

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

1. Penelitian 1

Febrina Noresta, dkk., 2013 Pengaruh Komposisi Masukan dan Waktu Tinggal Terhadap Produksi Biogas dari Kotoran Ayam.

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan senyawa metana, mengetahui pengaruh komposisi masukan dan waktu tinggal fermentasi. Variabel dalam penelitian ini adalah komposisi masukan antara starter (kotoran sapi) dan kotoran ayam (bahan baku) dengan komposisi masukannya adalah 25% : 75%, 50% : 50%, 75% : 25%, waktu tinggal proses fermentasi anaerobik selama 5 hari, 10 hari, 15 hari, 20 hari dan 25 hari dan komposisi biogas yang dihasilkan yaitu Metana (CH₄), Karbon Dioksida (CO₂), Nitrogen (N₂), dan Oksigen (O₂). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode fermentasi anaerobik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biogas dengan kandungan gas metana terbesar terdapat pada komposisi masukan dengan perbandingan 50% : 50% yaitu 33, 92 mg atau 19,86 (% volume biogas) dengan waktu fermentasi selama 15 hari.

Perbedaan penelitian terdahulu dan penelitian sekarang adalah perbedaan jenis bahan baku yang digunakan untuk membuat biogas. Penelitian sekarang menggunakan bahan baku kotoran sapi dan kotoran kambing. Serta variabel dalam penelitian ini yang berbeda adalah kemunculan gas metan (CH₄) pada proses produksi dan variasi komposisi masukan yang lebih banyak yaitu 100% : 0%, 25% : 75%, 50% : 50%, 75% : 25%, 0% : 100%.

2. Penelitian 2

Anak Agung Intan Putri, dkk., 2014 Pengaruh Jenis Kotoran Ternak Terhadap Kuantitas Biogas.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh jenis kotoran ternak terhadap kuantitas biogas yang dihasilkan. Variabel dalam penelitian ini adalah komposisi bahan baku yang digunakan dan kuantitas gas yang dihasilkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode fermentasi anaerobik. Hasil penelitian ini menunjukkan dari 12 liter adonan biogas yang difermentasi secara anaerobik selama 2 minggu, rata-rata kuantitas biogas pada kotoran sapi sebesar 2,295 liter dengan presentasi sebesar 34%; kemudian rata-rata kuantitas biogas pada kotoran kambing sebesar 1,063 liter dengan presentase sebesar 16%; dan rata-rata kuantitas biogas pada campuran antara kotoran sapi dengan kotoran kambing sebesar 3,399 liter dengan presentase sebesar 50%. Setelah diuji statistik menggunakan uji *One Way Anova*, jenis kotoran ternak berpengaruh terhadap kuantitas biogas.

Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang adalah lebih memfokuskan pada kemunculan gas metan (CH_4) pada proses produksi, variasi komposisi masukan yang lebih banyak yaitu 100% : 0%, 25% : 75%, 50% : 50%, 75% : 25%, 0% : 100%, dan waktu fermentasi anaerobik atau waktu tinggal lebih lama lagi yaitu selama 30 hari.

(Matriks Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang Terlampir)

B. Tinjauan Terdahulu yang Sesuai

1. Biogas

a. Pengertian Biogas

Biogas merupakan gas yang diperoleh dari proses fermentasi atau penguraian bahan-bahan organik seperti kotoran manusia, kotoran hewan, atau sampah oleh mikroorganisme dalam kondisi tanpa adanya

oksigen atau anaerob. Biogas merupakan campuran beberapa gas dengan komponen utama adalah gas metana (CH_4) dan karbondioksida (CO_2). Dengan sejumlah kecil uap air, hidrogen sulfida (H_2S), karbonmonoksida (CO), dan nitrogen (N_2) (Hardoyo dkk., 2014).

Berat biogas kurang lebih 20% lebih ringan dibandingkan dengan udara. Suhu pembakaran pada biogas sekitar $650\text{ }^\circ\text{C}$ - $750\text{ }^\circ\text{C}$. Keuntungan dari biogas ini tidak menimbulkan bau dan tidak berwarna, serta apabila saat dibakar warna nyala api biru cerah seperti warna nyala api yang dihasilkan gas LPG. Menurut LIPI (2005), Gas metana terbentuk karena adanya proses fermentasi pada bahan-bahan organik secara anaerobik oleh bakteri metan yang ada di dalam biogas sehingga terbentuk gas metan (CH_4) yang menghasilkan energi dan dapat digunakan sebagai bahan bakar. Kandungan yang ada di gas metan sama dengan yang ada di gas LPG (*Liquid Petroleum Gas*), yang membedakannya adalah gas metan hanya memiliki satu atom C, sedangkan pada LPG lebih banyak memiliki atom C. Sehingga efisiensi pembakaran biogas sekitar 60% jika digunakan pada kompor biogas konvensional (Wahyuni, 2015).

Tabel II. 1 Komposisi Senyawa Penyusun Biogas

Kandungan Gas	Nilai (%)
Metana (CH_4)	54-70
Karbondioksida (CO_2)	27-45
Nitrogen (N_2)	3-5
Hidrogen (H_2)	1
Karbonmonoksida (CO)	0,1
Oksigen (O_2)	0,1
Hidrogen Sulfida (H_2S)	Sedikit

Sumber: Sunaryo (2014)

b. Kadar Metan (CH_4)

Menurut Rahayu, dkk. (2012) kandungan terbesar di dalam biogas adalah gas metana (CH_4). Gas metana ini mengandung nilai kalor yang cukup tinggi, yaitu sekitar 4800 Kkal/m^3 sampai 6700 Kkal/m^3

sehingga dapat digunakan menjadi bahan bakar, karena di dalam gas metana yang murni memiliki kandungan energi sebanyak 8.900 Kkal/m³. Karena hal tersebut biogas dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti memasak, penerangan, menggerakkan mesin dan sebagainya. Kesetaraan biogas jika dibandingkan dengan sumber energi lain, yaitu 1 m³ biogas setara dengan LPG 0,46 Kg; 0,62 L minyak tanah; 0,80 L minyak bensin; 0,52 L minyak solar; 3,50 Kg kayu bakar; dan 1,50 m³ gas kota (Sunaryo, 2014).

Tabel II. 2 Perkiraan Produksi Biogas dari Beberapa Jenis Kotoran

Jenis Kotoran	Perkiraan Produksi Biogas (m³) per Kg Kotoran
Sapi/Kerbau	0,023 - 0,04
Babi	0,04 - 0,059
Unggas	0,065 - 0,116
Manusia	0,02 - 0,028
Kuda	0,02 - 0,035
Domba/Kambing	0,01 - 0,031
Jerami Padi	0,017 - 0,028
Jerami Jagung	0,035 - 0,048
Rumput	0,028 - 0,055
Rumput Gajah	0,033 - 0,056
Bagase	0,014 - 0,019
Sayuran	0,03 - 0,04
Alga	0,038 - 0,055

Sumber: (Suyitno, dkk., 2010)

c. Faktor yang Mempengaruhi Produksi Biogas

Keberhasilan dalam produksi biogas dipengaruhi beberapa faktor, faktor yang mempercepat proses fermentasi salah satunya lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan mikroorganisme penguraian seperti kondisi tanpa oksigen atau anaerobik (Simamora, S. et al, 2006).

1) Bahan Baku Isian Biogas

Bahan baku isian dapat berupa bahan yang organik seperti kotoran peternakan, limbah hasil pertanian, sisa dapur, serta sampah organik yang tidak bercampur dengan bahan anorganik. Di dalamnya harus mengandung 7% - 9% bahan organik kering dengan pengenceran

menggunakan air 1 : 1 (bahan baku : air). Imbangan C/N optimum yang terkandung dalam bahan organik adalah 25 - 30, ini agar aktivitas mikroorganisme perombak tidak terganggu dan tetap dapat hidup.

2) Derajat Keasaman (pH)

Di dalam digester biogas kehidupan mikroorganisme memiliki nilai derajat keasaman yang optimum sekitar 6,8 - 7,8 karena derajat keasaman sangat mempengaruhi kehidupan mikroorganisme.

3) Suhu

Pada saat kondisi suhu yang ekstrim baik itu tinggi maupun rendah, membuat bakteri metanogen dalam keadaan tidak aktif. Suhu optimumnya yaitu 35°C ketika suhu udara turun sampai 10°C produksi gas menjadi berhenti. Produksi gas sangat bagus pada kisaran suhu 25°C dan 30°C (Wahyuni, 2009).

4) Lama Proses Fermentasi

Menurut Hadi dalam Maryani, (2016) selama kurang lebih 10 hari biogas sudah mulai berproduksi. Dan fermentasi sudah terbentuk sekitar 0,1 - 0,2 m³/kg dari berat bahan kering yang digunakan untuk digester. Jika waktu fermentasi ditambah dari 10 sampai 30 hari produksi biogas akan meningkatkan sebesar 50%. Dan menurut Sembiring dalam Maryani, (2016) biogas akan mencapai hasil maksimal pada proses fermentasi hari ke-30, kemudian setelah itu akan terjadi penurunan jumlah biogas.

5) Kandungan Bahan Kering

Aktivitas normal mikroba metan membutuhkan sekitar 90% air dan 7-10% bahan kering. Untuk kandungan kering sejumlah tersebut bahan baku isian akan dicampur dengan perbandingan tertentu. Dibawah ini kandungan rata-rata bahan kering dari berbagai jenis kotoran.

Tabel II.3 Kandungan Rata-Rata Bahan Kering Dari Berbagai Jenis Kotoran

Jenis Kotoran	Bahan Kering
Ayam/Burung	25
Sapi	18
Babi	11
Manusia	11

Sumber: Meynell dalam Maryani (2016)

6) Konsentrasi Substrat (Rasio C/N)

Menurut Yuwono dalam Maryani (2016) bahwa rasio C/N adalah perbandingan kadar karbon(C) dan kadar Nitrogen (N) dalam satuan bahan. Imbangan karbon (C) dan nitrogen (N) yang terkandung dalam bahan organik sangat menentukan kehidupan dan aktivitas mikroorganisme. Imbangan C/N yang optimum bagi mikroorganisme perombak adalah 25-30. Kotoran (feses dan urine) sapi mempunyai kandungan C/N sebesar 18. Ternak ruminansia seperti sapi, kambing dan domba rata-rata lebih lama dalam menghasilkan biogas dibandingkan dengan ternak non ruminansia. Produksi biogas disebabkan oleh mutu pakan yang lebih rendah, sehingga rasio C/Nnya tinggi akibatnya perkembangan mikroba pembentuk gas lebih lama dibandingkan yang bermutu tinggi. Menurut Yunus dalam Maryani, (2016) tinggi rendahnya mutu ini tergantung pada nilai N (nitrogen) di dalam ransum. Namun demikian nilai N juga tergantung pada C (karbon). Jadi, perbandingan C dan N akan menentukan lama tidaknya proses pembentukan biogas.

Tabel II. 4 Perbandingan C/N dari Berbagai Jenis Kotoran Hewan dan Tumbuhan

Jenis Bahan	Perbandingan C/N
Manusia	6-10
Ayam	15
Kambing/domba	25
Babi	25
Kuda	25
Sapi/Kerbau	18
Rumput Muda	12
Sayuran (bukan kacang-kacangan)	11-19
Jerami Gandum/Padi	150
Serbuk Gergaji	200-500

Sumber: Wulandari dalam Maryani (2016)

7) Komposisi Bahan Baku

Komposisi bahan baku dibuat dengan mengkombinasikan dua atau lebih bahan baku dalam perbandingan tertentu untuk mengetahui hasil yang paling optimal dari berbagai variasi perbandingan tersebut. Variasi dari komposisi bahan baku akan mempengaruhi hasil dari biogas, sehingga hasil gas yang diperoleh beranekaragam. Di dalam penelitian Febrina Noresta, dkk. (2013), menunjukkan bahwa komposisi bahan baku dengan perbandingan 50% : 50% menghasilkan produk gas paling optimal dibandingkan komposisi bahan baku dengan perbandingan 25% : 75% dan 75%:75%.

8) Starter

Starter merupakan mikroorganisme pengurai yang dapat digunakan untuk mempercepat proses fermentasi bahan organik hingga menghasilkan biogas. Starter bisa berasal dari EM-4, *Microorganism local* (MOL), dan urin sapi.

9) Bentuk atau Model Alat Penghasil Biogas

Menurut Paimin dan Ferry dalam B. Mara dan Alit, (2011) menyatakan bahwa ada beberapa bentuk atau model alat penghasil

biogas yakni: model sederhana, model vertikal, dan model horisontal.

a) Model sederhana merupakan jenis yang paling sederhana. Bahan yang digunakan juga termasuk yang paling irit, hanya menggunakan dua buah drum dengan ukuran 200 liter dan 120 liter. Pada model ini tabung pengumpul gasnya bersatu dengan tabung pencerna. Kelebihan model ini adalah biaya yang digunakan sedikit serta cara pembuatannya dan perawatannya lebih mudah. Sementara kekurangannya adalah gas yang dihasilkan sedikit, tidak kontinu, dan tidak praktis karena cara pengisian dilakukan sekaligus.

b) Model vertikal ini hampir sama dengan model pertama, tetapi kapasitasnya ditambah dan dilengkapi dengan pipa pengisian dan pembuangan. Drum yang digunakan pun ditambah menjadi empat. Kelebihan model ini adalah gas yang dihasilkan lebih banyak dan kontinu, serah pengisian dapat dilakukan secara kontinu. Kekurangannya adalah biaya yang dibutuhkan lebih besar dan cara pembuatannya lebih sulit dibandingkan model pertama.

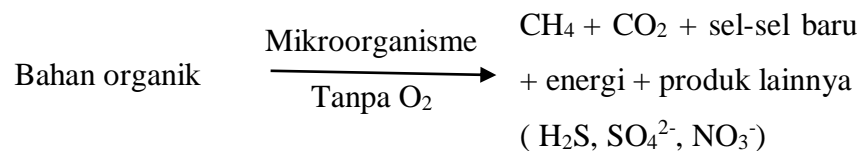
c) Model horisontal dibanding dengan model sederhana, gas yang dihasilkan oleh model horisontal lebih besar dan kontinu, disamping pengisian isinya dapat dilakukan secara kontinu. Dibandingkan model vertikal, model ini lebih praktis dalam pengoperasiannya karena posisinya horisontal dan tabung pengumpul gas dibuat secara terpisah, dan pembentukan gas pada model ini lebih efisien karena tabung pencernanya tertutup rapat. Kekurangan model ini dibandingkan model sederhana ialah cara pembuatan lebih sulit dan membutuhkan biaya yang lebih besar.

10) Proses Pembentukan Biogas

Teknologi biogas pada prinsipnya adalah teknologi yang memanfaatkan proses fermentasi (pembusukan) dari sampah organik secara anaerobik (bakteri yang hidup dalam kondisi kedap udara)

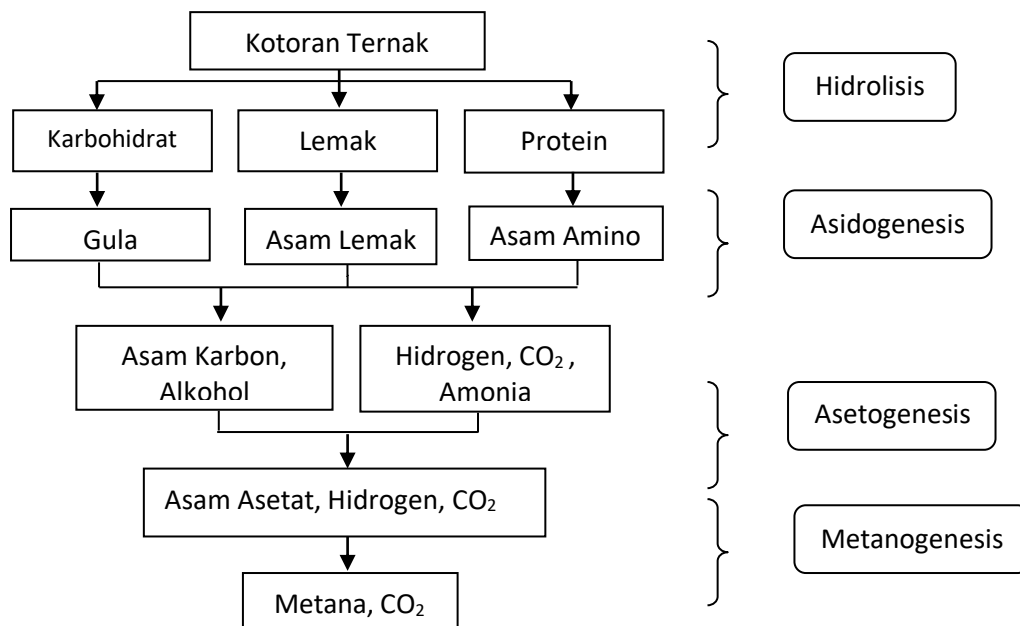
(Anggraini, et. al., 2012). Menurut Saputra, et. al., (2010) proses anaerobik adalah proses mikrobiologi, di mana mikroorganisme anaerobik menggunakan unsur karbon (C) sebagai sumber utama energi dan pembentukan karbon sel, untuk menghasilkan asam lemak volatil, gas metana (CH₄) dan CO₂. Mikroorganisme anaerobik juga membutuhkan unsur nitrogen (N) yang diperlukan untuk hidup dan pembelahan sel. Dan Astuti, et. al., (2007) menyebutkan beberapa keunggulan proses anaerobik dibandingkan proses aerobik adalah sebagai berikut:

- a) Proses anaerobik tidak membutuhkan oksigen, sementara penggunaan oksigen dalam proses penguraian limbah akan menambah biaya operasi.
- b) Penguraian anaerobik menghasilkan lebih sedikit lumpur (3-20 kali lebih sedikit dari pada proses aerobik), energi yang dihasilkan bakteri anaerobik relatif rendah.
- c) Proses anaerobik menghasilkan gas yang bermanfaat, yaitu metana.
- d) Energi untuk penguraian limbah terbilang kecil.
- e) Penguraian anaerobik cocok untuk limbah industri dengan konsentrasi polutan organik yang tinggi. Pradhan dan Gireesh dalam Purwa (2016) menyatakan bahwa dalam proses digesti anaerob terdapat sejumlah bakteri yang terlibat. Secara umum prinsip digesti anaerob adalah sebagai berikut (Hardoyo dkk., 2014):



Gambar II.1 Skema Digesti Anaerob

Proses pembentukan biogas terdiri dari 4 tahap yaitu hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan metanogenesis. (Padmono, 2007) menambahkan, secara rinci pembentukan biogas pada pengolahan anaerobik diuraikan pada diagram bagan sebagai berikut:



Sumber: (Padmono, 2007)

Gambar II.2 Skema Proses Pembentukan Biogas

Dari bagan diatas dapat diperjelas oleh keterangan dari (Coniwanti, et. al., 2009) sebagai berikut:

- a) Pada tahap hidrolisis, molekul organik yang kompleks diuraikan menjadi bentuk yang lebih sederhana seperti gula, asam amino, dan asam lemak dibantu oleh bakteri. Bakteri hidrolitik dibedakan menjadi bakteri lipolitik, amilolitik dan proteolitik. Bakteri lipolitik merupakan bakteri yang memiliki kemampuan mesintesis 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*. Bakteri yang mendegradasi pati atau karbohidrat menjadi monomernya yaitu mikroorganisme

yang bersifat amilolitik, contoh bakteri pemecah pati atau karbohidrat yaitu *Bacillus subtilis*. Sedangkan bakteri yang mampu mendegradasi protein disebut bakteri proteolitik yaitu *Bacillus*, *Clostridium*, *Pseudomonas*, dan *Proteus*. Bakteri proteolitik akan mengekskresi enzim protease yang akan menguraikan protein menjadi asam amino dan nukleat.

- b) Pada tahap asidogenesis, terjadi proses penguraian yang menghasilkan asam karbon, alkohol, hydrogen, karbon dioksida, dan amonia. Selain itu, Romli dalam Maryani (2016) menyatakan tahap asidogenesis merupakan tahap perombakan bahan organik hasil hidrolisis yang difermentasi menjadi produk akhir, meliputi asam-asam format, asetat, propionat, butirat, laktat, suksinat, etanol, dan juga senyawa mineral seperti karbohidrat, hidrogen, amonia, dan gas hidrogen sulfida. Menurut Said dalam Maryani, (2016) tahap ini dilakukan oleh berbagai kelompok bakteri, mayoritasnya adalah bakteri obligat anaerob dan sebagian yang lain bakteri anaerob fakultatif. Contoh bakteri asodeganik atau pembentuk asam adalah *Clostridium*.
- c) Pada tahap asetogenesis, dilakukan proses penguraian produk asidogenesis menghasilkan asam asetat, hidrogen, dan karbon dioksida yang dibantu oleh bakteri. 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 melakukan fermentasi asam campuran adalah *Escherichia coli*, sedangkan contoh bakteri yang melakukan fermentasi 2,3-butanediol adalah *Enterobacter*, *Klebsiella*, dan *Serratia*. Kemudian CO₂ merupakan produk utama metabolisme pada proses anaerob. Disini terdapat dua golongan bakteri yang dapat memanfaatkan CO₂ sebagai akseptor electron dalam

metabolismenya yaitu homoasetogen melalui proses asetogenesis dan metanogen melalui proses metanogenesis. Contoh bakteri yang melakukan proses asetogenesis adalah *Acetoanaeribium noterae*, *Acetogenium kivui*, *Clostridium aceticum*, *Desulfotomaculum*. *Clostridium aceticum*, menguraikan asam amino menjadi ammonia. *Desulfotomaculum*, menguraikan bangkai dan menguraikan sulfat ditempat becek dan menghasilkan H₂S.

- d) Pada tahap methanogenesis merupakan tahapan terakhir dan sekaligus yang paling menentukan, yakni dilakukan penguraian dan sintesis produk tahap sebelumnya untuk menghasilkan gas methana (CH₄) oleh bakteri. Hasil lain dari proses ini berupa karbon dioksida, air, dan sejumlah kecil senyawa gas lainnya. Bakteri yang ada di tahap methanogenesis adalah bakteri metanogenik *Methanovacterium* merupakan genus bakteri metanogen yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan energi alternative metana pada biogas. Spesiesnya berupa *Methanobacterium omelianski* dan *Methanobacterium ruminatum* yang berfungsi untuk menguraikan asam cuka menjadi metana dan karbondioksida.

11) Hukum Archimedes

Hukum Archimedes berbunyi, ”Sebuah benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam fluida akan mendapat gaya ke atas sebesar berat fluida yang dipindahkan oleh benda tersebut”. Dengan kata lain Hukum Archimedes adalah hukum yang menyatakan bahwa setiap benda yang tercelup baik keseluruhan maupun sebagian dalam fluida, maka benda tersebut akan menerima gaya apung. Besarnya gaya apung yang diterima, nilainya sama dengan berat air yang dipindahkan oleh benda tersebut (berat = massa benda x percepatan gravitasi) dan memiliki arah gaya yang bertolak belakang. Bila benda dicelupkan ke dalam zat cair atau

fluida, maka ada 3 kemungkinan yang terjadi yaitu tenggelam, melayang, dan terapung.

- a) Benda akan mengapung apabila massa jenis benda lebih kecil daripada massa jenis zat cair ($\rho_b < \rho_c$). Saat benda terapung maka hanya sebagian volume benda yang tercelup ke dalam zat cair, sedangkan sebagian lagi dalam keadaan mengapung. Volume total benda sejumlah dari volume benda yang tercelup ditambah dengan volume benda yang mengapung.
- b) Benda akan melayang apabila massa jenis benda sama dengan massa jenis zat cair ($\rho_b = \rho_c$). Benda melayang akan berada di antara permukaan zat cair dan dasar bejana.
- c) Benda akan tenggelam apabila massa jenis benda lebih besar daripada massa jenis zat cair ($\rho_b > \rho_c$), maka benda akan tenggelam dan berada di dasar bejana.

d. Manfaatkan Biogas

Menurut Hardoyo dkk. dalam Purwa (2010) menyebutkan, manfaat dan kelebihan biogas antara lain:

- 1) Dapat dimanfaatkan untuk keperluan memasak, penggerak generator untuk pembangkit listrik, sebagai solusi penyediaan energi khususnya di pedesaan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar kayu yang berasal dari penebangan pohon.
- 2) Biogas tidak menghasilkan asap, sehingga mengurangi resiko gangguan pernapasan.
- 3) Biogas menjadi sumber energi yang terbarukan karena dihasilkan dari limbah biomassa serta kotoran manusia dan hewan yang ketersediaannya sangat melimpah dan kontinu.

2. Jenis Kotoran Ternak

a. Kotoran Sapi

Menurut Setiawan dalam Pratama (2015) ada tiga pilihan untuk memanfaatkan kotoran ternak yaitu: menggunakan kotoran ternak

untuk pupuk, penghasil biogas, dan bahan pembuat bio arang. Zat-zat yang terkandung dalam kotoran ternak dapat dimanfaatkan kembali dengan menggunakan kotoran ternak sebagai pupuk kandang. Kandungan unsur hara dalam kotoran yang penting untuk tanaman adalah unsur nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Dalzel *et. al.*, (1987) dalam Outerbridge (1991) menyatakan bahwa kotoran ternak merupakan bahan organik dengan nilai C/N rendah. Menurut Wulandari dalam Maryani (2016), C/N pada kotoran sapi adalah 18. Seekor sapi dapat menghasilkan kotoran antara 8-10 kg/harinya. Kotoran sapi akan menimbulkan masalah bila tidak dimanfaatkan dan ditangani dengan baik. Hal tersebut tentu tidak dapat dibiarkan begitu saja, karena selain mengganggu dan mengotori lingkungan, juga sangat berpotensi untuk menimbulkan penyakit bagi masyarakat sekitarnya.

Ternak ruminansia seperti sapi mempunyai sistem pencernaan khusus yang menggunakan mikroorganisme dalam sistem pencernaannya yang berfungsi untuk mencerna selulosa dan lignin dari rumput atau tumbuhan hijau lain yang memiliki serat yang tinggi. Karena itu kotoran sapi masih memiliki banyak kandungan mikroba yang ikut terbawa pada feses yang dihasilkan. Hasil analisis yang dilakukan oleh Bai *et. al.* dalam Pratama (2015), menyebutkan bahwa total mikroba kotoran sapi mencapai 3.05×10^{11} cfu/gr dan total fungi mencapai 6.55×10^4 . Komposisi mikroba dari kotoran sapi mencakup ± 60 spesies bakteri (*Bacillus sp.*, *Vigna sinensis*, *Corynebacterium sp.*, dan *Lactobacillus sp.*), jamur (*Aspergillus* dan *Trichoderma*), ± 100 spesies protozoa dan ragi (*Saccharomyces* dan *Candida*). Bakteri yang terdapat pada kotoran sapi mayoritas jenis bakteri fermentor selulosa, hemiselulosa, dan pektin. Dan bakteri metanogen meliputi *Methanosarcina frisia*, *Methanobrevibacter ruminantium*, *Methanobacterium formicicum*, *Methanotherix*

soelngeni. Kotoran sapi terdiri dari serat tercerna, beberapa produk terekskresi berasal dari empedu (pigmen), bakteri usus, dan lendir.

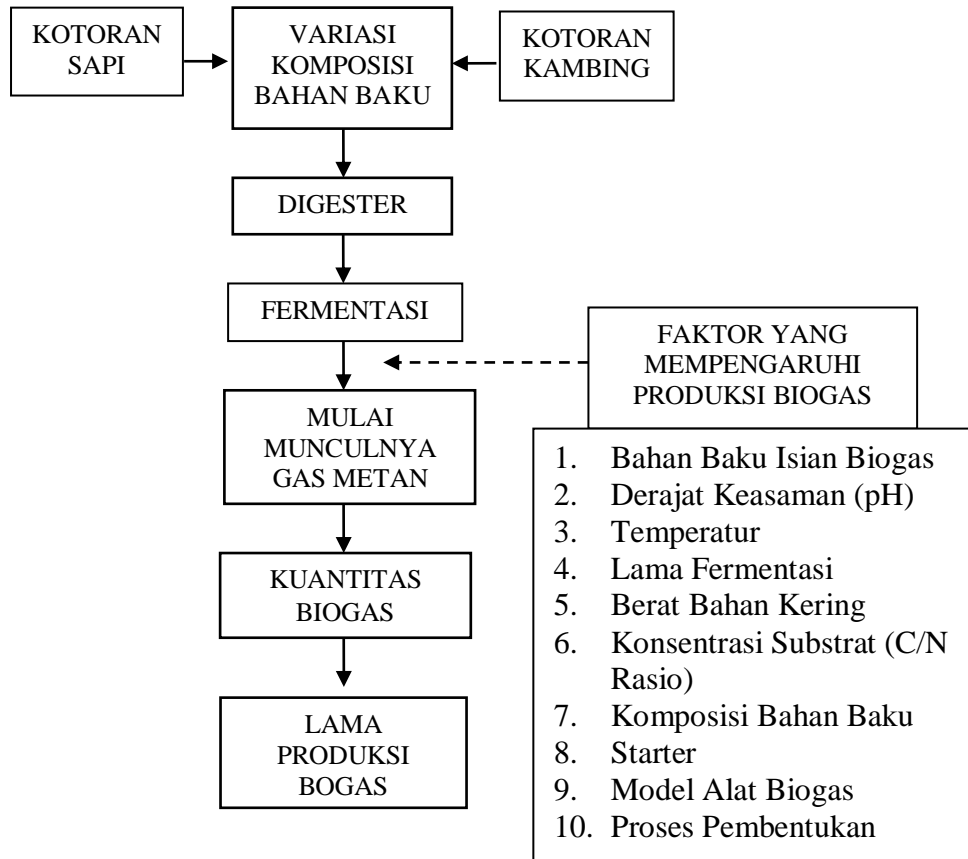
b. Kotoran Kambing

Kambing merupakan salah satu hewan yang mampu beradaptasi dengan baik diberbagai kondisi lingkungan. Kegunaan kambing umumnya dimanfaatkan dagingnya. Tekstur feses kambing adalah sangat khas, karena berbentuk butiran-butiran yang agar sukar dipecah secara fisik sehingga berpengaruh terhadap proses dekomposisi dan proses penyediaan haranya. Hasil analisis yang dilakukan oleh Hidayati dkk. dalam Pratama (2015) menyatakan bahwa total jumlah bakteri yang terdapat pada kotoran kambing adalah 52×10^6 cfu/gr, sedangkan total koliform mencapai $27,8 \times 10^6$ cfu/gr. Kotoran kambing mempunyai C/N rasio 24. Dan setiap satu ekor kambing akan menghasilkan ± 4 kg feses per harinya.

3. Hubungan Jenis Kotoran Sapi dan Kotoran Kambing Terhadap Kuantitas Biogas yang Dihasilkan

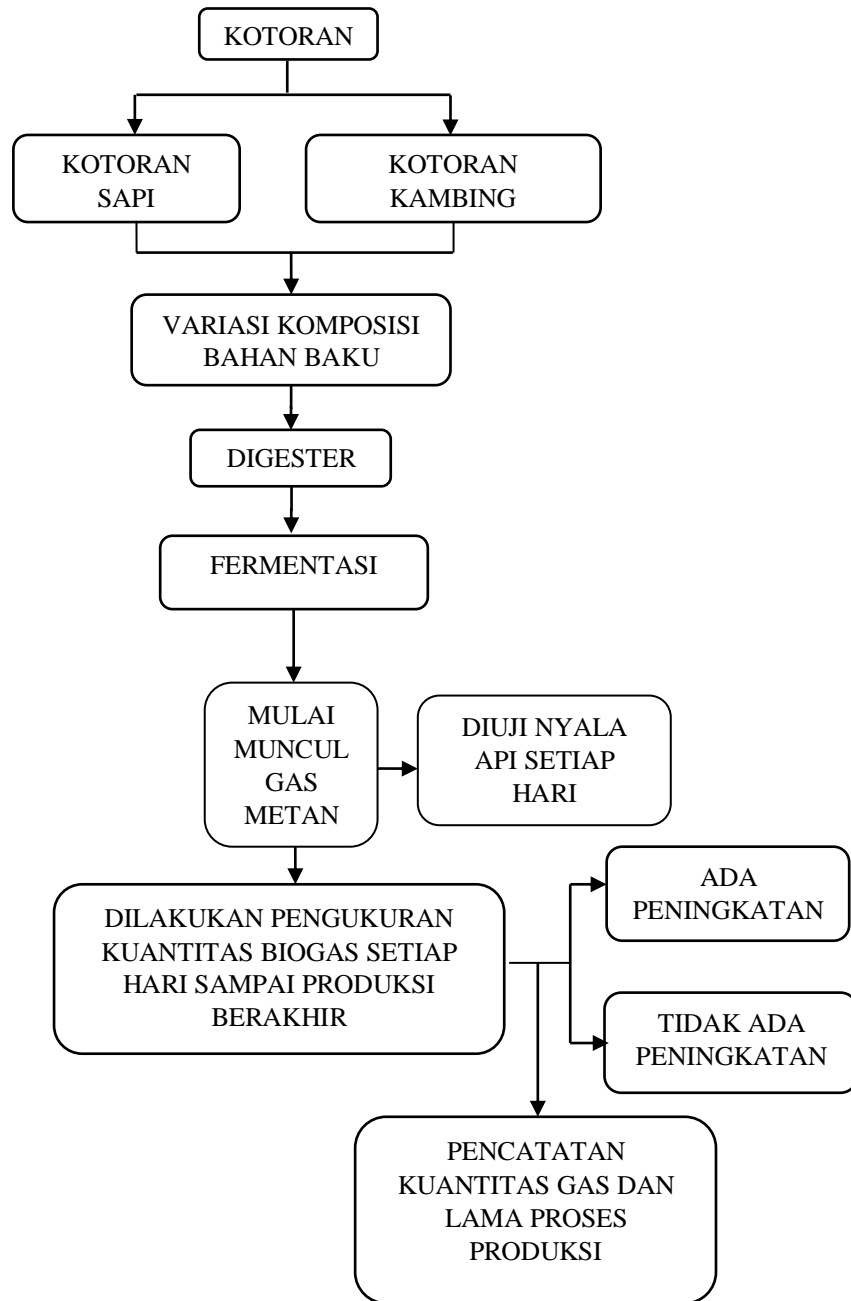
Menurut Wahyuni dalam Sanjaya, dkk., (2015) jenis kotoran ternak sangat mempengaruhi hasil biogas. Hal ini terkait dengan hubungan antara jumlah karbon dan nitrogen atau rasio C/N dengan rasio optimum untuk digester anaerobik berkisar 25-30. Jika rasio C/N terlalu tinggi, nitrogen akan dikonsumsi dengan cepat oleh bakteri metanogen untuk memenuhi kebutuhan hidupnya dan hanya sedikit yang bereaksi dengan karbon akibatnya gas yang dihasilkan akan sedikit. Sebaliknya jika rasio C/N rendah, nitrogen akan dibebaskan dan berakumulasi dalam bentuk amonia (NH_4), sehingga akan menghasilkan gas yang lebih banyak. Pada kotoran sapi rasio C/N 18, sedangkan kambing memiliki rasio C/N 25 (Haryati, 2006).

C. Kerangka Teori



Gambar II.3 Skema Kerangka Teori Tentang Pengaruh Variasi Komposisi Kotoran Sapi dan Kotoran Kambing Terhadap Produk Biogas

D. Kerangka Konsep



Gambar II.4 Skema Kerangka Konsep Tentang Pengaruh Variasi Komposisi Kotoran Sapi dan Kotoran Kambing Terhadap Produk Biogas