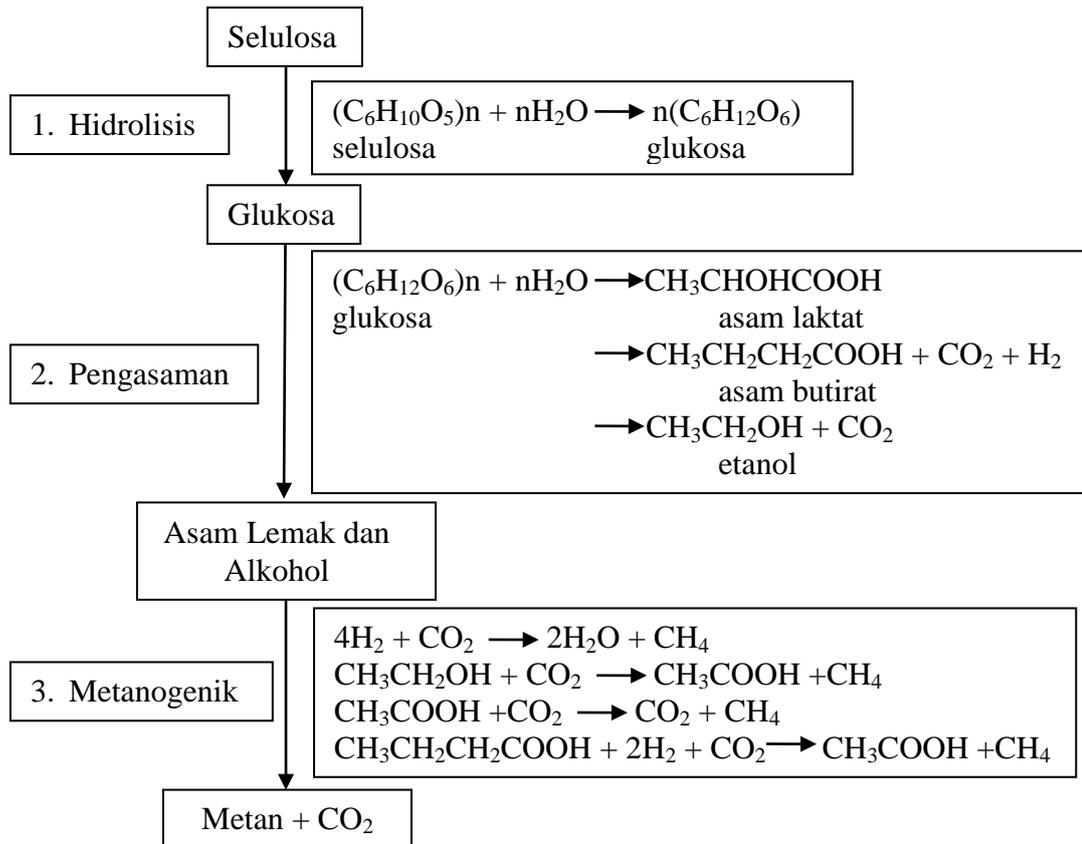


II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Biogas dan Digester Biogas

Biogas merupakan gas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik atau fermentasi dari bahan-bahan organik seperti kotoran manusia, hewan, limbah domestik (rumah tangga), sampah *biodegradable*, atau setiap limbah organik yang *biodegradable* dalam kondisi anaerobik. Kandungan utama dalam biogas adalah metana (CH₄) dan karbon dioksida (CO₂) (Wikipedia, 2014).

Pembentukan biogas dilakukan oleh mikroba pada situasi anaerob, yang meliputi tiga tahap, yaitu tahap hidrolisis, tahap pengasaman, dan tahap metanogenik. Pada tahap hidrolisis terjadi pelarutan bahan-bahan organik mudah larut dan pencernaan bahan organik yang kompleks menjadi sederhana, perubahan struktur bentuk primer menjadi bentuk monomer. Pada tahap pengasaman komponen monomer (gula sederhana) yang terbentuk pada tahap hidrolisis akan menjadi bahan makanan bagi bakteri pembentuk asam. Produk akhir dari gula-gula sederhana pada tahap ini akan menghasilkan asam asetat, propionat, format, laktat, alkohol, dan sedikit butirrat, gas karbondioksida, hydrogen, dan amoniak. Tahap metanogenik adalah tahap/proses pembentukan gas metan. Sebagai ilustrasi dapat dilihat salah satu contoh bagan perombakan serat kasar (selulosa) hingga terbentuk biogas (Gambar 1).

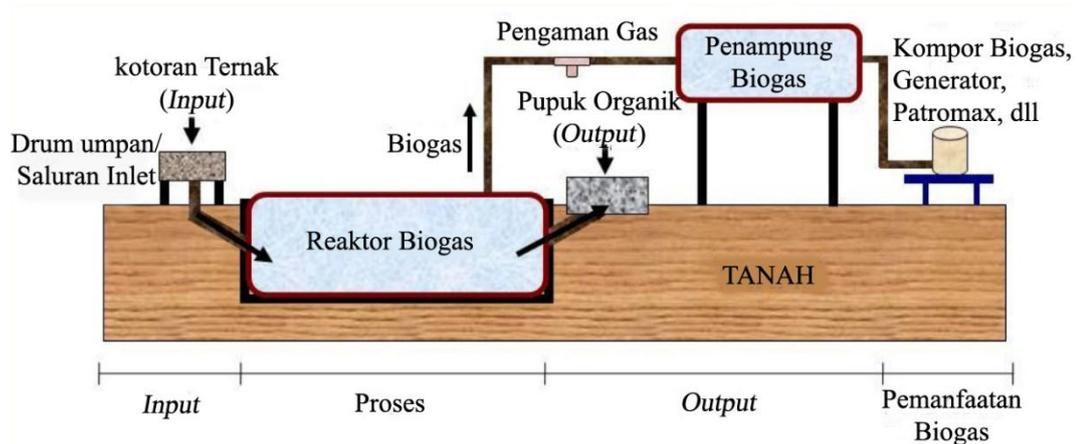


(Sumber: FAO, 1978, dalam Sutarno dan Feris, 2007)

Gambar 1. Tahap pembentukan biogas

Kotoran dari 2 ekor ternak sapi atau 6 ekor ternak babi menghasilkan kurang lebih 2 m³ biogas per hari, kesetaraan 1 m³ biogas dengan sumber energi lain yaitu sama dengan 0,46 kg LPG atau 0,62 liter minyak tanah atau 3,5 kg kayu bakar (Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian, 2009).

Komponen utama biogas adalah CH₄ (metana) ± 60 %, CO₂ (karbon dioksida) ± 38 %, dan (N₂, O₂, H₂, & H₂S) ± 2 %. Biogas yang dihasilkan dari digester dialirkan melalui pipa ke penampungan dan ke kompor biogas. Selain biogas, hasil samping dari digester adalah *sludge/digestate* yang masih bisa dimanfaatkan sebagai pupuk (Gambar 2).



Gambar 2. Digester biogas (Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian, 2009)

Digester biogas adalah suatu alat pengolah bahan buangan/limbah organik menjadi biogas. Biogas merupakan sumber energi terbarukan yang menggantikan bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan batubara.

Untuk menghasilkan biogas dari sebuah digester, cara pengoperasian unit pengolahan (digester) biogas skala rumah tangga tidak berbeda jauh dengan unit digester lainnya. Langkah-langkah dalam pengoperasian digester adalah sebagai berikut:

1. Buat campuran kotoran ternak dan air dengan perbandingan 1 : 1 (bahan biogas)
2. Masukkan bahan biogas ke dalam digester melalui lubang pengisian (*inlet*) sebanyak 2000 liter, selanjutnya akan berlangsung proses produksi biogas di dalam digester.
3. Setelah kurang lebih 10 hari biogas yang terbentuk di dalam digester sudah cukup banyak. Pada sistem pengolahan biogas yang menggunakan bahan plastik, penampung biogas akan terlihat mengembung dan mengeras

karena adanya biogas yang dihasilkan. Biogas sudah dapat digunakan sebagai bahan bakar, kompor biogas dapat dioperasikan.

4. Pengisian bahan biogas selanjutnya dapat dilakukan setiap hari, yaitu sebanyak kurang lebih 20 liter setiap pagi dan sore hari. Sisa pengolahan bahan biogas berupa lumpur/*sludge* secara otomatis akan keluar dari lubang pengeluaran (*outlet*) setiap kali dilakukan pengisian bahan biogas. Sisa hasil pengolahan bahan biogas tersebut dapat digunakan sebagai pupuk kandang/pupuk organik, baik dalam keadaan basah (cair) maupun kering (padat) (Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian, 2009).

B. *Digestate*

a. Definisi

Digestate adalah limbah dari pembuangan digester biogas yang berbentuk lumpur/*sludge*. *Digestate* sering disebut juga dengan *bio-slurry*. Berdasarkan jenis fase terdispersi dan medium pendispersinya, *digestate* termasuk dalam koloid dengan nama sol (*gel*). Satu kelompok dengan sol belerang, sol emas, cat, tinta, kanji, *lotion*, putih telur, air lumpur, semir cair, dan lem cair. *Digestate* sering disebut dengan *sludge* atau lumpur dikarenakan bentuknya yang bersifat lumpur dan sulit dipisahkan.

Digestate dapat diartikan *slurry* atau lumpur yang dihasilkan dari campuran kotoran dan air yang mengalami proses anaerob di reaktor. *Bio-slurry* mengalir keluar dari *outlet* melalui *overflow*. *Bio-slurry* terdiri dari sebagian besar berupa cairan (Anonim, 2011).

b. Karakteristik

Terdapat dua jenis *digestate*, yaitu cair dan padat. *Digestate* cair memiliki pH 7,9–8,3 dan tingkat kelembaban 90–93%. *Digestate* cair berwarna coklat/hijau gelap, tidak mengeluarkan gelembung (*bubble*), tidak berbau, dan tidak mengandung lalat. Jika digunakan langsung pada lahan, *digestate* cair memiliki kandungan nitrogen efektif 100%. Jika dikeringkan dalam keadaan ternaungi dari sinar matahari langsung, kandungan nitrogen efektif 85%. *Digestate* yang dikeringkan dengan sinar matahari langsung hanya mengandung nitrogen efektif sebesar 65%.

Digestate padat berwarna coklat gelap dengan ukuran yang tidak seragam, tidak berbau, dan tidak mengandung lalat ataupun hama serangga seperti rayap. Teksturnya lengket dan tidak mengkristal serta memiliki kapasitas menahan air lebih baik. Secara fisik, biologi dan kimiawi, *digestate* padat lebih baik dibandingkan dengan pupuk kandang (Anonim, 2011).

Hasil samping dari perlakuan digester dapat dimanfaatkan sebagai pupuk atau pengondisi tanah untuk aplikasi pertanian atau sebagai bahan konstruksi seperti agregat, ubin, atau balok yang *permeable* terhadap air untuk aplikasi teknik sipil. Perkembangan yang cepat akan daur ulang dan pemanfaatan hasil samping dari perlakuan lumpur limbah diperkirakan akan berlanjut pada masa yang akan datang (Anonim, 2011).

Digestate mempunyai sifat seperti kompos, tetapi karena bentuknya lumpur menyulitkan dalam pengemasan dan pengangkutan. Dengan demikian perlu

adanya pemisahan komponen padat dan komponen cair agar lebih praktis dalam pengemasan dan penyimpanannya.

Menurut Williams dan Sandra (2011), *digestate* memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Bervariasi sesuai dengan bahan masukan dan kondisi tindakan.
2. Bahan kering rendah (biasanya antara 1–8% padatan).
3. Kadar air yang tinggi (92–99% cairan).
4. Materi tercerna misalnya lignin dan puing-puing sel.
5. Memiliki nutrisi anorganik (amonium-N dan P).
6. Mungkin mengandung unsur-unsur yang berbahaya misalnya logam berat.
7. Dapat dipisahkan menjadi serat dan fraksi cair.
8. Digolongkan sebagai limbah atau non-limbah.

c. Potensi

Unsur hara yang ada dalam pupuk organik cair sebagian dapat langsung diserap tanaman dan cepat terurai. Menurut Suzuki dkk., dalam penelitiannya di Vietnam tahun 2001 (dalam Wahyuni dan Jamil, 2008), *digestate* yang berasal dari biogas sangat baik untuk dijadikan pupuk karena mengandung berbagai mineral yang dibutuhkan oleh tumbuhan seperti Fospor (P), Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), Kalium (K), Tembaga (Cu), dan Seng (Zn).

Digestate dapat dijadikan pupuk organik, walaupun bentuknya berupa lumpur (*slurry*). Lumpur dari biogas yang telah hilang gasnya merupakan pupuk organik yang kaya akan unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanaman seperti N, P, dan K.

Kandungan N, P, dan K dari lumpur yang dihasilkan dari biogas lebih meningkat jika dibandingkan dari kotoran ternak yang langsung digunakan sebagai pupuk, karena lumpur (*slurry*) dari biogas telah mengalami proses fermentasi.

Kandungan unsur hara pupuk organik padat dari limbah biogas dengan bahan baku feses sapi, sebagai berikut: N 1,106%; P 0,2%; dan K 0,04% (Winarto, 2010). Sedangkan menurut Hidayati dkk. (2008) dalam Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner, kandungan N-total, P₂O₅ dan K₂O pada lumpur dari substrat feses sapi perah berturut-turut sebagai berikut N (0,82%), P₂O₅ (0,20%) dan K₂O (0,82%) (Anonim, 2011).

Digestate cair maupun padat dikelompokkan sebagai pupuk organik karena seluruh bahan penyusunnya berasal dari bahan organik yaitu kotoran ternak dan telah berfermentasi. Ini menjadikan *digestate* sangat baik untuk menyuburkan lahan dan meningkatkan produksi tanaman budidaya. Kandungan rata-rata nitrogen *digestate* dalam bentuk cair lebih tinggi daripada dalam bentuk padat. Perbandingan antara nutrisi pada *digestate* menunjukkan kandungan nitrogen cenderung lebih tinggi dibandingkan fosfor dan kalium, kecuali pada *digestate* babi dalam bentuk padatan (Anonim, 2011).

Biogas sendiri memiliki nilai ekonomis yang bila dibandingkan dengan gas LPG mampu menghemat biaya pembelian gas dalam kehidupan masyarakat. Namun, pupuk *digestate* padat dan cair juga memiliki nilai ekonomis tinggi yang tidak kalah dengan biogas yang menjadi produk utama dalam hal ini.

Analisis *digestate* yang dilakukan oleh program BIRU (biogas rumah) pada tahun 2011 menunjukkan kandungan C-organik, N-total, C/N, P₂O₅, dan K₂O (Tabel 2 dan Tabel 3).

Tabel 1. Kandungan *digestates* feses ternak analisis berbasis basah

No.	Jenis <i>digestate</i>	Analisis berbasis basah (%)					
		Bahan organik	C-org	N-tot	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	<i>Digestate</i> babi	-	52.28	2.72	21.43	0.55	0.35
2.	<i>Digestate</i> sapi	-	47.99	2.92	15.77	0.21	0.26

Sumber: Anonim, 2011

Tabel 2. Kandungan *digestates* feses ternak analisis berbasis kering

No.	Jenis <i>digestate</i>	Analisis Berbasis Kering (%)					
		Bahan organik	C-org	N-tot	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	<i>Digestate</i> babi	65.88	15.60	1.57	9.97	1.92	0.41
2.	<i>Digestate</i> sapi	68.59	17.87	1.47	9.09	0.52	0.38
3.	Kompos/ <i>digestate</i> sapi	54.50	14.43	1.60	10.20	1.19	0.27

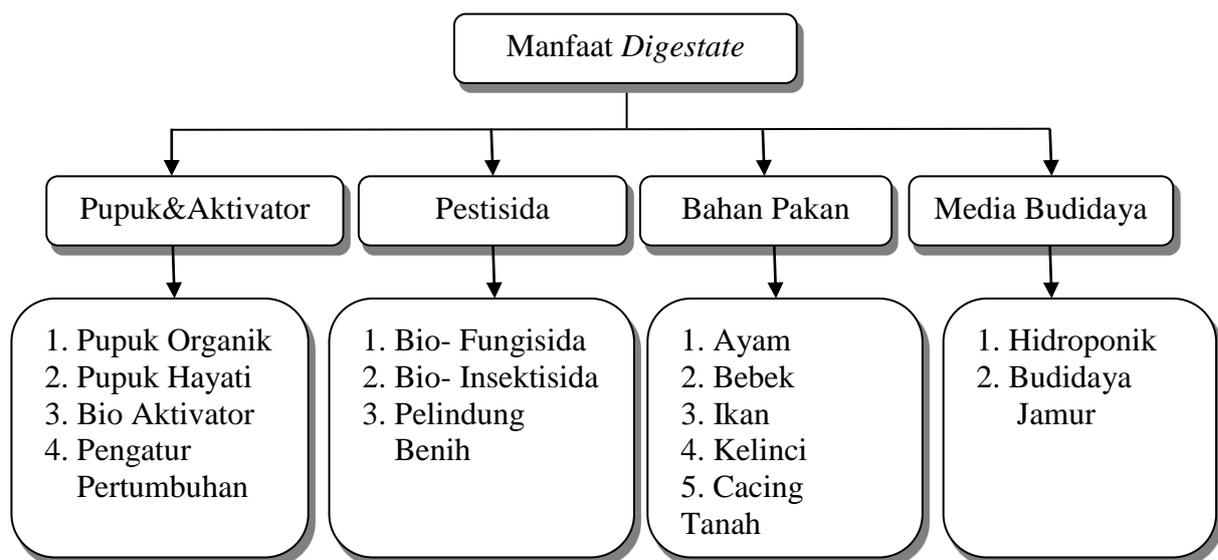
Sumber: Anonim, 2011

Analisis berbasis basah merupakan analisis yang ditujukan untuk mengetahui kandungan nutrisi dalam bentuk cair, sedangkan analisis berbasis kering yaitu analisis yang ditujukan untuk mengetahui kandungan nutrisi dalam bentuk padatan. C-organik merupakan kandungan karbon (C) di dalam bahan organik,

C/N yaitu perbandingan antara kandungan karbon (C) organik dengan nitrogen (N) total.

Kandungan lain dari *digestate* adalah asam amino, asam lemak, asam organik, asam humat, vitamin B-12, hormon auksin, sitokinin, antibiotik, nutrisi mikro seperti besi (Fe), tembaga (Cu), seng (Zn), mangan (Mn) dan molybdenum (Mo) (Sumber: Anonim, 2011).

Kandungan dari *digestate* ini sangat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari sebagai pupuk dan aktivator, pestisida, bahan pangan, dan media tanam/budi daya (Gambar 3).



Gambar 3. Manfaat *Digestate* (Anonim, 2011)

Menurut Williams dan Sandra (2011), potensi pasar untuk *digestate* adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi lahan misalnya pupuk.
2. *Conditioner* tanah.

3. Dikonversi ke kompos.
4. Media tumbuh tanaman.
5. Proyek regenerasi tanah.
6. Bahan bangunan (dipres menjadi blok).
7. Dikeringkan dan dibuat untuk digunakan sebagai bahan bakar padat atau pupuk kering.

d. Permasalahan *Digestate*

Jumlah *digestate* yang dikeluarkan per ekor sapi adalah $0,08 \text{ m}^3/\text{ekor/hari}$, dengan jumlah kotoran basah $0,034 \text{ m}^3$. Sisa kotoran padat yang terkumpul di dalam bak pengendapan setelah agak kering dapat dijadikan kompos (Rachmawati dkk., 2008).

Digestate (lumpur sisa pembuatan biogas) sudah mempunyai sifat seperti kompos, tetapi karena bentuknya lumpur akan menyulitkan dalam pengemasan dan pengangkutan. Dalam hal ini, sebaiknya *digestate* dipisahkan menjadi bagian padatan dan cairan. Bagian padatan disebut pupuk organik padat dan bagian cairan disebut pupuk organik cair (Siregar, 2009).

Permasalahan yang terjadi di peternakan warga biasanya tidak dimanfaatkannya *sludge* pembuangan digester biogas (*digestate*) sebagai pupuk organik, yang mana umumnya langsung dibiarkan mengalir ke saluran pembuangan menuju tempat penampungan akhir. Menurut Peraturan Pemerintah RI No 82 tahun 2001 yang dimaksud dengan air limbah adalah sisa dari suatu hasil usaha dan/atau kegiatan yang berwujud cair. Dilihat dari hal tersebut, *digestate* merupakan limbah sisa

dari digester biogas yang perlu dikelola lebih lanjut agar tidak mencemari lingkungan di sekitarnya.

Pemisahan dengan Metode Pengendapan

Dalam proses sedimentasi hanya partikel-partikel yang lebih berat dari air yang dapat terpisah, misalnya lumpur. Sedimentasi adalah proses pemisahan partikel dari fluidanya (air) yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi atau *centrifugal* (Rushton *et al*, 1996 dalam Setiawan dan Bayu, 2010).

Faktor-faktor penting yang mempengaruhi proses sedimentasi antara lain adalah ukuran partikel padat, densitas partikel padat, dan kekentalan fluida. Faktor lain yang mempengaruhinya yaitu bentuk partikel padat dan orientasinya, distorsi partikel padat yang bisa berubah bentuk, persinggungan atau benturan antar partikel padat untuk yang berkonsentrasi tinggi, kedekatan partikel padat terhadap dinding kolam sedimentasi, dan arus konveksi likuida. Bhargava dan Rajagopal (1990) mendapatkan kolerasi antara kurva pemisahan (pengendapan) total dengan distribusi ukuran partikel dan berat jenis partikel padat (Haryati, 2010).

C. Pemisahan dengan Metode Penyaringan/Filtrasi

Filtrasi adalah operasi pemisahan campuran heterogen antara fluida dengan partikel-partikel padatan oleh media filter yang meloloskan fluida tetapi menahan partikel-partikel padatan, dengan cara melewatkan fluida melalui suatu media penyaring atau septum yang dapat menahan padatan. Fluida mengalir melalui media filter karena adanya perbedaan tekanan pada media tersebut. Oleh karena itu, berdasarkan filter yang digunakan, filter terdiri atas dua macam, yaitu filter

yang beroperasi pada tekanan yang lebih tinggi dari tekanan atmosfer di sebelah hulu filter yang disebabkan oleh adanya gravitasi atau disebut filtrasi gravitasi, dan yang beroperasi dengan tekanan atmosfer di sebelah hulu dan vakum di sebelah hilir atau disebut dengan filtrasi sistem vakum (Pinalia, 2011).

Filtrasi adalah suatu prose pemisahan zat padat dari fluida (cair maupun gas) yang membawanya menggunakan suatu media berpori atau bahan berpori lain untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid. Pada prosesnya air merembes dan melewati media filter sehingga akan terakumulasi pada permukaan filter dan terkumpul sepanjang kedalaman media yang dilewatinya. Filter juga mempunyai kemampuan untuk memisahkan partikulat semua ukuran termasuk di dalamnya algae, virus, dan koloid-koloid tanah (Selintung dan Syahrir, 2012).

D. Pemisahan dengan Metode Pemerasan/*Pressing*

Teknik pemerasan dapat digunakan untuk mengekstrak suatu senyawa organik yang berbentuk cairan atau padatan dari bahan yang berbentuk padatan. Metode pemerasan mempunyai keunggulan yaitu tidak meninggalkan residu pelarut dalam bahan yang diekstrak dan sangat cocok diterapkan pada industry makanan (Damayanti, 2013)