

BAB II

TINJAUN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

1. Penelitian dengan judul Penelitian ini berjudul **“Pengaruh Variasi Jenis Limbah Kulit Pisang Dengan Kotoran Sapi Terhadap Hasil Produksi Biogas”** yang disusun oleh Arlina, Jeanette Mutiara P. Saudale, Dwi Ana Anggorowat. Penelitian ini bertujuan untuk Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan variasi limbah kulit pisang dan kotoran sapi terhadap biogas yang dihasilkan. Dari hasil penelitian didapatkan volume gas terbanyak yaitu 409 mL pada hari ke-9 yaitu dari campuran kotoran sapi dan kulit pisang raja dengan perbandingan 1:4. Untuk nilai pH diawal terhadap semua variasi kulit pisang berada pada range 6,9-7,5 dan untuk nilai pH akhir berada pada range 5,1-5,8 hal ini berarti ketiga bioreaktor menunjukkan pH akhir dalam keadaan asam. Kemudian untuk uji nyala di dapat hasil uji nyala pada R1 (kulit pisang ambon) menghasilkan nyala api biru kemerahan kemudian pada R2 (kulit pisang kepok) dan R3 (kulit pisang raja) menghasilkan nyala api biru, berdasarkan hasil peneletian yang sudah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa produksi biogas terbaik diperoleh dari variasi kulit pisang raja.

2. Penelitian dengan Judul **“Pengaruh Variasi Volume Mol Nasi Basi Dan Kotoran Ayamras Petelur Terhadap Kecepatan Proses, Kuantitas, Dan Nyala Api Pada Proses Pembentukan Biogas”** yang disusun oleh Khafit Abdul Lubis Khoiri, Hery Koesmantoro, ST, MT, Vincentius Supriyono, SKM, M.Kes, Karno, SKM, MSi. Penelitian ini bertujuan untuk Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui Pengaruh Variasi Volume Mol Nasi Basi Dan Kotoran Ayam Ras Petelur Terhadap Kecepatan Proses, Kuantitas, Dan Nyala Api Pada Proses Pembentukan Biogas. Kesimpulan dari penelitian ini adalah dapat disimpulkan bahwa perlakuan 80 ml merupakan perlakuan paling efektif untuk proses pembentukan biogas

Tabel II.1 Perbedaan Peneliti Terdahulu dengan Peneliti Sekarang

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Jenis/Desain	Subjek dan Objek	Variabel
1	Arlina, Jeanette Mutiara P. Saudale, Dwi Ana Anggorowati	Pengaruh Variasi Jenis Limbah Kulit Pisang Dengan Kotoran Sapi Terhadap Hasil Produksi Biogas	Eksperimen	Limbah kulit pisang dan kotoran sapi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suhu kamar : (antara 20-25°C 2. Ph : 6,6 -7,5 3. Perbandingan campuran bahan 1:1:7, 1:1:5, 1:1:4 4. Bahan baku yang digunakan kotoran sapi dan air 5. Jenis limbah : kulit piang ambon (R1), kulit pisang kepok (R2), kulit pisang raja R3) 6. Waktu fermentasi 1-15 hari
2	Khafit Abdul Lubis Khoiri, Hery Koesmantoro, ST, MT, Vincentius Supriyono, SKM, M.Kes, Karno, SKM, MSi	Pengaruh Variasi Volume Mol Nasi Basi Dan Kotoran Ayam ras Petelur Terhadap Kecepatan Proses, Kuantitas, Dan Nyala Api Pada Proses Pembentukan Biogas	Analitik	Kotoran ayam dan mol nasi basi	<p>Perlakuan penambahan bahan baku kotoran ayam dengan variasi volume mol sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 20 ml MOL dan kotoran ayam 2. 40 ml MOL dan kotoran ayam 3. 60 ml MOL dan kotoran ayam

Lanjutan tabel II.1

1	2	3	4	5	6
3.	Dimas Tri Putra Sunarso	Pemanfaatan Mol Kulit Pisang Sebagai Starter Biogas Kotoran Sapi	Analitik	Kotoran sapi brahman dan mol kulit pisang kepok	Perlakuan penambahan bahan baku kotoran sapi dengan variasi volume MOL sebagai berikut : <ol style="list-style-type: none"> 1. 20 ml MOL dan kotoran sapi 2. 40 ml MOL dan kotoran sapi 3. 60 ml MOL dan kotoran sapi

B. Telaah Pustaka Yang Sesuai

1. Biogas

a. Definisi Biogas

Biogas adalah campuran gas yang dihasilkan dari penguraian bahan organik dengan bantuan bakteri untuk menghasilkan biogas melalui proses fermentasi anaerobik (kedap udara). biogas berupa gas metana(CH₄) yang dapat dikultur. Dalam memproduksi biogas harus diperhatikan bahan baku yang digunakan dan sumber limbahnya, karena kualitas dan kuantitas biogas yang dihasilkan sangat berpengaruh. (Yahya,dkk., 2018).

Biogas terutama ini mengandung gas metana(CH₄) dan karbon dioksida(CO₂), dengan sedikit peningkatan hidrogen(H₂), hidrogen sulfida(H₂S), amonia(NH₃), nitrogen(N) dan gas lainnya. . Kandungan energi biogas tergantung pada konsentrasi metana(CH₄). kandungan metana(CH₄), semakin rendah pula nilai kalornya. (Adelisa, 2015).

b. Proses pembentukan biogas

Penggunaan metode anaerobik merupakan metode yang paling umum karena menghasilkan metana dan sisa limbah cair yang kaya nutrisi seperti nitrogen dan fosfor. (Fitri, 2018).

Ada tiga kelompok bakteri yang berperan dalam proses pembentukan biogas, yaitu:

- 1) Kelompok bakteri fermentatif: *Streptococci*, *Bacteriodes*, dan beberapajenis *Enterobactericeae*
- 2) Kelompok bakteri asetogenik: *Desulfovibrio*
- 3) Kelompok bakteri metana: *Mathanobacterium*,

Metanogen secara alami tersedia dari berbagai sumber seperti air bersih, sedimen air laut, ternak, kambing, lumpur, pupuk kandang anaerobik, atau tempat pembuangan air.

Proses dekomposisi anaerobik terdiri dari beberapa langkah.:

1) Hidrolisis

Hidrolisis yaitu pemecahan bahan organik terlarut serta pemecahan bahan organik kompleks sebagai bentuk yang lebih sederhana. Mikroorganisme terutama enzim ekstraseluler seperti selulosa, amilase, protease serta lipase berperan dalam tahap hidrolisis. (Suyitno,dkk 2010).

2) Asidogenesis (Pemasaman)

Asidogenesis yaitu langkah di mana produk yang diperoleh dari hidrolisis diubah menjadi substrat metanogenik oleh bakteri asidogenik. Pada tahap ini, bakteri penghasil asam memetabolisme senyawa pendek yang terhidrolisis menjadi asam asetat(CH_3COOH), H_2 dan CO_2 (Suyitno, et al. 2010).

3) Metanogenesis

Metanogenesis adalah langkah terakhir di mana metanogen atau bakteri metanogenik menghasilkan metana, karbon dioksida, dan gas lainnya. Bakteri yang berperan dalam tahapan produksi gas CH_4 adalah metanogen (methanobacteria). Sekelompok bakteri metanogenik. Bakteri ini memerlukan kondisi kedap udara dengan suhu optimum 25°C sampai 35°C dan kisaran pH 6,5 sampai 7,5 (Suyitno, 2010).

Bergantung pada komposisi bahan baku, rasio umpan, suhu dan nilai pH, produksi metana dapat berhenti jika fermentor kelebihan muatan dan disusupi oksigen dalam jumlah besar.

c. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Biogas

Menurut Anggorowati (2021) faktor yang mempengaruhi pembentukan biogas sebagai berikut:

1) Derejat keasaman (pH)

Nilai pH optimum untuk pengolahan biogas berada pada kisaran 6,6 hingga 7,5. Semua mikroorganisme yang terlibat dalam pencernaan anaerobik memiliki kisaran pH tertentu di mana mereka tumbuh secara optimal. Bakteri acidogenic memiliki pH optimum sekitar 6, dan acetogenic serta metanogen memiliki pH optimum sekitar 7..

2) Suhu

Kisaran suhu yang dipakai dalam digester anaerobik merupakan mesofilik (25- 40°C) dan termofil(50-60°C). Pembangkit biogas memakai suhu sedang yang relatif mudah dioperasikan. Kontrol suhu yang ketat diperlukan saat beroperasi pada suhu termofilik.

3) Nutrisi

Biodegradasi yang efektif dan efisien memerlukan nutrisi dalam jumlah yang cukup seperti nitrogen, fosfor dan elemen lainnya. Nutrisi dipakai untuk membikin sel yang membuat mikroorganisme seerta memproduksi biogas..

4) Keracunan dan hambatan

Metanogen adalah mikroorganisme dan rentan terhadap toksisitas. Selain itu, metanogen juga peka terhadap oksigen (Fitri & Dhaniswara, 2018).

5) Perbandingan C-N komponen pengisian

Rasio C-N adalah pikulan karbon(C) dan nitrogen(N) bagian suatu pasukan material. Semua hamba Allah nyawa terjalin mulai sejak beberapa cetak biru karbon (C) dan beberapa pendek nitrogen (N).

6) Kandungan bahan kering

Pengisi dalam produksi biogas harus berupa pupuk cair. Kondisi keruh ini dicapai ketika bahan baku memiliki kadar air yang tinggi. Bahan baku dengan kadar air rendah dapat diubah menjadi bahan baku dengan kadar air tinggi dengan menambahkan sejumlah air sesuai dengan kadar bahan kering. (Wiratmana,dkk, 2012).

7). Mikroorganisme Lokal (MOL)

Adalah produk yang dibuat melalui proses fermentasi dari substrat/bahan tertentu yang ditanam dengan bahan-bahan alami antara lain karbohidrat (gula), protein, mineral dan vitamin. Misi MOL adalah menguraikan bahan organik dan mengolahnya menjadi kompos, pupuk organik, dan biourin. (pupuk cair).

2. Kotoran sapi

Kotoran hewan adalah sumber mikroorganisme dan banyak terkandung zat organik yang bisa mencemari lingkungan. Kotoran hewan berpotensi menjadi sumber energi alternatif, khususnya biogas (Lestaria et al. 2016). Kotoran sapi dianggap sebagai substrat yang paling cocok untuk produksi biogas sebab sudah mengandung bakteri penghasil metana yang ada pada perut ruminansia. Adanya bakteri pada kolon ruminansia mendukung proses fermentasi dan memungkinkan proses pembentukan biogas di dalam tangki digesti berlangsung lebih cepat. (Irawan,2017).

Sumber bakteri yang umum dipakai untuk produksi biogas merupakan kotoran sapi. Ternak dapat menghasilkan lebih banyak kotoran daripada ternak lainnya. Di Indonesia, sapi mampu menghasilkan rata-rata 7,28 kg pupuk kandang segar per hari. Kotoran sapi adalah starter yang baik serta

sering dipakai kotoran sapi yang dipakai sebagai bahan baku produksi biogas mempunyai rasio C/N ideal sebesar 26,5 untuk produksi biogas. (Tangkas,dkk 2016).

Rasio C/N kotoran sapi yaitu 16,6-25%. Produksi gas metana bergantung pada rasio C/N substrat. Kisaran optimal untuk proses pencernaan anaerobik adalah rasio C/N 25-30. Jika rasio C/N terlalu tinggi, nitrogen bisa cepat dikonsumsi untuk bakteri metanogen dapat dipenuhinya kebutuhan protein serta tidak akan bereaksi dengan sisa karbon.. (Fairuz,dkk, 2015).

Nilai kalor gas metana sangat tinggi, antara 4800kkal/m³ dan 6700kkal/m³, dan energi gas metana murni adalah 8900kkal/m³, hingga biogas bisa dipakai untuk penerangan, memasak, menjalankan mesin, dll. Kesetaraan antara biogas serta sumber energi lainnya. 1m³ biogas setara dengan 0,46kg gas cair (LPG), 0,62liter solar, 0,52 liter bensin, 0,80liter minyak tanah, 3liter kayu bakar dan 5kg. (Irawan, 2017) .

Komposisi untuk membuat biogas dari bahan baku kotoran sapi sebagai berikut :

Tabel II.2 Komposisi biogas dari bahan baku kotoran sapi

Jenis Gas	Kotoran Sapi
Metana (CH ₄)	65,7
Karbondioksida (CO ₂)	27,0
Nitrogen (N ₂)	2,3
Karbon Monokisida (CO)	0
Oksigen (O ₂)	0,1
Propena 9C ₃ H ₈)	0,7
Hydrogen Sulfida (H ₂ S)	0
Metana (CH ₄)	65,7

Sumber : Wulandari,2017

Kotoran sapi adalah sumber bahan baku untuk produksi biogas. Kandungan gas metana (CH₄) pada kotoran sapi sebesar 65,7%. Karena tinggi kandungan gas ini, kotoran sapi bisa digunakan sebagai bahan baku produksi biogas (Wulandari,2017).

3. Kulit Pisang

Kulit pisang mengandung banyak gula baik di dalam maupun di luar. Pada umumnya kulit pisang hanya dimakan buahnya saja dan dibuang begitu saja. Analisis kimia kulit pisang mengungkapkan bahwa kulit pisang kaya akan vitamin C, pati, protein dan lemak di bawahini:

Tabel II.3 Kandungan Kimia Kulit Pisang

Unsur	Jumlah
Air	73,6
Pati	11,48
Protein	2,15
Lemak	1,34
Gula Reduksi	7,62
Vitamin C/100g	36
Serat Kasar	1,52
Abu	1,03

Sumber : Wulandari, 2017.

Secara keseluruhan persentase terbesar terdiri dari 73,6% air dan 11,48% pati. Selain itu, kulit pisang juga mengandung 36% vitamin C, dan kulit pisang mengandung 15% potasium dan 12% fosfor, lebih banyak dari daging buahnya. Kulit pisang juga mengandung unsur-unsur seperti magnesium, belerang, serta natrium, selain fosfor dan kalium (Wulandari , 2017).

Pengujian campuran limbah kotoran sapi dan kulit pisang menunjukkan

bahwasannya sampel kulit pisang dan kulit pisang tidak layak untuk dijual dalam proses fermentasi anaerob karena biogas yang dihasilkan dari hari ke 3 dan seterusnya. Seiring waktu, produksi biogas meningkat dengan tiap perubahan rasio substrat terhadap air. Peningkatan produksi biogas berlanjut setelah hari ke-35. Jumlah biogas yang terproduksi pada hari ke-35 adalah 176. 224; dengan rasio substrat terhadap air (R) 1, padatan yang mudah menguap adalah 261 liter/kg. 1, 5, 2. Laju Produksi biogas cenderung stabil hingga 35 hari. Setelah 35 hari, laju pembentukan biogas mulai menurun. Produksi biogas terbaik dicapai dengan rasio substrat terhadap air (R) = 2. (Hidayati,2012). Hasil gas spesifik dari limbah pertanian bervariasi dari 1.500 hingga 4.500 ml per kg biomassa. Gas yang dihasilkan dari kulit pisang adalah 2480 ml/kg biomassa.

Tabel II.4 Produksi Gas Spesifik Biomassa

Bahan Biomassa	Produksi Gas Spesifik (ml/kg Biomassa)
Jerami Segar	1.800
Jerami Busuk	1.560
<i>Kulit Pisang</i>	2.480
Kol	1.520
Sampah Pasar-1	4.500
Sampah Pasar-2	2.320

Sumber : Romli dkk, 2015

Hasil analisa C/N pada berbagai jenis kulit pisang. Berikut adalah tabel kadar N total, C-organik dan ratio C/N yang didapat dari hasil Pengkajian Teknologi Nusa Tenggara Timur

Tabel II.5 C/N Ratio Dari Berbagai Kulit Pisang

No	Sampel	N total (%)	C – Organik	Ratio C/N
1	Kulit Pisang Raja	0,07	1,81	25,85
2	Kulit Pisang Kepok	0,05	2,08	41,60
3	Kulit Pisang Ambon	0,04	1,63	40,75

Dari tabel diatas dapat diketahuijika C/N Ratio dari kulit pisang kepok sangat tinggidiantara kulit pisang jenis lainnya

4. Mikroorganisme Lokal (MOL)

MOL merupakan kumpulan starter mikroorganisme pengomposan. MOL meliputi *Azotobacter* spp., *Lactobacillus* spp., bakteri selulolitik terlibat degradasi senyawa organik. Penggunaan MOL sebagai aktivator pengomposan dapat mempersingkat proses pengomposan menjadi sekitar 10 hari (Arifan,dkk. 2020).

Larutan MOL (Mikro Organisme Lokal) adalah larutan fermentasi yang dibuat dari berbagai sumber tanaman dan hewan yang tersedia secara lokal. Larutan MOL mengandung sedikit dan banyak nutrisi dan bakteri yang dapat mendegradasi bahan organik di dalam tanah, merangsang pertumbuhan tanaman, dan bertindak sebagai agen pengendali hama dan penyakit tanaman. Untuk MOL cepat, bakteri dalam larutan MOL membutuhkan glukosa, sumber bakteri dan karbohidrat (Kurniawan, 2018)

a. Glukosa

Glukosa berfungsi sebagai sumber energi dalam tubuh

Mikroorganisme bergerak secara spontan, sehingga lebih mudah untuk dimakan. Glukosa buatan laboratorium biasanya dibuat dari gula aren

yang dicincang/dimurnikan dan air kelapa..

b. Mikroorganisme lokal/sumber bakteri

Sumber bakteri MOL adalah buah busuk, keong mas, Maya, beras, dan pasir bambu lapuk. Bakteri yang dapat digunakan dalam MOL biasanya adalah beberapa jenis bakteri. Spesies bakteri yang ada adalah *Pseudomona sp.* dan pelarut *Bacillus phosphate* dan *Azospirillum spp*

c. Karbohidrat

Karbohidrat dalam MOL diperlukan untuk penguraian bakteri dan digunakan sebagai sumber energi. Karbohidrat termasuk nasi, gandum, ubi jalar, air beras, kentang, dan singkong..

d. Manfaat MOL

Keunggulan MOL adalah sebagai berikut.

- 1) Nutrisi sudah dalam bentuk larutan, sehingga tersedia dengan sangat cepat.
- 2) Jika disemprotkan langsung ke tanaman, maka akan diserap oleh daun tanaman.
- 3) Dapat digunakan sebagai agen pengurai untuk pengomposan.
- 4) Pengendalian hama, penyakit dan tanaman;
- 5) Mengurangi penggunaan pestisida yang dapat mempengaruhi kualitas tanaman. Buah busuk juga bisa digunakan dengan MOL.

e. Tahapan pembuatan MOL.

Pembuatan MOL kulit pisang sebagai berikut (Palupi,2015) :

- 1) Alat
 - a) Blender
 - b) Toples
 - c) Koran

2) Bahan

- a) Kulit pisang kepok 5 kg
- b) Air cucian beras 5liter
- c) Air kelapa 5liter
- d) Gula merah

3) Prosedur pembuatan

- a) Bersihkan kulit pisang kepok dan potong kecil-kecil.
- b) Haluskan hingga halus dan tuangkan ke dalam gelas
- c) Selanjutnya, tambahkan gula merah halus dan campurkan ke dalam toples, tambahkan 5L air kelapa dan 5L air beras, aduk hingga rata, tutup dengan koran dan ikat erat.
- d) Fermentasi selama 15 hari

5. Fermentasi

a. Definisi Fermentasi

Fermentasi adalah proses kimia mengubah menghasilkan substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Mikroorganisme yang umumnya terlibat dalam fermentasi makanan termasuk bakteri, ragi, dan kapang.. (Suprihatin, 2010).

Prinsip dasar fermentasi adalah mengaktifkan aktivitas mikroorganisme tertentu untuk mengubah sifat bahan dan menghasilkan produk fermentasi yang bermanfaat. Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi meliputi mikroorganisme, substrat(medium), pH(keasaman),suhu,oksigen,aktivitas, dll. (Afrianti, 2013).

b. Proses Fermentasi

Proses fermentasi bila dilihat dengan penggunaannya, fermentasi cara cair :

Contoh produk : etanol, protein sel tunggal, antibiotic, pelarut organik, kultur starter, dekomposisi selulosa, pengolahan limbah cair, beer, glukosa isomerase. Pada proses fermentasi cair bisa dibedakan menjadi 2 (dua) macam yaitu :

- a) Fermentasi bawah bagian atas (submerged fermentation) seperti: Etanol serta lainnya
- b) Fermentasi ekstrak (surface fermentation) seperti : nata de coco serta lainnya
- c) Fermentasi padat (solid state fermentasi) seperti: tape, oncom, koji serta lainnya

6. Digester Biogas

Biodigester adalah komponen utama produksi biogas. Biodigester adalah tempat penguraian bahan organik secara anaerobik (tanpa udara) oleh bakteri untuk menghasilkan gas CH_4 dan CO_2 . Bio-fermenter harus dibuat untuk produksi fermentasi anaerobik yang lancar.

Pada umumnya niobass dapat berkembang 4-5 hari setelah fermentor diisi. Biogas dalam jumlah besar biasanya diproduksi dalam 20-25 hari, setelah itu produksi menurun jika tangki biogas tidak diisi ulang. (Franthena, 2015).

Biogas dapat diproduksi menggunakan biofermentor. Dalam substrat bio- fermentor (kotoran sapi) dimasukkan ke dalam fermentor anaerob dan gas dihasilkan dalam waktu tertentu (Satata,2016).

Berikut merupakan beberapa tujuan pembuatannya *biodigester* :

- a. Kurangi jumlah padatan. Tujuan dari proses pulping adalah hal ini untuk mengurangi jumlah zat padat, karena tidak semua zat

padat dapat terurai, meskipun zat padat terurai menjadi gas.

- b. menghasilkan energi. Seperti diketahui, tujuan utama dari proses fermentasi adalah untuk menghasilkan gas CH₄ dengan kandungan energi sebesar 50 MJ/kg. Semakin tinggi kandungan CH₄ dalam biogas, semakin tinggi pula kandungan energi dalam biogas.

Bahan dalam *biodigester* sangat banyak dan sangat berbeda. Komponen yang digunakan untuk membuat *biodigester* bergantung pada jenis *biodigester* yang digunakan dan tujuan pembangunan *biodigester* tersebut.

Namun secara umum *biodigester* terdiri dari beberapa komponen utama sebagai berikut :

- 1) Saluran Masuk *Slurry* (Kotoran Segar)

Saluran slurry (campuran pupuk cair dan air) masuk ke reaktor utama melalui saluran ini. Tujuan pencampuran adalah untuk memaksimalkan produksi biogas, meningkatkan aliran bahan baku dan menghindari pembentukan sedimen di influen.

- 2) Ruang *Digestion* (Ruang Fermentasi)

Ruang pencernaan berfungsi sebagai tempat proses pencernaan dan dirancang agar kedap udara. Tangki biogas juga bisa dipasang di ruangan ini.

- 3) Saluran Keluar Residu (*Sludge*)

Fungsi saluran ini adalah untuk membuang lumpur yang telah mengalami proses pencernaan bakteri. Saluran ini bekerja sesuai dengan prinsip keseimbangan hidrostatik. Residu pertama yang muncul adalah lumpur masukan pertama setelah waktu tinggal. Pupuk cair yang dikeluarkan memiliki nilai gizi yang tinggi dan sangat cocok sebagai pupuk.

7. Kecepatan Proses Biogas

Kecepatan produksi biogas diperlukan untuk menentukan jumlah biogas yang diproduksi oleh 2 digester, dan juga digunakan untuk menentukan lamanya menghasilkan biogas. Saat produksi biogas terjadi dengan cepat dan membutuhkan waktu tertentu pada proses diisi digester. Hal ini karena proses fermentasi akibat aktivitas mikroorganisme didalam reaktor dengan jumlah gas yang dihasilkan berfluktuasi naik turun (Megawati, 2014)

Kecepatan proses biogas bisa diatur keadaanya bakteri pendukung supaya produksi berjalan dengan pesat. Namun, tidak semua bahan bisa tercampur serta juga butuh waktu lambat agar gas yang dihasilkan bisa keluar. Laju proses kecepatan yang dihasilkan didasarkan pada waktu fermentasi anaerobik yang diperlukan setiap senyawa, yang merupakan ukuran untuk menentukan laju proses kecepatan yang dihasilkan (Khafit,2021).

8. Kuantitas Biogas

Kuantitas biogas mengacu pada jumlah gas yang dibentuk dari proses fermentasi digester. Perhitungan volume gas penting untuk melihat jumlah material yang diperoleh dari hasil gas yang dihasilkan oleh bahan tersebut. Dapat diketahui sudah menghasilkan gas dalam digester yaitu dalam digester terdapat embun, plastik digester mengembang.

Perhitungan kuantitas gas dengan prinsip archimedes. Tangki plastik dibuat untuk menampung gas dan ditempatkan di bak berisi air. Jumlah air yang tumpah dievaluasi sebagai volume gas dalam plastik. (Made, 2011).

Pengukuran jumlah biogas diawali dengan mengukur pertumbuhan tangki penyimpanan gas masing-masing unit percobaan. Ditampilkan dalam satuan cm dari hasil pengukuran penampung gas.

Kemudian, berdasarkan volume masing- masing pengukuran, diperoleh volume dalam satuan cm^3 , dan jumlah biogas dihitung dengan rumus. lalu ubah ke liter :

$$\text{Rumus : } V = \pi r^2 \cdot t$$

Dimana :

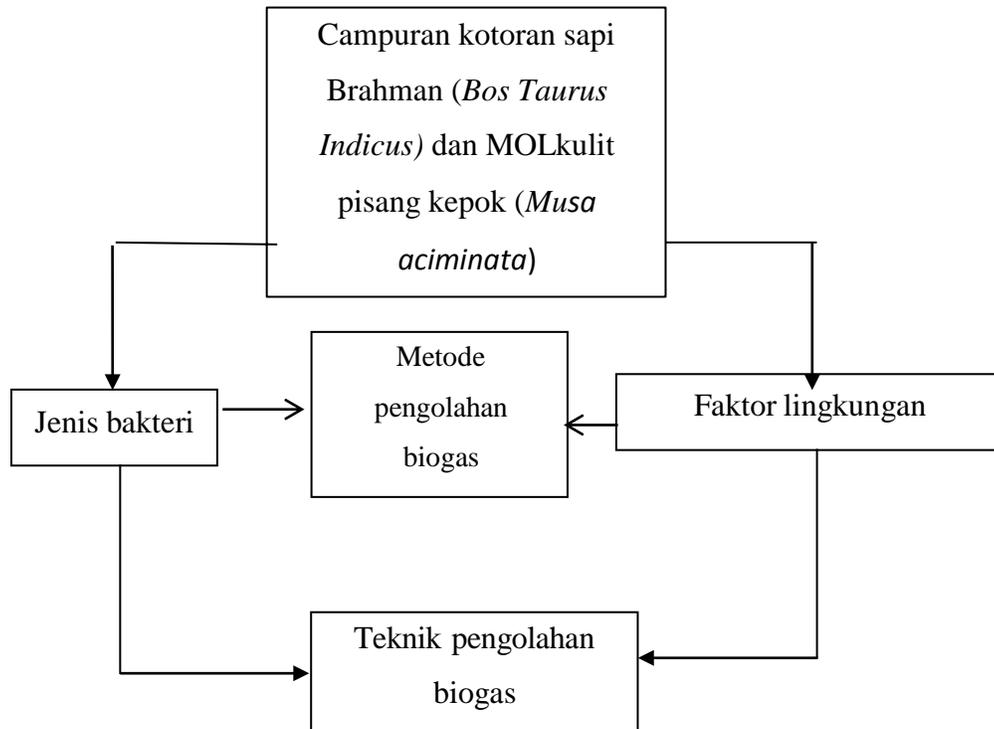
V = volume biogas (m^3)

r = jari-jari bak penampung (m)

t = selisih tinggi drum penampung (m)

C. Kerangka Teori

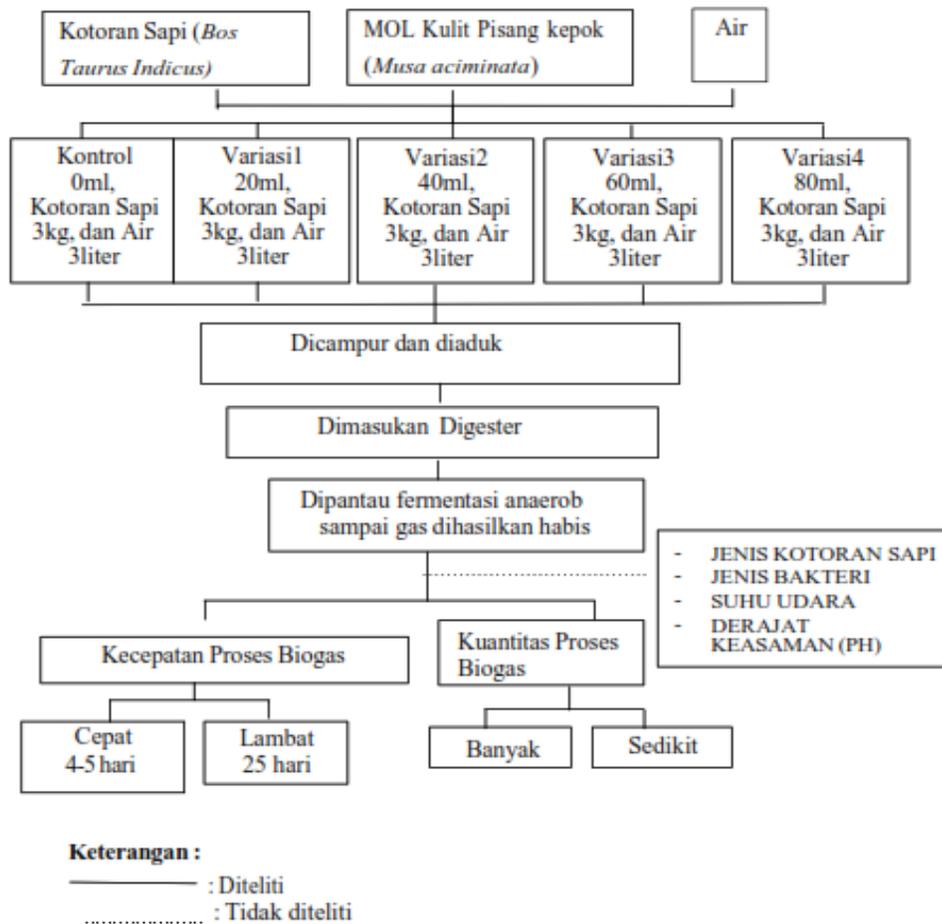
Kerangka teori pemanfaatan MOL kulit pisang kepok (*Musa aciminata*) sebagai starter biogas kotoran sapi brahman (*Bos Taurus Indicus*)



Gambar II.1 Kerangka Teori Pemanfaatan MOL Kulit Pisang Kepok (*Musa aciminata*) Sebagai Starter Biogas Kotoran Sapi (*Bos Taurus Indicus*)

D. Kerangka Konsep

Kerangka konsep pemanfaatan MOL kulit pisang kepok (*Musa aciminata*) sebagai starter biogas kotoran sapi (*Bos Taurus Indicus*)



Gambar II.2 Kerangka Konsep