

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

[www.itk.ac.id](http://www.itk.ac.id)

### 2.1 Biogas

Biogas merupakan campuran gas yang dibentuk dari penguraian berbahan organik dengan bantuan bakteri melalui proses fermentasi kead udara sehingga menghasilkan gas metana ( $\text{CH}_4$ ). Biogas diproduksi selama 5 hari setelah *digester* terisi penuh, dan akan mencapai puncaknya dalam 20 sampai 25 hari. Proses produksi biogas yang harus diperhatikan adalah substrat yang digunakan karena kualitas dan kuantitas biogas yang dihasilkan akan sangat berpengaruh. Biogas diproduksi oleh fermentasi anaerob yang memproses berbagai komponen limbah organik, seperti limbah organik padat dan limbah organik cair. Jumlah biogas tergantung pada masing-masing komponen limbah. Pada beberapa penelitian, biogas yang dihasilkan limbah organik padat proses awalnya jauh lebih lambat dari pada limbah organik cair, tetapi pada akhirnya biogas yang dihasilkan dari limbah organik padat dapat menyusul sebagian besar biogas dalam limbah organik cair. Limbah organik padat berpotensi menjadi sumber energi alternatif. Pengaruh limbah organik dan komponen kotoran sapi terhadap hasil biogas menunjukkan bahwa biogas yang dihasilkan dari kotoran hewan dan limbah organik menghasilkan jumlah biogas tertinggi (Khaidir, 2016).

### 2.2 Limbah Tahu

Limbah tahu merupakan yang terbesar berpotensi mencemari lingkungan. Limbah tahu juga dapat merusak lingkungan apabila penggunaannya tidak tepat seperti pembuangan limbah tahu ke sungai yang mengganggu ekosistem air, dapat menimbulkan bau tidak sedap dan sumber penyakit (Sally, 2019).

Tabel 2. 1 Kandungan Partikel-Partikel Padat Terlaru.

Partikel Padat Terlarut	Kandungan
Zat organik	70 %
Protein	± 65%
Karbohidrat	± 25%
Lemak	± 25%
Zat anorganik	30 %

(Prasetiono & Triwikantoro, 2012)

### 2.3 Kotoran Sapi

Kotoran sapi dapat didefinisikan sebagai limbah padat dari hewan ternak yang biasanya bercampur dengan urin atau gas. Warna kotoran sapi berubah dari hijau menjadi hitam tergantung dari pakannya. Kotoran sapi cenderung menjadi gelap jika terkena udara. Kandungan nutrisi tergantung pada jumlah yang dihasilkan. Kotoran sapi menciptakan gas metana. Kotoran sapi diperlukan untuk proses produksi biogas karena kotoran sapi banyak mengandung selulosa, lignin dan hemiselulosa yang dapat menginduksi pertumbuhan bakteri melalui fermentasi. Kotoran sapi juga diketahui mengandung bakteri penghasil gas metana ( $\text{CH}_4$ ), sehingga penggunaan feses sebagai sumber biogas dapat mengubah gas metana menjadi biogas, sehingga mengurangi efek rumah kaca terhadap lingkungan (Andhika & Prasetya, 2019).

### 2.4 Proses Pembuatan Biogas

Proses dekomposisi anaerob dalam digester yang dibantu oleh sejumlah mikroorganisme. Pada temperatur tertentu didalam digester. Proses anaerob dalam digester terdapat 3 tahap yaitu :

1. Hidrolisis proses penguraian senyawa melalui air, senyawa yang terkandung didalam partikular dan limbah nantinya akan mengalami proses hidrolisis didalam anaerob. Reaksi :  $\longrightarrow$
2. Asetogenesis yaitu gula yang dihasilkan oleh proses hidrolisis dimakan bakteri anaerob dan kemudian membentuk asam. Penguraian monomer ini menghasilkan asam asetat, propionat, asam format, dll. Reaksi :

- 
- 
3. Metanogenesis dalam tahap inilah gas metan terbentuk dibantu oleh bakteri. Gas tercipta dari reaksi dekarboksilasi asetat dan reduksi CO<sub>2</sub>. Reaksi :

→

## 2.5 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Proses Produksi Biogas

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam proses produksi biogas antara lain:

### 1. Temperatur

Temperatur sangat mempengaruhi lama pembentukan biogas umumnya makin tinggi temperatur semakin tinggi juga produksi biogas. Suhu optimal *digester* berada pada kisaran 30-35 °C. Temperatur ini merupakan syarat terbaik bagi pertumbuhan bakteri dan pembentukan metana pada saat produksi. Sangat penting untuk menjaga temperatur tetap stabil, agar pembentukan biogas tidak terganggu dan proses pembentukannya bisa maksimal (Darmanto, 2012).

### 2. Ketersediaan Unsur

Ketersediaan unsur sangat penting sebagai nutrisi untuk bakteri anaerob. Kekurangan nutrisi akan menghambat pertumbuhan bakteri didalam *digester*. Tambahan nutrisi dan bahan sederhana seperti glukosa dan limbah rumah tangga mungkin akan mendorong pertumbuhan bakteri. Namun, kekurangan gizi tidak masalah, karena kebanyakan bahan biasanya memberikan nutrisi yang cukup.

### 3. Pengadukan Bahan Organik

Pengadukan ini berguna untuk mencampurkan secara merata substrat yang digunakan yang terdapat dalam *digester* dan untuk menjaga temperatur tetap merata didalam *digester*. Dengan pengadukan juga dapat meminimalisir terjadinya pengendapan substrat agar seluruh substrat mengalami proses fermentasi secara sempurna.

## 2.6 Ampas Tahu

Limbah tahu merupakan limbah terbesar didapatkan melalui proses yang panjang seperti pengendapan protein susu Kedelai. Pada umumnya dalam proses pembuatan tahu yaitu perendaman, Penggilingan, pemasakan, penyaringan,

pembekuan, pembentukan dan pemotongan (Sani, 2006).

www.itk.ac.id

**Tabel 2. 2** Komposisi Tahu

Parameter	Hasil Analisis
Kadar Air	82,69%
Kadar Abu	0,55%
Kadar Lemak	0,62%
Kadar Protein	2,42%
Karbohidrat	13,71%

(Sani, 2006)

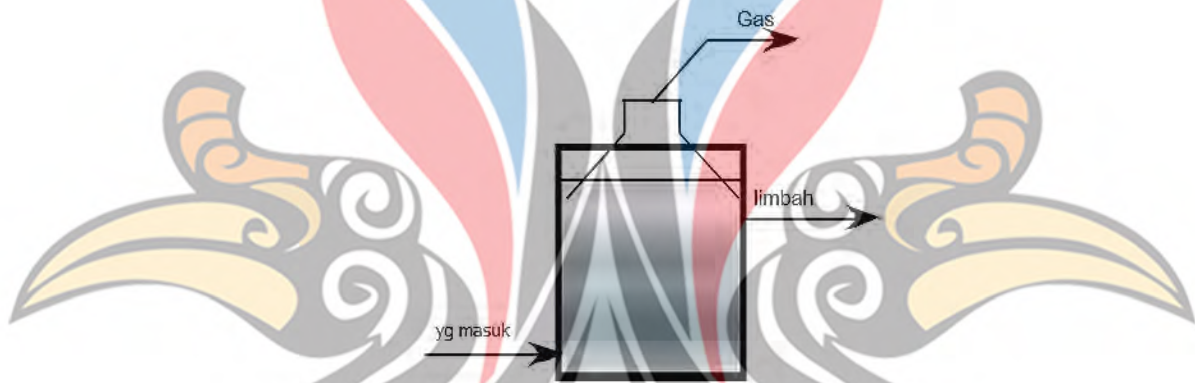
## 2.7 Rasio (C/N)

Rasio (C/N) adalah jumlah rasio jumlah atom karbon dibagi atom nitrogen. Didalam reaktor terdapat populasi mikroba yang membutuhkan karbon dan nitrogen. Tanpa nitrogen yang cukup, mikroba tidak dapat menghasilkan enzim yang berguna untuk mencerna karbon. Terlalu banyak nitrogen menghentikan pertumbuhan mikroba, terutama bila kandungan amonia dari substrat sangat tinggi. Persyaratan atom karbon per atom nitrogen selama pembentukan untuk setiap 1 atom nitrogen adalah 30 atom karbon. Jadi nilai C / N yang baik adalah sekitar 30.

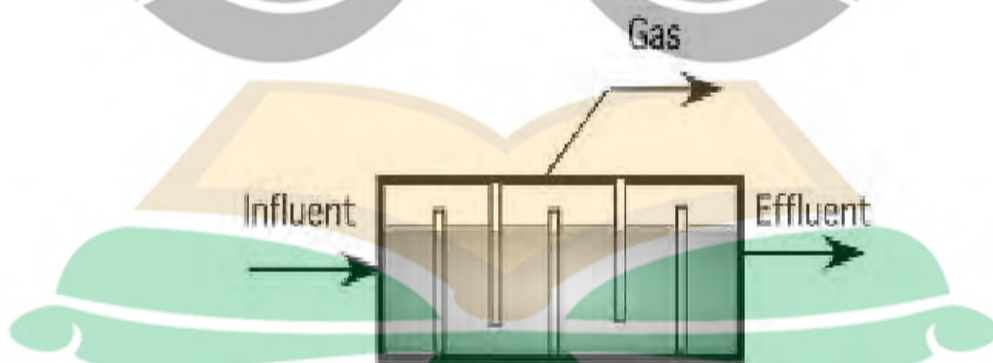
## 2.8 Klasifikasi *Digester*

*Digester* memiliki fungsi sebagai wadah dari limbah kotoran sapi selama proses *anaerob* berlangsung. Limbah kotoran sapi pada umumnya memiliki aroma yang kurang menyenangkan, maka gas yang dihasilkan bisa dalam keadaan bersih dan dapat mengurangi bau dari limbah kotoran sapi dengan adanya *digester* ini. Setelah gas yang dihasilkan telah habis kemudian limbah kotoran sapi dapat digunakan untuk pupuk organik dan juga limbahnya lebih bersih serta mengurangi patogen atau lebih dikenal mikroorganisme parasit yang berkaitan dengan sampah organik. Kotoran sapi serta mikro organisme dalam menghasilkan gas yang lebih cepat tergantung pada *digesternya*. Perlu diketahui untuk skala kecil mengenai posisi *digesternya* bisa dalam keadaan *Blanket Upflow Anaerobic Sludge* atau

lebih umumnya dalam keadaan posisi vertikal ataupun *Horizontal Baffled Digester* yang dapat dikatakan dalam keadaan posisi horizontal. Kedua posisi ini sebenarnya sama sama menghasilkan gas hanya saja ada kekurangan dan kelebihan. Untuk *Blanket Upflow Anaerobic Sludge* posisi ini memiliki kelebihan yaitu proses mikroorganismenya dalam pencernaan limbah sangat efektif namun pada limbah sapi memakan waktu yang lebih lama untuk mengubah massa padatan menjadi gas, sedangkan *Horizontal Baffled Digester* memiliki keuntungan dimana massa padatan kotoran sapi lebih cepat bereaksi menjadi gas namun mikroorganismenya membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mencerna kotoran sapi tersebut dan dapat kita lihat pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2 dibawah ini mengenai skema antara posisi vertikal dan horizontal.



**Gambar 2. 1** Posisi *Blanket Upflow Anaerobic Sludge Digester*  
(Dennis et al., 2014)



**Gambar 2. 2** Posisi *Horizontal Baffled Digester*.  
(Dennis et al., 2014)

Umumnya penempatan *digester* dapat dibedakan menjadi dua yaitu penempatan diatas permukaan tanah dan dibawah permukaan tanah. Untuk penempatan diatas permukaan tanah sangat dikhususkan *digester* dengan keadaan

www.itk.ac.id

skala kecil maka dari itu penggunaannya hanya dapat diaplikasikan dalam rumah tangga serta material yang tidak begitu tahan lama, sedangkan dibawah permukaan tanah lebih dikhususkan biogas memiliki kapasitas *digester* skala besar. Selain karena menampung tekanan dengan kapasitas yang besar juga menghindari adanya kebocoran pada *digester*. Optimalnya pada perencanaan mengenai klasifikasi *digester* ini dapat dilakukan dengan teori permukaan diatas tanah dan apabila telah mengetahui optimalisasi dari skala kecil serta faktor pendukungnya yang memadai maka dapat diterapkan dengan penempatan permukaan *digester* bawah tanah (Irtas D., 2016).

## 2.9 Bahan Baku Biogas

Bahan baku biogas terdiri dari limbah organik, limbah dari sayuran, hewan, dan manusia yang dapat dijadikan substrat organik pada biogas. Adapun acuan yang lebih diperhatikan mengenai perbandingan unsur *carbon* (C) dan nitrogen (N) akan menghasilkan gas yang tinggi untuk biogas. Nilai dari perbandingan umumnya menyentuh angka rasio (C/N) 20-30. Unsur dari reaktor pada *biodigester* juga dapat mempegaruhi hasil gas dari biogas (Khaerunnisa & Rahmawati, 2013).

Terdapat beberapa standar dalam pembuatan biogas termasuk produksi dari *biomassa* yang terdapat disekitar instalasi biogas. Hal ini berpacu agar kondisi dari substrat masih dapat memiliki mikroorganismenya agar tetap hidup, sayangnya negara Indonesia memiliki iklim tropis yang cenderung perkembangan pada peternakan lumayan lama, ditambah dengan siklus yang dialami pertanian juga harus sebanding, cenderung semakin lama area yang terus berkurang dan juga lahan subur yang semakin langka, tetapi saat ini tidak menutup kemungkinan dalam pemanfaatan limbah yang dijadikan sebagai energi terbarukan. Saat ini di Indonesia pengolahan biogas dalam skala kecil sudah mulai digunakan pada rumah tangga. Adapun efektifitas *biomassa* terhadap biogas yang ideal berbobot 20-40 Kg dengan jumlah 3-5 ekor sapi, 8-12 ekor babi, dan 16-20 ekor kambing, dengan jumlah ekor yang sudah tertera harus stabil sepanjang waktu.

## 2.10 Karakteristik Api

Dengan campuran bahan bakar dan udara selama pembakaran dapat terjadi dua hal berdasarkan buku *an introduction to combustion concept and application*. Warna api dipengaruhi oleh dua hal yaitu kandungan bahan bakar dan campuran udara yang ikut terbakar. Ketika api memiliki warna cenderung merah hal tersebut dapat diartikan bahwa bahan bakar api memiliki nilai kalor yang relatif rendah, atau udara yang mencampuri proses pembakaran hanya sedikit sehingga campuran menjadi banyak. Pada saat api berwarna kebiruan maka sebaliknya yang mempresentasikan nilai kalor bahan bakar yang tinggi atau campurannya lebih sedikit (Sya'roni, 2016).

## 2.11 Syarat – Syarat Kondisi Operasi

Operasi mengacu pada perbandingan unsur C (karbon) dan N (nitrogen) yang biasa disebut rasio (C/N). Hal lain yang harus diperhatikan adalah rasio (C/N) yang sangat tinggi atau sangat rendah membentuk biogas, adalah proses biologis yang, seperti halnya manusia, menuntut kebutuhan hidup yang spesifik. Satu studi menunjukkan bahwa aktivitas metabolisme bakteri metabolik optimal pada rasio (C/N) sekitar 8-20. Kadar air yang terdapat pada bahan yang digunakan, memegang peranan yang sangat penting dalam proses biologis produksi biogas. Ini berarti terlalu banyak atau terlalu sedikit. Hal ini dikarenakan temperatur selama proses termasuk “kenikmatan” hidup bakteri pemroses biogas antara 28 dan 35°C. Dengan temperatur tersebut, proses produksi biogas dilakukan seiring waktu. Namun jika nilai temperatur sangat rendah, maka waktu untuk menyalakan biogas akan lebih lama. Adanya mikroorganisme pendegradasi Untuk memastikan keberadaan biogas atau mikroorganisme penghasil mikroba (biasa disebut sebagai bakteri metana), starter (misalnya, substrat yang didapat disertifikasi mengandung mikroorganisme metana jika perlu) harus digunakan. Aerasi atau adanya udara (oksigen) selama proses berlangsung. Untuk produksi biogas, tidak diperlukan udara di dalam bejana karena gas ( $CH_4$ ) tidak terbentuk apabila ada udara, wadah produksi biogas harus ditutup rapat (Coniwanti, 2009).

## 2.12 Bahan Baku Biogas Dari Limbah Ampas Tahu

Limbah tahu adalah limbah yang berpotensi mencemari lingkungan. Limbah

tahu dapat merusak lingkungan apabila penggunaannya tidak tepat seperti pembuangan limbah cair ke sungai yang mengganggu ekosistem air, dapat menimbulkan bau tidak sedap dan sumber penyakit (Sally, 2019).

Kandunga biogas dapat menghasilkan gas seperti (CH<sub>4</sub>) (CO<sub>2</sub>), dan (H<sub>2</sub>S) karena proses anaerobik yang dilakukan oleh bakteri metana. Dalam hal ini (CH<sub>4</sub>) memiliki nilai kalori yang tinggi, sehingga gas metan (CH<sub>4</sub>) dapat digunakan sebagai bahan bakar. Biogas yang dihasilkan dari dekomposisi anaerobik terdiri dari metana 55% sampai 70%, karbondioksida 30% sampai 45%, dan beberapa kandungan air. Ampas tahu memiliki nutrisi yang bisa dikelola dengan baik. Contohnya adalah dengan meningkatkan rasio C/N sebagai pengisi biogas. Limbah ampas tahu memiliki kandungan air sebesar 82,69%, lemak 0,62%, protein 2,42%, karbohidrat 13,71%, dan rasio (C/N) 12% (Nurhilal, 2020).

### 2.13 Penelitian Terdahulu

Dibawah ini merupakan tabel penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

**Tabel 2. 3** Penelitian Terdahulu

No	Nama dan Tahun Publikasi	Hasil
1	M.Rusdi Hidayat, dkk (2012)	Metode : Dengan Produksi Biogas pada penelitian ini menggunakan substrat Kotoran kuda dan EM-4 sebagai starter terhadap kualitas bahan bakar biogas limbah cair tahu. Hasil : Dari hasil pengujian ini didapatkan kenaikan rasio C/N sebesar 1,555 ditandai dengan meningkatnya kandungan CH <sub>4</sub> sebesar 68%.
2	Rr Dewi Artanti Putri, Sunar Tejo Tsani (2015)	Metode : Pada penelitian ini digunakan beberapa metode, meliputi preparasi bahan baku, proses fermentasi, dan aplikasi perhitungan biogas dengan menggunakan metode water displacement technique. Hasil : Dalam penelitian ini didapat hasil bahwa konsentrasi inokulum memiliki peranan penting dalam pembuatan biogas berbahan vinase dari industri alkohol. Volume biogas tertinggi diperoleh dari konsentrasi rumen 15% pada suhu ruang yaitu sebanyak 370 ml.
3	Nurhilal, 2020	Metode : Eksperimen yang dilakukan pada



---

penelitian ini dengan memvariasikan komposisi campuran kotoran sapi limbah cair tahu, yaitu 40%:60%, 50%:50%, dan 60%:40%, serta waktu yang digunakan dalam fermentasi adalah 120 jam, 168 jam, dan 216 jam.

Hasil : Dengan hasil kandungan gas metan tertinggi terdapat pada komposisi 50%:50% yang waktu fermentasinya 168 jam.

---



[www.itk.ac.id](http://www.itk.ac.id)