

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Biogas

Biogas merupakan gas yang mudah terbakar, gas tersebut dihasilkan oleh bakteri *anaerob* dalam proses fermentasi atau dekomposisi bahan organik. Bakteri *anaerob* adalah bakteri yang dapat bertahan hidup dengan kurang atau tidak adanya oksigen di dalam ruangan tertutup. Bahan organik adalah bahan yang dapat didaur ulang atau dapat dikembalikan ke tanah, seperti kotoran hewan atau sampah tumbuhan. Proses fermentasi untuk menghasilkan biogas dapat terjadi secara alami, namun membutuhkan waktu yang lama. Biogas merupakan sumber energi terbarukan, karena selama kehidupan terus berlangsung bahan baku biogas dapat terus ada. Biogas diklasifikasikan secara berbeda dari bahan bakar fosil yang terdiri dari minyak dan batubara. Selama kehidupan terus ada, biogas adalah bahan bakar yang tidak terbarukan (Pertiwiningrum, 2015).

Komposisi biogas terdiri dari bahan-bahan organik termasuk kotoran hewan, kotoran kambing, kotoran sapi, dan kotoran manusia. Dalam produksi biogas saat ini bahan yang banyak digunakan adalah kotoran, karena nutrisinya seimbang, mudah diencerkan, dan mudah untuk proses biogas. Komposisi dari kotoran sapi ditunjukkan pada Tabel 2.1 (Prihutama dkk, 2017).

Tabel 2.1 Komposisi Kotoran Sapi

No	Komponen*)	Massa (%)
1	Selulosa	15-20
2	Total padatan	3-6
3	Lignin	5-10
4	Total padatan volatile	80-90
5	Hemilulosa	20-25
6	Total kjedhal nitrogen	15-20

\*) Prihutama dkk, 2017

Biogas merupakan sumber energi yang dapat diekstraksi dari berbagai limbah sisa seperti limbah dapur, jerami, kotoran ternak, eceng gondok dan pupuk bekas. Sebagian besar biogas mengandung gas metana (CH<sub>4</sub>), karbon dioksida

(CO<sub>2</sub>), hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S), amonia (NH<sub>3</sub>), gas hidrogen (H<sub>2</sub>), nitrogen belerang, air, dan komposisi lainnya. Nitrogen sulphur dan kandungan air, dan kandungan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) (Armi dan Mandasari, 2017).

## 2.2 Komposisi Biogas

Komposisi biogas terdiri dari unsur yang sangat mudah terbakar, di mana komposisi gas metana di dalam biogas adalah 57%. Biogas dapat dibakar asalkan melengkapi persyaratan memiliki unsur metana minimal 60% dan unsur metana 65% sampai 70% memiliki panas 5200 Kkal/m<sup>3</sup> sampai 5900 Kkal/m<sup>3</sup>, yang setara dengan kandungan gas yang dapat menghasilkan panas 1,25 KWJ. Nilai kalor 100% gas metana murni adalah 8900 Kkal/m<sup>3</sup>. Biogas tidak hanya bersih tanpa mengeluarkan asap hitam tetapi juga menghasilkan panas yang lebih tinggi daripada bahan bakar minyak, dan biogas dapat digunakan untuk keadaan darurat dari tempat penyimpanannya. Komposisi biogas ditunjukkan pada Tabel 2.2 (Nasution dkk, 2020).

Tabel 2.2 Komposisi Biogas

Gas*)	Volume Digester (%)
Hidrogen (H <sub>2</sub> )	0-1
Hidrogen Sulfida (H <sub>2</sub> S)	0-3
Metana (CH <sub>4</sub> )	40-70
Karbon dioksida (CO <sub>2</sub> )	30-60

\*) Nasution dkk, 2020

Komposisi biogas dapat dipengaruhi oleh parameter seperti tekanan, kelembapan, pH (keasaman), dan *te digester*. Unsur metana (CH<sub>4</sub>) merupakan unsur terpenting dalam komposisi biogas (Nasution dkk, 2020).

## 2.3 Kandungan Kulit Nanas

### 2.3.1 Morfologi Tumbuhan



Gambar 2.1 Tanaman nanas (Rini, 2016)

Nanas merupakan jenis buah yang berasal dari Brazil. Buah nanas sangat digemari di Indonesia karena memiliki rasa asam dan manis. Buah tersebut dapat ditemukan dengan mudah di Indonesia. Buah nanas dapat ditanam di pekarangan, ruang terbuka dan perkebunan. Buah nanas dapat ditanam di ketinggian 1 meter sampai dengan 1300 meter yang terpapar langsung oleh sinar matahari. Buah nanas dapat tumbuh tinggi kisaran 50 cm hingga 150 cm. Pohon nanas memiliki tunas lembut pada buah nanas hingga pangkal nanas dan berkumpul di roset akar, dan pangkalnya akan mengembang. Daun pada nanas adalah daun majemuk, berbentuk pedang, tebal, panjang 80 cm sampai 120 cm, lebar 2 cm sampai 6 cm, dan runcing, seperti duri, dengan tepi berduri melengkung ke atas, dan bagian bawah buah berwarna putih atau kuning, dan buah nanas memiliki kulit berwarna hijau kekuningan, hijau atau kuning seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 (Rini, 2016).

### 2.3.2 Kandungan Kulit Nanas

Kulit nanas memiliki kandungan gula, protein, serat kasar, karbohidrat, dan air (Juariah dkk, 2018). Kandungan kulit nanas ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kandungan Kulit Nanas

Kandungan*)	Jumlah (%)
Gula	13,65
Kadar air	81,72
Serat Kasar	20,87
Karbohidrat	17,53
Protein	4,41
Selulosa	31,14

\*) Juariah dkk, 2018

Dalam pembentukan biogas sendiri membutuhkan Kulit nanas yang memiliki kandungan gula sebesar 13,65%, protein sebesar 4,41%, serat kasar sebesar 20,87%, karbohidrat sebesar 17,53%, dan air 81,72% (Juariah dkk, 2018).

### 2.4 Perkembangan Teknologi Biogas

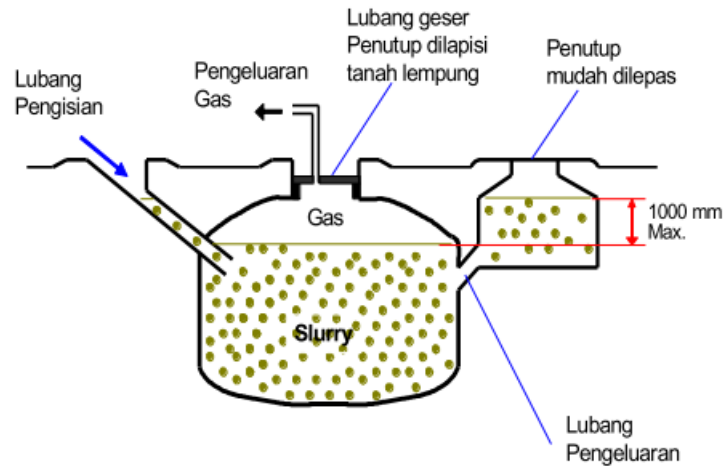
Energi biogas merupakan salah satu jenis energi yang dapat dimanfaatkan secara teknis, sosial dan ekonomis, terutama dalam menyelesaikan permasalahan energi biogas di suatu wilayah. Mampu mengatasi segala kekurangan di BBM, sekaligus bekerja keras menangani limbah ternak. Biogas banyak juga berasal dari kotoran ternak yaitu sisa makanan dan kotoran ternak. Jika kotoran ternak digunakan sebagai biogas, generator biogas berkapasitas 100 liter dapat digunakan untuk mencampur kotoran hewan dan air sehingga menghasilkan 2.700 liter hingga 3.000 liter biogas per hari (Mara dan Alit, 2011).

Teknologi energi biogas terus berkembang pesat hingga saat ini. Perkembangan teknologi energi biogas dapat dilihat dari berbagai jenis dan model *digester* biogas yang digunakan. Tiga jenis *digester* ditunjukkan di bawah ini, masing-masing dengan kelebihan dan kekurangannya sendiri:

#### 1. Tipe *Digester Fixed Domed Plant*

Tipe *Fixed Dome Plant*, peralatan terdiri dari *digester* dengan tangki penyimpanan gas di bagian atas *digester*. Saat gas mulai muncul, gas akan menekan sisa lumpur (*slurry*) hasil fermentasi ke dalam tangki *slurry*. Jika kotoran terus

bercampur, gas yang dihasilkan akan terus memeras lumpur hingga meluap dari ember lumpur. Gas yang dihasilkan, digunakan atau dibuang melalui pipa gas yang disediakan oleh katup. Konstruksi biogas dari tipe *digester fixed domed plant* ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Konstruksi biogas dengan *digester* tipe *fixed domed plant* (Widodo dkk, 2006)

Pada biogas *digester* tipe *fixed domed plant* terdapat keunggulan serta kekurangan yang dapat dijelaskan bahwa keunggulannya adalah tidak memiliki bagian yang bergerak, serta awet (berumur panjang), dan dapat dibuat pada permukaan dalam tanah sehingga dapat terlindung dari berbagai macam hambatan seperti cuaca atau gangguan lain dan tidak membutuhkan ruangan di atas tanah. Kelemahannya adalah rawannya terjadi retakan pada bagian tempat penampung gas, serta tekanan pada gas tidak akan stabil karena tidak memiliki katup gas.

## 2. Tipe *Digester Floating Drum Plant*

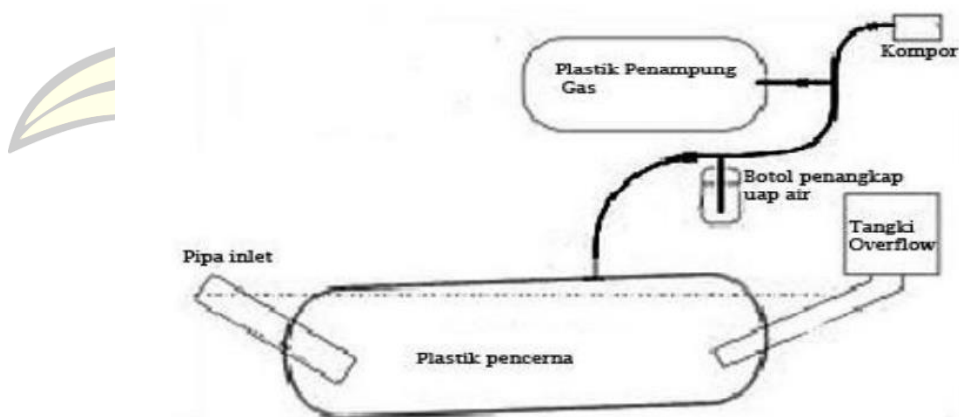
Tipe *Digester Floating Drum Plant*, jenis peralatan drum apung terdiri dari *digester* dan tangki penyimpanan gas yang dapat dipindahkan. Dengan konsumsi gas dan produksi gas, *reservoir* gas bergerak ke atas, volume gas meningkat, dan ketika volume gas mulai berkurang, volume gas turun lagi. Konstruksi biogas tipe *digester floating drum plant* ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Konstruksi biogas *digester* tipe *floating drum plant* (Andianto, 2011)

### 3. Tipe *Digester Balloon Plant*

Tipe *Balloon Plant* memiliki kelebihan dan kekurangan yang biasa-biasa saja, yaitu biaya pembuatan yang rendah dan mudah dibersihkan. Perangkat balon memiliki struktur sederhana dan terbuat dari plastik. Kedua ujungnya terhubung ke tabung saluran masuk kotoran hewan, dan tabung saluran keluarannya adalah tabung luapan bubur. Pada saat yang sama, pipa *outlet* dipasang di bagian atas.

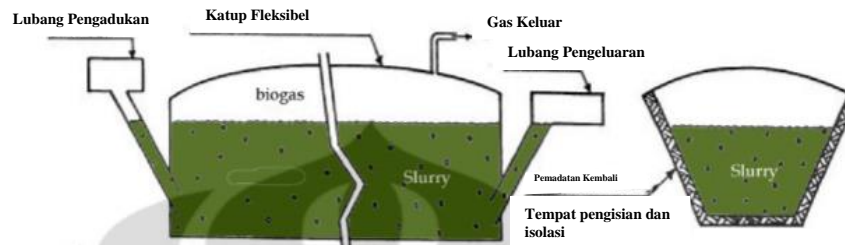


Gambar 2.4 Konstruksi biogas *digester* tipe *balloon plant* (Pambudi, A, 2008)

### 4. Tipe *Plug Flow*

Tipe *Plug Flow Digester* aliran sumbat mirip dengan tipe balon, tetapi *digester* aliran sumbat terbuat dari pipa *polyvinyl chloride (PVC)* yang terhubung ke wadah dan dapat digunakan untuk memindahkan limbah masuk dan keluar. Drum masak biogas aliran sumbat memiliki keunggulan jenis ini. Artinya, lebih praktis, lebih mudah dibuat, dan lebih murah. Kelemahan dari *digester* biogas *plug flow* adalah ukuran pipa yang sangat terbatas dan biasanya tidak cukup besar

untuk digunakan hanya dalam skala kecil. Awalnya, biogas hanya dapat digunakan untuk skala kecil atau rumah tangga, tetapi seiring waktu, biogas digunakan dalam sistem pembiakan terpadu di peternakan unggas atau peternakan sapi.



Gambar 2.5 Konstruksi biogas *digester* tipe *plug flow* (Andianto, 2011)

## 2.5 Temperatur

Rata-rata temperatur yang didapatkan pada *digester* yaitu memiliki nilai yang lebih tinggi dari temperatur lingkungan, dikarenakan telah terjadi aktivitas pada *anaerob* terhadap bakteri dan akan terjadi peningkatan temperatur yang lebih tinggi di dalam *digester*. Kondisi mesofilik temperatur yang didapatkan pada *digester* yaitu dengan rata-rata temperatur 20°C sampai 45°C, dan limbah cair terdigestifikasi selama 18 hari hingga 28 hari. Dan dapat dibandingkan dengan kondisi lain yaitu kondisi termofilik, *digester* yang mengalami kondisi mesofilik pada saat pengoperasiannya maka akan jauh lebih mudah tetapi dari pada kondisi termofilik biogas yang didapatkan sangat lebih sedikit serta volume *digester* lebih besar. Rata-rata temperatur optimal pada *digester* di Indonesia yaitu dengan kisaran sebesar 35°C. Oleh karena itu wajib dilakukannya pertimbangan pada saat pembuatan *digester anaerobic* karena pada saat temperatur dingin atau temperatur yang rendah bakteri akan lebih lambat proses terjadinya sehingga biogas yang didapatkan akan lebih lama waktu terbentuknya. Aktivitas *anaerob* yaitu dapat diartikan sebagai proses *anaerobic*, pada proses yang terjadi dibagi menjadi dua yaitu kondisi mesofilik antara 25°C sampai 40°C dan pada kondisi termofilik memiliki temperatur lebih dari 40°C (Irawan dan Kemas, 2016).

## 2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu menjadi salah satu acuan dalam melakukan penelitian sehingga dapat memperkaya teori yang digunakan untuk mengkaji penelitian yang akan dilakukan. Sebuah penelitian membutuhkan evaluasi pada laporan penelitian terdahulu yang telah dilakukan. Data penelitian yang telah diperoleh dapat dimanfaatkan untuk optimasi pada penelitian terdahulu. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa jurnal terkait yang ditunjukkan pada Tabel 2.4.





Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu

No	Nama dan Tahun Publikasi	Hasil
1	Asmiarti, 2019	<p><b>Metode:</b> Rasio C/N yang optimum untuk memproduksi biogas yaitu berkisar 25-30. Rasio C/N kotoran sapi adalah 22,12. Perlakuan yang diterapkan adalah rasio C/N (22,12), (34), dan (35). Kemudian massa bahan biogas tiap-tiap perlakuan dapat dihitung menggunakan rumus Richard dan Traumann.</p> <p><b>Hasil:</b> Hasil penelitian ini ditunjukkan bahwa terdapat perubahan komposisi substrat yang terdiri dari kotoran sapi dan kulit nanas dapat memberikan pengaruh pada pH awal, temperatur, namun tidak dapat memberikan pengaruh pada pH akhir. Komposisi substrat C/N 22.12 tanpa perlakuan dapat memberikan kualitas biogas yang terbaik dibandingkan perlakuan lainnya dengan meliputi lama nyala api, temperatur, pH awal, dan pH akhir.</p>
2	Dhaniswara dan Fitri, 2017	<p><b>Metode :</b> Variabel yang digunakan yaitu persentase kotoran sapi (%KS):persentase sampah organik (%SO) dengan variasi berikut: 100%:0%, 75%:25%, 50%:50%, 25%:75%; 0%:100%, dan dengan pelarut air sebanyak 200%. Dalam penelitian ini kondisi yang ditetapkan adalah tekanan atmosferik, temperatur reaksi suhu ruang, bahan awal ditimbang dengan <i>ratio</i> 100% yang artinya 1 kg.</p> <p><b>Hasil :</b> Eksperimen menyatakan bahwa semakin halus sampah organik yang dicampurkan, maka semakin banyak biogas yang dihasilkan. Hal ini dapat ditunjukkan dengan volume biogas yang dihasilkan 189,99 cm<sup>3</sup> pada komposisi 50% kotoran sapi dan 50% sampah organik perlakuan awal diblender dengan fermentasi.</p>
3	Romadhoni, 2017	<p><b>Metode:</b> Dalam pembuatan untuk mengambil data biogas ini, menggunakan <i>digester</i> drum plastik dengan kapasitas isi 200 liter untuk menampung <i>slurry</i>. Dari <i>digester</i> drum plastik diisi <i>slurry</i> air dan kotoran sapi dengan menggunakan perbandingan 1:1 dan untuk sisa bagian atas <i>digester</i> dipakai untuk menampung gas yang terbentuk.</p>

No	Nama dan Tahun Publikasi	Hasil
4	Yudiswantoro, 2016	<p><b>Hasil:</b> Hasil penelitian ini adalah didapatkan rancangan <i>Biodigester</i>, dengan tekanan maksimal gas yang dihasilkan pada hasil pembacaan selang air yang diberi penggaris adalah 15 cm = 0,15 N/m<sup>2</sup> pada percobaan hari ke 17, dan <i>biodigester</i> dapat memproduksi biogas dengan campuran kotoran sapi dan air dengan perbandingan 1:1, 50 kg kotoran sapi : 50 liter air menghasilkan biogas terbesar 0,203 kg = 2,029 ons</p> <p><b>Metode:</b> Menggunakan <i>digester</i> drum plastik dengan kapasitas isi 200 liter untuk menampung campuran kulit buah nanas dan air. Dari <i>digester</i> drum plastik tersebut diisi campuran kulit buah nanas dan air dengan perbandingan 1:1 dan ditambahkan 2 liter EM4 dan kotoran sapi, untuk sisa bagian atas <i>biodigester</i> digunakan untuk gas yang terbentuk.</p> <p><b>Hasil:</b> Hasil penelitian ini, didapatkan bahwa alat ukur tekanan Manometer U mengalami gerakan naik dan bekerja sangat baik, tekanan dalam Manometer U terus meningkat karena dengan adanya gas metana yang dihasilkan oleh <i>digester</i> akibat fermentasi kulit buah nanas, dan terus meningkat hingga pada ukuran 14 cm di manometer U. Didapatkan biogas dengan campuran kulit buah nanas dengan air perbandingan 1:1 dengan komposisi 50 kg + 50 liter, menghasilkan gas terbesar 0,204 kg = 2,045 ons pada hari ke 31.</p>