

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan pustaka

2.1.1 Pengertian tinja

Tinja adalah bahan buangan yang dikeluarkan dari tubuh manusia melalui anus sebagai sisa dari proses pencernaan makanan di sepanjang sistem saluran pencernaan (*tractus digestifus*). (Soeparman dan Suparmin; 2001) Beberapa kepustakaan menyebut tinja dengan istilah kotoran manusia. Istilah ini sebenarnya kurang tepat karena pengertiannya mencakup seluruh bahan buangan yang dikeluarkan dari tubuh manusia termasuk karbon monoksida (CO) yang dikeluarkan sebagai sisa dari proses pernafasan, keringat, lendir dari ekskresi kelenjar dan sebagainya. Dalam ilmu kesehatan lingkungan, dari berbagai jenis kotoran manusia, yang lebih dipentingkan adalah tinja (*faeces*) dan air seni (*urine*) karena kedua bahan buangan ini mempunyai karakteristik tersendiri dan dapat menjadi sumber penyebab timbulnya berbagai macam penyakit saluran pencernaan. Pembuangan tinja manusia yang tidak ditangani sebagaimana mestinya menimbulkan pencemaran permukaan tanah serta air tanah yang berpotensi menjadi penyebab timbulnya penularan berbagai macam penyakit saluran pencernaan. Berbagai dampak negatif pada kehidupan manusia dan lingkungan yang dapat ditimbulkan oleh tinja, secara disadari atau tidak, telah mendorong tumbuhnya dan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi untuk penanganan tinja. Limbah tinja tersebut biasanya ditampung ke dalam *septic tank* untuk mengendapkan padatan dan menghindari pencemaran pada air

tanah sekitar. Apabila dikelola secara benar-benar, tinja tersebut sebenarnya banyak sekali manfaatnya. Limbah tinja antara lain dapat dijadikan sebagai pupuk kompos, penghasil energi gas bio dan sebagainya. Akan tetapi, fenomena yang terjadi sampai dengan saat ini 99% orang tidak ada yang memperhatikan bahkan mengelola keberadaan tinja tersebut.

2.1.2 Sumber tinja

Sebagaimana telah dikemukakan di atas, tinja bersumber dari manusia. Dalam hubungannya dengan strategi penanganan tinja, manusia sebagai sumber tinja dibedakan dalam dua macam, yaitu: manusia sebagai individu atau perorangan dan manusia sebagai kelompok.

- **Manusia sebagai individu atau perorangan**

Manusia sebagai individu dalam hal ini adalah seorang manusia yang hidup sendiri dalam suatu tempat tinggal terpisah dari individu yang menempati tempat tinggal lain atau kelompok manusia yang satu individu dengan individu lainnya terikat dalam satu hubungan kekeluargaan atau kekerabatan yang menempati satu tempat tinggal sebagai keluarga. Tinja yang dihasilkan dari sumber ini biasanya ditangani secara perorangan oleh individu atau keluarga yang bersangkutan dengan menggunakan sarana pembuangan tinja berupa jamban perorangan atau jamban keluarga (*private latrine*). Dalam hal ini, perencanaan, pembangunan, penggunaan, serta pemeliharaan sarana itu merupakan tanggung jawab individu atau keluarga yang menggunakannya.

- **Manusia sebagai kelompok**

Manusia sebagai kelompok adalah kumpulan manusia yang bertempat tinggal di satu wilayah geografis dengan batas-batas tertentu. Individu dalam kelompok terikat oleh satu hubungan kemasyarakatan yang memiliki norma kelompok yang telah disepakati bersama. Masalah penanganan tinja pada kelompok ini sering bersifat sangat kompleks. Berbagai faktor penyebab, yaitu keterbatasan penyediaan lahan, kepentingan yang berbeda antara individu, faktor sumber daya, faktor fisibilitas pengelolaan, dan sebagainya sangat menentukan keberhasilan penanganan tinja dari manusia sebagai kelompok ini. Penanganan tinja dari manusia sebagai kelompok biasanya dilakukan secara kolektif dengan menggunakan jamban umum (*public latrine*). Dalam hal ini, perencanaan, pembangunan, penggunaan, serta pemeliharaan sarana itu merupakan tanggung jawab kelompok individu yang bersangkutan.

2.1.3 Karakteristik Tinja

Menurut Azrul Azwar, seorang yang normal diperkirakan menghasilkan tinja rata-rata sehari sekitar 83 gram dan air seni sekitar 970 gram. Kedua jenis kotoran manusia ini sebagian besar berupa air, terdiri dari zat organik (sekitar 20% untuk tinja dan 2,5% untuk air seni), serta zat-zat organik seperti nitrogen, asam fosfat, sulfur dan sebagainya. Menurut Gotaas, perkiraan kuantitas tinja manusia tanpa air seni adalah 135-270 gram per hari berat basah, atau 35-70 gram per hari berat kering.

Tabel 2.1 Perkiraan komposisi tinja

Komponen	Kandungan (%)
Air	66-80
Bahan organik (dari berat kering)	88-97
Nitrogen (dari berat kering)	5,0-7,0
Fosfor (sebagai P_2O_5) (dari berat kering)	3,0-5,4
Potassium (sebagai K_2O) (dari berat kering)	1,0-2,5
Karbon (dari berat kering)	40-55
Kalsium (Sebagai CaO) (dari berat kering)	4-5
C/N rasio (dari berat kering)	5-10

(Soeparman dan Suparmin; 2001)

Selain komponen-komponen tersebut di atas, per gram tinja juga mengandung berjuta-juta mikroorganisme yang pada umumnya bersifat tidak menyebabkan penyakit. Tinja potensial mengandung mikroorganisme patogen, terutama apabila manusia yang menghasilkannya menderita penyakit saluran pencernaan makanan (*enteric or intestinal diseases*). Mikroorganisme tersebut dapat berupa bakteri, virus, protozoa, ataupun cacing-cacing parasit. *Coliform bacteria* yang dikenal sebagai *Escherichia coli* dan *Fecal streptococci* (*Enterococci*) yang sering terdapat di saluran pencernaan manusia, dikeluarkan dari tubuh manusia dan hewan berdarah panas lainnya dalam jumlah besar rata-rata sekitar 50 juta per gram.

2.1.4 Efek samping terhadap kesehatan manusia

- **Hubungan dengan pelestarian lingkungan**

Pelestarian lingkungan adalah upaya nyata yang dilaksanakan manusia yang meliputi berbagai kegiatan yang ditujukan pada manusia dan faktor-faktor

lingkungan secara terpadu dan komprehensif. Upaya itu bertujuan untuk memotivasi manusia untuk berbuat akrab terhadap lingkungan dan memelihara kapasitas sumber daya alam agar dapat berfungsi sebagai sumber pemenuhan kebutuhan manusia untuk dapat hidup sehat dan sejahtera. Sebagaimana yang telah dikemukakan diatas, tinja yang tidak ditangani sebagaimana mestinya dapat menimbulkan dampak negatif terhadap manusia dan lingkungannya. Keseimbangan ekosistem tanah, air dan udara dapat terganggu karena pencemaran ekosistem itu oleh berbagai jenis bahan pencemar biologis, kimia, maupun fisik yang terdapat pada tinja. Daya dukung lingkungan akan menurun sampai tingkat yang sangat kritis akibat dari pencemaran tinja pada ekosistem. Pembuangan tinja yang dilaksanakan dengan semestinya, secara aman dan saniter, akan mencegah pencemaran lingkungan. Hal ini jelas sangat mendukung upaya pelestarian lingkungan.

- **Hubungan dengan kesehatan masyarakat**

Pembuangan tinja dan limbah cair yang dilakukan secara saniter merupakan salah satu kegiatan dalam rangka penyehatan lingkungan, disamping berbagai kegiatan penyehatan lingkungan yang lain, seperti penyediaan air bersih, pembuangan sampah, higiene sanitasi makanan dan minuman, pengendalian vektor, higiene perusahaan dan kesehatan kerja, pengendalian pencemaran lingkungan fisik, sanitasi tempat umum, penyehatan perumahan dan lingkungan permukiman. Dalam rangka menyehatkan lingkungan, pembuangan tinja tidak berdiri sendiri, tetapi bersama-sama dengan upaya penyehatan lingkungan yang lain. Dengan demikian, penurunan angka kejadian penyakit diare yang terjadi sebagai hasil pelaksanaan program perbaikan sistem pembuangan tinja, mungkin

pula merupakan hasil dari pelaksanaan kegiatan penyehatan lingkungan lain yang dilaksanakan pada saat yang sama.

Hubungan pembuangan tinja dengan kesehatan masyarakat dapat dilihat dari contoh yang diberikan oleh Fair & Geyer yang menyatakan bahwa pembuangan tinja yang tidak dilakukan sebagaimana mestinya dapat menimbulkan penyakit tifus dan paratifus. Menurut Okun dan Ponghis, pembuangan limbah tinja yang tidak semestinya dapat menimbulkan terjadinya infeksi penyakit *amoebiasis*, *ascariasis*, kolera, penyakit cacing tambang, *leptospirosis*, *shigellosis*, *strongyloidiasis*, tetanus, *trichuriasis* dan tifus. Menurut Wagner & Lanoix, pembuangan tinja yang tidak semestinya akan menimbulkan insidensi penyakit kolera, tifus dan paratifus, disentri, diare pada anak-anak, cacing tambang, *ascariasis*, *bilharziasis*, dan infeksi serta infestasi parasit pada usus.

2.2 Landasan teori

2.2.1 Dasar hukum pengelolaan tinja

- **Aspek hukum dalam pembuangan tinja dan limbah cair**

Tinja dan limbah cair merupakan bahan buangan yang timbul karena adanya kehidupan manusia. Bahan tersebut dapat menimbulkan masalah bagi manusia yang menghasilkannya, manusia lain, maupun komponen lingkungan lain yang ada di sekitarnya. Untuk menghilangkan dan menekan dampak negatif seminimal mungkin, tinja dan limbah cair harus ditangani secara saniter. Upaya penanganan tinja dan limbah cair sejak proses dihasilkan, proses pengumpulan, proses pengolahan sampai dengan pembuangan akhirnya akan melibatkan

aktivitas manusia. Banyak manusia yang atas dasar pengetahuan serta kesadaran diri berupaya melakukan kegiatan penanganan tinja dan limbah cair yang dihasilkan sebaik-baiknya agar tidak menimbulkan gangguan atau malapetaka bagi manusia yang lain. Namun tidak sedikit pula manusia yang tahu bahwa tinja dan limbah cair yang dihasilkannya dapat menimbulkan bahaya bagi manusia lain, tetapi ia bersikap tidak peduli dan tidak terdorong untuk berupaya menangani bahan buangan tersebut dengan sebaik-baiknya.

Banyak faktor yang mempengaruhi manusia agar mau bertindak atau berbuat sesuatu. Salah satu faktor itu disebut motif. Motif dapat timbul dari diri manusia dengan sendirinya secara cepat atau lambat. Namun faktor lingkungan akan berpengaruh terhadap timbulnya motif tersebut. Salah satu faktor lingkungan yang berpengaruh adalah norma yang berlaku di masyarakat. Norma merupakan perwujudan sistem nilai diberbagai aspek kehidupan yang telah dipahami, dihayati serta disepakati bersama oleh kelompok manusia di lingkungan masyarakat tertentu. Peraturan perundang-undangan merupakan bentuk formal dari norma yang berlaku secara nasional maupun regional, yang telah disepakati oleh wakil rakyat yang duduk di DPR atau DPRD dan yang telah diterbitkan oleh pemerintah dalam bentuk Undang-Undang, Peraturan Pemerintah, Keputusan Presiden, Keputusan Menteri, Peraturan Daerah, Surat Edaran dan sebagainya.

Peraturan perundang-undangan bersifat mengikat bagi seluruh aparat pemerintah maupun seluruh warga masyarakat untuk wajib ditaati dan dilaksanakan. Dalam peraturan perundang-undangan melekat sanksi yang harus diterapkan terhadap siapa saja, tanpa pandang bulu, yang menentang atau tidak mau melaksanakan ketentuan-ketentuan dalam peraturan perundang-undangan

tersebut. Dalam hubungannya dengan upaya penanganan tinja dan limbah cair, peraturan perundang-undangan yang bersifat umum maupun spesifik sangat diperlukan untuk mengikat semua warga negara untuk melaksanakan ketentuan-ketentuan yang berhubungan dengan upaya penyehatan pembuangan tinja dan limbah cair. Peraturan itu terutama penting bagi masyarakat yang bersikap tidak peduli atau masa bodoh terhadap pembuangan produk tinja dan limbah cair yang mencemari lingkungan dan mengganggu kenyamanan hidup warga lain.

Dewasa ini, di Indonesia telah diterbitkan banyak perundang-undangan yang secara umum atau secara khusus berhubungan dengan upaya penanganan tinja dan limbah cair. Beberapa produk perundang-undangan akan diuraikan di bawah ini.

- **Produk hukum yang berkaitan dengan pembuangan tinja dan limbah cair.**

Produk hukum yang berhubungan dengan upaya penanganan tinja dan limbah cair diterbitkan oleh berbagai departemen, lembaga non departemen, pemerintah daerah serta dinas/ instansi/ unit pelaksana teknis yang terkait. Sebagai contoh adalah keputusan menteri negara lingkungan hidup nomor 112 tahun 2003 tentang baku mutu air limbah domestik.

2.2.2 Standarisasi Pengelolaan Limbah Tinja

- **Aspek yang perlu Diperhatikan dalam Pelaksanaan dan Pengembangan Teknik Pembuangan Tinja**

Setiap manusia mempunyai kebutuhan alami untuk membuang hajat karena tinja yang berada di dalam ususnya harus dikeluarkan. Mengingat kuantitas dan karakteristik tinja yang dihasilkan manusia, maka diperlukan teknik pembuangan yang memadai agar tinja tidak menimbulkan masalah kenyamanan ataupun kesehatan bagi manusia. Teknik pembuangan tinja, dalam arti cara serta sarana yang digunakan untuk membuang tinja telah berkembang sejak adanya kehidupan manusia sampai sekarang. Pada awalnya, hanya diupayakan agar pembuangan tinja dilakukan ditempat yang agak tersembunyi dari pandangan orang lain. Namun, dewasa ini teknik pembuangan tinja sudah berkembang sangat pesat, sudah mempertimbangkan serta mengarah pada pemenuhan berbagai keinginan berikut:

1. Sedapat mungkin pembuangan tinja dilakukan orang dengan tenang, tanpa terganggu privasinya.
2. Sedapat mungkin pembuangan tinja dilakukan orang dengan nyaman (*comfort*) dalam posisi dan suasana yang disukainya.
3. Sedapat mungkin pembuangan tinja dapat dilakukan oleh orang yang sedang menderita penyakit saluran pencernaan dengan tidak menimbulkan resiko bahaya penularan bagi orang lain.
4. Sedapat mungkin pembuangan tinja dapat dilakukan orang dengan semaksimal mungkin memperoleh manfaat dari tinja yang dibuang, yang dapat diproses menjadi gas bio atau kompos.

5. Sedapat mungkin pembuangan tinja dapat dilakukan orang di berbagai daerah dengan teknik yang sesuai dengan kondisi setempat.

Dalam pelaksanaan dan pengembangan teknik pembuangan tinja, berbagai aspek perlu diperhatikan. Menurut Wagner dan Lanoix, beberapa aspek yang mempengaruhi pemilihan dan perencanaan sistem pembuangan tinja, bagi kelompok masyarakat tertentu, adalah karakteristik biologis manusia, sifat teknik sarana yang digunakan, dan pertimbangan yang seksama terhadap perilaku manusia yang akan menggunakannya.

- **Kuantitas tinja manusia**

Tenaga kesehatan lingkungan sangat berkepentingan dengan informasi tentang kuantitas tinja manusia. Seperti telah dikemukakan pada bab terdahulu, kuantitas tinja bervariasi dari satu daerah ke daerah lain. Selain itu, kuantitas tinja dipengaruhi oleh kebiasaan makan, kondisi kesehatan, kondisi psikologis, kehidupan agama serta kondisi sosial ekonomi dan budaya yang mempengaruhi kebiasaan hidup, termasuk kebiasaan menggunakan bahan pembersih. Informasi tentang kuantitas tinja diperlukan untuk bahan pertimbangan atau perhitungan dalam menentukan dimensi sarana pembuangannya, disamping berbagai informasi lainnya (jumlah pengguna, lama penggunaan dan sebagainya).

- **Pencemaran tanah dan air tanah**

Informasi tentang pola pencemaran tanah dan air tanah oleh tinja sangat bermanfaat dalam perencanaan sarana pembuangan tinja, terutama dalam

penentuan lokasi sumber air minum. Setelah tinja ditampung dalam lubang di dalam air tanah, bakteri tidak dapat berpindah jauh dengan sendirinya. Bakteri akan berpindah secara horizontal dan vertikal ke bawah bersama dengan air, air seni, atau air hujan yang meresap. Jarak perpindahan bakteri dengan cara itu bervariasi, tergantung pada berbagai faktor, diantaranya yang terpenting adalah porositas tanah. Perpindahan horizontal melalui tanah dengan cara itu biasanya kurang dari 90 cm dan ke bawah kurang dari 3 m pada lubang yang terbuka terhadap air hujan, dan biasanya kurang dari 60 cm pada tanah berpori.

Gotaas dkk (dalam Wagner & Lanoix) yang meneliti pembuangan secara buatan limbah cair ke aquifer di negara bagian California USA menemukan bahwa bakteri dapat dipindahkan sampai jarak 30 m dari titik pembuangannya dalam waktu 33 jam. Selain itu, terdapat penurunan cepat jumlah bakteri sepanjang jarak itu karena terjadi filtrasi yang efektif dan kematian bakteri. Mereka juga menemukan bahwa pencemaran kimiawi dua kali berjalan lebih cepat. Peneliti lain yang meneliti pencemaran air tanah di Alaska mencatat bahwa bakteri dapat dilacak sampai jarak 15 m dari sumur tempat dimasukkannya bakteri yang dicoba. Lebar jalan yang dilewati bakteri bervariasi, antara 45 dan 120 cm. Kemudian, terjadi penurunan jumlah jalan organisme, dan setelah satu tahun hanya tempat lubang pemasukannya saja yang dinyatakan positif mengandung mikroorganisme. Penelitian itu menegaskan penemuan para peneliti yang lain menyatakan bahwa kontaminasi dari sistem pembuangan tinja cenderung berjalan menurun sampai mencapai permukaan air. Selanjutnya, organisme bergerak bersama aliran air tanah menyilang jalan yang semakin lebar sampai batas tertentu sebelum hilang secara berangsur-angsur.

Pada tanah kering, gerakan bahan kimia dan bakteri relatif sedikit. Gerakan ke samping praktis tidak terjadi. Dengan pencucian yang berlebihan (tidak biasa terjadi pada jamban atau tangki pembusukan) perembesan ke bawah secara vertikal hanya sekitar 3 m. Apabila tidak terjadi kontaminasi air tanah, praktis tidak ada bahaya kontaminasi sumber air.

Sumber kontaminasi dalam penelitian ini adalah tinja manusia yang ditempatkan dalam lubang yang menembus permukaan air tanah. Sampel positif organisme koliform didapatkan segera pada jarak antara 4 dan 6 m dari sumber kontaminasi. Daerah kontaminasi melebar keluar sampai kira-kira 2 m dari titik yang berjarak sekitar dari jamban dan menyempit kira-kira pada 11 m. Kontaminasi tidak bergerak melawan arah aliran air tanah. Setelah beberapa bulan, tanah sekitar jamban akan mengalami penyumbatan (*clogging*), dan sampel yang positif dapat diperoleh hanya pada jarak 2-3 m dari lubang. Dengan kata lain, daerah kontaminasi tanah telah menyempit. Pola pencemaran secara kimiawi sama bentuknya dengan pencemaran bakteriologis, hanya jarak jangkauannya lebih jauh.

Dari sudut pandang sanitasi, yang penting diperhatikan adalah jarak perpindahan maksimum dari bahan pencemar dan kenyataan bahwa arah perpindahan selalu searah dengan arah aliran air tanah. Dalam penempatan sumur harus diingat bahwa air yang berada dalam lingkaran pengaruh sumur akan menuju ke arah sumur itu. Tidak boleh ada bagian daerah kontaminasi kimiawi ataupun bakteriologis yang berada dalam jarak jangkauan lingkaran pengaruh sumur.

Dengan memperhatikan pola pencemaran tanah dan air tanah tersebut di atas, penempatan sarana pembuangan air tinja perlu memperhatikan ketentuan sebagai berikut:

1. Tidak ada aturan pasti yang menentukan jarak yang diperlukan untuk keamanan antara jamban dan sumber penyediaan air. Banyak faktor yang mempengaruhi perpindahan bakteri melalui air tanah, antara lain kemiringan dan permukaan air tanah dan permeabilitas tanah. Hal penting yang harus diperhatikan adalah bahwa jamban atau pembuangan (*cesspool*) harus ditempatkan lebih rendah, atau sekurang-kurangnya sama tinggi dengan sumber air bersih. Bila mungkin, harus dihindari penempatan langsung dari bagian yang lebih tinggi dari sumur. Jika penempatan di bagian yang lebih tinggi tidak dapat dihindarkan, jarak 15 m akan mencegah pencemaran bakteriologis ke sumur. Penempatan jamban ke sebelah kanan atau kiri akan mengurangi kemungkinan kontaminasi air tanah yang mencapai sumur. Pada tanah pasir, jamban dapat ditempatkan pada jarak 7.5 m dari sumur rumah tangga yang dibangun secara semestinya bila tidak ada kemungkinan untuk menempatkan pada jarak yang lebih jauh.
2. Pada tanah yang homogen, kemungkinan pencemaran air tanah sebenarnya nol apabila dasar lubang jamban berjarak lebih dari 1,5 m di atas permukaan air tanah, atau apabila dasar kolam pembuangan berjarak lebih dari 3 m di atas permukaan air tanah.
3. Penyelidikan yang seksama harus dilakukan sebelum membuat jamban cubluk (*pit privy*), kakus bor (*bored-hole latrine*), kolam pembuangan dan

sumur peresapan di daerah yang mengandung lapisan batu karang atau batu kapur. Alasannya, pencemaran dapat terjadi secara langsung melalui saluran dalam tanah tanpa filtrasi alami ke sumur yang jauh atau sumber penyediaan air minum lainnya.

Berkaitan dengan penempatan jamban yang harus memperhatikan rumah, pengalaman menunjukkan bahwa jarak antara keduanya merupakan pertimbangan penting dalam penerimaan fasilitas sanitasi oleh masyarakat. Lokasi jamban, perorangan ataupun umum, pada jarak yang terlalu jauh atau terlalu tinggi dari rumah dapat menghambat penggunaan yang teratur serta pemeliharaan jamban yang layak. Jamban hendaknya senantiasa bersih bila berdekatan dengan rumah atau bangunan lain yang dilayaninya.

Pertimbangan lain yang berhubungan dengan rencana penempatan jamban adalah:

1. Tempatnya harus kering, terkeringkan dengan baik, dan berada di atas permukaan air banjir.
2. Di sekitar jamban, yaitu di daerah selebar 2 m di sekitar rumah jamban, harus bersih dari tumbuhan, sampah dan semak.

- **Tutup Lubang**

Tutup lubang atau tempat duduk atau tempat jongkok penting, meskipun merupakan segi yang kontroversial dalam perencanaan jamban. Tidak diragukan lagi bahwa tutup memang diinginkan, dan di beberapa tempat memang diperlukan untuk mencegah masuknya lalat dan serangga lain serta mengurangi bau.

Namun, disemua literatur bidang kesehatan masyarakat dan pembuangan tinja khususnya, tidak pernah dilaporkan bahwa tutup lubang jamban digunakan secara berhasil dan tetap pada tempatnya selama berbulan-bulan atau bertahun-tahun. Bahkan di Amerika Serikat yang masyarakatnya mempunyai kesadaran tinggi dalam bidang sanitasi, masalah tutup lubang jamban belum teratasi.

Tutup yang dapat menutup sendiri (*self-closing cover*) belum berhasil karena pemakai tidak menyukai pengembunan yang terjadi di sisi bawah tempat duduk. Tutup yang dipasang dengan engsel biasanya dibiarkan dalam posisi terbuka. Tutup yang tidak diberi engsel jarang ditempatkan lagi di atas lubang dan sering dibawa pergi oleh anak-anak. Telah dicoba untuk membuat tutup yang otomatis. Pintu rumah jamban tidak akan terbuka apabila pemakai belum menutup jamban. Namun, jenis penutup itu gagal karena terlalu unik dan mengecilkan hati penggunanya yang akhirnya membuang tutup itu jauh-jauh. Bagaimanapun juga, apapun bentuk tutup yang akan dipakai, pengguna harus diingatkan cara menggunakannya sebagaimana mestinya.

- **Aspek Teknik**

Pemilihan perencanaan, penempatan dan pembangunan instalasi pembuangan tinja memerlukan penerapan pengetahuan teknik. Pengetahuan itu sangat penting untuk daerah tertentu karena adanya faktor dan kesulitan tertentu. Sifat lapisan tanah yang sering menjadi faktor penentu dalam pemilihan jenis instalasi. Di daerah yang mengandung karang, batu besar, batu kapur, permukaan air tanah yang tinggi, terjadi longsor lubang petugas kesehatan lingkungan

memerlukan bantuan dari seorang insinyur untuk mendapatkan cara pemecahan yang memadahi dan ekonomis.

Pemilihan dan penggunaan bahan setempat yang sesuai juga merupakan faktor teknik yang penting dalam pembangunan dan pembiayaan jamban dalam skala besar. Penggunaan bambu untuk penguat dinding lubang dan kerangka *slaf* beton dan penggunaan tanah yang distabilkan dengan pasir merupakan beberapa contoh dari penggunaan bahan setempat. Setiap daerah disarankan untuk melakukan penelitian lapangan dan percobaan sebelum memilih dan menggunakan bahan yang murah dan tersedia di tempat.

Pemilihan aspek-aspek perencanaan yang dapat ditangani oleh tenaga kerja setempat merupakan pertimbangan teknik yang penting. Tenaga terampil setempat harus dimanfaatkan semaksimal mungkin. Jika jenis instalasi yang dipilih tidak dapat dibangun oleh tenaga kerja setempat, rencana jamban akan terbatas pada instalasi yang dapat dikerjakan oleh tenaga dari luar.

- **Aspek Manusia**

Dalam hal pembuangan tinja, aspek manusia sama pentingnya dengan aspek teknik. Manusia, khususnya yang tinggal di wilayah pedesaan, tidak akan mau menggunakan tipe jamban yang tidak disukainya, atau yang tidak menawarkan privasi yang memadahi, atau yang tidak diupayakan untuk tetap bersih. Sehubungan dengan tipe jamban yang akan dipilih, survey pendahuluan dalam bidang sanitasi dan sosiologi akan menunjukkan tipe sarana yang cocok untuk daerah tertentu. Tahap pertama dalam perencanaan adalah mencoba untuk

meningkatkan sistem yang sudah ada dan memelihara semaksimal mungkin aspek sosiologisnya.

Aspek manusia yang juga penting untuk dipertimbangkan adalah masalah privasi dan sarana untuk laki-laki dan perempuan. Jamban yang dibuat untuk sejumlah besar manusia mungkin akan cepat kotor dan tetap kotor. Akibatnya, pengguna berikutnya akan lebih suka membuang tinjanya disekitar bangunan jamban. Jamban dengan satu lubang cukup untuk satu keluarga yang terdiri dari lima sampai enam orang. Pada jamban umum di perkemahan, pasar dan tempat yang sejenis, satu lubang disediakan untuk 15 orang. Pada jamban sekolah, disediakan satu lubang bagi setiap 15 anak perempuan dan satu lubang dan satu urinoir untuk setiap 25 anak laki-laki.

- **Aspek Biaya**

Tipe jamban yang dianjurkan untuk satu kelompok masyarakat atau keluarga harus sederhana, dapat diterima dan ekonomis dalam pembuatan, pemeliharaan dan pemindahan atau pengantiannya apabila kebutuhan meningkat. Namun ada kontradiksi diantara dua syarat itu. Disatu pihak ada jamban sederhana dan diterima di masyarakat tetapi tidak murah dalam pembuatan, pemeliharaan dan pemindahannya. Di pihak lain, sistem jamban yang paling mahal, seperti tipe jamban yang tuang siram (*water-flash latrine*), ternyata paling murah pada jangka panjang sebab awet dan mudah dalam pemeliharaannya.

Pengalaman menunjukkan bahwa dalam memilih atau merencanakan tipe jamban, biaya jangan dijadikan faktor yang dominan. Diperlukan suatu jalan

tengah setelah mempertimbangkan dengan seksama semua unsur yang terlibat dan faktor yang kondusif bagi lingkungan saniter dan diterima oleh masyarakat.

- **Evaluasi dan Pemilihan Sistem pembuangan Tinja**

Masalah pemilihan tipe instalasi sanitasi untuk masyarakat tertentu tidak mungkin dijawab secara pasti, jelas dan sederhana. Kenyataan menunjukkan bahwa untuk mengatasi secara tetap masalah pembuangan tinja, banyak faktor terkait yang harus dipertimbangkan. Diantara faktor itu dapat disebutkan pola budaya, kebiasaan yang berhubungan dengan agama, kondisi klimatologis dan geologis, standar ekonomi, organisasi sosial dan politik, pendidikan umum dan pendidikan kesehatan, ketrampilan penduduk setempat dan tersedianya bahan pembangunan serta tenaga untuk pengawasan teknis. Masalah yang semula tampak sederhana, setelah dikaji secara lebih seksama, ternyata relatif kompleks.

Pemilihan tipe instalasi yang paling sesuai dengan kebutuhan setempat harus memperhitungkan unsur biaya. Sistem pembuangan limbah cair yang dilengkapi dengan penggelontor sangat mahal dan mungkin berat di luar jangkauan kemampuan ekonomi dari kebanyakan anggota masyarakat. Sementara itu, mungkin saja seseorang memilih tipe jamban yang paling primitif tanpa biaya sama sekali, namun cara itu mengandung bahaya. Artinya, cara itu dapat menimbulkan penularan penyakit serta kematian dan mengakibatkan kerugian ekonomi. Di antara dua kondisi ekstrem itu harus diperoleh pemecahan yang akan memberikan perlindungan terbesar sekaligus terjangkau oleh ekonomi masyarakat.

Menurut Ehlers & Steel (Wagner & Lanoix), hasil studi literatur menyatakan bahwa terdapat keragaman yang besar dalam metode pembuangan tinja di seluruh dunia. Karakteristik jamban sering sangat berbeda. Namun, dari segi teknik murni, disepakati bahwa jamban atau metode pembuangan tinja lainnya harus memenuhi persyaratan berikut:

1. Tanah permukaan tidak boleh terkontaminasi.
2. Tidak boleh terjadi kontaminasi pada air tanah yang mungkin memasuki mata air atau air sumur.
3. Tidak boleh terjadi kontaminasi air permukaan.
4. Tinja tidak boleh terjangkau lalat atau hewan lain.
5. Tidak boleh terjadi penanganan tinja segar, atau bila memang memang benar-benar diperlukan, harus dibatasi seminimal mungkin.
6. Jamban harus bebas dari bau atau kondisi yang tidak sedap dipandang.
7. Metode pembuatan dan pengoperasian harus sederhana dan tidak mahal.

Wagner & Lanoix mengelompokkan teknik pembuangan tinja ke dalam dua kategori, yaitu teknik yang menggunakan sistem jamban (*privy method*) dan teknik yang menggunakan sistem aliran air (*water carried method*).

- **Pemeliharaan Sarana Pembuangan Tinja**

Sarana pembuangan tinja, baik yang menggunakan sistem jamban maupun yang menggunakan sistem aliran air, perlu dipelihara dengan baik. Apabila tidak, maka sarana tersebut akan menjadi sumber penyakit karena:

1. Apabila tidak dibersihkan/ digelontor setiap selesai dipakai, tinja yang tertinggal pada sisi lubang pembuangan atau pada leher angsa akan menarik kedatangan lalat, menimbulkan bau serta pemandangan yang tidak sedap.
2. Jamban yang tidak dirawat akan menimbulkan kesan kotor sehingga orang akan segan atau bahkan takut untuk menggunakannya.
3. Lubang jamban yang terlambat dikuras akan menimbulkan kesulitan bagi pemakai karena sulit digelontor atau dibersihkan.

Beberapa kegiatan yang dianjurkan dalam pemeliharaan sarana pembuangan tinja adalah sebagai berikut:

1. Pembersihan halaman disekitar rumah jamban dari sampah dan tumbuhan rumput atau semak yang tidak dikehendaki.
2. Pembersihan lantai, dinding dan atap rumah jamban secara teratur, minimal seminggu sekali, dari lumut, debu, tanah dan sarang laba-laba.
3. Penggelontoran tinja pada lubang masukan tinja atau leher angsa setiap selesai penggunaan.
4. Pemantauan isi lubang jamban cubluk, jamban air, jamban bor dan jamban kompos secara berkala terutama pada akhir periode pemakaian yang direncanakan.
5. Pemakaian isi tangki pembusukan secara berkala (tiap 12-18 bulan pada tangki pembusukan rumah tangga dan tiap 6 bulan pada tangki pembusukan sekolah dan kantor pelayanan umum) untuk menjaga efisiensi kerjanya.

6. Hindarkan pemasukan sampah padat yang sukar atau tidak bisa diuraikan (kain-kain bekas, pembalut, logam, kaca dan sebagainya) dan bahan kimia yang beracun bagi bakteri (karbol, lysol, formalin dan sebagainya) ke dalam lubang jamban atau tangki pembusukan.

Dalam pemantauan tangki pembusukan dilakukan pengukuran jarak dasar busa ke dasar *outlet*, dan kedalaman akumulasi lumpur di atas dasar tangki. Jarak dasar busa ke dasar *outlet* minimal 7,5 cm dan kedalaman akumulasi lumpur maksimal 50 cm.

2.3. Gambaran Umum Reaktor Biogas

2.3.1. Pengertian biogas

Biogas adalah gas yang mudah terbakar (*flammable gas*) yang diperoleh dari menguraikan senyawa-senyawa organik dalam biomassa sebagai akibat aktivitas mikroorganisme (fermentasi) pada kondisi tanpa udara (*anaerobic*). Kandungan utama biogas adalah gas metana (CH_4) dan karbondioksida (CO_2). Sebagian kecil adalah gas hidrogen sulfida (H_2S), nitrogen (N_2), hidrogen (H_2), dan karbonmonoksida (CO). Kehadiran gas metana yang besar ini membuat biogas mudah terbakar dan dapat dipakai sebagai sumber energi untuk memasak, penerangan, bahkan pada skala besar dapat menghasilkan energi listrik.

Biogas merupakan salah satu sumber energi alternatif yang berkembang pesat dalam dasawarsa terakhir. Teknologi pembuatan biogas memanfaatkan kotoran organik, baik itu kotoran hewan maupun sampah sayuran dan tumbuhan

dengan memanfaatkan bakteri anaerobik yang terdapat dalam kotoran tersebut untuk proses fermentasi yang menghasilkan semacam gas yang mengandung. Sampai tahun 1997 negara yang paling maju dalam aplikasi teknologi ini adalah India. Keuntungan teknologi biogas dibanding sumber energi alternatif yang lain adalah:

1. Menghasilkan gas yang dapat digunakan untuk kebutuhan sehari hari sebagai pengganti sumber energi.
2. Mematikan atau memotong siklus penyakit.
3. Kotoran yang telah digunakan untuk menghasilkan gas dapat digunakan sebagai pupuk organik yang sangat baik.
4. Mengurangi bahkan meredam bau kotoran.
5. Dapat mengurangi kadar bakteri patogen yang terdapat dalam kotoran yang dapat menyebabkan penyakit bila kotoran hewan atau sampah tersebut ditimbun begitu saja.
6. Yang paling utama yaitu bisa mengurangi permasalahan penanggulangan sampah atau kotoran makhluk hidup menjadi sesuatu yang bermanfaat.

2.3.2. Biogas sebagai sumber energi

Dapat dipakai sebagai sumber energi selayaknya BBM atau BBG.

Nilai kalor (*heating value*) rata-rata biogas mencapai kisaran 4700 – 6000 kkal/m³ (20 – 24 MJ/m³). Dengan nilai kalor sebesar itu, penggunaan 1 m³ biogas (dihasilkan oleh 1,5 ekor kotoran sapi perah per hari) akan setara dengan energi yang dihasilkan oleh :

- Ⓒ 1 pon (0,48 kg)
- Ⓒ gas LPG 0,52 liter
- Ⓒ minyak diesel (solar)
- Ⓒ 0,8 liter gasoline
- Ⓒ 0,62 liter minyak tanah (kerosin)
- Ⓒ 0,6 liter minyak mentah (crude oil)
- Ⓒ 1,1 liter alkohol
- Ⓒ 1,5 m³ gas kota
- Ⓒ 1,4 kg batubara
- Ⓒ 4,7 kWh listrik
- Ⓒ 3,5 kg kayu bakar

Berdasarkan konversi di atas, maka aplikasi 1 m³.

Biogas di lapangan mampu melakukan kegiatan-kegiatan seperti :

- 1 .Memasak untuk keperluan keluarga (5-6 orang) selama 3 jam.
- 2 .Menyalakan lampu listrik 80 Watt selama 6 jam.
3. Menjalankan motor berkekuatan 1 hp selama 2 jam.
4. Menggerakkan truk berbobot 3 ton sejauh 2,8 km.
5. Membangkitkan listrik sebesar 1,25 kW.

2.3.3. Mekanisme terbentuknya biogas

Biogas dihasilkan apabila bahan organik terdegradasi senyawa-senyawa pembentuknya dalam keadaan tanpa oksigen atau biasa disebut kondisi anaerobik. Dekomposisi anaerobik ini biasa terjadi secara alami di tanah yang

basah, seperti dasar danau, dan di dalam tanah pada kedalaman tertentu. Proses dekomposisi ini dilakukan oleh bakteri bakteri dan mikroorganisme yang hidup di dalam tanah. Dekomposisi anaerobik dapat menghasilkan gas yang mengandung sedikitnya 60% metan. Gas inilah yang biasa disebut dengan biogas dengan nilai heating value sebesar 39 MJ/m³ kotoran. Biogas dapat dihasilkan dari dekomposisi sampah organik seperti sampah pasar, daun daunan, dan kotoran hewan yang berasal dari sapi, babi, kambing, kuda, atau yang lainnya, bahkan kotoran manusia sekalipun. Gas yang dihasilkan memiliki komposisi yang berbeda tergantung dari jenis hewan yang menghasilkannya.

Proses dekomposisi anaerobik pada dasarnya adalah proses yang terdiri atas dua tahap, yaitu :

1. Proses Asidifikasi (proses pengasaman)

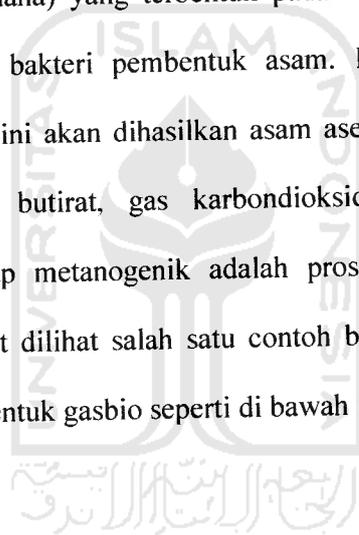
Proses asidifikasi terjadi karena kehadiran bakteri pembentuk asam yang disebut dengan bakteri asetogenik. Bakteri ini akan memecah struktur organik kompleks menjadi asam asam volatil (struktur kecil). Protein dipecah menjadi asam asam amino. Karbohidrat dipecah menjadi gula dengan struktur yang sederhana. Lemak dipecah menjadi asam yang berantai panjang. Hasil dari pemecahan ini akan dipecah lebih jauh menjadi asam asam volaid. Bakteri asetogenik juga dapat melepaskan gas hidrogen dan gas karbondioksida.

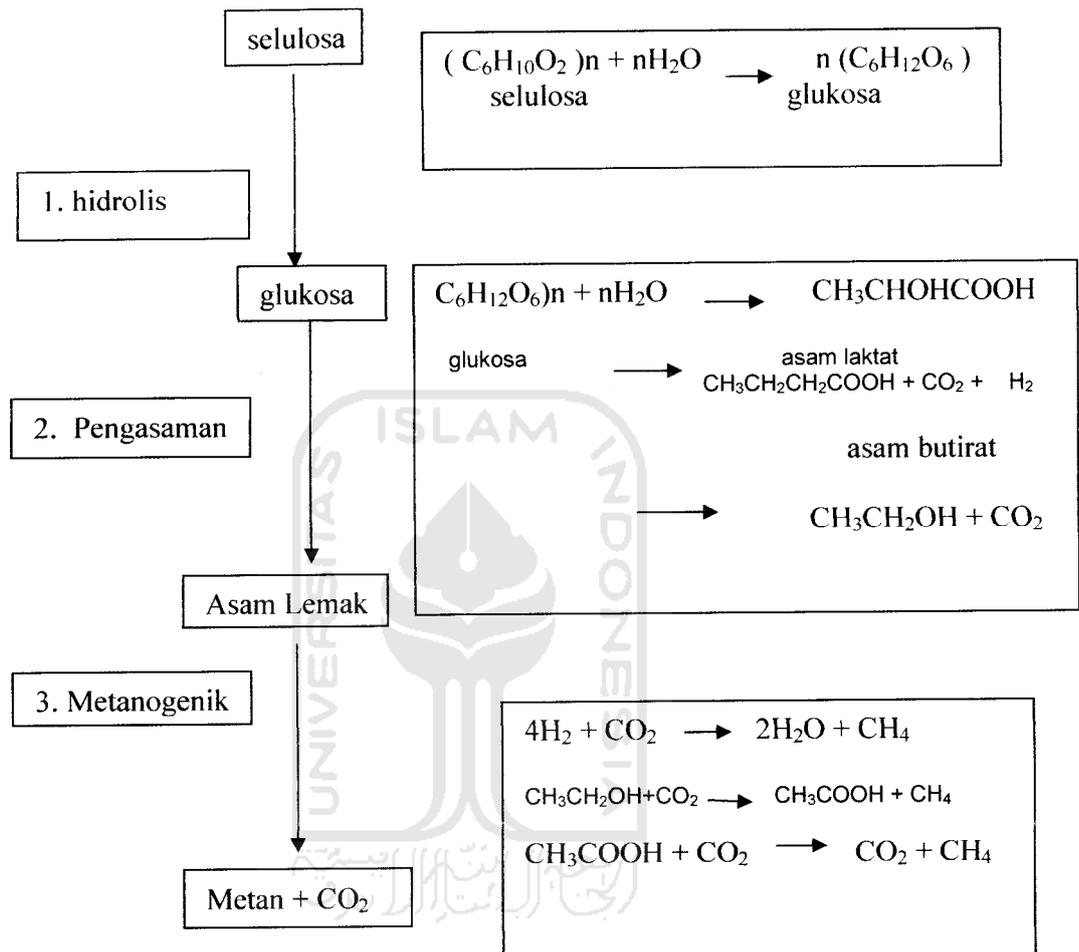
2. Proses Produksi Metan

Bakteri pembentuk metan (bakteri metanogenik) menggunakan asam yang

terbentuk dari proses asidifikasi. Selain itu juga terdapat bakteri yang dapat membentuk gas metan dari gas hidrogen dan karbondioksida yang dihasilkan dari proses pertama.

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





Bagan tahap pembentukan biogas (FAO,1978)

Bahan bakar yang berasal dari unit biogas mengandung berbagai macam jenis zat, baik yang bisa dibakar maupun yang tidak bisa terbakar. Zat yang tidak bisa terbakar ini biasanya yang menjadi penghalang atau pengurang nilai energi dari biogas. Untuk lebih jelasnya kandungan biogas dapat diuraikan sbb :

Tabel 2.4 Kandungan yang terdapat dalam biogas

No	Jenis gas	presentase
1	Methana (CH ₄)	54% - 70%
2	Karbon dioksida (CO ₂)	27% - 35%
3	Nitrogen (N ₂)	0,5% - 2%
4	Karbon monoksida (CO)	0,10%
5	Oksigen (O ₂)	0,10%
6	Hidrogen sulfida (H ₂ S)	kecil
7	Hidrogen (H ₂)	kecil
8	Gas lain	kecil

2.3.4. Gambaran umum tahap pembuatan unit biogas :

1. Data letak dan lingkungan sekitar.
2. Data umum pengguna (*user*).
3. Penentuan formulasi.

Tabel 2.5 Pelaksanaan pembuatan reaktor biogas

Hari ke	Kegiatan	pekerja (org)
1	Penentuan lokasi	1
2	Penggalian lubang tangki pencerna	3
3	Pembuatan pondasi	3
4	Plester pondasi	2
5	Pembuatan dinding tangki pencerna	2
6	Pembuatan lubang masukan	3
7	Pembuatan lubang keluaran	3
8	pembuatan tutup dan plester TP	3
9	Melanjutkan plester bagian dalam	3

- Tata letak unit biogas :

Ada tiga macam tata letak di dalam menempatkan tangki pencerna pada unit biogas:

1. Seluruh tangki pencerna berada di permukaan tanah.
2. Sebagian tangki pencerna berada dipermukaan tanah.
3. Seluruh tangki pencerna berada dibawah permukaan tanah.

2.3.5. Proses kerja reaktor biogas

Proses kerja dari reaktor biogas sangatlah sederhana. Pada pengisian bahan baku awal ke dalam tangki pencerna memang membutuhkan tinja yang cukup banyak. Pengisian awal tangki pencerna kira-kira membutuhkan tinja sebanyak 40% dari volume total. Untuk itu perlu mengumpulkan tinja terlebih dahulu. Volume reaktor yang akan direncanakan sebelumnya disesuaikan dengan

kapasitas orang yang berada di kampus FTSP. Dengan melihat banyaknya WC yang ada di FTSP dan jumlah orang yang melakukan aktivitasnya setiap hari di gedung ini kebutuhan akan tinja seperti diatas tentunya tidak terlalu sulit.

Produksi gas bio yang terbentuk sangat tergantung pada suhu substrat dalam tangki pencerna. Menurut hadi (1981), gas bio terbentuk sekitar 10 hari sampai 24 hari, tetapi menurut Sahidu (1983), gas bio terbentuk pada hari ke 5 dengan suhu tangki pencerna 28°C. Secara praktis terbentuknya gas bio itu sulit diketahui, tetapi pada minggu pertama gas dari dalam tangki pencerna sudah terbentuk. Untuk itu dalam penutupan awal pada mulut lubang tangki pencerna sebaiknya pada hari ke 5 setelah pengisian. Berikutnya pada hari ke 6 kran gas dibuka apabila terdengar ada gas yang keluar berarti gas bio sudah dapat digunakan. Sebelum digunakan sebaiknya kran gas tidak ditutup, melainkan dihubungkan dengan manometer air, jika posisi air di dalam pipa manometer tidak seimbang berarti gas bio sudah dihasilkan. Perlakuan yang harus diperhatikan pada saat kontrol awal ini disamping memperhatikan produksi gas bio juga mengecek pH bahan isian. Substrat yang digunakan sebagai bahan isian pada mulanya mempunyai pH rendah, secara perlahan akan naik setelah gas bio terbentuk. Bahan isian tangki pencerna yang keluar jika mempunyai pH mendekati atau diatas netral berarti pembentukan gas bio sudah berjalan normal. Gas bio yang terbentuk pada minggu pertama harus dibuang. Cara pembuangannya mudah saja yaitu dengan cara membuka kran gas bio selama 1 atau 2 jam. Keterlambatan dalam pembuangan gas bio akan menimbulkan reaksi antara gas metan dengan sisa udara di dalam tangki pencerna. Hasil reaksi antara gas metan dengan sisa udara di dalam tangki pencerna akan menimbulkan letusan.

Pada saat letusan kemungkinan tutup tangki pencerna akan melompat keluar, disamping itu juga dapat merusak bangunan. Letusan dapat terjadi jika konsentrasi gas metan di dalam tangki pencerna sudah mencapai 5 persen sampai dengan 14 persen. Oleh karena itu kontrol awal harus hati-hati agar tidak menimbulkan bahaya. Cara lain untuk mencegah letusan itu sebenarnya tidak sulit seperti yang dibayangkan. Pencegahannya dapat dilakukan pada saat pengumpulan tinja. Pada saat itu tinja bisa langsung masuk ke dalam tangki pencerna dengan perbandingan air yang sudah ditentukan. Kemudian dibiarkan sampai dengan dua minggu. Selanjutnya tangki pencerna dikontrol pHnya dengan lakmus atau pH meter. Jika sudah mencapai pH 7 atau lebih, maka tutup tangki pencerna dapat dipasang. Perlakuan yang demikian ini dapat menghindari letusan yang tidak diinginkan. Hal ini disebabkan karena udara yang tersisa didalam tangki pencerna didorong keluar oleh gas bio yang terbentuk, sehingga reaksi antara gas metan dengan sisa udara tidak terjadi.

Untuk kelangsungan dan kelestarian produksi gas bio dari tangki pencerna, maka perlu adanya pengisian secara kontinyu. Disamping tangki pencerna berguna untuk menampung limbah tinja juga berfungsi sebagai tempat memproses menjadi bahan yang mudah digunakan untuk kepentingan makhluk hidup lainnya. Pengisian tangki pencerna ini sebenarnya berdasarkan pada lamanya limbah tinja habis terproses menjadi bahan organik lain maupun gas bio. Secara umum lamanya tinja habis terproses menjadi gas bio ini bermacam-macam. Selain dipengaruhi oleh kotoran yang digunakan, makanan yang digunakan juga suhu daerah yang bersangkutan. Perbandingan C/N akan menentukan lama tidaknya proses pencernaan. Umumnya semakin rendah C/N ratio pembentukan gas bio

lebih cepat, begitu juga proses pencernaannya. Namun yang lebih penting dalam proses pencernaan tinja menjadi gas bio ini adalah suhu udara atau suhu tanah. Suhu yang relatif tinggi di daerah tropis akan lebih cepat dalam proses pencernaan menjadi gas bio dibanding pada daerah yang mempunyai suhu rendah. Khusus daerah dataran tinggi tangki pencerna lebih direkomendasikan yang berada di bawah permukaan tanah agar suhu yang dikehendaki terpenuhi. Sedang untuk daerah panas atau dataran rendah bisa di atas atau di bawah permukaan tanah.

2.3.6. Sistem Pengurasan dan kontrol lanjutan

Bahan baku (tinja dan lain-lain asalkan bahan organik) pembentuk gas bio tidak seluruhnya dicerna oleh mikroba, melainkan ada yang mengapung, melayang dan mengendap. Bahan isian yang mengapung selalu berada di permukaan, sehingga lama-kelamaan akan menjadi tebal dan menghambat pembentukan gas bio.

Apabila akan melakukan pengurasan lebih baik dirancang terlebih dahulu. Sehingga semua bahan isian yang akan dikeluarkan diestimasi sudah tercerna seluruhnya. Setelah itu dilakukasn pengurasan. Untuk memudahkan pengurasan dapat dilakukan dengan cara memasukkan lubang air ke dalam lubang masukan. Masuknya air ke dalam lubang masukan dapat membuat bahan isian di dalam tangki pencerna banyak keluar dan sisanya menjadi encer. Keenceran bahan isian di dalam tangki pencerna akan mempermudah proses pemompaan keluar atau mengakhirnya substrat. Bagi daerah yang kekurangan air proses pengurasan dapat dilakukan dengan dua cara:

1. Secara manual
2. Dilakukan pada saat musim hujan

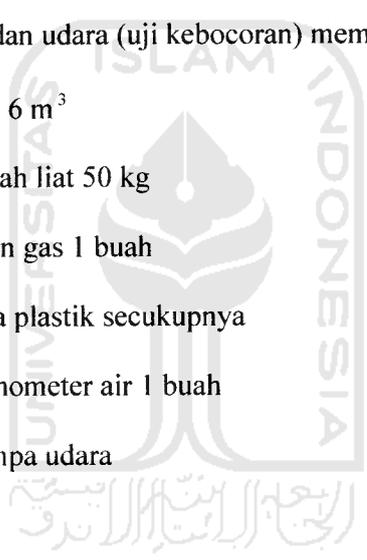
Pengurasan secara manual berarti menggunakan tenaga manusia seluruhnya. Cara ini dapat dilakukan setiap saat. Caranya sangat mudah saja yaitu mengeluarkan bahan isian dengan timba yang diikat tali. Jadi sedikit demi sedikit akhirnya menjadi habis. Umumnya cara ini membosankan para pemilik unit biogas. Akibatnya tidak sedikit unit biogas yang macet beroperasi karena tidak dilakukan pengurasan. Selain itu apabila timbanya terbuat dari seng dan mengurasnya melalui lubang mulut tangki pencerna membutuhkan pekerjaan yang hati-hati. Terkadang hal ini dapat merusak bibir mulut tangki pencerna. Namun demikian semua itu tergantung pada pemilik masing-masing untuk menghasilkan yang lebih baik.

Pengurasan pada saat musim hujan, prinsipnya sama dengan di atas yaitu mengalirkan air hujan ke dalam tangki pencerna melalui lubang masukan. Kemudian bahan isian terdorong keluar dan sisanya menjadi encer. Sisa bahan isian yang encer tersebut dapat dengan mudah dikeluarkan melalui proses pemompaan ataupun menggunakan gaya gravitasi. Setelah selesai pengurasan diadakan pembersihan dinding permukaan di dalam tangki pencerna. Selanjutnya di telaah keretakan dan kerusakan lainnya. Apabila terjadi keretakan berat, lebih baik plesternya dikelupas, kemudian ditutup yang baru. Sebaliknya apabila hanya terjadi pengelupasan cat, lebih baik yang mudah lepas dikelupas semua. Akhirnya baik yang ditambal atau dikelupas dicat semua agar terhindar dari kebocoran. Selang beberapa hari kemudian tangki pencerna dapat diisi seperti perlakuan pengisian awal. Perlakuan ini sebenarnya tidak hanya dilakukan satu kali

melainkan berkali-kali karena umur reaktor biogas dapat mencapai 30 tahun. Untuk itu pemeliharaan dan penelitian dalam mengoperasikan mutlak diperlukan.

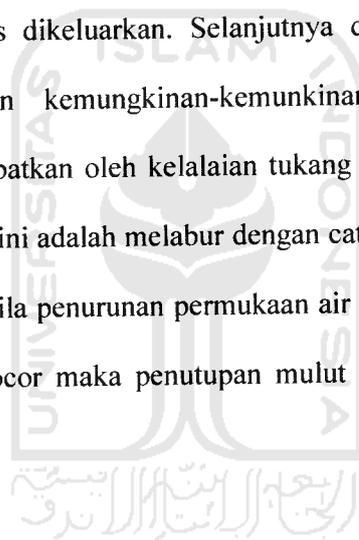
2.3.7. Uji kebocoran unit biogas

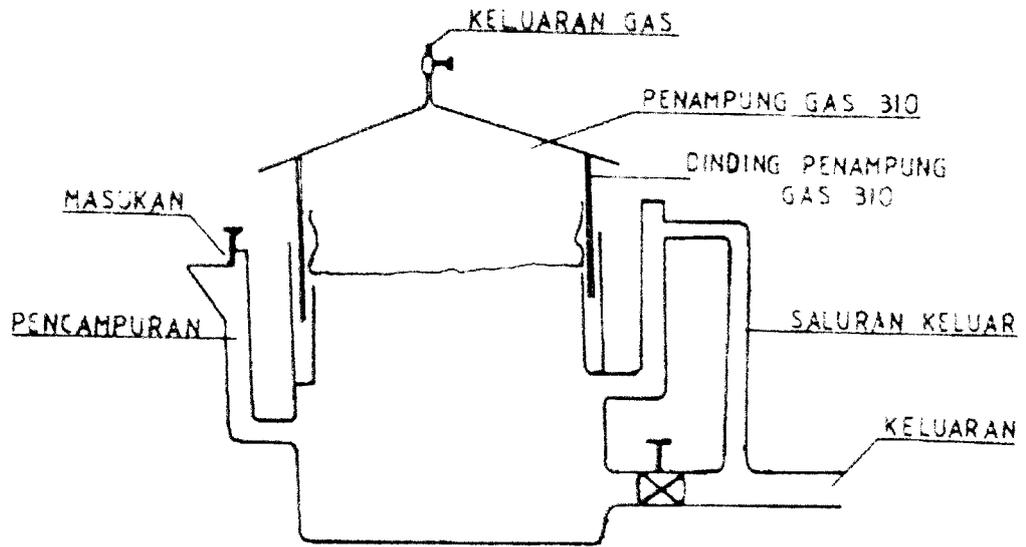
Bangunan unit biogas yang telah berumur satu minggu biasanya sudah kuat dan mulai mengeras. Hanya kededapan terhadap air dan udara masih diragukan. Pengecekan kededapan bangunan tangki pencerna terhadap air dan udara mutlak perlu dilakukan. Untuk melaksanakan pengecekan kededapan tangki pencerna terhadap air dan udara (uji kebocoran) memerlukan alat dan bahan sbb:

- 
- a. Alat : - Air 6 m³
 - Tanah liat 50 kg
 - b. Bahan : - Kran gas 1 buah
 - Pipa plastik secukupnya
 - Manometer air 1 buah
 - Pompa udara

Cara pengujian kebocoran bangunan unit biogas yaitu pertama masukkan air yang telah dipersiapkan ke dalam tangki pencerna sehari sebelum pelaksanaan uji kebocoran. Air yang digunakan bisa berasal dari mana saja yang penting jernih dan tidak kotor. Akan tetapi air yang paling baik adalah air alami yaitu air yang berasal dari sumber alam yang tawar atau sungai yang tidak tercemar bahan kimia.

Keesokan harinya apabila terdapat pengurangan air lebih dari 4 cm selama 24 jam dari permukaan berarti tangki pencerna masih kurang baik kekedapannya, apalagi terhadap udara. Namun demikian bukan berarti hal ini dapat dipastikan bocor, melainkan masih perlu pengecekan lanjutan. Beberapa ahli memang menyarankan sebaiknya memang harus diperbaiki lagi daripada dilanjutkan. Menurut pengalaman ternyata penurunan permukaan air 4 cm itu tidak banyak mempengaruhi kebocoran. Artinya masih dalam batas yang bisa ditoleransi. Sebaliknya apabila permukaan air turun melebihi 4 cm berarti jelas bocor. Untuk memperbaiki hal seperti ini berarti semua air yang ada di dalam tangki pencerna harus dikeluarkan. Selanjutnya dinding bagian dalam tangki pencerna diperhatikan kemungkinan-kemungkinan terdapat keretakan atau kebocoran yang diakibatkan oleh kelalaian tukang cat. Cara untuk memperbaiki dinding bagian dalam ini adalah melabur dengan cat kolam kembali sebanyak dua kali. Akan tetapi apabila penurunan permukaan air tidak banyak atau kurang dari 4 cm berarti tidak bocor maka penutupan mulut tangki pencerna dapat segera dilaksanakan.





Gambar 3. Contoh reaktor biogas yang disitasi oleh proyek laboratorium PST PPTMGB LEMIGAS Cepu



Gambar 4. Reaktor biogas (lubang distribusi gas) Jogja International Hospital



Gambar 5. Reaktor biogas (outlet) Jogja International Hospital



Gambar 6. Reaktor biogas (bak outlet) Jogja International Hospital



Gambar 7. Reaktor biogas (bak outlet) Bebeng

