



INSTALASI BIOGAS KOTORAN SAPI

DR. H. Moch. Agus Krisno B, M.Kes.
Drs. Muizuddin, M.Kes.



Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Muhammadiyah Malang

Instalasi Biogas Kotoran Sapi

Penulis :

DR. H. Moch. Agus Krisno Budiyanto, M.Kes.

Drs. Muizuddin, M.Kes.

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
OKTOBER 2014

Diterbitkan oleh :

UPT Penerbitan Universitas Muhammadiyah Malang

Jl. Raya Tlogomas No. 246 Malang 65144

Telepon (0341) 464318 psw. 140, flexi (0341) 7059981

Fax (0341) 460435

E-mail : ummpress@gmail.com

Site : <http://ummpress.umm.ac.id>

Layout & Editor : Imroatul Nurul Azizah

Kontributor :

Kiki Aleli Vigiyanti, Ulfiyatin, Mukhammad Syaiful Anam

Sekapur Sirih

Syukur Alhamdulillah, akhirnya Tim Pengabdian dapat menyusun buku saku “**Instalasi Biogas Kotoran Sapi**” setelah melakukan serangkaian Pengabdian pada Masyarakat skim Ipteks bagi Masyarakat /lbM (Tahun Anggaran 2013/2014) dan FGD (*Focus Group Discussion*) pakar sejawat sesuai dengan rencana yang telah ditentukan. Buku ini menginformasikan **Mengenal Biogas, Ragam Teknik Instalasi Biogas, Instalasi Biogas Kotoran Sapi dengan Metode Tabung, dan Keuntungan Penggunaan Biogas** yang diharapkan mampu mencerahkan pembaca untuk bersama-sama melakukan upaya serius dan berkelanjutan dalam mengatasi limbah kotoran sapi dan meningkatkan produksi energy ramah lingkungan di Indonesia.

Keberadaan buku saku ini tidak terlepas dari kontribusi dan peran berbagai pihak. Untuk

perkenankanlah Tim Pengabdian pada kesempatan ini menghaturkan ucapan terimakasih kepada Yth:

1. Pimpinan DP2M Dirjendikti Kemdikbud RI.
2. Pimpinan Universitas Muhammadiyah Malang.
3. Pimpinan DPPM UMM
4. Mitra kerja (Kelompok Peternak Sapi)
5. Empat Mahasiswa UMM yang terlibat dalam kegiatan penelitian dan penukisan buyku ini (Nurul, Kiki, Ulfa, Anam).

Semoga kontribusi dan peran berbagai pihak ini dibalas oleh Allah SWT sebagai amal sholeh.

Akhirnya, Tim Penulis memohon masukan dan saran perbaikan dalam kerangka perbaikan buku saku ini.

Malang, Oktober 2014

Penulis

Daftar Isi

BAB I	Mengenal Biogas	1
BAB II	Ragam Teknik Instalasi Biogas.....	32
BAB III	Instalasi Biogas Kotoran Sapi dengan Metode Tabung	56
BAB IV	Keuntungan Penggunaan Biogas	91

Bab I Mengenal Biogas

1.1 Sekilas tentang Biogas

Beberapa waktu ini kita dipusingkan oleh kenaikan harga bahan bakar minyak (terutama minyak tanah) dan gas elpiji untuk rumah tangga maupun industri. Di sisi lain, dengan meningkatnya kebutuhan persediaan BBM juga sempat langka di beberapa tempat di Indonesia. Meskipun Indonesia adalah salah satu negara penghasil minyak dan gas, namun berkurangnya cadangan minyak, penghapusan subsidi yang diterapkan pemerintah menyebabkan harga minyak labil dan kualitas lingkungan menurun akibat penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan. Program konversi minyak tanah ke gas belum diimbangi oleh persediaan yang cukup, sehingga masih banyak dijumpai antrian para pembeli minyak tanah

maupun gas. Kayu menjadi alternatif bahan bakar, terutama di daerah yang berdekatan dengan hutan. Hal ini menyebabkan tekanan terhadap hutan juga meningkat dan perlu mendapatkan perhatian. Padahal, alam telah menyediakan banyak energi alternatif selain kayu. Oleh karena itu, pemanfaatan sumber-sumber energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan harus menjadi pilihan. Salah satu bahan bakar alternatif yang dapat dikembangkan adalah biogas. Jenis bahan bakar biogas ini dihasilkan dari pengolahan limbah rumah tangga, kotoran hewan (ayam, sapi, babi), atau sampah organik. Dengan demikian, biogas memiliki peluang yang besar dalam pengembangannya karena bahannya dapat diperoleh dari sekitar tempat tinggal kita.

Biogas merupakan gas yang mudah terbakar (*flamable*) yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri-bakteri *anaerob*

yang berasal dari limbah rumah tangga, kotoran hewan (sapi, babi, ayam) dan sampah organik. Menurut beberapa literatur, sejarah keberadaan biogas sendiri sebenarnya sudah ada sejak kebudayaan Mesir, China, dan Romawi Kuno. Masyarakat pada waktu itu diketahui telah memanfaatkan gas alam ini yang dibakar untuk menghasilkan panas. Namun, orang pertama yang mengaitkan gas bakar ini dengan proses pembusukan bahan sayuran adalah Alessandro Volta (1776), sedangkan Willam Henry pada tahun 1806 mengidentifikasi gas yang dapat terbakar tersebut sebagai metana. Becham (1868), murid Louis Pasteur dan Tappeiner (1882), memperlihatkan asal muasal mikrobiologis dari pembentukan metana.

Biogas merupakan gas campuran metana (CH_4), karbondioksida (CO_2) dan gas lainnya yang didapat dari hasil penguraian material organik

seperti kotoran hewan, kotoran manusia, tumbuhan oleh bakteri pengurai metanogen pada sebuah biodigester. Jadi, untuk menghasilkan biogas, dibutuhkan pembangkit biogas yang disebut biodigester. Proses penguraian material organik terjadi secara *anaerob* (tanpa oksigen). Biogas terbentuk pada hari ke 4 – 5 sesudah biodigester terisi penuh, dan mencapai puncak pada hari ke 20 – 25. Biogas yang dihasilkan oleh biodigester sebagian besar terdiri dari 50 – 70% metana (CH_4), 30 – 40% karbondioksida (CO_2), dan gas lainnya dalam jumlah kecil.

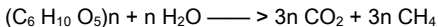
Ada tiga kelompok bakteri yang berperan dalam proses pembentukan biogas, yaitu:

1. Kelompok bakteri fermentatif: *Streptococci*, *Bacteriodes*, dan beberapa jenis *Enterobacteriaceae*.
2. Kelompok bakteri asetogenik: *Desulfovibrio*

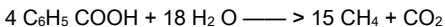
3. Kelompok bakteri metana:
Mathanobacterium, *Mathanobacillus*,
Methanosacaria, dan *Methanococcus*.

Bakteri methanogen secara alami dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti: air bersih, endapan air laut, sapi, kambing, lumpur (*sludge*) kotoran *anaerob* ataupun TPA (Tempat Pembuangan Akhir). Biokonversi limbah organik ini melibatkan proses fermentasi. Proses biokonversi seperti ini dikenal pula sebagai proses pencernaan *anaerob*. Secara kimiawi, proses terbentuknya biogas berupa metana dan karbondioksida adalah sebagai berikut,

1. Untuk substrat berupa selulosa



2. Untuk subtrat berupa senyawa kompleks seperti lignin, tanin, dan polimer aromatic



Biogas merupakan sebuah proses produksi gas bio dari material organik dengan bantuan bakteri. Proses degradasi material organik ini tanpa melibatkan oksigen disebut *anaerobic digestion*. Gas yang dihasilkan sebagian besar (lebih 50 %) berupa metana. Material organik yang terkumpul pada digester (reaktor) akan diuraiakan menjadi dua tahap dengan bantuan dua jenis bakteri. Tahap pertama material organik akan didegradasi menjadi asam-asam lemah dengan bantuan bakteri pembentuk asam. Bakteri ini akan menguraikan sampah pada tingkat hidrolisis dan asidifikasi. Hidrolisis yaitu penguraian senyawa kompleks atau senyawa rantai panjang seperti lemak, protein, karbohidrat menjadi senyawa yang sederhana. Sedangkan asidifikasi yaitu pembentukan asam dari senyawa sederhana (Pambudi, 2008).

Biogas sebagian besar mengandung gas metana (CH_4) dan karbondioksida (CO_2), dan

beberapa kandungan yang jumlahnya kecil diantaranya hydrogen sulfida (H_2S) dan ammonia (NH_3) serta hydrogen dan (H_2), nitrogen yang kandungannya sangat kecil. Energi yang terkandung dalam biogas tergantung dari konsentrasi metana (CH_4). Semakin tinggi kandungan metana maka semakin besar kandungan energi (nilai kalor) pada biogas, dan sebaliknya semakin kecil kandungan metana semakin kecil nilai kalor. Kualitas biogas dapat ditingkatkan dengan memperlakukan beberapa parameter yaitu menghilangkan hidrogen sulphur, kandungan air dan karbon dioksida (CO_2). Hidrogen sulphur mengandung racun dan zat yang menyebabkan korosi, bila biogas mengandung senyawa ini maka akan menyebabkan gas yang berbahaya sehingga konsentrasi yang di iijinkan maksimal 5 ppm. Bila gas dibakar maka hidrogen sulphur akan lebih berbahaya karena akan

membentuk senyawa baru bersama-sama oksigen, yaitu sulphur dioksida/sulphur trioksida (SO_2/SO_3). senyawa ini lebih beracun. Pada saat yang sama akan membentuk Sulphur acid (H_2SO_3) suatu senyawa yang lebih korosif. Parameter yang kedua adalah menghilangkan kandungan karbon dioksida yang memiliki tujuan untuk meningkatkan kualitas, sehingga gas dapat digunakan untuk bahan bakar kendaraan. Kandungan air dalam biogas akan menurunkan titik penyalaan biogas serta dapat menimbulkan korosif (Pambudi, 2008).

Perombakan bakteri yang terdapat dalam digester menghasilkan gas metana yang digunakan untuk keperluan dan kebutuhan sehari-hari, yakni sebagai penerangan (listrik) dan penerapan energi panas (melalui pembakaran). Penerapan biogas ini tepatnya digunakan pada daerah – daerah yang terpencil dan jauh dari pusat kota sehingga mampu memanfaatkan hasil limbah menjadi barang yang

berguna. Sedangkan hasil sisa perombakan kotoran sapi yang berupa padatan namun masih kaya akan sumber nitrogen digunakan menjadi pupuk pada tanaman. Pupuk tersebut dapat diterapkan di perkebunan masyarakat sekitar ataupun untuk tanaman yang akan digunakan sebagai pakan ternak.

Komponen biogas yang paling penting adalah gas metan, selain itu juga gas-gas lain yang dihasilkan dalam ruangan yang disebut *digester*. Biogas yang dihasilkan oleh biodigester sebagian besar terdiri dari 54% – 70% metana (CH₄), 27–45% karbondioksida (CO₂), 3%-5% nitrogen (N₂), 1%-0% hidrogen (H₂), 0,1% karbonmonoksida (CO), 0,1% oksigen (O₂) dan sedikit hidrogen sulfida (H₂S). Biogas dapat dihasilkan pada hari ke 4–5 sesudah biodigester terisi penuh, dan mencapai puncaknya pada hari ke 20–25. Akan tetapi perlu juga dipertimbangan ketinggian lokasi

pembuatannya karena pada suhu dingin biasanya bakteri lambat berproses sehingga biogas yang dihasilkan mungkin lebih lama.

1.2 Sejarah Biogas dan Perkembangannya di Beberapa Mancanegara

Sejarah awal penemuan biogas pada awalnya muncul di benua Eropa. Biogas yang merupakan hasil dari proses *anaerobik digestion* ditemukan seorang ilmuwan bernama Alessandro Volta yang melakukan penelitian terhadap gas yang dikeluarkan rawa-rawa pada tahun 1770. Dan pada tahun 1776 mengaitkannya dengan proses pembusukan bahan sayuran, sedangkan William Henry pada tahun 1806 mengidentifikasikan gas yang dapat terbakar tersebut sebagai metan. Pada perkembangannya, pada tahun 1875 dipastikan bahwa biogas merupakan produk dari proses *anaerobik digestion*. Selanjutnya, tahun 1884

seorang ilmuwan lainnya bernama Pasteur melakukan penelitian tentang biogas menggunakan mediasi kotoran hewan. Becham (1868), murid Louis Pasteur dan Tappeiner (1882), memperlihatkan asal mikrobiologis dari pembentukan metan. Sedangkan dalam kebudayaan Mesir, China, dan Roma kuno diketahui telah memanfaatkan gas alam ini untuk dibakar dan digunakan sebagai penghasil panas.

Perkembangan biogas mengalami pasang surut, seperti pada akhir abad ke-19 tercatat Jerman dan Perancis memanfaatkan limbah pertanian menjadi beberapa unit pembangkit yang berasal dari biogas. Selama perang dunia II banyak petani di Inggris dan benua Eropa lainnya yang membuat digester kecil untuk menghasilkan biogas. Namun, dalam perkembangannya karena harga BBM semakin murah dan mudah diperoleh, pada

tahun 1950-an pemakaian biogas di Eropa mulai ditinggalkan.

Jika era tahun 1950-an Eropa mulai meninggalkan biogas dan beralih ke BBM, hal sebaliknya justru terjadi di negara-negara berkembang seperti India dan Cina yang membutuhkan energi murah dan selalu tersedia. Cina menggunakan teknologi biogas dengan skala rumah tangga yang telah dimanfaatkan oleh hampir sepertiga rumah tangga di daerah pinggiran Cina.

Perkembangan biogas di Cina bisa dikatakan mengalami perkembangan yang signifikan, pada tahun 1992 sekitar lima juta rumah tangga menggunakan instalasi biogas sehingga biogas menjadi bahan bakar utama sebagian penduduk Cina. Seperti yang diungkapkan Prof Li Kangmin dan Dr Mae-Wan Ho, *director of the The Institute of Science in Society*, biogas merupakan jantung dari tumbuhnya *eco-economi* di Cina, namun beberapa

kendala harus diselesaikan untuk meraih potensi yang lebih besar.

Perkembangan yang senada juga terjadi di India, tahun 1981 mulai dikembangkan instalasi biogas di India. India merupakan negara pelopor dalam penggunaan energi biogas di benua Asia dan pengguna energi biogas ini dilakukan sejak masih dijajah oleh Inggris. India sudah membuat instalasi biogas sejak tahun 1900. Negara tersebut mempunyai lembaga khusus yang meneliti pemanfaatan limbah kotoran ternak yang disebut Agricultural Research Institute dan Gobar Gas Research Station. Data yang diperoleh menyebutkan bahwa pada tahun 1980 di seluruh India terdapat 36.000 instalasi gas bio yang menggunakan feses sapi sebagai bahan bakar. Teknik biogas yang digunakan sama dengan teknik biogas yang dikembangkan di Cina yaitu menggunakan model sumur tembok dan dengan

drum serta dengan bahan baku kotoran ternak dan limbah pertanian. Tercatat sekitar tiga juta rumah tangga di India menggunakan instalasi biogas pada tahun 1999.

Menginjak abad ke 21 berbagai negara mulai menggalangkan energi baru terbarukan, salah satunya biogas. Tak ketinggalan negara adidaya seperti Amerika Serikat menunjukkan perhatian khususnya bagi perkembangan biogas. Bahkan, Departemen Energi Amerika Serikat memberikan dana sebesar US\$ 2,5 juta untuk perkembangan biogas di California.

Nepal

Teknologi b memulai revolusi hijau di Nepal. Menurut WWF, kayu bakar adalah sumber tenaga yang paling disukai dan paling banyak digunakan oleh hampir 87% dari semua rumah tangga di negara ini. Namun, biogas mulai menjadi pilihan

alternatif. AFP melaporkan bahwa tahun 2007 Nepal sudah memperoleh untung hampir sebanyak AS \$ 600.000 berkat perdagangan emisi karbon dengan bantuan tanaman-tanaman biogas di seluruh negara itu. *Globalwarming Arclein*, blog yang membahas cara pertanian dapat membantu mengurangi emisi karbon, menyatakan bahwa biogas yang termasuk *lowtech* memudahkan penggunaannya oleh mayoritas penduduk Nepal yang tinggal di desa.

India juga sedang berusaha untuk memperkembangkan sumber energi alternatif untuk mengurus keperluan industrinya. Razib Ahmed dari *South Asia Blog*, yang memusatkan perhatian pada bisnis dan masalah sosial daerah Asia Selatan. Potensi besar bukan hanya untuk Nepal tetapi juga untuk negara tetangga seperti India dan Bangladesh. *Biogas Sector Partnership Nepal* (BSP-Nepal) adalah NGO yang secara aktif bekerja

untuk mempromosikan biogas di sana. Sampai Juni 2008, 172.858 tanaman biogas sudah dibuat dengan bantuan mereka. Hasilnya, lebih dari 1 juta orang sedang merasakan manfaatnya. 1 juta orang mungkin kedengarannya tidak terlalu banyak. Nepal mengimpor hampir 100% dari penghasilan minyaknya. Jadi, setiap tanaman biogas yang dibuat sama dengan pemasukan mata uang luar negeri untuk Nepal.

Dan ketertarikan akan biogas bukan adalah hanya mode semusim untuk Nepal. Sesudah bekerja keras bertahun-tahun dan merencanakan dengan hati-hati, Nepal sudah berhasil menarik banyak perhatian. Tahun 2005 lalu, Mallika Aryal dari Renewable Energy Access melaporkan perjalanan Nepal untuk menghasilkan pertahanan dan pendapatan lewat biogas. Biogas Support Program milik Nepal sudah menyebarluaskan hasil pekerjaannya ke 66 dari 75 daerah bagian dan

berencana untuk memasang 200.000 tanaman biogas di tahun 2009. Harga tanaman yang cocok untuk rumah tangga di pedesaan adalah AS\$ 300. Subsidi pemerintah sudah membuat harga tanaman lebih terjangkau. Penduduk hanya perlu mengeluarkan AS\$200 dan dalam tiga tahun uangnya akan masuk kembali. Sekarang tanaman biogas Nepal sudah di ambang pintu untuk menjadi kabar baik bagi lingkungan hidup global. Ketika Protokol Kyoto, perjanjian iklim global, bergabung untuk membantu Nepal pada bulan Desember 2005, ia memiliki izin untuk berdagang karbon dioksida yang tidak diemisi dengan biogas dan mendapat sampai sebanyak AS\$5 juta setahun.

China dan India

Sejarah eksplorasi dan pemanfaatan biogas di Cina mencakup periode lebih dari 70 tahun. Pertama, tanaman biogas yang dibangun pada

tahun 1930 oleh keluarga sejahtera. Sejak tahun 1970-an penelitian biogas dan teknologi dikembangkan dengan kecepatan tinggi dan teknologi biogas dipromosikan dengan penuh semangat oleh pemerintah China. Di daerah pedesaan, lebih dari tujuh juta kecil biogas digester telah dibangun dan pada tahun 2008 sekitar 28 juta rumah tangga menggunakan biogas.

Di India, pengembangan tanaman biogas sederhana untuk rumah tangga pedesaan dimulai pada 1950-an. Sebuah peningkatan besar dalam jumlah tanaman biogas terjadi pada tahun 1970 melalui dukungan pemerintah yang kuat. Sementara itu, lebih dari satu juta biogas tanaman yang ada di India. Pengalaman sejarah di Jerman, China dan India menunjukkan dengan jelas, bagaimana biogas pengembangan menanggapi kondisi bingkai menguntungkan. Di Jerman, diseminasi biogas mendapatkan momentum melalui

kebutuhan sumber energi alternatif dalam ekonomi yang dilanda perang dan selama krisis energi atau kemudian oleh perubahan harga listrik. Di India dan Cina itu program pemerintah yang kuat yang ditindaklanjuti penyebaran massa teknologi biogas.

Swedia

Linköping, sebuah biogas kota besar. Selama awal 1990-an, perkembangan produksi biogas di Linköping dimulai. Pekerjaan itu sebuah kolaborasi antara Kota Linköping, Tekniska Verken i Linköping AB dan LRF. Pada tahun 1996 citys besar biogas tanaman selesai dan sejak saat itu semua bus kota - sekitar 70 - berjalan di biogas. Selain itu, banyak kendaraan komersial lainnya dijalankan pada bahan bakar, serta sejumlah besar mobil dan pertama di dunia biogas bertenaga kereta. Swedia Biogas International didirikan pada tahun 2006 dengan tujuan untuk mengeksport pengetahuan

proses yang luas yang telah berkembang di Linköping ke pasar nasional dan internasional.

Pada tahun 2007 7,2 juta meter kubik bahan bakar kendaraan diproduksi di Linköping. Ini berarti bahwa sekitar enam persen dari bahan bakar kendaraan dikonsumsi di kota itu terbarukan. Dengan demikian biogas berkontribusi Linköping pertemuan tujuan untuk bio-bahan bakar dari Uni Eropa untuk tahun 2010 dengan biogas sendiri dan sudah empat tahun lebih cepat dari jadwal. Pada tahun 2009 sekitar sembilan juta meter kubik bahan bakar kendaraan yang diproduksi di Linköping, yang menambahkan sampai sekitar tujuh persen dari semua bahan bakar kendaraan di kota. Sejak pabrik biogas industri di Linköping diluncurkan pada tahun 1995 metode untuk produksi biogas telah terus dikembangkan dan ditingkatkan. Kami selalu memiliki perspektif sistem pada pekerjaan kita,

untuk mencapai manfaat terbesar mungkin untuk masyarakat dengan produk kami.

Tanzania

Biogas domestik diperkenalkan oleh SIDO pada tahun 1975. Sejumlah LSM lain yang tergabung dalam promosi teknologi. Namun, keterlibatan CAMARTEC, kemudian bekerja sama dengan GTZ kesadaran dipercepat dan penyebaran, terutama di wilayah utara negara itu. Dari total produksi, sekitar 1.900 instalasi diharapkan akan beroperasi. Melalui keterlibatannya, CAMARTEC menempatkan dirinya sebagai pusat pengetahuan terkemuka pada biogas di Tanzania serta internasional. Setelah penarikan GTZ dari program biogas domestik, pemerintah dukungan untuk CAMARTEC parastatal secara bertahap dikurangi. S-in LSM MIGESADO tertentu dan, pada tingkat lebih rendah, FIDE-mengisi

kesenjangan sampai batas tertentu dan meskipun CAMARTEC tetap baik terkenal, telah kehilangan peran utama dalam penyebaran biogas di Tanzania.

Reputasi CAMARTEC berhubungan erat dengan desain yang kuat dari kubah tetap model mereka biogas dan derivatnya. Juga MIGESADO mendukung desain kubah tetap, tetapi asal India. Desain Drum lebih tradisional mengambang telah diujicobakan di Tanzania hanya selama tahun-tahun awal, tingginya biaya konstruksi dan pemeliharaan telah membuat model ini usang. Percobaan dengan "kantong plastik" biogas tanaman, menarik untuk biaya yang sangat rendah investasi mereka, tidak mengakibatkan penerimaan teknologi ini, terutama karena keandalan rendah dan seumur hidup terbatas. Sebagai bagian dari misi formulasi, SNV ditugaskan bekerjasama dengan Task Tanzania Biogas Angkatan penilaian

terhadap teknologi yang digunakan saat ini. Misi penilaian melaporkan bahwa bahkan dengan sedikit pelatihan untuk tukang batu dan pengawasan minimum, kualitas umum konstruksi dan pengerjaan sudah baik, sehingga sebagian besar pengguna yang puas dengan kinerja tanaman biogas mereka. Berbeda dengan pengerjaan yang baik yang ditunjukkan dalam struktur sipil, bagaimanapun, efisiensi peralatan biogas dan kualitas karya pas meninggalkan banyak ruang untuk perbaikan.

1.3 Sejarah Biogas di Beberapa Daerah Indonesia

Beberapa tahun terakhir ini energi merupakan persoalan yang krusial didunia. Peningkatan permintaan energi yang disebabkan oleh pertumbuhan populasi penduduk dan menipisnya sumber cadangan minyak dunia serta

permasalahan emisi dari bahan bakar fosil memberikan tekanan kepada setiap negara untuk segera memproduksi dan menggunakan energi terbarukan. Selain itu, peningkatan harga minyak dunia hingga mencapai 100 U\$ per barel juga menjadi alasan yang serius yang menimpa banyak negara di dunia terutama Indonesia. Lonjakan harga minyak dunia akan memberikan dampak yang besar bagi pembangunan bangsa Indonesia. Konsumsi BBM yang mencapai 1,3 juta/barel tidak seimbang dengan produksinya yang nilainya sekitar 1 juta/barel sehingga terdapat defisit yang harus dipenuhi melalui impor. Menurut data ESDM (2006) cadangan minyak Indonesia hanya tersisa sekitar 9 miliar barel. Apabila terus dikonsumsi tanpa ditemukannya cadangan minyak baru, diperkirakan cadangan minyak ini akan habis dalam dua dekade mendatang.

Untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak pemerintah telah menerbitkan Peraturan Presiden Republik Indonesia nomor 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak. Kebijakan tersebut menekankan pada sumber daya yang dapat diperbaharui sebagai alternatif pengganti bahan bakar minyak.

Salah satu sumber energi alternatif adalah biogas. Gas ini berasal dari berbagai macam limbah organik seperti sampah biomassa, kotoran manusia, kotoran hewan dapat dimanfaatkan menjadi energi melalui proses anaerobik digestion. Proses ini merupakan peluang besar untuk menghasilkan energi alternatif sehingga akan mengurangi dampak penggunaan bahan bakar fosil. Teknologi biogas mulai diperkenalkan di Indonesia pada tahun 1970-an. Pada awalnya

teknik pengolahan limbah dengan instalasi biogas dikembangkan di wilayah pedesaan, tetapi saat ini teknologi ini sudah mulai diterapkan di wilayah perkotaan. Pada tahun 1981, pengembangan instalasi biogas di Indonesia dikembangkan melalui Proyek Pengembangan Biogas dengan dukungan dana dari Food and Agriculture Organization (FAO) dengan dibangun contoh instalasi biogas di beberapa provinsi. Mulai tahun 2000-an telah dikembangkan reaktor biogas skala kecil (rumah tangga) dengan konstruksi sederhana yang terbuat dari plastik secara siap pasang dan dengan harga yang relatif murah .

Biogas merupakan sebuah proses produksi gas bio dari material organik dengan bantuan bakteri. Proses degradasi material organik ini tanpa melibatkan oksigen disebut anaerobik digestion gas yang dihasilkan sebagian besar (lebih 50%) berupa metana. material organik yang terkumpul pada

digester (reaktor) akan diuraikan menjadi dua tahap dengan bantuan dua jenis bakteri. Tahap pertama material organik akan didegradasi menjadi asam lemah dengan bantuan bakteri pembentuk asam. Bakteri ini akan menguraikan sampah pada tingkat hidrolisis dan asidifikasi. Hidrolisis yaitu penguraian senyawa kompleks atau senyawa rantai panjang seperti lemak, protein, karbohidrat menjadi senyawa yang sederhana. Sedangkan asidifikasi yaitu pembentukan asam dari senyawa sederhana. Setelah material organik berubah menjadi asam, maka tahap kedua dari proses anaerobik digestion adalah pembentukan gas metana dengan bantuan bakteri pembentuk metana seperti *methanococcus*, *methanosarcina*, *methano bacterium*. Perkembangan proses *anaerobik digestion* telah berhasil pada banyak aplikasi. Proses ini memiliki kemampuan untuk mengolah sampah/limbah yang keberadaanya melimpah dan

tidak bermanfaat menjadi produk yang lebih bernilai. Aplikasi *anaerobik digestion* telah berhasil pada pengolahan limbah industri, limbah pertanian limbah peternakan dan Municipal Solid Waste (MSW).

Wilayah Propinsi Jawa Barat sangat potensial untuk pengembangan digester yang menghasilkan energi biogas yaitu selain di Bandung juga Jawa barat bagian selatan seperti Ciamis, Tasikmalaya, Garut, Cianjur dan Sukabumi di bagian tengah Kabupaten Bogor, Cianjur, Sumedang, Kuningan. Perkembangan pengolahan kotoran ternak menjadi energi Biogas di wilayah Kebon Pedes, kabupaten Bogor sudah cukup baik, karena didukung oleh instansi pemerintah. Disini digester dikelola oleh kelompok peternak secara mandiri. Masing-masing peternak rata-rata memiliki 6 sapi, apabila peternak hanya memiliki 1-2 sapi, maka bergabung dengan tetangganya sehingga 1 digester untuk beberapa

rumah. Digester merupakan jenis *fixed dome*. Gas yang dihasilkan digunakan oleh masyarakat untuk memasak dan penerangan lampu. Selain itu di wilayah Cibanteng Ciampea, Kabupaten Bogor, juga sudah ada digester di Pondok Pesantren Darul Fallah yang merupakan hasil kerjasama antara Pondok pesantren dengan Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong. Digester ini dibuat untuk kapasitas 10-12 ekor sapi dan jenis disain *fixed dome* dengan gas dihasilkan sekitar 6m³ per hari. Gas yang dihasilkan digunakan untuk proses memasak dan penerangan lampu.

Proyek pengembangan biogas di Kabupaten Bandung telah dilakukan beberapa tahun yang lalu, namun perkembangannya sampai saat ini kurang signifikan, karena masyarakat lebih memilih bahan bakar fosil sebagai bahan bakar , kendala yang dihadapi adalah kurangnya perawatan dan harga

BBM yang cukup murah, sehingga apabila digunakan untuk keperluan memasak saja hal ini dirasakan kurang manfaatnya, disamping itu untuk pembuatan digester diperlukan infestasi awal yang cukup mahal, sehingga peternak enggan mengembangkannya. Mempertimbangkan keadaan tersebut diatas Bapak Andreas mencoba membuat digester dengan bahan plastik, ini bertujuan menekan biaya infestasi awal sehingga masyarakat khususnya peternak sapi tertarik untuk memanfaatkan energi biogas dengan pertimbangan murah dan tersedia bahan yang semula hanya diperuntukan sebagai pupuk kompos saja.

Wilayah Propinsi Jawa Tengah juga sangat potensial untuk pengembangan digester yang menghasilkan energi biogas yaitu di wilayah Semarang, Magelang, Boyolali, Kebumen dan lain-lain. Untuk wilayah ini sebagian kecil peternak yang memiliki 6 ekor sapi umumnya mempunyai satu

buah digester biogas yang rata-rata menggunakan disain digester model *fixed dome*. Sebagian besar gas yang dihasilkan digunakan untuk proses pemasakan dan penerangan.

Bab II Ragam Teknik Instalasi

Biogas

2.1 Jenis Biodigester

Pemilihan jenis biodigester disesuaikan dengan kebutuhan dan kemampuan pembiayaan/ finansial. Dari segi konstruksi, biodigester dibedakan menjadi:

Fixed dome – Biodigester ini memiliki volume tetap sehingga produksi gas akan meningkatkan tekanan dalam reaktor (biodigester). Karena itu, dalam konstruksi ini gas yang terbentuk akan segera dialirkan ke pengumpul gas di luar reaktor.

Floating dome – Pada tipe ini terdapat bagian pada konstruksi reaktor yang bisa bergerak untuk menyesuaikan dengan kenaikan tekanan reaktor. Pergerakan bagian reaktor ini juga menjadi tanda telah dimulainya produksi gas dalam reaktor biogas. Pada reaktor jenis ini, pengumpul gas berada dalam satu kesatuan dengan reaktor tersebut.

Dari segi aliran bahan baku reaktor biogas, biodigester dibedakan menjadi:

Bak (batch) – Pada tipe ini, bahan baku reaktor ditempatkan di dalam wadah (ruang tertentu) dari awal hingga selesainya proses digesti. Umumnya digunakan pada tahap eksperimen untuk mengetahui potensi gas dari limbah organik.

Mengalir (continuous) – Untuk tipe ini, aliran bahan baku masuk dan residu keluar pada selang waktu tertentu. Lama bahan baku selama dalam reaktor

disebut waktu retensi hidrolik (*hydraulic retention time/HRT*).

Sementara dari segi tata letak penempatan biodigester, dibedakan menjadi:

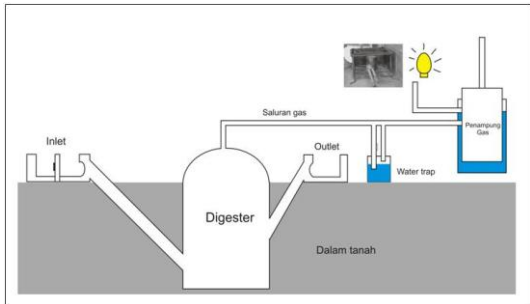
Seluruh biodigester di permukaan tanah – Biasanya berasal dari tong-tong bekas minyak tanah atau aspal. Kelemahan tipe ini adalah volume yang kecil, sehingga tidak mencukupi untuk kebutuhan sebuah rumah tangga (keluarga). Kelemahan lain adalah kemampuan material yang rendah untuk menahan korosi dari biogas yang dihasilkan.

Sebagian tangki biodigester di bawah permukaan tanah – Biasanya biodigester ini terbuat dari campuran semen, pasir, kerikil, dan kapur yang dibentuk seperti sumuran dan ditutup dari plat baja. Volume tangki dapat diperbesar atau diperkecil sesuai dengan kebutuhan. Kelemahan pada sistem ini adalah jika ditempatkan pada daerah yang memiliki suhu rendah (dingin), dingin yang diterima

oleh plat baja merambat ke dalam bahan isian, sehingga menghambat proses produksi.

Seluruh tangki biodigester di bawah permukaan tanah – Model ini merupakan model yang paling populer di Indonesia, dimana seluruh instalasi biodigester ditanam di dalam tanah dengan konstruksi yang permanen, yang membuat suhu biodigester stabil dan mendukung perkembangan bakteri methanogen.

Komponen Biodegester



Komponen pada biodigester sangat bervariasi, tergantung pada jenis biodigester yang digunakan. Tetapi, secara umum biodigester terdiri dari komponen-komponen utama sebagai berikut:

1. *Saluran masuk Slurry (kotoran segar)* - Saluran ini digunakan untuk memasukkan *slurry* (campuran kotoran ternak dan air) ke dalam reaktor utama. Pencampuran ini berfungsi untuk memaksimalkan potensi biogas, memudahkan pengaliran, serta menghindari terbentuknya endapan pada saluran masuk.
2. *Saluran keluar residu* – Saluran ini digunakan untuk mengeluarkan kotoran yang telah difermentasi oleh bakteri. Saluran ini bekerja berdasarkan prinsip kesetimbangan tekanan hidrostatik. Residu yang keluar pertama kali merupakan *slurry* masukan yang pertama setelah waktu retensi. *Slurry* yang keluar

- sangat baik untuk pupuk karena mengandung kadar nutrisi yang tinggi.
3. *Katup pengaman tekanan (control valve)* – Katup pengaman ini digunakan sebagai pengatur tekanan gas dalam biodigester. Katup pengaman ini menggunakan prinsip pipa T. Bila tekanan gas dalam saluran gas lebih tinggi dari kolom air, maka gas akan keluar melalui pipa T, sehingga tekanan dalam biodigester akan turun.
 4. *Sistem pengaduk* – Pengadukan dilakukan dengan berbagai cara, yaitu pengadukan mekanis, sirkulasi substrat biodigester, atau sirkulasi ulang produksi biogas ke atas biodigester menggunakan pompa. Pengadukan ini bertujuan untuk mengurangi pengendapan dan meningkatkan produktifitas biodigester karena kondisi substrat yang seragam.

5. *Saluran gas* – Saluran gas ini disarankan terbuat dari bahan polimer untuk menghindari korosi. Untuk pembakaran gas pada tungku, pada ujung saluran pipa bisa disambung dengan pipa baja antikorosi.
6. *Tangki penyimpanan gas* – Terdapat dua jenis tangki penyimpanan gas, yaitu tangki bersatu dengan unit reaktor (*floating dome*) dan terpisah dengan reaktor (*fixed dome*). Untuk tangki terpisah, konstruksi dibuat khusus sehingga tidak bocor dan tekanan yang terdapat dalam tangki seragam, serta dilengkapi H₂S Removal untuk mencegah korosi.

2.1 Hal-hal Penting dalam Pembangunan Instalasi Biogas

Dalam pembangunan instalasi biogas/biogas, ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan, yaitu:

Lingkungan abiotis

Biodigester harus tetap dijaga dalam keadaan abiotis (tanpa kontak langsung dengan Oksigen (O₂). Udara (O₂) yang memasuki biodigester menyebabkan penurunan produksi metana, karena bakteri berkembang pada kondisi yang tidak sepenuhnya anaerob.

Temperatur

Secara umum, ada 3 rentang temperatur yang disenangi oleh bakteri, yaitu:

1. *Psicrophilic* (suhu 4 – 20 C) -biasanya untuk negara-negara subtropics atau beriklim dingin.
2. *Mesophilic* (suhu 20 – 40 C).
3. *Thermophilic* (suhu 40 – 60 C) – hanya untuk men-digesti material, bukan untuk menghasilkan biogas.

Untuk negara tropis seperti Indonesia, digunakan *unheated digester* (digester tanpa

pemanasan) untuk kondisi temperatur tanah 20 – 30 C.

Derajat keasaman (pH) – Bakteri berkembang dengan baik pada keadaan yang agak asam (pH antara 6,6 – 7,0) dan pH tidak boleh di bawah 6,2. Karena itu, kunci utama dalam kesuksesan operasional biodigester adalah dengan menjaga agar temperatur konstan (tetap) dan input material sesuai.

Rasio C/N bahan isian – Syarat ideal untuk proses digesti adalah C/N = 25 – 30. Karena itu, untuk mendapatkan produksi biogas yang tinggi, maka penambahan bahan yang mengandung karbon (C) seperti jerami, atau N (misalnya: urea) perlu dilakukan untuk mencapai rasio C/N = 25 – 30. Berikut tabel yang menunjukkan kadar N dan rasio C/N dari beberapa jenis bahan organik :

Bahan Organik	Rasio C/N	Kadar N (%)	Kekeringan bahan (%)
Kotoran ayam	15	6,3	25
Kotoran kuda	25	2,8	-
Kotoran sapi, kerbau	18	1,7	18
Tinja manusia	8 – 10	5,5 – 6,5	11
Buangan BPH	2	7 – 10	-
Sampah kota	54	1,05	-
Jerami jelai	68	1,05	-
Sayuran	12	3,6	-
Rumput muda	12	4	-

Kebutuhan Nutrisi - Bakteri fermentasi membutuhkan beberapa bahan gizi tertentu dan sedikit logam. Kekurangan salah satu nutrisi atau bahan logam yang dibutuhkan dapat memperkecil proses produksi metana. Nutrisi yang diperlukan antara lain ammonia (NH₃) sebagai sumber Nitrogen, nikel (Ni), tembaga (Cu), dan besi (Fe) dalam jumlah yang sedikit. Selain itu, fosfor dalam bentuk fosfat (PO₄), magnesium (Mg) dan seng (Zn) dalam jumlah yang sedikit juga diperlukan. Tabel berikut adalah kebutuhan nutrisi bakteri fermentasi.

Bahan	Jumlah Kebutuhan (mg/g asetat)
NH ₄ - N	3,3
PO ₄ - P	0,1
S	0,33
Ca	0,13
Mg	0,018
Fe	0,023
Ni	0,004
Co	0,003
Zn	0,02

Kadar Bahan Kering – Tiap jenis bakteri memiliki nilai “kapasitas kebutuhan air” tersendiri. Bila kapasitasnya tepat, maka aktifitas bakteri juga akan optimal. Proses pembentukan biogas mencapai titik optimum apabila konsentrasi bahan kering terhadap air adalah 0,26 kg/L.

Pengadukan – Pengadukan dilakukan untuk mendapatkan campuran substrat yang homogen dengan ukuran partikel yang kecil. Pengadukan selama proses dekomposisi untuk mencegah terjadinya benda-benda mengapung pada permukaan cairan dan berfungsi mencampurkan

methanogen dengan substrat. Pengadukan juga memberikan kondisi temperatur yang seragam dalam biodigester.

Zat Racun (Toxic) – Beberapa zat racun yang dapat mengganggu kinerja biodigester antara lain air sabun, detergen, creolin. Berikut adalah tabel beberapa zat beracun yang mampu diterima oleh bakteri dalam biodigester (Sddimension FAO dalam Ginting, 2006)

Penghambat	Konsentrasi Penghambat
Sulfat SO_4^{2-}	5000 ppm
Sodium Klorida atau garam alami (NaCl)	40.000 ppm
Nitrat (dihitung sebagai N)	0,05 mg/ml
Tembaga (Cu^{2+})	100 mg/l
Chrom (Cr^{3+})	200 mg/l
Nikel (Ni^{2+})	200 – 500 mg/l
Natrium (Na^+)	3500 – 5500 mg/l
Kalium (K^+)	2500 – 4500 mg/l
Kalsium (Ca^{2+})	2500 – 4500 mg/l
Magnesium (Mg^{2+})	1000 – 1500 mg/l
Mangan (Mn^{2+})	Lebih dari 1500 mg/l

Pengaruh starter

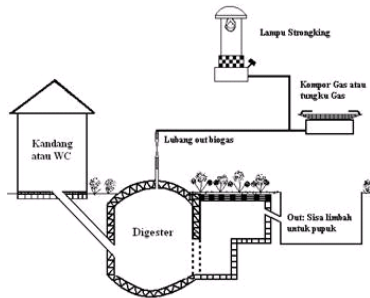
Starter yang mengandung bakteri metana diperlukan untuk mempercepat proses fermentasi anaerob. Beberapa jenis starter antara lain:

1. Starter alami, yaitu lumpur aktif seperti lumpur kolam ikan, air comberan atau cairan septic tank, sludge, timbunan kotoran, dan timbunan sampah organik.
2. Starter semi buatan, yaitu dari fasilitas biodigester dalam stadium aktif.
3. Starter buatan, yaitu bakteri yang dibiakkan secara laboratorium dengan media buatan.

2.3 Membangun Instalasi Biogas

Bangunan utama dari instalasi biogas adalah Digester yang berfungsi untuk menampung gas metan hasil perombakan bahan organik oleh bakteri. Jenis digester yang paling banyak digunakan adalah model *continuous feeding* dimana pengisian bahan organiknya dilakukan

secara kontinyu setiap hari. Besar kecilnya digester tergantung pada kotoran ternak yang dihasilkan dan banyaknya biogas yang diinginkan. Lahannya yang diperlukan sekitar 16m^2 . Untuk membuat digester diperlukan bahan bangunan seperti pasir, semen, batu kali, batu koral, bata merah, besi konstruksi, cat dan pipa prolon.



Gambar: Unit pengolahan kotoran sapi menjadi biogas

Lokasi yang akan dibangun sebaiknya dekat dengan kandang sehingga kotoran ternak dapat langsung disalurkan kedalam digester. Disamping

digester harus dibangun juga penampung *sludge* (lumpur) dimana *sludge* tersebut nantinya dapat dipisahkan dan dijadikan pupuk organik padat dan pupuk organik cair.

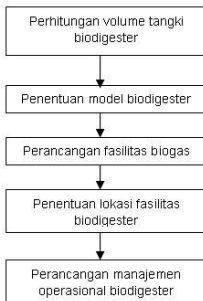
Setelah pengerjaan digester selesai maka mulai dilakukan proses pembuatan biogas dengan langkah langkah sebagai berikut:

1. Mencampur kotoran sapi dengan air sampai terbentuk lumpur dengan perbandingan 1:1 pada bak penampung sementara. Bentuk lumpur akan mempermudah pemasukan kedalam digester.
2. Mengalirkan lumpur kedalam digester melalui lubang pemasukan. Pada pengisian pertama kran gas yang ada diatas digester dibuka agar pemasukan lebih mudah dan udara yang ada didalam digester terdesak keluar. Pada pengisian pertama ini dibutuhkan

- lumpur kotoran sapi dalam jumlah yang banyak sampai digester penuh.
3. Melakukan penambahan *starter* (banyak dijual dipasaran) sebanyak 1 liter dan isi rumen segar dari rumah potong hewan (RPH) sebanyak 5 karung untuk kapasitas digester 3,5 – 5,0 m². Setelah digester penuh, kran gas ditutup supaya terjadi proses fermentasi.
 4. Membuang gas yang pertama dihasilkan pada hari ke-1 sampai ke-8 karena yang terbentuk adalah gas CO₂. Sedangkan pada hari ke-10 sampai hari ke-14 baru terbentuk gas metan (CH₄) dan CO₂ mulai menurun. Pada komposisi CH₄ 54% dan CO₂ 27% maka biogas akan menyala.
 5. Pada hari ke-14 gas yang terbentuk dapat digunakan untuk menyalakan api pada kompor gas atau kebutuhan lainnya. Mulai hari ke-14 ini kita sudah bisa menghasilkan

energi biogas yang selalu terbarukan. Biogas ini tidak berbau seperti bau kotoran sapi. Selanjutnya, digester terus diisi lumpur kotoran sapi secara kontinyu sehingga dihasilkan biogas yang optimal.

Urutan perancangan fasilitas biodigester dimulai dengan perhitungan volume biodigester, penentuan model biodigester, perancangan tangki penyimpan dan diakhiri dengan penentuan lokasi.



1. *Perhitungan volume biodigester*

Perhitungan ini menggunakan data-data:

- a. Jumlah kotoran sapi per hari yang tersedia. Untuk mendapatkan jumlah kotoran sapi perhari, digunakan persamaan:

$$\text{Jumlah kotoran sapi} = n \times 28 \text{ kg/hari}$$

dimana n adalah jumlah sapi (ekor), 28 kg/hari adalah jumlah kotoran yang dihasilkan oleh 1 (satu) ekor sapi dalam sehari.

- b. Komposisi kotoran padat dari kotoran sapi. Komposisi kotoran sapi terdiri dari 80% kandungan cair dan 20% kandungan padat. Dengan demikian, untuk menentukan berat kering kotoran sapi adalah:

$$\text{Bahan kering} = 0,2 \times \text{Jumlah kotoran sapi}$$

- c. Perbandingan komposisi kotoran padat dan air. Bahan kering yang telah diperoleh tadi harus ditambahkan air sebelum masuk biodigester agar bakteri dapat tumbuh dan berkembang dengan optimum. Perbandingan komposisi antara bahan kering dengan air adalah 1:4. Dengan demikian, jumlah air yang ditambahkan adalah:

Air yang harus ditambahkan = 4 x Bahan kering

Hasil perhitungan di atas menunjukkan massa total larutan kotoran padat (mt)

- d. Waktu penyimpanan (HRT) kotoran sapi dalam biodigester. Waktu penyimpanan tergantung pada temperatur lingkungan dan temperatur biodigester. Dengan kondisi tropis seperti Indonesia, asumsi waktu penyimpanan adalah 30 hari

Dari data-data perhitungan di atas, maka diperoleh volume larutan kotoran yang dihasilkan adalah sebesar :

$$V_f = m_t / \rho_m$$

dengan ρ_t = massa jenis air (1000 kg/m³).

Setelah volume larutan kotoran diketahui, maka volume biodigester dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$V_d = V_f t_r$$

dengan t_r = waktu penyimpanan (30 hari).

2. Penentuan Model Biodigester

Penentuan model biodigester didasari oleh beberapa pertimbangan, yaitu:

1. Jenis tanah yang akan dipakai
2. Kebutuhan
3. Biaya

3. *Perancangan fasilitas biodigester*4. *Penentuan lokasi fasilitas biodigester***Contoh Rencana Anggaran Biaya Biodigester**

No	Material	Kebutuhan Material	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
1	Tandon air 2000 liter	1 buah	2.000.000	2.000.000
2	Tandon air 250 liter	1 buah	750.000	750.000
3	Bis Beton	10 buah	50.000	500.000
4	Pasir	3 rit	40.000	120.000
5	Kerikil	1 kol	200.000	200.000
6	Semen	3 zak	30.000	90.000
7	Pipa PVC 1 inch	2 batang	75.000	150.000
8	Pipa PVC 2 inch	2 batang	90.000	180.000
9	Pipa PVC 4,4 inch	3 batang	110.000	330.000
10	Kran Gas	1 buah	35.000	35.000
11	Ember	2 buah	5.000	10.000
12	Kenur	1 gulung	3.000	3.000
13	Pipa Besi 0,5 inch	1 batang	125.000	125.000
14	Selang Fiber Glass	10 meter	5.000	50.000
15	Plastic Steel	20 buah	10.000	200.000
16	Pipa T	1 buah	2.000	2.000
17	Aqua Proof	1 kaleng	39.000	39.000
18	Amplas	0,5 meter	6.000	6.000
19	Meteran	1 buah	4.000	4.000
20	Konsumsi	10 hari	50.000	500.000
21	Tenaga ahli (10 hari pembanjuran)	3 orang	100.000	1.500.000
Total Biaya				6,791,000

Contoh Manajemen Operasional Biodigester

Analisis Energi

Bahan Bakar	Nilai Kalori	
	MJ. Kg ⁻¹	MJ. L ⁻¹
Bahan Bakar Biofuel		
Etanol	30	25
Metanol	23	18
Biogas	28	20×10^3
Minyak Kelapa	39	36
Bahan Bakar Fosil		
Batubara	27	
Minyak Tanah	46	37
Minyak mentah	44	35

Volume digester yang akan dibangun adalah 2 m³, sehingga volume biogas yang dihasilkan per harinya adalah 7,92 m³ (note – ganti nilainya sesuai keadaan di lapangan. Nilai ini untuk menghitung minyak tanah yang tergantikan (dalam liter)). Dari jumlah biogas yang dihasilkan dapat diketahui jumlah minyak tanah yang dapat terganti oleh biogas setiap harinya berdasarkan pada kesetaraan nilai kalori biogas dengan minyak tanah. Tabel diatas adalah tabel Nilai Kalori Beberapa Bahan Bakar (Suyati, 2006)

Dari tabel tersebut maka jumlah minyak tanah yang terganti tiap hari adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Minyak tanah terganti} &= \frac{7,92 \text{ liter} \times 20 \text{ MJL}^{-1}}{37 \text{ MJL}^{-1}} \\ &= 4,3 \text{ liter} \end{aligned}$$

Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi dilakukan untuk mengetahui *break event point* atau lama waktu pengembalian biaya investasi awal yang telah dikeluarkan untuk membangun instalasi biogas.

a. Pemasukan per tahun

$$\begin{aligned} \text{Total produksi biogas per tahun} &= 365 \\ \text{hari} \times 4,3 \text{ liter} \times 70\% \\ &= 1.098,65 \text{ liter minyak tanah} \end{aligned}$$

Diasumsikan harga biogas sama dengan harga minyak tanah per liternya yaitu Rp 2.500. Total pemasukan per tahun =

$$1.098,65 \text{ liter} \times \text{Rp } 2.500/\text{liter} = \text{Rp } 2.746.625$$

b. Pengeluaran per tahun

Jenis Pengeluaran	Jumlah Kebutuhan	Biaya Satuan (Rp)	Biaya Total 12 Bulan (Rp)
Gaji Pegawai	1 orang	100.000/bulan	1.200.000
Pereliharaan Fasilitas	1x1 tahun	10% investasi awal	456.900
Total Biaya			1.656.900

Tabel diatas adalah pengeluaran-pengeluaran yang dilakukan untuk pengoperasian satu unit biogas per tahun.

c. Waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan investasi awal

$$\text{Investasi awal} = \text{Rp } 4.569.000$$

$$\text{Keuntungan per tahun} = \text{Rp } 2.746.625 - \text{Rp } 1.656.900 = \text{Rp } 1.089.725$$

Maka waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan biaya investasi awal adalah = $\text{Rp } 4.569.000 / \text{Rp } 1.089.725 = 5,4$ tahun

Bab III Instalasi Biogas

Kotoran Sapi dengan Metode Tabung

3.1 Potensi Kotoran Sapi

Potensi jumlah kotoran sapi dapat dilihat dari populasi sapi. Populasi sapi potong di Indonesia sekitar 10,8 juta ekor dan akan bertambah dengan kebijakan pembatasan impor daging. Menteri Pertanian tahun 2010 akan memperketat pemberlakuan peraturan tentang pembatasan impor daging walaupun Peraturan Menteri Pertanian Nomor 20 Tahun 2009 yang mengizinkan dan mengatur tentang impor daging masih berlaku. Pembatasan impor daging tersebut secara bertahap akan mengarah kepada penutupan ijin impor daging. Hal ini memberi peluang baru

tumbuhnya usaha peternakan sapi potong (Dinas Peternakan Provinsi Jambi, 2010). Sedangkan jumlah sapi perah di Indonesia hanya 350.000-400.000 ekor, dengan rata-rata kepemilikan tiga ekor per peternak. Satu ekor sapi rata-rata setiap hari menghasilkan 7 kilogram kotoran kering, sehingga kotoran sapi kering yang dihasilkan di Indonesia sebanyak 78,4 juta kilogram kotoran kering/hari. Di Bantul misalnya, dengan populasi sapi potong 49.957 ekor sehingga setiap hari produksi kotoran kering sapi mencapai 349,7 ton sudah dapat mencukupi bahan baku pabrik pupuk organik Petroganik dengan kapasitas 7,5 ton per hari. Sapi dengan bobot 450 kg menghasilkan limbah berupa feses dan urin lebih kurang 25 kg per hari.

Mitra Ipteks bagi Masyarakat (IbM) Kelompok Peternak Sapi (KPS) berada di Desa Summersari dan Desa Wonorejo Kecamatan Poncokusumo

Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur, suatu desa yang berada di timur laut dari Kota Malang dan berbatasan dengan Kabupaten Probolinggo (Lereng Hutan Lindung Tengger Gunung Bromo) dengan produksi hijauan dan potensi ternak yang tinggi. Hal ini Dikarenakan ketinggian daerah dan udara yang sejuk dengan tingkat kelembaban yang tinggi.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Mitra I, M, Desa Sumbersari dan Desa Wonorejo Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur

Dari 477 orang peternak di Desa Sumpersari sebagian besar (356 orang, 74,63%) beternak sapi Brahman untuk digemukkan, sebagian yang lain beternak sapi jawa, kambing, ayam, dan itik. Pemilihan sapi Brahman dipandang paling menguntungkan oleh masyarakat. Menurut Trisno, (2009) sapi Brahman dengan ciri berwarna coklat hingga coklat tua, dengan warna putih pada bagian kepala, merupakan sapi dengan daya pertumbuhan cepat, sehingga menjadi primadona sapi potong di Indonesia.



Gambar 3.2 Sapi Brahman yang Banyak Dipelihara oleh 74,63 % Peternak di Desa Summersari Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang (1), Nampak Ketua Kelompok Peternak Sapi (Bapak Senari) Sedang Mengawasi Sapi Peliharaannya (2), DR.H.Moch. Agus Krisno B, M.Kes. (Pakai Jaket Hitam) Berfoto dengan Salah Satu Peternak Binaannya (3)

Kelompok Peternak Sapi di Desa Summersari dan Desa Wonorejo ini mempunyai eksistensi yang besar terhadap lingkungannya, tidak saja dikarenakan jumlah peternaknya yang banyak (356 orang, 74,63%) tetapi juga karena aset ekonomi yang tinggi. Jika tiap-tiap orang memelihara satu ekor sapi Brahman, maka rata-rata aset yang dikembangkan adalah $356 \times \text{Rp. } 9.000.000 =$

3.204.000.000 (3,24 Milyar Rupiah) suatu aset yang tidak sedikit bagi masyarakat pedesaan. Aset ekonomi yang besar inilah yang menyebabkan beberapa peternak mempunyai akses kebijakan di tingkat desa sebagai perwakilan tokoh masyarakat yang mempunyai aktivitas dan akses pertumbuhan ekonomi yang baik.

Kelompok Peternak Sapi di Desa Summersari dan Desa Wonorejo ini mempunyai eksistensi untuk berkembang di masa-masa mendatang. Hal ini dikarenakan beternak sapi sudah menjadi warisan turun temurun dan didukung oleh kondisi lingkungan dengan jumlah hijauan yang mencukupi.

Mitra I_bM Kelompok Peternak Sapi (KPS) yang berada di Desa Summersari dan Desa Wonorejo Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang mempunyai tujuan melakukan penggemukan sapi Brahman. Menurut Departemen Pertanian RI (2009) penggemukan pada dasarnya

adalah memanfaatkan potensi genetik untuk tumbuh dan menyimpan lemak tubuh dalam jangka waktu maksimal 6 bulan. Salah satu sistem yang potensial dalam penggemukan adalah sistem kereman. Sistem kereman adalah pemeliharaan di kandang dengan diberi pakan dasar hijauan (rumput dan leguminosa), dan pakan tambahan (konsentrat). Jumlah pakan tambahan minimal 1,5 % berat badan dengan kandungan protein 14 -16%. Untuk mendapatkan pertambahan sapi dengan cepat maka perlu diimbangi dengan penambahan makanan penguat (tambahan/konsentrat), yang mudah didapat, antara lain dengan batas penggunaan dalam ransum (9/100 gram) dedak padi/katul 60, batang sagu (hati sagu) 6, bungkil kelapa 30, tepung ikan 3, garam dapur 0,5 dan mixed mineral 0,5 (Departemen Pertanian RI, 2009).

Permasalahan yang dihadapi oleh Mitra I_bM Kelompok Peternak Sapi (KPS) yang berada di Desa Sumpersari dan Desa Wonorejo Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang bermula dengan melimpahnya kotoran sapi piarannya. Menurut Deptan Provinsi Jawa Timur (2006) satu ekor sapi rata-rata setiap hari menghasilkan 7 kilogram kotoran kering. Sapi dengan bobot 450 kg menghasilkan limbah berupa feses dan urin lebih kurang 25 kg per hari. Jika di Desa Sumpersari terdapat 356 sapi maka kotoran sapi lebih kurang $356 \times 25 \text{ kg} = 8.900 \text{ kg}$ (8,9 ton) suatu jumlah yang sangat banyak dalam ukuran desa.

Pada umumnya peternak belum bisa mengelola dengan baik kotoran sapi, sebagian besar masih membuang begitu saja kotoran sapi sehingga potensial mencemari lingkungan. Sebagian menggunakan kotoran sapi sebagai

pupuk yang ditimbun dalam "jumbengan" (lubang tanah).



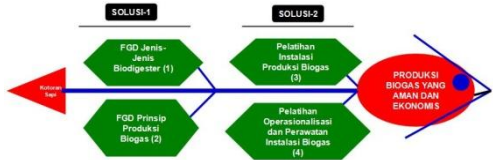
Gambar 3.3 Banyaknya Tumpukan Kotoran Sapi di Jalan-jalan Desa Menunjukkan Belum Optimalnya Pengelolaan Kotoran Sapi

Jumlah kotoran sapi di Desa Summersari dan Desa Wonorejo yang lebih kurang 8,9 ton perhari sebenarnya merupakan potensi yang luar biasa sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik dan biogas. Penggunaan kotoran sapi sebagai bahan pembuatan biogas dipandang lebih prospektif jika dilihat dari perspektif pengurangan ketergantungan akan energi BBM dan mempersempit perilaku

masyarakat untuk menggunakan kayu diekarangan atau di hutan lindung di pinggiran desa sebagai sumber energi harian. Secara spesifik setelah dilakukan diskusi/musyawarah dengan mitra, maka permasalahan mitra secara konkret dan menjadi prioritas yang harus ditangani adalah: 1) Mitra tidak menguasai prinsip dasar pembuatan biogas dengan bahan baku kotoran sapi dan 2) Mitra tidak bisa merakit teknologi pembuatan biogas dengan bahan baku kotoran sapi yang aman dan produktif.

3.2 Manajemen Instalasi Biogas Kotoran Sapi dengan Metode Tabung

Metode pelaksanaan I_bM Kelompok Peternak Sapi yang menghadapi masalah pengelolaan kotoran sapi terdiri dari 4 kegiatan utama untuk memberikan solusi dari 2 masalah, seperti yang digambarkan dalam *Fish Bone Diagram* berikut.



Gambar 3.4 *Fish Bone Diagram* Metode Pelaksanaan IbM Kelompok Peternak Sapi yang Menghadapi Masalah Pengelolaan Kotoran Sapi

Dalam upaya menciptakan kondisi mitra yang kondusif, maka dalam penyiapan instalasi biogas kotoran sapi dengan metode tabung dilakukan beberapa kegiatan yaitu sebagai berikut.

1. *Focus Group Discussion* tentang Jenis Biodigester untuk memberikan solusi mitra yang tidak menguasai prinsip dasar pembuatan biogas dengan bahan baku kotoran sapi.

Peserta	: 2 orang utusan Mitra IbM (Kelompok Peternak Sapi "Brahman" dan Kelompok Peternak Sapi "Sejahtera" Desa Sumbersari dan Desa Wonorejo Poncokusumo Kabupaten Malang).
Fasilitator	: DR.H.Moch. Agus Krisno B,M.Kes. Drs. Muizuddin,M.Kes.
Co-Fasilitator	: 3 mahasiswa FKIP-Biologi UMM.
Tempat	: Kelompok Peternak Sapi "Brahman" Sumbersari.
Waktu	: 3 X 60 menit.
Materi	: Jenis-jenis dan Keunggulan Ragam Biodigester (materi lengkap di lampiran).
Metode	: Fasilitator mempresentasikan ppt jenis-jenis dan keunggulan ragam biodigester, kemudian dilakukan diskusi terfokus, kegiatan dianggap cukup jika tidak ada hal yang dipertanyakan/dipersoalkan oleh peserta.
Indikator Keberhasilan	: Peserta memahami jenis-jenis dan keunggulan ragam biodigester.

2. *Focus Group Discusion* tentang Prinsip Produksi Biogas untuk Memberikan Solusi Mitra yang Tidak Menguasai Prinsip Dasar Pembuatan Biogas dengan Bahan Baku Kotoran Sapi.

Peserta	: 2 orang utusan Mitra IbM (Kelompok Peternak Sapi "Brahman" dan Kelompok Peternak Sapi "Sejahtera" Desa Sumbersari dan Desa Wonorejo Poncokusumo Kabupaten Malang).
Fasilitator	: DR.H.Moch. Agus Krisno B,M.Kes. Drs. Muizuddin,M.Kes.
Co-Fasilitator	: 3 mahasiswa FKIP-Biologi UMM.
Tempat	: Kelompok Peternak Sapi "Sejahtera" Sumbersari.
Waktu	: 3 X 60 menit.
Materi	: Prinsip Produksi Biogas (materi lengkap di lampiran).
Metode	: Fasilitator mempresentasikan ppt prinsip produksi biogas, kemudian dilakukan diskusi terfokus, kegiatan dianggap cukup jika tidak ada hal yang dipertanyakan/dipersoalkan oleh peserta.
Indikator Keberhasilan	: Peserta memahami prinsip produksi biogas.

3. Pelatihan perakitan teknologi produksi biogas untuk memberikan solusi mitra yang tidak bisa merakit teknologi pembuatan biogas dengan bahan baku kotoran sapi yang aman dan produktif.

Peserta	: 2 orang utusan Mitra IbM (Kelompok Peternak Sapi "Brahman" dan Kelompok Peternak Sapi "Sejahtera" Desa Sumbersari dan Desa Wonorejo Poncokusumo Kabupaten Malang).
Fasilitator	: DR.H.Moch. Agus Krisno B,M.Kes. Drs. Muizuddin,M.Kes.
Co-Fasilitator	: 3 mahasiswa FKIP-Biologi UMM.
Tukang+Kuli	: 2 tukang, 2 kuli penduduk Sumbersari.
Tempat	: Kelompok Peternak Sapi "Brahman" dan Kelompok Peternak Sapi "Sejahtera" Desa Sumbersari Poncokusumo Kabupaten Malang.
Waktu	: 4 bulan (1 instalasi @ 2 bulan).
Materi	: Merakit biodegester, penyaluran gas, dan tangki penampung (materi lengkap di lampiran).
Metode	: Fasilitator mengkondisikan tukang, kuli, peserta dari mitra untuk secara bersama-sama membuat biodegester, penyaluran gas, dan tangki penampung.
Indikator Keberhasilan	: Terbentuknya 2 (dua) instalasi biogas yang meliputi: biodegester, penyaluran gas, dan tangki penampung.

4. Pelatihan mengoperasikan dan merawat instalasi biogas, dan melakukan analisis ekonomis untuk memberikan solusi mitra yang tidak bisa merakit teknologi pembuatan biogas dengan bahan baku kotoran sapi yang aman dan produktif.

Peserta	:	2 orang utusan Mitra IbM (Kelompok Peternak Sapi "Brahman" dan Kelompok Peternak Sapi "Sejahtera" Desa Sumbersari dan Desa Wonorejo Poncokusumo Kabupaten Malang).
Fasilitator	:	DR.H.Moch. Agus Krisno B,M.Kes. Drs. Muizuddin,M.Kes.
Co-Fasilitator	:	3 mahasiswa FKIP-Biologi UMM.
Tempat	:	Kelompok Peternak Sapi "Brahman" dan Kelompok Peternak Sapi "Sejahtera" Desa Sumbersari Poncokusumo Kabupaten Malang.
Waktu	:	2 bulan (1 instalasi @ 1 bulan).
Materi	:	Mengoperasionalkan, Merawat Instalasi Biogas, dan Melakukan Analisis Ekonomis (materi lengkap di lampiran).
Metode	:	Fasilitator mengkondisikan dan mendampingi mitra untuk mengoperasionalkan, merawat instalasi biogas, dan melakukan analisis ekonomis produksi biogas.
Indikator Keberhasilan	:	Mitra dapat mengoperasionalkan, merawat instalasi biogas, dan melakukan analisis ekonomis.

3.3 Rancangan Instalasi Biogas Kotoran Sapi dengan Metode Tabung

Digester yang dibangun menggunakan tandon air dengan kapasitas 2000 liter sedangkan penampung gasnya berkapasitas 250 liter. Instalasi biogas ini merupakan penggabungan antara fixed dome untuk digester dan *floating drum* untuk penampung gas, seperti terlihat pada gambar diatas. Digester yang digunakan ditempatkan sebagian dalam tanah, hal ini dimaksudkan untuk menjaga

temperatur tetap stabil sehingga tidak terjadi perubahan temperatur.



Gambar 3.5 Rancangan Instalasi Biogas Kotoran Sapi dengan Metode Tabung (1)



Gambar 3.6 Rancangan Instalasi Biogas Kotoran Sapi dengan Metode Tabung (2)

Sumber: <http://anekamesin.com/mesin-biogas.html>

Perubahan temperatur akan mengakibatkan bakteri yang terdapat dalam digester menjadi tidak optimal atau bahkan mati. Sedangkan penggunaan penampung gas secara *floating drum* yakni dimaksudkan agar dapat diamati produksi biogas yang dihasilkan, dengan dihitung kenaikan penampung gas yang diakibatkan oleh tekanan gas yang berada dalam penampung gas tersebut. Instalasi yang dibangun meliputi saluran inlet, digester, saluran outlet dan penampung gas. Untuk mencegah timbulnya kerak pada dasar digester dan lapisan atas *slurry*, maka dibuat sebuah pengaduk manual. Hal ini dikarenakan lapisan kerak dapat mencegah gas yang akan keluar dari digester. Lapisan kerak tersebut dapat mempengaruhi perkembangan mikroorganisme yang erat hubungannya dengan produksi biogas. Pengadukan juga memberikan kondisi temperatur yang homogen dalam digester. Pengadukan pada

digester dapat meningkatkan produksi gas sebesar 10 – 15% dibandingkan dengan yang tidak diaduk. Untuk menghilangkan H₂O yang ikut dalam aliran gas maka perlu adanya *water trap*. Perangkat H₂O biogas akan dilewatkan melalui pipa T yang terhubung dengan tabung air. Uap air yang ikut bersama biogas diharapkan turun melalui pipa ke tabung penampung air (Fajar, 2013).

Ukuran tangki pencerna (digester) yang akan dibangun disesuaikan dengan kebutuhan keluarga tani sebagai contoh: keluarga tani menggunakan kompor yang dinyalakan 4 jam untuk masak dan sebuah lampu yang dinyalakan selama 8 jam.

Analisa kebutuhan gas :

- a. 1 m³ kotoran ternak akan menghasilkan 0,2-0,3 m³ gas bio.
- b. Satu kompor yang dinyalakan 4 jam membutuhkan 1 m³ gas bio.

- c. Lampu petromak yang dinyalakan 8 jam membutuhkan $0,5 \text{ m}^3$ gas bio.
- d. Sehingga dalam sehari petani membutuhkan $1,5 \text{ m}^3$ gas bio.

Maka kapasitas volume tangki pencerna = $1,5 / 0,2 \times 1,25 = 9,4 \text{ m}^3$.

Jika seekor sapi perah dewasa produksi kotoran sehari rata-rata 20 kg dengan masa fermentasi 50-90 hari , maka untuk memenuhi $9,4 \text{ m}^3$ kapasitas tangki pencerna sebesar

$$9,4 / 1,25 = 7520 \text{ kg} / 2 = 3760 \text{ kg}$$

Apabila terjadi 90 hari fermentasi, maka $3760 / 90 = 42 \text{ kg}$ kotoran ternak per hari
 $42 / 20 = 2,1$ ekor sapi perah.

Apabila terjadi 60 hari fermentasi, maka $3760 / 60 = 63 \text{ kg}$ kotoran ternak per hari = $63 / 20 = 3,1$ ekor sapi perah.

Kotoran sapi yang disiapkan setiap hari dari 2- 3 ekor.

Proses Instalasi Biogas Kotoran Sapi dengan Metode Tabung di Mitra IbM Kelompok Peternak Sapi yang Menghadapi Masalah Pengelolaan Kotoran Sapi Desa Wonorejo Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang adalah sebagai berikut:

1. Penyiapan alat dan bahan



2. Penyiapan lahan





3. Perakitan biodegester









4. Perakitan pipa-pipa biogas







5. Perakitan instalasi biogas per rumah







3.4 Cara Membuat Biogas Kotoran Sapi dengan Metode Tabung

1. Mencampur kotoran sapi dengan air sampai terbentuk lumpur dengan perbandingan 1:1 pada bak penampung sementara. Bentuk lumpur akan mempermudah pemasukan kedalam digester
2. Mengalirkan lumpur ke dalam digester melalui lubang pemasukan. Pada pengisian pertama kran gas yang ada diatas digester dibuka agar pemasukan lebih mudah dan udara yang ada didalam digester terdesak keluar. Pada pengisian pertama ini dibutuhkan lumpur kotoran sapi dalam jumlah yang banyak sampai digester penuh.
3. Melakukan penambahan starter (banyak dijual dipasaran) sebanyak 1 liter dan isi

rumen segar dari rumah potong hewan (RPH) sebanyak 5 karung untuk kapasitas digester 3,5-5,0m². Setelah digester penuh, kran gas ditutup supaya terjadi proses fermentasi.

4. Membuang gas yang pertama dihasilkan pada karena yang terbentuk adalah gas CO₂, setelah itu baru terbentuk biogas. Pada komposisi CH₄ 54% dan CO₂ 27% maka biogas akan menyala.
5. Pada hari ke-14 gas yang terbentuk dapat digunakan untuk menyalakan api pada kompor gas atau kebutuhan lainnya. Mulai hari ke-14 ini sudah bisa menghasilkan energi biogas yang selalu terbarukan. Biogas ini tidak berbau seperti bau kotoran sapi. Selanjutnya, digester terus diisi lumpur kotoran sapi secara kontinyu sehingga dihasilkan biogas yang optimal

Pengolahan kotoran ternak menjadi biogas selain menghasilkan gas metan untuk memasak juga mengurangi pencemaran lingkungan, menghasilkan pupuk organik padat dan pupuk organik cair dan yang lebih penting lagi adalah mengurangi ketergantungan terhadap pemakaian bahan bakar minyak bumi yang tidak bisa diperbaharui (Jaya, 2011).

3.5 Cara Mengoperasikan dan Merawat Instalasi Biogas Kotoran Sapi dengan Metode Tabung

Cara Mengoperasikan Instalasi Biogas Kotoran Sapi dengan Metode Tabung

1. Buka sedikit kran gas yang ada pada kompor (memutar ke sebelah kiri).
2. Nyalakan korek api dan sulut tepat diatas tungku kompor.

3. Apabila menginginkan api yang lebih besar, kran gas dapat dibuka lebih besar lagi, demikian pula sebaliknya. Api dapat disetel sesuai dengan kebutuhan dan keinginan kita.

Cara Merawat Instalasi Biogas Kotoran Sapi dengan Metode Tabung

1. 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.
2. Isilah selalu pengaman gas dengan air sampai penuh. Jangan biarkan sampai kosong karena gas yang dihasilkan akan terbuang melalui pengaman gas.

3. 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.
4. Cegah air masuk ke dalam reaktor dengan menutup tempat pengisian disaat tidak ada pengisian reaktor.
5. Berikan pemberat di atas penampung gas (misalnya dengan karung-karung bekas) supaya mendapatkan tekanan di saat pemakaian.
6. Bersihkan kompor dari kotoran saat memasak ataupun minyak yang menempel.

Bab IV Keuntungan Penggunaan

Biogas

Sebagian besar penduduk Indonesia masih mengandalkan pada sektor pertanian dan peternakan untuk menggerakkan roda perekonomian. Tanpa disadari, produk-produk pertanian dan peternakan tersebut menghasilkan hasil sampingan yang belum banyak mendapatkan perhatian, bahkan dianggap sebagai sampah yang tidak dimanfaatkan. Pada umumnya, limbah tersebut dimanfaatkan sebagai pupuk kandang. Padahal, dari limbah pertanian dan peternakan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif, yaitu dari biomassa. Sumber-sumber energi biomassa berasal dari bahan organik.

Apabila biomassa tersebut dimanfaatkan untuk menghasilkan energi, maka energi tersebut disebut dengan bioenergi. Salah satu bentuk bioenergi adalah biogas.

Salah satu upaya yang dilakukan untuk pemanfaatan limbah peternakan adalah dengan memanfaatkannya untuk menghasilkan bahan bakar dengan menggunakan teknologi biogas. Teknologi biogas memberikan peluang bagi masyarakat pedesaan yang memiliki usaha peternakan, baik individual maupun kelompok, untuk memenuhi kebutuhan energi sehari-hari secara mandiri. Teknologi biogas bukanlah teknologi baru. Teknologi ini telah banyak dimanfaatkan oleh petani peternak di berbagai negara, diantaranya India, Cina, bahkan Denmark. Teknologi biogas sederhana yang dikembangkan di Indonesia berfokus pada aplikasi skala kecil/menengah yang dapat dimanfaatkan masyarakat pertanian yang memiliki ternak sapi 2 – 20 ekor.

Penerapan teknologi biogas pada daerah yang memiliki peternakan dapat memberikan keuntungan ekonomis apabila dilakukan perancangan yang tepat dari segi *teknis dan operasionalnya*. Perancangan teknis meliputi: desain biodigester, desain penyaluran gas dan desain tangki penampung. Perancangan operasional meliputi kemampuan operator untuk memastikan perawatan fasilitas biogas berjalan rutin dan terpenuhinya suplai bahan baku biogas setiap harinya. Potensi biogas di Indonesia cukup melimpah, mengingat peternakan merupakan salah satu kegiatan ekonomi dalam kehidupan masyarakat pertanian. Hampir semua petani memiliki ternak antara lain sapi, kambing, dan ayam. Bahkan ada yang secara khusus mengembangkan sektor peternakan. Di antara jenis ternak tersebut, sapi merupakan penghasil kotoran yang paling besar. Masyarakat pedesaan terutama para peternak sapi dapat menggunakan teknologi biogas sebagai pemenuhan kebutuhan bahan bakar sehari-

hari. Pengguna biogas hanya peternak sapi karena mereka mudah untuk mendapatkan sumber atau bahan pembuat biogas.

Pemanfaatan energi alternatif kotoran sapi menjadi biogas dapat meminimalisasi pencemaran lingkungan, mengantisipasi habisnya ketersediaan kayu bakar dan mengurangi penggunaan BBM. Beberapa keuntungan pemanfaatan kotoran sapi menjadi biogas adalah:

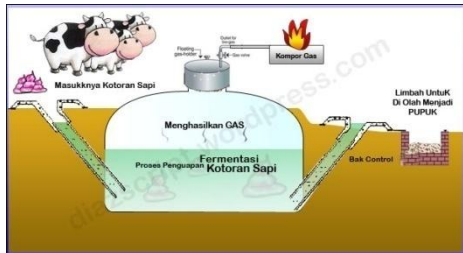
- 1) Mengurangi biaya pembelian minyak tanah atau gas elpiji serta hemat tenaga dalam mencari kayu bakar,
- 2) Ramah lingkungan karena limbah ternak yang selama ini dibiarkan dapat dimanfaatkan,
- 3) Menghasilkan produk ikutan berupa lumpur organik yang dapat diolah menjadi pupuk kompos, dan
- 4) Mendukung program pemerintah hemat energi.

Biogas sebagai hasil dari suatu proses fermentasi aneka material organik (semua bahan berasal dari makhluk hidup) adalah sumber energi baru terbarukan (renewable energy) yang dapat diperoleh dengan biaya murah (10 juta rupiah) dengan mengolah bahan baku gratis. Pabrikan juga telah menyediakan instalasi biogas. Gas terbentuk dalam tabung kedap (tanpa oksigen) Digester Biogas BD 3000L yang kuat, dari fiberglass bahan resin PL 07 LPE, jenis mat Wr 400 (mat anyam) dan mat Jushi -Kwe 300 (acak) 300 x 104, catalyst Butanox, mirror glase, pigmen HCA Dolphin Greenserta aerosil HDK ini memiliki ketebalan dinding 3 - 5 mm, mampu memfermentasi 3 m³ per siklus dan memberi kondisi suhu pada 30 derajat Celcius(C). Sampah dan berbagai bahan organik dapat terus menerus ditambahkan ke lobang *intake*, dan akan diurai oleh bakteri *anaerobic Green Phoskko* (GP-7) , hanya 5 hingga 7 hari telah mulai mengeluarkan gas methana (CH₄) dan tersimpan di bagian atas tabung (

gas holder). Kapasitas input material 3 m³ ditambah gas holder 1 m³, memiliki dimensi PLT (diameter 160 cm, tinggi 204 cm) , akan bertahan hingga diatas 10 tahun hingga 20 tahun dan mampu menahan tekanan gas yang dihasilkan 5 kg/cm². Diproduksi secara terurai (*complete knock down/* CKD) lengkap dengan instalasi pipa gas, kompor standar pabrikan dan peralatan penunjang bagi pemanfaatan gas metan sebagai bahan bakar ramah lingkungan (<http://kencana-online.indonetwork>).

Manfaat energi biogas adalah sebagai pengganti bahan bakar khususnya minyak tanah dan digunakan untuk memasak. Dalam skala besar, biogas dapat digunakan sebagai pembangkit energi listrik. Di samping itu, dari proses produksi biogas akan dihasilkan sisa kotoran ternak yang dapat langsung dipergunakan sebagai pupuk organik pada tanaman/budidaya pertanian. Limbah biogas, yaitu kotoran ternak yang telah hilang gasnya (*slurry*)

merupakan pupuk organik yang sangat kaya akan unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanaman. Bahkan, unsur-unsur tertentu seperti protein, *selulose*, lignin, dan lain-lain tidak bias digantikan oleh pupuk kimia. Pupuk organik dari biogas telah dicobakan pada tanaman jagung, bawang merah, dan padi.



Gambar 4.1 Skema Produksi Biogas Kaya Energi

Sumber <http://petani-mudatigapanah.blogspot.com>

Nilai kalori dari 1 meter kubik Biogas sekitar 6.000 watt jam yang setara dengan setengah liter minyak diesel. Oleh karena itu Biogas sangat cocok digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan pengganti minyak tanah, LPG, butana,

batubara, maupun bahan-bahan lain yang berasal dari fosil. Kesetaraan biogas adalah: 1 m³ Biogas setara dengan Elpiji 0,46 kg, Minyak tanah 0,62 liter, Minyak solar 0,52 liter, Bensin 0,80 liter, Gas kota 1,50 m³, dan Kayu bakar 3,50 kg.

Biogas dapat dipergunakan dengan cara yang sama seperti gas-gas mudah terbakar yang lain. Pembakaran biogas dilakukan dengan mencampurnya dengan sebagian oksigen (O₂). Namun demikian, untuk mendapatkan hasil pembakaran yang optimal, perlu dilakukan pra kondisi sebelum biogas dibakar yaitu melalui proses pemurnian/penyaringan karena biogas mengandung beberapa gas lain yang tidak menguntungkan. Sebagai salah satu contoh, kandungan gas *hidrogen sulfida* yang tinggi yang terdapat dalam biogas jika dicampur dengan oksigen dengan perbandingan 1:20, maka akan menghasilkan gas yang sangat mudah meledak. Tetapi sejauh ini

belum pernah dilaporkan terjadinya ledakan pada sistem biogas sederhana.

Keuntungan ekonomis dalam pembuatan biogas adalah:

- 1) Keluarga-keluarga yang menggunakan biogas sudah tidak membutuhkan pembelian bahan bakar karena sudah bisa terpenuhi kebutuhannya dari kotoran ternak yang dipeliharanya.
- 2) Bagi mereka yang bisanya mencari/memotong kayu bakar di hutan kini waktunya bisa dipergunakan untuk kegiatan yang memberikan nilai tambah ekonomis, dengan pekerjaan sambilan yang lain.
- 3) Kotoran ternak menjadi sangat berharga, oleh karena itu para petani akan rajin merawat ternaknya sehingga kondisi kandang menjadi bersih dan kesehatan ternak menjadi lebih baik, pada akhirnya membawa keuntungan

dengan penjualan ternak yang lebih cepat dan berharga lebih tinggi.

- 4) Keluarga petani yang biasanya menggunakan pupuk kimia untuk menanam, kini bisa menghemat biaya produksi pertaniannya karena sudah tersedia pupuk organik dalam jumlah yang memadai dan kualitas pupuk yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1981, *Biogas Fertilizer System. Technical Report on a Training Seminar in China*, Nairobi: United Nations Environment Programme.
- Care Kamase, (2013). *Cara Mudah Membuat Digester Biogas*. [http: www. kamase.org/wp-content/](http://www.kamase.org/wp-content/), diakses 2 Maret 2013
- Departemen Pertanian, 2009. *Pengembangan Biogas Ternak Bersama Masyarakat (BATAMAS)*. Jakarta: Direktorat Budidaya Ternak Ruminansia.
- Deptan Provinsi Jawa Timur, 2006. *Potensi Kotoran Hewan sebagai Bahan Biogas*. Surabaya: Deptan Provinsi Jawa Timur.
- Fahri, Anis. 2010. *Teknologi Pembuatan Biogas dari Kotoran Ternak*. Riau: BPTP.
-

- Ginting, E., H., 2006, *Perancangan Fasilitas Biogas Kandang Terpencair Kelompok Ternak Tani Pandan Mulyo Dukuh Ngentak*, Skripsi, Yogyakarta: Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- Hamidi, N, dkk. 2011. *Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Biogas Melalui Proses Pemurnian Dengan Zeolit Alam*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.
- Jaya, Putra.2011. *Membuat Biogas Dari Kotoran Ternak*. <http://dekfendy.blog.uns.ac.id/2009/12/15/membuat-biogas-dari-kotoran-ternak>. Diakses pada tanggal 27 Maret 2012. Pukul 20.20
- Junus, M., 1987, *Teknik Membuat dan Memanfaatkan Unit Gas Bio*, Yogyakarta: Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya, Gadjah Mada University Press.
-

- Ludwig Sasse-Borda, 1988, *Biogas Plant Manual Book*,
A Publication of the Deutsches Zentrum " "
Entwicklungstechnologien – GATE in:
Deutsche Gesellschaft " Technische
Zusammenarbeit (GTZ).
- Pambudi, N.Agung.2008. *Pemanfaatan Biogas sebagai
Energi Alternatif*. [http://
kfcngalah.wordpress.com/2009/03/28/pemanf
ataan-biogas-sebagai-energi-alternatif](http://kfcngalah.wordpress.com/2009/03/28/pemanfaatan-biogas-sebagai-energi-alternatif).
Diakses pada tanggal 27 Maret 2012. Pukul
20.15.
- Shodikin, Ali. 2011. *Memanfaatkan Limbah Menjadi
Energi Biogas*. [http://aliandr4.
blogspot.com/2011/10/memanfaatkan-limbah-
menjadi-energi.html](http://aliandr4.blogspot.com/2011/10/memanfaatkan-limbah-menjadi-energi.html). Diakses pada tanggal 27
Maret 2012. Pukul 20.05.
-

Singbua, P, et al. 2010. *Development of Biogas Compression System for Using in Household.*
Departement of Mechanical Engineering,
Faculty of Engineering, Khon Kaen
University, Thailand.

Suyati, F., 2006, *Perancangan Awal Instalasi Biogas Pada Kandang Terpencar Kelompok Ternak Tani Mukti Andhini Dukuh Butuh Prambanan Untuk Skala Rumah Tangga*, Skripsi, Yogyakarta: Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.

Buku saku "Instalasi Biogas Kotoran Sapi" disusun setelah melakukan serangkaian Pengabdian pada Masyarakat skim Ipteks bagi Masyarakat/ IBM (Tahun Anggaran 2013/2014) dan FGD (Focus Group Discussion) pakar sejawat sesuai dengan rencana yang telah ditentukan. Buku ini menginformasikan Mengenai Biogas, Ragam Teknik Instalasi Biogas, Instalasi Biogas Kotoran Sapi dengan Metode Tabung, dan Keuntungan Penggunaan Biogas yang diharapkan mampu mencerahkan pembaca untuk bersama-sama melakukan upaya serius dan berkelanjutan dalam mengatasi limbah kotoran sapi dan meningkatkan produksi energi ramah lingkungan di Indonesia.

Biogas merupakan gas campuran metana (CH_4), karbondioksida (CO_2) dan gas lainnya yang didapat dari hasil penguraian material organik seperti kotoran hewan, kotoran manusia, tumbuhan oleh bakteri pengurai metanogen pada sebuah biodigester



Kerjasama :
Universitas Muhammadiyah Malang
Ditjen Dikti Kemendikbud (Hibah PHB)
Tahun Anggaran 2012/2013 dan 2013/2014

