhir.
11. Teman-teman seperjuangan mahasiswa/i Teknik Lingkungan leting 2017 yang telah bekerjasama dan belajar bersama-sama dalam menempuh pendidikan.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun tetap penulis harapkan untuk lebih menyempurnakan Tugas Akhir ini.

Banda Aceh, Januari 2022

Penulis,

Filza An Nisa

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Penelitian	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 4
2.1 Biogas.....	4
2.2 Parameter Proses Produksi Biogas.....	6
2.3 Rumen Sapi	7
2.4 Ragi	10
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	 11
3.1 Metode Penelitian.....	11
3.2 Diagram Alir Penelitian	11
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	12
3.4 Alat dan Bahan	12
3.5 Prosedur Penelitian.....	13

3.5.1	Proses Pengumpulan Rumen	13
3.5.2	Proses Pembuatan Biogas	13
3.5.3	Tahap Perakitan Digester.....	14
3.6	Waktu Pengambilan Data.....	16
3.7	Pelaksanaan Penelitian	17
3.8	Analisis Data	17
3.8.1	Pengamatan Uji Nyala Api.....	17
3.8.2	Volume Biogas	18
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1	Biogas.....	19
4.2	Volume Biogas Pada Digester.....	20
4.3	Data Pengujian Hasil Produksi Biogas.....	20
4.3.1	Manometer.....	20
4.3.2	Hasil Produksi Biogas	23
4.4	Pengamatan Uji Nyala Api.....	26
BAB V	PENUTUP	29
5.1	Kesimpulan.....	29
5.2	Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA.....		30
LAMPIRAN		33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rumen Ternak Ruminansia	9
Gambar 2.2 Saluran Pencernaan Sapi	9
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	11
Gambar 3.2 Lokasi Pengambilan Sampel	12
Gambar 3.3 Digester Biogas	14
Gambar 3.4 Desain Digester Biogas	15
Gambar 3.5 Penampung Biogas	15
Gambar 3.6 Tabung Kontrol Gas	16
Gambar 3.7 Uji Kebocoran Digester	16
Gambar 4.1 Kantong Plastik Bening	19
Gambar 4.2 Manometer	20
Gambar 4.3 Produksi Biogas Pada Hari Ke 1-7	23
Gambar 4.4 Produksi Biogas Pada Hari Ke 8-14	24
Gambar 4.5 Produksi Biogas Pada Hari Ke 15-21	24
Gambar 4.6 Produksi Biogas Pada Hari Ke 22-28	25
Gambar 4.7 Produksi Biogas Pada Hari Ke 29-31	25
Gambar 4.8 Nyala Api Kecil dan Api Besar	26



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Utama Pada Biogas.....	4
Tabel 4.1 Pengukuran Tekanan Gas.....	21
Tabel 4.2 Waktu Yang Dibutuhkan Pada Percobaan.....	27



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Krisis energi menjadi salah satu permasalahan yang tidak hanya terjadi di Indonesia tetapi juga di beberapa negara seperti Venezuela dan Brazil. dengan seiring berjalannya waktu pertumbuhan penduduk semakin meningkat, sehingga kebutuhan energi juga semakin meningkat (Asari & Widodo, 2015). Apabila energi pada kehidupan manusia kurang, maka akan menjadi persoalan yang sangat kompleks dan mendasar, hal tersebut dikarenakan seluruh manusia perlu adanya energi bahan bakar, listrik, dan seluruh alat elektronik yang memerlukan listrik (Dalimunthe & Rosyidin, 2016).

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Penggunaan Energi Terbarukan, pemerintah telah mendorong upaya pemanfaatan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan layak dari segi teknologi, ekonomi, dan juga lingkungan (Reni, 2019). Agar tidak hanya fokus pada bahan bakar fosil maka dilakukannya penerapan “*waste to energy*” untuk mengelola sumber energi alternatif yang ramah lingkungan seperti biogas, yang mana biogas merupakan salah satu sumber energi alternatif. Biogas dapat dihasilkan dari limbah rumen sapi (Ramli, 2015).

Menurut penelitian Mustaqim, dkk (2006), biogas adalah hasil dari proses fermentasi anaerobik (tertutup) kotoran ternak (sapi) yang menjadi gas campuran. Kotoran sapi sangat berpotensi dalam memenuhi kebutuhan biogas, karena biogas dapat menggantikan bahan bakar. Metana (CH_4) merupakan salah satu unsur gas yang menentukan kualitas biogas. Sistem produksi biogas juga memiliki banyak keuntungan seperti: pengurangan pencemaran dan juga sebagai pembangkit listrik dan pemanas. Gas metana (CH_4) berasal dari kotoran ternak yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif. Adapun limbah rumen sapi dari rumah potong hewan bisa digunakan menjadi starter biologis untuk mempercepat proses fermentasi fase sapi dalam menghasilkan dan mengembangkan produksi gas metana pada biogas.

Produksi biogas dapat menghasilkan gas 89% dalam jangka waktu yang lama akan tetapi untuk membantu laju kecepatan terbentuknya biogas maka diberi penambahan starter, yang mana starter yang digunakan adalah ragi.

Menurut Agusman, dkk (2017), ragi (*yeast*) adalah jamur yang tidak memiliki kemampuan membentuk miselium dan memiliki bentuk sel tunggal yang berkembang melalui tunas pada tahapan tertentu dalam siklus hidupnya. Kebanyakan ragi bersumber dari mikroorganisme jenis *Saccharomyces cerevisiae*. Ragi juga dapat menghasilkan gas yang terbentuk selama fermentasi, yaitu gas karbondioksida (CO_2). Dari hasil penelitian sebelumnya kotoran sapi yang diberi penambahan starter ragi akan meningkatkan jumlah bakteri metanogenik, yang mana pada saat jumlah bakteri bertambah akan menyebabkan proses anaerob lebih cepat sehingga biogas dapat terbentuk lebih cepat. Maka dari itu latar belakang di atas dapat disimpulkan bahwasanya kotoran sapi yang diberi starter ragi akan meningkatkan jumlah bakteri metanogenik yang dapat mempercepat proses, sehingga biogas dapat terbentuk lebih cepat dibandingkan tanpa diberi campuran ragi.

Basri (2020), penambahan cairan rumen biasanya dapat meningkatkan produksi gas metana dalam biogas. Volume cairan rumen sapi yang dihasilkan pada kotoran sapi, kambing, dan kerbau lebih besar daripada kotoran kuda yang tidak berpengaruh nyata. Produksi biogas dari kotoran kuda tertinggi sampai terendah yaitu $226,56 \text{ cm}^3$, kotoran sapi $71,40 \text{ cm}^3$, kotoran kerbau $28,28 \text{ cm}^3$, dan yang terendah kotoran kambing yaitu $2,13 \text{ cm}^3$. Peningkatan produksi biogas pada awal proses fermentasi disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme dalam fermentor pada tahap awal masih segar seperti pada rumen, dan selanjutnya nutrisi akan berkurang.

1.2 Rumusan Masalah

Mengingat permasalahan yang ada maka perlu dilakukan penelitian tentang pengukuran kadar biogas dan uji nyala api dengan menggunakan bahan

dan starter rumen sapi dan ragi. Adapun rumusan masalahnya yaitu:

1. Bagaimana hasil biogas yang dihasilkan dari rancangan digester dengan menggunakan material yang sederhana?
2. Bagaimana kadar biogas yang dihasilkan selama proses penelitian dengan menggunakan rumen sapi dan ragi?
3. Bagaimana uji lama nyala api yang diperoleh dari produksi biogas yang dihasilkan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menghasilkan rancangan digester biogas dari material yang sederhana.
2. Untuk mengetahui kadar biogas yang dihasilkan selama proses penelitian dengan menggunakan rumen sapi dan ragi.
3. Untuk mengetahui uji lama nyala api yang diperoleh dari produksi biogas yang dihasilkan selama proses fermentasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengurangi limbah rumen sapi yang ada di Rumah Potong Hewan (RPH) Kota Banda Aceh.
2. Untuk menghasilkan biogas dari limbah yang tidak dapat diolah kembali.
3. Untuk mengelola sumber energi alternatif yang ramah terhadap lingkungan.

1.5 Batasan Penelitian

Dalam batasan penelitian ini, penulis akan mempersingkat dan memperjelas suatu kajian sehingga tidak meluas. Oleh karena itu perlu direncanakan batasan penelitian, diantaranya sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan untuk menghasilkan biogas adalah rumen sapi yang merupakan bahan utama pada pembuatan biogas.
2. Bahan lain yang digunakan adalah air dan ragi sebagai starter.
3. Perakitan digester untuk tempat prosesnya fermentasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biogas

Biogas merupakan suatu proses biokimia yang kompleks berupa gas yang dihasilkan oleh aktivitas mikroorganisme dan salah satu teknologi pembentukan energi dengan memanfaatkan limbah, seperti limbah pertanian, limbah peternakan, dan limbah manusia yang termasuk bahan-bahan organik. Biogas diproduksi secara anaerobik dalam tiga tahap, yaitu hidrolisis, pengasaman, dan produksi metana (Wahyuni, 2011).

Menurut Iriani & Heryadi (2014), metana adalah suatu gas yang mudah terbakar dan dapat diproduksi secara luas dipermukaan bumi dengan menguraikan bahan organik, sehingga menghasilkan bakteri yang busuk agar dapat berperan dalam pembusukan yaitu bakteri metanogenik. Bakteri anaerob ini terdapat didalam perut herbivora seperti sapi, domba, babi, dan keberadaan bakteri anaerob ini dapat membantu pencernaan makanan pada lambung hewan. Selulosa di rumput menjadi gas metana yang dapat diserap oleh gas yang dihasilkan oleh bakteri tersebut. Gas metana (CH_4) merupakan komponen utama pada biogas karena merupakan bahan bakar yang bermanfaat dengan nilai kalori tinggi, tidak berbau dan tidak berwarna.

Pembakaran metana pada biogas akan menghasilkan energi dengan emisii karbon dioksida yang lebih kecil. Pengembangan biogas merupakan salah satu teknologi daur ulang limbah yang tidak menghasilkan residu (Syamsuri, dkk, 2016). Seperti yang dilihat pada Tabel 2.1 adalah komposisi utama pada biogas.

Tabel 2.1 Komposisi Utama Pada Biogas

Gas	Jumlah %
Metana (CH_4)	55 – 75
Karbon Dioksida (CO_2)	25 – 45
Hidrogen Sulfida (H_2S)	0 – 0,3

Hidrogen (H ₂)	1 – 5
Nitrogen (N)	0 – 3
Oksigen (O ₂)	0,1 – 0,5

Sumber: Hermawan (2007)

Gas yang ada pada biogas memiliki peran penting sebagai bahan bakar yaitu gas Metana (CH₄), gas Karbon Dioksida (CO₂) dan Hidrogen (H₂). Metana (CH₄) merupakan bagian penting dari biogas, karena metana adalah bahan bakar yang bermanfaat dengan nilai kalor yang cukup tinggi, karena tidak memiliki bau dan juga tidak ada warna. Apabila gas yang diperoleh dengan proses fermentasi berhasil terbakar maka gas tersebut terdapat kandungan gas metana minimal 45% (Pratama, 2018).

Menurut Khaidir (2015), 4 tahap dalam fermentasi biogas yaitu hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan metanogenesis. Tahapan pertama adalah hidrolisis polimer menjadi molekul-molekul yang sederhana. Molekul-molekul tersebut akan berubah menjadi substrat yang akan diubah menjadi asam organik oleh bakteri penghasil asam pada tahap kedua. Dalam proses produksi asam, hidrolisis diubah oleh bakteri asidogenik (fermentatif) menjadi substrat bakteri metanogenik. Asam organik yaitu asam asetat berubah menjadi substrat pada tahapan selanjutnya dan selanjutnya diubah menjadi gas metana dan karbon dioksida oleh bakteri metana (metanogenik). Proses tersebut disebut dengan produksi metana.

Serangkaian reaksi biokimia yang melibatkan beberapa jenis bakteri dapat dijelaskan sebagai berikut : $n(C_6H_{10}O_5) + nH_2O \rightarrow n(C_6H_{12}O_6)$ reaksi hidrolisis glukosa yang dihasilkan dari hidrolisis polisakarida akan diubah menjadi asam organik oleh bakteri penghasil asam sebagai substrat, lalu diubah menjadi asam organik. Ini adalah asam asetat dalam banyak kasus. Reaksinya sebagai berikut: $n(C_6H_{12}O_6) - \text{bakteri pembentuk asam} \rightarrow 3nC_2H_3COOH$. Tahap selanjutnya asam asetat tersebut akan digunakan sebagai substrat oleh bakteri pembentuk metana untuk diubah menjadi gas metana dan karbon dioksida. $3nC_2H_3COOH - \text{bakteri pembentuk metana} \rightarrow CH_4 \text{ (Metana)} + CO_2 \text{ (Karbon dioksida)}$. Karbon dioksida

(CO₂) dan hidrogen sulfida (H₂S) diperkirakan tidak ada dalam biogas. Gas-gas tersebut perlu dihilangkan agar meningkatnya kinerja biogas sebagai bahan bakar alternatif (Khaidir, 2015).

2.2 Parameter Proses Produksi Biogas

Menurut Agusman, dkk (2017), faktor dalam (*digester*) dan faktor eksternal yang bisa berpengaruh pada produksi biogas adalah pH, keseimbangan karbon/nitrogen, suhu, pengadukan dan starter.

1. Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman saat proses fermentasi terjadi penurunan menjadi 6 bahkan lebih rendah, hal tersebut diakibatkan oleh asam organik yang terbentuk. Seharusnya pH yang baik untuk mikroorganisme hidup disaat proses fermentasi adalah pH 6,5 - 7,5.

2. Keseimbangan karbon/nitrogen

Menurut Yulistiawati (2008), aktivitas mikroorganisme yang berfungsi dalam proses fermentasi cukup bergantung dengan keseimbangan C/N. Jika keseimbangan C/N adalah 25-30, maka mikroorganisme perombak dapat melakukan aktivitas secara optimum, dan apabila keseimbangan C/N yang melebihi dalam bahan organik maka akan berakibat pada penurunan produksi metana.

3. Suhu

Aktivitas bakteri yang menghasilkan biogas cukup berpengaruh pada suhu di dalam alat penghasil biogas. Perubahan suhu yang tiba-tiba pada generator biogas akan menyebabkan turunnya produksi gas dengan cepat. Suhu yang baik bagi produksi biogas yaitu 32°C-37°C. Jika suhu di atas 37°C maka akan berakibat pada instrumen penghasil biogas yang mudah rusak, dan apabila suhu dibawah 32°C maka akan membuat hambatan pada proses fermentasi.

4. Pengadukan

Pengadukan memiliki tujuan sebagai pembuatan bahan baku biogas yang sifatnya homogen. Sebelum dimasukan kedalam digester dan setelah didalam digester perlu dilakukannya pengadukan untuk menghasilkan gas yang sempurna.

5. Starter

Proses penguraian dapat dipercepat dengan ditambahkan starter seperti mikroorganisme dan bakteri. Starter yang dipakai bisa seperti starter alami maupun semi buatan.

2.3 Rumen Sapi

Menurut Sayuti (2018), sapi adalah peliharaan ruminansia yang mempunyai lambung yang terbagi menjadi empat bagian seperti rumen, retikulum, omasum, dan abomasum. Tiap-tiap bagian lambung mempunyai fungsi yang berbeda dalam mencerna makanan. Disaat menyusui, rumen dan retikulum belum berkembang dengan sempurna, kemungkinan susu terus masuk ke lambung dan abomasum. Rumen dan retikulum mulai berkembang setelah mendapat pakan, pada saat dewasa volume rumen sampai $\pm 85\%$, volume omasum 10-14% dan volume abomasum 3-5% dari seluruh kapasitas lambung.

Menurut Usman (2013), rumen terdapat sekitar 70-75% dari total volume saluran pencernaan. Tugas rumen begitu penting dikarenakan 60-90% dari total pencernaan terjadi pada organ ini. Didalam rumen, pakan akan didegradasi oleh aktivitas mikroba sekitar 20 jam setelah degradasi awal, kemudian produk degradasi tersebut akan difermentasikan. Produk terakhir fermentasi pada rumen adalah asam lemak terbang atau *volatile fatty acids* (VFA) yang komponen utamanya adalah asam asetat, propionat dan butirrat, yang merupakan sumber energi bagi ternak ruminansia. Protein juga terkandung didalam pakan ternak ruminansia selain karbohidrat, baik protein murni maupun non protein nitrogen (NPN), Protein pada rumen akan terjadi perombakan dengan cara hidrolisis oleh enzim protease yang membentuk peptida dan asam-asam amino, yang kebanyakan didegradasi dan dideaminasi berubah menjadi asam organik yaitu VFA, NH_3 , CO_2 , dan CH_4 .

Menurut Hindratiningrum, dkk (2011), kandungan rumen sapi adalah 10-15% dari bobot tubuhnya. Situasi pada rumen bersifat anaerobik, dan mikroorganisme yang sangat cocok dapat bertahan dan ditemui di dalamnya. Temperatur didalam rumen adalah 32-42°C, pH di dalam rumen sekitar 6-8, dan penyerapan asam lemak dan amonia dapat menjaga pH tersebut. Proses pencernaan dalam rumen sangat terikat dengan jenis bakteri dan protozoa yang ada, dan mereka saling mempengaruhi lewat hubungan simbiosis. Bakteri tersebut memegang peran penting saat mendegradasi pakan yang masuk ke dalam rumen sehingga menjadi produk yang sederhana. Sapi termasuk hewan yang banyak dirawat oleh masyarakat Indonesia untuk dijadikan sebagai sumber pendapatan.

Menurut Damayanti, dkk (2017), kandungan limbah rumen pada sapi adalah 25-35 kg. Di rumah Potong Hewan (RPH) di Banda Aceh, diasumsikan setiap sapi dapat mengeluarkan kotoran sebanyak 15 kg per hari, sehingga jumlah total kotoran yang dikeluarkan sapi di peternakan adalah 15 ton per hari. Oleh karena itu, potensi penggunaan kotoran hewan sebagai bahan pembuatan biogas sangat besar. Limbah rumen sapi mengandung bakteri *Methanosarcina Sp* yang berperan dalam membentuk biogas (Fithry, 2010) dan bakteri selulosa yang dapat mencerna selulosa dari pakan berupa rumput.

Menurut Basri (2020), penambahan komponen limbah rumen sapi dapat meningkatkan jumlah biogas yang terbentuk. Limbah rumen sapi dapat diolah melalui proses fermentasi anaerob yang mana proses tersebut adalah salah satu metode alternatif dalam menurunkan polusi lingkungan. Dalam proses ini bahan organik akan di integrasikan dengan mikroorganisme yang dapat menghasilkan biogas. Cairan rumen sapi pada limbah RPH dapat digunakan sebagai starter biologis agar mempercepat proses fermentasi, sehingga menghasilkan dan meningkatkan produksi gas metana dalam biogas dengan cepat.

Menurut Setiawati, dkk (2016), ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses fermentasi diantaranya yaitu substrat, suhu, pH, oksigen, dan mikroorganisme yang dipakai. Substrat adalah bahan baku untuk fermentasi yang terdapat nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan mikroorganisme dan produksi fermentasi. Nutrisi yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk tumbuh

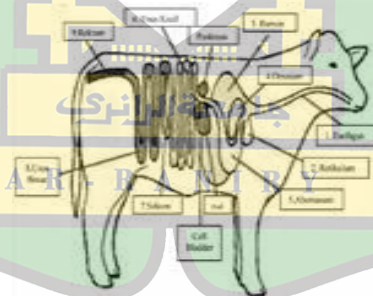
dan menghasilkan produk fermentasi yaitu karbohidrat. Karbohidrat sebagai sumber karbon dan dapat digunakan sebagai penghasil energi bagi mikroba.

Kelompok mikroba utama yang bekerja pada pencernaan antara lain bakteri, protozoa dan jamur yang jumlah dan komposisinya bergantung dengan pakan yang dikonsumsi ternak. Produk akhir fermentasi protein itu sendiri dapat dipakai dalam pertumbuhan mikroba dan dipakai sebagai mensintesis protein sel mikroba rumen untuk menyuplai protein pada ruminansia. Menurut Hindratiningrum, dkk (2011), sekitar 47% sampai 71% nitrogen dalam rumen berupa protein mikroba. Gambaran rumen ternak dan saluran pencernaan sapi dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2.



Gambar 2.1 Rumen Ternak Ruminansia

Sumber: Hobson (1988)



Gambar 2.2 Saluran Pencernaan Sapi

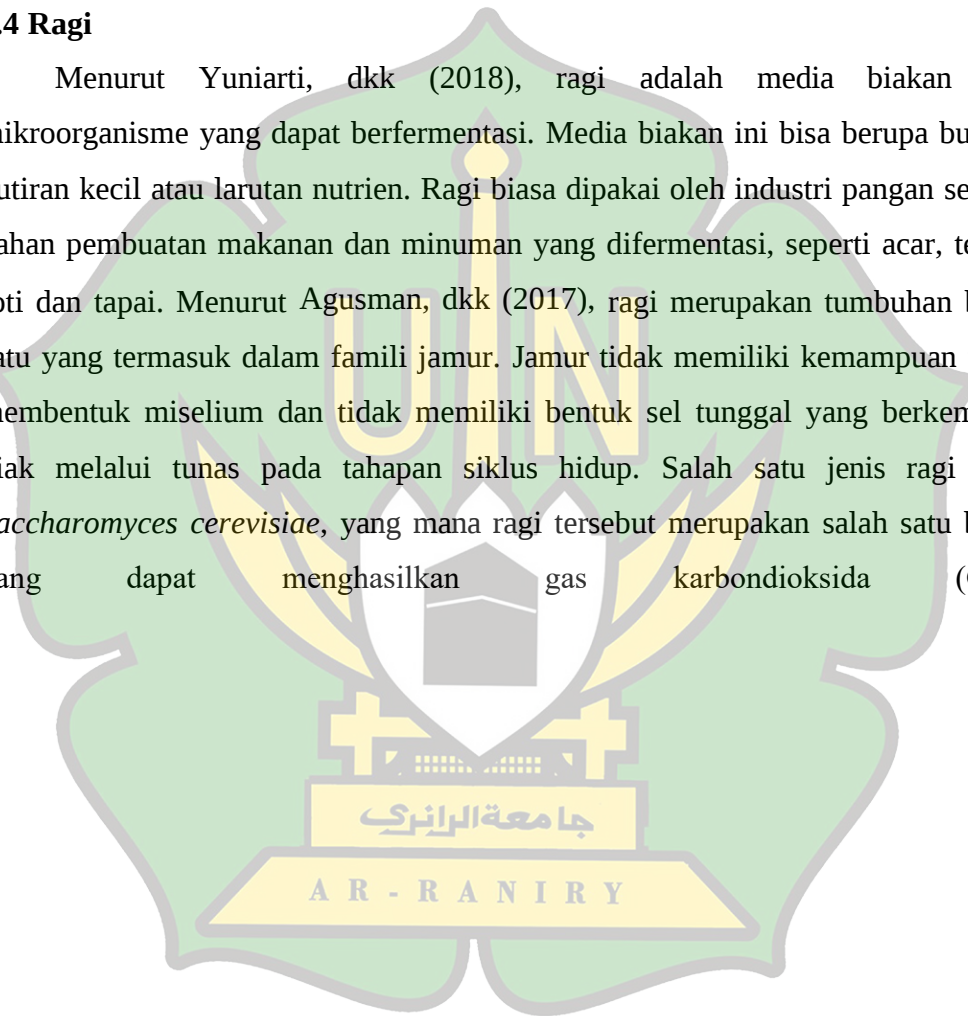
Sumber: Tillman et al., (1988)

Menurut Subagyo & Wijaya (2017), kotoran sapi dianggap sebagai substrat yang sejalan dalam produksi biogas, karena sudah mengandung bakteri metanogenik yang ditemukan dalam perut ruminansia. Adanya bakteri pada ternak ruminansia ini dapat berperan dalam proses fermentasi, maka proses pembentukan

biogas didalam digester dapat berlangsung lebih cepat. Menurut Irawan (2016), dalam jurnal nya telah dijelaskan bahwasanya ciri-ciri kotoran sapi yaitu total solid 3-6%, total volatil solid (mudah menguap) 80-90%, nitrogen total 2-4%, selulosa 15-20%, lignin 5-10%, hemiselulosa 20-25%. Adapun untuk makanan pembuka lainnya memakai ragi.

2.4 Ragi

Menurut Yuniarti, dkk (2018), ragi adalah media biakan bagi mikroorganisme yang dapat berfermentasi. Media biakan ini bisa berupa butiran-butiran kecil atau larutan nutrien. Ragi biasa dipakai oleh industri pangan sebagai bahan pembuatan makanan dan minuman yang difermentasi, seperti acar, tempe, roti dan tapai. Menurut Agusman, dkk (2017), ragi merupakan tumbuhan bersel satu yang termasuk dalam famili jamur. Jamur tidak memiliki kemampuan untuk membentuk miselium dan tidak memiliki bentuk sel tunggal yang berkembang biak melalui tunas pada tahapan siklus hidup. Salah satu jenis ragi yaitu *Saccharomyces cerevisiae*, yang mana ragi tersebut merupakan salah satu bahan yang dapat menghasilkan gas karbondioksida (CO_2).



BAB III

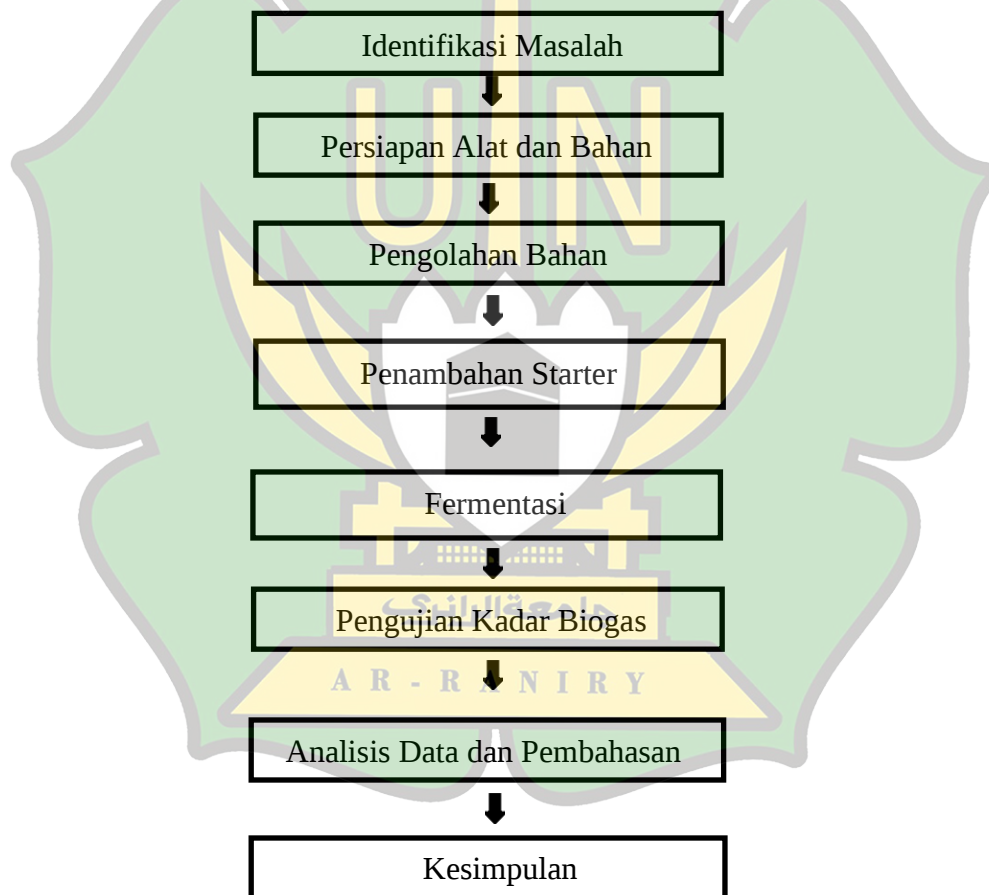
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen. Penelitian ini dimulai dengan tahapan persiapan, perakitan, pengujian hasil rancangan, pengamatan dan pengolahan data.

3.2 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Pembuatan kompor biogas dilakukan di ruang terbuka di Gp. Limpok, Darussalam. Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Oktober - November 2021. Pengambilan sampel dilakukan di rumah Potong Hewan (RPH) Gampong Pande, Kec Kuta Raja, Kota Banda Aceh. (bisa dilihat pada Gambar 3.2).



Gambar 3.2 Lokasi Pengambilan Sampel

3.4 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan terdiri dari:

1. Drum plastik 90 liter
2. Selang air
3. Pipa paralon
4. Plastik bening
5. Lem paralon
6. Lakban
7. Kompor
8. Gergaji
9. Cutter
10. Palu

Bahan yang digunakan terdiri dari:

1. Rumen sapi
2. Ragi
3. Air

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Proses pengumpulan rumen

1. Pada proses awal, jika limbah rumen sapi masih bercampur rumput atau bahan lainnya maka harus dibersihkan terlebih dahulu, lalu ditampung rumen sapi di wadah penampung sementara. Wadah sementara ini digunakan untuk menghomogenkan bahan masukan.
2. Lalu rumen sapi dimasukkan ke dalam digester. Pada saat proses pemasukan kran tetap dinyalakan, hal tersebut untuk mengeluarkan udara yang ada didalam digester.
3. Dalam menghasilkan bakteri anaerob pada proses fermentasi maka perlu dilakukan penambahan starter yang dicampur air sampai digester terisi.

Pada penelitian ini, untuk mendapatkan efek rumen sapi yang baik, maka dilakukan perbandingan 2:1 air yang diberi campuran ragi dan rumen. Proses fermentasi memakan waktu 7 hingga 31 hari, selama itu rumen sapi perlu diaduk secara teratur. Tujuan pengadukan adalah untuk mencegah partikel padat total yang mengendap di dasar digester, karena jika terlalu padat partikel tersebut akan menghalangi aliran udara yang terbentuk di dasar digester, sehingga dapat menghasilkan produksi biogas yang kurang optimal (Mustaqim, Farid, & Sugara, 2006).

3.5.2 Proses pembuatan biogas

Menurut Mustaqim (2006), proses pembuatan biogas dari limbah rumen sapi meliputi beberapa tahapan, antara lain:

1. Masukkan bahan yang akan difermentasi ke dalam digester biogas melewati lubang pengisian (inlet), kemudian proses produksi biogas akan dilakukan didalam digester.

2. Bahan dibiarkan selama 31 hari didalam digester dengan selingan pengadukan sehari sekali untuk menghasilkan gas yang baik.
3. Setelah 31 hari dilakukannya fermentasi dan gas yang dihasilkan sudah terbentuk dipenampung biogas, maka gas yang dihasilkan dapat di uji dengan menghubungkan gas ke tungku dan dinyalakan.

3.5.3 Tahap perakitan digester

Kegiatan ini akan dilaksanakan pada 2 tahapan yaitu tahap awal (tahap persiapan), dan tahap uji coba digester. Pada tahap kegiatan awal dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahap Awal (persiapan)

Pada tahap ini mengumpulkan semua alat dan bahan yang akan digunakan, dan mempelajari konsep yang akan dirancang sebelum dilakukannya perakitan. Pada tahap perakitan digester biogas di bagi menjadi beberapa tahapan, yaitu:

a. Tahapan Perakitan Digester Biogas

- Digester Biogas.



Gambar 3.3 Digester Biogas

Digester biogas pada penelitian ini menggunakan drum plastik, yang mana drum plastik berfungsi sebagai digester untuk tempat pencampuran limbah rumen, ragi dan air. Rancangan digester dilengkapi dengan jalur pengisian kotoran sapi, dan saluran pengeluaran gas. Tinggi drum plastik dengan tutup 82 cm dengan diameter 42 cm. Gambaran digester biogas dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Desain Digester Biogas

- Desain Penampung Biogas

Penampung biogas merupakan suatu wadah untuk menampung gas yang dihasilkan. Penampung biogas pada penelitian ini menggunakan plastik bening yang berukuran 60 cm x 100 cm. Gambaran penampung biogas dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Penampung Biogas

- Desain Tabung Kontrol Gas

Tabung kontrol gas berfungsi sebagai pengontrol apabila tekanan gas yang dihasilkan melebihi kapasitas, hal tersebut juga untuk mencegah terjadinya peledakan pada penampung biogas. Ukuran tinggi dari tabung kontrol gas pada penelitian ini adalah 12 cm dan lebarnya 4 cm. Gambaran tabung kontrol gas dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Tabung Kontrol Gas

2. Uji Coba Produk

Tahap uji coba produk adalah sebagai berikut:

- a. Uji kebocoran digester.
- b. Uji biogas yang dihasilkan selama 31 hari fermentasi.

Pada uji kebocoran reaktor biogas dilakukan dengan cara memasukkan air ke dalam reaktor hingga penuh untuk memastikan tidak adanya kebocoran pada digester. Pengecekan kebocoran digester dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Uji Kebocoran Digester

3.6 Waktu Pengambilan Data

Menurut Mustaqim, dkk (2006), pengambilan data bertahap ini dibagi menjadi 4 tahap, yaitu:

1. Tahap 1 setelah 7 hari akan dihitung tekanan gas yang dihasilkan.
2. Tahap 2 setelah 14 hari akan dihitung tekanan gas yang dihasilkan.
3. Tahap 3 setelah 21 hari akan dihitung tekanan gas yang dihasilkan.
4. Tahap 4 setelah 28 hari akan dihitung tekanan gas yang dihasilkan.
5. Tahap 4 setelah 31 hari akan dihitung tekanan gas yang dihasilkan.

Metode pengumpulan data yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini dibagi menjadi dua tahap, yaitu:

1. Siapkan semua peralatan yang akan digunakan, termasuk peralatan pembuatan biogas.
2. Mengukur dan menghitung semua yang ada di dalam penelitian, termasuk:
 - Mengukur uji nyala api.
 - Mengukur laju kecepatan debit.
 - Mengukur tekanan gas yang dihasilkan.
 - Menghitung lama nya waktu nyala api.

3.7 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan dari penelitian ini adalah:

- a. Pada percobaan pertama, kran gas dihidupkan.
- b. Lalu kran akan ditutup, karena pada pembuangan pertama hanya udara yang ada di dalam reaktor yang keluar.
- c. Aplikasikan pada kompor dan melihat apakah menghasilkan api yang baik dan tidak berbau atau tidak.
- d. Setelah itu, gunakan *stopwatch* untuk mengukur lamanya gas yang keluar dari pertama api menyala hingga api padam.

3.8 Analisis Data

3.8.1 Pengamatan uji nyala api

Menurut Basri (2020), nyala api yang lebih besar tanpa padam menunjukkan uji positif. Spesifikasi gas metan akan menunjukkan nyala api berwarna biru. Gunakan *stopwatch* untuk menghitung durasi nyala api. Pada pengamatan uji nyala api maka harus di aplikasikan ke kompor untuk melihat gas yang dihasilkan, apabila gas tersebut nyala api biru itu menunjukan hasil penelitian yang positif.

3.8.2 Volume biogas (m³)

Menurut Putra, dkk (2017), pengukuran volume gas yang dihasilkan dapat dilihat dari perubahan ketinggian tangki pengumpul.

$$V = \pi r^2 \cdot t$$

Dimana :

V = Volume biogas (m²)

r = Jari-jari drum penampung (m)

t = Selisih tinggi drum penampung (m)



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Biogas

Biogas merupakan hasil proses fermentasi anaerobik dalam rumen ternak yang akan menjadi gas campuran. Proses pencernaan anaerobik ini merupakan dasar dari perakitan reaktor biogas, dan merupakan proses penguraian bahan organik melalui aktivitas bakteri metanogen dan penghasil asam tanpa adanya udara. Bakteri ini secara alami terdapat pada limbah yang mengandung bahan organik, seperti limbah organik hewan, manusia, dan rumah tangga.

Pada penelitian ini telah dilakukan pembuatan biogas dalam skala rumah tangga yang di uji coba pada kompor biogas. Pada penelitian ini dilakukan percobaan fermentasi dengan bahan utama 10 kg rumen sapi dan 40 liter air dengan campuran ragi. Fermentasi ini dilakukan selama 31 hari dalam kondisi anaerob. Sebelum dilakukannya proses fermentasi semua bahan diaduk terlebih dahulu agar dapat menghasilkan gas yang stabil, lalu setelah diaduk semua bahan dimasukkan kedalam digester. Jadi selama proses fermentasi semua bahan yang ada didalam digester harus kedap udara agar fermentasi yang dilakukan dapat berjalan dengan baik. Untuk melihat produksi biogas yang dihasilkan dapat dilihat pada penampung biogas. Penampung biogas pada penelitian ini menggunakan plastik bening yang berukuran 60 x 100 cm seperti pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Kantong Plastik Bening

4.2 Volume Biogas Pada Digester

Volume maksimal biogas pada penelitian ini bernilai $0,11 \text{ m}^3$. Hasil volume ini didapatkan dengan menggunakan rumus ketinggian maksimum pada drum penampung (82 cm) yang dikalikan dengan diameter drum (42 cm). Hal ini disebabkan karena pada saat drum telah mencapai ketinggian maksimum maka gas yang dihasilkan harus dibuang agar dapat menampung kembali gas yang akan terbentuk dihari selanjutnya.

$$\begin{aligned} V &= \pi r^2 \cdot t \\ &= 22/7 \times 21^2 \times 82 \\ &= 113.652 \text{ cm}^3 \\ &= 0,11 \text{ m}^3 = 113,65 \text{ liter.} \end{aligned}$$

4.3 Data Pengujian Hasil Produksi Biogas

Pada data pengujian hasil produksi biogas, maka dihasilkan tekanan gas selama proses fermentasi. Untuk melihat hasil tekanan gas pada penelitian ini, maka digunakan manometer sebagai alat untuk mengukur tekanan pada biogas.

4.3.1 Manometer

Manometer adalah alat untuk mengukur tekanan pada biogas. Dapat dilihat pada Gambar 4.2 di bawah bentuk dari manometer sederhana yang dirakit pada pengujian ini.



Gambar 4.2 Manometer

Manometer ini dibuat dengan diberi air zat warna untuk mengetahui tekanan biogas yang dihasilkan selama proses berlangsung dalam satuan cm yang dikonversikan menjadi satuan tekanan Psi (Putra, 2017). Bila manometer diberi tekanan gas dalam wadah, maka air yang ada didalam wadah akan naik hingga mencapai tekanan tertentu. Berdasarkan penelitian hasil pengukuran tekanan gas dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengukuran Tekanan Gas

Hari	Pengujian starter ragi	
	Cm	Psi
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	3,0	0,042
6	3,0	0,042
7	3,0	0,042
8	4,5	0,064
9	4,5	0,064
10	5,0	0,071
11	5,5	0,078
12	5,8	0,082
13	6,5	0,092
14	6,5	0,092
15	6,5	0,092
16	7,0	0,099
17	8,0	0,113
18	8,0	0,113
19	8,0	0,113

20	8,0	0,113
21	9,0	0,128
22	9,0	0,128
23	9,4	0,133
24	9,8	0,139
25	9,8	0,139
26	9,8	0,139
27	10,0	0,142
28	10,0	0,142
29	10,0	0,142
30	10,5	0,149
31	10,5	0,149

Pada pengujian ini gas mulai terlihat pada hari kelima dengan tekanan gas sebesar 0,042 Psi dan tekanan tertinggi yang dihasilkan pada pengujian ini mencapai 0,149 Psi, Hal ini diduga oleh temperatur yang ada didalam digester dan juga starter yang digunakan mengandung bakteri yang kuat dalam menghasilkan biogas. Menurut Reni (2019), bakteri fermentasi yang ada pada starter yaitu bakteri *Saccharomyces cerevisiae* dan *Methanosarcina sp* yang mana berperan penting dalam pembentukan biogas dan juga lamanya waktu proses fermentasi, karena semakin lama waktu fermentasi maka tekanan yang dihasilkan semakin tinggi.

Laju kecepatan debit gas dari hasil pembentukan biogas selama 31 hari dijelaskan pada perhitungan sebagai berikut:

Pada perhitungan debit gas diketahui jari pada digester (r) 21 cm dan tinggi (t) pada digester 82 cm. volume limbah rumen dan ragi $\frac{3}{4}$ dari digester, sedangkan ruang tersedia untuk volume ruang tekanan adalah $\frac{1}{4}$ dari digester.

$$t = 82 \cdot \frac{1}{4} = 20,5 \text{ cm.}$$

$$\text{Luas alas digester} = \pi r^2$$

$$= 22/7 \times (21)^2$$

$$= 131,88 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume digester} &= \text{Luas alas} \times \text{tinggi} \\
 &= 131,88 \times 20,5 \\
 &= 2703,54 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Tekanan gas awal adalah $P_1 = 0,042$ Psi dan tekanan akhir $P_2 = 0,149$ Psi, maka kecepatan debit gas nya adalah:

$$V = \frac{P_2 \cdot V_1}{P_1} = \frac{0,149 \cdot 2703,54}{0,042} = 9.591,13 \text{ cm}^3$$

$$V = \frac{V_2}{31} = \frac{9.591,13}{31} = 309,3 \text{ cm}^3/S$$

4.3.2 Hasil produksi biogas

Produksi biogas selama fermentasi dapat dilihat pada penampung biogas dibawah ini. Penampung biogas menggunakan kantong plastik bening yang berukuran 60 x 100 cm. Kantong plastik bening ini merupakan salah satu material yang sering digunakan untuk melihat produksi biogas pada saat fermentasi. Selain kantong plastik bening ini ada juga beberapa material lainnya yang dapat digunakan untuk melihat produksi biogas, seperti: balon, ban bekas dan plastik *polyethylene* (PE). Produksi biogas selama 31 hari fermentasi dapat dilihat pada beberapa gambar dibawah ini:



Gambar 4.3 Produksi Biogas Pada Hari Ke 1-7

Pada penelitian yang dilakukan membutuhkan komponen bakteri untuk dapat menghasilkan biogas, bakteri yang digunakan pada penelitian ini berasal dari ragi, yang mana mikroorganisme yang digunakan didalam ragi umumnya terdiri dari bakteri *Saccharomyces cerevisiae* yang dapat mengubah glukosa menjadi CO_2 . Akan tetapi pada hasil pengujian produksi biogas pada hari ke 1-7

belum dapat digunakan, karena gas yang dihasilkan belum terbentuk dengan sempurna, Oleh karena itu dilakukan pengujian kembali pada hari selanjutnya.



Gambar 4.4 Produksi Biogas Pada Hari Ke 8-14

Pada pengujian di hari ke 8-14 telah dilakukan kembali pengadukan secara rutin sehingga gas yang dihasilkan mulai terbentuk. Gas yang terbentuk berbeda dari hari ke 1-7 karena gas yang dihasilkan pada hari tersebut hanya oksigen, yang mana oksigen terbentuk karena adanya udara yang masih mengendap di dasar digester.



Gambar 4.5 Produksi Biogas Pada Hari Ke 15-21

Pada hari ke 15-21 gas yang dihasilkan sudah mulai banyak terbentuk, karena adanya pengadukan secara rutin yang membuat semua gas yang ada didasar digester naik keatas sehingga tidak terjadinya pengendapan. Hal ini juga disebabkan oleh siklus hidup bakteri yang sangat bergantung pada faktor lingkungan. Menurut Paimin (2000) Bakteri ini hanya dapat berkembang bila suhu disekitarnya berada pada suhu berkisar antara 20-40°C dan suhu optimum antara 28-30°C. Temperatur selama proses berlangsung sangat penting, karena hal ini berkaitan dengan kemampuan hidup bakteri untuk memproses terjadinya pembentukan biogas, temperatur yang dibutuhkan berkisar 27°C-28°C, karena

dengan adanya temperatur tersebut proses pembuatan biogas akan berjalan dengan lancar.



Gambar 4.6 Produksi Biogas Pada Hari Ke 22-28

Hasil produksi biogas pada hari ke 22-28 dapat dilihat pada gambar di atas bahwasanya gas yang dihasilkan semakin banyak sehingga kantong plastik untuk menampung gas semakin mengembang. Dalam penelitian ini terlihat bahwa starter dan waktu fermentasi cukup berpengaruh terhadap hasil biogas, semakin lama waktu fermentasi maka semakin besar juga volume biogas yang dihasilkan.



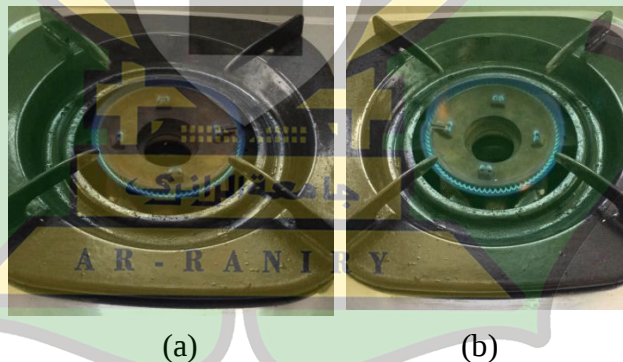
Gambar 4.7 Produksi Biogas Pada Hari Ke 29-31

Produksi biogas di hari terakhir yaitu pada hari ke 29-31 gas yang dihasilkan semakin banyak sehingga kantong plastik untuk tempat penampung biogas semakin membesar. Hal ini diduga karena starter yang digunakan sangat berpengaruh dalam jumlah produksi biogas yang dihasilkan. Starter yang digunakan mengandung bakteri *Saccharomyces cerevisiae* atau ragi yang mengubah glukosa menjadi alkohol dan CO_2 (Reni, 2019), dan bakteri *Methanosarcina Sp* yang berperan dalam proses pembentukan biogas (Fithry, 2010).

Produksi biogas pada waktu siang dan malam berbeda, karena suhu bahan fermentasi yang dapat berubah-ubah. Hal ini juga dipengaruhi oleh siklus hidup bakteri yang sangat bergantung pada faktor lingkungan. Penambahan starter ragi memang sangat berpengaruh pada proses pembuatan biogas, dan semakin lama waktu fermentasi, maka semakin banyak biogas yang dihasilkan. Dari penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwasanya ada intraksi yang positif antara waktu fermentasi dengan penambahan starter ragi terhadap hasil produksi biogas.

4.4 Pengamatan Uji Nyala Api

Pengamatan uji nyala api ini dilakukan untuk membuktikan adanya gas metan dan mengetahui besar atau kecilnya nyala api yang dihasilkan. Biogas yang dihasilkan dari reaktor dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga dengan menggunakan kompor yang telah di sambungkan dengan selang pada bagian kran inlet. Nyala api hasil biogas ini dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 (a) nyala api kecil (b) nyala api besar

Pada gambar di atas terlihat jelas bahwa nyala api yang ditimbulkan oleh kompor biogas berwarna biru, hal ini sama dengan nyala LPG yang mana mengandung gas metana dan juga gas karbon dioksida. Menurut Putra (2017), uji positif pada nyala api ini dapat ditandai dengan nyalanya api berwarna biru. Pada tahap percobaan api besar api yang dihasilkan berwarna biru dengan campuran api berwarna kuning, sedangkan pada saat percobaan nyala api kecil warna api sudah

stabil dengan mengeluarkan api berwarna biru secara merata, hal tersebut terjadi karena gas metana yang dihasilkan sudah homogen secara stabil. Dari hasil pengamatan uji nyala api dapat dilihat bahwa semakin banyak cairan rumen dan ragi yang dipakai pada proses pembuatan biogas maka biogas yang terbentuk juga semakin banyak.

Hasil biogas pada penelitian ini digunakan untuk memasak nasi dan merebus air. Pada percobaan pertama dimulai dari merebus air, pada percobaan ini menggunakan dua tahap, yaitu uji nyala api kecil dan uji nyala api besar dengan ukuran volume 1.000 ml atau 1 teko. Pada percobaan selanjutnya yaitu percobaan untuk memasak nasi dengan takaran 2:1. Pada percobaan ini dilakukan dengan dua tahap, yaitu beras dikukus terlebih dahulu sampai air setengah menyusut, lalu lanjut memasak nasi dan dibutuhkan waktu selama 51 menit sampai nasinya matang.

Tabel 4.2 Waktu Yang Dibutuhkan Pada Percobaan

No	Percobaan	Waktu yang dibutuhkan agar bahan uji matang
1.	Merebus air (Api besar)	8 menit 3 detik
2.	Merebus air (Api kecil)	11 menit 59 detik
3.	Memasak nasi (Api kecil)	51 menit 1 detik

Dapat dilihat pada tabel di atas waktu yang dibutuhkan untuk merebus air dengan api besar sampai mendidih memakan waktu 8 menit 3 detik, merebus air dengan api kecil membutuhkan waktu sampai 11 menit 59 detik, sedangkan untuk memasak nasi membutuhkan waktu 51 menit 1 detik. Untuk total keseluruhan biogas yang digunakan selama 71 menit 3 detik atau 1 jam 11 menit 3 detik. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian Amaru (2006), yang menyatakan bahwa biodigester dengan kapasitas penyimpan gas 2,5 m³ dapat dimanfaatkan untuk tungku masak selama 4-5 jam.

Menurut Wati dan Prasetyani (2011), suhu ruangan mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dan kecepatan reaksi dalam pembentukan biogas. Proses produksi biogas dapat terjadi dalam dua rentang suhu, yaitu suhu mesofilik (25-45°C) dan rentang suhu termofilik (56-60°C). Pada variabel suhu ruang bakteri yang bekerja adalah bakteri mesofilik. Penelitian ini dilakukan di tempat yang suhu ruangnya diatas rata-rata sehingga dalam waktu yang telah ditentukan sudah dapat menghasilkan biogas.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

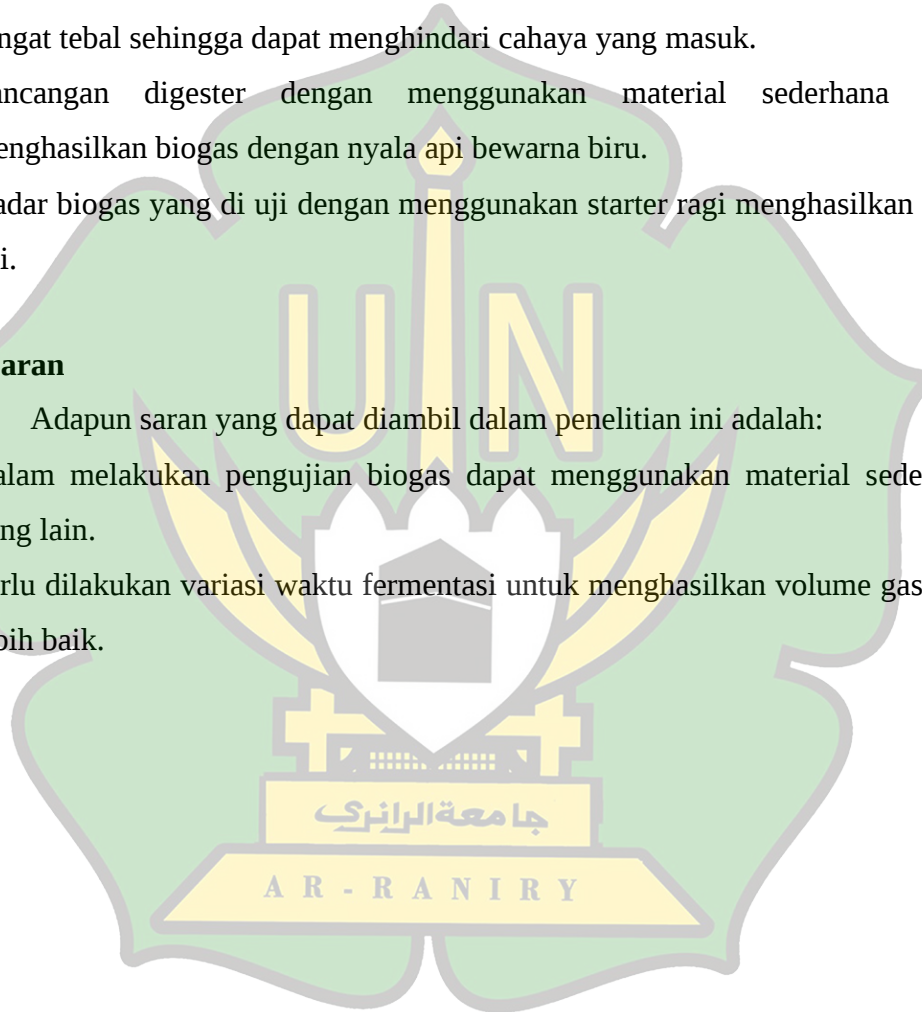
Adapun kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah:

1. Biogas menggunakan material sederhana sangat membantu dalam menghasilkan biogas selama fermentasi, karena drum plastik yang digunakan sangat tebal sehingga dapat menghindari cahaya yang masuk.
2. Rancangan digester dengan menggunakan material sederhana dapat menghasilkan biogas dengan nyala api berwarna biru.
3. Kadar biogas yang di uji dengan menggunakan starter ragi menghasilkan 0,149 Psi.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah:

1. Dalam melakukan pengujian biogas dapat menggunakan material sederhana yang lain.
2. Perlu dilakukan variasi waktu fermentasi untuk menghasilkan volume gas yang lebih baik.



DAFTAR PUSTAKA

- Agusman, D., Rifky, R., & Buono, A. K. (2017). Pengaruh Starter Ragi dalam Proses Pembentukan Biogas Limbah Buah. *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*, 2 (2502), M37–M43.
- asarAsari, A., & Widodo, P. (2015). Perancangan dan Penerapan Instalasi Biogas Skala Kecil di Ciamis. *Prosiding Seminar Nasional Swasembada Pangan, April*, 415–423.
- Basri, K.A. (2020). Potensi dan Pemanfaatan Rumen Sapi Sebagai Bioaktivator. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung.
- Basri, KA. dkk. (2019). Rancang Bangun Reaktor Biogas Skala Rumah Tangga (*Design The Biogas Reactor Household Scale*. Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian. 5(1).
- Dalimunthe, Y. K., & Rosyidan, C. (2018). Keterkaitan Harga Minyak Indonesia Dengan Harga Minyak Dunia Melalui Koefisien Korelasi. *Petro*, 5(1), 22– 27.
- Dwi Irawan, Dkk. (2016). Pengaruh EM4 (*Effective Microorganisme*) Terhadap Produksi Biogas Menggunakan Bahan Baku Kotoran Sapi. Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro.
- Fithry, Y. (2010). Pengaruh Penambahan Cairan Rumen Sapi Pada Pembentukan Biogas dari Sampah Buah Mangga dan Semangka. *Tesis, Program Pasca Sarjana*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Gamayanti, Kuntty N., Pertiwiningrum, Anwar., Mira, Y.L. (2012). Pengaruh Penggunaan Limbah Cairan dan Lumpur Gambut Sebagai Starter dalam Proses Fermentasi Metanogonik. *Buletin Peternakan* Vol.36 No.1: 32-39.
- Hermawan, B . (2007). Pemanfaatan Sampah Organik sebagai Sumber Biogas Untuk Mengatasi Krisis Energi Dalam Negeri. Bandar Lampung: Universitas Lampung.

- Herringshaw, B. (2009). A Study of Biogas Utilization Efficiency Highlighting Internal Combustion Electrical Generator Units. Ohio: The Ohio State University.
- Hobson, P. N. (1988). The Rumen Microbial Ecosystem. Elsevier Science Publisher Ltd. England.
- Kunaepah, U.(2008). Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Glukosa Terhadap Aktivitas Anti Bakteri, Polifenol Total dan Mutu Kimia Kefir Susu Kacang Merah. Tesis. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Linda Wati, Yuni Ahda, Dezi Handayani. (2014). Pengaruh Volume Rumen Sapi Terhadap Berbagai Feses Dalam Menghasilkan Biogas. Eksakta (1).
- Mu'anah, Margana, C. C. E., & Priyati, A. (2017). Characteristic Study of Cow Dung Digester Based on Water Composition and Kinetics of Methane Gas for Biogas Production. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 5(1), 285–295.
- Mustaqim, Farid, A., & Sugara, S. (2006). *Kemampuan Produksi Biogas Pada Digester Berbahan Fiberglass Berukuran 120 L.*
- Pratama, N. N. (2018). *Optimasi Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Kotoran Sapi Di Pt. Greenfields Indonesia.*
- Putra, D. Dkk. (2017). Rancang Bangun Reaktor Biogas Tipe Portable Dari Limbah Kotoran Ternak Sapi. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. 5(1).
- Ramli, H. (2015). Produksi Biogas Isi Rumen Sapi Asal Rumah Pemotongan Hewan (RPH). *Jurnal Bionature*, Vol (16), No (2), Oktober 2015, hlm. 122-126.
- Setiawati, L.E., dkk. (2016). Penentuan Waktu Optimum Dalam Pembuatan Bioetanol Dari Bonggol Pisang Tanduk (*Musa Paradisiaca Formatypisa*) Melalui Fermentasi. *J. Akad. Kim.* 5(3) : 115-120.
- Subagyo, R. (2017). Pembuatan Biogas Dengan Variasi Starter Ragi dan Kotoran Sapi Berbahan Baku Sampah Organik. *Jurnal sjme kinematika*. 2(1).
- Renilaili, R. (2019). *Analisa Hasil Biogas Menggunakan Isi Rumen Sapi Sebagai*

Starter. Jurnal Tekno, 16(1), 38-46.

Syamsuri, S., Wulandari, Y., & Aziz. (2016). Pengaruh Penambahan Nutrisi Rumen, Urea & NaOH. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan IV*, 192–200.

Tilman, A. D., H. Hartadi., S. Reksohadiprodjo., S. Prawirokusuma dan S. Lebdoesoekojo. (1998). Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gajah Mada Univ. Press. Yogyakarta.

Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 Tentang Penggunaan Energi Terbarukan. Wahyuni, Sri. (2011). Biogas Energi Terbarukan Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan. Jakarta.

Wati, Dwi S., dan Prasetyani, R., D. (2011). Pembuatan Biogas Dari Limbah Cair Industri Bioetanol melalui Proses Anaerob (Fermentasi), Jurusan Teknik Kimia Fakultas Tekni. Universitas Diponegoro. Semarang.

Yuniarti, D. P., Hatina, S., & Efrinalia, W. (2018). Pengaruh Jumlah Ragi Dan Waktu. Jurnal Redoks 3(2).

Yulistiawati. E. (2008). Pengaruh Suhu dan C/N Rasio Terhadap Produksi Biogas Berbahan Baku Sampah Organik Sayuran, Skripsi. Program Strata I Institut Pertanian Bogor. Bogor.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Volume Digester

$$\begin{aligned}
 V &= \pi r^2 \cdot t \\
 &= 22/7 \times (21)^2 \times 82 \\
 &= 113.548,68 \text{ cm}^3 \\
 &= 0,11 \text{ m}^3 \\
 &= 110 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

Lampiran 2. Tekanan Biogas

Dik : ρ = Massa jenis zat cair (Kg/m^3)

h = Kedalaman titik (m)

g = Percepatan Gravitasi (m/s^2)

$$\rho = 1000 \text{ Kg/m}^3$$

$$h = 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 P &= \rho \cdot h \cdot g \\
 &= 1000 \cdot 0,03 \cdot 9,8 \\
 &= 294 \text{ N/m}^2
 \end{aligned}$$

Hasil yang sudah didapat dikonversikan menjadi (Psi) yaitu 0,042 Psi.

Lampiran 3. Kecepatan Debit Gas

$$\begin{aligned}
 \text{Luas alas digester} &= \pi r^2 \\
 &= 22/7 \times (21)^2 \\
 &= 131,88 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume digester} &= \text{Luas alas} \times \text{tinggi} \\
 &= 131,88 \times 20,5 \\
 &= 2703,54 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Tekanan gas awal adalah $P_1 = 0,042$ Psi dan tekanan akhir $P_2 = 0,149$ Psi, maka kecepatan debit gas nya adalah:

$$V = \frac{P_2 \cdot V_1}{P_1} = \frac{0,149 \cdot 2703,54}{0,042} = 9.591,13 \text{ cm}^3$$

$$V = \frac{V_2}{31} = \frac{9.591,13}{31} = 309,3 \text{ cm}^3/S$$

