

**EFEKTIVITAS EM4 (EFEKTIF MIKROORGANISME 4) DAN
FESES SAPI PADA SAMPAH ORGANIK SEBAGAI
PRODUKSI BIOGAS**

TUGAS AKHIR

Diajukan oleh :

**RAHMAT MUNIR
NIM. 140702002**

**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 TUGAS AKHIR

**EFEKTIVITAS EM4 (EFEKTIF MIKROORGANISME 4) DAN FESES SAPI
PADA SAMPAH ORGANIK SEBAGAI PRODUKSI 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:

RAHMAT MUNIR

NIM. 140702002

**Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh**

Banda Aceh,
Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

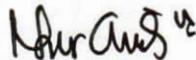
Pembimbing I,

Pembimbing II,


Teuku Muhammad Ashari, M.Sc
NIDN: 2002028301


Hadi Kusniawan, M.Si
NIDN: 2004038501

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 TUGAS AKHIR

EFEKTIVITAS EM4 (EFEKTIF MIKROORGANISME 4) DAN FESES SAPI PADA SAMPAH ORGANIK SEBAGAI PRODUKSI BIOGAS

TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Rabu, 12 Januari 2022
10 Jumadil Akhir 1443

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



Teuku Muhammad Ashari, M.Sc
NIDN: 2002028301

Sekretaris,



Yeggi Darnas, M.T
NIDN: 2020067905

Penguji I,



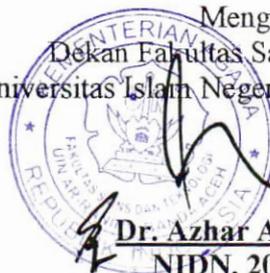
Husnawati, S.Si., M.Sc.
NIDN.2009118301

Penguji II,



Aulia Rohendi, M.Sc
NIDN. 2010048202

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



Dr. Azhar Amsal, M.Pd.
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rahmat Munir
Nim : 140702002
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Tugas Akhir : Efektivitas Em4 (Efektif Mikroorganisme 4) Dan Feses Sapi Pada Sampah Organik Sebagai Produksi Biogas).

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan.
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya.
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

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.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 10 Januari 2022

Yang menyatakan,



Rahmat Munir
NIM.140702002

ABSTRAK

Nama : Rahmat Munir
NIM : 140702002
Program Studi : Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi
Judul : *Efektivitas Em4 (Efektif Mikroorganisme 4) Dan Feses Sapi Pada Sampah Organik Sebagai Produksi Biogas*
Tanggal Sidang : 12 Januari 2022
Tebal Skripsi : 26 Halaman
Pembimbing I : Teuku Muhammad Ashari, M.Sc
Pembimbing II : Hadi Kurniawan, M.Si
Kata Kunci : Em4 (*Efektif Mikroorganisme 4*), Feses Sapi, Sampah Organik, Biogas.

Sampah organik pasar, rumah tangga, dan limbah industri makanan dan kotoran hewan dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi terbarukan, salah satunya adalah biogas. EM4 (*Effective Microorganism-4*) merupakan campuran kultural dari mikroorganisme yang dapat menguntungkan yang terdiri dari bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp), bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas* sp), (*Streptomyces* sp), Ragi (*yeast*) dan (*Actinomyces*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan EM-4 dan variasi feses sapi terhadap massa biogas yang dihasilkan dari fermentasi sampah organik kulit buah-buahan. Eksperimen dilakukan dalam tiga kegiatan yaitu Eksperimen I: Sampah kulit buah-buahan tanpa penambahan EM4 dan feses sapi, Eksperimen II: Variasi penambahan EM-4 dan Eksperimen III: Variasi penambahan feses sapi. Selanjutnya perlakuan ini disimpan didalam ruangan yang tidak terkena sinar matahari selama 28 hari, Diukur massa produksi biogas setiap hari dan dimulai dari hari ke-7 sampai hari ke-28, Diukur kembali pH akhir setelah proses fermentasi selama waktu 28 hari. Hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan EM-4 dapat mempercepat proses pembuatan biogas terhadap massa biogas, Hasil yang didapat dari penambahan EM4 60 ml sebesar 3561 g dan massa biogas yang dihasilkan dari variabel tanpa penambahan EM4 sebesar 2944 g selama 28 hari. Penambahan feses sapi dapat mempercepat proses pembuatan biogas terhadap massa biogas, Dimana hasil yang didapat dari penambahan feses sapi 0,75 kg sebesar 3917 g selama 28 hari. Pengaruh waktu terhadap pembentukan biogas yang dihasilkan dari fermentasi sampah organik kulit buah-buahan dengan penambahan

EM-4 dan penambahan feses sapi memperlihatkan pertumbuhan bakteri, sedangkan waktu yang paling optimal untuk menghasilkan biogas ialah 14 hari.

Kata Kunci : Em4 (Efektif Mikroorganisme 4), Feses Sapi, Sampah Organik, Biogas.



ABSTRACT

Name : Rahmat Munir
ID : 140702002
Study Program : Environmental Engineering, Faculty of Science and Technology
Title : The Effectiveness of Em4 (Effective Microorganisms 4) And Cow Feces In Organic Waste As Biogas Production
Session Date : 12 January 2022
Thesis Thickness : 26 Pages
Supervisor I : Teuku Muhammad Ashari, M.Sc
Advisor II : Hadi Kurniawan, M.Si
Keywords : Em4 (Effective Microorganism 4), Cow Feces, Organic Waste, Biogas.

Market organic waste, household, and food industrial waste and animal waste can be used as renewable energy sources, one of which is biogas. EM4 (Effective Microorganism-4) is a cultural mixture of beneficial microorganisms consisting of lactic acid bacteria (*Lactobacillus* sp), photosynthetic bacteria (*Rhodospseudomonas* sp), (*Streptomyces* sp), yeast (yeast) and (*Actinomycetes*). This study aims to determine the effect of the addition of EM-4 and variations in cow feces on the mass of biogas produced from the fermentation of organic waste from fruit peels. The experiment was carried out in three activities, namely Experiment I: Fruit peel waste without the addition of EM4 and cow feces, Experiment II: Variations in addition of EM-4 and Experiment III: Variations in addition of cow feces. Furthermore, this treatment is stored in a room that is not exposed to sunlight for 28 days. The mass of biogas production is measured every day starting from day 7 to day 28. The final pH is measured again after the fermentation process for 28 days. The results of the analysis show that the addition of EM-4 can accelerate the process of making biogas to the mass of biogas, where the results obtained from the addition of EM4 60 ml are 3561 g and the mass of biogas produced from the variable without the addition of EM4 is 2944 g for 28 days. The addition of cow feces can accelerate the process of making biogas to the mass of biogas, where the results obtained from the addition of 0.75 kg cow feces are 3917 g for 28 days. The effect of time on the formation of biogas produced from the fermentation of organic waste from fruit peels with the addition of EM-4 and the addition of cow feces showed bacterial growth, while the most optimal time to produce biogas was 14 days.

Keywords: Em4 (Effective Microorganism 4), Cow Feces, Organic Waste, Biogas

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah rabbil ‘alamin, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT., yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan pada waktunya. Shalawat serta salam penulis panjatkan kepada Rasulullah Muhammad SAW yang telah membawa ajaran kebenaran dan pedoman kepada seluruh umat manusia.

Tugas akhir ini berjudul “Efektivitas Em4 (Efektif Mikroorganisme 4) Dan Feses Sapi Pada Sampah Organik Sebagai Produksi Biogas.” ditulis untuk melengkapi tugas-tugas dan syarat-syarat yang diperlukan dalam menyelesaikan pendidikan sarjana teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Penulisan Tugas Akhir ini, penulis telah memperoleh bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak terutama pembimbing. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Teuku Muhammad Ashari, M.Sc., selaku pembimbing I dan Bapak Hadi Kurniawan, S.Si., M.Si. selaku pembimbing II

Penulis juga mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada kedua orangtua yaitu Ayahanda A.Munir Yusuf dan Ibunda Radhiah, sebagai guru, penyemangat sekaligus malaikat bagi kehidupan penulis, serta keluarga besar yang telah memberikan do’a restu, perhatian dan memberikan dorongan untuk keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Pada penulisan Tugas Akhir ini, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semuanya yang telah membantu penulis selama menjalani perkuliahan, khususnya kepada :

1. Bapak Dr. Azhar Amsal, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

2. Bapak Budi Azhari, M.Pd., selaku Wakil Dekan III Bidang Akademik dan Kemahasiswaan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Ibu Dr. Eng. Nur Aida, M.Si., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan memberikan arahan selama perkuliahan di Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri ArRaniry.
4. Ibu Husnawati, M.Si., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar Raniry.
5. Seluruh Dosen serta Staf Program Studi Teknik Lingkungan yang telah memotivasi, mengajari, dan membantu penulis saat menjalankan perkuliahan.
6. Tidak lupa juga bagi Seluruh Teman-teman Teknik Lingkungan khususnya Angkatan 2014 yang juga memberi dukungan bagi saya

Akhir kata, penulis berterima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu pada segala situasi dan kondisi selama penulis menjalankan tanggung jawab sebagai mahasiswa, semoga Allah SWT membalas segala kebaikan dari semuanya. 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 penulisan ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan, supaya penulisan Tugas Akhir ini lebih baik lagi nantinya.

Banda Aceh, 6 Januari 2022

Hormat Penulis,

Rahmat Munir
NIM. 140702002

DAFTAR ISI

| | |
|---|------------|
| LEMBAR PERSUTUJUAN TUGAS AKHIR..... | i |
| LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR | ii |
| LEMBAR PENYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR..... | iii |
| ABSTRAK | i |
| ABSTRACT | iv |
| KATA PENGANTAR..... | vii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR TABEL..... | xi |
| DAFTAR GAMBAR..... | xii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3. Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4. Manfaat Penelitian..... | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 4 |
| 2.1. Biogas | 4 |
| 2.1.1. Definisi Biogas | 4 |
| 2.1.2. Komponen Penyusun Biogas..... | 4 |
| 2.1.3. Tahapan Produksi Biogas | 5 |
| 2.1.4. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Biogas..... | 7 |
| 2.1.5. Sampah Organik | 11 |
| 2.1.6. Kotoran Sapi | 12 |
| 2.1.7. EM4 (<i>Effective Microorganism-4</i>)..... | 13 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 15 |
| 3.1. Waktu dan Tempat..... | 16 |
| 3.2. Alat dan Bahan | 17 |
| 3.3. Desain Reaktor Biogas | 17 |
| 3.4. Eksperimen | 18 |
| 3.5. Analisis Data..... | 20 |

| | |
|--|-----------|
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 21 |
| 4.1 Analisis Densitas dan Bahan..... | 21 |
| 4.2 Karakteristik Biogas..... | 22 |
| 4.3 Hasil Pengujian Selama 21 Hari | 23 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 26 |
| 5.1. Kesimpulan | 26 |
| 5.2. Saran..... | 26 |
| DAFTAR PUSTAKA | 27 |
| LAMPIRAN A | 35 |
| LAMPIRAN B | 37 |



DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1. Komposisi senyawa biogas | 5 |
| Tabel 2.2. Komposisi senyawa biogas | 13 |
| Tabel 2.4. Kandungan Zat Hara EM4 (Effective Microorganism-4)..... | 13 |
| Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan penelitian | 16 |
| Tabel 3.2. Jadwal Kegiatan penelitian | 17 |
| Tabel 4.1. Analisis Densitas Setiap Bahan..... | 21 |
| Tabel 4.2. Analisis pH sebelum proses fermentasi | 22 |
| Tabel 4.3. Kondisi pH..... | 23 |
| Tabel 4.4. Massa Biogas | 24 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 3.1. Diagram alir penelitian..... | 15 |
| Gambar 3.2. Desain Reaktor Biogas..... | 18 |
| Gambar 4.2. Hasil Pengukuran pH..... | 22 |
| Gambar 4.3. pH Awal dan Akhir..... | 24 |
| Gambar 4.4. Massa Biogas..... | 25 |



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sampah adalah sisa kegiatan yang dihasilkan oleh manusia dalam sehari-hari atau proses alam yang berbentuk padat. Tingkat pertumbuhan penduduk yang meningkat akan menghasilkan sampah yang juga meningkat. Selain itu, beragam jenis sampah yang dihasilkan dari pola konsumsi masyarakat, salah satunya, sampah yang berbahaya atau susah terurai misalnya kemasan dari plastik. Masyarakat yang sebagian masih melihat sampah sebagai barang yang tidak bisa dipakai lagi, bukan sebagai sumber daya untuk dimanfaatkan. Dalam pengelolaan sampah, masyarakat masih berpegang pada pendekatan terakhir (*end-of-pipe*), yang maksudnya sampah tersebut di kumpul, angkut dan buang ke lokasi pemrosesan akhir. (UU No.18, 2008).

Volume timbunan sampah yang berada di lokasi pemrosesan akhir dapat berpotensi menghasilkan gas metan (CH_4) yang dapat menyebabkan pemanasan global dari emisi gas rumah kaca. Timbunan sampah agar dapat terurai dengan proses alam membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang besar untuk penanganannya. Sudah seharusnya paradigma lama pengelolaan sampah digantikan dengan paradigma baru. Paradigma baru melihat sampah sebagai sumber daya yang dapat dimanfaatkan yang memiliki nilai ekonomi seperti, pupuk, kompos, atau bahan baku industri dan sebagai energi terbarukan. Pengelolaan sampah harus dilakukan secara komprehensif dari sumber sampah ke pengolahannya, yang selanjutnya aman bagi lingkungan. Paradigma baru pengolahan sampah dilakukan dengan cara mengurangi dan menangani sampah. Kegiatan pembatasan, penggunaan kembali, dan mendaur ulang merupakan proses pengurangan, sedangkan kegiatan pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan serta pemrosesan akhir merupakan proses penanganan sampah (UU No.18, 2008).

Sampah organik pasar, rumah tangga, dan limbah industri makanan dan kotoran hewan dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi terbarukan, salah satunya adalah biogas. Kandungan gas metana yang terkandung di dalam biogas mampu mencapai 55-80 liter Sampah kulit buah-buahan banyak ditemukan di pasar atau sebagai sisa pengolahan jus relatif banyak yang dibuang begitu saja tanpa dimanfaatkan atau diproses lebih lanjut. Padahal, kulit buah-buahan dapat dimanfaatkan menjadi kompos, pupuk cair bahkan menjadi biogas sebagai energi terbarukan. Pemanfaatan sampah kulit buah-buahan menjadi biogas ini tidak terlepas dari upaya menjaga lingkungan dari sampah-sampah yang masih bisa dimanfaatkan. Penggunaan sampah kulit buah-buahan dan kotoran sapi diharapkan dapat meningkatkan produksi biogas. (Romadhoni dan Wesen, 2014).

Penambahan EM4 akan mempercepat proses fermentasi dalam pembuatan biogas dibandingkan tanpa menggunakannya. Kandungan didalam biogas dikuasai oleh gas metan yang merupakan hasil dari fermentasi mikroba EM4(*Effective Microorganism-4*) merupakan campuran kultural dari mikroorganisme yang dapat menguntungkan yang terdiri dari bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp), bakteri fotosintetis (*Rhodospseudomonas* sp), (*Streptomyces* sp), Ragi (*yeast*) dan (*Actinomyces*). Dalam jurnal penelitian sebelumnya biogas dapat terbentuk dari sampah kulit buah-buahan, namun waktu fermentasi relatif lama. Hal ini bisa disebabkan karena bakteri yang berperan pada proses degradasi hanya berasal dari bakteri yang berada dalam bahan organik yang membusuk. Dengan menambahkan perlakuan seperti bakteri pendegradasi tambahan akan meningkatkan efisiensi dari produksi biogas yang dihasilkan dari sampah kulit buah-buahan. Jika dalam penelitian sebelumnya dalam meningkatkan efisiensi produksi biogas menggunakan starter kotoran sapi sebagai bakteri pendegradasi tambahannya, maka dalam penelitian ini digunakan *effective microorganisms-4* sebagai starter dalam mempercepat proses fermentasi bahan organik. (Nasional dkk., 2012).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah penelitian ini dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimanakah pengaruh penambahan variasi EM-4 terhadap massa biogas yang dihasilkan dari fermentasi sampah organik kulit buah-buahan?
2. Bagaimanakah pengaruh penambahan variasi feses sapi terhadap massa biogas yang dihasilkan dari fermentasi sampah organik kulit buah-buahan?
3. Bagaimanakah pengaruh waktu fermentasi terhadap massa biogas yang dihasilkan dari fermentasi sampah organik kulit buah-buahan dengan penambahan EM-4 dan penambahan feses sapi?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan EM-4 terhadap massa biogas yang dihasilkan dari fermentasi sampah organik kulit buah-buahan.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan variasi feses sapi terhadap massa biogas yang dihasilkan dari fermentasi sampah organik kulit buah-buahan.
3. Untuk mengetahui pengaruh waktu fermentasi terhadap massa biogas yang dihasilkan dari fermentasi sampah organik kulit buah-buahan dengan penambahan EM4 dan penambahan feses sapi.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dan referensi penelitian selanjutnya terkait pengolahan sampah organik dan pemanfaatannya untuk dijadikan biogas dengan aktivator EM-4.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Biogas

2.1.1. Definisi Biogas

Biogas adalah suatu proses aktivitas mikroba anaerobik atau fermentasi anaerobik untuk menghasilkan gas dan juga merupakan teknologi yang memanfaatkan limbah untuk menghasilkan energi terbarukan, seperti limbah pertanian, limbah peternakan dan kotoran manusia yang mengandung bahan organik (Wahyuni, 2011). Menurut (Simamora et al., 2006), biogas merupakan campuran dari beberapa gas. Gas-gas ini diklasifikasikan sebagai bahan bakar yang dihasilkan dari fermentasi bahan organik dalam kondisi anaerobik. Gas utama adalah metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2). Energi biogas tergantung pada konsentrasi metana. Semakin tinggi kandungan metana, semakin tinggi nilai kalor biogas. Di sisi lain, kandungan metana yang lebih rendah juga menyebabkan nilai kalori biogas lebih rendah (Abassi et al., 2012).

2.1.2. Komponen Penyusun Biogas

Secara ilmiah, proses biogas ini menghasilkan gas yang mudah terbakar, atau CH_4 , atau gas yang disebut gas metana yang mudah terbakar, tidak berbau, dan tidak berwarna. Menurut LIPI (2005), gas metana terbentuk melalui proses fermentasi anaerobik (tanpa udara), disebut juga bakteri metana atau bakteri anaerobik dan biogas, mereduksi sampah yang kaya akan organik (biomassa) dan mereduksi gas metana (biogas). CH_4 terbentuk dan dapat menghasilkan energi panas ketika dibakar. Gas metana sama dengan LPG (liquefied petroleum gas), hanya saja gas metana hanya memiliki satu atom C (karbon), sedangkan LPG mengandung banyak atom C (karbon). Menurut Hermawan (2005), selain gas-gas lainnya, komposisinya dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini:

Tabel 2.1. Komposisi senyawa biogas

| Komponen | Konsentrasi (%) |
|-------------------------------------|------------------------|
| Metana (CH ₄) | 55-75 |
| Karbon dioksida (CO ₂) | 25-45 |
| Nitrogen (N ₂) | 0-0,3 |
| Hidrogen (H ₂) | 1-5 |
| Hidrogen Sulfida (H ₂ S) | 0-3 |
| Oksigen (O ₂) | 0,1-0,5 |

Menurut Wellinger dan Lindenberg (2000), komposisi biogas yang dihasilkan sangat bergantung pada jenis bahan baku yang digunakan. Tapi, Biogas terutama terdiri dari gas metana (CH₄) dan gas karbon dioksida (CO₂), yang mengandung sejumlah kecil hidrogen sulfida (H₂S). Produksi biogas dipengaruhi oleh banyak faktor. Faktor pendukung percepatan proses fermentasi adalah kondisi lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan bakteri pengurai.

2.1.3. Tahapan Produksi Biogas

Fermentasi anaerobik dibagi menjadi empat tahap proses dekomposisi (Raskin et al., 2007). Kelompok bakteri yang berbeda terlibat pada setiap tahap dan bekerja secara sinergis antara satu kelompok dengan kelompok lainnya untuk membentuk konsorsium bakteri (Raskin et al., 1997). Konsorsium bakteri ini dapat dibagi menjadi bakteri yang tidak menghasilkan metana dan bakteri yang menghasilkan metana. Non-metanogen dibagi menjadi bakteri penghidrolisis, bakteri fermentasi, dan bakteri asetogen.

a. Hidrolisis

Hidrolisis adalah langkah pertama dalam proses fermentasi anaerobik. Artinya, mengubah senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Selama proses hidrolisis, polimer seperti karbohidrat, lemak dan protein diubah menjadi glukosa, gliserol dan asam amino (Al Saedi, 2008). *Selulomonas sp.*, *Cytophaga sp.*, *Cellvibrio sp.*, *Pseudomonas sp.* Mikroorganisme yang menghidrolisis seperti, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, dan *Lactobacillus*

plantarum dapat mensekresikan hidrolase untuk mengubah biopolimer menjadi senyawa yang lebih sederhana.

Pada tahap hidrolisis limbah tanaman, mikroba hidrolitik memecah senyawa organik kompleks berupa polimer menjadi monomer berupa senyawa yang tidak larut dengan berat molekul lebih ringan. Lemak diubah menjadi asam lemak rantai panjang dan gliserol, polisakarida menjadi polisakarida (monosakarida dan disakarida), protein menjadi asam amino dan asam nukleat menjadi purin dan pirimidin. Proses hidrolisis membutuhkan mediasi enzim eksogen yang disekresikan oleh bakteri fermentasi. Hidrolisis molekul kompleks dikatalisis oleh enzim ekstraseluler seperti selulase, protease dan lipase. Sejumlah besar mikroorganisme anaerobik dan fakultatif berpartisipasi dalam hidrolisis dan fermentasi senyawa organik, termasuk clostridium.

b. Asidogenesis

Hidrolisis difermentasi oleh bakteri penghasil asam seperti cytophila. Glukosa, asam amino dan asam lemak terdegradasi menjadi asam organik, alkohol, hidrogen dan amonia (Deublein dan Steinhauster, 2008). Selain itu, Romli (2010) mengemukakan bahwa tahap pengasaman merupakan tahap perombakan bahan organik yang dihasilkan dari hidrolisis. Bahan organik difermentasi menjadi produk akhir, termasuk asam format, asam asetat, asam propionat, asam butirat, asam laktat, asam suksinat, etanol dan senyawa mineral. Seperti karbohidrat, hidrogen dan oksigen. Gas amonia dan hidrogen sulfida.

Monomer dari hidrolisis limbah tanaman diubah menjadi senyawa organik sederhana seperti asam lemak volatil, alkohol, asam laktat dan senyawa logam seperti karbon dioksida, hidrogen, amonia dan gas hidrogen sulfida. Tahap ini dilakukan oleh berbagai kelompok bakteri, sebagian besar adalah anaerob anaerob dan beberapa anaerob fakultatif. Contoh bakteri acidophilic (pembentuk asam) adalah Clostridium (Said, 2006).

c. Asetogenesis

Metabolit bakteri penghasil asam tidak dapat langsung diubah menjadi metana, tetapi mereka terlebih dahulu melalui tahap produksi asam asetat. Asam

lemak volatil (VFA) dan alkohol diubah menjadi asam asetat, hidrogen dan CO₂ oleh bakteri asetogen. Contoh bakteri asetogen adalah *Acetobacter aceti*. Peningkatan jumlah hidrogen dari metabolisme selama tahap produksi asam tanpa peningkatan jumlah metanogen dapat menghambat pertumbuhan asetogen (Al Saedi, 2008). Oleh karena itu, hasil metabolisme bakteri asetogen bergantung pada tekanan hidrogen substrat. Ketika tekanan hidrogen rendah, metabolit bakteri asetogen terdiri dari H₂, CO₂, dan asetat. Ketika tekanan hidrogen tinggi, metabolit bakteri penghasil asam asetat terdiri dari asam butirat, asam propionat, asam valerat, dan etanol. Namun, dari semua metabolit ini, metanogen hanya menggunakan asetat, CO₂, dan H₂ untuk metana.

d. Metagenesis

Selama tahap produksi metana dari limbah tanaman, metana dan karbon dioksida (CO₂) terbentuk. Metana diproduksi oleh pengurangan karbon dioksida oleh asetat atau bakteri. Generasi metana asetil detrital dan generasi metana yang diinduksi hidrogen menggunakan hidrogen.

Acetoclastic metanogen mengubah asam asetat menjadi :



Asam asetat Gas metan Karbondioksida

Contoh bakteri ini adalah genus *Methanobacterium*, *Methanobrevibacter*, *Methanococcus* dan *methanothermus*.

Hidrogenotropik metanogen mensintesis hidrogen dan karbondioksida menjadi :



Hidrogen Karbondioksida Gas Metan Air

2.1.4.Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Biogas

Untuk mendapatkan biogas dengan hasil yang maksimal, semua faktor yang berperan dalam produksi biogas harus diatur. Menurut Harahap (2007), faktor-faktor tersebut adalah:

a. Lingkungan Anaerob

Biodigester harus dijaga dalam kondisi anaerobik. Artinya, tidak ada kontak langsung dengan oksigen (O₂). Kandungan oksigen di udara mencapai 21%, sehingga jika masuk ke digester biologis akan menyebabkan penurunan produksi metana. Penyebabnya adalah bakteri alami untuk proses penguraian bahan organik membutuhkan kondisi kedap udara, sehingga jika terdapat udara yang mengandung O₂ menyebabkan bakteri berkembang tidak sempurna (Suyitno dkk., 2010).

b. Temperatur

Jika suhu antara 4-60 ° C dan suhu tetap konstan, gas dapat dihasilkan. Bakteri akan menghasilkan lebih banyak enzim pada suhu optimum. Semakin tinggi suhu, semakin cepat reaksi, tetapi bakteri akan berkurang. Proses pembentukan metana bekerja pada kisaran suhu 30-40 °C, tetapi juga dapat terjadi pada suhu rendah hingga 4 °C. Pada kisaran suhu 4-65°C, laju produksi gas akan meningkat 100-400% untuk setiap kenaikan suhu 12°C. Tipe termofilik lebih sensitif terhadap perubahan suhu daripada tipe mesofilik. Pada suhu 38°C, spesies bersuhu sedang dapat menahan perubahan suhu sebesar ±2,8°C. Untuk jenis thermophilic pada suhu 49°C, perubahan suhu yang diizinkan ± 0,8°C dan pada temperatur 52°C perubahan temperatur yang diizinkan ± 0,3°C.

c. Derajat Keasaman (pH)

Menurut (Adekunle & Okolie, 2015, hal. 210) proses pertumbuhan bakteri sangat dipengaruhi oleh derajat tingkat keasaman (pH). Bakteri akan bekerja baik ketika pH digester berada di kondisi yang sesuai bagi pertumbuhan bakteri. Kisaran pH optimum untuk pertumbuhan bakteri adalah 6,7-7,5. Ini berarti bahwa bakteri bekerja dengan baik pada pH netral. Metanogen sangat sensitif terhadap perubahan pH. Kisaran pH optimum untuk bakteri penghasil metana adalah 6,4-7,4. Bakteri yang tidak menghasilkan metana kurang sensitif terhadap perubahan pH dan dapat beroperasi pada pH antara 5 dan 8,5. Karena proses anaerobik terdiri dari dua tahap, tahap pembentukan asam dan tahap pembentukan metana, penyesuaian pH awal dari proses ini sangat penting. Tahap pembentukan asam

akan menurunkan pH awal. Jika penurunan ini cukup besar, maka akan menghambat aktivitas mikroorganisme penghasil metana (metanogenik).

d. Rasio C/N (Karbon/Nitrogen)

Menurut (Widiartanti Y dan Soehartanto, 2013) adalah hubungan antara kandungan karbon dan nitrogen dalam bahan organik. Jika rasio C/N tinggi, bakteri metana akan cepat mengkonsumsi nitrogen, sehingga produksi metana rendah. Jika sebaliknya, menurut (Widiartanti Y dan Soehartanto, 2013) adalah hubungan antara kandungan karbon dan nitrogen dalam bahan organik. Jika rasio C/N tinggi, bakteri metana akan cepat mengkonsumsi nitrogen, sehingga produksi metana rendah. Sebaliknya, jika rasio C/N sangat rendah, nitrogen akan ditambahkan secara bebas dalam bentuk NH_4 (amonia). Dengan cara ini akan menjadi racun bagi bakteri metana yang ada.

Sel mikroba mengandung karbon, nitrogen, fosfor dan belerang dengan perbandingan 100 : 10 : 1 : 1. Unsur-unsur di atas harus ada dalam sumber makanan (substrat) untuk pertumbuhan mikroorganisme. Konsentrasi substrat dapat mempengaruhi proses kerja mikroorganisme. Kondisi optimal tercapai bila jumlah mikroorganisme sebanding dengan konsentrasi substrat. Kadar air substrat dan keseragaman sistem juga mempengaruhi proses kerja mikroorganisme. Kandungan air yang lebih tinggi memfasilitasi proses dekomposisi dan sistem yang seragam menghasilkan kontak yang lebih dekat antara mikroorganisme dan substrat.

Rasio C/N juga sangat penting untuk diperhatikan karena sangat penting untuk pertumbuhan mikroba. Menurut Yuwono (2005), rasio C/N adalah perbandingan kandungan karbon (C) dengan kandungan nitrogen (N) dalam suatu satuan bahan. Semua makhluk hidup terdiri dari sejumlah besar karbon (C) dan sejumlah kecil nitrogen (N). Untuk memastikan semuanya berjalan lancar, nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme harus diperoleh secara seimbang. Dalam pertumbuhan mikroba terbaik, rasio unsur C:N:P biasanya harus 100:2,5:0,5.

Keseimbangan karbon (C) dan nitrogen (N) yang terkandung dalam bahan organik sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan aktivitas mikroorganisme.

Keseimbangan C/N optimum untuk mikroorganisme pendegradasi adalah 25-30. Kandungan C/N feses sapi perah (feses dan urine) adalah 18. Oleh karena itu perlu dilakukan penambahan bahan baku untuk pengemasan berupa limbah pertanian lain yang tinggi (lebih dari 30), kotoran ternak, bahan pertanian dan bahan organik lainnya. Limbah, Swill, Sampah Organik. Filler tidak boleh mengandung bahan anorganik seperti pasir, batu, kaca dan plastik (Simamora et al., 2006)

e. Waktu

Menurut Sweeten (1979), yang dikutip oleh Fontenot (1983), menerangkan bahwa proses fermentasi/pencernaan limbah ternak di dalam tangki pencerna dapat berlangsung 60-90 hari, tetapi menurut Sahidu (1983), hanya berlangsung 60 hari saja dengan terbentuknya gas bio pada hari ke-5 dengan suhu pencernaan 28°C, sedangkan menurut Hadi (1980), gas bio sekitar 10 hari. Produksi biogas sudah terbentuk sekitar 10 hari. Setelah 10 hari fermentasi sudah terbentuk kira-kira 0,1 - 0,2 m³/kg dari berat bahan kering. Peningkatan penambahan waktu fermentasi dari 10 hingga 30 hari meningkatkan produksi biogas sebesar 50% (Hadi, 1980). Pada hari ke-30 fermentasi jumlah biogas yang terbentuk mencapai maksimal. Dan setelah 30 hari terjadi penurunan jumlah biogas (Sembiring, 2004).

f. Pengadukan

Proses pengadukan ini sangat menguntungkan karena tanpa pengadukan, padatan akan mengendap di dasar tangki, menimbulkan gelembung-gelembung di permukaan dan menyulitkan gas untuk keluar. Masalah ini diperparah pada proses penggunaan limbah tanaman sebagai bahan baku dibandingkan pada proses penggunaan kotoran ternak (Haryati, 2006). Ini diaduk selama proses dekomposisi untuk mencegah pembentukan zat tersuspensi pada permukaan cairan dan membantu untuk mencampur metanogen dengan substrat. Pengadukan juga memberikan kondisi suhu yang seragam di dalam kaleng masak (Purnomo, 2009). Selain itu, pengaduk meningkatkan kontak antara mikroorganisme dengan substrat

sehingga bakteri mendapatkan nutrisi yang baik (Widiartanti Y dan Soehartanto, 2013).

g. Starter

Diperlukan untuk mempercepat proses fermentasi anaerobik (Ihsan dan lain-lain). Penambahan biostarter dapat memaksimalkan produksi biogas. Pemilihan kultur starter yang baik sangat penting untuk mempercepat proses pemulihan bahan organik (Ningsih et al., 2014).

h. Pengaruh Air

Air sangat penting bagi pertumbuhan mikroba dan mempertahankan hidupnya. Kadar kelembaban yang tinggi, antara 80-90 % sangat disukai bakteri anaerob untuk perkembangannya. Jika kelembaban sangat rendah, 10 % atau kurang dapat mengakibatkan terhentinya aktivitas mikroba dalam menguraikan selulosa.

i. Pengaruh Oksigen

Tersedianya oksigen berpengaruh pada sifat dan perkembangan mikroba. Mikroba dapat dibedakan menjadi tiga kelompok yaitu mikroba yang bersifat aerobik, anaerobic dan anaerob fakultatif (dapat tumbuh sangat baik jika tidak ada oksigen tetapi dapat tumbuh secara aerobik).

2.1.5. Sampah Organik

Sampah organik adalah sampah yang pada umumnya dapat membusuk seperti sisa-sisa makanan, daun-daunan, dan buah-buahan (Brata dan Nelistya, 2008). Sampah organik ini biasanya merupakan bahan-bahan yang tidak dapat didaur ulang dan dipakai lagi, akan tetapi merupakan bahan yang terdekomposisi relatif cepat dan dapat dimanfaatkan dalam bentuk lain seperti kompos. Berdasarkan asalnya, yang tergolong sampah organik adalah bahan-bahan yang berasal dari makhluk hidup seperti sisa-sisa dari tumbuhan, hewan, maupun manusia. Bila digolongkan kedalam asal tersebut, kertas ataupun karton termasuk kedalam sampah organik, namun karena barang tersebut bisa didaur ulang seperti kaleng, kaca, ataupun logam, maka digolongkan kedalam sampah anorganik. Sampah organik banyak jenisnya dan sangat beragam. Namun spesifik untuk kalangan rumah tangga yang sering disebut sampah

rumah tangga, sampah organik ini terdiri dari sisa-sisa makanan (cangkang buah-buahan, sisa sayuran yang tidak terpakai), serta daun-daun yang berguguran baik di halaman rumah ataupun taman.

Kawasan pasar merupakan penyumbang terbesar sampah dari total sampah yang dihasilkan setiap harinya. Hal ini sangat logis karena setiap pedagang buah baik yang menjual langsung buah ataupun membuat jus menghasilkan sampah, baik sampah organik maupun anorganik. Sampah organik yang dihasilkan pedagang jus buah atau makanan dari buah yaitu sampah organik kulit buah dan sisa-sisa buah.

2.1.6. Kotoran Sapi

Kotoran sapi adalah limbah peternakan berupa sisa hasil pencernaan (Gunawan, 2013). Sapi merupakan salah satu hewan ruminansia yang memiliki saluran pencernaan khusus yaitu rumen. Pemecahan pakan seperti selulosa dan polisakarida dilakukan oleh mikroba rumen yaitu bakteri, fungi, dan protozoa (Madigan dkk., 2003). Menurut Ramadhani (2010), makanan yang telah tertelan masuk ke dalam rumen dan mengalami proses fermentasi oleh mikroorganisme di dalam rumen. Sisa hasil pencernaan sapi (kotoran sapi) juga mengandung beberapa jenis bakteri. Salah satu bakteri rumen adalah bakteri yang terkandung di dalam kotoran sapi yaitu bakteri metanogen (Here, 2012).

Rumen sapi, dianggap substrat yang cocok untuk pemanfaatan biogas. Substrat dalam kotoran sapi telah mengandung bakteri penghasil gas metana yang terdapat di dalam perut hewan ruminansia. Keberadaan bakteri di dalam usus besar ruminansia tersebut membantu proses fermentasi, sehingga proses pembentukan biogas pada digester dapat dilakukan lebih cepat. Selain itu kotoran dalam kondisi segar lebih mudah diproses dibandingkan dengan kotoran yang lama dan atau dikeringkan, disebabkan karena hilangnya sumber makanan yang akan dimanfaatkan oleh mikroorganisme non metanogen yang bekerja pada tahap awal produksi biogas (substrat volatile solid) selama waktu pengeringan. , penurunan volatile solid menunjukkan di dalam biodigester terjadi proses degradasi senyawa organik oleh mikroorganisme non metanogen.

2.1.7. EM4 (*Effective Microorganism-4*)

Perkembangan probiotik di Indonesia belum pesat, namun sudah mulai dikembangkan dan salah satu probiotik yang telah mampu diproduksi dalam negeri berupa media kultur berbentuk cairan yang dapat disimpan lama adalah EM4 (*Effective Microorganisms-4*). EM4 mengandung 90% bakteri *Lactobacillus* sp. (bakteri penghasil asam laktat) pelarut fosfat, bakteri fotosintetik, *Streptomyces* sp, jamur pengurai selulosa dan ragi. EM4 merupakan suatu tambahan untuk mengoptimalkan pemanfaatan zat-zat makanan karena bakteri yang terdapat dalam EM4 dapat mencerna selulosa, pati, gula, protein dan lemak (Surung, 2008).

Tabel 1.2. Komposisi senyawa biogas

| Jenis Bakteri | Jumlah sel/ml |
|------------------------|------------------------|
| Bakteri pelarut fosfat | 2,8 x 10 ⁶ |
| <i>Lactobacillus</i> | 3,4 x 10 ⁵ |
| <i>Yeast</i> | 3,0 x 10 ⁵ |
| <i>Actinomycetes</i> | 1,95 x 10 ³ |
| Bakteri fotosintetik | + |

Sumber: PT Songgolangit Persada, 2011

Tabel 2.3. Kandungan Zat Hara EM4 (*Effective Microorganism-4*)

| Kandungan Zat Hara | Jumlah |
|-------------------------------|-------------|
| C-Organik | 1,88 % w/w |
| Nitrogen | 0,68 % w/w |
| P ₂ O ₅ | 136,78 ppm |
| K ₂ O | 8403,70 ppm |
| <i>Aluminium, Al</i> | < 0,01 ppm |
| <i>Calcium, Ca</i> | 3062,29 ppm |
| <i>Copper, Cu</i> | 1,14 ppm |
| <i>Iron, Fe</i> | 129,38 ppm |
| <i>Magnesium, Mg</i> | 401,58 ppm |
| <i>Mangan, Mn</i> | 4,00 ppm |

| | |
|---------------------|-------------|
| <i>Sodium, Na</i> | 145,68 ppm |
| <i>Nickel, Ni</i> | < 0,05 ppm |
| <i>Zinc, Zn</i> | 1,39 ppm |
| <i>Boron, B</i> | <0,0002 ppm |
| <i>Chloride, Cl</i> | 2429,54 ppm |
| pH | 3,73 |

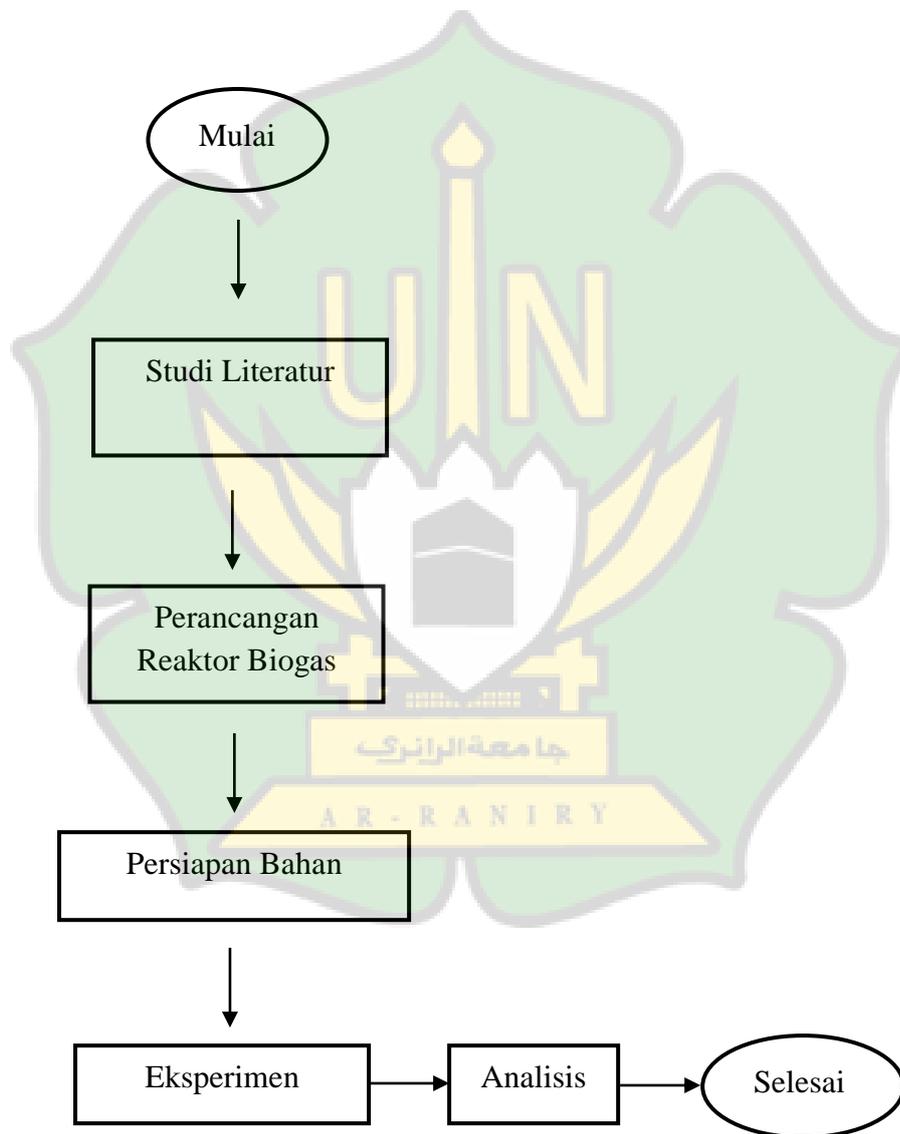
Sumber: PT Songgolangit Persada, 2011



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini tergolong dalam penelitian eksperimental. Pengukuran dilakukan dengan tahapan yang terdiri dari perancangan dan pembuatan reaktor, pengumpulan bahan, kegiatan eksperimen dan analisa. Langkah-langkah penelitian ditunjukkan dalam diagram pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

3.1. Waktu dan Tempat

3.1.1 Waktu

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan penelitian

| No | Kegiatan | Tahun 2020/2021 | | | | | | |
|-------------------------------|------------------------------|-----------------|-------|-------|-----|------|------|---|
| | | Febuari | Maret | April | Mei | Juni | Juli | |
| 1 | Pengumpulan Bahan dan Materi | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| 2 | Penyusunan Proposal | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| 3 | Konsultasi Pembimbing | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| Pelaksanaan Penelitian | | | | | | | | |
| 1 | Perancangan reaktor | | | | | █ | █ | █ |
| 2 | Pengumpulan Bahan | | | | | █ | █ | █ |
| 3 | Eksperimen | | | | | | █ | █ |
| 4 | Analisis Data | | | | | | █ | █ |
| 5 | Penyusunan Tugas Akhir | | | | | | █ | █ |

3.1.2 Tempat

Tempat penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan Uin Ar Raniry, Banda Aceh, Provinsi Aceh, Indonesia.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Tabel 3.2. Jadwal Kegiatan penelitian

| Nama Alat | Volume | Satuan | Kegunaan |
|------------------|---------------|---------------|--------------------|
| Galon | 6 | Unit | Reaktor Biogas |
| Selang Plastik | 10 | Meter | Pengalir Gas |
| Kran Besi | 3 | Unit | Uji Nyala |
| Lem | 2 | Botol | Perekat Reaktor |
| Timbangan | 1 | Unit | Menimbang Bahan |
| Ember | 2 | Unit | Mengaduk Bahan |
| pH meter | 1 | Unit | Mengukur pH |
| Solder listrik | 1 | Unit | Melubangi Reaktor |
| Sambungan Y | 3 | Unit | Menyambung Selang |
| Corong | 1 | Unit | Memasukkan Bahan |
| Gelas Ukur | 1 | Unit | Mengukur EM4 |
| Blender | 1 | Unit | Menghaluskan Bahan |

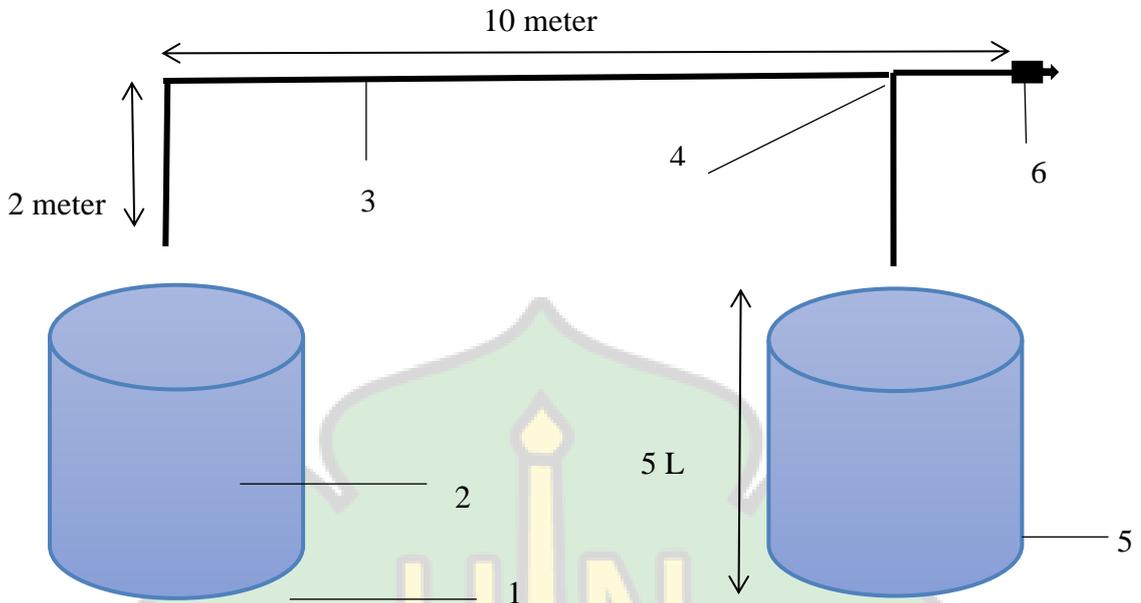
3.2.2. Bahan

Sampah kulit buah-buahan diperoleh dari pedagang jus di daerah Darussalam, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh. Feses sapi didapatkan dari peternak sapi di kawasan Limpok, Kabupaten Aceh Besar. EM4 yang digunakan adalah EM4 Pertanian diproduksi oleh PT Songgolangit Persada Jakarta yang bisa didapatkan di toko pertanian.

3.3. Desain Reaktor Biogas

Pembuatan reaktor biogas ini menggunakan galon dengan ukuran volume 5 L yang akan diisi dengan bahan ke dalamnya, Selanjutnya gas yang dihasilkan

dari proses fermentasi akan mengalir ke selang plastik yang terhubung kedalam bak penampung biogas dan selang yang ada kran berfungsi untuk uji nyala api.



Gambar 3.2. Desain Reaktor Biogas

1. Digester, 2. Proses Fermentasi, 3. Selang pengalir biogas , 4. Sambungan Y, 5. Penampung biogas, 6. Kran besi uji nyala api.

3.4. Eksperimen

Eksperimen dilakukan dalam tiga kegiatan yaitu eksperimen pembuatan reaktor kontrol, variasi penambahan EM-4 dan variasi penambahan feses sapi.

Sampah kulit buah-buahan diambil dari pedagang jus yang ada di Darussalam, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh, Selanjutnya sampah kulit buah-buahan di timbang sebanyak 14 kg dan di cacah sampai halus kemudian di blender. Selanjutnya diambil sesuai dengan kegiatan eksperimen di bawah ini.

Kegiatan eksperimen dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

3.4.1. Eksperimen I: Sampah kulit buah-buahan tanpa penambahan EM4 dan feses sapi

- a. Ditimbang terlebih dahulu menggunakan timbangan yang akan dimasukkan sampah kulit buah-buahan dan dicatat hasilnya.

- b. Sampah kulit buah-buahan yang telah diblender dimasukkan kedalam ember
- c. ditimbang sebanyak 2 kg kemudian ditambahkan air 2 liter selanjutnya diaduk sampai homogen.
- d. Diukur pH awal sebelum proses fermentasi dengan pH meter.
- e. Dimasukkan bahan ke dalam digester percobaan.
- f. Disimpan didalam ruangan yang tidak terkena sinar matahari selama 28 hari.
- g. Diukur massa produksi biogas setiap hari dan dimulai dari hari ke-7 sampai hari ke-28.
- h. Diukur kembali pH akhir setelah proses fermentasi selama waktu 28 hari.

3.4.2. Eksperimen II: Variasi penambahan EM-4

- a. Ditimbang terlebih dahulu ember menggunakan timbangan yang akan dimasukkan sampah kulit buah-buahan dan dicatat hasilnya.
- b. Sampah kulit buah-buahan yang telah diblender dimasukkan kedalam ember.
- c. Ditimbang sebanyak 2 kg kemudian ditambahkan air 2 Liter selanjutnya diaduk sampai homogen.
- d. Ditambahkan EM4 sebanyak 60ml ke dalam percobaan, selanjutnya diaduk, dengan variasi sampah 2 kg.
- e. Diukur pH awal sebelum proses fermentasi dengan pH meter.
- f. Sampah kulit buah-buahan yang telah ditambahkan EM4 dimasukkan ke dalam digester
- g. Disimpan didalam ruangan yang tidak terkena sinar matahari selama 28 hari.
- h. Diukur massa produksi biogas setiap hari dan dimulai dari hari ke-7 sampai hari ke-28.
- i. Diukur kembali pH akhir setelah proses fermentasi selama waktu 28 hari.

3.4.3. Eksperimen III: Variasi penambahan feses sapi

- a. Ditimbang terlebih dahulu ember menggunakan timbangan yang akan dimasukkan sampah kulit buah-buahan dan dicatat hasilnya.

- b. Sampah kulit buah-buahan yang telah diblender dimasukkan kedalam ember.
- c. ditimbang sebanyak 2 kg kemudian ditambahkan air 2 Liter selanjutnya diaduk sampai homogen.
- d. Ditambahkan feses sapi sebanyak 0,75 kg ke dalam percobaan, Selanjutnya diaduk, dengan variasi sampah 2 kg.
- e. Diukur PH awal sebelum proses fermentasi.
- f. Sampah kulit buah-buahan yang telah ditambahkan feses sapi dimasukkan ke dalam digester
- g. Disimpan didalam ruangan yang tidak terkena sinar matahari selama 28 hari.
- h. Diukur massa produksi biogas setiap hari dan dimulai dari hari ke-7 sampai hari ke-28.
- i. Diukur kembali pH akhir setelah proses fermentasi selama waktu 28 hari.

3.5. Analisis Data

3.5.1. pH

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan alat pH meter dengan cara pH meter dicelupkan ke dalam sampel. Pada penelitian ini ada dua tahap yaitu pengukuran pH dilakukan pada tahap sebelum proses fermentasi dan sesudah fermentasi dan dicatat masing-masing hasil dari pengukuran pH.

3.5.2. Pengukuran Massa Produksi Biogas

Analisa data pada penelitian ini adalah massa biogas yang diperoleh dari percobaan pada eksperimen I, II dan III. Pengukuran massa biogas dilakukan dengan ditimbang terlebih dulu tempat penyimpanan biogas sebelum proses fermentasi, kemudian setelah proses fermentasi ditimbang bersamaan dengan gas yang masih ada didalamnya. Massa menunjukkan massa tempat penyimpanan ditambah berat gas dan dicatat hasilnya.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Densitas dan Bahan

Pada pemanfaatan limbah kulit buah sebagai bahan dasar pembentukan biogas perlu dilakukan penelitian pendahuluan. Pengamatan yang diuji adalah pH dan massa biogas, Berdasarkan hasil percobaan biogas yang dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Arraniry Banda Aceh hasil pengukuran awal sebagai berikut :

Tabel 4.1. Analisis Densitas Setiap Bahan

| No | Sampel | Rata-Rata |
|----|--------------|-----------|
| 1 | Kulit Buah | 2 kg |
| 2 | Em4 | 60 ml |
| 3 | Kotoran Sapi | 0,75 kg |

Sumber : Hasil Pengukuran di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Arraniry Banda Aceh

Densitas (masa jenis) adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Massa jenis berfungsi untuk menentukan zat dikarenakan setiap zat mempunyai massa jenis yang berbed-beda. Maka dari itu sangat penting mengetahui densitas masing-masing bahan agar dapat menentukan jumlah komposisi yang akan dimasukkan ke dalam reaktor.

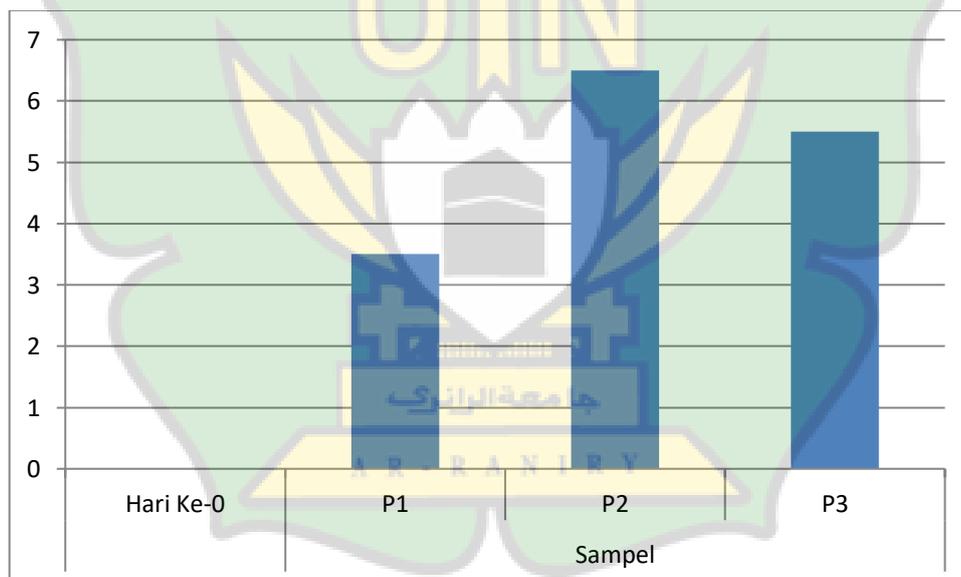
4.2 Karakteristik Biogas

Tabel 4.2. Analisis pH sebelum proses fermentasi

| Hari Ke- | Sampel | | |
|----------|--------|-----|-----|
| | P1 | P2 | P3 |
| 0 | 3,5 | 6,5 | 5,5 |

Sumber : Hasil Pengukuran di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Arraniry Banda Aceh

pH dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan aktivitas mikroba dikarenakan proses anaerobik terdiri dari dua tahap yaitu tahap pembentukan asam dan dan tahap pembentukan metana. Rentang pH optimum untuk jenis bakteri penghasil metana antara 6,4-7,4 (Mariyani,2016). Tahap pembentukan asam dapat menurunkan pH awal.



Gambar 4.2. Hasil Pengukuran pH

4.3 Hasil Pengujian Selama 21 Hari

1. pH

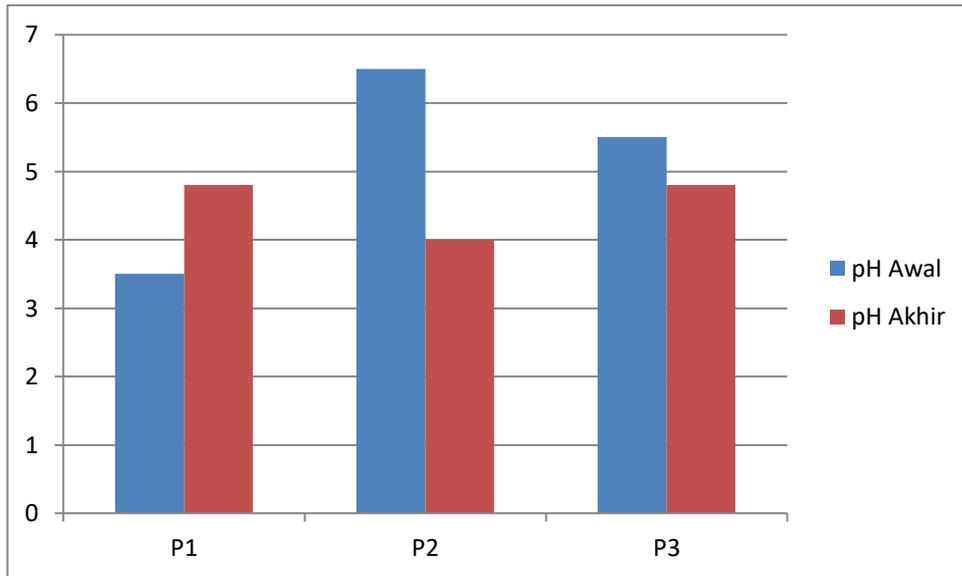
Tabel 4.3. Kondisi pH

| Sampel | pH Awal | pH Akhir |
|--------|---------|----------|
| P1 | 3,5 | 4,8 |
| P2 | 6,5 | 4,0 |
| P3 | 5,5 | 4,8 |

Sumber : Hasil Pengukuran di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Arraniry Banda Aceh

Salah satu yang mempengaruhi laju produksi biogas adalah pH. Nilai pH menunjukkan tingkat keasaman suatu bahan. Hasil analisis pH dapat dilihat pada gambar 4.3. Nilai pH mengalami penurunan di minggu pertama, hal ini menunjukkan bahwa adanya proses degradasi senyawa organik menjadi asam-asam organik yang terkandung dalam sampel sehingga membuat suasana larutan menjadi asam. Pada awal proses fermentasi, pH akan selaluturun karena sejumlah mikroorganisme tertentu akan mengubah sampah organik menjadi asam-asam organik. Selain itu, komposisi bahan yang digunakan dapat mempengaruhi nilai pH, karena kulit buah yang sudah tidak segar umumnya mempunyai nilai pH rendah (bersifat asam).

Semakin lama waktu fermentasi, nilai pH larutan meningkat kembali. Pada minggu ke-3 nilai pH meningkat yaitu berkisar 4,8. Hal ini menunjukkan bahwa asam organik yang telah dihasilkan dijadikan sumber nutrisi oleh mikroorganisme yang bekerja sehingga dapat menyebabkan nilai pH menjadi naik kembali.



Gambar 4.3. pH Awal dan Akhir

2. Massa Biogas

Tabel 4.4. Massa Biogas

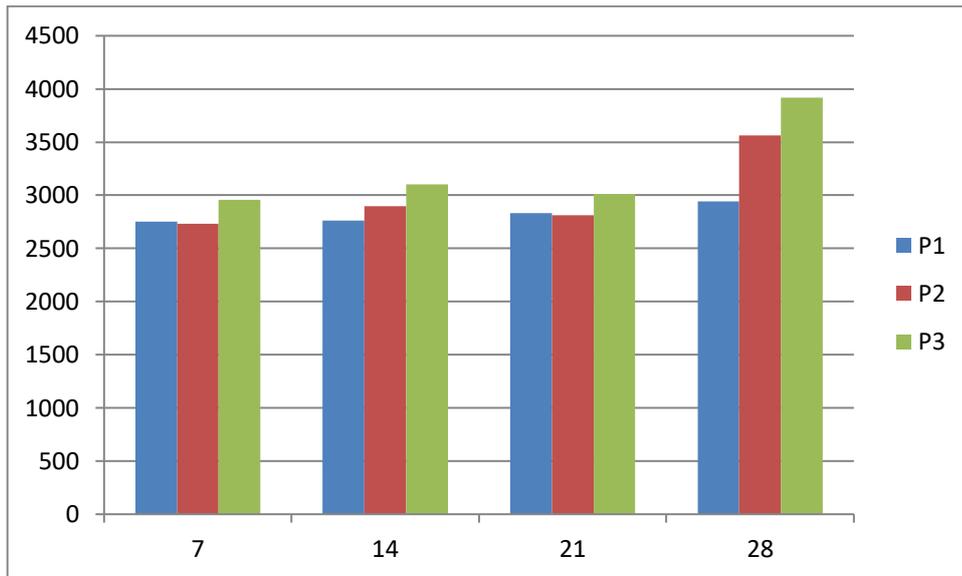
| Hari Ke | Akumulasi Massa (g) | | |
|---------|---------------------|------|------|
| | P1 | P2 | P3 |
| 7 | 2750 | 2731 | 2955 |
| 14 | 2761 | 2897 | 3100 |
| 21 | 2830 | 2811 | 3011 |
| 28 | 2944 | 3561 | 3917 |

Sumber : Hasil Pengukuran di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Arraniry Banda Aceh

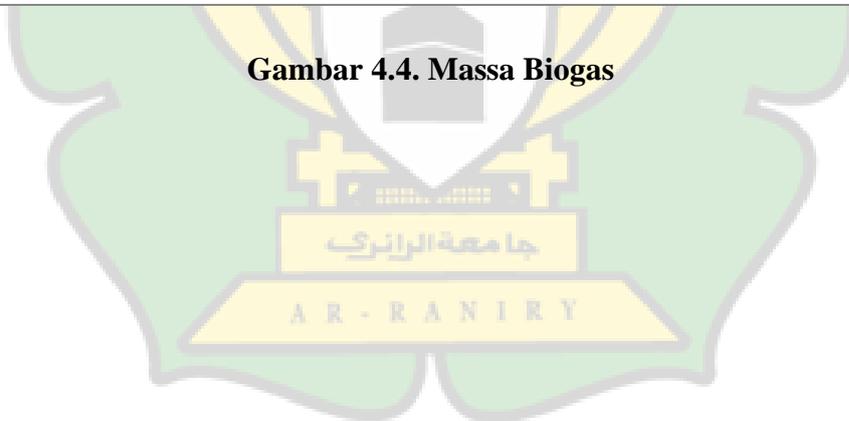
Pengukuran massa biogas dilakukan dengan ditimbang terlebih dulu tempat penyimpanan biogas sebelum proses fermentasi, kemudian setelah proses

fermentasi ditimbang bersamaan dengan gas yang masih ada didalamnya. Massa menunjukkan massa tempat penyimpanan ditambah berat gas dan dicatat hasilnya.

Massa biogas yang paling tinggi selama waktu fermentasi 28 hari adalah reaktor P3 sebesar 3917 g dan terendah adalah reaktor P1 sebesar 2944 g, Massa produksi biogas dimulai dari hari ke-7 sampai hari ke-28.



Gambar 4.4. Massa Biogas



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan EM-4 dapat mempercepat proses pembuatan biogas terhadap massa biogas. Dimana hasil yang didapat dari penambahan EM4 60 ml sebesar 3561 g dan massa biogas yang dihasilkan dari variabel tanpa penambahan EM4 sebesar 2944 g selama 28 hari.
2. Penambahan feses sapi dapat mempercepat proses pembuatan biogas terhadap massa biogas. Dimana hasil yang didapat dari penambahan feses sapi 0,75 kg sebesar 3917 g selama 28 hari.
3. Pengaruh waktu terhadap pembentukan biogas yang dihasilkan dari fermentasi sampah organik kulit buah-buahan dengan penambahan EM-4 dan penambahan feses sapi memperlihatkan pertumbuhan bakteri, sedangkan waktu yang paling optimal untuk menghasilkan biogas ialah 14 hari.

5.2. Saran

1. Dalam penelitian pemanfaatan pencampuran limbah kulit buah dengan em4 dan feses sapi dapat dijadikan biogas. Limbah yang sebenarnya tidak dapat digunakan lagi ternyata membawa manfaat bagi masyarakat, khususnya energi. Sebaiknya perlunya diadakan penelitian lebih lanjut.
2. Penyempurnaan rancangan reaktor biogas perlu dilakukan lebih lanjut dengan memperhatikan faktor material pembangun reaktor, sistem penampung gas dan sistem pengadukan yang terintegrasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, T., Tauseef, S.M., dan Abbasi, S.A. (2012). *Biogas Energy*. London: Springer New York Dordrecht.
- Adekunle, K. F., & Okolie, J. A. (2015). *A Review of Biochemical Process of Advances in Bioscience and Biotechnology*, 205-212.
- Al Saedi. (2008). *Biogas Handbook*. University of Southern Denmark Esbjerg, Neils Bohrs Vej 9-10, DK-6700 Esbjerg, Denmark.
- Deublein & Steinhauser. (2008). *Biogas from Waste and Renewable Resources an Introduction*. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH Co.KgaA.
- Fontenot, J.P., L.W. Smith & A.L. Sutton. (1983). *Alternative Utilization of Animal Wastes*. Journal Animal Science. Vol. 57. Suppl. 2:222-223.
- Gunawan, D. (2013). *Produksi Biogas sebagai Sumber Energi Alternatif dari Kotoran Sapi*. Scientific Article. Vol. 1, No.2.
- Hadi, N. (1980). *Gas Bio sebagai Bahan Bakar*. Proyek Laboratorium PST PPTMGB "LEMIGAS" Cepu.
- Harahap, I.V. (2007). *Uji Beda Komposisi Campuran Kotoran Sapi dengan Beberapa Jenis Limbah Pertanian terhadap Biogas yang Dihasilkan.. Sumatera: Program Sarjana Universitas Sumatera Utara*.
- Haryati T. (2006). *Biogas: Limbah Peternakan yang Menjadi Sumber Energi Alternatif*. Balai Penelitian Ternak. Wartazoa Vol. 16.3
- Here, R.R.M. (2012). *Fisiologi Veteriner II: Mikroorganisme Rumen*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Hermawan, B., Qoddriyah, LL. & Puspita, C. (2005). *Pemanfaatan Sampah Organik Sebagai Sumber Biogas untuk Mengatasi Krisis Energi Dalam Negeri*. Karya Tulis Ilmiah Mahasiswa, Jurusan Kimia, FMIPA. Universitas Lampung.

- Ikhsan, D., Handayani, D., & Murni, M., (2013). *Rancang bangun digester semi kontinyu pada produksi biogas dan pupuk organik dari sampah organik*. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Jawa tengah.
- LIPI. (2005). *Biogas, Sumber Energi Alternatif*. <http://www.energi.lipi> <http://www.energi.lipi.go.id/utama.cgi?cetakartikel&1124147846> (diunduh pada tanggal 30 september 2015).
- Madigan, M.T., John, M. Martiko & Jack, P. (2003). *Brock Biology of Microorganism*. USA: Pearson Education Inc.
- Mariyani Sri, (2016). *Potensi Campuran Sampah Sayuran dan Kotoran Sapi sebagai Penghasil Biogas*. Fakultas Sains dan Teknologi. Malang: Universitas Islam Negeri.
- Nasional, S., Dan, K., Kimia, P., Abidin, Z., Handayani, D., Afriyani, I., & Silvianita, D. (2012). *Pengembangan Proses Degradasi Sampah Organik Untuk Produksi Biogas Dan Pupuk*, 4, 40–47.
- Ningsih, Sri suciati. (2014). *Pengaruh penambahan beberapa cairan rumen terhadap produksi biogas dari kotoran sapi*. Jurusan Biologi Universitas Negeri Padang, Biospecies Vol. 7 No. 2 hal. 34-42. Sumatera.
- Purnomo, Joko. (2009). *Rancang bangun pembangkit listrik tenaga biogas*. Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Ramadhani, M. (2010). *Pengaruh Komposisi Pakan dan Penambahan Probiotik Lactobacillus Plantarum Tsd-10 secara In Vitro terhadap Jumlah Bakteri Metanogen dan Protozoa dalam Rumen Sapi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Raskin, L., Mackie, R.I., McMahon, K.D., & Griffin, M.E. (1997). *Methanogenic Population Dynamics during Start-Up of Anaerobic Digesters Treating Municipal Solid Waste and Biosolid Matt*. *Biotechnology and Bioengineering Journal, Environmental Engineering, University of Illinois at UrbanaChampaign*. 5: 342-355.

- Raskin, L., Tumbleson, M.E., & Rausch, K.D. (2007). *Microbial Diversity and Dynamics in Multi- and Single-Compartment Anaerobic Bioreactors Processing Sulfate-rich Waste Streams*. Environmental Microbiology Journal Salle, Department of Civil and Environmental Engineering, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, IL 61801, USA. 9: 93-106.
- Romadhoni, H. A., & Wesen, P. (2014). *Pembuatan biogas dari sampah pasar*. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 6(1), 59–64.
- Romli, M. (2010). *Teknologi Penanganan Limbah Anaerobik*. Bogor: TML Publikasi.
- Sahidu, S. (1983). *Kotoran Ternak Sebagai Sumber Energi*. Jakarta: Dewaruci Press.
- Saputro, Agung Nugroho Catur, (2006). “*Studi Pustaka Pemanfaatan Proses Biokonversi Sampah Organik Sebagai Alternatif Memperoleh Biogas*”.
- Simamora, S., Salundik, S., Wahyuni, S. (2006). *Membuat Biogas Pengganti Minyak dan Gas dari Kotoran Ternak*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Surung M. Y., (2008). *Pengaruh Dosis EM4 (Effective Microorganism-4) dalam Air Minum Terhadap Berat Badan Ayam Buras*. *Jurnal Agrisistem*, Vol 4.4.
- Suyitno, Nizam, M., Dharmanto. (2010). *Teknologi Biogas: Pembuatan, Operasional dan Pemanfaatan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- UU No.18. (2008). *UU No 18 Tentang Pengelolaan Sampah*. Republik Indonesia, 1–46.
- Verma, S. (2002). *Anaerobic Digestion of Biodegradable Organics in Unicipal Solid Waste*. New York: Department of Earth & Environmental Engineering, Columbia University.
- Sri, Wahyuni. (2011). *Biogas Energi Trebarukan Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan*. Jakarta.

Wellinger, A. dan Leindenberg (2000). *Process Design of Agricultural Digesters*. Nova Energie GmbH. Elggerstrsse 36. 8356 Ettenhausen, Germany.

Yuwono, Candrika Widiartanti dan Totok Soerhartanto. (2013). *Perancangan Sistem Pengaduk pada Bioreaktor Batch untuk Meningkatkan Produksi Biogas*. Jurusan teknik Fisika Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. Jurnal Teknik Pom ITS vol. 2 no. 1, 2013, h. 2301-9271, ISSN : 2337-3539.



LAMPIRAN A

Data Dokumentasi Penelitian

| | |
|---|--|
|  | Lokasi Penelitian |
|  | Kran Besi |
|  | Selang plastik yang sudah dipasang kran besi dan simpang tiga besi |



Tabung reaktor (galon) yang sudah dipasang plastik hitam



Blender



EM4



Feses sapi



Kulit buah yang sudah di blender



Penambahan EM4 pada kulit buah yang sudah di blender



Penambahan feses sapi pada kulit buah yang sudah di blender



Proses pengadukan

| | |
|---|---|
|  | <p>Penimbangan tempat penyimpanan biogas sebelum proses fermentasi</p> |
|  | <p>Desain Reaktor Biogas</p> |
|  | <p>Pengecekan biogas yang dimulai pada hari ke 7 s&d hari ke 28</p> |



Diukur massa produksi biogas setiap hari dan dimulai dari hari ke-7 sampai hari ke-28.



Pengecekan pH

LAMPIRAN B
WAKTU PELAKSAAN PENELITIAN

| No | Kegiatan | Tahun 2020/2021 | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|---|---|------|---|---|---------|--|--|-----------|--|--|---------|---|-----------|---|
| | Persiapan Kegiatan | Juni | | | Juli | | | Agustus | | | September | | | Oktober | | Nove mber | |
| 1 | Pengumpu lan Bahan dan Materi | █ | █ | █ | █ | █ | █ | | | | | | | | | | |
| 2 | Penyusun an Proposal | █ | █ | █ | █ | █ | █ | | | | | | | | | | |
| 3 | Konsultasi Pembimbi ng | █ | █ | █ | █ | █ | █ | | | | | | | | | | |
| Pelaksanaan Penelitian | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Perancang an reaktor | | | | | | | | | | | | | █ | █ | | |
| 2 | Pengumpu lan Bahan | | | | | | | | | | | | | █ | █ | | |
| 3 | Eksperime n | | | | | | | | | | | | | █ | █ | █ | |
| 4 | Analisis Data | | | | | | | | | | | | | █ | █ | █ | █ |
| 5 | Penyusun an Tugas Akhir | | | | | | | | | | | | | █ | █ | █ | █ |