

BAB II

PEMBUATAN BIOGAS DARI LIMBAH ORGANIK DAN PEMANFAATANNYA

2.1 Biogas dari Limbah Organik.

Biogas adalah gas mudah terbakar (*flammable*) yang dihasilkan dari proses penguraian bahan organik oleh bakteri yang hidup dalam kondisi kedap udara (bakteri anaerob) terhadap limbah-limbah organik baik di digester (pencerna) anaerob maupun di tempat pembuangan akhir sampah (*sanitary landfill*). Gas ini sering dimanfaatkan untuk pemanas, memasak, pembangkit listrik dan transportasi.

Biogas dihasilkan dari fermentasi anaerob oleh bakteri metanogenesis pada bahan-bahan organik seperti kayu/tumbuhan, buah-buahan, kotoran hewan dan manusia merupakan gas campuran gas Metana (60-70%), CO₂ dan gas lainnya. Komposisi biogas bervariasi tergantung pada limbah organik dan proses fermentasi anaerob, dengan komposisi lengkap sebagai berikut:

Tabel 2.1. Komposisi Kandungan Biogas ^[1]

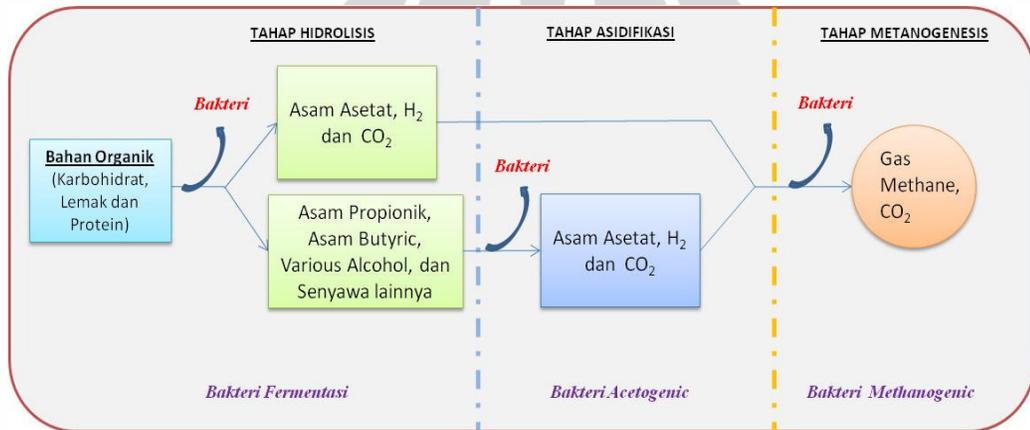
Komponen	%
Metana (CH ₄)	55-75
Karbon dioksida (CO ₂)	25-45
Nitrogen (N ₂)	0-0.3
Hidrogen (H ₂)	1-5
Hidrogen sulfida (H ₂ S)	0-3
Oksigen (O ₂)	0.1-0.5

Dalam tulisan ini potensi limbah organik adalah dari limbah organik sanitasi toilet (feces manusia) dan sampah organik yang berasal dari sisa rumah makan dan supermarket seperti sampah sayuran, buah-buahan, nasi daging/ikan.

Biogas dapat digunakan untuk menggantikan bahan bakar konvensional yang sudah umum digunakan seperti minyak tanah (*kerosene*) atau kayu bakar, serta penggunaan biogas juga menyelamatkan lingkungan dari pencemaran dan mengurangi kerusakan lingkungan hidup. Saat ini pemanfaatan biogas menjadi penting ditengah isu pemanasan global karena gas metan sebagai kandungan utama dalam biogas memberikan efek rumah kaca (*green house gases*) yang 21 kali lebih bersifat polutan daripada gas CO₂

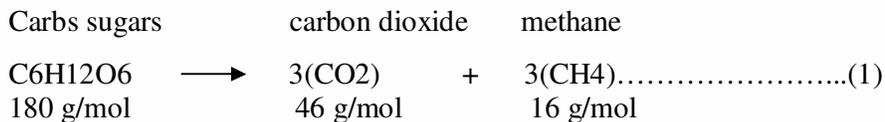
2.2 Proses Penguraian Limbah Organik

Secara umum, alur proses pencernaan/*digesting* limbah organik sampai menjadi biogas dimulai dengan pencernaan limbah organik yang disebut juga dengan *fermentation/digestion anaerob*. Pencernaan tergantung kepada kondisi reaksi dan interaksi antara bakteri methanogens, non-methanogens dan limbah organik yang dimasukkan sebagai bahan input/*feedstock* kedalam digester. Proses pencernaan ini (methanization) disimpulkan secara sederhana melalui tiga tahap, yaitu: hidrolisis (*liquefaction*), asidifikasi (*acyd production*), dan metanogenesis (*biogas production*) seperti gambar berikut:



Gambar 2.1. Tiga Tahapan Proses Fermentasi Anaerob Limbah Organik.^[3]

Sebagai contoh, reaksi kimia proses pembuatan gas metan dari limbah organik (limbah tebu/*carbs sugar*) dan jumlah yang dihasilkannya sebagai berikut:



Dari reaksi di atas dapat diasumsikan tiap 1 kg proses fermentasi limbah tebu (carbs sugar) diperoleh total 0,16 Kg gas metan.

2.3 Parameter-Parameter Proses Pencernaan Limbah Organik.

2.3.1 Suhu

Temperatur sangat menentukan lamanya proses pencernaan di digester. Bila temperatur meningkat, umumnya produksi biogas juga meningkat sesuai

dengan batas-batas kemampuan bakteri mencerna sampah organik. Bakteri yang umum dikenal dalam proses fermentasi anerob seperti bakteri Psychrophilic (< 15 °C), bakteri Mesophilic (15 °C-45 °C), Bakteri Thermophilic (45 °C-65 °C)

Umumnya *digester anaerob* skala kecil, yang sering terdapat disekitar kita umumnya bekerja pada suhu bakteri *Mesophilic* dengan suhu antara 25 °C- 37°C.

2.3.2 Nutrisi dan Penghambat bagi Bakteri *Anaerob*.

Bakteri *Anaerobik* membutuhkan nutrisi sebagai sumber energi untuk proses reaksi *anaerob* seperti mineral-mineral yang mengandung Nitrogen, Fosfor, Magnesium, Sodium, Mangan, Kalsium, Kobalt. Nutrisi ini dapat bersifat *toxic* (racun) apabila konsentrasi di dalam bahan terlalu banyak. Di bawah ini tabel konsentrasi kandungan kimia mineral-mineral yang diijinkan terdapat dalam proses pencernaan/*digestion* limbah organik, yakni:

Table 2.2. Kandungan Mineral-Mineral yang Diijinkan ^[4].

METAL	MG/LITER
Sulphate (SO ₄ -)	5000
Sodium chloride	40000
Copper	100
Chromium	200
Nickel	200-500
Cyanide Below	25
Alkyl Benzene Sulfonate (ABS)	40 ppm
Ammonia	3000
Sodium	5500
Potassium	4500
Calcium	4500
Magnesium	1500

Selain karena konsentrasi mineral-mineral melebihi ambang batas di atas, polutan-polutan yang juga menyebabkan produksi biogas menjadi terhambat atau berhenti sama sekali adalah ammonia, antibiotik, pestisida, detergen, and logam-logam berat seperti *chromium*, *nickel*, dan *zinc*.

2.3.3 Lama Proses Pencernaan

Lama proses (*Hydraulic Retention Time*-HRT) adalah jumlah hari proses pencernaan/*digesting* pada tangki anaerob terhitung mulai pemasukan bahan organik sampai proses awal pembentukan biogas dalam *digester anaerob*. HRT

meliputi 70-80% dari total waktu pembentukan biogas secara keseluruhan. Lamanya waktu HRT sangat tergantung dari jenis bahan organik dan perlakuan terhadap bahan organik (feedstock substrate) sebelum dilakukan proses pencernaan/digesting diproses.

2.3.4 Derajat Keasaman (pH)

Mempunyai efek terhadap aktivasi mikroorganisme. Konsentrasi derajat keasaman (pH) yang ideal antara 6,6 dan 7,6. Bila pH lebih kecil atau lebih besar maka akan mempunyai sifat toksik terhadap bakteri metanogenik. Bila proses anaerob sudah berjalan menuju pembentukan biogas, pH berkisar 7-7,8.

2.3.5 Kandungan Nitrogen dan Rasio Karbon Nitrogen

Karbon dan Nitrogen adalah sumber makanan utama bagi bakteri *anaerob*, sehingga pertumbuhan optimum bakteri sangat dipengaruhi unsur ini, dimana Karbon dibutuhkan untuk mensuplai energi dan Nitrogen dibutuhkan untuk membentuk struktur sel bakteri. Nitrogen amonia pada konsentrasi yang tinggi dapat menghambat proses fermentasi anaerob. Konsentrasi yang baik berkisar 200 – 1500 mg/lit dan bila melebihi 3000 mg/lit akan bersifat *toxic*. Proses fermentasi *anaerob* akan berlangsung optimum bila rasio C:N bernilai 30:1, dimana jumlah karbon 30 kali dari jumlah nitrogen.

Table 2.3. Rasio C/N beberapa Material Organik yang Umum Digunakan^[4].

Raw Materials	C/N Ratio
Kotoran Manusia (Human excreta)	8
Kotoran Kambing (Goat dung)	12
Sheep dung	19
Water hyacinth	25
Straw (maize)	60
Straw (wheat)	90
Duck dung	8
Chicken dung	10
Pig dung	18
Cow dung/ Buffalo dung	24
Elephant dung	43
Straw (rice)	70
Saw dust	dias 200

Kotoran hewan terutama sapi, memiliki nilai C/N rata-rata berkisar 24. Material dari tumbuhan seperti serbuk gergaji dan jerami mengandung persentase C/N yang lebih tinggi, sedangkan kotoran manusia memiliki nilai rasio C/N 8.

Limbah organik yang bernilai C/N tinggi dapat dicampur dengan yang lebih rendah sehingga diperoleh nilai rasio C/N yang ideal, seperti pencampuran limbah jerami (*straw*) kedalam limbah toilet (latrine waste) untuk mencapai kadar C/N yang ideal atau mencampurkan kotoran gajah dengan kotoran manusia sehingga mendapat jumlah rasio C/N yang seimbang dan produksi biogas dapat berjalan optimum.

2.3.6 Total Solid Content (TS)

Pengertian *total solid content* (TS) adalah jumlah materi padatan yang terdapat dalam limbah pada bahan organik selama proses digester terjadi dan ini mengindikasikan laju penghancuran/pembusukan material padatan limbah organik. TS juga mengindikasikan banyaknya padatan dalam bahan organik dan nilai TS sangat mempengaruhi lamanya proses pencernaan/*digester* (HRT) bahan organik.

2.3.7 Volatile Solids (VS)

Merupakan bagian padatan (*total solid-TS*) yang berubah menjadi fase gas pada tahapan asidifikasi dan metanogenesis sebagaimana dalam proses fermentasi limbah organik. Dalam pengujian skala laboratorium, berat saat bagian padatan bahan organik yang hilang terbakar (menguap dan mengalami proses gasifikasi) dengan pembakaran pada suhu 538° C, disebut sebagai volatile solid. Atau Potensi produksi biogas atau disebut juga persentase volatile solid untuk beberapa bahan organik yang berbeda seperti diperlihatkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.4. Potensi Produksi Gas untuk Beberapa Tipe Bahan Organik.^[5]

Tipe Limbah Organik	Produksi Biogas Per Kg Waste (m3) (% VS)
Sapi (Lembu/Kerbau)	0.023 - 0.040
Babi	0.040 - 0.059
Ayam	0.065 - 0.116
Manusia	0.020 - 0.028
SampahSisa Panen	0.037
Air Bakau (Water hyacinth)	0.045

2.3.8 Pengadukan Bahan Organik.

Pengadukan sangat bermanfaat bagi bahan yang berada di dalam digester anaerob karena memberikan peluang material tetap tercampur dengan bakteri dan temperatur terjaga merata diseluruh bagian. Dengan pengadukan potensi material mengendap di dasar digester semakin kecil, konsentrasi merata dan memberikan kemungkinan seluruh material mengalami proses fermentasi anaerob secara merata.

2.3.9 Pengaturan Tekanan

Semakin tinggi tekanan di dalam digester, semakin rendah produksi biogas di dalam digester terutama pada proses *hidrolisis* dan *acydifikasi*. Selalu pertahankan tekanan diantara 1,15-1,2 bar di dalam *digester*.

2.3.10 Penjernihan Biogas

Kandungan gas atau zat lain dalam biogas seperti air, karbon dioksida, asam sulfat H_2S , merupakan polutan yang mengurangi kadar panas pembakaran biogas bahkan dapat menyebabkan karat yang merusak mesin.

Banyak cara pemurnian biogas diantaranya *Physical Absorption* (pemasangan *water trap* di pipa biogas), *chemical absorption*, pemisah membran permiabel, hingga penyemprotan air atau oksigen untuk mengikat senyawa sulfur atau karbon dioksida. Bila biogas digunakan untuk bahan bakar kendaraan atau bahan bakar pembangkit listrik, gas H_2S yang berpotensi menyebabkan karat pada komponen mesin harus dibuang melalui peralatan penyaring/ filter sulfur.

2.4 Persamaan-Persamaan Pembentukan Biogas

Berikut beberapa persamaan yang menentukan proses pembentukan biogas dari fermentasi limbah organik pada digester anaerob.

2.4.1 Persamaan Lama Waktu Penguraian ^[10]

Secara teoritis merupakan waktu material organik berada di dalam tangki digester. Selama proses ini terjadi pertumbuhan bakteri anaerob pengurai, proses penguraian material organik, dan stabilisasi pembentukan biogas menuju kepada kondisi optimumnya. Secara keseluruhan, lama waktu penguraian (*Hydraulic*

Retention Time-HRT) mencakup 70%-80% dari keseluruhan waktu proses pembentukan biogas bila siklus pembentukan biogas berjalan ideal yakni 1 kali proses pemasukan material organik langsung mendapatkan biogas sebagai proses akhirnya. HRT dapat dirumuskan menjadi persamaan berikut:

$$\text{HRT (days)} = \frac{\text{Volume Digester (m}^3\text{)}}{\text{Laju Penambahan Bahan Organik Harian (m}^3\text{/day)}} \dots\dots\dots(2)$$

Jika material padatan kering (*Dry Matery*-DM atau disebut juga *Total Solid*-TS) berkisar 4-12 %, maka waktu penguraian optimum (*Optimum Retention Time*) berkisar 10-15 hari. Jika nilai DM lebih besar dari nilai persentasi material padatan kering di atas, berarti material organik memiliki konsentrasi lebih padat sehingga lama waktu penguraian menjadi spesifik, sehingga berlaku persamaan lama waktu penguraian spesifik (*specific retention time*-SRT) berikut:

$$\text{SRT} = \frac{\text{Masa Padatan Organik dalam Digester Anaerob (kg)}}{\text{Laju Pembuangan Padatan Sisa Digester (kg/day)}} \dots\dots\dots(3)$$

Untuk bahan organik spesifik seperti diatas, laju penambahan limbah organik (*Specific Loading Rate*-SLR) dapat diketahui sebagai berikut:

$$\text{SLR} \frac{\text{(kg ODM)}}{\text{(m}^3\text{ - day)}} = \frac{\text{Bahan Organik yang Ditambahkan (kg ODM/day)}}{\text{Volume Digester (m}^3\text{)}} \dots\dots\dots(4)$$

Kedalaman tangki digester sangat mempengaruhi nilai SLR dan bila parameter lain dapat dijaga pada kondisi ideal, nilai optimum SLR didapat berkisar 3-6 kg ODM/m³-day

2.4.2 Persamaan Produksi Biogas Spesifik ^[13]

Produksi Biogas Spesifik (*Specific Biogas Production*- SBP) merupakan nilai indikator efisiensi digester. Kondisi minimal 1,5 dan target ideal bernilai 2,5.

$$\text{SBP (day-1)} = \frac{\text{Biogas Production (m}^3\text{/day)}}{\text{Digester Volume (m}^3\text{)}} \dots\dots\dots(5)$$

2.4.3 Persamaan Produksi Gas Metan Spesifik^[13]

Produksi Metan Spesifik (*Specific Methane Production*-SMP), berhubungan dengan jumlah energi yang diproduksi terhadap potensi energi yang dimiliki limbah organik (*feedstock*). Untuk limbah organik dari tumbuhan/biji-

bijian bernilai energi antara 0.3 – 0.4 (%) dan untuk beberapa jenis kotoran hewan dapat bernilai sampai 0.8%.

$$\text{SMP (m}^3 \text{ CH}_4 \text{ /kg ODM)} = \frac{\text{Volume Gas CH}_4 \text{ (m}^3 \text{ /day)}}{\text{Laju Penambahan Bahan Organik (kg ODM/day)}} \dots(6)$$

2.4.4 Produksi Biogas Sampah Organik

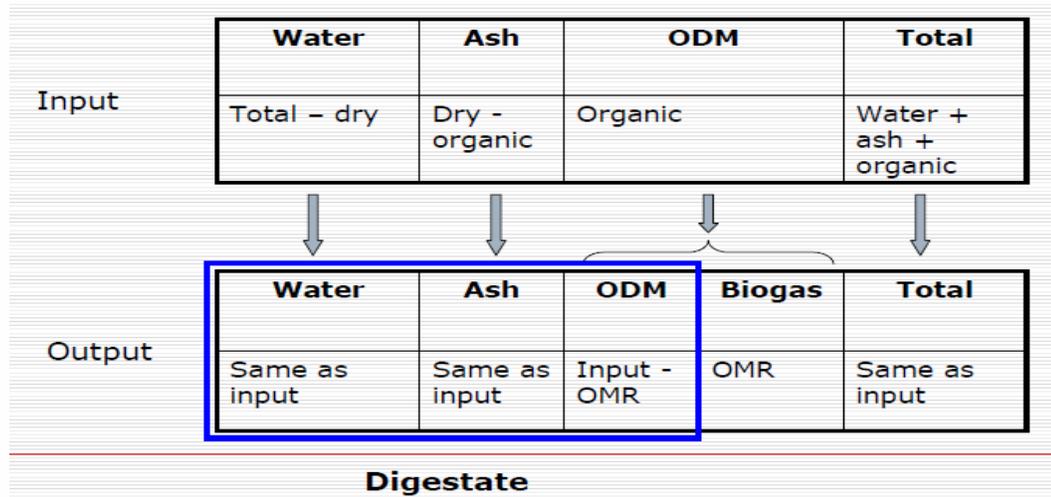
Jumlah produksi biogas dari limbah organik didalam tangki *digester anaerob* secara sederhana dapat dihitung dengan ketentuan berikut ini:

- Total berat limbah input = total berat limbah output.
 - ✓ Inputs = feedstock
 - ✓ Outputs = sisa pencernaan limbah (organic digestate) + biogas
- feedstock
 - ✓ % dry matter (% DM)
 - %DM = dry mass/wet mass
 - *Dry material* diperoleh saat limbah dipanaskan 105°C selama 24 jam
 - ✓ % organic dry matter (%ODM)
 - %ODM = 100 – Ash%
 - Kadar Abu (Ash) % = non-volatile organics/dry mass yang diperoleh dengan pemanasan limbah organik pada suhu 550°C untuk melepaskan uap.
 - ✓ % organic matter reduction (%OMR)
 - %OMR = (%ODMinput-%ODMoutput)/%ODMinput
 - Bernilai 30% untuk limbah kotoran sapi
 - Bernilai 70% untuk limbah sisa panen

dimana:

- DM adalah Dry Matter – Limbah Kering (Padatan)
- ODM adalah Organic Dry Matter – Limbah Organik Kering (Padatan)
- OMR atau ODMR adalah Organic Dry Matter Reduction (pengurangan limbah organik kering (padatan) (kg/day)

Secara sederhana, produksi biogas setara dengan produksi pengurangan limbah organik kering (ODMR atau OMR). Kondisi di atas dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.2. Komposisi Limbah Organik Pengujian Laboratorium ^[13]

Untuk memperjelas prinsip di atas, dapat dilihat contoh perhitungan sederhana pada LAMPIRAN 1.

Berikut tabel potensi maksimum rata-rata produksi biogas dari bahan organik kering (Organic Dry Matter - ODM) untuk beberapa sumber bahan organik yang berbeda.

Tabel 2.5. Produksi Biogas Maksimum dari Bahan Organik Kering ^{[13] 14}

Sumber Bahan Organik	Produksi Biogas (per Dry Solid Matter-DM)		Kandungan Methane (%)	Retention Time (days)
	(Litre /kg)	(m ³ /kg)		
Kotoran Sapi	350*	0,2 – 0,33	60	n/a
Kotoran Ayam	440	0,31 – 0,56	58 – 65	9 – 30
Kotoran Babi	n/a	0,49 – 0,76	58 – 61	10 – 15
Kotoran Kambing	n/a	0,37 – 0,61	64	20
Kotoran Manusia	400	0,43	65	30 – 90
MSW (Limbah Padat Perkotaan)	n/a	0,31 – 0,35	55 – 60	15 – 30
Dedaunan (Dry leaf)	450	n/a	44	n/a

2.5 Konversi Energi Biogas dan Pemanfaatannya

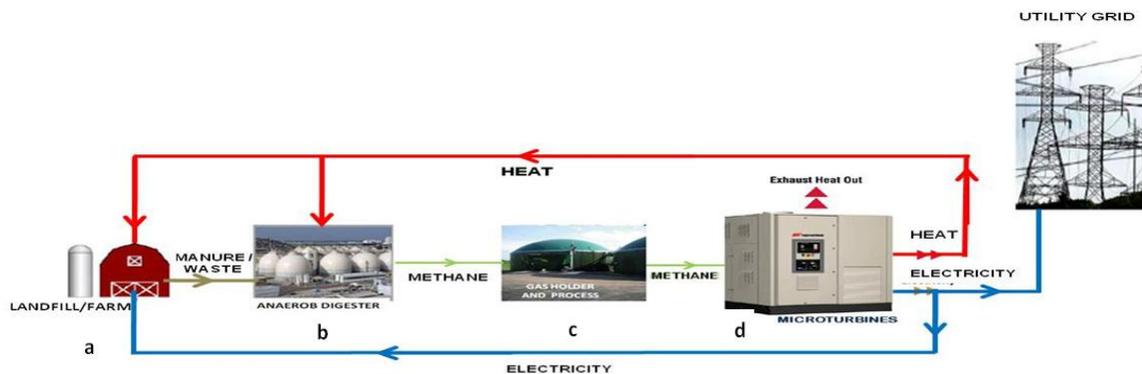
Biogas dapat digunakan sebagai bahan bakar dan sebagai sumber energi alternatif untuk penggerak generator pembangkit tenaga listrik serta menghasilkan energi panas. Pembakaran 1 kaki kubik (0,028 meter kubik) biogas menghasilkan energi panas sebesar 10 Btu (2,25 kcal) yang setara dengan 6 kWh/m³ energi listrik atau 0,61 L bensin, 0,58 L minyak tanah, 0,55 L diesel, 0,45 L LPG (Natural Gas), 1,50 Kg kayu bakar, 0,79 L bioethanol ^[7].

2.5.1 Konversi Energi Biogas untuk Ketenagalistrikan

Konversi energi biogas untuk pembangkit tenaga listrik dapat dilakukan dengan menggunakan *gas turbine*, *microturbines* dan *Otto Cycle Engine*. Pemilihan teknologi ini sangat dipengaruhi potensi biogas yang ada seperti konsentrasi gas metan maupun tekanan biogas, kebutuhan beban dan ketersediaan dana yang ada.

2.5.2 Komponen Utama PLTBogas

Sistem PLTBogas secara lengkap terdiri dari *digester anaerob*, *feedstock*, *biogas conditioning* (untuk memurnikan kandungan metan dalam biogas), *Engine-Generator (microturbines)*, *Heat Recovery Use*, *Exhaust Heat Recovery* dan *Engine Heat Recovery*. Berikut ini gambar sistem penyaluran energi listrik dan panas PLTBogas.



Gambar. 2.3. Sistem Penyaluran Tenaga Listrik dari PLTBogas
a. Feedstock, b. Digester, c. Biogas Tank,
d. Engine-Generator (Microturbines)

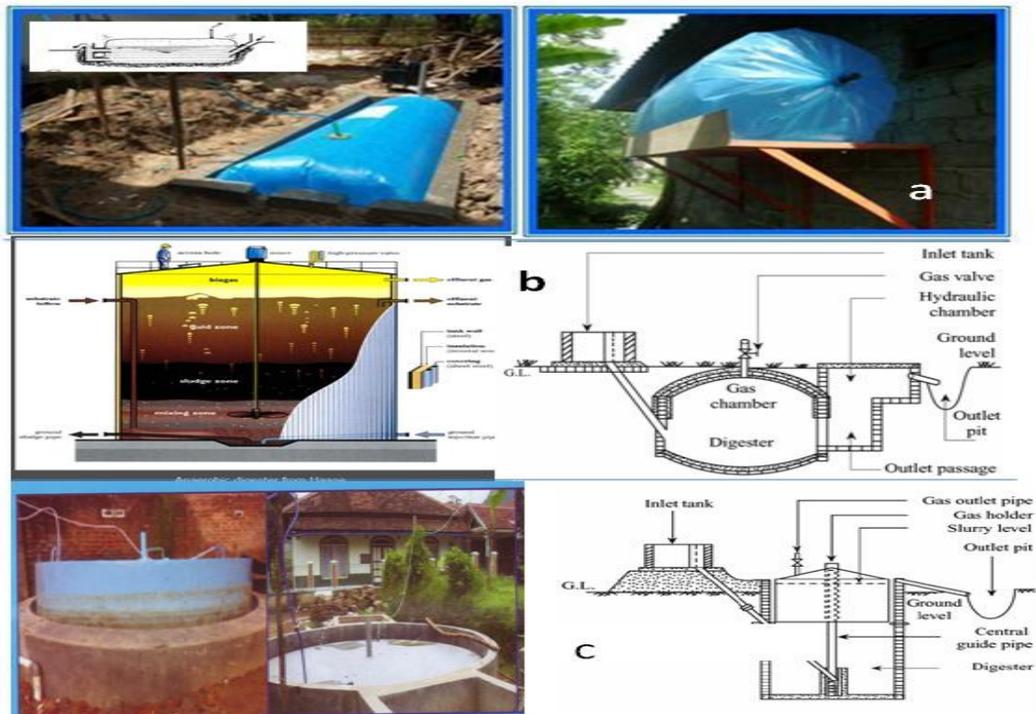
2.5.2.1 Sumber Pasokan Limbah Organik (*Feedstock*)^[9]

Sumber pasokan limbah organik adalah tempat asal bahan organik seperti peternakan, tempat sampah atau tempat proses akhir dari proses pengolahan bahan hasil pertanian. Didalam *feedstock* terdapat juga tangki pemasukan bahan organik (*inlet feed substrate/feedstock*) merupakan wadah penampungan yang terhubung ke digester melalui saluran dengan kemiringan tertentu.

Di dalam *feedstock* juga bisa terdapat proses pengecilan dimensi limbah organik dengan peralatan *crusher* (pencacah), proses pencampuran (*mixing*) dan pengenceran untuk mempermudah penyaluran ke tangki *digester*.

2.5.2.2 Tangki Pencernaan (*Digester*)

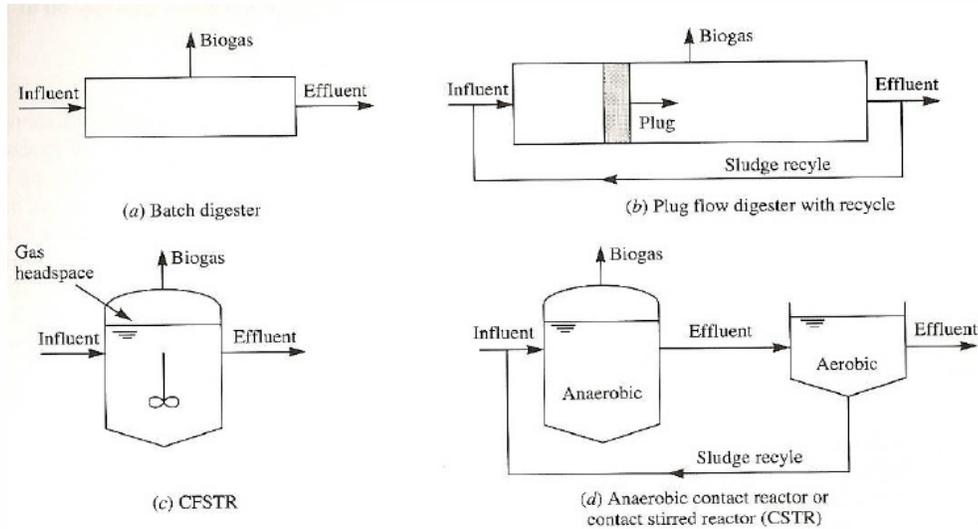
Digester merupakan tempat reaksi fermentasi anaerob limbah organik menjadi biogas terjadi. Berdasarkan bentuk tangki digesternya, secara umum dikenal 3 (tiga) tipe utama reaktor biogas yakni tipe balon (*balloon type*), tipe kubah tetap (*fixed-dome type*) dan tipe kubah penutup mengambang (*floating-drum type*), seperti gambar di bawah ini:



Gambar 2.4. Reaktor Biogas Berdasarkan Bentuk Tangki *Digester* [10]
(a) *balloon plant*, (b) *fixed-dome plant*, (c) *floating-drum plant*.

Berdasarkan proses pengolahan limbah organik dikenal beberapa tipe digester seperti *Batch Digester*, *Plug Flow Digester* dengan proses daur ulang, Digester pengadukan penuh (CFSTR), dan digester Anaerob dengan pengadukan berkala (CSTR), seperti ditunjukkan gambar di bawah ini.

Proses pengolahan limbah organik dengan digester tipe *batch* dilakukan sekali proses yakni memasukkan limbah organik, *digestion* dan penghasilan biogas dan *slurry* (lumpur) kompos yang kaya nutrisi bagi tanah. *Digester* tipe *plug flow* dapat melakukan proses *digestion* (pencernaan limbah organik) beberap kali. Sementara *digester* tipe CFSTR dan CSTR menggunakan pengadukan untuk mempercepat waktu cerna (HRT) dalam tangki *digester anaerob*.



Gambar 2.5. Reaktor Biogas Berdasarkan Proses Pengolahan^[11]

(a) Batch Digester, (b) Plug Flow Digester, (c) Digester CFSTR, (d) Digester CSTR

Dalam beberapa kondisi, pada digester anaerob dilengkapi dengan mesin pengaduk lumpur (*Slurry Mixture Machine*) sehingga konsentrasi material merata disetiap bagian digester. Dengan pengadukan potensi material mengendap di dasar digester semakin kecil, konsentrasi merata dan memberikan kemungkinan seluruh material mengalami proses fermentasi anaerob secara merata.

2.5.2.3 Katub Penampung Gas (*Biogas Tank*)

Tangki penyimpanan biogas adalah tangki yang digunakan untuk menyimpan dan menyalurkan, seluruh biogas hasil produksi dari biogas digester. Tangki ini bisa terbuat dari plastik, sement atau baja stainless stell tahan karat yang dilapisi epoxy dan dilengkapi regulator pengukur tekanan gas.

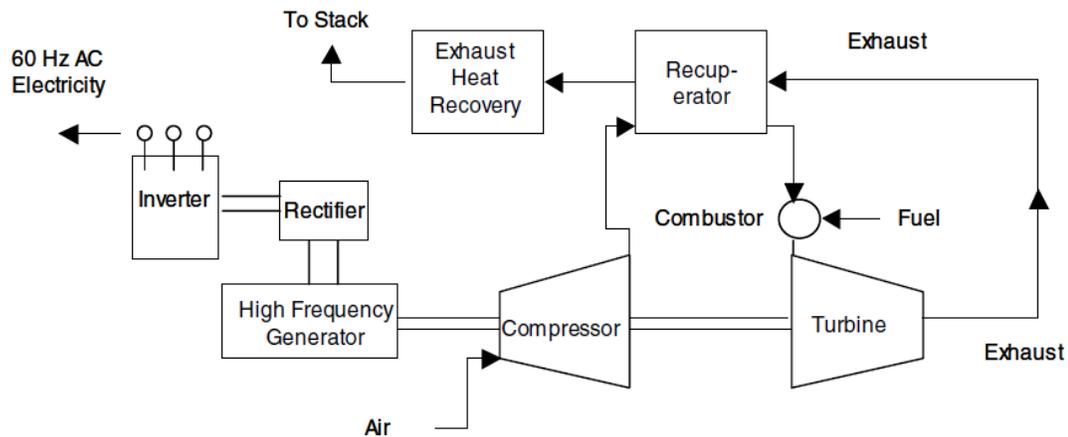
Untuk reaktor biogas skala kecil, penampung biogas (*Gas Holder*) berada di bagian atas digester biogas dan pada digester model *floating drum plant*, volume biogas yang dihasilkan mendorong tutup atas digester dan menjadi indikator tahap metanogenesis sudah terjadi.

2.5.2.4 Generator Pembangkit Tenaga Listrik (*Microturbines Generator*)

Microturbines adalah generator listrik kecil yang membakar gas atau bahan bakar cair untuk menciptakan rotasi kecepatan tinggi untuk mengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Perkembangan teknologi *microturbine*

dewasa ini adalah hasil dari pengembangan pembangkit stasioner skala kecil dan turbin gas otomotif peralatan utama pembangkit listrik dan *turbochargers*, yang sebagian besar dikembangkan pada sektor industri otomotif dan pembangkit tenaga listrik.

Pemilihan teknologi pembangkit mikroturbin karena pembangkit ini sesuai dengan potensi sumber energi kecil yakni untuk daya keluaran berkisar 25 kW sampai dengan 400 kW.



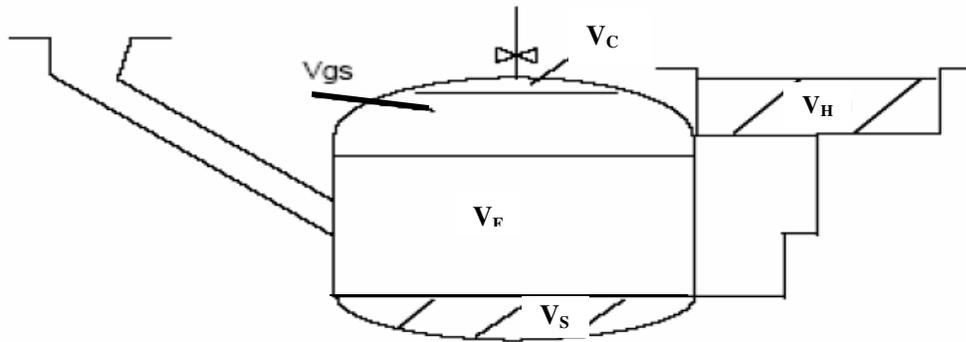
Gambar. 2.6. Microturbine dengan siklus Combain Heat Power- CHP ^[30]

Siklus kombinasi daya dan panas merupakan proses pemanfaatan energi yang dihasilkan dari pembakaran biogas. Dalam siklus sebagaimana gambar di atas terlihat bahwa panas yang dihasilkan dari membakar biogas digunakan untuk memutar turbin dan turbin dikopel dengan generator untuk menghasilkan energi listrik yang dialirkan ke beban. Panas sisa yang dihasilkan setelah dimanfaatkan turbin digunakan kembali oleh *recuperator* dan *exhaust heat recovery* sebagai pemanas air seperti untuk sistem air panas hotel.

2.6 Ukuran Digester Biogas ^[12]

Ukuran tangki digester biogas tergantung dari jumlah, kualitas dan jenis limbah organik yang tersedia dan temperatur saat proses fermentasi anaerob.

Di bawah ini gambar bentuk penampang silender digester anaerob (*Cylindrical Shaped Bio-Gas Digester Body*) dengan penjelasan sebagai berikut:



Gambar 2.7. Penampang Digester Biogas Silinder ^[12]

Keterangan:

Vc – Volume Ruangan penampungan gas (gas collecting chamber)

Vgs –Volume Ruangan Penyimpanan Gas (gas storage chamber)

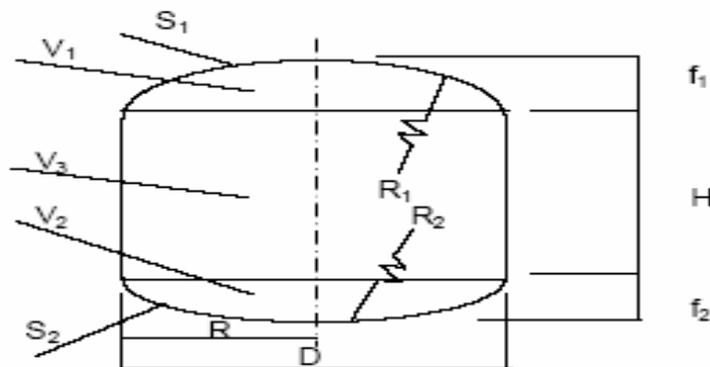
Vf – Volume Ruangan Fermentasi (fermentation chamber)

VH – Volum Ruangan Hidrolik (hydraulic chamber)

Vs – Volum lapisan penampungan lumpur (sludge layer)

Total volume digester $V = Vc + Vgs + Vf + Vs$(7)

Untuk mendisain tangki digester biogas, dapat dilihat pada gambar dimensi geometrikal tangki digester di bawah ini:



Gambar 2.8. Dimensi Geometrikal Tangki Digester ^[12]

Berdasarkan gambar dimensi geometrikal tangki digester diatas berlaku ketentuan bentuk geometrical ruangan-ruangan digester sebagai berikut :

Tabel 2.6. Dimensi Geometrika Ukuran Tangki Digester Silinder ^[12]

ISI	DIMENSI GEOMETRIKAL
$V_c \leq 5\% V$ $V_s \leq 15\% V$ $V_{gs} + V_f = 80\% V$ $V_{gs} = V_H$ $V_{gs} = 0.5 (V_{gs} + V_f + V_s) K$	$D = 1.3078 X V^{1/3}$ $V_1 = 0.0827 D^3$ $V_2 = 0.05011 D^3$ $V_3 = 0.3142 D^3$ $R_1 = 0.725 D$ $R_2 = 1.0625 D$ $f_1 = D/5$ $f_2 = D/8$ $S_1 = 0.911 D^2$ $S_2 = 0.8345 D^2$

Untuk lebih jelas tentang ukuran/dimensi pembuatan digester anaerob sebagaimana terlihat pada LAMPIRAN 2.

