



TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN MOL BONGGOL PISANG DAN MOL BUAH
PEPAYA TERHADAP KUANTITAS BIOGAS PADA KOTORAN SAPI**

**JUDAR SWASTANA WINDHIATMOKO
NIM. P27833216028**

**KEMENTERIAN KESEHATAN RI
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES SURABAYA
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN
PROGRAM STUDI D-III KAMPUS MAGETAN
TAHUN 2019**



TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN MOL BONGGOL PISANG DAN MOL
BUAH PEPAYA TERHADAP KUANTITAS BIOGAS PADA KOTORAN
SAPI**

**JUDAR SWASTANA WINDHIATMOKO
NIM. P27833216028**

**KEMENTERIAN KESEHATAN RI POLITEKNIK KESEHATAN
KEMENKES SURABAYA JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN
PROGRAM STUDI D-III KAMPUS MAGETAN
TAHUN 2019**

**PENGARUH PENAMBAHAN MOL BONGGOL PISANG DAN MOL
BUAH PEPAYA TERHADAP KUANTITAS BIOGAS PADA KOTORAN
SAPI**

TUGAS AKHIR

**Untuk memperoleh sebutan Ahli Madya Kesehatan Lingkungan
Program Studi DIII Jurusan Kesehatan Lingkungan
Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya**

Oleh:

**JUDAR SWASTANA WINDHIATMOKO
NIM. P27833216028**

**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES SURABAYA
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN
PROGRAM STUDI DIII KESEHATAN LINGKUNGAN
KAMPUS MAGETAN
TAHUN 2019**

Tugas Akhir dengan judul :

“PENGARUH PENAMBAHAN MOL BONGGOL PISANG DAN MOL BUAH PEPAYA TERHADAP KUANTITAS BIOGAS PADA KOTORAN SAPI”

Disusun Oleh : **JUDAR SWASTANA WINDHIATMOKO / NIM P27833216028**

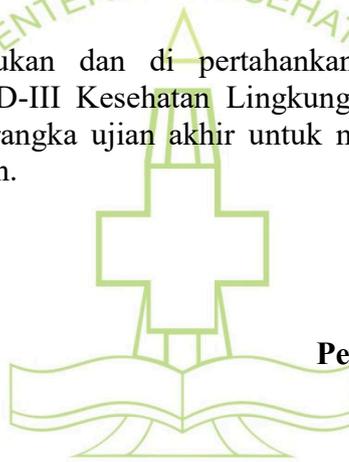
Telah disetujui untuk diajukan dan di pertahankan pada seminar Proposal Tugas Akhir Program Studi D-III Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya dalam rangka ujian akhir untuk memperoleh sebutan Ahli Madya Kesehatan Lingkungan.

Pembimbing I

Beny Suyanto, S.Pd, M.Si
NIP. 19640120 198503 1 003

Pembimbing II

Sunaryo, SST. MM
NIP. 19601122 198403 1 001



Tugas Akhir dengan judul :

“PENGARUH PENAMBAHAN MOL BONGGOL PISANG DAN MOL BUAH PEPAYA TERHADAP KUANTITAS BIOGAS PADA KOTORAN SAPI”

Disusun Oleh : **JUDAR SWASTANA WINDHIATMOKO / NIM P27833216028**

Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi D-III Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya dan diterima untuk memenuhi syarat guna memperoleh sebutan Ahli Madya Kesehatan Lingkungan.

Pada Tanggal :

Mengesahkan :

**Ketua program studi D-III
Kesehatan Lingkungan Kampus Magetan**



Beny Suyanto, S.Pd, M.Si
NIP. 19640120 198503 1 003

**POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES
SURABAYA**

Dewan Penguji :

HeryKoesmantoro, ST. MT

Ketua

Beny Suyanto, S.Pd, M.Si

Anggota

Sunaryo, SST. MM

Anggota

Tanda Tangan

Tanggal

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENULISAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Judar Swastana Windhiatmoko

Nomer Mahasiswa : P27833216028

Program Studi : Program Studi D-III Kesehatan Lingkungan
Kampus Magetan Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya

Judul Karya Tulis : PENGARUH PENAMBAHAN MOL BONGGOL
PISANG DAN MOL BUAH PEPAYA TERHADAP KUANTITAS BIOGAS
PADA KOTORAN SAPI

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir ini benar-benar saya kerjakan sendiri.

Tugas akhir ini bukan merupakan plagiat, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non – material, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim penguji yang dibentuk, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan.

Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak maupun demi menegakan integritas akademik di institusi ini.

Magetan,

Yang membuat pernyataan

JudarSwastanaWindhiatmoko
NIM. P27833216028



NAMA : JudarSwastanaWindhiatmoko
NIM : P27833216028
TEMPAT TANGGAL LAHIR : MAGETAN, 03 Mei 1997
AGAMA : ISLAM
JENIS KELAMIN : Laki-laki
GOLONGAN DARAH : B
STATUS : MAHASISWA
ALAMAT : DK. MADIGONDO
RT 04 RW 02

KECAMATAN TAKERAN KABUPATEN
MAGETAN

PENDIDIKAN : 1. TK DHARMAWANITA (2003-2004)
2. SD NEGERI 03 NAMBANGAN
KIDUL (2004-2010)
3. SMPN 10 MADIUN (2010-2013)
3. SMAN 3 MADIUN (2013-2016)

LEMBAR PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim.

Dengan segala rahmat serta anugrah yang telah diaturkan oleh Allah SWT., saya Judar Swastana Windhiatmoko mengucapkan rasa syukur yang begitu besar kepada Allah SWT., karena telah diberi kesempatan untuk melegalkan suatu gelar yang telah saya perjuangkan selama 3 tahun ini. Semua pencapaian dan kerja keras yang telah saya peroleh dan perjuangkan selama 3 tahun ini, tentunya tidak terlepas dari adanya orang-orang istimewa yang dihadirkan oleh Allah SWT. untuk mendampingi dan memberikan dukungan kepada saya. Semoga seluruh kebaikan dan pengorbanan yang mereka berikan mendapat balasan dari Allah SWT. Berikut merupakan orang-orang istimewa yang senantiasa hadir dan memberi support selama ini :

1. Kepada bapak dan ibu yang senantiasa memberi dukungan baik moril maupun doa yang tidak pernah berhenti sehingga saya dapat berada di titik ini.
2. Kepada kakak perempuan saya yang meskipun jauh senantiasa menyempatkan diri untuk memberikan support kepada saya.
3. Kepada bapak dan ibu dosen penguji yang mendukung, membimbing dan berkontribusi penuh dalam terciptanya tugas akhir ini.
4. Kepada kedua sahabat saya, Hadir dan Nimas yang senantiasa membantu saya dalam segala hal, mulai mensupport saya saat mulai lelah secara fisik maupun batin hingga memberi bantuan fisik pada saat saya seminar proposal maupun sidang.
5. Kepada teman-teman saya, Marita, Palupi, Rani, Ftria dan yang telah membantu saya selama persiapan Seminar Proposal dan Sidang. Terima kasih atas segala bantuan yang telah kalian berikan selama ini.
6. Kepada seluruh anggota kelompok 3 yang saling memberikan semangat, mendukung, serta menciptakan kesan yang luar biasa selama menempuh studi di Kesling Magetan.
7. Seluruh kerabat serta teman-teman yang telah setulus hati membantu saya dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Sejatinya kalian-kalianlah yang telah memberi kesan yang sangat luar biasa selama saya menempuh studi di Kesling Magetan ini. Terima kasih karena telah ada dan hadir dalam seluruh momen-momen suka maupun duka saya.

ABSTRAK

Kementian Kesehatan RI
Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya
Program studi D-III Kesehatan Lingkungan
Karya Tulis Ilmiah, Juni 2019

JUDAR SWASTANA WINDHIATMOKO

PENGARUH PENAMBAHAN MOL BONGGOL PISANG DAN MOL
BUAH PEPAAYA TERHADAP KUANTITAS BIOGAS PADA KOTORAN
SAPI

x + 40 halaman + 4 lampiran + 10 tabel

Keberadaan kotoran sapi menjadi masalah bagi peternak maupun masyarakat di lingkungan sekitar peternakan. Limbah berupa kotoran sapi dapat menimbulkan pencemaran lingkungan serta ancaman terhadap kesehatan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung dapat dimanfaatkan dengan teknologi biogas. Teknologi ini bisa segera diaplikasikan terutama untuk kalangan masyarakat yang mempunyai bahan baku kotoran sapi yang melimpah (Megawati dan Kendali Wongso,2014)

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif, yaitu penelitian yang dilakukan dengan tujuan mendapatkan gambaran tentang suatu keadaan secara objektif. Bentuk pelaksanaan dengan membuat digester dengan kapasitas 10 liter sebanyak 4 formula mol yaitu Mol bonggol pisang 3% dan 5%; dan mol buah pepaya 3% dan 5% dan diamati setiap minggu selama 21 hari untuk mengetahui mol yang paling efektif meningkatkan volume biogas pada kotoran sapi. Hasil yang diperoleh berupa angka (table) dan dianalisis.

Dari hasil penelitan diketahui bahwa volume biogas paling banyak pada mol bonggol pisang 5% sebanyak 1.872 ml. Pada mol buah pepaya paling sedikit menghasilkan volume biogas pada kadar 3% sebanyak 1.258 ml. Setiap formula bonggol pisang 3% dan 5% ;dan mol buah pepaya 3% dan 5% memiliki rata-rata volume tertinggi tiap minggu yang bereda yaitu 591 ml, 678ml, 455 ml, dan 448 ml. Sehingga dari hasil penelitian mol bonggol pisang paling efektif untuk memperbanyak volume biogas.

Untuk itu disarankan kepada masyarakat untuk dapat mengelolah kotoran sapi untuk dijadikan biogas dengan penambahan mol bonggol pisang dapat membantu dalam mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan akibat limbah peternakan berupa kotoran sapi.

Daftar Bacaan : 20 (2000 – 2017)

Klasifikasi: -

Kata kunci: Biogas, Mol, Volume, Metan

ABSTRACT

*Ministry of Health of the Republic Indonesia Health
Ministry Polytechnic of Surabaya D-III study program in Environmental Health
Scientific Writing, June 2019*

JUDAR SWASTANA WINDHIATMOKO

***THE EFFECT OF ADDITION OF BANANA MOLL AND PEPAYA FRUIT
MOLL TO BIOGAS QUANTITY IN COW DIRT***

x + 40 pages + 4 attachments + 10 table

The existence of cow dung is a problem for farmers and communities in the environment around the farm. Waste in the form of cow dung can cause environmental pollution and threats to human health both directly and indirectly can be used with biogas technology. This technology can be applied immediately, especially for people who have abundant cow dung ingredients (Megawati and Control Wongso, 2014).

This research is a descriptive study, the research conducted with the aim of getting an overview of a situation objectively. Forms of implementation by making a digester with a capacity of 10 liters as much as 4 mole formulas, namely banana weevil 3% and 5%; and mole of papaya fruit 3% and 5% and observed every week for 21 days to find out which mole is most effective in increasing the volume of biogas in cow dung. The results obtained are in the form of a table (table) and analyzed.

From the results of the research it was found that the volume of biogas was the most at the 5% banana weevil mole as much as 1,872 ml. At the mole of papaya fruit produces the least volume of biogas at 3% levels of 1,258 ml. Each banana hump formula 3% and 5%, and moles of papaya fruit 3% and 5% have the highest average volume each week which is different, namely 591 ml, 678ml, 455 ml and 448 ml. So from the research of the research, the banana hump mole is the most effective way to increase the volume of biogas.

For this reason, it is recommended that the community be able to manage cow manure to be used as biogas by adding banana hump mole to help overcome environmental pollution problems caused by livestock waste in the form of cow dung.

Reading List: 20 (2000 - 2017)

Classification: -

Keywords: Biogas, Mol, Volume, Methane

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.

Penyusunan Karya Tulis Ilmiah dengan judul **“Pengaruh Penambahan Mol Bonggol Pisang Dan Mol Buah Pepaya Terhadap Kuantitas Biogas Pada Kotoran Sapi”** Dilaksanakan guna memenuhi syarat untuk mendapatkan gelar Ahli Madya Kesehatan Program D-III Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya.

Pada kesempatan kali ini tidak lupa penulis sampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu demi kelancaran pembuatan Proposal Karya Tulis Ilmiah ini, kepada :

1. Bapak drg. H. Bambang Hadi Sugito, M.Kes selaku Direktur Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyusun Karya Tulis Ilmiah ini.
2. Bapak Fery Kriswandana, SST, MT selaku Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyusun Karya Tulis Ilmiah ini.
3. Bapak Beny Suyanto, S.Pd, M.Si selaku Ketua Program Studi D-III Kesehatan Lingkungan Kampus Magetan yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk menyusun Karya Tulis Ilmiah ini.
4. Bapak Beny Suyanto, S.Pd, M.Si selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.
5. Bapak Sunaryo, SST. MM selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.
6. Bapak Hery Koesmantoro, ST, MT selaku Narasumber yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.

7. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Karya Tulis Ilmiah ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyajiannya masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Karya Tulis Ilmiah ini.

Akhirnya penulis hanya bisa berharap semoga Karya Tulis Ilmiah ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Magetan, Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PERSETUJUAN	
LEMBAR PENGESAHAN	
SURAT PERNYATAAN	
BIODATA PENULIS	
LEMBAR PERSEMBAHAN	
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi dan Pembatasan Masalah	3
C. Rumusan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	
1) Tujuan Umum	4
2) Tujuan Khusus	4
E. Manfaat Penelitian	4
F. Kekhususan Model	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tinjauan Pustaka Terdahulu	
1) Pengertian Kotoran Sapi	5
2) Sejarah Biogas	6
3) Pengertian Biogas	6
4) Mikroorganisme Lokal (MOL)	11
5) Bakteri yang Berperan Dalam Pembuatan Biogas	12
6) Kondisi Optimum Operasional	15
7) Reaktor Biogas	16
8) Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Biogas	12
9) Fermentasi	18
10) Proses Pembentukan Biogas	19
B. Penelitian Terdahulu	22
C. Kerangka Konsep	24
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Jenis Penelitian	25
B. Lokasi dan Waktu	25
C. Prosedur Awal	

1) Tahapan Pembuatan MOL	25
2) Pengembangan model rekayasa fermentor biogas	27
3) Tahapan Pembuatan Biogas	28
4) Pengukuran Parameter	28
D. Uji Model	
1) Subyek Uji	29
2) Obyek Uji	29
E. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional	
1) Variabel Penelitian	29
2) Definisi Operasional	30
F. Jenis Data dan Instrumen	31
BAB IV HASIL PENELITIAN	
A. Model Digester	32
B. Hasil Uji Model	32
C. Hasil Penelitian	33
BAB V PEMBAHASAN	
A. Analisis Penambahan Volume Biogas	36
B. Volume Biogas	36
C. Produktifitas Biogas	38
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	40
B. Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Komposisi Biogas	8
Tabel 2.2 Tabel Karakteristik bakteri metanogen	15
Tabel 2.3 Kondisi Optimum Produksi Biogas	16
Tabel 3.1 Kebutuhan Pembuatan 1 buah fermentor biogas	27
Tabel 3.2 Formula Sampel Digester	28
Tabel 3.3 Komponen Penyusun Biogas	29
Tabel 3.4 Definisi Operasional	30
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Volume Biogas (ml)	33
Tabel 4.2 Rekapitulasi rata – rata hasil Volume Biogas	34
Tabel 4.3 Produktifitas Volume Biogas	35

DAFTAR LAMPIRAN

Dokumentasi Penelitian	43
------------------------------	----

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Teknologi biogas adalah teknologi yang memanfaatkan proses fermentasi biomassa secara anaerobik oleh bakteri metana sehingga dihasilkan gas metana. Gas metana yang dihasilkan dapat dibakar sehingga dihasilkan energi panas. Reaktor biogas merupakan salah satu solusi teknologi energi untuk mengatasi kesulitan masyarakat akibat kenaikan harga BBM. Teknologi ini bisa segera diaplikasikan terutama untuk kalangan masyarakat yang mempunyai bahan baku kotoran sapi yang melimpah (Megawati dan Kendali Wongso, 2014). Teknologi tepat guna biogas dapat diterapkan di masyarakat untuk meningkatkan nilai tambah dan mengatasi dampak negatif dari bahan-bahan limbah serat bernilai ekonomi.

Kegiatan manusia berupa peternakan seperti usaha pemeliharaan ternak, rumah potong hewan, dan pengolahan produk ternak menghasilkan limbah. Seperti halnya sampah domestik, limbah berupa kotoran sapi juga mengandung bahan organik. Keberadaan kotoran sapi menjadi masalah bagi peternak maupun masyarakat di lingkungan sekitar peternakan. Limbah berupa kotoran sapi dapat menimbulkan pencemaran lingkungan serta ancaman terhadap kesehatan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung (Sudiran, 2005)

Perusahaan peternakan aktif pada akhir tahun 2017 berjumlah 35 perusahaan. Dari data diatas satu perusahaan melakukan kegiatan pembibitan, 27 perusahaan merupakan usaha budidaya sapi perah, dan 7 perusahaan pengumpul susu sapi perah. Stok sapi perah pada akhir tahun 2017 adalah 41.416 ekor dengan rata-rata penguasaan 1.183 ekor per perusahaan atau naik 586 ekor per perusahaan bila dibandingkan tahun 2016. (BPS, 2017). Semakin banyaknya perternak maka diperlukan

pengolahan limbah dari proses kegiatan tersebut, sehingga tidak dibuang secara langsung yang dapat berdampak pada lingkungan sekitarnya.

Dalam pembuatan digester biogas, digester memanfaatkan mikroorganisme sebagai sarana percepatan penguraian unsur-unsur utama (berupa karbohidrat, protein, lemak, dll). Dalam hal ini diperlukan media tambahan untuk mempercepat proses berupa 2 jenis MOL yang digunakan yaitu MOL bonggol pisang dan MOL buah-buahan. Bonggol pisang memiliki banyak mata tunas yang didalamnya terdapat *giberelin* dan *sitokinin* sehingga dapat mengundang mikroorganisme lain untuk datang. Bonggol pisang mengandung beberapa mikroorganisme yang berperan baik dalam penguraian (Syariefa, dkk, 2012).

Pada umumnya biogas berupa campuran 50-70% gas metan (CH_4), gas karbon dioksida (CO_2) 30-40%, gas hidrogen (H_2) 5-10%, dan sisanya berupa gas lainya (Arifin, 2008:3). Biogas memiliki pembakaran yang antar 4800-6200 kkal/ m^3 lebih kecil daripada pembakaran gas metan murni yang mencapai 8900 kkal/ m^3 (Mara, 2011)

Pembuatan biogas adanya prinsip dekomposisi bahan organik secara anaerobik (tertutup tanpa udara) menghasilkan gas sebagian besar metan (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2). Proses dekomposisi dibantu oleh sejumlah mikroorganisme, terutama bakteri penghasil metan. Salah satunya bakteri penghasil metan adalah *Metanococcus* (Megawati,2014)

Sejalan dengan hal tersebut, pemerintah telah menerapkan upaya penggunaan sumber energi alternatif biogas karena dianggap layak dilihat dari segi teknis, ekonomi, dan lingkungan (Ditjen PPHP, 2009b).

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat diimplementasikan oleh, dari dan untuk masyarakat, dalam meningkatkan volume biogas dengan mudah dan biaya yang relatif murah sekaligus menghasilkan energi terbarukan pengganti LPG.

Dari latar belakang diatas, maka selanjutnya perlu dilakukan penelitian tentang **“Pengaruh Penambahan Mol Bonggol Pisang Dan Mol Buah Pepaya Terhadap Kuantitas Biogas Pada Kotoran Sapi”**

B. IDENTIFIKASI MASALAH DAN PEMBATASAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah
 - a. Banyaknya limbah kotoran sapi yang tidak diolah sebagai bahan buangan
 - b. Banyaknya buah pepaya yang busuk sebagai bahan buangan
 - c. Kotoran sapi menjadi sumber energi terbarukan
2. Dalam penelitian ini, peneliti dibatasi pada mengetahui kecepatan terbentuknya gas yang dihasilkan dari penambahan berbagai jenis mikroorganisme local (MOL).

C. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada permasalahan yang akan diteliti adalah sebagai berikut:

“Berapa volume biogas kotoran sapi yang dihasilkan dengan variasi mikroorganisme lokal (MOL) bonggol pisang dan mol buah pepaya?”

D. TUJUAN PENELITIAN

- a. Tujuan Umum

Menganalisis kecepatan terbentuknya biogas kotoran sapi dengan dihasilkan dengan penambahan mol bonggol pisang dan mol buah pepaya sebagai aktivator.
- b. Tujuan Khusus
 1. Menghitung volume biogas dengan penambahan MOL bonggol pisang setelah 21 hari
 2. Menghitung volume biogas dengan penambahan MOL buah pepaya setelah 21 hari
 3. Menganalisis volume biogas dengan penambahan MOL bonggol pisang dan MOL buah pepaya

E. MANFAAT PENELITIAN

1. Menambah wawasan ilmu tentang teknologi tepat guna
2. Menyediakan kuantitas volume biogas dengan mempercepat hasil produk bahan baku kotoran sapi

3. Membantu pengolahan limbah kotoran sapi menjadi POC dari proses fermentasi bahan baku kotoran sapi

F. KEKHUSUSAN MODEL

Kekhususan Model

1. Reaktor digester dibuat skala laboratorium
2. Bahan baku yang akan difermentasi menggunakan kotoran sapi perah
3. Mengukur kecepatan pembentukan biogas

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Terdahulu

1. Pengertian Kotoran Sapi

Kotoran sapi merupakan substrat yang dianggap paling cocok sebagai sumber pembuat biogas, karena substrat tersebut telah mengandung bakteri penghasil gas metan yang terdapat dalam perut hewan ruminansia. Keberadaan bakteri di dalam usus besar ruminansia tersebut membantu proses fermentasi sehingga proses pembentukan gas bio pada tangki pencernaan dapat dilakukan lebih cepat. Walaupun demikian, bila kotoran tersebut akan langsung diproses dalam tangki pencernaan, perlu dilakukan pembersihan terlebih dahulu (Eko Suwanto, 2016). Kandungan unsur hara dalam kotoran sapi bervariasi bergantung pada jenis makanan, jumlah makanan yang dimakan serta sifat ternak itu sendiri (Abdulgani, 2008).

Kotoran ternak merupakan pilihan yang tepat sebagai bahan baku pembuatan biogas, karena didalam kotoran ternak telah mengandung bakteri metanogenik yang dapat menghasilkan gas metan (Omed dkk., 2000). Kotoran sapi, kuda, kambing dan kerbau memiliki kandungan selulosa yang tinggi dan mudah diuraikan oleh bakteri, selain itu kotoran ini mudah didapatkan dan menjadi limbah yang tidak termanfaatkan. Menurut Widodo dan Asari (2006) kotoran ternak mengandung nitrogen, fosfor dan kalium yang merupakan kandungan nutrient utama untuk bahan pengisi biogas.

Seekor sapi mampu menghasilkan kotoran padat sebanyak 10- 15 kg/hari dan menurut Yuli et al. (2010) kandungan unsur hara feses sapi terdiri dari kandungan nitrogen (N) 0.3-0.4 %, fosfor (P) 0.1-0.2 % , kalium (K) 0.10- 0.15 % dan air 80-85 % serta C/N ratio berkisar 19 – 25.

Menurut Haryati (2006) mengatakan bahwa C/N rasio pada kotoran sapi adalah 24. Semakin tinggi rasio C/N, nitrogen akan dikonsumsi secara cepat oleh bakteri Metanogen yang salah satunya adalah bakteri *Methanobacillus*. Rasio C/N pada kotoran sapi memenuhi persyaratan bahan baku produksi biogas. Kotoran sapi berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi energi alternatif berupa biogas pengganti LPG. Hal tersebut disebabkan jumlah produksi biogas per kilogram kotoran lebih besar dari pada kotoran hewan lainnya.

Menurut Wahyuni (2011), kotoran sapi sebanyak 1 kg menghasilkan biogas sebanyak 0,023-0,040 m³ dengan jumlah produksi tersebut kotoran sangat potensial untuk diproduksi biogas dalam jumlah besar.

2. Sejarah Biogas

Sejarah biogas dimulai dari kebudayaan Mesir, China dan Romawi kuno yang diketahui telah memanfaatkan biogas alami yang ada di alam ini yang dibakar untuk menghasilkan panas. Namun demikian, orang pertama yang mengaitkan gas bakar ini dengan proses pembusukan sayuran adalah Alessandro Volta pada tahun 1776. Volta mengamati bahan organik yang sedang melapuk menghasilkan gas yang mudah terbakar dan ini disebut gas Metana. Pada akhir abad ke-19 Jerman dan Perancis melakukan beberapa riset unit pembangkit biogas dengan memanfaatkan limbah dari pertanian. Di Inggris dan benua Eropa selama perang dunia ke II banyak petani yang membuat digester (pencerna) kecil untuk menghasilkan biogas yang digunakan untuk menggerakkan traktor (Karno dkk, 2013)

3. Biogas

Biogas merupakan hasil aktivitas mikroorganisme secara anaerobik/fermentasi dari bahan-bahan yang berjenis organik, seperti kotoran manusia dan hewan, limbah rumah tangga, dan sampah organik yang mudah terurai (*biodegradable*). Biogas pada umumnya

tersusun dari gas metana, karbon dioksida, dan beberapa gas impuritas lainnya (Steinhauser dan Deublein, 2008).

Metana dalam biogas bila terbakar akan relatif lebih bersih dari batubara, dan menghasilkan energi yang lebih besar dengan emisi karbon dioksida yang lebih sedikit. Pemanfaat biogas memegang peranan penting dalam manajemen limbah karena metana merupakan gas rumah kaca yang lebih berbahaya dalam pemanasan global bila dibandingkan dengan karbon dioksida. Karbon dalam biogas merupakan karbon yang diambil dari atmosfer oleh fotosintesis tanaman, sehingga bila dilepaskan lagi ke atmosfer tidak akan menambah jumlah karbon di atmosfer bila dibandingkan dengan bahan bakar fosil.

Kandungan biogas metana dan hidrogen merupakan energi terbarukan yang dihasilkan oleh mikroorganisme secara anaerob. Umumnya bakteri yang menghasilkan biogas berasal dari bakteri kotoran ternak termasuk kotoran sapi. Gas yang dominan dihasilkan berupa metana, karbon dioksida dan sedikit hidrogen. Hidrogen merupakan gas yang ramah lingkungan dan menjadi sumber energi alternatif yang dapat dicairkan.

Biogas dapat menyalakan bunga api dengan energi 6.400-6.600 kcal/m³. Kandungan 1 m³ biogas setara dengan 0,62 liter minyak tanah, 0,46 kg LPG, 0,52 liter solar, 0,80 liter bensin, 3,50 kg kayu bakar. Dengan demikian, biogas dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan terbarukan (Wahyuni, 2012).

Pengembangan biogas sebagai energi alternatif sekarang dan dimasa depan diantaranya :

- a. Pengolahan limbah ternak yang diubah menjadi berupa gas dan pupuk cair untuk pertanian
- b. Rumah tangga dengan sektor peternakan sebenarnya sudah tersedia bahan baku biogas pengganti LPG.

- c. Pembuatan biogas dengan penerapan teknologi tepat guna (TTG) dari bahan baku limbah ternak yang ada dapat diterapkan dengan mudah dan biaya yang murah.

Komposisi biogas bervariasi tergantung dengan asal proses anaerobik yang terjadi. Bila proses pembentukannya dengan proses gas *landfill* memiliki konsentrasi metana sekitar 50 %, sedangkan bila menggunakan sistem pengolahan limbah maju dapat menghasilkan biogas dengan komposisi 55-75 % CH₄.

Tabel 2.1. Komposisi biogas.

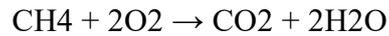
Kompnen	%
Metana (CH ₄)	55 – 75
Karbon Dioksida (CO ₂)	25 – 45
Nitrogen (N ₂)	0 - 0,3
Hydrogen (H ₂)	1 – 5
Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	0 – 3
Oksigen (O ₂)	0,1 - 0,5

(Sumber: Wahyuni. S, 2011)

Unsur-unsur gas dalam biogas sebagai berikut:

- a. Gas metan (CH₄)

Metana adalah hidrokarbon paling sederhana yang berbentuk gas pada kondisi STP dengan rumus kimia CH₄. Metana murni tidak berbau, tapi jika digunakan untuk keperluan komersial biasanya ditambahkan sedikit bau belerang untuk mendeteksi kebocoran yang mungkin terjadi. Sebagai komponen utama gas alam metana adalah sumber bahan bakar utama. Pembakaran satu molekul metana dengan oksigen akan melepaskan satu molekul CO₂ (karbon dioksida) dan dua molekul H₂O (air):



Metana adalah salah satu gas rumah kaca. Konsentrasi metana di atmosfer pada tahun 1998, dinyatakan dalam fraksi mol adalah 1745 nmol/mol (bagian per milyar), naik dari 700 nmol/mol pada tahun 1750. Pada tahun 2008, kandungan gas metana di atmosfer sudah meningkat kembali menjadi 1800 nmol/mol. Metana adalah molekul tetrahedral dengan empat ikatan C-H yang ekuivalen. Struktur elektroniknya dapat dijelaskan dengan 4 ikatan orbital molekul yang dihasilkan dari orbital valensi C dan H yang saling melengkapi. Energi orbital molekul yang kecil dihasilkan dari orbital 2s pada atom karbon yang saling berpasangan dengan orbital 1s dari 4 atom hidrogen.

Pada suhu ruangan dan tekanan standar, metana adalah gas yang tidak berwarna dan tidak berbau. Bau dari metana (yang sengaja dibuat demi alasan keamanan) dihasilkan dari penambahan *metanathiol* atau *etanathiol*. Metana mempunyai titik didih $-161\text{ }^\circ\text{C}$ ($-257.8\text{ }^\circ\text{F}$) pada tekanan 1 atmosfer sebagai gas, metana hanya mudah terbakar bila konsentrasinya mencapai 5-15% di udara. Metana yang berbentuk cair tidak akan terbakar kecuali diberi tekanan tinggi (4-5 atmosfer)

b. Karbon dioksida

Karbon dioksida merupakan gas atmosfer yang terdiri dari satu karbon dan dua atom oksigen. Seperti metana, keduanya tidak berbau dan tidak berwarna. CO_2 diproduksi oleh pembakaran bahan organik dengan adanya oksigen atau oleh fermentasi mikroba dan respirasi tanaman. Dalam biogas, CO_2 diproduksi ketika bakteri metanogen memecah senyawa organik sederhana, melalui proses fermentasi. Dengan demikian tingkat tinggi CO_2 adalah indikasi dari konten metana miskin dan karena itu nilai energi yang lebih rendah. Meskipun konsentrasi CO_2 tinggi dalam biogas dapat menghalangi beberapa pembakaran energi.

Gas CO₂ dalam biogas perlu dihilangkan karena gas tersebut dapat mengurangi nilai kalor pembakaran biogas (Harasimonwicz.et.al, 2007). Menghapus kontaminan CO₂ dan lainnya dari aliran biogas bisa mahal, terutama untuk operasi pertanian kecil.

c. Nitrogen (N₂)

Salah satu akibat dari limbah ruminansia ialah meningkatnya kadar nitrogen. Senyawa nitrogen sebagai polutan mempunyai efek polusi yang spesifik, dimana kehadirannya dapat menimbulkan konsekuensi penurunan kualitas perairan akibat eutrofikasi, penurunan konsentrasi oksigen terlarut sebagai proses nitrifikasi yang terjadi dalam perairan dapat mengakibatkan terganggunya kehidupan biota air (Eka Martikasari, 2017)

d. Hidrogen (H₂)

Meskipun kandungan hidrogen total gas alam yang tinggi, jumlah hidrogen bebas rendah. Karena gas ini memiliki karakteristik mudah terbakar pada kandungan tinggi

e. Hidrogen sulfida (H₂S)

Komponen jejak umum dari pupuk susu digester anaerobik termasuk amoniak, hidrogen sulfida (H₂S) dan uap air. Uap air ini dapat sangat berbahaya karena sangat corrossive bila dikombinasikan dengan komponen asam seperti hidrogen sulfida (H₂S) dan pada tingkat rendah karbon dioksida (CO₂). Dalam pembakaran, H₂S hadir dalam gas juga dikeluarkan sebagai belerang dioksida, berkontribusi terhadap polusi udara (Eka Martikasari, 2017). Selama proses anaerobik, kepala gas yang mengandung lebih dari 6% H₂S dapat membatasi metanogenesis.

f. Oksigen (O₂)

Proses pembakaran biogas menggunakan pencampuran sebagian oksigen (O₂) (Eka Martikasari, 2017)

4. Mikro Organisme Lokal (MOL)

a. Pengertian

MOL adalah cairan yang berbahan dari berbagai sumber daya alam yang tersedia setempat. MOL mengandung unsur hara makro dan mikro dan juga mengandung mikroba yang berpotensi sebagai perombak bahan organik, perangsang pertumbuhan dan sebagai agen pengendali hama penyakit tanaman. Berdasarkan kandungan yang terdapat dalam MOL tersebut, maka MOL dapat digunakan sebagai pendekomposer, pupuk hayati, dan sebagai pestisida organik terutama sebagai fungisida (Purwasasmita dan Kunia, 2009). Bahan utama dalam larutan MOL terdiri dari 3 jenis komponen, antara lain :

- 1) Karbohidrat seperti air cucian beras, nasi bekas, singkong, kentang dan gandum.
- 2) Glukosa seperti cairan gula merah, cairan gula pasir, air kelapa/nira
- 3) Sumber bakteri seperti keong mas, buah-buahan misalnya tomat, pepaya, dan kotoran hewan.

MOL sebagai cairan yang terbuat dari limbah atau bahan-bahan organik selain mengandung mikroba juga mengandung sifat-sifat kimia yang mempengaruhi pertumbuhan mikrobaa tersebut. Sifat-sifat kimia yang mempunyai pengaruh terhadap pertumbuhan mikrobaa antara lain adalah pH. Derajat kemasaman penting bagi pertumbuhan mikrobaa. Sebagian besar mikrobaa menyukai pH netral (pH 7) untuk pertumbuhannya.

b. Kegunaan MOL

- 1) Dapat digunakan sebagai starter dalam proses fermentasi

- 2) Menambah unsur hara, terutama unsur hara mikro bagi tanaman
- 3) Media tanaman yang bagus untuk tanaman hias.
- 4) Dapat digunakan untuk tanaman padi dan palawija.

c. Keunggulan MOL

- 1) Mengandung bermacam-macam unsur organik dan mikroba yang bermanfaat bagi tanaman
- 2) Penggunaan MOL terbukti mampu memperbaiki kualitas tanah dan tanaman
- 3) Tidak mengandung zat kimia berbahaya dan ramah lingkungan
- 4) Mudah dibuat, bahan mudah didapatkan dan juga mudah dalam aplikasinya
- 5) Sebagai salah satu upaya mengatasi pencemaran limbah rumah tangga dan limbah pertanian
- 6) Memperkaya keanekaragaman biota tanah

5. Bakteri yang Berperan Dalam Pembuatan Biogas

Adapun bakteri yang terlibat dalam proses anaerobik ini yaitu bakteri hidrolitik yang memecah bahan organik menjadi gula dan asam amino, bakteri fermentatif yang mengubah gula dan asam amino tadi menjadi asam organik, bakteri asidogenik mengubah asam organik menjadi hidrogen, karbon dioksida dan asam asetat dan bakteri metanogenik yang menghasilkan metan dari asam asetat, hidrogen dan karbon dioksida. Jenis-jenis bakteri ini sudah terdapat di dalam kotoran-kotoran hewan yang digunakan.

Jenis-jenis bakteri tersebut perlu eksis dalam jumlah yang seimbang.

a. Bakteri Hidrolitik

Golongan bakteri hidrolitik memiliki berbagai enzim hidrolitik ekstraseluler yang disekresikan ke luar sel untuk memecah senyawa kompleks seperti polisakarida, asam nukleat,

dan lipid, menjadi molekul yang lebih kecil sehingga dapat masuk ke dalam sel untuk digunakan sebagai sumber karbon dan elektron donor (Madigan et al, 2003), contohnya yaitu bakteri genus *Bacillus sp.* *Bacillus* mampu hidup dalam lingkungan aerob atau fakultatif aerob, dapat membentuk spora dengan tipe sentral, atau terminal yang menyebabkan *Bacillus* lebih adaptif terhadap perubahan lingkungan, jika lingkungan menguntungkan spora bergerminasi kembali menjadi sel vegetatif. (Madigan et al, 2003).

Bakteri Hidrolitik dibedakan menjadi bakteri lipolitik, amilolitik, dan proteolitik. Bakteri yang mampu mendegradasi protein disebut bakteri proteolitik yaitu *Bacillus*, *Clostridium*, *Pseudomonas* dan *Proteus*. Bakteri proteolitik akan mensekresikan enzim protease yang akan menguraikan protein menjadi asam amino dan asam nukleat. Bakteri lipolitik merupakan bakteri yang memiliki kemampuan mensintesis lemak dari 1 molekul gliserol dan 3 molekul asam lemak. Sehingga dalam perombakannya lemak akan dirombak menjadi gliserol dan asam-asam lemak. Jenis mikroba yang bersifat lipolitik contohnya adalah bakteri *Pseudomonas*, *Alcaligenes* dan *Stapylococcus*. Sedangkan bakteri yang mendegradasi pati atau karbohidrat menjadi monomernya yaitu mikroorganisme yang bersifat amilolitik, contoh bakteri pemecah pati yaitu *Bacillus subtilis*.

Enzim yang dimiliki oleh bakteri hidrolitik diantaranya adalah amilase, protease, lipase, gelatinase, selulase. Enzim amilase mengkatalis hidrolisis polisakarida menjadi disakarida seperti maltosa. Enzim protease mengkatalis hidrolisis pemutusan ikatan peptida. Enzim lipase mengkatalis trigliserida menjadi asam lemak rantai panjang dan gliserol. Enzim gelatinase mengkatalis hidrolisis gelatin, gelatin merupakan

suatu protein yang dapat diperoleh dari hidrolisis kolagen. Enzim selulase mengkatalis hidrolisis selulosa.

b. Bakteri Asidogenik

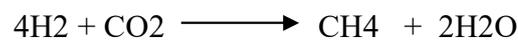
Bakteri menghasilkan asam, seperti bakteri *Acetobacter aceti* akan menghasilkan asam untuk mengubah senyawa rantai pendek yang dihasilkan pada proses hidrolisis menjadi asam asetat, hidrogen, dan karbon dioksida. Bakteri yang dapat melakukan fermentasi asam campuran adalah *Escherichia coli*, sedangkan contoh bakteri yang dapat melakukan fermentasi 2,3-butanediol adalah *Enterobacter*, *Klebsiella*, dan *Serratia*. Bakteri fermentatif lain yang bukan golongan bakteri usus adalah *Clostridium*, Bakteri golongan *Clostridia* mampu memfermentasi gula menghasilkan sejumlah besar asam butirat sebagai produknya.

CO₂ merupakan produk utama metabolisme bakteri golongan kemoorganotrof yang banyak ditemukan pada kondisi anaerob. Terdapat dua golongan bakteri yang dapat memanfaatkan CO₂ sebagai akseptor elektron dalam metabolismenya yaitu homoasetogen melalui proses asetogenesis dan metanogen melalui proses metanogenesis. Contoh bakteri yang melakukan proses asetogenesis adalah *Acetoanaerobium noterae*, *Acetogenium kivui*, *Clostridium aceticum*, *Desulfotomaculum*. *Clostridium sporangeus*, menguraikan asam amino menjadi amonia. *Desulfovibrio desulfuricans*, menguraikan bangkai dan menguraikan sulfat di tempat becek dan menghasilkan H₂S.

c. Bakteri Metanogenik

Bakteri metanogenik termasuk salah satu golongan *Archaeobacteria* selain halofilik, dan termofilik, sesuai dengan nama golongannya *Archaeobacteria* merupakan mikroorganisme yang tahan hidup di daerah ektrim seperti perairan dengan kadar garam tinggi (halofil) contoh *Halobacterium*, serta daerah

dengan temperatur tinggi seperti *hydrothermal vent* (*extreme thermofil*) contoh *Sulfolobus*, *Pyrodictium*. Bakteri Metanogenik bersifat prokariotik, memiliki dinding sel tetapi sama sekali tidak terbuat dari peptidoglikan seperti bakteri yang lain. Metanogen merupakan hemoautotrof yang memperoleh keperluan metabolismenya dengan menghasilkan metana dari karbon dioksida dan nitrogen.



Secara lebih rinci karakteristik bakteri metanogen disajikan pada tabel di bawah ini :

Tabel 2.2 Karakteristik bakteri metanogen

Karakteristik	Metanogen
Bentuk sel	Batang, kokus, spirilla, fillament, sarcina
Sifat	Gram + / Gram -
Klasifikasi	<i>Archaeobacteria</i>
Struktur dinding sel	<i>Pseudomurein</i> , protein, <i>heteropolysaccharida</i>
Metabolisme	Anaerob
Sumber energi dan sumber karbon	H ₂ + CO ₂ , H ₂ + metanol, format, metilamin, metanol(30 % diubah menjadi CH ₄), asetat (80 % diubah menjadi CH ₄)
Produk katabolisme	CH ₄ atau CH ₄ + CO ₂

(Sumber: Dubey,2005)

6. Kondisi Optimum Operasional

Kondisi operasi harus dikontrol dengan cermat supaya proses pencernaan anaerobik dapat berlangsung secara optimal. Sebagai contoh pada derajat keasaman (pH), pH harus dijaga pada kondisi optimum yaitu antara 7 – 7,2. Hal ini disebabkan apabila pH turun

akan menyebabkan perubahan substrat menjadi biogas terhambat sehingga mengakibatkan penurunan kuantitas biogas. Nilai pH yang terlalu tinggi pun harus dihindari, karena akan menyebabkan produk akhir yang dihasilkan adalah CO₂ sebagai produk utama. Begitu pula dengan nutrisi, apabila rasio C/N tidak dikontrol dengan cermat, maka terdapat kemungkinan adanya nitrogen berlebih (terutama dalam bentuk amonia) yang dapat menghambat pertumbuhan dan aktivitas bakteri, (Beni Hermawan, 2007).

Tabel 2.3. Kondisi Optimum Produksi Biogas

Parameter	Kondisi Optimum
Suhu	35°C
Derajat Keasaman	7-7,2
Nisbah Karbon dan Nitrogen	20/1 sampai 30/1
Sulfida	< 200 mg/L
Logam-logam Berat Terlarut	< 1 mg/L
Sodium	5000 mg/L
Kalsium	< 2000 mg/L
Magnesium	< 1200 mg/L
Ammonia	< 1700 mg/L

(Sumber : Sutedjo. 2002)

7. Reaktor Biogas

Peralatan penghasil biogas terdiri dari; bak pengaduk slurry, saluran masuk, digester atau reaktor, saluran pembuangan, bak

penampungan kotoran, tabung/kantong penampungan biogas, dan instalasi pemipaan biogas. Reaktor biogas merupakan komponen utama dalam menghasilkan biogas. Digester atau reaktor tangki dapat dibuat dari bahan drum, karet, dan semen. Ada empat hal dalam merancang digester meliputi:

- a. Rancangan mudah dan sederhana
- b. Bahan yang digunakan murah dan mudah didapat
- c. Pemeliharaan tidak sulit
- d. Hasil dapat dimanfaatkan

8. Fermentasi

a. Pengertian

Fermentasi adalah proses produksi dalam sel mikroorganisme dalam keadaan anaerobik yang mengolah senyawa-senyawa organik yang terkandung dalam limbah organik menjadi gas metana dan karbon dioksida tanpa memerlukan oksigen. Secara umum fermentasi merupakan bentuk respirasi secara anaerobik, sebagai respirasi anaerobik dengan tanpa akseptor elektron eksternal dan pengolahan senyawa – senyawa yang terkandung dalam limbah menjadi gas metan dan karbon dioksida tanpa memerlukan oksigen (Amelia V, 2015)

Fermentasi merupakan suatu cara mengubah substrat menjadi produk tertentu yang akan dikehendaki dengan menggunakan bantuan mikroba. Sebagai suatu proses, fermentasi memerlukan mikroba : (GN. Widiana, 2011)

- 1) Mikroba sebagai inokulan
- 2) Tempat untuk menjamin proses fermentasi berlangsung secara optimal
- 3) Substrat sebagai tempat tumbuh (medium) dan sumber nutrisi mikroba.

b. Proses Fermentasi

Proses fermentasi ditinjau dari cara penggunaan dapat dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu:

1) Fermentasi cara cair. Contoh produk: etanol, beer, glukosa isomerase dan lain sebagainya

Pada fermentasi cair dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu:

a) Fermentasi bawah permukaan

Contoh: beer, etanol, dan lain sebagainya

b) Fermentasi ekstrak

Contoh : *nata de coco* dan lain sebagainya

2) Fermentasi padat. Contoh produk: tape, oncom, dan lain sebagainya

9. Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Biogas

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi proses pembuatan biogas, antara lain factor pengenceran, jenis bakteri, derajat kesamaan (pH), suhu, keberadaan bahan-bahan yang berpotensi menghambat pertumbuhan bakteri serta perbandingan antara karbon (C) dan nitrogen (N) bahan.

a. Pengenceran bahan baku pembuatan biogas

Kotoran sapi yang dimasukkan ke dalam digester dalam keadaan segar, dicampur dengan air (perbandingan 1:1) berdasarkan unit volume. Namun jika keadaan kotoran agak kering, jumlah air harus ditambahkan sampai kekentalan yang diinginkan (perbandingan anatar 1:1,25 sampai 1:2). Pengadukan dilakukan untuk menjaga total partikel padat tidak mengendap pada dasar digester. Jika terlalu pekat akan menyebabkan produksi gas tidak maksimal (Sri Wahyuni, 2009)

b. Jenis bakteri

Ada dua kelompok yang berpengaruh pada pembuatan biogas yaitu bakteri-bakteri pembentuk asam dan bakteri pembentuk gas metana. Bakteri ini memecah bahan organik

menjadi asam-asam lemak. Asam - asam lemak hasil penguraian oleh bakteri asam kemudian diuraikan lebih lanjut menjadi biogas oleh bakteri metana. Jenis-jenis bakteri ini sudah terdapat dalam kotoran-kotoran hewan yang digunakan.

c. Derajat kesamaan (pH)

Peranan pH berhubungan dengan media untuk aktivitas mikroorganisme pembentuk gas metan berkisar antara 5,5-8,5, dengan interval optimalnya adalah 7,0-8,0 untuk kebanyakan bakteri metanogen (Seadi et al., 2008). Batas bawah pH adalah 6,2 dibawah pH tersebut larutan sudah toxic, bakteri pembentuk biogas tidak aktif. Pengontrolan pH secara alamiah dilakukan oleh ion NH_4^+ dan HCO_3^- . Ion-ion ini akan menentukan besarnya pH (Amelia. V, 2015)

d. Suhu

Suhu lingkungan juga sangat menentukan aktif tidaknya bakteri yang berperan dalam pembuatan biogas. Perkembangbiakan bakteri sangat dipengaruhi oleh suhu. Suhu yang terlalu tinggi atau rendah dapat menyebabkan kurang atau tidak aktifnya mikroba penghasil biogas, sehingga kurang baik untuk proses pembentukan biogas. Suhu yang baik adalah kisaran 32-37°C merupakan suhu yang baik untuk pembentukan biogas.

e. Rasio C/N

Hubungan antara jumlah karbon dan nitrogen yang terdapat pada bahan organik dinyatakan dalam terminology rasio karbon/nitrogen (C/N). Apabila rasio C/N sangat tinggi, nitrogen akan dikonsumsi sangat cepat oleh bakteri metan sampai batas persyaratan protein dan tak lama bereaksi kearah kiri pada kandungan karbon pada bahan. Sebagai akibatnya, produksi metan akan menjadi rendah. Sebaliknya, apabila rasio C/N sangat rendah, nitrogen akan bebas dan berakumulasi dalam

bentuk amoniak (NH_4). NH_4 akan meningkatkan derajat pH bahan dalam digester. pH lebih dari 8,5 akan membuat racun pada populasi bakteri metan.

10. Proses Pembentukan Biogas

Pembentukan biogas dibagi menjadi tiga tahap yaitu :

a. Tahap Hidrolisis

Pada tahap ini, bahan organik dienzimatik secara eksternal oleh enzim ekstraseluler (selulose, amilase, protease, dan lipase) mikroorganisme. Bakteri memutuskan rantai panjang karbohidrat kompleks, protein dan lipida menjadi senyawa rantai pendek. Sebagai contoh polisakarida diubah menjadi monosakarida sedangkan protein diubah menjadi peptide dan amino.

b. Tahap Pengasaman (Asidifikasi)

Pada tahap ini bakteri menghasilkan asam, mengubah senyawa rantai pendek hasil proses pada tahap hidrolisis menjadi asam asetat, hydrogen (H_2) dan karbon dioksida. Bakteri tersebut merupakan bakteri anaerobik yang dapat tumbuh dan berkembang pada keadaan asam. Untuk menghasilkan asam asetat, bakteri tersebut memerlukan oksigen dan karbon yang diperoleh dari oksigen yang terlarut dalam larutan. Pembentukan asam pada kondisi anaerobik tersebut penting untuk pembentukan gas metana oleh mikroorganisme pada proses selanjutnya. Selain itu, bakteri tersebut juga mengubah senyawa yang bermolekul rendah menjadi alkohol, asam organik, asam amino, karbon dioksida, H_2S dan sedikit gas metana.

c. Tahap Metanogenik (pembentukan gas metana)

Pada tahap ini terjadi proses pembentukan gas metan dengan mengubah senyawa yang dihasilkan dari proses asidifikasi menjadi metana dan CO_2 dalam kondisi anaerob. Bakteri metanogenik mendekomposisikan senyawa dengan berat molekul rendah menjadi senyawa dengan berat molekul tinggi.

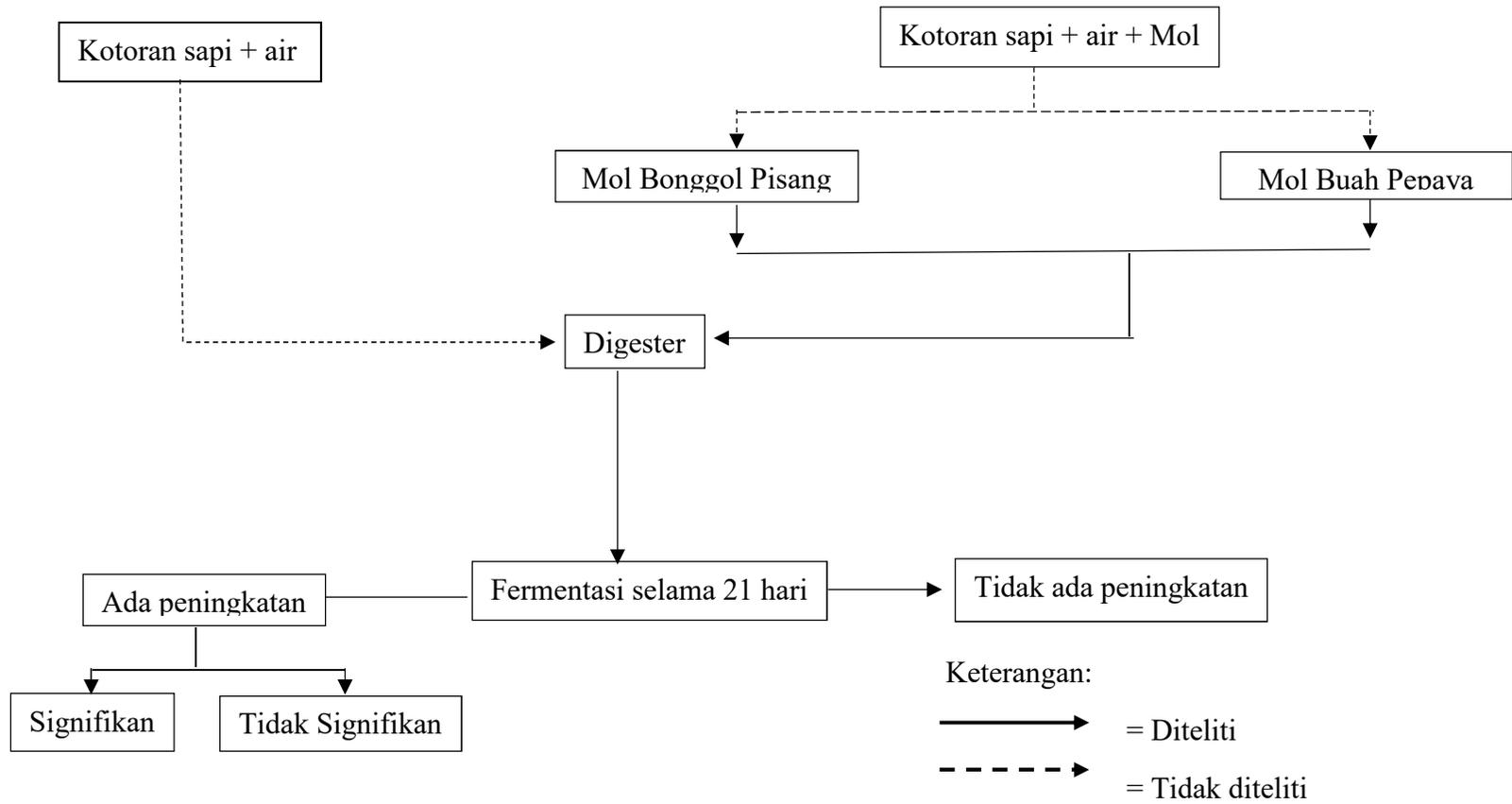
Sebagai contoh bakteri *Methanobacterium omelianski* menggunakan hidrogen, CO₂ dan asam asetat untuk membentuk metana dan CO₂. Bakteri penghasil asam dan gas metana bekerjasama secara simbiosis. Bakteri penghasil asam membentuk keadaan atmosfer yang ideal untuk bakteri penghasil metana. Sedangkan bakteri pembentuk gas metana menggunakan asam yang dihasilkan bakteri penghasil asam. Tanpa adanya proses simbiotik tersebut, akan menciptakan kondisi toksik bagi mikroorganisme penghasil asam. Bakteri pereduksi sulfat juga terdapat dalam proses ini, yaitu mereduksi sulfat dan komponen sulfur lainnya menjadi hidrogen sulfida.

B. Penelitian Terdahulu

No	Judul dan Peneliti	Tujuan penelitian	Sample	Parameter yang diujikan	Hasil
1	Pengaruh Variasi Pengadukan Terhadap Volume Biogas Dari Kotoran Sapi Dengan Penambahan Bonggol Pisang; oleh Anisa Ajeng Pratiwi, 2017	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produksi biogas dari kotoran sapi dengan penambahan bonggol pisang pada skala laboratorium. Variasi pengadukan diberikan dengan kecepatan 200, 400, dan 600 rpm dengan waktu tinggal yaitu 2, 3, dan 4 minggu.	Kotoran sapi, bonggol pisang	Volume, pH, Suhu, Kadar metan	Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa volume biogas meningkat dengan seiring peningkatan kecepatan pengadukan, volume biogas yang terbanyak adalah 185 ml pada pengadukan 600 rpm. Kandungan gas metana juga mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan variabel pengadukan 200, 400, 600 rpm dari 18,73; 21,17; dan 29,31%.
2	Pengaruh Macam Limbah Organik Dan Pengenceran Terhadap Produksi Biogas Dari Bahan Biomassa	Tujuan penelitian ini adalah (i) menguji produksi biogas dari pencerna anaerob limbah peternakan ayam dengan perlakuan pengenceran, dan	Kotoran ayam, Limbah organik	Volume, pH, Suhu, Waktu Fermentasi	Hasil dari produksi biogas terbaik direkomendasikan pada penelitian skala semi pilot sistem curah. Perlakuan dalam tahapan semi pilot dengan interval waktu pengadukan,

No	Judul dan Peneliti	Tujuan penelitian	Sample	Parameter yang diujikan	Hasil
	Limbah Peternakan Ayam; oleh Dodik Luthfianto dkk, 2012	penambahan berbagai substrat sampah organik skala laboratorium, (ii) mengetahui produksi biogas dari pencerna anaerob sistem curah limbah peternakan ayam dengan frekuensi agitasi berbeda pada skala semi pilot. Penelitian dilakukan dua tahap yaitu penelitian skala laboratorium dan skala semi pilot.			yaitu 4 jam/hari dan 8 jam/hari. Produksi biogas tertinggi diperoleh dari penyampuran kotoran ayam dengan eceng gondok pengenceran 1:1 sebesar 0,60 L dalam 6 minggu dan efisiensi perombakan COD, TSS, VS adalah 63,80%; 14,79%; 75,14%. Pada skala semi pilot sistem curah dengan frekuensi pengadukan 8 jam/hari, diperoleh hasil biogas tertinggi sebesar 624,99 L dalam 6 minggu.

C. Kerangka Konsep



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan oleh peneliti adalah penelitian dengan metode eksperimental semu. Pada penelitian ini, peneliti akan memaparkan kecepatan pembentukan biogas dengan penambahan mol bonggol pisang dan mol buah pepaya

2. Desain Penelitian

Jenis desain penelitian adalah *posttest only* desain dengan perlakuan pada bahan baku kotoran sapi dan air dengan perbandingan 1:2, dengan menambahkan variasi mol bonggol pisang dan mol buah pepaya

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Workshop Prodi Kesehatan lingkungan Magetan, Jurusan kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan kemenkes Surabaya, Jl. Tripandita No 6, Magetan.

2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian ini berlangsung selama Februari s/d Maret 2019.

C. Prosedur Awal

1. Tahapan Pembuatan MOL

Sebelum membuat MOL, dilakukan persiapan alat dan bahannya yang akan digunakan antara lain:

a. Mol Bonggol Pisang

1) Alat

a) Pisau

b) Baskom

c) Blender/penghalus

d) Saringan

e) Jerigen 10 liter

f) Botol

g) Selang

2) Bahan

a) Bonggol pisang = 5kg

b) Tetes tebu/Gula Merah = 0,25 kg

c) Air cucian beras = 5 liter

3) Prosedur pembuatan

a) Potong bonggol pisang menjadi kecil-kecil lalu haluskan

b) Masukkan bonggol pisang kedalam wadah

c) Tambah air cucian beras

d) Tambahkan tetes tebu, lalu aduk hingga homogen

e) Masukkan kedalam jerigen hingga lalu lubangi tutup jerigen

f) Sambungkan jerigen dengan botol yang sudah diisi air dengan selang untuk mengurangi tekanan

g) Fermentasi hingga berbau seperti tape

h) Setelah jadi saring mol

b. Mol Buah Pepaya

1) Alat

a) Pisau

b) Baskom

c) Blender/penghalus

d) Saringan

e) Jerigen 10 liter

f) Botol

g) Selang

2) Bahan

a) Buah pepaya = 5 kg

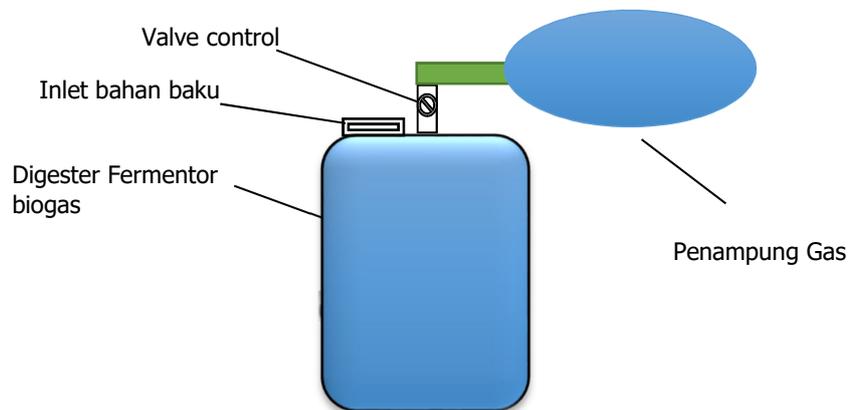
b) Tetes tebu/Gula merah = 0.25 kg

c) Air cucian beras = 1 liter

- 3) Prosedur pembuatan
 - a) Buah pepaya dicincang atau dilumatkan
 - b) Larutkan gula merah dengan air cucian beras
 - c) Masukkan semua bahan ke dalam jerigen, tutup rapat
 - d) Sambungkan jerigen dengan botol yang sudah diisi air dengan selang untuk mengurangi tekanan
 - e) Fermentasikan hingga berbau seperti tape

2. Pengembangan model rekayasa fermentor biogas.

Menyiapkan alat dan bahan seperti tersebut di bawah ini :



Gambar 3.1. Model rekayasa fermentor biogas kapasitas 10 lt

Tabel 3.1 Kebutuhan pembuatan 1 buah fermentor biogas

No	Alat dan bahan	Jumlah
1	Jerigen 10 lt	1 buah
2	Pipa pvc	50 cm
3	Valve control/stop kran	1 buah
4	Socket	1 buah
5	Socket drat luar	1 buah
6	Socket drat dalam	1 buah
7	Pipa L	1 buah
8	Pipa T	1 buah
9	Penampung gas	1 buah
10	Karet ban dalam	1 buah

3. Tahapan Pembuatan Biogas

Tabel 3.2 Formula Sampel Digester

No	Mol	Formula	Konsentrasi	Kotoran Sapi	Air
1	Bonggol	1	300 ml	3kg	6 liter
2	Pisang	2	500 ml	3kg	6 liter
3	Buah	3	300 ml	3kg	6 liter
4	Pepaya	4	500 ml	3kg	6 liter

Pada tahap pembuatan model digester prosedur yang dilakukan antara lain:

- a. Siapkan digester yang telah dirancang.
 - b. Menyiapkan bahan baku kotoran sapi, Mol dan air kemudian diaduk hingga homogen
 - c. Masukkan masing-masing formula kedalam digester
 - d. Masing-masing formula dibuat 3 replikasi
- ### 4. Pengukuran Parameter
- a. Produktivitas Biogas

Volume biogas yang dihasilkan dari proses anerob akan diamati dan diukur setiap harinya dengan dibuatkan grafik sehingga dapat mengetahui perkembangan gas tersebut. Hasil volume gas ditampung pada plastik PE, setelah itu padatkan gas lalu tandai dengan spidol. Masukkan air pada plastik sesuai tanda lalu tuang pada gelas ukur, lihat berapa volume gas yang dihasilkan. Data volume dapat diperoleh dalam perlakuan minggu ke-1, minggu ke-2, dan minggu ke-3 dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Volume Biogas} = \frac{\text{Volume bigas diplastik(ml)}}{\text{Hari}}$$

Hasil dicatat lalu dibuat grafik, jika grafik sudah tidak menunjukkan tidak adanya kenaikan volume biogas berate proses biogas telah selesai.

D. Model Penelitian

1. Subjek penelitian

Pada penelitian ini yang menjadi subyek penelitian adalah fermentasi kotoran sapi dan mol pada proses reaktor biogas yang difermentasi akan diukur kecepatan terbentuknya biogas.

2. Objek penelitian

Pada penelitian ini obyek penelitian ini adalah kotoran sapi dan mol dengan jumlah 12 sampel.

E. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

1. Variable Penelitian

Variabel penelitian ini adalah:

- a. Volume biogas dengan penambahan mol bonggol pisang setelah 21 hari
- b. Volume biogas dengan penambahan mol buah pepaya setelah 21 hari

2. Definisi Operasional

Tabel 3.4 Tabel Variabel dan Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional
1	Kotoran sapi	Limbah ternak dari hasil pencernaan sapi local/import dengan jenis makanan rumput dan konsentrat yang mengandung banyak selulosa dan lignin yang diperoleh dari peternakan
2.	Mol Bonggol Pisang	Hasil fermentasi bonggol pisang yang mengandung bakteri yang dapat menghasilkan biogas dari penguraian kotoran sapi
3.	Mol Buah Pepaya	Hasil fermentasi buah yang mengandung bakteri yang dapat

No	Variabel	Definisi Operasional
		menghasilkan biogas dari penguraian kotoran sapi
4.	Biogas	Gas yang dihasilkan oleh aktifitas mikroorganisme secara anaerobik yang berasal dari bahan-bahan organik seperti, kotoran manusia dan hewan, limbah domestik (rumah tangga). Kandungan biogas metan (CH ₄) dan karbondioksida (CO ₂)
5.	Waktu Fermentasi	Waktu fermentasi anaerob yang dibutuhkan untuk terbentuknya biogas

F. Jenis data dan instrumen

1. Data Primer

Data yang didapat dari hasil pengukuran langsung pada objek yang diteliti yaitu:

- a. Data hasil kecepatan terbentuknya biogas yang dihasilkan dari fermentasi selama beberapa hari.
- b. Data suhu yang dihasilkan pada digester pengambilan hasil biogas

2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari hasil studi kepustakaan yang berkaitan dengan penelitian-penelitian yang berkaitan melalui jurnal, buku dan website.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

A. Model Digester

1. Spesifikasi Digester

- a. Pipa : diameter = 3/4 cm
tinggi = 35 cm
- b. Jerigen : 10 L
- c. Plastik penampung : volume = 1 L
Diameter = 10 cm
tinggi = 10 cm

2. Proses Pengolahan

- a. Siapkan kotoran sapi dengan perbandingan 1:2 yaitu 3.5 Kg Kotoran Sapi dan 6.5 lt air
- b. Aduk kembali hingga homogen
- c. Masukkan adonan kedalam digester
- d. Kemudian untuk formula 1 tambahkan mol bonggol pisang sebanyak 300 ml
- e. Untuk formula 2 tambahkan mol bonggol pisang sebanyak 500 ml
- f. Untuk formula 3 tambahkan mol buah pepaya sebanyak 300 ml
- g. Untuk formula 4 tambahkan mol buah pepaya sebanyak 500 ml
- h. Aduk kembali hingga homogen
- i. Ukur volume biogas setelah hari ke 7, 14, dan 21

B. Hasil Uji Model

Penentuan Waktu Tinggal

Dalam pelaksanaan penelitian, setelah dirancang dan siap digunakan untuk pengolahan biogas, kotoran sapi dengan tambahan mol bonggol pisang yang berbeda tiap formula yaitu 300 ml, 500 ml, dan mol buah pepaya 300 ml, 500 ml diolah dengan digester tersebut dengan waktu tinggal pengolahan 0-7 hari, 7-14 hari, dan 14-21 hari, yang kemudian dihitung volume biogas.

C. Hasil Penelitian

1. Hasil Pengukuran Volume Biogas

a. Hasil pengukuran Volume Biogas

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Volume Biogas (ml)

Minggu	Waktu Fermentasi	Replikasi	Volume Biogas (Formula)							
			Mol Bonggol Pisang				Mol Buah Pepaya			
			Formula 1		Formula 2		Formula 3		Formula 4	
			Hasil	Rata-rata	Hasil	Rata-rata	Hasil	Rata-rata	Hasil	Rata-rata
1	7 Hari	1	530 ml	541 ml	580 ml	591 ml	485 ml	455 ml	470 ml	448 ml
		2	545 ml		610 ml		450 ml		465 ml	
		3	550 ml		585 ml		430 ml		410 ml	
2	7 Hari	1	550 ml	591 ml	625 ml	678 ml	420 ml	420 ml	435 ml	440 ml
		2	570 ml		730 ml		450 ml		465 ml	
		3	655 ml		680 ml		390 ml		420 ml	
3	7 Hari	1	560 ml	580 ml	590 ml	603 ml	410 ml	383 ml	435 ml	442 ml
		2	550 ml		640 ml		380 ml		455 ml	
		3	630 ml		580 ml		360 ml		435 ml	
Jumlah	21 Hari		1.712 ml		1.872 ml		1.258 ml		1.330 ml	

Keterangan:

Formulasi 1 = Kotoran sapi 3.5 kg + Air 6.5 L + Mol Bonggol Pisang 3% (300ml)

Formulasi 2 = Kotoran sapi 3.5 kg + Air 6.5 L + Mol Bonggol Pisang 5% (500ml)

Formulasi 3 = Kotoran sapi 3.5 kg + Air 6.5 L + Mol Buah Pepaya 3% (300ml)

Formulasi 4 = Kotoran sapi 3.5 kg + Air 6.5 L + Mol Buah Pepaya 5% (500ml)

Dari data tabel di atas menunjukkan bahwa hasil pengukuran volume biogas formula 1, formula 2, formula 3 dan formula 4 dengan lama fermentasi 0-7 hari, 7-14 hari, 14-21 hari rata-rata terjadi peningkatan.

$$\text{Rata-rata} = \frac{\text{Hasil Replikasi 1+2+3}}{\text{Jumlah Replikasi}}$$

b. Rekapitulasi rata – rata hasil volume biogas

Tabel 4.2 Rekapitulasi Rata-rata Hasil Volume Biogas (ml)

Minggu	Waktu Fermentasi	Volume Biogas			
		Mol Bonggol Pisang		Mol Buah Pepaya	
		Formula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4
1	7 hari	541 ml	591 ml	455 ml	448 ml
2	7 hari	591 ml	678 ml	420 ml	440 ml
3	7 hari	580 ml	603 ml	383 ml	442 ml

Dari tabel diatas dapat dilihat volume tertinggi terdapat pada formula 2 dengan rata-rata 678 ml pada minggu ke 2 dengan lama fermentasi 7 hari, serta volume terendah pada formula 3 dengan rata – rata 383 ml pada minggu 3 dengan waktu fermentasi 7 hari.

c. Produktifitas Biogas

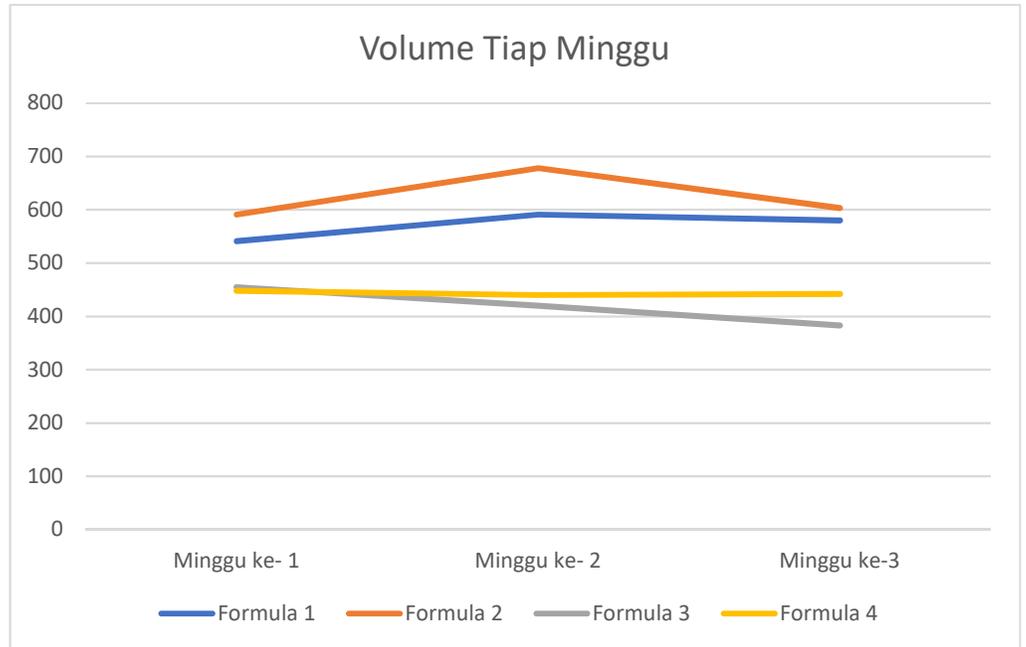
Data volume dapat diperoleh dalam perlakuan minggu ke-1, minggu ke-2, dan minggu ke-3 dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Volume Biogas} = \frac{\text{Volume bigas diplastik(ml)}}{\text{Hari}}$$

Table 4.3 Produktifitas volume biogas (ml/hari)

Minggu	Volume Biogas Per Hari			
	Mol Bonggol Pisang		Mol Buah Pepaya	
	Formula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4
1	77.28 ml/hari	84.42 ml/hari	65 ml/hari	64 ml/hari
2	84.42 ml/hari	60 ml/hari	60 ml/hari	62.85 ml/hari
3	82.52 ml/hari	86.14 ml/hari	54.71 ml/hari	63.14 ml/hari

d. Garfik Kenaikan Volume



Keterangan:

Formulasi 1 = Kotoran sapi 3.5 kg + Air 6.5 L + Mol Bonggol Pisang 3% (300ml)

Formulasi 2 = Kotoran sapi 3.5 kg + Air 6.5 L + Mol Bonggol Pisang 5% (500ml)

Formulasi 3 = Kotoran sapi 3.5 kg + Air 6.5 L + Mol Buah Pepaya 3% (300ml)

Formulasi 4 = Kotoran sapi 3.5 kg + Air 6.5 L + Mol Buah Pepaya 5% (500ml)

Pada grafik diatas dapat dilihat kenaikan volume biogas pada setiap formula mengalami kenaikan tertinggi pada minggu ke 2 dan mengalami penurunan pada minggu ke 3.

BAB V

PEMBAHASAN

A. Analisis Penambahan Volume Biogas

Secara keseluruhan hasil penelitian volume yang dihasilkan dengan penambahan mol bonggol pisang dan mol buah pepaya lebih banyak karena penambahan nutrisi dan bakteri mempengaruhi produksi biogas. Volume biogas yang dihasilkan tertinggi pada formula 2 yaitu kotoran sapi + air dan penambahan mol bonggol pisang 500 ml dengan lama fermentasi selama 21 hari, sedangkan volume gas terendah pada formula 3 yaitu kotoran sapi + air dengan penambahan mol buah pepaya 300ml. pada setiap formula produksi biogas mengalami kenaikan pada minggu ke-2 dan mengalami penurunan pada minggu ke-3. Volume biogas yang dihasilkan dari keempat formula selama 21 hari, yaitu 1.712 ml, 1.872 ml, 1.258 ml, dan 1.330 ml, sehingga mol yang paling banyak menghasilkan biogas adalah formula kedua.

Menurut (GN. Widiana, 2011), fermentasi merupakan suatu cara mengudat substrat menjadi biogas dengan menggunakan bantuan mikroba, sehingga setiap kelompok mol yaitu mol bonggol pisang dan mol buah pepaya memiliki pengaruh yang berbeda terhadap kuantitas produksi biogas didapatkan mol bonggol pisang lebih banyak mengandung sumber nutrisi dan jenis mikroba yang dapat membantu meningkatkan produksi biogas.

B. Volume Biogas

Pengenceran bahan baku pembuatan biogas dari kotoran sapi segar dicampur dengan air dengan perbandingan 1:1 sampai 1:2 berdasarkan unit volume digester 10 liter, jumlah penambahan disesuaikan dengan keadaan kotoran disebabkan oleh jenis pakan yang diberikan kepada sapi. Pengadukan dilakukan untuk menjaga total partikel padat tidak mengendap pada dasar

digester. Jika terlalu pekat akan menyebabkan produksi gas tidak maksimal (Sri Wahyuni, 2009)

Mol mengandung unsur hara makro dan mikro yang juga mengandung mikroba yang berpotensi sebagai pendekomposer bahan organik (Purwasasmita dan Kunia, 2009). Didapat hasil dari empat formula tersebut:

1. Formula 1

Pada formula pertama kotoran sapi + air (1:2) ditambah mol bonggol pisang 300 ml (3%) didapatkan minggu ke-1 menghasilkan biogas rata-rata sebanyak 541 ml dari 3 replikasi, minggu ke-2 menghasilkan biogas sebanyak 591 ml dan minggu ke-3 menghasilkan biogas sebanyak 580 ml. Volume biogas terbanyak pada minggu ke-2. Selama 21 hari pada formula kesatu didapatkan hasil volume 1,712 ml.

2. Formula 2

Pada formula kedua kotoran sapi + air (1:2) ditambah mol bonggol pisang 500 ml (5%) didapatkan minggu ke-1 menghasilkan biogas rata-rata sebanyak 591 ml dari 3 replikasi, minggu ke-2 menghasilkan biogas sebanyak 678 ml dan minggu ke-3 menghasilkan biogas sebanyak 603 ml. Volume biogas terbanyak pada minggu ke 2. Selama 21 hari pada formula kedua didapatkan hasil volume 1,872 ml.

3. Formula 3

Pada formula ketiga kotoran sapi + air (1:2) ditambah mol buah pepaya 300 ml (3%) didapatkan minggu ke-1 menghasilkan biogas rata-rata sebanyak 455 ml dari 3 replikasi, minggu ke-2 menghasilkan biogas sebanyak 420 ml dan minggu ke-3 menghasilkan biogas sebanyak 383 ml. Volume biogas terbanyak pada minggu ke-1. Selama 21 hari pada formula ketiga didapatkan hasil volume 1,258 ml.

4. Formula 4

Pada formula keempat kotoran sapi + air (1:2) ditambah mol buah pepaya 500 ml (5%) didapatkan minggu ke-1 menghasilkan biogas rata-rata

sebanyak 448 ml dari 3 replikasi, minggu ke-2 menghasilkan biogas sebanyak 440 ml dan minggu ke-3 menghasilkan biogas sebanyak 442 ml. Volume biogas terbanyak pada minggu ke-1. Selama 21 hari pada formula keempat didapatkan hasil volume 1,330 ml.

Dari keempat formula mol volume biogas mengalami kenaikan pada minggu ke-2 dan mengalami penurunan pada minggu ke-3 dilihat dari grafik kenaikan dan penurunan hasil mingguan setiap sampel.

C. Produktifitas Volume Biogas

Pembentukan pada tahap hidrolisis yang dilakukan oleh bakteri pembentuk gas metan dengan mengurai bahan organik menjadi asam – asam lemak yang kemudian diurai lebih lanjut menjadi biogas (Sri Wahyuni, 2009). Bakteri pembentuk asam memecah bahan organik menjadi asam-asam lemak sehingga diurai dengan mudah menjadi biogas oleh bakteri metana. Penambahan jenis dan kadar mol mempengaruhi produksi biogas:

1. Formula 1

Formula kesatu kotoran sapi + air (1:2) ditambah mol bonggol pisang 300 ml (3%) mempunyai kelajuan produksi biogas minggu 1 sebanyak 77.28 ml/hari, minggu 2 sebanyak 84.42 ml/hari dan minggu 3 82.52 ml/hari. Pada formula ini terdapat pengaruh dari penambahan jenis mol bonggol pisang dengan kadar 3%.

2. Formula 2

Formula kedua kotoran sapi + air (1:2) ditambah mol bonggol pisang 500 ml (5%) mempunyai kelajuan produksi biogas minggu 1 sebanyak 84.42 ml/hari, minggu 2 sebanyak 60 ml/hari, dan minggu 3 sebanyak 86.14 ml/hari. Pada formula ini terdapat pengaruh dari penambahan jenis mol bonggol pisang dengan kadar 5%

3. Formula 3

Formula ketiga kotoran sapi + air (1:2) ditambah mol buah pepaya 300 ml (3%) mempunyai kelajuan produksi biogas minggu 1 sebanyak 65 ml/hari, minggu 2 sebanyak 60 ml/hari, dan minggu 3 sebanyak 54.71 ml/hari. Pada formula ini terdapat pengaruh dari penambahan jenis mol buah pepaya dengan kadar 3%

4. Formula 4

Formula keempat kotoran sapi + air (1:2) ditambah mol buah pepaya 500 ml (5%) mempunyai kelajuan produksi biogas minggu 1 sebanyak 64 ml/hari, minggu 2 sebanyak 62.85 ml/hari, dan minggu 3 sebanyak 63.14 ml/hari. Pada formula ini terdapat pengaruh dari penambahan jenis mol buah pepaya dengan kadar 5%

Keempat formula menunjukkan bakteri pembentuk biogas bekerja dengan optimal, dilihat dengan naiknya kelajuan setiap formula pada minggu ke-2, semakin tinggi kelajuan produksi biogas semakin banyak biogas yang dihasilkan setiap minggu.

Sistem anerob pada keempat formula digester memberi pengaruh terhadap lingkungan optimal bagi bakteri pemecah bahan organik dan bakteri penghasil gas metan sehingga didapatkan kelajuan produksi biogas yang banyak setiap minggunya. Hasil kelajuan produksi paling banyak terdapat pada formula kedua kotoran sapi + air (1:2) ditambah mol bonggol pisang 500 ml (5%), dan yang paling sedikit pada formula ketiga kotoran sapi + air (1:2) ditambah mol buah pepaya 300 ml (3%)

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Pada penelitian ini didapatkan hasil volume total biogas mol bonggol pisang terbanyak pada formula 2 sebanyak 1.872 ml selama 21 hari.
2. Pada penelitian ini didapatkan hasil volume total biogas mol buah pepaya terbanyak pada formula 4 sebanyak 1.330 ml selama 21 hari
3. Pada penelitian ini volume biogas dengan penambahan mol bonggol pisang dan mol buah pepaya setelah 21 hari yang paling banyak menghasilkan volume biogas adalah mol bonggol pisang.

B. Saran

1. Perlu diteliti lebih lanjut untuk pengaruh parameter kimia (N,P,K,S)
2. Untuk peneliti selanjutnya dikembangkan model lain dengan penambahan nutrisi pada mol berupa fosfat dan urea
3. Perlu diteliti lebih lanjut tentang mol bonggol pisang dan mol buah pepaya terhadap biogas

Daftar Pustaka

- Beni Hermawan, Lailatul Qodriyah, dan Candrarini Puspita. 2007. *Pemanfaatan Sampah Organik Sebagai Sumber Biogas Untuk Mengatasi Krisis Energi Dalam Negeri. Karya Tulis Ilmiah Universitas Lampung*. Bandar Lampung.
- BPS. 2017. *Statistik Perusahaan Peternakan Sapi Perah 2017*. (Subdirektorat Statistik Peternakan, Ed.). BPS RI. <https://doi.org/05210.1805>
- Deublein, D. dan Steinhauser, A. 2008. *Biogas from Waste and Renewable Resources*. Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA. Weinheim.
- Ditjen PPHP. 2009b. *Petunjuk Pelaksanaan Kegiatan Pengelolaan Lingkungan (Pengembangan Biogas Limbah Ternak, Pengolahan Jarak Pagar, dan Pengolahan Kompos)*. Jakarta: Departemen Pertanian RI.
- Dwi Irawan; Eko Suwanto. 2016. *Pengaruh Em4 (Effective Microorganisme) Terhadap Produksi Biogas Menggunakan Bahan Baku Kotoran*, 5(1), 44–49. Retrieved from <http://ojs.ummetro.ac.id/index.php/turbo>
- Haryati, T. 2006. *Biogas : Limbah Peternakan yang menjadi Sumber Energi Alternatif*. Wartazoa, Vol 16, No. 3
- Karno, M.Si ; Hery Koesmantoro, M. (2013). *Membuat biogas itu mudah dan murah*. Forum Ilmiah Kesehatan (Forikes).
- Mara, I Made dan Ida Bagus Alit. 2011. *Analisa Kualitas dan Kuantitas Biogas dari Kotoran Ternak*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Mataram. Mataram.
- Megawati, Kontali WA. 2014. *Effect of Addition of EM4 (Effectiveness Microorganism-4) on The Manufacture of Biogas from Water Hyacinth and Cow Rumen*. *Journals of Renewable Natural Materials*.
- Purwasmita M, Kunia K. 2009. *Mikroorganisme lokal sebagai pemicu siklus kehidupan dalam bioreaktor tanaman*. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia- SNTKI 2009. Bandung 19-20 Oktober 2009.

- Seadi TA et.al. 2008. *Biogas*. University of Southern Denmark Esbjerg: Denmark.
- Suhastyo, A. A., Anas, I., Santosa, D. A., & Lestari, Y. 2013. *Studi Mikrobiologi dan Sifat Kimia Mikroorganisme Lokal (MOL) yang Digunakan Pada Budidaya Padi Metode SRI (System of Rice Intensification)*. *Sainteks*, X(2), 29–39.
- Sudiran, F.I. 2005. *Instrumen Sosial Masyarakat Karangmumus Kota Samarinda dalam Penanganan Sampah Domestik*. *Makara Sosial Humaniora*, 9 (1): 16-26.
- Syarief, dkk. 2012. *Mikroba Juru Masak Tanaman*. Depok: PT. Trubus Swadaya
- Omed HM, Lovett DK & Axford RFE. 2000. *Faeces as A Source of Microbial Enzymes for Estimating Digestibility*. School of Agricultural and Forest Sciences, University of Wales: Gwynedd LL57 2UW, UK Bangor.
- Wahyuni, Sri. 2011. *Biogas*. Penebar Swadaya Jakarta:
- Wahyuni, Sri. 2012. *Menghasilkan biogas dari Aneka Limbah*. P.T. Agromedia Pustaka. Yogyakarta.
- Widodo T, Asari ANE. 2006. *Rekayasa Dan Pengujian Reaktor Biogas Skala Kelompok Tani Ternak*. *Jurnal Enjiniring Pertanian*. Vol.IV, No.1:4
- Wulandari, D., D.N. Fatmawati, E.N. Qolbaini, K.E. Mumpuni, S.P. 2009. *Penerapan MOL (mikroorganisme Lokal) Bonggol Pisang Sebagai Biostarter Pembuatan Kompos*. (PKM-P. Universitas Sebelas Maret).
- Yuli, A.H, T. M. Tb. Eulis, A.K. Benito H. Ellin. 2010. *Pengaruh Campuran Feses Sapi Potong dan Feses Kuda Pada Proses Pengomposan Terhadap Kualitas Kompos*. *Jurnal Ilmu-ilmu Peternakan* 8 (6) : 299-303

Lampiran

Lampiran Dokumentasi Penelitian

Dokumentasi Penelitian



Pembuatan kotoran sapi + air (1:2)



Memasukan campuran kotoran sapi + air (1:2) + Mol



Mol Bonggol Pisang Yang Sudah Matang



Mol Buah Pepaya Yang Sudah Matang

Dokumentasi Penelitian



Sampel 1 Kotoran Sapi + Air + Mol bonggol pisang 300ml (3%)



Sampel 2 Kotoran Sapi + Air + Mol bonggol pisang 500ml (5%)



Sampel 3 Kotoran Sapi + Air + Mol buah pepaya 300ml (3%)



Sampel 2 Kotoran Sapi + Air + Mol buah pepaya 500ml (5%)

Dokumentasi Penelitian



Pemasangan Plastik Digester



Sampel 1,2,3 dan 4 minggu ke-1



Sampel Bonggol Pisang 3% dan Sampel Buah Pepaya 3% minggu ke-2



Sampel bonggol pisang 5% dan Sampel Buah Pepaya 5% minggu ke-2

Dokumentasi Penelitian



Sampel Bonggol Pisang 3% minggu ke-3



Sampel Bonggol Pisang 5% minggu ke-3



Sampel Buah Pepaya 3% minggu ke-3



Sampel Buah Pepaya 5% minggu ke-3