

KAJIAN PENERAPAN SISTEM EKO-SANITASI DALAM PEMANFAATAN KEMBALI LIMBAH MANUSIA YANG TERLUPAKAN

Tri Prasetyo Sasimartoyo*

Abstrak

Keadaan sanitasi lingkungan di Indonesia baik di daerah perkotaan maupun perdesaan masih belum memadai, sehingga menimbulkan dampak yang sangat mengkhawatirkan terhadap kesehatan dan lingkungan. Salah satu faktor penting yang menentukan derajat sanitasi lingkungan adalah pembuangan limbah (tinja dan urine) manusia. Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa cakupan penduduk yang menggunakan sarana pembuangan limbah yang memenuhi syarat masih sangat rendah. Sebagian masyarakat masih membuang limbah di sembarang tempat, atau walaupun ada sarana pembuangan limbah, tetapi belum memenuhi syarat sanitasi. Walaupun berbagai upaya telah dilakukan, untuk meningkatkan jumlah penduduk yang mempunyai akses kepada sarana pembuangan limbah yang layak, namun peningkatan jumlah sarana tersebut tidak dapat mengejar tingkat pertumbuhan penduduk yang tinggi.

Penyediaan sarana pembuangan limbah khususnya tinja, yang diterapkan selama ini sebagian besar menggunakan sistem on-site yang belum banyak memberikan manfaat ekstra berupa pemanfaatan hasil samping, seperti biogas dan pupuk. Banyak penelitian telah dilakukan di berbagai negara yang menunjukkan manfaat tinja sebagai sumberdaya alam yang terbarukan hal ini dilakukan dengan menerapkan suatu sistem pembuangan tinja, yang selain memberikan jaminan kesehatan juga memberikan manfaat lainnya berupa alternatif sumber energi rumah tangga dan pupuk untuk pertanian. Pendekatan tersebut dikenal sebagai sanitasi ekologis atau ekosanitasi. Namun demikian, penerapan sistem tersebut harus mempertimbangkan faktor-faktor, antara lain jenis kegiatan utama penduduk, tingkat kepadatan penduduk, dan penerimaan masyarakat sehingga dampak pencemaran terhadap tanah dan air dapat dicegah. Makalah ini, mengkaji berbagai alternatif penerapan sistem ekosanitasi yang dapat diterapkan di suatu kelompok masyarakat tertentu. Diharapkan, kajian ini dapat membantu peningkatan status kesehatan masyarakat, melalui upaya peningkatan kondisi dan cakupan sarana pembuangan limbah, khususnya tinja serta pemanfaatannya sebagai sumber energi (penerangan & memasak) dan pupuk alternatif untuk peningkatan produksi pertanian.

Pendahuluan

Secara global, setiap hari penduduk dunia menghasilkan sekitar lebih dari 1,1 juta ton tinja, yaitu di daerah perkotaan sekitar 500 juta kg dan di daerah perdesaan sekitar 600 juta kg.¹ Dari bahan organik yang dapat dipecahkan (*biodegradable*) ini, sebagian besar dibuang dengan pengolahan yang sangat sedikit atau tidak sama sekali. Oleh karena itu, dapat menimbulkan dampak berupa pencemaran

lingkungan dengan bahan-bahan yang sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia dan lingkungan.

Ada perbedaan besar, antara negara berkembang dan sedang berkembang, khususnya mengenai penerapan sistem pembuangan limbah manusia. Di negara berkembang, umumnya orang menggunakan sistem pengumpulan limbah manusia secara aman melalui sistem saluran air limbah, sistem septik atau sistem sanitasi lainnya.

* Peneliti bidang Eko-efisiensi, Kesehatan Masyarakat & Lingkungan Kedepntian Bidang Pengkajian Kebijakan Teknologi (PKT) Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.

Namun, sejumlah besar dari air limbah tersebut tetap dibuang ke dalam lingkungan. Sebaliknya, di negara sedang berkembang, gambaran cakupan sanitasinya sangat berbeda, yaitu sebagian besar (sekitar 65%) dari penduduk di negara sedang berkembang tidak mempunyai sistem sanitasi yang tepat.¹

Menurut World Resources Institute², cakupan penduduk yang mempunyai akses sanitasi yang adekuat untuk Indonesia untuk periode 1990-1996 adalah 73% untuk perkotaan dan 43% untuk perdesaan (rata-rata 51%). Gambaran cakupan penduduk Indonesia yang menggunakan sarana jamban pada tahun 1997 menurut BPS dkk.³ yaitu sebesar 84% untuk daerah perkotaan, 50,4% untuk penduduk perdesaan, dan seluruhnya 60,1%.

Penduduk di negara sedang berkembang yang telah mempunyai sistem sanitasi *on-site*, seperti sistem tangki septik atau jamban (misalnya, jamban cemplung, leher angsa atau jamban kompos), sebagian masih mengandung risiko. Hal ini disebabkan karena beberapa sistem sanitasi *on-site* tidak sepenuhnya melindungi kesehatan manusia. Jenis sistem jamban lainnya seperti jamban kompos dan pengeringan, didesain untuk penggunaan kembali tinja untuk pertanian, sebagian terjadi salah pengelolaan, sehingga penghancuran patogen tidak dapat dipastikan. Namun, penyuluhan kesehatan kepada pengguna dan pengawasan seksama oleh aparat kesehatan mungkin dapat membantu desain dan pengelolaan sistem-sistem jamban dan membuat teknologi tersebut pilihan terbaik untuk penggunaan kembali tinja manusia.

Makalah ini mengkaji berbagai alternatif penerapan sistem *ekosanitasi* yang dapat diterapkan di suatu kelompok masyarakat tertentu. Diharapkan kajian ini dapat membantu peningkatan status kesehatan masyarakat melalui upaya peningkatan kondisi dan cakupan sarana pembuangan limbah khususnya tinja serta pemanfaatannya sebagai sumber energi (penerangan & memasak) dan pupuk alternatif untuk peningkatan produksi pertanian.

Permasalahan

Adopsi sistem saluran pembuangan perpipaan oleh banyak negara sedang berkembang yang umumnya mempunyai ketersediaan fasilitas sanitasi yang rendah menghadapi hambatan, karena memerlukan biaya empat kali lebih besar dibandingkan dengan sistem *on-site*, dan kebutuhannya akan penyediaan air perpipaan.⁴ Pembuangan *on-site* yang berkaitan dengan tinja dimana disimpan, dapat memberikan pemecahan yang higienis dan memuaskan untuk suatu kelompok masyarakat.

Pembuangan limbah manusia yang aman adalah sangat penting bagi kesehatan dan kesejahteraan yang dapat mempunyai pengaruh terhadap aspek sosial dan lingkungan dengan keterlibatan masyarakat secara aktif. Untuk banyak kelompok masyarakat berpenghasilan rendah, terutama di negara-negara sedang berkembang, instalasi dari sistem saluran pembuangan, dengan biaya mahal dan memerlukan penyediaan air perpipaan, merupakan pilihan yang tidak layak. Untuk masyarakat seperti ini, pembuangan *on-site* menawarkan suatu yang higienis dan pemecahan yang terjangkau.

Masalah-masalah yang Berkaitan dengan Pertumbuhan Kota antara lain Meliputi⁴:

- a. angka pertumbuhan perkotaan yang lebih dari 5% per tahun telah menghasilkan berkonsentrasinya penduduk miskin atau kurang mampu di pusat-pusat kumuh perkotaan dan di daerah terpencar di pinggiran kota,
- b. risiko kesehatan sangat tinggi di daerah tersebut, kepadatan yang tinggi mendorong terjadinya penyebaran infeksi penyakit yang ditularkan melalui udara, dan penyakit yang berkaitan dengan hygiene seperti diare,
- c. kurang gizi adalah umum dijumpai dan oleh karena itu penduduk lebih rentan terhadap infeksi yang berhubungan dengan air,
- d. beberapa infeksi dapat menyebar dengan cepat, karena sumber air adalah sensitif terhadap pencemaran limbah manusia, dan

-
-
- e. tantangan utama bagi mereka yang mempunyai perhatian terhadap kesehatan lingkungan adalah desain dan pengenalan terhadap sistem-sistem pembuangan limbah manusia yang sesuai dengan daerah padat, masyarakat berpenghasilan rendah.

Banyak hambatan dalam peningkatan kesehatan, melalui sanitasi yang lebih baik berpusat pada konteks politik, ekonomi, sosial dan budaya dari kesehatan serta penyakit. Menurut Franceys, Pickford, dan Reed⁴ hambatan yang menonjol meliputi antara lain: keterbatasan dana, kekurangan tenaga terampil/terlatih, pengoperasian dan pemeliharaan, logistik, kurangnya pengaturan "cost-recovery", tidak cukupnya upaya-upaya penyuluhan kesehatan, pengaturan kelembagaan yang tidak tepat, pelayanan penyediaan air yang terputus-putus, dan tidak dilibatkannya masyarakat.

Ada empat target utama untuk program peningkatan sanitasi yaitu pembangunan perdesaan, perbaikan perkotaan, perbaikan daerah kumuh pinggiran perkotaan dan daerah terpencar, dan pembangunan perkotaan baru. Pertanyaan yang muncul berkenaan dengan jenis teknologi yang sangat tepat dengan masyarakat yang harus dilayani dan bagaimana cara terbaik agar teknologi tersebut dapat diperkenalkan kepada masyarakat.

Masalah yang Berkaitan dengan Penyakit yang dapat ditularkan

Penyakit menular utama yang isidensnya dapat dikurangi dengan pengenalan terhadap pembuangan limbah manusia yang aman adalah penyakit infeksi-infeksi usus dan infestasi cacing, termasuk kholera, typhus dan deman paratyphus, disentri dan diare, cacing tambang, schistosomiasis dan filariasis. Kelompok berisiko tinggi: adalah anak berusia di bawah lima tahun, karena sistem kekebalan mereka tidak berkembang sepenuhnya dan mungkin selanjutnya dirusak oleh kekurangan gizi.

Masalah-Masalah yang Berkaitan dengan Aspek Sosial Budaya

Masalah-masalah ini antara lain meliputi hal-hal sebagai berikut⁴:

- a. pengenalan sistem eko-sanitasi *on-site* adalah jauh lebih dari sekedar penerapan dari teknik rekayasa sederhana – ini merupakan suatu intervensi yang mengandung suatu perubahan sosial yang besar.
- b. budaya membentuk perilaku manusia di dalam banyak cara yang berbeda termasuk peran yang melekat terhadap peranan-peranan yang berbeda dan apa yang diakui sebagai perilaku yang dapat diterima dari perorangan dan masyarakat.
- c. konsep bersih dan kotor, murni dan tercemar berkembang dengan baik di dalam agama-agama utama di dunia, dan mempunyai makna ritual spiritual yang penting maupun merujuk ke status fisik. Ketika penduduk diberitahu bahwa sarana sanitasi baru akan membuat lingkungan mereka "lebih bersih", adalah penafsiran mereka sendiri tentang konsep tersebut yang akan digunakan.
- d. mengidentifikasi kebutuhan untuk peningkatan sanitasi adalah lebih positif dibandingkan dengan memulai pemberian teknologi yang dianggap baik untuk masyarakat. Yang pertama bergantung kepada kerjasama antara pemberi pelayanan dan penerima manfaat yang datang melalui dialog dan pertukaran informasi.

Faktor Teknis yang Mempengaruhi Pembuangan Limbah Manusia

Dari segi sumber asal dari limbah, maka limbah yang dihasilkan di alam ini dapat berasal dari limbah domestik (rumah tangga), industri, perdagangan (komersial), dan dari alam lingkungan sendiri. Salah satu jenis dari limbah domestik adalah limbah manusia yang selanjutnya akan dibahas secara lebih rinci.

1. Volume Limbah-Limbah Segar Manusia

Jumlah tinja dan urine yang dihasilkan oleh setiap orang sangat berbeda tergantung kepada konsumsi air, iklim, pola konsumsi makanan dan pekerjaan. Untuk memperoleh data yang akurat harus dilakukan pengukuran secara langsung.

Dalam hal tidak tersedianya data dapat diperkirakan rata-rata untuk: Konsumsi

makanan protein tinggi di suhu yang agak sejuk (*temperate*): tinja 120 gram, urine 1,2 liter per orang per hari; dan konsumsi makanan sayur-sayuran di iklim tropis: tinja 400 gram, urine 1,0 liter per orang per hari.

Sebagai perbandingan, di bawah ini juga diberikan gambaran produksi limbah manusia dari berbagai sumber seperti terlihat pada Tabel 1 di bawah ini.⁴

Tabel 1
Jumlah Limbah Manusia Basah yang Dikeluarkan oleh Orang Dewasa
(dalam gram per orang per hari)

Tempat	Jumlah	Rujukan
China (laki-laki)	209	Scott (1952)
India	255	Macdonald (1952)
India	311	Tandon & Tandon (1975)
Peru (Indian perdesaan)	325	Crofts (1975)
Uganda (penduduk perdesaan)	470	Burkitt et al. (1974)
Malaysia (perdesaan)	477	Balasegaram & Burkitt (1976)
Kenya	520	Cranston & Burkitt (1975)

2. Karakteristik Limbah-Limbah manusia

Berikut disajikan data karakteristik limbah manusia dan urine manusia menurut Snell (1943, dikutip dari Shuval et al, 1981)⁴

seperti pada Tabel 2 di bawah ini. Dari tabel tersebut dapat diperoleh gambaran mengenai kandungan nutrisi dari limbah manusia yang diperlukan untuk aplikasi di pertanian.

Tabel 2
Karakteristik Limbah-Limbah Manusia dari Penduduk Campuran di Amerika 1930

Bahan	Berat per hari (gram)	Total residue (%)	Bahan organik (%)	Nitrogen (%)	Phosphoric acid (%)	Potassium (%)
Tinja	86	22,8	19,8	1,0	1,10	0,25
Urine	1.055	3,7	2,4	0,60	0,17	0,20
Total Limbah	1.141	5,15	3,7	0,63	1,4	0,20

3. Dekomposisi Tinja dan Urine

Proses dekomposisi terjadi segera setelah limbah manusia disimpan yang akhirnya menjadi bahan yang stabil tidak berbau dan mengandung nutrisi tumbuhan yang berharga. Selama dekomposisi, beberapa proses terjadi antara lain:

- a. senyawa organik kompleks seperti protein dan urea dihancurkan ke dalam senyawa yang lebih sederhana dan lebih stabil
- b. beberapa gas seperti amonia, metan, karbon dioksida dan nitrogen akan dihasilkan dan dilepaskan ke udara
- c. bahan yang terlarut dihasilkan yang mungkin meresap ke dalam lapisan

- bawah tanah dan sekitarnya atau terbilas oleh air penyiram atau air tanah
- d. bakteri patogen dirusakkan karena tidak tahan hidup di lingkungan bahan terdekomposisi.

Dekomposisi dilaksanakan oleh bakteri dan mungkin juga dibantu oleh jamur dan organisme lainnya. Aktivitas bakteri mungkin aerobik dan anaerobik. Selama proses dekomposisi, campuran tinja dan sayuran dalam kondisi aerobik suhunya dapat mencapai 70° C. Bakteri akan terbunuh pada suhu tersebut, selain mungkin juga dimangsa oleh bakteri lain dan protozoa atau mungkin kalah bersaing dengan keterbatasan makanan yang ada. Bahan terdekomposisi tersebut, dapat digunakan sebagai pupuk alamiah setelah tersimpan kurang lebih 2 tahun.

4. Volume Limbah-Limbah Manusia yang Terdekomposisi

Informasi yang tersedia mengenai angka dimana penyusutan berlangsung hanya sedikit, walaupun ada beberapa indikasi bahwa suhu merupakan faktor penting. Franceys, Pickford, dan Reed⁴ memberikan angka-angka akumulasi limbah manusia di tangki septik di 5 negara (Zimbabwe, West Bengal, Philippines, USA, dan Brazil) yang berasal dari berbagai penulis dengan kisaran antara 20 – 60 liter per orang per tahun.

Pendekatan Baru Ekosanitasi On-Site

Di dalam kehidupan masyarakat moderen dewasa ini, salah satu masalah tersulit adalah bagaimana caranya membuang kotoran limbah manusia manusia. Berbagai upaya telah dilakukan baik oleh pemerintah maupun badan-badan internasional, namun jumlah rumah tangga tanpa dilengkapi dengan fasilitas sanitasi yang adekuat semakin bertambah.

Secara global, diperkirakan dewasa ini penduduk dunia yang tanpa dilengkapi dengan fasilitas jamban berjumlah sekitar 2.000 juta. Pada awal abad yang akan datang jumlah ini akan bertambah menjadi 3.000 juta. Pendekatan konvensional terhadap

upaya sanitasi yaitu “*flush-and-forget*” atau “siram-dan-lupakan” tidak dapat memecahkan masalah ini.⁵

Pembuatan saluran jamban adalah mahal, menggunakan air bersih dalam jumlah banyak hanya untuk menyingkirkan sejumlah kecil limbah manusia, yang dapat mencemari air tanah, aliran badan air, danau-danau, dan lautan. Beberapa sistem bahkan tidak dapat dipertimbangkan untuk sebuah alternatif.

Suatu pendekatan baru sedang muncul. Mereka menyebutnya sebagai “*eco-sanitation*” atau “*eko-sanitasi*”, dimana “*eko*” berarti secara ekologis atau ekonomis.⁵ Ekologis, berarti dapat diterima oleh lingkungan dan dapat menekan timbulnya gangguan risiko kesehatan sekecil-kecilnya; sedangkan ekonomis, berarti dapat memberikan nilai tambah yang dihasilkan dari pemanfaatan bahan buangan olahan.

Pendekatan Eko Sanitasi Meliputi :

- a. mengatur sepenuhnya penggunaan air sebagai media transport limbah manusia
- b. berupaya tercapainya “*zero discharge*”, dan
- c. memberikan kemampuan kepada kita untuk menggunakan kembali kencing dan limbah manusia (tinja) manusia sebagai peningkatan kesuburan tanah dan produksi tanaman pangan.

Prinsip dasar dari ekosanitasi adalah “jangan mencampur”. Jangan mencampur air dan tinja manusia, jangan mencampur air kencing dan tinja, jangan mencampur bahan organik yang dapat dibuat kompos dengan bahan kimia berbahaya.

Sanitasi ekologis bukan hanya untuk negara-negara miskin. Di Swedia sejumlah jamban ekologis telah lama berada di pasaran. Sebuah contoh, (“*WM Ekologen*” *system*) yang didasarkan kepada pemisahan urine pengeringan tinja. Urine disimpan di dalam tangki bawah tanah sampai digunakan kembali sebagai pupuk.⁵ Tinja dikeringkan di dalam sebuah ember secara langsung di bawah tempat duduk jamban. Jamban diletakkan di dalam rumah. Sistem ini biasanya digabungkan dengan sarana pengolahan air limbah setempat dan terpisah.

Proyek-proyek di beberapa negara menunjukkan bahwa dengan pengelolaan yang seksama, yang dihasilkan dari motivasi yang tinggi dan saling pengertian dari semua anggota keluarga yang terlibat, sistem eko-sanitasi dapat berfungsi dengan baik. Tantangannya sekarang adalah membuktikan bahwa eko-sanitasi adalah memungkinkan dan bukan hanya suatu alternatif yang kurang baik terhadap pembuatan saluran jamban. Diperlukan untuk mengembangkan suatu rentang pilihan untuk berbagai variasi geografis dan kondisi sosiobudaya; model-model untuk pasaran tingkat atas dan menengah; pemecahan-pemecahan untuk permukiman tidak teratur perkotaan dan perumahan susun, jamban prefabrikasi yang dapat dipindahkan untuk kaum miskin dan penggunaan sementara selama keadaan darurat.

Manfaat nyata dari pendekatan baru terhadap sanitasi terletak pada implikasinya untuk kesehatan, ekologi and ekonomi pemerintahan kota; pencemaran lingkungan yang rendah, penurunan konsumsi air, penghematan yang banyak dalam bangunan-bangunan saluran dan pengolahan, peningkatan kesempatan kerja, dan akhirnya, penciptaan sumber berharga untuk produksi pangan dan pengembangan "waste-land".

Penggunaan Kembali Limbah Manusia

Menurut Franceys, Pickford, dan Reed⁴, limbah manusia seyogyanya dihargai sebagai suatu sumber daya alam yang dikonservasi dan digunakan kembali di bawah pengaturan yang hati-hati daripada dijadikan barang yang dibuang. Pendapat tersebut sangat tepat mengingat akhir-akhir ini masyarakat sering menghadapi kelangkaan sumberdaya alam

yang merupakan kebutuhan dasar hidup manusia.

Limbah manusia yang digunakan kembali dapat berasal dari:

- a. *night-soil*, termasuk yang dikumpulkan oleh sistem saluran perkotaan atau kontraktor swasta, dan yang berasal dari rumahtangga-rumahtangga perorangan atau kelompok rumah dan digunakan untuk kebun atau pertanian mereka sendiri;
- b. bahan padat berasal dari jamban gali yang penuh;
- c. *sludge*, *scum* dan cairan dari tangki septik, *aqua-privies*, *vaults* dan *cesspit*; dan
- d. air limbah yang belum dan sudah terolah serta *sludge* dari bangunan pengolah air limbah.

Terdapat 3 metode dasar untuk menggunakan sumberdaya alam di atas yaitu:

1. Penggunaan di Pertanian

Limbah manusia kaya akan sumber nitrogen dan nutrisi lainnya yang diperlukan tanaman untuk tumbuh. Metoda umum untuk penggunaan kembali yaitu aplikasi langsung kepada tanah sebagai pupuk. Sebagai contoh, *night-soil* mengandung kira-kira nitrogen 0,6%, posfor 0,2%, dan potassium 0,3% yang semuanya merupakan nutrisi yang bernilai.⁴

Strauss (1985) memberikan perkiraan kandungan nutrisi dari berbagai pupuk alam termasuk limbah manusia yang dikutip oleh Mara dan Cairncross⁷ seperti disajikan pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3
Perkiraan Kandungan Nutrisi dari Berbagai Pupuk Alamiah

Jenis pupuk	Kandungan nutrisi (% berat kering)		
	Toal N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Tinja manusia	5 – 7	3 – 5,4	1 – 2,5
Urine manusia	15 – 19	2,5 – 5	3 – 4,5
Night-soil segar	10,4 – 13,1	2,7 – 5,1	2,1 – 3,5
Pupuk segar ternak	0,3 – 1,9	0,1 – 0,7	0,3 – 1,2
Pupuk babi	4 – 6	3 – 4	2,5 – 3
Residu tanaman	1 – 11	0,5 2,8	1,2 11

Limbah manusia, di samping yang berasal dari penyimpanan dalam *double-pit latrine* (jamban jamak), cara pengolahan yang paling tepat adalah dengan pengomposan. Pengolahan ini dapat menghilangkan kemungkinan penularan penyakit. Pengomposan ini telah dipraktikkan oleh para petani dan pekebun di seluruh dunia selama beberapa abad. Sebagai contoh di Cina, menurut McGarry & Stainforth (1978) praktek pengomposan limbah manusia ini bersama dengan sisa tanaman telah berhasil meningkatkan kemampuan tanah menunjang kepadatan penduduk yang tinggi tanpa kehilangan kesuburan untuk lebih dari 4000 tahun.⁴ Penggunaan pupuk kompos ini telah memenuhi sepertiga dari seluruh kebutuhan pupuk untuk pertanian di Cina.

2. Penggunaan untuk Perikanan Kolam

Praktek pembuangan limbah manusia ke dalam kolam ikan sudah umum dilakukan di negara-negara di Asia termasuk Indonesia. Di beberapa tempat, jamban langsung dibangun di atas atau di sepanjang pinggiran kolam ikan; di suatu tempat dimana *night-soil* dicurahkan dari roda, tangker, atau ember.⁷

Terdapat 3 risiko kesehatan yang berhubungan dengan kegiatan ini yaitu meliputi:

- a. bakteri patogen mungkin ditularkan pada permukaan badan atau di dalam usus ikan tanpa menyebabkan penyakit yang jelas pada ikan; selanjutnya bakteri patogen mungkin diteruskan ke orang-orang yang menangani ikan,
- b. cacing, terutama *flukes*, mungkin ditularkan ke orang-orang yang makan ikan terinfeksi yang belum dimasak secara benar, dan
- c. cacing dengan *intermediate host* (misalnya *schistosoma* dengan keong air) mungkin dapat melanjutkan lingkaran hidup mereka di kolam.

3. Penggunaan untuk Produksi Gasbio

Pencarian energi alternatif telah mengarah kepada pemanfaatan limbah organik untuk

menghasilkan bahan bakar untuk memasak dan penerangan. Sebuah instalasi gasbio terdiri dari sebuah ruang tabung di dalam mana limbah manusia difermentasikan, menghasilkan gas yang mengandung 60% gas metan. Sejumlah kecil bangunan biogas dioperasikan seluruhnya dengan limbah manusia, misalnya, di Patna, India sebuah jamban dengan 24 tempat duduk melayani beberapa ribu penduduk dan menghasilkan energi yang cukup untuk menerangi jalan sepanjang 4-km.⁴ Di Cina, menurut Li (1984)⁴, terdapat sekitar 7 juta bangunan biogas yang menggantungkan kepada sumber bahan baku kotoran hewan (biasanya babi) dan limbah manusia. Produksi biogas dari seekor lembu atau sapi berukuran sedang dapat memberikan sekitar 20 kali lipat dibandingkan dengan biogas yang dihasilkan dari limbah seorang dewasa. Minimum pengisian bahan baku sekurangnya berasal dari satu atau empat ekor (yang lebih umum) sapi dan sebuah keluarga penduduk. Produksi gas harian adalah mendekati sebanding sepertiga dari ukuran ruang pencernaan.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Selama ini limbah manusia (tinja dan urine) masih dianggap oleh sebagian besar masyarakat kita sebagai suatu barang yang tidak berguna dan harus dibuang karena tidak dikehendaki.

Sejauh ini pengalaman di seluruh dunia telah menyediakan berbagai pilihan teknologi sanitasi terutama *on-site*, hanya masalahnya tidak semua teknologi tersebut telah dimasyarakatkan secara luas karena berbagai keterbatasan.

Masih terjadinya salah pengelolaan sehingga tidak menjamin pembasmian bakteri patogen dalam upaya-upaya pemanfaatan kembali limbah manusia untuk keperluan pertanian, kolam ikan dan produksi biogas, sehingga masih memungkinkan terjadinya penularan penyakit.

Saran

Dengan semakin langkanya sumberdaya alam, seyogyanya masyarakat Indonesia sudah mulai dapat dan meningkatkan pemanfaatan limbah manusia yang merupakan “sumberdaya alam yang terbarukan” melalui prinsip eko-sanitasi dengan tetap mengutamakan prinsip pencegahan gangguan risiko kesehatan yang sekecil-kecilnya.

Perlu adanya upaya yang terpadu untuk memasyarakatkan pemanfaatan limbah manusia melalui proyek-proyek percontohan eko-sanitasi dalam rangka peningkatan cakupan sarana sanitasi yang ada pada khususnya dan kesehatan masyarakat pada umumnya melalui pendekatan sosial budaya.

Perlunya upaya bimbingan dan penyuluhan kesehatan serta monitoring dari petugas kesehatan terutama untuk pilihan-pilihan teknologi eko-sanitasi *on-site* yang paling tepat bagi suatu kelompok komunitas tertentu dengan risiko gangguan kesehatan yang sekecil-kecilnya.

Definisi Sanitasi:

- *WHO Expert Committee on Environmental Sanitation* (1950)⁴ memberikan definisi sanitasi yaitu “meliputi pengawasan penyediaan air minum masyarakat, pembuangan tinja dan air limbah, pembuangan sampah, vektor-vektor penyakit, kondisi perumahan, penyediaan dan penanganan makanan, kondisi atmosfer, dan keselamatan lingkungan kerja.”
- Dalam perjalanannya, pengertian sanitasi kemudian dibatasi hanya mengenai hal yang berhubungan dengan pembuangan

tinja dan air limbah.⁴

- *WHO Study Group* 1986 memberikan arti sanitasi sebagai suatu cara dalam pengumpulan dan pembuangan tinja dan limbah cair masyarakat dengan cara yang higienis sehingga tidak membahayakan kesehatan para individu dan masyarakat secara keseluruhan.⁴
- Winblad memberikan arti “eko-sanitasi”, dimana “eko” berarti secara ekologi atau ekonomik.⁵

Daftar Pustaka

1. Biro Pusat Statistik (BPS) [Indonesia] dan Kantor Menteri Negara Kependudukan/Badan Koordinasi Keluarga Berencana Nasional (BKKBN), dan Departemen Kesehatan (Depkes) dan Macro International Inc. (MI). 1998. *Survei Demografi dan Kesehatan Indonesia 1997*. Calverton, Maryland: BPS dan MI.
2. Franceys, R., Pickford, J., and Reed, R., 1992. *A Guide to the Development of On-Site Sanitation*. Geneva: WHO.
3. Mara, D. and Cairncross, S. (1989). *Guidelines for the safe use of wastewater and excreta in agriculture and aquaculture*. Geneva: WHO.
4. Nihin, Dj. 1999. *Paradigma Baru Pemerintahan Daerah Menyongsong Millenium Ketiga*. Jakarta: P.T. Mardimulyo.
5. WHO.1997. *Health and Environment in Sustainable Development: Five Years after the Earth Summit*. Geneva:
6. WHO.World Resources Institute. 1998. *World resources 1998-99: A Guide to the Global Environment*. WRI, UNEP, UNDP, The World Bank. New York: Oxford University Press.
7. WHO.1997. *WHO Environmental Health Newsletter*, October 1997. Geneva: WHO.