

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Peneliti Terdahulu

1. Penelitian yang disusun oleh Piyantina Rukmini dengan judul “Produksi Biogas Dari Sampah Buah tomat Dan Sayur” (Piyantina Rukmini et al., 2016).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh volatile solid dan limonen pada produksi biogas. Pada penelitian ini dapat disimpulkan Penelitian menggunakan erlenmeyer 500 mL sebanyak 6 buah tomat, waterbath, manometer air, dan thermometer. Volume total digester 350 mL. Penelitian dilakukan dengan cara menghancurkan bahan baku supaya lebih mudah didegradasi oleh bakteri. Penelitian dilakukan pada kondisi mesofilik (30 – 40°C) selama 50 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada digester yang memiliki VS sama (T1 dan T3 dengan 15% VS, dan T2 dan T4 dengan 20% VS), dengan konsentrasi kulit jeruk/limonen berbeda (T1= 114ppm < T3= 170ppm, dan T2= 152ppm < T4= 225ppm), maka digester dengan konsentrasi kulit jeruk/limonen yang lebih tinggi akan menghasilkan asam asetat lebih tinggi pada setiap minggunya. Akumulasi asam asetat pada fase acethogenesis menyebabkan bakteri methanogen tidak dapat tumbuh dengan optimum pada fase berikutnya (methanogenesis). Pada kondisi yang sama, digester yang memiliki konsentrasi kulit jeruk/limonen yang lebih besar (T1 < T3, and T2 < T4) akan menghasilkan volume biogas yang lebih besar (T1= 54.963 cm³ < T3= 46.372 cm³, T2= 60.314 cm³ < T4= 69.191 cm³). Pada konsentrasi kulit jeruk/limonen 114ppm, diperoleh Metana dengan kadar 0.1298% V/grVS. Perbedaan penelitian terdahulu dengan sekarang adalah, penelitian terdahulu lebih focus ke pengaruh volatile solid dan limonen, dan juga bahan yang digunakan adalah sampah sayur dan buah tomat serta volatile solid dan limonen. Sedangkan penelitian yang sekarang hanya menggunakan sampah buah tomat saja, dan isolate bakteri dari kotoran

sapi sebagai bioaktivatornya. Penelitian yang sekarang berfokus pada pembuatan biogas dari bahan-bahan tersebut dapat dilakukan.

2. Penelitian yang disusun oleh Okke Berliana dengan judul “Produksi Biogas Dari Sampah Organik Sayur Menggunakan Isolat bakteri dan fungi Dari Feses Sapi” (Okke Berliana, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sampah sayuran dengan penambahan isolate bakteri dan fungi feses kuda mampu membentuk biogas. Pada penelitian ini menggunakan sampah organik berupa sayur dari pasar yang kemudian dihancurkan sampai menjadi bubur. Pada penelitian ini sampah organik sayuran ditambah isolate bakteri dan fungi feses sapi sebagai bioaktivatornya. Isolat tersebut di buat menggunakan skala laboratorium dengan pengenceran sampel 10 kali pengenceran. Pada penelitian ini menggunakan digester sederhana yang dari jerigen. Pada penelitian perbandingan antara sampah dan air yaitu 1 : 1 dengan 3 perlakuan, 3 variasi dan 3 kali pengulangan, yaitu penambahan isolate bakteri dan fungi dengan variasi masing – masing 10ml, 20ml dan 3ml. Proses fermentasi pada penelitian ini membutuhkan waktu kurang lebih 24 hari dengan pemeriksaan dilakukan setiap 7 hari sekali. Pemeriksaan yang dilakukan yaitu dengan mengukur suhu, volume, waktu dan nyala api. Hasil yang diperoleh yaitu variasi dengan penambahan isolate bakteri dan fungi feses sapi 30ml lebih tinggi di minggu pertama dengan volume gas rata - rata 800, penambahan 20ml lebih rendah dan kurang stabil dengan volume gas rata – rata 774, pada penambahan isolate 10 ml volume dan nyala api tidak berbeda jauh dengan penambahan isolate 20ml dan lebih stabil setiap minggunya. Jadi penambahan 10 ml lebih efisien dan lebih stabil di setiap minggunya. Perbedaan penelitian terdahulu dengan sekarang yaitu, penelitian terdahulu menggunakan bahan utama sayuran dan menganalisa suhu dan waktu, penelitian sekarang menggunakan bahan buah tomat dan hanya menganalisa volume dan nyala api saja.

Table II.1 Peneliti Terdahulu.

NO	NAMA PENELITI	JUDUL PENELITIAN	TAHUN	KESIMPULAN
1	Karman, Khotibul Umam, Arief Budi Witarto.	Uji Efektifitas Feses Ternak (Sapi, Kerbau, dan Sapi) Terhadap Produksi Biogas yang Dihasilkan di Dusun Batu Alang, Sumbawa	2019	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis perlakuan yang mana efektif dalam menghasilkan biogas. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa metode yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga replikasi. Perlakuan menggunakan bahan sampah sayur, fese sapi, feses kerbau, feses sapi, EM4, dan air. Fermentasi berisi kotoran dan air dengan perbandingan 1:1. Pengamatan dilakukan selama 13 hari selama terjadinya proses fermentasi. Dapat diketahui feses kerbau mampu menghasilkan volume gas lebih tinggi pada penelitian ini. Hasil volume biogas yaitu sampah sayuran sebesar 35 cm ³ , feses sapi sebesar 45 cm ³ , feses kerbau sebesar 75 cm ³ , dan feses. Hasil volume biogas yang tidak signifikan dan tidak ada perbedaan terhadap semua sampel. Dapat diketahui pada penelitian ini gas dari feses sapi mampu menyala lebih lama yaitu 13 detik. Hasil analisis yang digunakan yaitu one way ANOVA dengan uji lanjut <i>Least Significance Different</i> (LSD) melalui

NO	NAMA PENELITI	JUDUL PENELITIAN	TAHUN	KESIMPULAN
				<p>SPSS 22.0. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan feses kerbau lebih efektif dari uji nyala. Relevansi penelitian ini dengan penelitian diatas adalah mengetahui perbandingan volume dan gas Metana yang berada di dalam biogas. Lama fermentasi sekitar 13 hari. Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang adalah pada penelitian terdahulu menggunakan feses hewan ternak sapi, kerbau, dan sapi. Sedangkan penelitian sekarang menggunakan feses dari hewan ternak sapi dengan bahan biogas sampah buah tomat-buah tomatan.</p>
2	Okke Berliana	<p>Produksi Biogas Dari Sampah sayuran menggunakan isolate bakteri dan fungi feses sapi</p>	2021	<p>Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sampah sayuran dengan penambahan isolate bakteri dan fungi feses kuda mampu membentuk biogas. Pada penelitian ini menggunakan sampah organik berupa sayur dari pasar yang dihancurkan sampai menjadi bubur. Pada penelitian ini sampah organik sayuran ditambah isolate bakteri dan fungi feses sapi sebagai bioaktifatornya. Isolat tersebut di buat menggunakan skala laboratorium dengan pengenceran sampel 10 kali pengenceran. Pada penelitian ini menggunakan digester sederhana. Pada</p>

NO	NAMA PENELITI	JUDUL PENELITIAN	TAHUN	KESIMPULAN
				<p>penelitian perbandingan antara sampah dan air yaitu 1 : 1 dengan 3 perlakuan, 3 variasi dan 3 kali pengulangan, yaitu penambahan isolate bakteri dan fungi dengan variasi masing – masing 10ml, 20ml dan 3ml. Proses fermentasi pada penelitian ini membutuhkan waktu 24 hari dengan pemeriksaan dilakukan setiap 7 hari Pemeriksaan dengan mengukur suhu, volume, waktu dan nyala api. Hasil yang diperoleh yaitu variasi dengan penambahan isolate bakteri dang fungi feses sapi 30ml lebih tinggi di minggu pertama dengan volume gas rata - rata 800, penambahan 20ml lebih rendah dan kurang stabil dengan volume gas rata – rata 774, pada penambahan isolate 10 ml volume dan nyala api tidak berbeda jauh dengan penambahan iso;lat 20ml dan lebih stabil setiap minggunya. Jadi penambahan 10 ml lebih efisien dan lebih stabil di setiap minggunya. Perbedaan penelitian terdahulu dengan sekarang yaitu, penelitian terdahulu menggunakan bahan utama sayuran dan menganalisa suhu dan waktu, penelitian sekarang menggunakan bahan buah tomat dan hanya menganalisa volume nyala api saja. (Okke Berliana, 2021).</p>

B. Telaah Yang Sesuai

1. Sampah

a. Definisi Sampah

Sampah merupakan bahan sisa yang dihasilkan dari aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari yang tidak terpakai dan memiliki nilai jual yang rendah. Tetapi apabila sampah tersebut diolah dan ditangan maka akan mempunyai nilai jual yang tinggi dan masalah sampah akan teratasi. Sampah mempunyai beberapa jenis menurut penggolongannya. Sampah terdiri atas zat organik dan anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi perkotaan (Hadinata et al., 2021).

b. Jenis-jenis Sampah

Menurut Notoatmodjo (2011), sampah dapat dibagi menjadi berbagai jenis yaitu:

1) Berdasarkan zat kimia, sampah dibagi menjadi:

- a) Sampah an-organik adalah sampah yang tidak dapat membusuk, misalnya logam/besi, pecahan gelas, plastik, dan sebagainya.
- b) Sampah organik adalah sampah yang pada umumnya mudah membusuk, misalnya sisa-sisa makanan, daun- daunan, buah tomat-buah tomatan, dan sebagainya.

2) Berdasarkan dapat atau tidaknya terbakar

- a) Sampah mudah terbakar, yaitu kertas, karet, kayu, plastik, kain bekas, dan sebagainya.
- b) Sampah yang tidak dapat terbakar, yaitu kaleng bekas, besi/logam bekas, pecahan gelas, kaca, dan sebagainya.

3) Berdasarkan karakteristik sampah

- a) Garbage, yaitu sampah pengolahan atau pembuatan makanan, yang mudah membusuk, dan berasal dari rumah tangga, hotel, restoran, dan sebagainya.

- b) Rubbish, yaitu kertas, karton, plastik, dan sebagainya. Sedangkan tidak terbakar, seperti kaleng bekas, klip, pecahan kaca, gelas, dan sebagainya.
- c) Ashes (abu), yaitu sisa pembakaran dari bahan yang mudah terbakar, termasuk abu rokok.
- d) Sampah jalanan (street sweeping), yaitu sampah dari pembersihan jalan, campuran bermacam-macam sampah, dedaunan, kertas, plastik, pecahan kaca, besi, debu, dan sebagainya.
- e) Sampah industri, yaitu sampah yang berasal dari industri atau pabrik.
- f) Bangkai binatang, yaitu bangkai binatang yang mati.
- g) Bangkai kendaraan, yaitu bangkai mobil, sepeda motor, dan sebagainya.
- h) Sampah pembangunan, yaitu sampah dari proses pembangunan gedung, rumah, dan sebagainya.

c. Faktor yang mempengaruhi sampah

Menurut (Yeni, 2013) sampah baik kualitas maupun kuantitas sangat dipengaruhi oleh berbagai kegiatan dan taraf kehidupan.

Beberapa faktor yang penting antara lain:

1). Jumlah penduduk

Semakin banyak dan bertambahnya jumlah penduduk maka begitu pula dengan sampah yang dihasilkan.

2). Keadaan sosial ekonomi

Keadaan ekonomi dan sosial masyarakat yang semakin tinggi maka jumlah sampah perkapita juga semakin banyak.

3). Kemajuan teknologi

Dengan adanya kemajuan teknologi yang semakin pesat maka keberagaman pemakaian bahan baku, cara penegapan dan prduk manufaktur. Hal tersebut juga mampu menambah jumlah maupun

kualitas sampah.

2. Sampah Organik

a. Pengertian Sampah Organik

Sampah organik merupakan limbah yang berasal dari alam yang mampu terurai dan di daur ulang melalui proses dekomposisi atau fermentasi menggunakan mikroba. Sampah organik dapat berupa sisa dari kegiatan dipasar yang berupa sisa buah tomat dan sayuran, sisa pertanian berupa daun dan batang tumbuhan, bangka hewan dan bahan alam lainnya. Jika limbah yang dikeluarkan melebihi ambang batas toleransi lingkungan sekitar sehingga yang terjadi yaitu konsentrasi keseimbangan lingkungan akan terganggu dan akan berdampak negatif terhadap lingkungan. (Ony Tauriza, 2013).

b. Karakteristik sampah organik

Sampah organik mengandung banyak serat dan air, hal tersebut membuat sampah organik menimbulkan bau karena mudah membusuk dan mudah terurai oleh mikroorganisme.

Tabel II.2 Komponen dan Komposisi Bahan Sampah Organik

Komponen	Kadungan
Air (%)	30,0 - 60,0
Serat Kasar	4,1 – 6,0
(%)Lemak (%)	3,0 – 9,0
Amonium (mg/g	0,5 – 1,14
sampah)N organik	4,8 – 14,0
(mg/g sampah)	4,0 – 17,0
Total nitrogen (mg/g sampah)	3,1 – 9,3
Protein (mg/g	5,0 – 8,0
sampah)Keasaman	

Sumber: (Sutrisno, 2010)

c. Komposisi Sampah

Komposisi sampah merupakan komponen fisik sampah yang dipilah sesuai dengan jenis dan karakteristiknya masing-masing, seperti sisa-sisa makanan, kayu, kain tekstil, kertas, besi beton, kaca, karet-kulit dan lain sebagainya. (Ii & Pustaka, 2002).



Gambar II.1 Komposisi Sampah berdasarkan Jenisnya

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa dikota madiun timbulan sampah yang paling tinggi yaitu sampah dari sisa makanan sebesar 81%, sampah kertas karton sebesar 7,9%, dan sampah plastik sebesar 4%. Sisa makanan yang didominasi oleh bahan organik mampu dijadikan energi alternatif berupa biogas dengan penambahan kotoran ternak sebagai bakteri.

3. Sampah Buah

a. Pengertian sampah buah

Sampah buah merupakan sampah yang berasal dari sisa dari aktivitas masyarakat, sampah buah banyak berasal dari pasar dimana para penjual buah tidak mengolah sampah buah tomat tersebut dan langsung di buang di TPS. Akibat dari banyaknya peredaran buah-buahan dimasyarakat menyebabkan tingginya volume sampah dari sisa buah-buahan tersebut. Permasalahan limbah buah-buahan hingga saat ini masih belum dapat diselesaikan secara optimal, hal ini dikarenakan rendahnya tingkat

kesadaran masyarakat terhadap pengolahan limbah. Dampak dari limbah itu sendiri menyebabkan berbagai persoalan seperti timbulnya penyakit, polusi udara, dan polusi air. (Nur, 2019).

b. Kandungan sampah buah

Sampah buah mengandung beberapa zat yaitu protein dan serat. Sampah buah tomat yang dibiarkan akan membusuk dan menimbulkan gas Metana. Limbah buah-buahan mempunyai kandungan gizi rendah, yaitu protein kasar sebesar 1-15% dan serat kasar 5-38%. (Jalaluddin, Nasrul, 2016).

4 . Sampah Buah Tomat

Tomat merupakan tumbuhan dari golongan *Solanaceae* yang memiliki siklus hidup singkat dan mampu tumbuh 1-3 meter. Buah tomat merupakan buah yang setiap hari digunakan baik untuk konsumsi langsung seperti jus ataupun sebagai bumbu masak. Sampah buah tomat bisa ditemukan di pasar baik di tempat pedagang maupun di tempat pembuangan sampah. Buah tomat tomat baik bagi tubuh karena mengandung vitamin dan mineral yang cukup banyak. Pigmen merah pada buah tomat tomat mengandung likopen yang merupakan antioksidan, vitamin A, Asam askorbat dan potassium juga terkandung dalam buah tomat tomat. Pada buah tomat tomat juga terkandung besar senyawa volatile seperti alcohol, ester, aseral, lakton dan sulfur. Buah tomat tomat mengandung banyak serat dan air dimana serat akan menjadi carbon dan air akan menjadi nitrogen. Kandungan air yang cukup banyak menjadikan buah tomat mudah hancur dan cepat membusuk. Hal ini juga menjadi penguat bahwa buah tomat bagus jika di gunakan sebagai bahan dasar pembuatan biogas, dimana pada pembentukan biogas bergantung pada karbon dan nitrogen atau biasa disebut C/N Ratio. (Pertiwi, 2018).

Tabel II.3 Kandungan Buah Tomat

Kandunga pada tomat	Jumlah dalam %
Kadar Air	73,66
Total Solid	26,33
Volatil Solid	94,68
Selulosa	13,2
Hemiselulosa	2,2
Lignin	8,2

Sumber: (Pertiwi, 2018)

5. Kotoran Sapi

a. Pengertian kotoran sapi

Kotoran sapi adalah buangan dari proses metabolisme sapi yang berupa zat padat dan cair. Sapi sendiri merupakan hewan ternak yang biasa di jadikan untuk usaha sampingan para petani dan masyarakat, hal ini menjadikan para petani dan masyarakat yang memelihara sapi sebagai usaha sampingan tidak mendapat keuntungan. Hal ini disebabkan para pemelihara sapi teersebut belum memperhitungkan kebutuhan pakan, tenaga pemeliharaan dan perhatian khusus terhadap ternak, sehingga belum dapat dikembangkan dengan optimal dan belum mampu berperan dalam pemberdayaan ekonomi masyarakat. (Oktavia & Firmansyah, 2016)

b. Kandungan kotoran sapi

Kotoran sapi umumnya belum di olah secara maksimal. Hal ini dikarenakan kurangnya pengetahuan tentang manfaat dan kandungan kotoran sapi. Kotoran sapi disinyalir mengandung mikroba dan jamur dimana bakhteri tersebut dapat mengurai bahan organic seperti buah dan sayur. Pada kotoran sapi juga terkandung gas, salah satunya adalah gas metana yang cukup banyak, oleh karena itu kotoran sapi cocok untuk dibuat biogas. Berikut adalah gas terkandung pada kotoran sapi, yaitu :

Tabel II.4 Kandungan gas dalam feses sapi.

Gas Yang Terkandung	Presentase Kandungan
Metana (CH ₄)	65,7%
Karbondioksida (CO ₂)	27,0%
Nitrogen (N ₂)	2,3%
Karbon Monoksida (CO)	0%
Oksigen (O ₂)	0,1%
Propena (C ₃ H ₈)	0,7%
Nilai Kalori (KKal/m ²)	6513

Sumber : Medya, 2018.

6. Isolat Bakteri

Isolasi bakteri merupakan proses pembiakan bakteri dari lingkungan menggunakan media buatan. Tujuan dilakukannya isolasi bakteri adalah untuk mendapatkan biakan bakteri murni. Bakteri penghasil gas Metana disebut bakteri Metanaogenik. Proses produksi gas Metana sebagai metabolit bakteri disebut Metanaogenesis. Gas yang dihasilkan bakteri tersebut digunakan sebagai penyedia energi seperti energi panas, listrik atau bahan baku produksi Metanaol untuk bahan bakar mesin. (Nahdhlia et al., 2020).

Menurut buku panduan mikrobiologi (Wenny, 2016), Untuk melakukan isolasi bakteri harus diketahui cara untuk menanam bakteri. Macam-macam cara isolasi bakteri sebagai berikut :

a. *Spread plate method* (cara tebar/sebar)

Teknik *spread plate* merupakan teknik isolasi mikroba dengan cara menginokulasi kultur mikroba secara pulasan/sebaran dipermukaan media agar yang telah memadat.

b. *Pour Plate Method* (Cara Tabur)

Cara ini dasarnya ialah menginokulasi medium agar yang sedang mencair pada temperatur 45-50°C dengan suspensi bahan yang mengandung mikroba, dan menuangkannya ke dalam cawan petri steril.

c. *Streak Plate Method* (Cara Gores)

Cara gores umumnya digunakan untuk mengisolasi koloni mikroba pada cawan agar sehingga didapatkan koloni terpisah dan merupakan biakan murni. Cara ini dasarnya ialah menggoreskan suspensi bahan yang mengandung mikroba pada permukaan medium agar yang sesuai pada cawan petri.

7. Konsentrasi Substrat

Rasio C/N merupakan perbandingan kadar Karbon (C) dan kadar Nitrogen (N) dalam satuan bahan. Imbangan Karbon (C) dan Nitrogen (N) yang terkandung di dalam bahan organik sangat menentukan kehidupan mikroorganisme. Imbangan C/N yang optimum adalah 25-30. Kotoran sapi juga memiliki kandungan C/N sebesar 18. Ternak seperti sapi rata-rata lebih lama dalam menghasilkan gas bio. Lamanya produksi biogas dikarenakan mutu pakan yang lebih rendah. Tinggi rendah mutu tergantung nilai N (Nitrogen) di dalam ransum. Jadi, perbandingan C dan N menentukan waktu proses pembentukan gas bio (Maryani, 2016).

8. Mikro Organisme Lokal

Mikro Organisme Lokal adalah kumpulan mikroorganisme yang mampu mengurai dan memfermentasi bahan organik. Mikro Organisme Lokal yang biasanya digunakan dalam pembuatan biogas yaitu cairan EM4. Agar bakteri tersebut tetap hidup dan aktif haru diberi makanan berupa karbohidrat yang bisa di dapat dari air cucian beras dimana kulit ari beras mengandung banyak karbohidrat yang akan larut pada saat beras di cuci dengan air. Air cucian beras yang bewarna putih disnyalir mengandung vitamin B1, air cucian beras juga mengandung karbohidrat sebesar 90%, dan protein 80% yang mampu memnuhi kebutuhan mikroba untuk tetap hidup dan aktif agar dapat mengurai dan memfermentasi bahan organic seperti sampah buah tomat (Wandhira, Mulasari, 2013).

9. Proses Fermentasi

Fermentasi merupakan produksi energi dalam sel menggunakan keadaan anaerobik yang disebut dengan keadaan kedap udara atau dengan adanya sedikit oksigen. Fermentasi pada pembuatan biogas diawali dengan proses hidrolisis, yaitu penguraian bahan organik dengan senyawa kompleks yang memiliki sifat mudah larut seperti lemak, protein dan karbohidrat menjadi senyawa yang lebih sederhana. Bahan dasar proses pembuatan gas bio ini adalah Metana (CH_4), yang mencakup 60% - 70%, dengan sisa berupa CO_2 , H_2S , dan gas lain berupa N_2 dan H_2 . (Agusman et al., 2017).

10. Bentuk Dan Model Alat Penghasil Biogas

Menurut Paimin dan Ferry B dalam (Yamin, 2019), menyatakan bahwa ada beberapa bentuk atau model alat penghasil biogas yaitu sebagai berikut.

a. Model sederhana

Pada model sederhana hanya menggunakan dua buah drum dengan ukuran 200 liter dan 120 liter. Kelebihan dari model ini adalah biaya serta cara pembuatan dan perawatan lebih mudah. Sedangkan kekurangannya adalah gas yang dihasilkan sedikit, tidak kontinu, dan tidak praktis karena cara pengisian dilakukan sekaligus.

b. Model vertikal

Model vertikal sama dengan model sederhana, namun pada model vertikal kapasitas ditambah dengan pipa pengisian dan pembuangan. Pada model vertikal terdapat kelebihan yaitu biogas yang dihasilkan lebih banyak dan kontinu, serta pengisian dengan cara berkelanjutan. Kekurangan pada model vertikal ini adalah pembuatan alat yang cukup sulit dan biaya yang dibutuhkan lebih banyak.

c. Model Horizontal

Pada model horizontal ini gas yang dihasilkan lebih banyak

dibandingkan model sederhana, Posisi horizontal dan tabung pengumpul gas yang dibuat terpisah, membuat model ini lebih mudah dioperasikan. Model horizontal ini pada proses pembuatannya lebih sulit dan rumit, serta biaya yang dibutuhkan juga lebih besar.

11. Pembentukan Biogas

Biogas secara karakteristik fisik merupakan gas. Karena itu, proses pembentukannya membutuhkan ruangan dalam kondisi kedap atau tertutup agar stabil. Pada prinsipnya biogas terbentuk melalui beberapa proses yang berlangsung dalam ruang tanpa oksigen (anaerob). Proses yang berlangsung secara anaerob dalam tempat tertutup ini juga memberikan keuntungan secara ekologi karena tidak menimbulkan bau yang menyebar kemana-mana. (Agusman et al., 2017).

a. Hidrolisis

Hidrolisis merupakan tahap awal dari proses fermentasi. Tahap ini merupakan penguraian bahan organik dengan senyawa kompleks yang memiliki sifat mudah larut seperti lemak, protein, dan karbohidrat menjadi senyawa yang lebih sederhana. Senyawa yang dihasilkan dari proses hidrolisis di antaranya senyawa asam organik, glukosa, etanol, CO₂ dan senyawa Hidrokarbon lainnya.

b. Pengasaman

Senyawa-senyawa yang terbentuk pada tahap hidrolisis akan dijadikan sumber energi bagi mikroorganisme untuk tahap selanjutnya, yaitu pengasaman atau asidifikasi. Pada tahap ini, bakteri akan menghasilkan senyawa-senyawa asam organik seperti asam asetat, asam propionate, asam butirat, dan asam laktat beserta produk sampingan berupa alkohol, CO₂, hidrogen, dan zat ammonia.

c. Metanaogenesis

Bakteri metanogen seperti *methanococcus*, *methanosarcina*, dan *methano bacterium* akan mengubah produk lanjutan dari tahap pengasaman menjadi gas Metana, karbondioksida, dan air yang

merupakan komponen penyusun biogas. Berikut reaksi perombakan yang dapat pada tahap Metanaogenesis.

12. Biogas

Biogas salah satu energi terbarukan yang dapat digunakan sebagai salah satu alternative mengurangi penggunaan energi fosil, bahan baku dari energi biogas ini adalah sampah dan limbah organik yang banyak melimpah di sekitar kita, sisa sayuran pasar, kotoran ternak, dan kotoran manusia, merupakan beberapa contoh sampah dan limbah organik yang dapat di gunakan sebagai bahan baku biogas. Biogas adalah gas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobic atau fermentasi dari bahan organik termasuk diantaranya :kotoran manusia dan hewan, sampah sayuran. Perbandingan campuran sampah, limbah, kotoran organik terhadap campuran bakteri sangat berpengaruh terhadap gas Metana (CH_4) yang dihasilkan. Biogas yang menghasilkan gas Metana (CH_4) dan Carbondioksida (CO_2) dan sejumlah kecil nitrogen (Nitrogen), Amonia (NH_3), Belerang (SO_2), Hidrogen Sulfida (H_2S) serta Hydrogen (H) dan Oksigen (O_2) yang kandungannya sangat kecil. Energi yang terkandung dalam biogas tergantung dari konstrentasi Metana (CH_2) semakin tinggi kandungan Metana makin besar kandungan energi (nilai kalor) dan semakin kecil kandungan Metana semakin kecil nilai kalor. Dekomposisi bahan bahan organik dibawah ini kondisi kondisi anaerobik menghasilkan suatu gas yang sebagian besar terdiri atas campuran Metana dan arang dioksida. Gas ini dikenal sebagai rawa ataupun biogas. Campuran gas ini adalah hasil daripada fermentasi atau peranan anaerobic disebabkan sejumlah besar jenis organisme mikro, terutama bakteri Metana. Suhu yang baik untuk proses fermentasi ini adalah dari 300 C hingga kira kira 500 C. Salah satu lemak menghasilkan 1,25 liter biogas, tekanan atmosfer, yang terdiri dari 68% CH_4 dan 32% CO_2 , tergantung daripada komposisi bahan bahan yang dipakai, suhu dan lama dekomposisi, dapat dicatat variasi yang besar mengenai komposisi gas yang diperoleh (Mulyanto et al., 2016).

Table II.5 Zat Gas yang Terkandung Dalam Biogas

Kandungan	Rumus	Presentase
Metana	CH ₄	55% – 65%
Karbondioksida	CO ₂	36% - 45%
Nitrogen	N ₂	0 – 3%
Hidrogen	H ₂	0 – 1%
Oksigen	O ₂	0 – 1%
Hidrogen sulfida	H ₂ S	0 – 1%

Sumber: (Mulyanto et al., 2016).

13. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Biogas

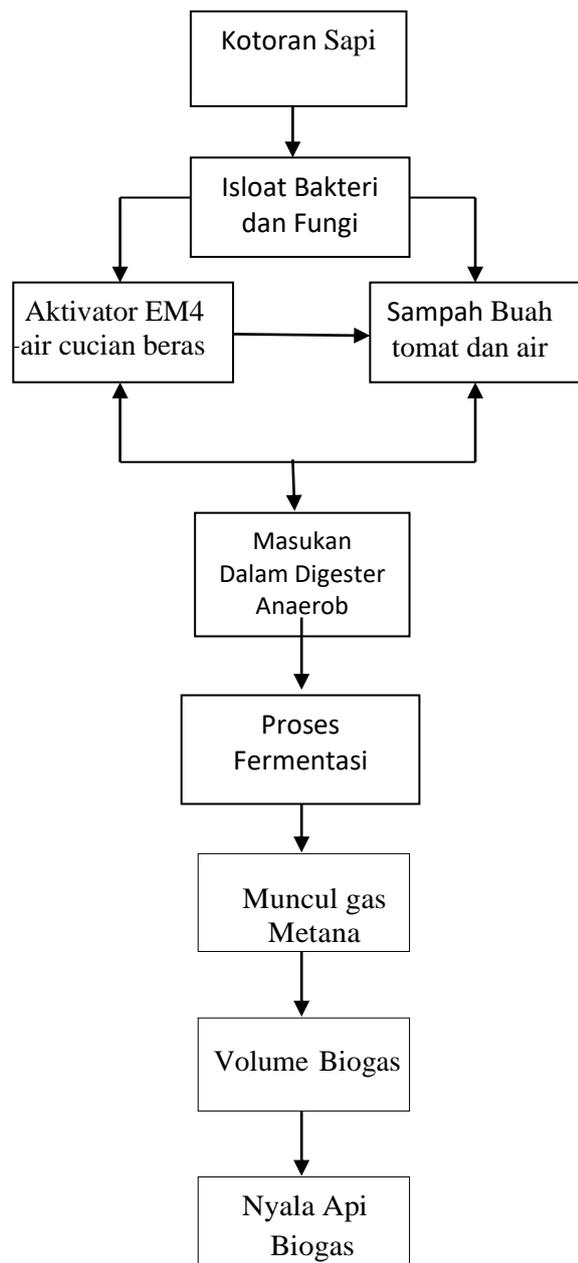
Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan biogas adalah kondisi anaerob, kandungan atau senyawa dalam bahan, temperatur, derajat keasaman (pH), ketersediaan nutrisi, pengadukan, zat racun (toxic), dan pengenceran (kadar air). Namun variasi komposisi pada pencampuran limbah juga memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap kadar Metana yang akan dihasilkan dalam pembentukan biogas. Pencampuran kedua limbah dapat mempengaruhi nilai derajat keasaman (pH), rasio C/N serta pengenceran (kadar air). Dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi perbandingan campuran antara limbah cair aren dan kotoran sapi terhadap biogas yang dihasilkan (Ramdiana, 2017).

14. Dasar Hukum

Menurut (President of Indonesia, 2006) pengembangan energi alternatif terbaharukan diterbitkan oleh Peraturan Presiden RI nomor 5 Tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional untuk mengembangkan energi alternatif sebagai dasar hukum. Biogas sebagai energi alternatif yang berbahan baku biomasa, antara lain tanaman, limbah, tinja dan kotoran hewan yang efisien untuk mengurangi ketergantungan bahan bakar minyak.

C. Kerangka Teori

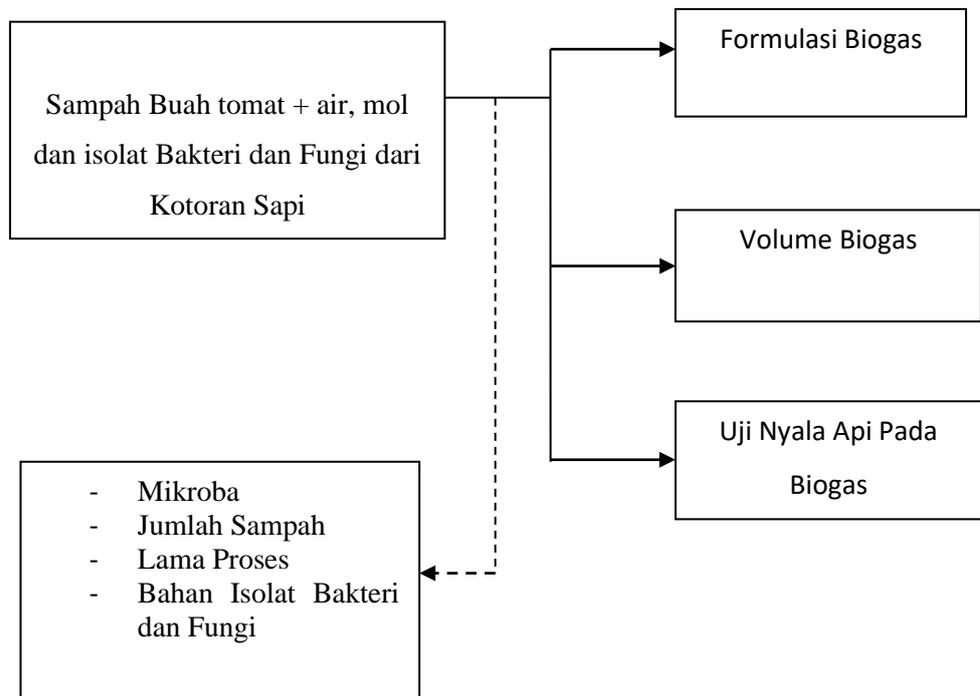
Kerangka teori merupakan suatu gambaran atau rencana yang berisi penjelasan bahan penelitian dan biasanya terdapat kaitan antara sebab dan akibat. Berikut adalah gambar kerangka penelitian, yaitu :



Gambar II.2 Kerangka Teori Pembuatan Biogas Dari Sampah Buah Tomat Dengan Menggunakan Isolat Bakteri Dan Fungi Kotoran Sapi.

D. Kerangka Konsep

Kerangka konsep merupakan sebuah alur pemikiran terhadap suatu hubungan antar konsep satu dengan konsep lainnya untuk dapat memberikan gambaran dan asumsi terkait dengan variable-variabel yang akan diteliti. Berikut gambar kerangka konsep penelitian, yaitu:



Gambar II.3 Kerangka konsep Pembuatan Biogas Dari Sampah Buah Tomat Dengan Menggunakan Isolat Bakteri Dan Fungi Kotoran Sapi.