

# PEDOMAN PENGOLAHAN LIMBAH TERNAK

(Kompos, Pupuk Cair, Bio-Urine)



63  
R



Ditjen Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian  
Kementerian Pertanian  
Tahun 2015



631.863  
DIA

f

# PEDOMAN PENGOLAHAN LIMBAH TERNAK

(Kompos, Pupuk Cair, Bio-Urine)

Tipe limbah : ...  
No. induk : ...  
No. bahan kimia : ...  
Date : ...



Ditjen Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian  
Kementerian Pertanian  
Tahun 2015



Tgl. terima : 20-09-2018

No. Induk : 582/0/2010

Asal bahan Pustaka : ~~Bel/Tekno~~ Hadiah

Dari :

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya, buku Pedoman Pengolahan Limbah Ternak dapat diselesaikan dengan baik.

Pengolahan limbah ternak merupakan terobosan untuk pemecahan masalah yang dihadapi oleh masyarakat terutama dalam penyediaan energi alternatif (biogas). Limbah kotoran ternak yang diolah menjadi biogas, juga dapat menghasilkan produk ikutannya yakni berupa kompos, pupuk cair dan bio-urine, sehingga ada peningkatan nilai tambah bagi peternak.

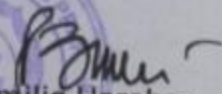
Buku ini diterbitkan dalam rangka memberikan acuan kepada pemangku kepentingan dalam pelaksanaan kegiatan Fasilitasi Pengolahan Limbah Ternak serta pengelolaannya. Diharapkan gapoktan sebagai pelaku usaha pengolahan hasil peternakan dan masyarakat pada umumnya sebagai penerima manfaat dapat lebih mengetahui tentang aplikasi teknologi pengolahan biogas, kompos, pupuk cair dan bio-urine yang baik dan tepat guna.

Akhirnya, sangat diharapkan komitmen berbagai pihak untuk dapat melaksanakan kegiatan Fasilitasi Pengolahan Limbah Ternak didaerah dengan sebaik-baiknya dengan waktu yang telah ditentukan. Keberhasilan pelaksanaan kegiatan dimaksud tidak terlepas dari koordinasi antara instansi terkait di pusat dan daerah serta pembinaan teknis untuk kelompok tani penerima bantuan, sehingga kegiatan ini benar-benar dapat bermanfaat.

Kami menyampaikan terima kasih atas kerjasama dari berbagai pihak hingga tersusunnya buku ini. Disadari bahwa buku ini belum sempurna, untuk itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan guna penyempurnaan lebih lanjut. Semoga buku ini bermanfaat bagi semua stakeholder terkait.

Jakarta, April 2015

Direktur Jenderal PPHP

  
Yusni Emilia Harahap

NIP. 19590322 198306 2 001



## DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Pengantar .....	i
Daftar Isi .....	ii
Daftar Lampiran.....	iv
Daftar Gambar.....	v
Daftar Tabel.....	vii
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan .....	6
1.3 Sasaran .....	7
1.4 Pengertian .....	7
<b>BAB II. POTENSI LIMBAH TERNAK SEBAGAI SUMBER ENERGI TERBARUKAN DAN PUPUK ORGANIK.....</b>	<b>9</b>
2.1 Potensi Pengolahan Limbah Budidaya Ternak.....	9
2.2 Potensi Pengolahan Limbah Pemotongan Ternak.....	14
<b>BAB III. BIOGAS .....</b>	<b>16</b>
3.1 Teknik Pengolahan Biogas.....	16
3.2 Jenis-Jenis Instalasi Biogas.....	27
3.2.1 Fixed Dome (Beton).....	33
3.2.2 Sistem Floating.....	39
3.3 Instalasi Digester Biogas serta Shelter Pengolahan Pupuk Organik Keluarannya .....	41
3.4 Aplikasi Biogas sebagai Sumber Energi .....	43
3.5 Perawatan.....	45

<b>BAB IV. PEMANFAATAN LUMPUR BIOGAS .....</b>	<b>51</b>
4.1 Pupuk Padat .....	51
4.2 Pupuk Cair .....	53
4.3 Media Cacing .....	54
<b>BAB V. KOMPOS.....</b>	<b>55</b>
5.1 Teknik Pengomposan .....	55
5.2 Bangunan Kompos .....	65
5.3 Pemanfaatan Kompos .....	66
5.4 Vermi Komposting .....	67
5.5 Pengemasan.....	70
<b>BAB VI. BIO URINE .....</b>	<b>72</b>
6.1 Pembuatan Bio Urine.....	72
6.2 Instalasi Bio Urine.....	75
6.3 Pemanfaatan Bio Urine.....	74
6.4 Pengemasan.....	76
<b>BAB VII. PENUTUP .....</b>	<b>77</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>78</b>
<b>TIM PENYUSUN .....</b>	<b>79</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>80</b>

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Analisis Usaha Pengolahan Limbah Ternak.	81
Lampiran 2. Layout Rumah Kompos .....	83

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Produk dari Usaha Peternakan .....	9
Gambar 2. Klasifikasi Limbah Padat dan Cair .....	10
Gambar 3. Tahapan Pembentukan Biogas .....	17
Gambar 4. Tipe Instalasi Biogas .....	28
Gambar 5. Instalasi Biogas dari Bahan Plastik, Fiber Glass dan Semen Beton .....	29
Gambar 6. Instalasi Gas Bio dari bahan Plastik .....	30
Gambar 7. Instalasi Biogas .....	32
Gambar 8. Desain Fixed Dome Digester .....	34
Gambar 9. Konstruksi Fixed Dome Digester .....	35
Gambar 10. Pembuatan Digester Penampung Limbah....	36
Gambar 11. Kubah Pada Fixed Dome Digester .....	36
Gambar 12. Fiber Digester .....	36
Gambar 13. Penampung Gas Pada Floating Digester .....	37
Gambar 14. Pipa pengeluaran Pada Limbah Digester .....	38
Gambar 15. Desain Floating Digester .....	40
Gambar 16. Konstruksi Floating Digester .....	40
Gambar 17. Pembuatan Digester .....	42
Gambar 18. Pembuatan Kubah Digester .....	42
Gambar 19. Hasil Keluaran Biogas .....	51
Gambar 20. Bagan Alur produksi Pupuk Padat Keluaran Biogas .....	52
Gambar 21. Bagan Alur produksi Pupuk Cair Keluaran Biogas .....	53
Gambar 22. Bagan Alur pembuatan Vermikompos .....	54

Gambar 23. Bak Pengomposan Dari Bilah Bambu yang Sudah Ditutup Dengan Plastik Warna Hitam dan Pemanenan Kompos yang Sudah Matang .....	62
Gambar 24. Segitiga Aerasi yang Ditempatkan di Bawah Kompos .....	64
Gambar 25. Skema Tumpukan Kompos yang Ditumpuk Diatas Segitiga Aerasi .....	64
Gambar 26. Pembuatan Bak Pupuk Kompos.....	65
Gambar 27. Pemanfaatan Kompos Kotoran Sapi Potong Sebagai Media Pembibitan Tanaman Kelapa Sawit dan Pemupukan Tanaman Pokok .....	67
Gambar 28. Ember atau Kotak yang Disekat Dengan Kawat Ayam Dipergunakan untuk Vermicomposting.....	69
Gambar 29. Kotak Pembuatan Vermicompos .....	70

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Jumlah Feces dan Urine yang Dihasilkan Berbagai Ternak .....	11
Tabel 2. Komposisi Hara Pada Feces dari Berbagai Ternak .....	12
Tabel 3. Pengaruh Imbangan C/N Masukan Terhadap Komposisi Gas .....	18
Tabel 4. Produksi Kotoran dan Biogas dari Beberapa Ternak .....	23
Tabel 5. Kandungan Hara Lumpur Biogas Padat .....	52
Tabel 6. Kandungan Hara Lumpur Biogas Cair .....	55
Tabel 7. Kandungan Hara Beberapa Kotoran Ternak Padat/Segar .....	56

## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia adalah negara agraris, di mana sebagian besar penduduknya mengandalkan sektor pertanian, namun rata-rata kepemilikan lahan pertanian kurang dari 0,3 hektar, terutama di pulau Jawa. Dari kondisi kepemilikan lahan yang sempit ditambah dengan sistem pertanian yang masih mengandalkan input produksi tinggi menyebabkan petani berada dalam lingkaran kemiskinan yang tiada putus-putusnya. Petani dengan pendapatan rendah tidak akan mampu menabung, meningkatkan pendidikan dan keterampilan apalagi meningkatkan investasinya guna meningkatkan produksi. Dalam keterbatasan yang dilematis tersebut diperlukan jalan keluar yang bijaksana dengan membangun paradigma baru, yaitu sistem pertanian yang berwawasan ekologis, ekonomis dan berkesinambungan, yang sering disebut *sustainable mix farming* atau *mix farming*.

Sistem *mix-Farming* bertujuan untuk memperpanjang siklus biologis dengan mengoptimalkan pemanfaatan hasil samping pertanian dan peternakan atau hasil ikutannya, dimana setiap mata rantai siklus menghasilkan produk baru yang memiliki nilai ekonomi tinggi, sehingga dengan sistem ini diharapkan pemberdayaan dan pemanfaatan lahan marginal di seluruh daerah (kabupaten/kota) dapat lebih dioptimalkan. Hal tersebut dimaksudkan untuk mendukung kebijakan pemerintah dalam hal kecukupan pangan dengan cara mengembangkan sistem pertanian yang terintegrasi misalnya tanaman pangan, pakan dan ternak, juga dapat memanfaatkan hasil samping atau hasil ikutan peternakan seperti kotoran, urine dan sisa

pakan sebagai bahan baku pupuk organik dan limbah pertaniannya untuk pakan ternak.

Konsep pertanian masa depan harus dirumuskan secara komprehensif agar dapat mengantisipasi berbagai tantangan, seperti pasar global dan otonomi daerah. Salah satu model yang dapat mengantisipasi tantangan pasar global adalah pengembangan sistem pertanian yang berkelanjutan (*sustainable mixed -farming*) dengan berbagai industri peternakan. Bagi masyarakat pedesaan, ternak-ternak seperti kerbau, sapi potong, sapi perah, kambing, domba, itik, bebek ataupun ayam buras, memiliki peranan strategis karena ternak-ternak tersebut dapat digunakan sebagai tabungan hidup maupun sumber tenaga kerja (kerbau). Ternak juga dapat dipakai sebagai penghasil pupuk organik yang bermanfaat untuk meningkatkan produksi pertanian. Selain itu ternak juga dapat meningkatkan status sosial seseorang di masyarakat.

Dalam perspektif ekonomi makro, peternakan merupakan sumber pangan yang berkualitas. Hasil peternakan, misalnya daging dan susu merupakan bahan baku industri pengolahan pangan yang dapat menghasilkan abon, dendeng, bakso, sosis, keju, mentega, krim dan lain lain. Usaha peternakan juga dapat menghasilkan cenderamata berbahan baku kulit, tanduk ataupun tulang. Semua usaha di bidang pertanian dan peternakan dapat menyerap banyak tenaga kerja.

Usaha peternakan mempunyai prospek untuk dikembangkan karena tingginya permintaan akan produk peternakan. Usaha peternakan juga memberi keuntungan yang cukup tinggi dan menjadi sumber pendapatan bagi banyak masyarakat pedesaan di Indonesia. Namun demikian, sebagaimana usaha lainnya, usaha peternakan juga menghasilkan limbah yang dapat menjadi sumber

pencemaran. Selama ini banyak keluhan masyarakat akan dampak buruk dari kegiatan usaha peternakan karena sebagian besar peternak mengabaikan penanganan limbah dari usahanya, bahkan ada yang membuang limbah usahanya ke sungai, sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan. Limbah peternakan yang dihasilkan oleh aktivitas peternakan seperti feses, urin, sisa pakan, serta air dari pembersihan ternak dan kandang menimbulkan pencemaran yang memicu protes dari warga sekitar, baik berupa bau tidak enak yang menyengat, sampai keluhan gatal-gatal ketika mandi di sungai yang tercemar limbah tersebut.

Mengingat pencemaran lingkungan hidup yang timbul pada usaha peternakan sebagian besar disebabkan oleh limbah yang dihasilkan, maka upaya pengelolaan limbah merupakan bagian dari sistem usaha peternakan yang harus mendapat perhatian secara sungguh-sungguh. Sistem pengelolaan limbah yang benar dan tepat penerapannya, tidak hanya dapat mengatasi pencemaran yang ditimbulkan, tetapi juga diharapkan dapat memberikan tambahan pendapatan dari usaha peternakan. Hal ini dimungkinkan karena limbah peternakan merupakan sumberdaya yang sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku sumber pupuk organik atau produk lainnya yang dewasa ini sangat dibutuhkan untuk meningkatkan daya dukung lingkungan pertanian sehingga produktivitasnya dapat ditingkatkan.

Ketersediaan sumberdaya alam dan teknologi yang digunakan dalam usaha peternakan sangat berpengaruh terhadap sistem pengelolaan limbah yang dihasilkan. Sebagaimana diketahui bahwa intensifikasi usaha peternakan telah berkembang dengan cepat untuk menyesuaikan ketersediaan sumberdaya alam, terutama kebutuhan lahan. Perkembangan ini telah berpengaruh besar terhadap teknologi,

seperti sistem pemeliharaan ternak dengan kepadatan populasi ternak di dalam kandang yang tinggi. Penggunaan pakan dalam bentuk tepung untuk ternak ruminansia juga merupakan suatu perubahan sistem pemberian pakan yang timbul karena ketersediaan bahan pakan hijauan yang jumlahnya sangat terbatas. Akibat dari perubahan tersebut sangat berpengaruh terhadap produksi limbah, baik jumlah maupun karakteristiknya. Pada sistem peternakan intensif dengan kepadatan populasi ternak yang tinggi akan menghasilkan limbah yang sangat besar di suatu lokasi usaha.

Mengingat karakteristik limbah peternakan yang hampir seluruhnya berupa bahan organik, maka sistem pengelolaannya harus dapat dilakukan secara cepat dan teknologinya harus sesuai, sehingga dapat mengantisipasi terjadinya pencemaran lingkungan hidup. Pengelolaan limbah yang salah dan lambat akan berakibat terhadap timbulnya pencemaran terhadap udara, tanah dan air. Sistem pengelolaan harus dapat menjamin tidak tertumpuknya limbah di suatu tempat secara terus menerus, karena apabila hal ini terjadi maka dapat dipastikan pencemaran lingkungan hidup yang ditimbulkan tidak akan dapat dicegah.

Seiring dengan kebijakan otonomi daerah, maka pengembangan usaha peternakan yang dapat meminimalkan limbah peternakan perlu dilakukan oleh pemerintah kabupaten/kota untuk menjaga kenyamanan dan kesehatan kawasan permukiman. Salah satu upaya kearah itu adalah dengan memanfaatkan limbah peternakan sehingga dapat memberi nilai tambah bagi usaha peternakan. Penanganan limbah ini diperlukan bukan saja karena tuntutan akan lingkungan yang nyaman tetapi juga karena pengembangan peternakan mutlak memperhatikan kualitas

lingkungan, sehingga keberadaannya tidak menjadi masalah bagi masyarakat di sekitarnya.

Agar usaha peternakan dapat memberi kontribusi pendapatan yang besar dan berkelanjutan, maka limbah peternakan yang dihasilkan tidak lagi menjadi beban biaya usaha akan tetapi menjadi hasil ikutan yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan bila mungkin setara dengan nilai ekonomi produk utama (daging, telur dan susu). Dalam pengelolaan limbah peternakan harus diciptakan suatu sistem yang dapat mengubah karakteristik limbah yang selama ini menjadi beban biaya tanpa hasil menjadi beban biaya yang memberi kontribusi keuntungan. Limbah peternakan yang selama ini dibuang begitu saja harus diubah menjadi bahan yang sangat dibutuhkan sebagai sarana kegiatan baru yang menguntungkan pada usaha peternakan tersebut.

Pengelolaan limbah peternakan terpadu merupakan salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efektifitas, efisiensi dan produktivitas agribisnis disertai meningkatnya daya dukung lingkungan. Keberhasilan usaha pertanian tanaman, sangat dipengaruhi oleh ketersediaan pupuk. Sampai saat ini, sebagian besar masih menggunakan pupuk buatan, padahal selain ketersediaannya terus berkurang, penggunaan yang tidak bijaksana juga berdampak terhadap keseimbangan ekologis sehingga daya dukung lingkungan terus menurun dan produktivitas usaha pertanian rendah. Salah satu alternatif penanggulangannya adalah penggunaan pupuk organik. Namun demikian produksi dilapangan ketersediaan pupuk organik ini masih terbatas oleh karena itu produksi pupuk organik perlu ditingkatkan melalui pengelolaan dan pemanfaatan limbah peternakan secara optimal.

Pengelolaan limbah peternakan yang ramah lingkungan adalah pengelolaan yang tidak berakibat terhadap menurunnya daya dukung

lingkungan. Dalam pengelolaannya harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut : (a) Cara pengelolaannya berkesinambungan (b) Hasil yang diperoleh dari pengelolaan limbah dapat menjamin proses berikutnya (c) Teknologi yang digunakan dapat meningkatkan nilai sumber daya limbah yang dikelola (d) Dampak negatif akibat pengelolaan limbah dapat dihindari.

Sesuai dengan potensi yang dimiliki limbah peternakan, pengelolaan yang ramah lingkungan akan berpengaruh sangat besar terhadap berbagai aktivitas yang dapat memberi kontribusi keuntungan usaha di bidang pertanian dan peternakan. Selain itu, kualitas lingkunganpun akan selalu dapat terjaga, bahkan dimungkinkan dapat meningkat. Dengan kualitas lingkungan yang baik, kualitas hidup manusiapun menjadi lebih baik sehingga upaya pembangunan di bidang pertanian dapat ditingkatkan. Apabila hal ini terwujud maka tujuan program Revitalisasi Pertanian dengan mudah dapat dicapai.

## 1.2 Tujuan

Tujuan dari penyusunan Pedoman Pengolahan Limbah ini adalah :

- Memberikan pedoman bagi aparat pembina dan pelaku usaha pengolahan kompos, pupuk cair, bio-urine dalam mengelola usahanya.
- Meningkatkan informasi dan pengetahuan aparat pembina dan pelaku usaha tentang penerapan teknologi tepat guna dan manajemen pengolahan Limbah Ternak (kompos, pupuk cair, bio-urine).

- Meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan pelaku usaha pengolahan Limbah Ternak (kompos, pupuk cair, bio-urine) berbasis poknak/gapoknak.

### 1.3 Sasaran

Sasaran dari buku ini adalah sentra peternakan, khususnya para pembina kelompok ternak dan peternak baik tingkat propinsi, kabupaten, hingga level institusi pemerintahan terkecil yakni desa/kelurahan serta para pelaku pengolahan limbah peternakan.

### 1.4 Pengertian

1. Biogas adalah gas yang dihasilkan dari sistem penguraian beberapa bahan organik oleh mikroorganisme pada keadaan langka oksigen (anaerob).
2. Kompos adalah jenis pupuk alami yang terbuat dari bahan organik hasil proses perombakan pada kondisi lingkungan terkendali.
3. Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari tumbuhan mati, kotoran hewan dan/atau bagian hewan dan/atau limbah organik lainnya yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padak atau cair, dapat diperkaya dengan bahan mineral dan/atau mikroba, yang bermanfaat untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah serta memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. (Peraturan Menteri Pertanian No : 70/Permentan/Sr.140/10/2011 Tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah)
4. Pupuk cair adalah pupuk yang berasal dari tumbuhan mati, kotoran hewan dan/atau bagian hewan dan/atau limbah

organik lainnya yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk cair, dapat diperkaya dengan bahan mineral dan/atau mikroba, yang bermanfaat untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah serta memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. (Peraturan Menteri Pertanian No : 70/Permentan/Sr.140/10/2011 Tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah).

5. Bio-urine adalah urin yang diambil dari ternak, terutama ruminansia yang terlebih dahulu di fermentasi sebelum digunakan secara anaerobik dari urine dengan nutrisi tambahan menggunakan mikroba pengikat nitrogen dan mikroba dekomposer lainnya.
6. Pengomposan adalah proses dimana bahan organik mengalami penguraian secara biologis, khususnya oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi.

## BAB II. POTENSI LIMBAH TERNAK SEBAGAI SUMBER ENERGI TERBARUKAN DAN PUPUK ORGANIK

### 2.1 Potensi Pengolahan Limbah Budidaya Ternak

Ternak selain sebagai penghasil daging, telur, susu, dan kulit; juga menghasilkan hasil ikutan (*by-product*) dan limbah (*waste*) yang dapat digambarkan pada Gambar 1. Limbah peternakan adalah semua buangan dari usaha peternakan dapat berupa limbah padat (*solid wastes*), limbah cair (*liquid wastes*), dan limbah gas (*gaseous wastes*) tergantung pada design dan cara produksi Limbah peternakan.



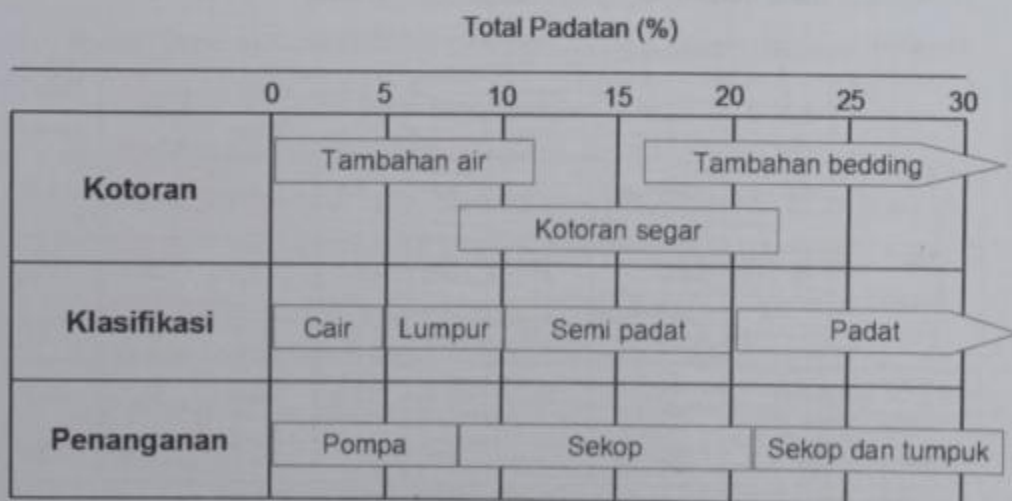
Gambar 1. Produk dari Usaha Peternakan

Secara umum sifat dan karakteristik limbah ternak dapat dikelompokkan berdasarkan *bentuk* dan *sifat* limbah.

Berdasarkan *bentuk* limbah dibagi menjadi tiga yaitu :

1. Bentuk **padat**, adalah semua limbah yang berbentuk padatan atau dalam fase padat (contoh : feses, *bedding*, sisa pakan, isi rumen/perut, ternak mati, dll).
2. Bentuk **cair**, adalah semua limbah yang berbentuk cairan atau berada dalam fase cair (contoh : urine, dan air cucian dari ternak, alat dan kandang)
3. Bentuk **gas**, adalah semua limbah yang berbentuk gas atau berada dalam fase gas (contoh :  $NH_3$ ,  $H_2S$ ,  $CH_4$ , dll, yang berkaitan dengan bau).

Antara bentuk limbah padat dan cair ada suatu fase yang disebut Lumpur (*slurry/semi solid*). Penggolongan ini berdasarkan jumlah padatan atau air dalam limbah (Gambar 2).



Gambar 2. Klasifikasi Limbah Padat dan Cair

Berdasarkan *sifat*, limbah ternak dapat dibagi menjadi tiga yaitu:

1. **Sifat fisik** yang penting adalah jumlah limbah dan kandungan padatnya (tersuspensi dan terlarut), selain itu temperatur, warna, bau, berat jenis dan ukuran partikel.
2. **Sifat kimia** banyak berkaitan dengan kandungan nutrisi/hara seperti N, P, K, C, Ca, dll (Tabel 2); juga kandungan biokimianya seperti oksigen terlarut (DO), kebutuhan oksigen biokimia (BOD), kebutuhan oksigen kimia (COD), dan pH.
3. **Sifat biologis** berkaitan erat dengan kandungan mikro-organisma dalam limbah seperti *E. coli*, *Bacillus sp*, dll.

Jumlah limbah ternak yang dihasilkan, baik sifat fisik maupun kimianya tergantung pada umur, spesies ternak, ukuran ternak dan sistem pemeliharaannya. Pada Tabel 1 diperlihatkan potensi feces dan urine yang dihasilkan setiap hari dari berbagai ternak dan Tabel 2 komposisi hara dalam feces dari berbagai ternak.

Tabel 1. Jumlah Feces dan Urine yang Dihasilkan Berbagai Ternak

Parameter	Simbol	Unit	Kelinci	Babi	Ayam	Sapi potong	Domba	Sapi Perah
Kotoran Segar	KS	%BH/hari	2.5	5.1	6.6	4.5	3.6	6.5
• Total Padatan	TP	%KS	28	13.5	24.3	17.2	29.7	9.3
		%BH/hari	1.05	0.69	1.68	0.70	1.07	0.89
• Volatile Solids	TVS	%TP	85	82.4	72.8	82.8	84.7	80.3
Urine	U	%BH/hari	1.25	2.5	-	2.5	1.8	3.25

KS=kotoran segar, BH= bobot hidup, TP= total padatan

Tabel 2. Komposisi Hara Pada Feces dari Berbagai Ternak

Ternak	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)
Babi	0.3-0.5	0.2-0.4	0.4-0.5
Kelinci	2.3	1.4	0.8
Ayam	1.1-6.0	0.5-4.0	0.5-3.0
Sapi Potong	0.7	0.3	0.4
Sapi Perah	0.5-2.0	0.2-0.9	0.5-1.5
Kuda	0.5-2.5	0.3-2.5	0.5-3.0
Domba/kambing	1.0-4.0	1.0-2.5	1.0-3.0

Sifat dan karakteristik limbah ternak sangat dipengaruhi antara lain oleh :

- Ternak** (spesies, umur, ukuran tubuh, dan kondisi fisiologis)
  - Umur dan species.** Jumlah dan sifat kimia-fisik limbah sangat bergantung pada umur dan species ternak. Kotoran ternak ruminansia akan berbeda dengan kotoran ternak non-ruminansia.
  - Ukuran ternak.** Ternak besar dapat menghasilkan kotoran lebih banyak dibanding ukuran yang kecil.
- Sistem perkandangan.** Limbah ternak dapat berupa bahan padat, semipadat atau cairan bergantung pada unit produksi ternak. Bedding material yang digunakan dan sistem pembersihan kandang (konstruksi kandang).
- Jenis ransum yang diberikan.** Jenis ransum dan komposisinya terutama akan mempengaruhi sifat kimia dari limbah ternak.
- Industri Ternak** (RPA, RPH, Pabrik Susu, Pengolahan daging, penyamakan kulit, dan penetasan). Limbah dari industri pengolahan hasil ternak akan berbeda dari limbah yang berasal dari kandang.

5. **Lingkungan** (temperatur, dan kelembaban). Temperatur dan kelembaban mempengaruhi secara langsung proses bio-oksidasi. Nilai peubah ini diperkirakan akan berubah dengan laju aliran dan musim.

Penanganan limbah ternak akan spesifik pada jenis/spesies, jumlah ternak, tatalaksana pemeliharaan, areal tanah yang tersedia untuk penanganan limbah dan target penggunaan limbah.

## **A. Pemanfaatan Produk Olahan Limbah Peternakan**

### **1) Pakan dan Media Cacing Tanah**

Kotoran ternak dapat digunakan sebagai pakan ternak, limbah ternak kaya akan nutrisi seperti protein, lemak, vitamin, mineral, mikroba dan zat lainnya.

Penggunaan feses sapi untuk media hidupnya cacing tanah, telah diteliti menghasilkan biomassa tertinggi dibandingkan campuran feses yang ditambah bahan organik lain, seperti feses 50% + jerami padi 50%, feses 50% + limbah organik pasar 50%, maupun feses 50% + isi rumen 50% (Farida, 2000).

### **2) Pupuk Organik**

Limbah peternakan kotoran ternak banyak digunakan sebagai pupuk organik maupun pembenah tanah. Penggunaan pupuk kandang (*manure*) berfungsi untuk memperbaiki sifat fisik tanah (struktur tanah) juga dapat meningkatkan aktivitas mikrobiologi tanah selain dapat meningkatkan kandungan unsur hara pada tanah. Kotoran ternak dapat juga dicampur dengan bahan organik lain untuk mempercepat proses pengomposan serta untuk meningkatkan kualitas kompos tersebut.

### **3) Energi Alternatif Biogas**

Salah satu bentuk alternatif pengolahan yang dapat dilakukan adalah menggunakan limbah tersebut sebagai bahan masukan untuk menghasilkan bahan bakar biogas.

Biogas adalah campuran beberapa gas, tergolong bahan bakar gas yang merupakan hasil fermentasi dari bahan organik dalam kondisi anaerob, dan gas yang dominan adalah gas metan ( $\text{CH}_4$ ) dan gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) (Simamora, 1989). Biogas memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, yaitu kisaran 4800-6700 kkal/ $\text{m}^3$ , untuk gas metan murni (100 %) mempunyai nilai kalor 8900 kkal/  $\text{m}^3$ . Menurut Maramba (1978) produksi biogas sebanyak 1.275 - 4.318 liter/ $\text{m}^3$  dapat digunakan untuk memasak, penerangan, menyeterika dan menjalankan lemari es untuk keluarga yang berjumlah lima orang per hari.

## 2.2 Potensi Pengolahan Limbah Pemotongan Ternak

Rumah Potong Hewan (RPH) selain menghasilkan daging juga menghasilkan hasil samping lain. Hasil sampingan itu berupa limbah sisa pemotongan hewan. Limbah tersebut akan mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Namun disisi lain, bila limbah tersebut dikelola dengan baik maka akan mendatangkan keuntungan tambahan. Limbah yang biasa dihasilkan dari pemotongan ternak yakni, isi rumen, sisa feses, dan darah. Cairan isi rumen dan kotoran sapi masih mengandung bahan organik yang tinggi (Manendar, 2010).

Pengolahan limbah cairan isi rumen dan kotoran sapi dapat dilakukan dengan cara fermentasi anaerob, merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Pada proses tersebut bahan organik akan didegradasi oleh mikroba dan dapat menghasilkan biogas. Menurut Priyatno (2009), di dalam rumen sapi

dan kerbau, hidup beberapa jenis mikroba seperti bakteri, fungi, yeast dan protozoa. Kelompok bakteri merupakan jenis mikroba yang jumlahnya paling banyak terdapat di dalam rumen. Salah satu dari jenis bakteri yang hidup dalam rumen tersebut adalah bakteri metanogenik, yang merombak zat organik menjadi gas metana.

## BAB III. BIOGAS

### 3.1 Teknik Pengolahan Biogas

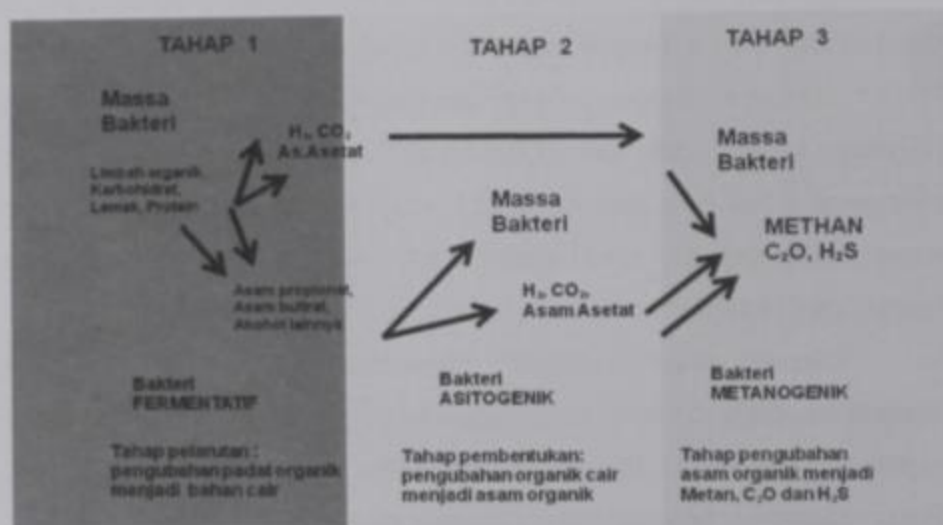
Biogas merupakan salah satu energi terbarukan yang dapat menjawab kebutuhan energi alternatif. Biogas adalah gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme dalam keadaan anaerob. Untuk menghasilkan biogas dibutuhkan reaktor biogas (digester) yang merupakan suatu instalasi kedap udara sehingga proses dekomposisi bahan organik dapat berjalan secara optimum. Disamping itu, digester biogas dapat mengurai emisi gas metana ( $\text{CH}_4$ ) yang merupakan salah satu gas yang menimbulkan efek gas rumah kaca yang menyebabkan terjadinya pemanasan.

Secara umum, Biogas merupakan campuran gas yang dihasilkan oleh bakteri metanogenik yang terjadi pada material-material yang dapat terurai secara alami dalam kondisi anaerobik. Pada umumnya, biogas terdiri atas gas metana ( $\text{CH}_4$ ) 50% - 70%, gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) 30 - 40%, hidrogen ( $\text{H}_2$ ) 5 - 10%, dan gas - gas lainnya dalam jumlah yang relatif sedikit.

Biogas kira-kira memiliki berat 20% lebih ringan dibandingkan udara. Biogas memiliki suhu pembakaran antara  $65^\circ\text{C}$  -  $75^\circ\text{C}$ . Biogas tidak berbau dan berwarna. Apabila dibakar, akan menghasilkan nyala api biru cerah seperti gas LPG. Nilai kalor gas metana adalah  $20 \text{ MJ/m}^3$  dengan efisiensi pembakaran 60% pada kompor biogas konvensional. Gas metana termasuk gas yang menimbulkan efek rumah kaca yang menyebabkan terjadinya fenomena pemanasan global. Hal ini karena gas metana memiliki dampak 21 kali lebih tinggi dibandingkan gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ). Pengurangan gas metana secara lokal dapat berperan positif dalam upaya pemanasan masalah

global, terutama efek rumah kaca yang berakibat pada perubahan iklim global.

Prinsip pembuatan biogas adalah adanya dekomposisi bahan organik secara anaerobik (Gambar 3) untuk menghasilkan gas yang sebagian besar adalah berupa gas metan (yang memiliki sifat mudah terbakar) dan karbon dioksida, gas inilah yang disebut biogas.



Gambar 3. Tahapan Pembentukan Biogas

Produksi biogas sangat tergantung dari aktivitas mikroorganisme dalam merombak bahan organik, oleh karena itu harus dibuat kondisi media yang sesuai dan nyaman (optimum) bagi pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme anaerob. Faktor yang mempengaruhi produksi biogas antara lain :

#### 1. Bahan Organik (Subtrat)

Bahan organik mengandung unsur karbon seperti karbohidrat, lemak dan protein. Subtrat ini oleh mikroorganisme dibutuhkan untuk kelangsungan aktivitas dan perkembangan populasi. Perlu

pemisahan bahan anorganik (metal, plastik, beling dan pasir) dari bahan organik.

Bahan baku masukan diencerkan dengan air untuk mendapatkan bahan kering berkisar 7-9%. Pengenceran juga untuk menghindari terjadinya keracunan amonia, residu dari bahan beracun, kontrol keasaman (pH) dan memudahkan homogenisasi bahan masukan.

## 2. Imbangan C/N (C/N ratio)

Imbangan C/N dari bahan organik sangat menentukan aktivitas mikroorganisme dalam memproduksi biogas. Imbangan C/N yang optimal sekitar 25-30. Apabila imbangan C/N lebih besar dari 30, mikroba kekurangan nitrogen akibatnya proses fermentasi berhenti dan akan diikuti pula produksi biogas turun sampai berhenti. Sebaliknya jika imbangan C/N lebih kecil dari 30 artinya kandungan nitrogen lebih banyak, maka akan terbentuk gas amoniak dalam jumlah banyak, dan dapat menjadi racun bagi mikroorganisme di dalam sumur pencernaan. Pengaruh imbangan C/N bahan baku masukan terhadap komposisi gas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Imbangan C/N Masukan Terhadap Komposisi Gas

Perbandingan C/N	Gas			
	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Rendah (<25)	Sedikit	Banyak	Sedikit	Banyak
Seimbang (25-30)	Banyak	Sedikit	Sedikit	Sedikit
Tinggi (>30)	Sedikit	Banyak	Banyak	Sedikit

Imbangan C/N kotoran ternak pada umumnya masih di bawah C/N ratio optimal, maka untuk memperoleh C/N yang optimum perlu dicampur dengan limbah yang mempunyai imbangan C/N lebih tinggi

seperti sampah pasar, wastelage, limbah pertanian atau limbah organik lainnya.

### 3. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) optimum untuk pertumbuhan bakteri methanogenik adalah pada kisaran pH 7.0 – 7.2, walaupun masih dapat melakukan aktifitas pada selang pH 6.6 – 7.6. Bakteri methanogenik paling sensitif terhadap perubahan keasaman media.

Untuk meningkatkan pH di dalam digester, perlu penambahan air kapur ( $\text{Ca(OH)}_2$ ). Penambahan kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) sebanyak 1% dari bahan baku masukan dapat meningkatkan produksi gas 30%, dan memperbaiki komposisi gas dimana methan dapat meningkat dari 60% menjadi 70% dan menurunkan karbon dioksida dari 34% menjadi 28%.

### 4. Temperatur

Temperatur merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi langsung laju proses perombakan bahan organik untuk menghasilkan Biogas. Pengaruh langsung temperatur tersebut terutama terhadap laju pertumbuhan mikroorganisme. Produksi gas akan menurun sampai 50% akibat perubahan temperatur dalam digester dari 37°C menjadi 30°C. Temperatur yang stabil (konstan) pada selang optimum untuk masing-masing kelompok bakteri sangat penting, karena fluktuasi temperatur yang berubah secara mendadak akan menghambat aktifitas dan pertumbuhan bakteri. Untuk menjaga temperatur tetap stabil dilakukan : 1. menanam digester dalam tanah, 2. membungkus digester (memberi jacket), dan 3. memberi pemanas ke dalam digester.

## 5. Zat Toksik

Perlu diperhatikan senyawa toksik yang bercampur dengan bahan baku masukan. Senyawa tersebut dapat bersifat menghambat aktifitas dan membunuh (racun) mikroorganisme dalam digester. Senyawa yang dapat menjadi toksik atau menghambat adalah terjadinya gas amonia terlarut, oksigen, antibiotika dan kation-kation. Senyawa yang banyak terpakai sekarang ini adalah berbagai peptisida, deterjen dari bekas cucian keluarga, kaporit dan cairan pembersih.

## 6. Laju Pengisian Bahan Masuk Digester

Pengisian bahan baku masukkan awal adalah yang ideal sekitar 80% dari volume sumur pencerna atau paling tidak kondisi anaerob sudah tercipta. Pengisian sumur pencerna selanjutnya dilakukan setiap hari dengan jumlah yang sesuai dengan kebutuhan berdasarkan volume digester dan waktu retensi.

$$\text{Laju pengisian (kg/hari)} = \frac{\text{Volume digester (m}^3\text{)}}{\text{Waktu tinggal (hari)}}$$

## 7. Waktu Tinggal

Waktu yang diperlukan substrat organik tinggal dalam digester hingga terurai menjadi gas untuk limbah peternakan (organik) berkisar 20-60 hari. Perbedaan waktu retensi ini dipengaruhi suhu, pengenceran, serat kasar bahan (selulosa, hemiselulosa dan lignin), imbangn C/N dan perkembangan mikroorganisme pencerna dalam digester.

$$\text{Waktu tinggal (hari)} = \frac{\text{Volume digester (m}^3\text{)}}{\text{Laju pengisian (kg/hari)}}$$

## 8. Pengadukan

Pengadukan media di dalam digester dibutuhkan untuk mencegah terjadinya kerak pada permukaan cairan yang dapat menghambat pelepasan gas, selain itu, untuk menghomogenkan temperatur dan pH dalam digester, serta meningkatkan kontak antara bahan (media) dengan mikroorganisme.

## 9. Starter

Untuk mempercepat proses perombakan bahan organik dapat ditambahkan mikroorganisme ke dalam digester sebagai *starter* (pemacu). Ada beberapa jenis starter yang bisa didapat yaitu: *starter alami*, merupakan mikroorganisme yang asalnya dari alam yang diketahui telah mengandung sekelompok bakteri methan seperti lumpur aktif, timbunan sampah lama, timbunan kotoran hewan dan "Sludge"; *starter semi buatan*, yang berasal dari sumur pencerna yang telah menghasilkan Biogas, dan *starter buatan*, sumbernya sengaja dibuat dan diisolasi

Bakteri metanogenik atau metanogen adalah bakteri yang terdapat pada bahan-bahan organik dan menghasilkan metan serta gas-gas lainnya dengan proses keseluruhan rantai hidupnya dalam keadaan anaerobik. Sebagai organisme-organisme hidup, ada kecenderungan untuk menyukai kondisi tertentu dan peka pada iklim makro dalam digester. Terdapat banyak spesies dari metanogen dan variasi sifat-sifatnya.

Perbedaan bakteri-bakteri pembentuk metan memiliki sifat-sifat fisiologi seperti bakteri pada umumnya. Namun, morfologi selnya heterogen. Beberapa berbentuk batang atau bulat. Sedangkan lainnya termasuk kluster bulat yang disebut *sarcine*. Famili metanogen (bakteri metana) digolongkan menjadi empat genus berdasarkan perbedaan-perbedaan sitologi. Bakteri berbentuk batang tidak

berspora, *methanobacterium*, berbentuk berspora, *methanobacillus*. Bakteri berbentuk lonjong, yaitu Sarcinal, yakni *methanosarcina* dan tidak termasuk grup sarcinal, yakni *methanococcus*. Bakteri metanogenik berkembang lambat dan sensitif terhadap perubahan mendadak pada kondisi-kondisi fisik dan kimiawi. Sebagai contoh, penurunan 2<sup>0</sup>C secara mendadak pada *sludge* mungkin secara signifikan berpengaruh pada pertumbuhannya dan laju produksi gas.

#### A. Pembuatan Biogas dari Limbah Peternakan

Membuat biogas dari limbah peternakan yakni, seperti *fezes* atau dapat menggunakan urine dengan mempunyai proses yang sama. Pembuatan biogas ini harus dilakukan dengan bantuan dekomposisi anaerobik dan mikroorganisme. Selain itu, proses pembuatan haruslah dilakukan di dalam tempat tertutup yang tidak mendapat akses udara luar. Biogas dari kotoran sapi nantinya akan menghasilkan gas metan dan karbondioksida. Untuk membuat biogas kotoran sapi, anda harus menyiapkan beberapa peralatan terlebih dahulu seperti:

1. Bak Penampungan. Bak penampungan ini digunakan sebagai tempat penampungan kotoran sapi.
2. Digester. Bagian terpenting dalam pembuatan biogas adalah digester. Tempat ini akan berguna untuk menampung gas metan dan karbondioksida. Modelnya ada bermacam-macam, dan yang paling banyak digunakan adalah model Continuous Feeding atau yang pengisiannya harus dilakukan setiap hari. Besar kecil digester tergantung dari kebutuhan Anda.
3. Plastik penampung gas. Setelah gas metan mulai dihasilkan, Anda harus memindahkan ke tabung plastik untuk menampung gas

tersebut yang nantinya akan disalurkan ke kompor gas di rumah anda.

4. Bak penampungan kompos. Harus disiapkan untuk menampung sisa dari olahan digester.

Cara mengolah kotoran sapi untuk biogas bisa dimulai dengan mengaduk kotoran sapi dengan air dalam ember. Lakukan sampai kotoran sapi tercampur dengan air dan sedikit encer. Perbandingan air dan kotoran sapi adalah 1:1. Kotoran sapi tersebut lalu dimasukkan dalam tabung digester biogas yang sudah dibuat tadi. Isilah digester sampai penuh dan tambahkan starter yang banyak dijual di pasaran. Anda harus menunggu terlebih dahulu agar ada gas metan yang dihasilkan pada hari ke-10. Sebaiknya anda baru memanen gas metan pada hari ke 14 karena gas pada hari ke 14 baru bisa menyalakan api. Setelah gas metan terbentuk, pindahkan dengan tabung dan alirkan ke kompor gas anda untuk memasak. Kompos dari sisa kotoran sapi ini bisa dikeringkan untuk memupuk tanaman disekitar anda.

Produksi biogas sangat tergantung dari kondisi dalam proses perombakan dan bahan organik yang dirombak. Produksi biogas dari ternak sangat tergantung dari jenis ternak, seperti pada Tabel 3.

Table 4. Produksi Kotoran dan Biogas dari Beberapa Ternak

Kotoran	Produksi Kotoran (kg/ekor/hari)	Produksi Gas (m <sup>3</sup> /kg)
Sapi dan Kerbau	10 – 25	0.023 - 0.080
Babi	1.2 – 3	0.040 - 0.110
Ayam	0.12 – 0.15	0.065 – 0.126

## **B. Pengolahan Biogas**

Untuk memanfaatkan kotoran ternak menjadi biogas, diperlukan beberapa syarat yang terkait dengan aspek teknis, infrastruktur, manajemen dan sumber daya manusia. Bila faktor tersebut dapat dipenuhi, maka pemanfaatan kotoran ternak menjadi biogas sebagai penyediaan energi di pedesaan dapat berjalan dengan optimal.

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi optimasi pemanfaatan kotoran ternak menjadi biogas yaitu :

### **a) Ketersediaan Ternak**

Jenis, jumlah dan sebaran ternak di suatu daerah dapat menjadi potensi bagi pengembangan biogas. Hal ini karena biogas dijalankan dengan memanfaatkan kotoran ternak. Kotoran ternak yang dapat diproses menjadi biogas berasal dari ternak ruminansia dan non ruminansia seperti sapi potong, sapi perah dan babi; serta unggas. Jenis ternak berkaitan dengan jumlah kotoran yang dihasilkannya yang selanjutnya berhubungan dengan kapasitas volume instalasi biogas. Untuk menjalankan biogas skala individual atau rumah tangga diperlukan kotoran ternak dari 3 ekor sapi, atau 7 ekor babi, atau 500 ekor ayam.

### **b) Kepemilikan, Manajemen dan Ketersediaan Lahan**

Jumlah ternak yang dimiliki oleh peternak menjadi dasar pemilihan jenis dan kapasitas biogas yang dapat digunakan. Saat ini biogas kapasitas rumah tangga terkecil dapat dijalankan dengan kotoran ternak yang berasal dari 3 ekor sapi atau 7 ekor babi atau 500 ekor ayam. Bila ternak yang dimiliki lebih dari jumlah tersebut, maka dapat dipilih biogas dengan kapasitas yang lebih besar (berbahan fiber atau semen) atau beberapa biogas skala rumah tangga.

Selain itu, ketersediaan kotoran ternak perlu dijaga agar biogas dapat berfungsi optimal. Kotoran ternak lebih mudah didapatkan bila ternak dipelihara dengan cara dikandangkan dibandingkan dengan cara digembalakan.

Terpenting, untuk membangun biogas diperlukan lahan disekitar kandang yang luasannya bergantung pada jenis dan kapasitas biogas. Lahan yang dibutuhkan untuk membangun biogas skala terkecil (skala rumah tangga) adalah  $14 \text{ m}^2$  ( $7\text{m} \times 2\text{m}$ ). Sedangkan skala komunal terkecil membutuhkan lahan sebesar  $40 \text{ m}^2$  ( $8\text{m} \times 5\text{m}$ ).

#### **c) Tenaga Kerja**

Untuk mengoperasikan biogas diperlukan tenaga kerja yang berasal dari peternak/pengelola itu sendiri. Hal ini penting mengingat biogas dapat berfungsi optimal bila pengisian kotoran ke dalam reaktor dilakukan dengan baik serta dilakukan perawatan peralatannya. Banyak kasus mengenai tidak beroperasinya atau tidak optimalnya biogas disebabkan karena: pertama, tidak adanya tenaga kerja yang menangani unit tersebut; kedua, peternak/pengelola tidak memiliki waktu untuk melakukan pengisian kotoran karena memiliki pekerjaan lain selain memelihara ternak.

#### **d) Manajemen Limbah/Kotoran**

Manajemen limbah/kotoran terkait dengan penentuan komposisi padat cair kotoran ternak yang sesuai untuk menghasilkan biogas, frekuensi pemasukan kotoran, dan pengangkutan atau pengaliran kotoran ternak ke dalam reaktor. Bahan baku (raw material) reaktor biogas adalah kotoran ternak yang komposisi padat cairnya sesuai yaitu 1 berbanding 3. Pada peternakan sapi perah komposisi padat cair kotoran ternak biasanya telah sesuai, namun pada peternakan sapi potong perlu penambahan air agar komposisinya

menjadi sesuai. Frekuensi pemasukan kotoran dilakukan secara berkala setiap hari atau setiap 2 hari sekali tergantung dari jumlah kotoran yang tersedia dan sarana penunjang yang dimiliki. Pemasukan kotoran ini dapat dilakukan secara manual dengan cara diangkat atau melalui saluran.

#### **e) Ketersediaan Energi**

Pengelolaan kotoran ternak melalui proses reaktor an-aerobik akan menghasilkan gas yang dapat digunakan sebagai energi. Dengan demikian, kebutuhan peternak akan energi dari sumber biogas harus menjadi salah satu faktor yang utama. Hal ini mengingat, bila energi lain berupa listrik, minyak tanah atau kayu bakar mudah, murah dan tersedia dengan cukup di lingkungan peternak, maka energi yang bersumber dari biogas tidak menarik untuk dimanfaatkan. Bila energi dari sumber lain tersedia, peternak dapat diarahkan untuk mengolah kotoran ternaknya menjadi kompos atau kompos cacing (kascing).

#### **f) Jarak (kandang-reaktor biogas-rumah)**

Energi yang dihasilkan dari reaktor biogas dapat dimanfaatkan untuk memasak, menyalakan petromak, menjalankan generator listrik, mesin penghangat telur/ungas dll. Selain itu air panas yang dihasilkan dapat digunakan untuk proses sanitasi sapi perah. Pemanfaatan energi ini dapat optimal bila jarak antara kandang ternak, reaktor biogas dan rumah peternak tidak telampau jauh dan masih memungkinkan dijangkau instalasi penyaluran biogas. Karena secara umum pemanfaatan energi biogas dilakukan di rumah peternak baik untuk memasak dan keperluan lainnya.

#### **g) Pengelolaan Hasil Samping Biogas**

Pengelolaan hasil samping biogas ditujukan untuk memanfaatkannya menjadi pupuk cair atau pupuk padat (kompos).

Pengeolahannya relatif sederhana yaitu untuk pupuk cair dilakukan fermentasi dengan penambahan bioaktivator agar unsur haranya dapat lebih baik, sedangkan untuk membuat pupuk kompos hasil samping biogas perlu dikurangi kandungan airnya dengan cara diendapkan, disaring atau dijemur. Pupuk yang dihasilkan tersebut dapat digunakan sendiri atau dijual kepada kelompok tani setempat dan menjadi sumber tambahan pendapatan bagi peternak.

#### **h) Sarana Pendukung**

Sarana pendukung dalam pemanfaatan biogas terdiri dari saluran air/drainase, air dan peralatan kerja. Sarana ini dapat mempermudah operasional dan perawatan instalasi biogas. Saluran air dapat digunakan untuk mengalirkan kotoran ternak dari kandang ke reaktor biogas sehingga kotoran tidak perlu diangkut secara manual. Air digunakan untuk membersihkan kandang ternak dan juga digunakan untuk membuat komposisi padat cair kotoran ternak yang sesuai. Sedangkan peralatan kerja digunakan untuk mempermudah/meringankan pekerjaan/perawatan instalasi biogas.

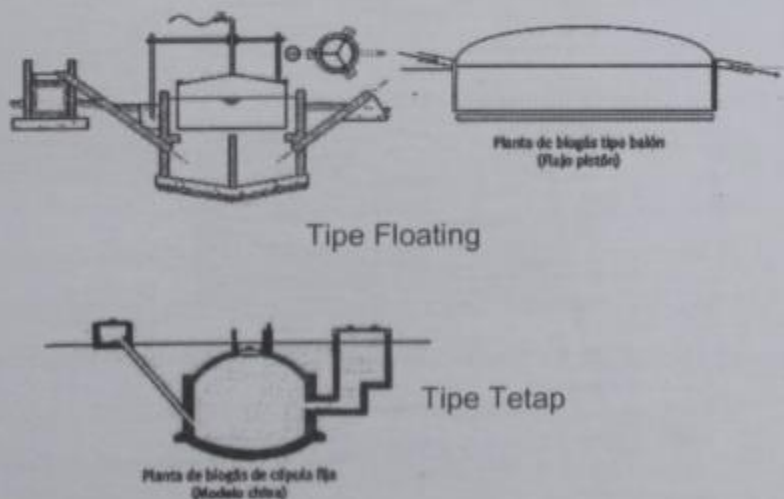
Selain beberapa faktor di atas, kemauan peternak/pelaku untuk menjalankan instalasi biogas dan merawatnya serta memanfaatkan energi biogas menjadi modal utama dalam pemanfaatan kotoran ternak menjadi biogas. Tanpa adanya kemauan peternak untuk secara aktif mengoptimalkan biogas, maka faktor-faktor lain tidak akan cukup membantu dalam optimalisasi pemanfaatan biogas.

### **3.2 Jenis-Jenis Instalasi Biogas**

Pembuatan biogas pada prinsipnya sangat sederhana, hanya dengan memasukkan substrat (kotoran ternak) ke dalam *digester* yang anaerob. *Digester* merupakan tangki yang kedap yang diisi oleh

bahan organik, dan solid buangan dapat dikeluarkan. Desain digester bermacam-macam sesuai dengan jenis bahan baku yang digunakan, temperatur yang dipakai dan bahan konstruksi. Digester dapat terbuat dari cor beton, baja, bata atau plastik dan bentuknya dapat berupa seperti silo, bak, kolam dan dapat diletakkan di bawah tanah. Dalam waktu tertentu biogas akan terbentuk yang selanjutnya dapat digunakan sebagai sumber energi, misalnya untuk kompor gas atau listrik.

Instalasi biogas secara umum dapat digolongkan pada dua golongan besar, yaitu tipe kubah/tetap (*fixed*) dan tipe terapung (*floating*). Instalasi biogas tipe tetap (*fixed*) bangunan sumur pencernaan menyatu dengan tangki pengumpul gas hingga volume tetap (Gambar 4). Tipe terapung (*floating*) bangunan sumur pencernaan terpisah dengan tungkup pengumpul gas dimana tangki pengumpul gas ini mengambang (*floating*) diatas lumpur organik di dalam sumur pencernaan.



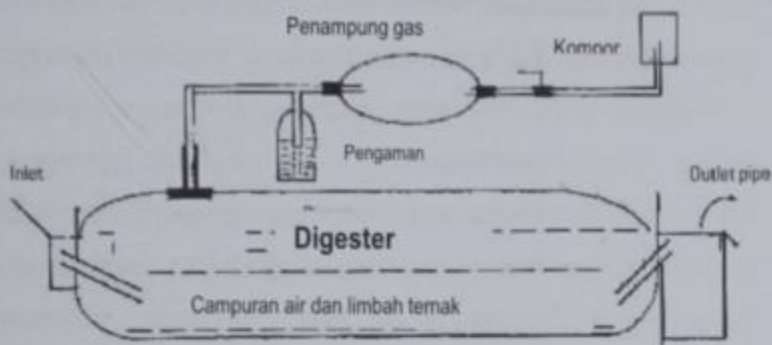
Gambar 4. Tipe Instalasi Biogas

Sistem pemasukan bahan baku ke dalam instalasi yang paling ideal adalah sistem kontinyu yaitu sistem pengisian bahan baku ke dalam digester yang dapat dilakukan setiap saat, hal tersebut dimungkinkan dengan adanya pipa keluaran (outlet), dengan sistem ini bahan baku masukkan yang baru akan mendorong keluar bahan baku yang lama.

Bahan untuk pembuatan instalasi biogas bisa dari metal, semen beton, *fiber glass* atau secara sederhana bisa dibuat dari *plastic polyethylene* (Gambar 5). Untuk bahan *plastik polyethylene* dibuat rangkap dua agar lebih kuat dan tidak mudah bocor. Ukuran panjang sesuai kebutuhan dan ketersediaan lahan, bagian penampung gas terpisah (Gambar 6).



Gambar 5. Instalasi Biogas dari Bahan Plastik, Fiber Glass dan Semen Beton



Gambar 6. Instalasi Gas bio dari Bahan Plastik

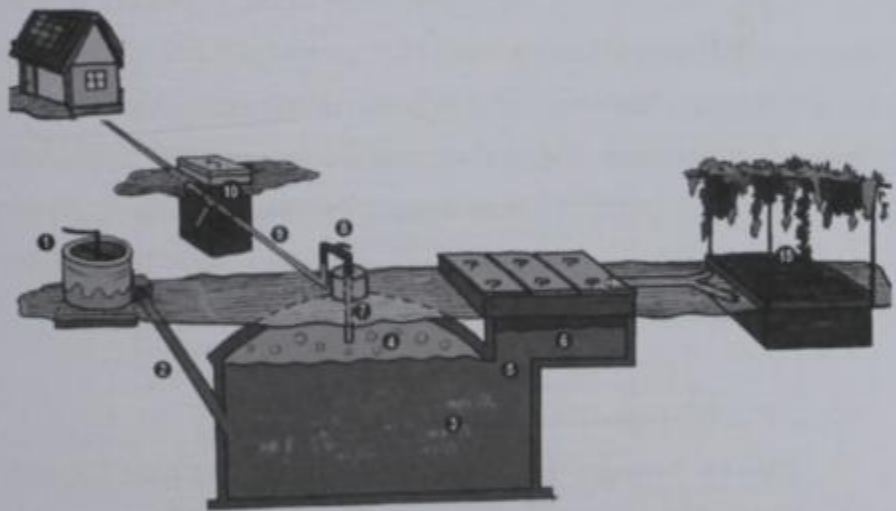
Sebuah instalasi biogas memiliki beberapa bagian utama. Bagian-bagian tersebut terdiri dari, sumur pencerna (*digester*), penampung gas, inlet (tangki pencampur), ruangan pengeluaran (outlet), dan pipa penyalur biogas.

1. Digester merupakan tempat untuk menampung bahan baku limbah organik. Tangki yang kedap yang diisi oleh bahan organik, dan solid buangan proses dapat dikeluarkan. Desain digester bermacam-macam sesuai dengan jenis bahan baku yang digunakan, temperatur yang dipakai dan bahan konstruksi. Digester dapat terbuat dari cor beton, baja, bata atau plastik dan bentuknya dapat berupa seperti silo, bak, kolam dan dapat diletakkan di bawah tanah. Pemilihan jenis digester sangat tergantung dari jenis limbah, contohnya desain digester untuk limbah kotoran unggas akan lain dengan limbah kotoran babi atau sapi.
2. Penampung gas digunakan sebagai tempat menampung gas yang telah dihasilkan. Ukuran penampung gas ini perlu dirancang untuk memaksimalkan produksi gas per unit volume wadah agar biaya konstruksi dapat diminimalisir. Penampung

gas dapat dibuat dari berbagai bahan yang memiliki sifat elastis seperti plastik dan karet (ban dalam). Volume penampung gas tergantung pada digester yang digunakan, semakin besar digester yang digunakan maka penampung gasnya pun juga harus semakin besar agar biogas yang dihasilkan tidak banyak terbuang. Ada dua tangki penampung gas yaitu tangki bersatu dengan unit instalasi biogas (*fixed dome*) dan terpisah dengan instalasi biogas (*Floating dome*).

3. Inlet merupakan tangki khusus yang digunakan untuk mencampurkan cairan dan padatan yang berasal dari kotoran ternak. Saluran ini digunakan untuk memasukkan *slurry* (campuran kotoran ternak dan air) ke dalam instalasi biogas utama. Pencampuran ini yang berfungsi untuk memaksimalkan potensi biogas, memudahkan pengaliran, serta menghindari terbentuknya endapan pada saluran masuk.
4. Outlet merupakan bagian yang digunakan untuk tempat pembuangan lumpur (*sludge*). Saluran ini berfungsi untuk mengeluarkan *sludge* yang sudah difermentasikan oleh bakteri. Keseluruhan sistem ini bekerja berdasarkan prinsip kesetimbangan tekanan hidrostatik. *Slurry* yang keluar dari saluran ini sangat baik untuk pupuk karena mengandung kadar nutrisi yang tinggi.
5. Bagian terakhir yang harus ada dalam sebuah rangkaian instalasi biogas yakni pipa penyalur biogas. Pipa penyaluran biogas dari instalasi ke tempat penggunaan (kompas gas di dapur atau generator). Pipa penyaluran biogas ini disarankan terbuat dari bahan polimer untuk menghindari korosi.

Secara umum terbentuknya biogas yang berasal dari kotoran berbentuk padatan akan melewati beberapa tahapan yakni sebagai berikut, campuran kotoran dan air yang dicampurkan di dalam inlet (tangki pencampur), dialirkan melalui saluran pipa menuju digester. Pencampur menghasilkan gas melalui proses pencernaan di reaktor (ruang pencernaan anaerob) dan gas yang telah dihasilkan kemudian disimpan dalam penampung gas (bagian atas kubah). *Slurry* mengalir keluar dari digester menuju *outlet*. Disisi lain gas dialirkan ke dapur melalui saluran pipa (Biru 2010).



Gambar 7. Instalasi Biogas

Keterangan :

1. Inlet (tangki pencampur)
2. Pipa inlet (bisa dihubungkan ke wc)
3. Digester
4. Penampung Gas (Kubah)
5. Manhole
6. Outlet & Overflow
7. Pipa Gas Utama dan turret

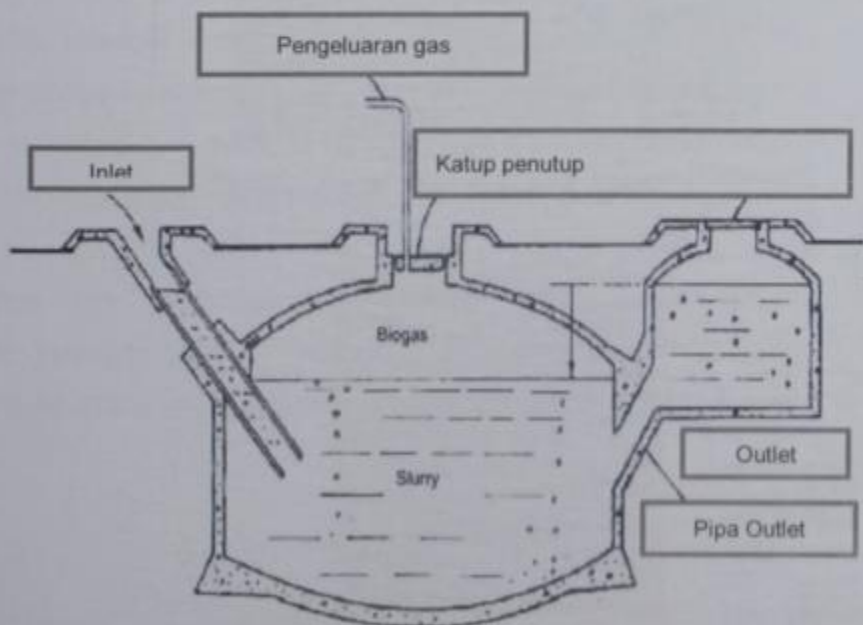
8. Katup Gas Utama
9. Saluran Pipa
10. Waterdrain (penguras air)
11. Pengukur Tekanan
12. Keran Gas
13. Kompor Gas dengan pipa selang karet
14. Lampu (Pilihan)
15. Lubang Bio-slurry

Faktor penting yang harus diperhatikan pada pembuatan desain unit instalasi adalah jumlah sapi yang akan berpengaruh pada kuantitas kotoran ternak, jumlah kotoran sapi yang akan digunakan, jumlah air pembersih, pengisian reaktor dipengaruhi oleh *volume reactor*, lamanya bahan berada di dalam reaktor (*Hydraulic Retention Time*), perkiraan tekanan gas metana yang dihasilkan, dan perkiraan produksi volume gas metana.

### 3.2.1 Fixed Dome (Beton)

Tipe ini merupakan tipe yang paling banyak dipakai di Indonesia. Tipe kubah adalah berupa digester yang dibangun dengan menggali tanah kemudian dibuat dengan bata, pasir, dan semen yang berbentuk seperti rongga yang kedap udara dan berstruktur seperti kubah (bulatan setengah bola). Tipe ini dikembangkan di Cina sehingga disebut juga tipe kubah atau tipe Cina. Instalasi biogas ini dibuat pertama kali di china sekitar tahun 1930. Instalasi biogas ini memiliki 2 bagian yaitu *digester* sebagai tempat pencernaan material biogas dan sebagai rumah bagi bakteri pembentuk asam ataupun bakteri pembentuk gas metana. Bagian ini dapat dibuat dengan kedalaman tertentu, menggunakan batu-batu atau beton. Strukturnya

harus kuat karena menahan gas agar tidak terjadi kebocoran. Bagian yang dua adalah kubah tetap (*fixed dome*). Bentuk *fixed dome* ini menyerupai kubah dan bagian ini merupakan pengumpul gas yang tidak bergerak (*fixed*). Pada digester biogas jenis *fixed dome*, perlu diberikan katup pengaman untuk membatasi tekanan maksimal di dalam digester sesuai dengan kekuatan konstruksi digester dan tekanan hidrostatik slurry di dalam digester. Katup pengaman yang sederhana dapat dibuat dengan mencelupkan bagian pipa terbuka ke dalam air pada ketinggian tertentu. Keuntungan dari instalasi biogas ini adalah biaya konstruksi lebih murah dari pada menggunakan instalasi biogas floating, karena tidak memiliki bagian yang bergerak menggunakan besi yang tentunya harganya relatif lebih mahal dan perawatannya lebih mudah. Kerugian dari instalasi biogas ini adalah seringnya terjadi kehilangan gas pada bagian kubah karena konstruksi tetapnya.



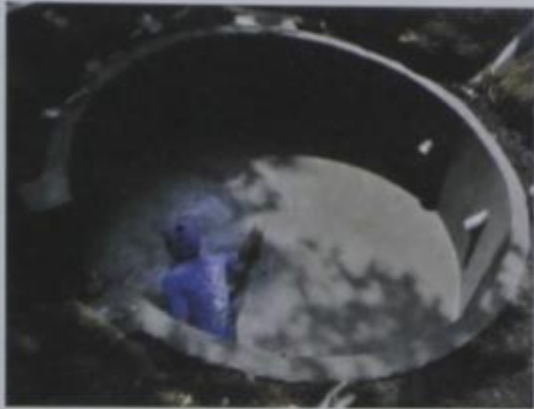
Gambar 8. Desain Fixed Dome Digester



Gambar 9. Konstruksi Fixed Dome Digester

Bahan – bahan yang digunakan dalam pembuatan instalasi fixed dome digester ini, yakni (Biru 2010):

1. Untuk pembangunan digester. Fixed dome digester dibuat secara permanen. Digester ini dibuat dengan membangun sebuah beton secara melingkar dan kubah penutup di atasnya. Dalam pembuatan beton ini, bahan-bahan yang dibutuhkan yakni, batu bata, pasir, kerikil, semen, dan air. Digester ini dibuat kedap udara sehingga membutuhkan cat acrylic emulsion. Sedangkan pada pembuatan floating digester, bisa menggunakan plastik untuk menampung gas yang dihasilkan.



Gambar 10. Pembuatan Digester Penampung Limbah



Gambar 11. Kubah Pada Fixed Dome Digester



Gambar 12. Fiber Digester



Gambar 13. Penampung Gas Pada Floating Digester

2. Untuk membuat tutup outlet serta pipa saluran air, dibutuhkan besi baja ringan. Untuk tempat pengolahan yang berukuran 4, 6 dan 8 m<sup>2</sup>, menggunakan batang baja ringan berdiameter 8 mm. Untuk tempat pengolahan dengan ukuran 10 & 12 m<sup>2</sup>, direkomendasikan untuk menggunakan batang baja berdiameter 10 mm. Batang baja ringan harus bersih dari karat. (Biru 2010)
3. Pipa pengeluaran gas pada kubah digester. Gas yang tersimpan dalam penampung gas, disalurkan melalui pipa yang diletakkan di atas kubah. Sambungan siku-siku dengan pipa tersebut harus tepat dan kedap menahan gas. Jika tidak, kebocoran gas dari siku tersebut akan sangat sulit dihentikan. Disarankan potongan siku pas di tempatnya untuk menjamin udara kedap di sambungan tersebut.



Gambar 14. Pipa Pengeluaran Pada Kubah Digester

4. Katup gas utama. Katup ini mengontrol aliran biogas di saluran pipa dari penampung gas. Katup dibuka bila sedang digunakan dan ditutup setelah selesai. Apabila katup yang digunakan bermutu sedang, maka akan selalu ada resiko kebocoran.
5. Pipa dan perkakas. Alat ini digunakan untuk menyalurkan gas dari penampung gas ke alat pengguna gas yang ada di rumah-rumah.
6. *Waterdrain*. Saluran ini mengalirkan air yang mengendap di dalam saluran pipa pada saat biogas menyentuh pipa yang dingin. Ini merupakan komponen penting dari tempat pengolahan instalasi biogas, maka dari itu kualitasnya harus benar-benar dengan hati-hati dikontrol. Saluran ini harus mudah dioperasikan dan kumparan benang di dalamnya harus sempurna. Harus dipastikan bahwa lubang baut dibor dengan seksama dan di tempat yang benar.
7. Keran Gas. Keran gas digunakan untuk mengatur aliran gas ke kompor gas. Pemasangan bermutu tinggi harus dipertimbangkan. Para pengguna kerap mengeluh bahwa keran "o" diletakkan dengan benar dan diberi pelumas ke semua bagian secara teratur. Keran gas tidak boleh terlalu ketat atau terlalu longgar.

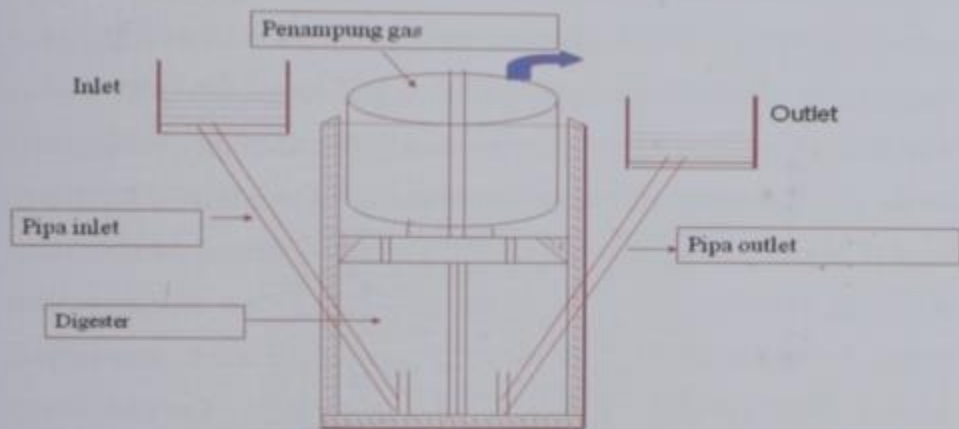
- Pipa ini digunakan untuk mengalirkan gas dari keran gas ke kompor gas. Selang ini terbuat dari karet *neoprene* berkualitas tinggi dan tidak patah saat digulung. Selang ini harus berdiameter 15 mm bagian luarnya dan 9 mm diameter bagian dalamnya. Ketebalan minimal dinding selang adalah 2,5 mm.

Berdasarkan konstruksi yang mengacu pada tiga desain dasar digester, secara umum terdapat 2 tipe instalasi biogas yang sering digunakan di lapangan. Dua tipe instalasi tersebut yakni fixed dome digester dan floating digester. Perbedaan yang paling mendasar dari kedua reaktor ini terletak pada bagian penampung gas.

### 3.2.2 Sistem Floating

Tipe terapung ini banyak dikembangkan di India yang terdiri atas sumur pencerna dan di atasnya ditaruh drum terapung dari besi terbalik yang berfungsi untuk menampung gas yang dihasilkan oleh digester. Sumur dibangun dengan menggunakan bahan-bahan yang biasa digunakan untuk membuat fondasi rumah, seperti pasir, batu bata, dan semen. Karena banyak dikembangkan di India, maka digester ini disebut juga dengan tipe India. Instalasi biogas ini memiliki bagian *digester* yang sama dengan instalasi biogas kubah. Perbedaannya terletak pada bagian penampung gas yang menggunakan peralatan bergerak menggunakan drum. Drum ini dapat bergerak naik turun yang berfungsi untuk menyimpan gas hasil fermentasi dalam *digester*. Pergerakan drum mengapung pada cairan dan tergantung dari jumlah gas yang dihasilkan. Keuntungan dari instalasi biogas ini adalah dapat melihat secara langsung volume gas yang tersimpan pada drum karena pergerakannya. Tempat penyimpanan yang terapung membuat tekanan konstan. Kerugian dari instalasi biogas ini adalah biaya material konstruksi dari drum

lebih mahal. Faktor korosi pada drum juga menjadi masalah sehingga bagian pengumpul gas pada instalasi biogas ini memiliki umur yang lebih pendek dibandingkan menggunakan tipe kubah tetap.



Gambar 15. Desain Floating Digester



Gambar 16. Konstruksi Floating Digester

### 3.3 Instalasi Digester Biogas serta Shelter Pengolahan Pupuk Organik Keluarannya

Pengolahan limbah peternakan menjadi hal penting yang harus diperhatikan. Selain karena dapat mencemari lingkungan, limbah peternakan juga memiliki potensi yang besar untuk mendatangkan keuntungan. Limbah cair dan padat yang dihasilkan dari proses pemeliharaan ternak menyebabkan masalah lingkungan yang cukup serius. Limbah padat umumnya dikumpulkan dan dibuang di lubang-lubang sedangkan limbah cair akan terbawa ke tempat pembuangan akhir. Hal ini akan memicu dampak lingkungan primer, sekunder, dan tersier termasuk emisi gas rumah kaca hijau untuk lingkungan. Sumber daya yang memiliki potensi besar untuk pembangkit energi juga menjadi terbuang. Selain menghasilkan energi dalam bentuk gas, pengolahan biogas juga akan menghasilkan hasil ikutan lainnya. Residu dari pembuatan biogas misalnya, yang kaya akan nutrisi, dapat dikeringkan dan dapat digunakan sebagai pupuk.

Pengelolaan limbah peternakan membutuhkan persiapan dalam hal penyediaan instalasi pengolahan maupun bahan baku pengolahannya. Instalasi harus dipersiapkan dengan baik terlebih dahulu karena sangat menentukan produk yang dihasilkan. Tahap persiapan instalasi pengolahan terdiri dari pemilihan tempat instalasi, pemilihan bahan baku pembangunan instalasi, dan pembuatan desain instalasi.

#### A. Pelaksanaan Pembuatan Instalasi Biogas

Seperti yang telah dibahas pada bab sebelumnya, instalasi biogas dibagi menjadi 2 tipe yakni, fixed dome digester dan floating dome digester. Secara umum, pelaksanaan pembuatan instalasi

biogasnya sama, yang membedakan hanya pada penempatan penampung gas yang dihasilkan. Tahapan pembuatan instalasi biogas tipe fixed dome digester adalah sebagai berikut :

1. Penggalian lubang sebagai tempat pembangunan digester. Lubang dibuat sesuai dengan ukuran digester yang diinginkan.
2. Buat dinding bagian pinggir dan lantai di bagian bawah lubang galian dengan cara diplester. Usahakan diplester sebaik mungkin untuk meminimalisir adanya kebocoran.



Gambar 17. Pembuatan Digester

3. Bangun kubah dibagian atas digester untuk menampung gas yang dihasilkan. Bagian kubah dibuat agar kedap udara. Pada bagian atas kubah diberi sedikit lubang sebagai tempat pipa keluar gas yang dihasilkan.



Gambar 18. Pembuatan Kubah Digester

4. Pasang pipa diatas kubah untuk mengalirkan gas yang dihasilkan ke tempat gas akan digunakan.
5. Buat galian sebagai tempat pipa aliran dari inlet ke digester dan dari digester ke outlet.

6. Gali lubang khusus sebagai tempat inlet dan outlet. Lakukan pemplesteran untuk meminimalisir kebocoran.
7. Pasang keran yang menghubungkan pipa penyalur gas dari digester dengan kompor atau peralatan lainnya. Keran berguna untuk mengatur keluarnya gas.
8. Sesuaikan saluran pipa penyalur gas dengan peralatan yang akan digunakan.

### 3.4 Aplikasi Biogas sebagai Sumber Energi

Bahan bakar akhir-akhir ini merupakan topik yang ramai diperbincangkan di berbagai kesempatan. Hal ini didorong oleh meningkatnya kebutuhan dan semakin meningkatnya harga jual bahan bakar. Sementara itu, sumber bahan bakar minyak dan gas semakin berkurang. Sebagai konsekuensinya maka suatu keharusan untuk mencari sumber lain. Salah satu alternatif yaitu pemanfaatan renewable energy atau energi yang dapat diperbaharui dan digunakan untuk menggantikan pemakaian bahan bakar minyak atau gas alam (fossil fuels). Setelah krisis energi minyak di era tahun 70-an, beberapa negara telah memulai program pengembangan teknologi renewable energy guna menurunkan ketergantungan akan impor bahan bakar minyak.

Biogas merupakan sumber energi terbarukan yang mampu menyumbangkan andil dalam usaha memenuhi kebutuhan bahan bakar. Bahan baku sumber energi ini merupakan bahan nonfossil, umumnya adalah limbah atau kotoran ternak yang produksinya tergantung atas ketersediaan rumput dan rumput akan selalu tersedia, karena dapat tumbuh kembali setiap saat selama dipelihara dengan baik. Sebagai pembanding yaitu gas alam yang tidak diperhitungkan

sebagai energi terbarukan, gas alam berasal dari fosil yang pembentukannya memerlukan waktu jutaan tahun.

Alasan lain yang timbul akhir-akhir ini akan perlunya memanfaatkan energi alternatif yang bersumber dari kotoran ternak ini yaitu :

1. Perlunya menurunkan emisi CO<sub>2</sub>, sesuai dengan persetujuan dalam Protokol Kyoto.
2. Kenyataan bahwa produksi bahan bakar minyak dunia telah mencapai titik puncaknya sementara kebutuhan energi di negara berkembang seperti Cina dan India meningkat dengan pesat.
3. Dimulainya konflik politik dan militer yang dipicu oleh karena perebutan sumber minyak.

Biogas, bahan bakar yang tidak menghasilkan asap merupakan suatu pengganti yang unggul untuk menggantikan bahan bakar minyak atau gas alam. Gas ini dihasilkan oleh suatu proses yang disebut proses pencernaan anaerobik, merupakan gas campuran metan (CH<sub>4</sub>), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), dan sejumlah kecil nitrogen, amonia, sulfur dioksida, hidrogen sulfida dan hidrogen. Secara alami, gas ini terbentuk pada limbah pembuangan air, tumpukan sampah, dasar danau atau rawa. Mamalia termasuk manusia menghasilkan biogas dalam sistem pencernaannya, bakteri dalam sistem pencernaan menghasilkan biogas untuk proses mencerna selulosa.

Biomasa yang mengandung kadar air yang tinggi seperti kotoran hewan dan limbah pengolahan pangan cocok digunakan untuk bahan baku pembuatan biogas. Limbah peternakan merupakan salah satu sumber bahan yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan biogas, sementara perkembangan atau pertumbuhan industri peternakan menimbulkan masalah bagi lingkungan, karena

menumpuknya limbah peternakan. Polutan yang disebabkan oleh dekomposisi kotoran ternak yaitu BOD (Biological Oxygen Demand) dan COD (Chemical Oxygen Demand), bakteri patogen, polusi air (terkontaminasinya air bawah tanah, air permukaan), debu, dan polusi bau. Di banyak negara berkembang, kotoran ternak, limbah pertanian, dan kayu bakar digunakan sebagai bahan bakar. Polusi asap yang diakibatkan oleh pembakaran bahan bakar tersebut mengakibatkan masalah kesehatan yang serius dan harus dihindarkan (GHOSE, 1980). Juga yang paling menjadi perhatian yaitu emisi metan dan karbondioksida yang menyebabkan efek rumah kaca dan mempengaruhi perubahan iklim global.

Jika dilihat dari segi pengolahan limbah, proses anaerob juga memberikan beberapa keuntungan yaitu menurunkan nilai COD dan BOD, total solid, volatile solid, nitrogen nitrat, dan nitrogen organik. Bakteri coliform dan patogen lainnya, telur insek, parasit, bau juga dihilangkan atau menurun. Di daerah pedesaan yang tidak terjangkau listrik, penggunaan biogas memungkinkan untuk belajar dan melakukan kegiatan komunitas di malam hari. Beberapa alasan lain mengapa biogas dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif dan semakin mendapat perhatian yaitu, harga bahan bakar yang terus meningkat, dalam rangka usaha untuk memperoleh bahan bakar lain yang dapat diperbaharui, dan dapat diproduksi dalam skala kecil di tempat yang tidak terjangkau listrik atau energi lainnya, serta dapat diproduksi dalam konstruksi yang sederhana.

### 3.5 Perawatan

Limbah sapi (kotoran dan urine) tidak lagi diangkut menggunakan ember. Tetapi dibuat saluran yang menghubungkan kandang sapi dengan unit instalasi biogas. Saluran dari kandang

bermuara pada inlet chamber pada digester. Lebar saluran adalah 30 cm dengan kedalaman 20 cm. Pada saat pemerahan, saluran ini dibendung sehingga kotoran yang digelontor dengan air dari lantai kandang tidak langsung masuk pada digester. Setelah proses pembersihan kandang selesai, penghalang saluran dibuka sehingga timbul aliran yang besar menuju digester. Hal ini dilakukan karena posisi saluran yang tidak terlalu curam kemiringannya. Proses pemasukan kotoran kedalam digester dilakukan dua kali sehari bersamaan dengan waktu pemerahan. Hal tersebut dilakukan untuk menghemat waktu dan tenaga mengingat setiap kandang dalam satu rumah tangga hanya ditangani oleh 1 – 2 orang pekerja.

Pada saat pertama kali umpan dimasukkan, digester terlebih dahulu diisi dengan cairan dari septic tank atau Lumpur kolam ikan yang berisi bakteri anaerob. Umpan berupa faeces harus bebas dari benda keras, seperti batu, kerikil dan potongan kayu. Komposisi umpan adalah faeces : air = 2 : 3. Gas akan terbentuk pada hari ke 10 sampai hari ke 20. Gas pertama ini harus dibuang karena terkontaminasi dengan udara. Campuran gas mentan dengan udara dalam kadar 5 – 14 % bila dibakar akan meledak. Sejak hari ke 21, gas yang dihasilkan telah aman dan dapat digunakan.

Pengoperasian manometer air dilakukan dengan cara memasukan udara pada ke dalam digester melalui saluran gas menggunakan pompa udara. Setelah udara dimasukkan, kran gas ditutup dan manometer dipasang pada salah satu ujung pipa. Kemudian kran gas dibuka kembali dan dilihat tekanan yang terdapat pada manometer. Apabila perbedaan tekanan dalam waktu 24 jam adalah 2 – 3 cm, maka dinding digester benar-benar kedap gas. Kegiatan yang dilakukan secara harian adalah mengisi umpan ke dalam digester. Umpan dari faeces sapi memiliki perbandingan 2 : 3

dengan air, sedangkan untuk manure unggas memiliki perbandingan 1 : 2 dengan air.

Pengadukan digester dilakukan setiap hari agar tidak terjadi kerak (scum) pada permukaan cairan dalam digester. Pembersihan saluran keluar (outlet) dilakukan untuk mencegah menumpuknya limbah pada pipa outlet. Bak outlet dan inlet ditutup agar air hujan maupun benda keras tidak masuk ke dalam pipa saluran. Manometer air selalu dikontrol setiap hari. Perbedaan tinggi air dalam manometer yang ideal adalah 5-10 cm. Apabila kurang dari 3 cm, maka produksi biogas harus ditingkatkan karena gas dengan tekanan tersebut tidak dapat digunakan. Sedangkan apabila perbedaan air lebih dari 80 cm, maka gas harus dibuang atau digunakan, karena dengan tekanan tersebut dapat menyebabkan digester meledak. Unit instalasi biogas merupakan investasi jangka panjang dengan biaya pembuatan yang mahal. Penggunaan yang kurang cermat akan dapat menyebabkan produksi biogas menurun atau memiliki kualitas rendah, sehingga pemakai mengalami kerugian tidak dapat menggunakan biogas secara optimal. Perawatan biogas berfungsi menjaga keoptimalan produksi dan meminimalisasi gangguan selama pengoperasian.

#### **Cara Pengoperasian Reaktor Biogas Skala Rumah Tangga :**

- Buat campuran kotoran ternak dan air dengan perbandingan 1 : 1 (bahan biogas)
- Masukkan bahan biogas ke dalam reaktor melalui tempat pengisian sebanyak 2000 liter, selanjutnya akan berlangsung proses produksi biogas di dalam reaktor.
- Setelah kurang lebih 10 hari reaktor biogas dan penampung biogas akan terlihat mengembung dan mengeras karena

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

- Sekali-sekali reaktor biogas digoyangkan supaya terjadi penguraian yang sempurna dan gas yang terbentuk di bagian bawah naik ke atas, lakukan juga pada setiap pengisian reaktor.
- Pengisian bahan biogas selanjutnya dapat dilakukan setiap hari, yaitu sebanyak + 40 liter setiap pagi dan sore hari. Sisa pengolahan bahan biogas berupa sludge (lumpur) secara otomatis akan keluar dari reaktor setiap kali dilakukan pengisian bahan biogas. Sisa hasil pengolahan bahan biogas tersebut dapat digunakan langsung sebagai pupuk organik, baik dalam keadaan basah maupun kering.

#### **Beberapa hal yang dilakukan untuk merawat unit instalasi biogas:**

- Menutup inlet dan outlet chamber dengan bahan dari kayu, bambu, seng maupun cetakan semen agar tidak kemasukan air pada musim penghujan.
- Air pada manhole ditutup rapat dengan semen cetak agar air yang membasahi tanah liat pada tutup manhole tersebut tidak lekas menguap.
- Mengaduk campuran kotoran dan air (umpan) yang terdapat pada digester setiap hari dengan menggunakan bambu panjang agar kerak yang terdapat pada permukaan campuran tidak menghambat produksi gas. Kadar keasaman atau pH yang optimal berkisar 6 – 8. Temperatur digester adalah 25 – 35 °C. Untuk mendapatkan temperatur ini, maka lokasi digester ditempatkan di lokasi yang terkena sinar matahari langsung.

- Apabila gas habis pada saat digunakan, pemakaian gas dihentikan, stop kran pada saluran gas ditutup. Ditunggu 1 – 2 jam gas akan terbentuk kembali. Limbah padatan pada outlet dibersihkan minimal seminggu sekali agar outlet tidak terlalu penuh menampung limbah.
- Agar digester dapat terus menghasilkan gas secara optimal, maka secara periodik digester perlu dikuras/dibersihkan. Pembersihan digester dapat dilakukan setiap 5 atau 6 tahun sekali. Pembersihan digester dilakukan dengan terlebih dahulu membuang gas metan dalam digester. Setelah tutup man hole dibuka digester dikuras. Setelah digester dikuras, manhole ditutup kembali dan umpan kembali dimasukkan.

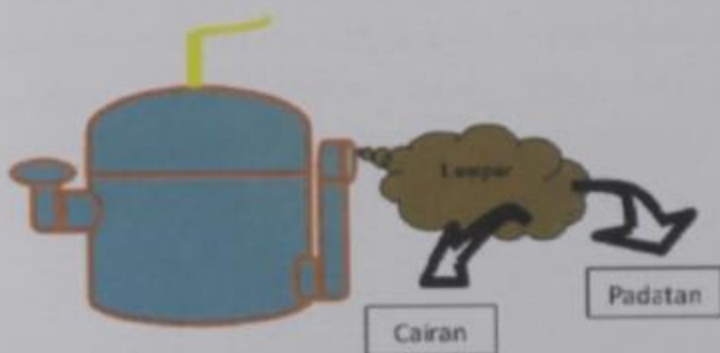
#### **Perawatan Pada Reaktor Biogas :**

- Hindarkan reaktor dari gangguan anak-anak, tangan jahil, ataupun dari ternak yang dapat merusak reaktor dengan cara memagar dan memberi atap supaya air tidak dapat masuk ke dalam galian reaktor.
- Isilah selalu pengaman gas dengan air sampai penuh. Jangan biarkan sampai kosong karena gas yang dihasilkan akan terbuang melalui pengaman gas.
- Apabila reaktor tampak mengencang karena adanya gas tetapi gas tidak mengisi penampung gas, maka luruskan selang dari pengaman gas sampai reaktor, karena uap air yang ada di dalam selang dapat menghambat gas mengalir ke penampung gas. Lakukan hal tersebut sebagai pengecekan rutin.
- Cegah air masuk ke dalam reaktor dengan menutup tempat pengisian disaat tidak ada pengisian reaktor.

- Berikan pemberat di atas penampung gas (misalnya dengan karung-karung bekas) supaya mendapatkan tekanan di saat pemakaian.
- Bersihkan kompor dari kotoran saat memasak ataupun minyak yang menempel.

## BAB IV. PEMANFAATAN LUMPUR BIOGAS

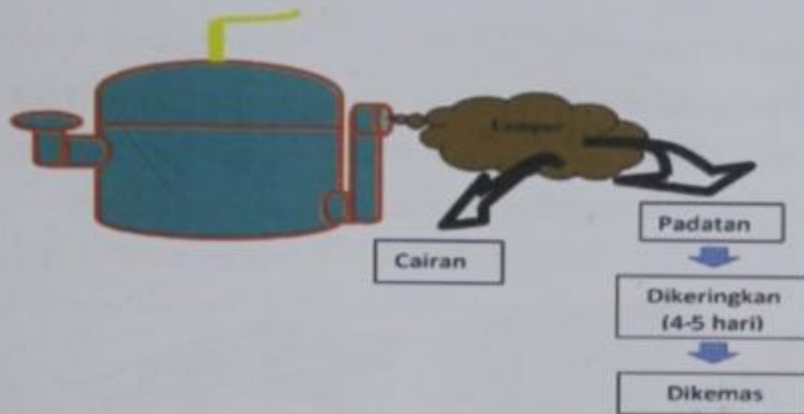
Lumpur keluaran instalasi biogas merupakan bahan organik yang sudah mengalami proses dekomposisi dan stabilisasi. Lumpur keluaran instalasi biogas sangat baik digunakan sebagai pupuk organik. Lumpur keluaran dapat diproses untuk pembuatan pupuk organik padat maupun cair (Gambar 19).



Gambar 19. Hasil Keluaran Biogas

### 4.1 Pupuk Padat

Padatan hasil proses penyaringan dari lumpur keluaran instalasi biogas langsung dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik karena sudah mengalami dekomposisi selama proses fermentasi di dalam degester. Sedangkan alur produksi pupuk padat dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 20. Bagan Alur Produksi Pupuk Padat Keluaran Biogas

Pupuk organik padat ini dapat ditambah kualitasnya, dengan menambah beberapa bahan, seperti : tepung tulang, tepung kerabang telur, guano, batuan phospat dolomite, sekam bakar yang bertujuan untuk menambah unsure hara. Penambahkan biasanya sebesar 1 %, yang artinya setiap 100 Kg pupuk padat ditambah 1 Kg bahan penambah. Penggunaan pupuk ini sama dengan pada penggunaan pupuk pabrik. Bisa sebagai pupuk dasar maupun pupuk susulan, dengan dosis sesuai rekomendasi setempat, dengan cara ditabur di sekitar tanaman.

Pupuk ini mempunyai keistimewaan yang tidak dipunyai oleh pupuk pabrik, yaitu dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologis tanah, disamping dapat menambah unsur hara. Dari analisa laboratorium didapatkan data kandungan beberapa hara penting lumpur biogas padat sebagai berikut :

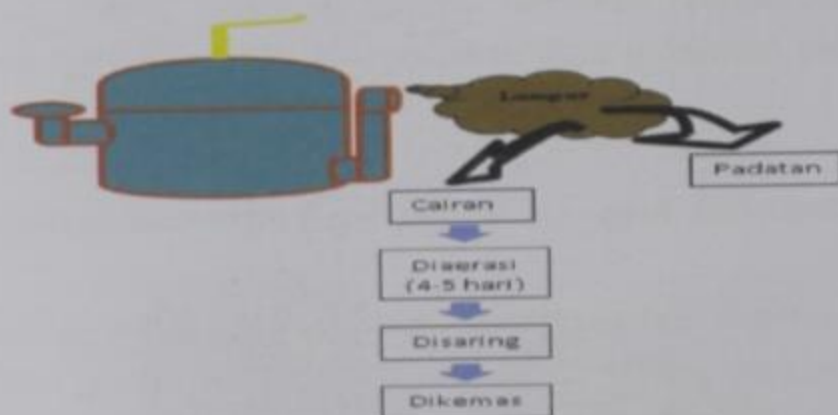
Tabel 5. Kandungan Hara Lumpur Biogas Padat

C organik	N	P	K	c/n	Ph
15,45 - 25,58%	1,39 - 2,05%	0,24 - 2,70%	0,02 - 0,87%	8 - 18,40%	7,5 - 8

Sumber: BIRU

## 4.2 Pupuk CAir

Disamping diambil padatan maka lumpur keluaran instalasi biogas juga dapat dimanfaatkan dalam bentuk cair yang sering disebut bio sluri. Adapun alur pembuatannya sebagai berikut:



Gambar 21. Bagan Alur Produksi Pupuk Cair Keluaran Biogas

Penggunaan pupuk ini agak berbeda karena berbentuk cair. Ditingkat lapangan petani menggunakan pupuk ini dengan cara mengocor (menyiram) baik pada tanaman semusim maupun tanaman tahunan dengan dosis sesuai anjuran setempat.

Pupuk ini mempunyai keistimewaan yang tidak dipunyai oleh pupuk pabrik, yaitu dapat memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologis tanah, disamping dapat menambah unsur hara.

Dari analisa laboratorium di dapatkan data kandungan beberapa hara penting pupuk cair lumpur biogas sebagai berikut :

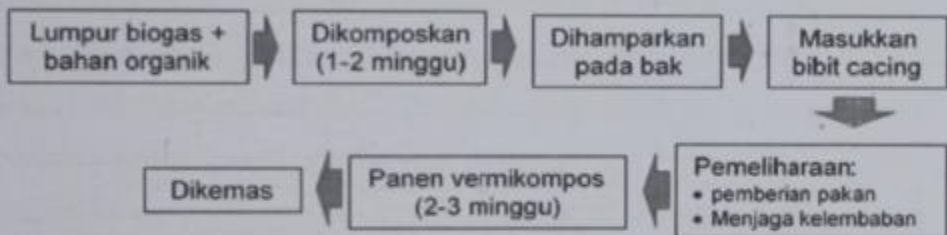
Tabel 6. Kandungan Hara Lumpur Biogas Cair

C organik	N	P	K	c/n	Ph
0,11-0,46%	0,03-1,47%	0,02-0,04%	0,07-0,58%	0,14-6%	7,5-8,4

Sumber: BIRU

### 4.3 Media Cacing

Disamping sebagai pupuk padat dan cair, lumpur keluaran instalasi biogas juga dapat digunakan sebagai media pemeliharaan cacing. Jenis cacing yang banyak digunakan adalah cacing jenis *Lumbricus rubellus* atau *Eisenia foetida*. Sedangkan alur penggunaan lumpur biogas sebagai media cacing sebagai berikut :



Gambar 22. Bagan Alur Pembuatan Vermikompos

Media cacing yang telah siap dapat ditabur dalam bak/kotak atau dihamparkan pada bidang budidaya cacing. Kebutuhan media tumbuh tergantung dari jumlah cacing yang akan dibudidayakan. Lumpur biogas basahpun dapat digunakan sebagai makanan harian cacing yang sedang dibudidayakan. Produk dari budidaya cacing ini yang kita kenal dengan Vermikompos, sedang cacingnyapun mempunyai nilai ekonomis yang tinggi.

## BAB V. KOMPOS

### 5.1 Teknik Pengomposan

Kompos merupakan bahan organik, seperti daun-daunan, jerami alang-alang, rumput-rumputan, dedak padi, batang jagung, sulur, carang-carang serta kotoran hewan yang telah mengalami proses dekomposisi oleh mikroorganisme pengurai, sehingga dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah. Di lingkungan alam terbuka, proses pengomposan bisa terjadi dengan sendirinya. Lewat proses alami, rumput, daun-daunan dan kotoran hewan serta sampah lainnya lama kelamaan membusuk karena adanya kerja sama antara mikroorganisme dengan cuaca. Proses tersebut bisa dipercepat oleh perlakuan manusia, yaitu dengan menambahkan mikroorganisme pengurai sehingga dalam waktu singkat akan diperoleh kompos yang berkualitas baik. Selama proses perubahan dan peruraian bahan organik, unsur hara akan bebas menjadi bentuk yang larut dan dapat diserap tanaman. Kompos mengandung hara-hara mineral yang esensial bagi tanaman. Sebelum mengalami proses perubahan, sisa hewan dan tumbuhan ini tidak berguna bagi tanaman, karena unsur hara masih dalam bentuk terikat yang tidak dapat diserap oleh tanaman. Pupuk organik yang berasal dari pupuk kandang merupakan bahan pembenah tanah yang paling baik dibanding bahan pembenah lainnya.

Limbah dari kegiatan pemeliharaan ternak yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan kompos antara lain kotoran ternak (feses), urine dan sisa-sisa pakan. Komposisi hara pada masing-masing kotoran hewan berbeda tergantung pada jumlah dan jenis makanannya seperti terlihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kandungan Hara Beberapa Kotoran Ternak Padat/Segar

Jenis ternak	Kadar air	Bahan organik	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	C/N rasio
Sapi	80	16	0,3	0,2	0,15	0,2	20-25
Kerbau	81	12,7	0,25	0,18	0,17	0,4	25-28
Kambing	64	31	0,7	0,4	0,25	0,4	20-25
Ayam	57	29	1,5	1,3	0,8	4,0	9-11
Babi	78	17	0,5	0,4	0,4	0,07	19-20
Kuda	73	22	0,5	0,25	0,3	0,2	24

Kotoran hewan yang berasal dari usaha peternakan antara lain adalah kotoran ayam, sapi, kerbau, kambing, kuda, dan sebagainya. Pupuk kandang merupakan pupuk lengkap karena mengandung unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhannya walaupun dalam jumlah yang sedikit. Secara umum, kandungan hara dalam pupuk kandang jauh lebih rendah daripada pupuk kimia. Rendahnya ketersediaan hara dari pupuk kandang antara lain disebabkan karena bentuk N, P serta unsur lain terdapat dalam bentuk senyawa kompleks organo protein atau senyawa asam humat atau lignin yang sulit terdekomposisi

#### A. Prinsip proses pengomposan

Pengomposan adalah proses peruraian bahan organik secara biologis, khususnya oleh mikroba perombak yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi. Bahan baku pengomposan adalah semua material yang mengandung karbon dan nitrogen seperti kotoran hewan, sampah hijauan, sampah kota/limbah rumah tangga, lumpur cair dan limbah industri pertanian.

Pembuatan pupuk organik berdasarkan prosesnya dapat dibagi menjadi dua cara, yaitu proses aerobik dan proses anaerobik. Kedua proses pembuatan pupuk organik ini dibedakan berdasarkan ketersediaan oksigen bebas.

### 1. Perombakan secara Aerobik

Proses dekomposisi bahan organik dengan membutuhkan oksigen disebut proses aerobik. Dalam suasana aerobik mikroorganisma membutuhkan oksigen dan air dalam merombak bahan organik dan mengasimilasikan sejumlah karbon, nitrogen, posfor, sulfur dan unsur lainnya untuk sintesis protoplasma sel tubuhnya. Karbon digunakan sebagai sumber energi dan untuk membentuk protoplasma, karbon diasimilasikan jauh lebih banyak dari pada nitrogen. Sekitar dua per tiga dari karbon dikeluarkan dalam bentuk  $\text{CO}_2$ , dan sisanya satu per tiga berkombinasi dengan nitrogen didalam sel. Proses perombakan bahan organik secara aerobik selain menghasilkan humus juga akan menghasilkan karbondioksida, air dan energi; beberapa bagian dari energi digunakan untuk pertumbuhan dan pergerakan mikroba, sedangkan sisanya dikeluarkan dalam bentuk panas.

Proses pembusukan di alam terbuka dapat terjadi secara alami karena kerjasama mikroorganisme dan cuaca, namun hal ini dapat berlangsung lama sekitar 5 minggu sampai 2 bulan. Oleh karena itu untuk mempercepat pembusukan dapat ditambahkan decomposer/ biaktivator perombak bahan organik. Beberapa biodekomposer yang diproduksi secara masal dan sudah beredar di pasaran untuk mendegradasi limbah organik antara lain: M-Dec, ActiComp, Orgadec, EM4, PROMI, Superdec, Green Phoskko Organic decomposer, Superfarm (effective microorganism).

Supaya proses pengomposan aerobik berlangsung cepat dan menghasilkan kompos yang bermutu tinggi, maka dalam pengomposan perlu diperhatikan prinsip-prinsip pengomposan sebagai berikut:

1. Ukuran bahan mentah : ukuran bahan 5-10 cm sesuai untuk pengomposan ditinjau dari aspek sirkulasi udara yang mungkin terjadi. Sehingga untuk sisa bahan pakan yang berukuran besar perlu dicacah terlebih dahulu.
2. Suhu dan ketinggian timbunan kompos: timbunan yang mengalami dekomposisi akan menghasilkan panas dengan suhu mencapai 65-70 °C.
3. akibat terjadinya aktivitas biologi oleh mikroba perombak bahan organik, panas ini perlu dijaga agar proses dekomposisi menjadi sempurna dan merata. Timbunan yang terlalu dangkal/tipis akan mudah kehilangan panas, sedangkan timbunan yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan bahan memadat karena berat bahan kompos itu. Hal tersebut akan mengakibatkan suhu terlalu tinggi dan udara di dasar timbunan berkurang. Panas yang terlalu banyak juga akan mengakibatkan terbunuhnya mikroba yang diinginkan. Sedang kekurangan udara mengakibatkan tumbuhnya bakteri anaerobik yang baunya tidak enak. Tinggi timbunan yang memenuhi syarat yaitu 1,5-2 m.
4. Nisbah C/N rasio. Mikroorganismе memerlukan carbon sebagai sumber energi untuk pertumbuhan, sedangkan nitrogen membentuk protein. Untuk pengomposan yang efisien mikroorganismе memerlukan 30 bagian C dan 1 bagian N sehingga untuk pengomposan yang ideal diperlukan C/N rasio 30. Kotoran ternak mempunyai kadar N yang tinggi sehingga

untuk memperbaiki C/N rasio dalam pengomposan kotoran ternak perlu dicampur sumber carbon yang dapat berasal dari sisa hijau pakan ataupun daun-daunan dan batang dari limbah tanaman.

5. Kelembaban: timbunan kompos harus selalu dijaga kelembabannya pada kisaran 50-60% agar mikroba tetap beraktivitas (karena mikroba dapat mendekomposisi bahan organik jika lingkungannya dalam keadaan lembab). Kelebihan air menyebabkan kekurangan udara sedangkan terlalu kering dapat menyebabkan mikroba berhenti bekerja.
6. Sirkulasi udara (aerasi) diperlukan karena untuk aktivitasnya mikroba selama proses pembakan berlangsung (terutama bakteri dan fungi) memerlukan oksigen. Ukuran partikel dan struktur bahan dasar kompos mempengaruhi sistem aerasi. Disamping itu perlu dilakukan pembalikan timbunan bahan kompos selama proses dekomposisi berlangsung untuk mengatur pasokan oksigen bagi aktivitas mikroba.
7. Nilai pH kompos yang optimum antara 5,5-8, bakteri menyukai pH netral sedangkan fungi menyukai pH asam.

## 2. Perombakan Secara Anaerobik

Proses perombakan anaerobik selain menghasilkan humus (kompos), juga menghasilkan gas metan ( $\text{CH}_4$ ),  $\text{CO}_2$  dan berbagai hasil antara seperti asam-asam organik yang mempunyai bobot molekul yang rendah (asam asetat, asam propionat, asam butirat, asam laktat, asam suksinat dan lain-lain). Proses pengomposan secara anaerobik akan menghasilkan kompos yang lebih asam dari anaerobik dan bau yang lebih menyengat. Dalam proses

perombakan secara anaerobik perlu dilakukan penutupan tumpukan kompos untuk berlangsung hidupnya bakteri anaerob.

## B. Metoda Pengomposan:

Berbagai teknik pengomposan sudah dikembangkan, namun yang akan disampaikan di buku ini teknik yang mudah diaplikasikan pada skala kecil dan menengah seperti yang dianjurkan oleh (Santosa dkk, 2009):

### 1. Pengomposan skala kecil:

Bahan : limbah sisa panen (jerami padi, batang jagung), rumput sisa pakan, kotoran ternak (ayam, kambing, sapi) serasah daun-daunan, alang-alang.

Peralatan :

- a) Tempat/bak pengomposan, bisa terbuat dari bilah-bilah bambu atau kayu yang berfungsi sebagai pembatas/pagar penghalang. Ukuran bilah bambu/kayu disesuaikan dengan kebutuhan tetapi tidak boleh kurang dari 1 m untuk tinggi dan lebarnya. Contoh kebutuhan minimalnya: panjang x lebar x tinggi = 1,25 m x 1m x 1m.
- b) Ember/gembor untuk menyiram dalam pembuatan kompos.
- c) Plastik berwarna gelap untuk menutup kompos agar tidak langsung terkena panas matahari; untuk menjaga kelembaban dan menjaga agar panas tidak keluar sehingga panas yang timbul dapat membunuh bibit penyakit dan benih gulma.
- d) Termometer batang untuk mengukur suhu

Prosedur:

- a) Siapkan tempat pengomposan dari bilah bambu, bentuk pagar berukuran paling kecil panjang x lebar x tinggi = 1,25 m x 1 m x 1 m.
- b) Bahan kasar (jerami, serasah daun, rumput) yang akan dikomposkan dicacah dengan ukuran 5-10 cm,
- c) Campur bahan-bahan tersebut dengan bahan kotoran ternak (sapi, ayam, domba).
- d) Campuran tersebut kemudian ditumpuk dalam bak/tempat pengomposan lapis demi lapis dengan setiap tinggi lapisan 20-25 cm.
- e) Jika memakai dekomposer, sebelum digunakan terlebih dulu larutkan dekomposer dengan air jika dekomposer dalam bentuk cair kemudian dibagi 4-5 bagian (untuk disiramkan diatas lapisan tersebut), jika dekomposer dalam bentuk bubuk juga dibagi 4-5 bagian, setiap bagian dapat langsung di ditaburkan diatas lapisan bahan organik tersebut. Gunakan dekomposer sesuai aturan pakai.
- f) Siram air diatas lapisan tersebut untuk mendapatkan kelembaban 50-60% (dapat diketahui dengan cara jika bahan diperas dengan tangan akan keluar tetesan air 3-10 tetes air dari tapak tangan).
- g) Penumpukan dilakukan secara berlapis sampai dicapai ketinggian 1 m.
- h) Tutup tumpukan dengan plastik warna gelap untuk menjaga kelembaban selama proses pengomposan.



Gambar 23. Bak Pengomposan Dari Bilah Bambu yang Sudah Ditutup Dengan Plastik Warna Hitam dan Pemanenan Kompos yang Sudah Matang (Sumber: santosa dkk, 2009).

## 2. Pemeliharaan selama pengomposan:

- a) Pengamatan suhu perlu dilakukan untuk mengetahui kecepatan proses pengomposan.

Amati suhu tumpukan setiap 2-3 hari sekali untuk mengetahui kecepatan proses pengomposan. Cara pengamatan suhu buka tutup plastik seperlunya, tusukkan bambu/kayu di 3-5 tempat sekeliling tumpukan sedalam 20-25 cm. Tarik tusuk bambunya, kemudian masukkan termometer batang selama 4-6 menit amati suhu kompos di 3-5 titik tersebut. Jika suhunya  $>60^{\circ}\text{C}$  berarti proses pengomposan berjalan cepat, jika suhunya  $< 50^{\circ}\text{C}$  proses pengomposan berjalan lambat, lambatnya proses pengomposan karena: (1) aerasi tidak baik karena terlalu padat; (2) kelembaban tumpukan  $< 50\%$  (terlalu kering); (3) kelembaban  $> 65\%$  sehingga pengomposan berjalan secara an aerob sehingga menimbulkan bau busuk.

- b) Pembalikan tumpukan dilakukan seminggu sekali: Pembalikan tumpukan diperlukan untuk: (1) meratakan prses pengomposan, (2) mengringkan bahan jika kelembaban bahan  $>65\%$  atau menambah kelembaban

- jika kelembabannya <50%; dan (3) meningkatkan aerasi sehingga suplai oksigen tercukupi.
- c) Cara pembalikan kompos: lepaskan plastik pada salah satu sisi bak pengomposan, kemudian pada sisi ini bongkar kompos, diaduk, bila kurang lembab ditambahkan air, bila terlalu lembab bahan diangin-anginkan sampai didapat kelembaban 50-65%. Selanjutnya bahan dimasukkan kembali ke bak pengomposan.

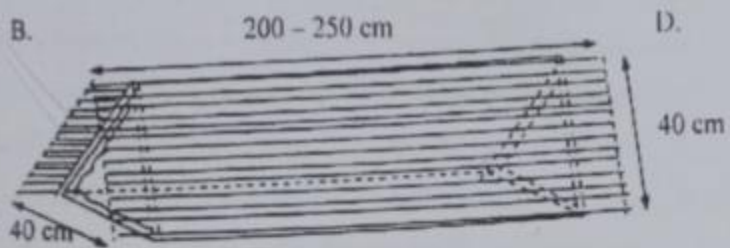
➤ **Pemanenan Kompos:**

Panen kompos dilakukan jika pengomposan sudah selesai yang ditandai dengan: (1) tinggi tumpukan tinggal 35-65%; (2) selama 3 hari berturut-turut suhu kompos < 35°C, (3) warna kompos coklat kehitaman, berbau seperti tanah atau tidak berbau.

Cara panen: buka tutup plastik, kemudian dikering anginkan selama 1-4 hari sampai dicapai kadar air <12%. Setelah kering kompos diayak untuk memisahkan partikel halus dengan partikel kasar. Kompos yang kering halus dapat langsung dikemas dalam karung atau langsung dipakai untuk pupuk.

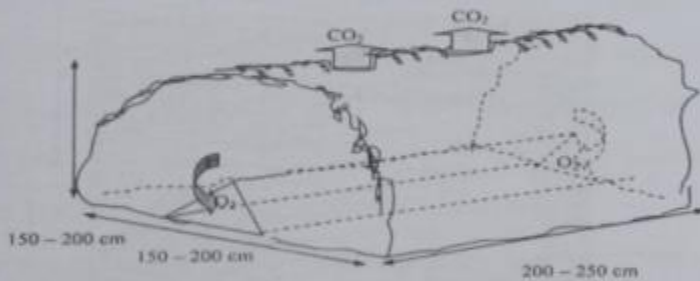
➤ **Pengomposan skala menengah:**

Prosedur pengomposan skala menengah sama dengan skala kecil hanya saja ukuran diperbesar dan tidak diperlukan bilah bambu sebagai tempat pengomposan. Tempat pengomposan dipilih tempat yang terlindung dari hujan, dan juga terhindar dari genangan air. Selain itu disediakan segitiga aerasi yang dibuat dari bilah bambu/kayu (Gambar 24).



Gambar 24. Segitiga Aerasi yang Ditempatkan Dibawah Kompos  
(Sumber: santosa dkk, 2009).

Bahan yang akan dibuat kompos ditumpuk diatas segitiga aerasi. Ukuran tumpukan komposnya yaitu: lebar 150 - 200 cm; panjang 200 - 250 cm dan tinggi 150 - 200 cm. Skema pengomposan terlihat pada gambar 25.



Gambar 25. Skema Tumpukan Kompos yang Ditumpuk Diatas  
Segitiga Aerasi

Proses Pengomposan Akan Meningkatkan Suhu Tumpukan Sehingga Aliran Udara Secara Otomatis Masuk ke Dalam Kompos Melalui Segitiga Aerasi Sehingga Kelembaban Dalam Tumpukan Merata dan Pelepasan  $\text{CO}_2$  dan Panas dari Dalam Tumpukan Lancar (Sumber: santosa dkk, 2009).

## 5.2 Bangunan Kompos

### A. Pelaksanaan Pembuatan Instalasi Kompos

Pembuatan instalasi kompos tidak serumit dibandingkan instalasi biogas. Pembuatan kompos hanya membutuhkan bak yang cukup besar sebagai tempat pengadukan dan pemeraman bahan. Instalasi yang dibutuhkan dalam proses pembuatan pupuk kompos diantaranya adalah :

1. Pembuatan bak atau wadah. Wadah dibuat dengan membangun sebuah persegi atau bentuk lain yang dibuat dengan batu bata yang diplester. Ukuran wadah bisa dibuat sesuai kebutuhan. Usahakan wadah pengomposan memiliki atap untuk menghindari hujan.



Gambar 26. Pembuatan Bak Pupuk Kompos

2. Siapkan terpal sebagai penutup campuran bahan yang sudah siap untuk dikomposkan.
3. Siapkan sumber air untuk campuran bahan baku pembuatan kompos.
4. Siapkan tempat khusus yang terlindungi dari panas dan hujan sebagai tempat penyimpanan pupuk kompos yang telah jadi.

### 5.3 Pemanfaatan Kompos

Pengomposan akan menghasilkan pupuk organik yang stabil bebas dari patogen dan biji-biji gulma (patogen dan gulma mati karena panas yang dihasilkan dalam proses pengomposan), berkurangnya bau, dan lebih mudah diaplikasikan ke lapangan, meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman karena perubahan bentuk dari tidak tersedia menjadi mudah tersedia dan dapat memperbaiki struktur tanah.

Kompos digunakan dengan meyebarakan di sekeliling tanaman, beberapa minggu setelah kompos digunakan, kualitas tanah dapat meningkat yang ditandai dengan meningkatnya kehalusan tanah dan ketersediaan unsur hara (Djuarnani, 2009). Penggunaan kompos untuk pupuk tidak mengikat dosisnya, untuk lahan sawah biasanya 1-2 ton per hektar kompos diberikan pada saat pengolahan lahan sawah. Apabila kompos tersedia dapat ditambahkan lagi setiap saat (Husen dkk 2013), namun untuk tanaman sayuran kompos diberikan 20-23 ton per hektar. Namun demikian tingkat penggunaan kompos di tiap lahan berbeda tergantung dari sifat fisik lahan.

Kebun sayuran sebaiknya dipupuk dengan kompos agar tidak meninggalkan residu kimia dalam tanaman. Pemupukan tanaman sayuran dilakukan dengan cara mengubur kompos ke dalam tanah sehingga akar tanaman akan cepat menyerap unsur hara dari kompos (Djuarnani dkk, 2009).

Pupuk kompos dari kotoran sapi telah banyak digunakan oleh petani plasma kelapa sawit, baik sebagai media pembibitan kelapa sawit maupun untuk tanaman yang sudah berproduksi (Gambar 4). Untuk tanaman sawit yang telah berproduksi pemupukan diberikan dengan cara menebarkan atau membenamkan pupuk disekitar

tanaman sebanyak 15-20 kg perpohon setiap 3 atau 4 bulan (Mathius dan Adiati 2013).



Gambar 27. Pemanfaatan kompos kotoran sapi potong sebagai media pembibitan tanaman kelapa sawit (kiri) dan pemupukan tanaman pokok (kanan). (Sumber: Mathius dan Adiati 2013).

#### 5.4 Vermikomposting

Vermikompos disebut juga kompos cacing, *vermicast* atau pupuk kotoran cacing, yang merupakan hasil akhir dari hasil penguraian bahan organik oleh jenis-jenis cacing tertentu. Vermikompos merupakan bahan yang kaya hara, dapat digunakan sebagai pupuk alami atau *soil conditioner* (pembenah tanah). Proses pembuatan vermicompos disebut *vermikomposting*. Kotoran cacing yang disebut kascing ini kaya nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, dan magnesium bentuk tersedia bagi tanaman, mengandung vitamin, enzim, dan mikroorganisme.

## A. Cara pengomposan dengan cacing tanah:

### 1) Jenis cacing

Jenis cacing yang biasa digunakan untuk vermikompos adalah cacing merah (*Lubricus rubellus*).

### 2) Bahan kompos dan penyiapannya

limbah/sisa panen, sampah organik, kertas dan kotoran ternak. Bahan-bahan pembuat kompos yang ukuran besar dicacah terlebih dulu dengan ukuran 5 - 10 cm, kemudian dicampur dan diangin-anginkan selama 2 - 3 minggu, selama waktu tersebut dilakukan pembalikan dan penyiraman pada bahan kompos sebanyak 2 kali agar dicapai temperature homogen dan tidak panas.

### 3) Tempat

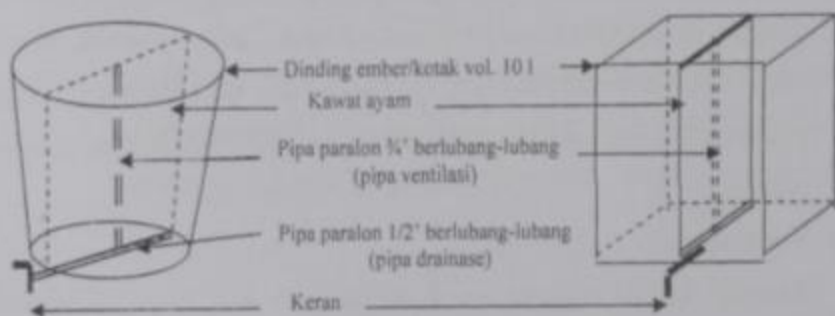
Tempat kotak vermikompos sebaiknya dari kayu atau plastik. Styrofoam atau logam tidak dianjurkan untuk membuat kotak vermikompos karena styrofoam mengeluarkan racun ke dalam lingkungan hidup cacing, sedangkan logam menyerap panas, mudah berkarat dan mengeluarkan logam berat ke dalam vermikompos.

Tempat pengomposan untuk skala kecil ada 3 macam yaitu:

- a) **kotak tidak bersekat** dimana cacing dan bahan organik ditempatkan di atas alas pada bagian dasar. Tipe ini sering digunakan namun mempunyai kesulitan saat memanen kompos karena cacing dan material kompos menyatu;
- b) **kotak bersekat vertikal** berupa nampan-nampan yang disusun secara vertikal berisi bahan organik. Diharapkan, sebagian cacing akan bermigrasi ke lapisan nampan dia-

tasnya. Apabila cacing yang bermigrasi sudah cukup, kompos di bawah bisa dipanen; dan

- c) **kotak bersekat horizontal** dimana nampan diletakkan berdampingan untuk memberi kesempatan cacing tanah bermigrasi mencari sumber makanan pada kotak disampingnya. Ketika migrasi cacing ke kotak sebelahnya telah dianggap cukup, kompos yang sudah matang beserta cacing yang masih tertinggal bisa dipanen.



Gambar 28. Ember atau kotak yang disekat dengan kawat ayam dipergunakan untuk vermicomposting.

Bagian dasar diisi tanah setebal 5 cm, di sebelah kanan diisi bahan organik dan cacing melalui atas kotak kemudian atasnya diisi alas tanah. Cacing akan mengkomposkan bahan organik dan alas tanah tersebut. Setelah vahan organik turun setengahnya vahan organik diisikan sebelah kiri kotak, demikian seterusnya bolak-balik. Kotak ditutup dengan kain blacu warna hitam. Panen vermicompos diambil dari atas (Sumber: santosa dkk, 2009).

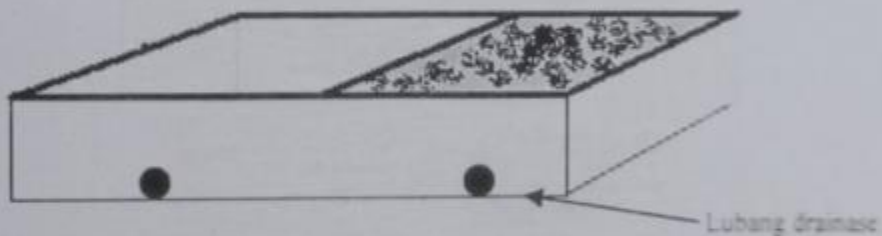
#### 4) Pemberian cacing dan perawatannya

Setelah itu bahan dimasukkan dalam kotak plastic/kayu tempat untuk membuat vermicompos, selanjutnya masukkan cacing.

Cacing dipelihara selama 6 minggu, tiap 3 hari sekali diberi pakan kotoran ternak.

### 5) Pemanenan

Kompos dapat dipanen setelah seluruh bahan organik habis dimakan cacing. Cara panen apabila vermicompos dibuat pada kotak tidak bersekat dilakukan dengan cara bahan sudah dikomposkan ditumpuk dalam gundukan dibawah sinar matahari, cacing akan pindah ke dasar gundukan untuk menghindari sinar matahari. Gundukan yang bebas dari cacing dipanen, kemudian dikeringkan dan diayak untk memisahkan bahan yang terlalu besar, serta mengambil cacing dan telur cacing. Cacing yang sudah dipakai dapat dimasukkan kemediia baru digunakan lagi untuk pengomposan atau dapat juga dijual untuk pakan ternak atau ikan (Djuarnani dkk 2009).



Gambar 29. Kotak pembuatan vermicompos skala besar, ukuran kotak dapat disesuaikan sesuai kebutuhan.

### 5.5 Pengemasan

Sebelum dilakukan pengemasan, kompos yang sudah matang selanjutnya digiling apabila masih terdapat potongan-potongan besar, selanjutnya diayak untuk memisahkan partikel yang kasar dengan partikel halus. Kompos yang sudah halus dapat dikemas langsung ataupun diproses lebih lanjut dengan dibuat pupuk kompos prill.

Pengemasan dapat dibuat dengan dibungkus dalam kemasan plastik 5 kg ataupun dengan karung dengan isi 25kg ataupun 50 kg.

## BAB VI. BIO URINE

### 6.1 Pembuatan Bio Urine

Urine merupakan sumber hara yang sangat baik bagi tanaman, selain mengandung unsur hara, urine juga mengandung hormon pertumbuhan. Urin sebelum digunakan sebagai pupuk terlebih dahulu di fermentasi untuk meningkatkan nilai guna dan ketersediaan hara bagi tanaman. Pupuk cair berasal dari urine sekarang ini dikenal dengan istilah biourine. Bio urin dibuat dengan menggunakan bahan baku urin ternak segar maupun campuran urin ternak dan feses (bio kultur/biofermen).

#### A. Pembuatan bio urine



1. Masukkan 1 liter EM4, 4 kg gula/molases, dan 180 liter Urine ke dalam tong ukuran 250 liter dan aduk rata hingga larut.
2. Tutup tong dg rapat hingga udara tdk bisa masuk, buat pipa pengeluaran gas yg ujungnya dimasukkan ke dalam botol yg berisi air. Biarkan tong selama 15 hari, sambil diaduk dg menggoyang drum.
3. Buka tutup tong, saring pupuk cair Biourine hingga didapat larutan yg bersih bebas padatan.
4. Setelah disaring, diaduk dan diberi aerator utk menghilangkan bau.
5. Setelah disaring, pupuk cair Biourine dikemas dalam botol utk dipasarkan atau digunakan langsung utk penyemprotan tanaman dg sprayer.

#### B. Pembuatan bio kultur

1. Tampung kohe (faeces) ternak di bak penampungan.
2. Campur faeces dengan air, dengan perbandingan 1: (2-4 )

3. Masukkan fermentor . Untuk 1 m<sup>3</sup> campuran kohe dan air diperlukan 1 L fermentor
4. Diaduk dengan pengaduk.
5. Tutup bak fermentasi dan diamkan hingga 7 hari.
6. Pada hari ke-8, bagian cairan (yang ada diatas) diambil. Endapan bagian bawah diperas/dipres, dimana bagian cair bisa dicampur dengan cairan yang telah diambil dan bagian padat dipisahkan. Bagian padat baik juga digunakan sebagai pupuk atau dicampur dengan limbah padat lain untuk bahan bakar (briket).
7. Pada bagian cair (bio kultur) diberi aerator selama beberapa hari untuk menghilangkan gas-gas yang menyebabkan bau.
8. Setelah tidak berbau, pupuk cair bisa dikemas untuk selanjutnya digunakan atau disimpan.

## 6.2 Instalasi Bio Urine

Ada beberapa instalasi yang telah diperkenalkan baik ditingkat perusahaan maupun ditingkat petani (kelompok tani maupun gabungan kelompok tani). Prinsip peralatan ini adalah fermentasi dan aerasi untuk mengeluarkan gas-gas yang berbau.



Catatan : Skala poktan (BBPP Batu), aerator

### 6.3 Pemanfaatan Bio Urine

Secara umum pemanfaatan bio urine seperti pada pemanfaatan pupuk cair organic lainnya, bisa melalui penyiraman maupun penyemprotan. Dari hasil beberapa penelitian yang dilakukan oleh para peneliti pupuk cair ini sangat mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman maupun kesehatan tanah. Beberapa ilustrasi penggunaan pupuk cair (BPTP, Prop.Bali )



Catatan : Skala perusahaan

No	Jenis tanaman/Dosis	Keterangan
1	Sayur-sayuran/250-500 cc/Tan	Disiramkan disekitar batang
2	Buah-buahan/sesuai fase pertumbuhan	Disiramkan disekitar batang

## Contoh Aplikasi Bio Urine dan Pengaruhnya ( BBTP Prop. Bali )

## A. Pada tanaman Padi (dosis per Ha / musim)

## a. Pengolahan tanah (15 HBT)

## b. 4 HBT

- Semprot Campuran Bio kultur + Bio Urine (100 liter BK+ 70 liter BU)
- Taburi Urea : 100 kg + SP-36:50 kg + KCl:50 kg
- Diamkan selama 4 hari

## c. Penanaman (sesuai cara konvensional )

## d. Umur 15 hari

- Semprotkan bio urine (100 liter +Air 225 liter ) lewat tanah

## e. Umur 28 hari

- Urea 50 kg + SP-36:40 kg+KCl:25 kg
- Bio Urine (75 liter + air 225 liter )

## f. Umur 45 Hari

- Bio kultur (40 liter dalam 225 liter Air ) +Telur 10 butir
- Lewat daun
- Catatan : untuk bio slurry aplikasi melalui air irigasi

## B. Pada Tanaman Holtikultur

## a. Aplikasi

- Dilakukan 3 tahap, masing-masing : (1) beberapa hari setelah panen (2) diulang 2 bulan dan (3) diulang 2 – 3 bulan kemudian.
- Setelah bio urine dan bio kultur tercampur, ditambah air dengan perbandingan 1:1, sehingga pupuk cair tersebut siap digunakan.

- Pada pemupukan tahap III, pupuk cair + telur dengan perbandingan 1 butir telur setiap 60 liter dan pupuk disemprotkan lewat daun.

b. Dosis

- Tahap I: \* Kompos padat : 2,5kg/pohon  
\* Pupuk cair : 1,5 kg/pohon
- Tahap II : \* Pupuk cair : 1,5 liter/pohon
- Tahap III: \* kompos padat : 2,5 kg/pohon  
\* Pupuk cair : 1,5 liter/pohon (lewat daun)

#### 6.4 Pengemasan

Sebelum bio urine dikemas, terlebih dahulu dilakukan penyaringan. Bahan pengemas berupa plastic berbentuk botol maupun jiregan. Untuk kemasan volume 1 Liter berupa botol, sedang kemasan 5 Liter berbentuk jiregan. Untuk kebutuhan bisnis/koormisial maka harus dilakukan uji laboratorium untuk mengetahui kandungan unsur haranya.

## Contoh Aplikasi Bio Urine dan Pengaruhnya ( BBTP Prop. Bali )

## A. Pada tanaman Padi (dosis per Ha / musim)

## a. Pengolahan tanah (15 HBT)

## b. 4 HBT

- Semprot Campuran Bio kultur + Bio Urine (100 liter BK+ 70 liter BU)
- Taburi Urea : 100 kg + SP-36:50 kg + KCl:50 kg
- Diamkan selama 4 hari

## c. Penanaman (sesuai cara konvensional )

## d. Umur 15 hari

- Semprotkan bio urine (100 liter +Air 225 liter ) lewat tanah

## e. Umur 28 hari

- Urea 50 kg + SP-36:40 kg+KCl:25 kg
- Bio Urine (75 liter + air 225 liter )

## f. Umur 45 Hari

- Bio kultur (40 liter dalam 225 liter Air ) +Telur 10 butir
- Lewat daun
- Catatan : untuk bio slurii aplikasi melalui air irigasi

## B. Pada Tanaman Holtikultur

## a. Aplikasi

- Dilakukan 3 tahap, masing-masing : (1) beberapa hari setelah panen (2) diulang 2 bulan dan (3) diulang 2 – 3 bulan kemudian.
- Setelah bio urine dan bio kultur tercampur, ditambah air dengan perbandingan 1:1, sehingga pupuk cair tersebut siap digunakan.

- Pada pemupukan tahap III, pupuk cair + telur dengan perbandingan 1 butir telur setiap 60 liter dan pupuk disemprotkan lewat daun.

b. Dosis

- Tahap I: \* Kompos padat : 2,5kg/pohon  
\* Pupuk cair : 1,5 kg/pohon
- Tahap II : \* Pupuk cair : 1,5 liter/pohon
- Tahap III: \* kompos padat : 2,5 kg/pohon  
\* Pupuk cair : 1,5 liter/pohon (lewat daun)

#### 6.4 Pengemasan

Sebelum bio urine dikemas, terlebih dahulu dilakukan penyaringan. Bahan pengemas berupa plastic berbentuk botol maupun jiregan. Untuk kemasan volume 1 Liter berupa botol, sedang kemasan 5 Liter berbentuk jiregan. Untuk kebutuhan bisnis/koormisial maka harus dilakukan uji laboratorium untuk mengetahui kandungan unsur haranya.

## BAB VII. PENUTUP

Demikian Pedoman Pengolahan Limbah Ternak ini disusun. Semoga dapat menambah pengetahuan tentang teknologi pengolahan limbah ternak dan pemanfaatannya sehingga dapat meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan poktan/gapoktan.

Terima kasih kepada kontributor dan semua pihak sehingga buku Pedoman Pengolahan Limbah Ternak dapat disusun dan diselesaikan dengan baik.

Dengan disusunnya Pedoman Pengolahan Limbah Ternak ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan agroindustri pengolahan hasil peternakan, pelaku usaha maupun aparat pembina dapat mengaplikasikan sehingga dapat terwujudnya nilai tambah bagi peternak serta ramah lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Santosa Edy, Surono, Ea Kusman dan Eny Yuniarti. 2009. Teknologi Pengomposan. Balai Penelitian Tanah, Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Setyorini Diah, Rasti Saraswati, dan Ea Kosman Anwar. 2006. Kompos. Dalam Simanungkalit, Didi Ardi Suriadilaga dan Diah Setyorini (editor). Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Penelitian Tanah, Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Djuarnani Nan, Kristian, dan Budi Susilo Setiawan. 2009. Cara Cepat Membuat Kompos. Cetakan ke 9. Agromedia. Jakarta.
- Husen Edy, Rasti saraswati dan Achmad Rahman. 2013. Petunjuk teknis: Kompos, manfaat dan cara pembuatannya. Balai Penelitian Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Mathius I.W. dan U. Adiati. 2013. Bahan organik asal kotoran sapi sebagai titik unkit pengembangan sapi potong dalam kawasan industri sawit. Dalam Bess Tiesnamurti, M Husein Sawit, Djoko S. Damardjati dan Ridwan Thahir (editor). Model Pengembangan Sistem Integrasi Tanaman-Sapi Berbasis Inovasi. IAARD Press. Jakarta

## TIM PENYUSUN

1. Pengarah : Ir. Andjar Rochani, MM  
(*Direktur Pengolahan Hasil Pertanian*)
2. Anggota :
  1. drh. Hastho Yulianto
  2. Rohmadi, SP, MM
  3. Tika Kartika, SP
  4. Dewan Prasetyo Hadi, S.Tp
  5. Rini Prastyanti, S.Tp
  6. Wydianingsih, SE
  7. Sereida Julianty, S.Pt
  8. Bambang Setiono, A.Md
3. Kontributor :
  1. Dr. Ir. Salundik, M.Si
  2. Dr. Ir. Dwi Yulityani, M.App.SP
  3. Ir. Teguh Wibowo

# LAMPIRAN

## Lampiran 1. Analisis Usaha Pengolahan Limbah Ternak

**A. Asumsi Umum**

Analisis terhadap usaha dilakukan dengan memperhitungkan asumsi sebagai berikut:

1. Lahan seluas minimum 800 m<sup>2</sup> merupakan lahan milik sendiri
2. Industri biogas didukung oleh sistem pertanian terintegrasi dengan hasil buangan dari dua unit usaha dimanfaatkan sebagai input usaha lainnya.
3. Tenaga kerja yang digunakan untuk keseluruhan usaha hanya satu orang dengan biaya Rp 1.500.000 per bulan. Biaya tenaga kerja akan dihitung pada akhir biaya usaha secara keseluruhan
4. Periode perhitungan usaha dilakukan selama satu tahun atau 360 hari

**B. Analisis Usaha Pengolahan Biogas****a. Asumsi**

1. Jenis digester yang digunakan dari bahan *fiber glass* dengan kapasitas bahan baku 5 m<sup>3</sup> atau setara dengan pemeliharaan 2-5 ekor sapi. harga satu paket digester berkisar Rp 13.500.000 dengan umur pemakaian digester sekitar 15 tahun.
2. Dalam satu hari dihasilkan biogas 60 m<sup>3</sup>, pupuk organik padat 20kg, dan pupuk organik cair 49 liter.

**b. Biaya****1. Investasi**

Paket Digester Biogas kapasitas 5 m <sup>3</sup>	Rp 13.500.000
--	---------------

Persiapan lahan untuk Digester seluas 18 m <sup>2</sup>	
---	--

Harga/meter <sup>2</sup> Rp 250.000	Rp 4.500.000
-------------------------------------	--------------

Tenaga kerja pembuatan lubang	Rp	200.000
Biaya akomodasi dan transportasi	Rp	300.000
<b>Total Biaya Investasi</b>	<b>Rp</b>	<b>18.500.000</b>

**2. Biaya operasional per periode**

Penyusutan Digester $1/15 \times \text{Rp } 13.500.000$	Rp	900.000
<b>Total Biaya Operasional</b>	<b>Rp</b>	<b>900.000</b>

**c. Pendapatan**

**1. Biogas**

$$\begin{aligned} \text{Pendapatan} &= \text{Jumlah Biogas} \times \text{harga gas} \times \text{satu periode} \\ &= 5 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 3.000/\text{m}^3 \times 360 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 5.400.000 \end{aligned}$$

**2. Pupuk Organik Padat**

$$\begin{aligned} \text{Pendapatan} &= \text{Jumlah Pupuk} \times \text{Harga pupuk/kg} \times 30 \text{ Hari} \\ &= 20 \text{ kg/hari} \times \text{Rp } 500 \times 360 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 3.600.000 \end{aligned}$$

**3. Biourine**

$$\begin{aligned} \text{Pendapatan} &= \text{Jumlah Biourine} \times \text{harga/liter} \times 360 \text{ Hari} \\ &= 49 \text{ liter/hari} \times \text{Rp } 700 \times 360 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 12.348.000 \end{aligned}$$

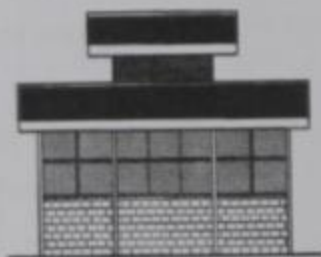
**Pendapatan Total per Periode**

$$\begin{aligned} &= \text{Rp } 5.400.000 + \text{Rp } 3.600.000 + \text{Rp } 12.348.000 \\ &= \text{Rp } 21.348.000 \end{aligned}$$

Lampiran 2. Layout Rumah Kompos



Tampak Semp. Kanan  
Skala 1:50



Tampak Belakang  
Skala 1:50



Tampak Depan  
Skala 1:50



Tampak Semp. Kiri  
Skala 1:50



**KEMENTERIAN PERTANIAN REPUBLIK INDONESIA**

Jl. Harsono RM. No. 3 Ragunan  
Jakarta, Indonesia 12550  
Telp. : 021-7806131, 021-7804116  
Telp. : PPID : 0821 1089 7194  
Fax. : 021-7803237  
Email : [webmaster@pertanian.go.id](mailto:webmaster@pertanian.go.id)