

ANALISIS KESEHATAN DAN KEAMANAN LINGKUNGAN PADA PENGELOLAAN SAMPAH KOTA BENGKULU

Ahmad Yani ¹, Dina Susan Lucia ², Reflis ³, Mutofa Romdan ⁴,
Satria Putra Utama ⁵
Universitas Bengkulu

SUBMISSION TRACK

Submitted : 21 Februari 2025
Accepted : 28 Februari 2025
Published : 1 Maret 2025

KEYWORDS

Analisis Kesehatan, Keamanan Lingkungan, Pengelolaan Sampah.

CORRESPONDENCE

E-mail:

¹ madyani12345678@gmail.com,

² dinasusan937@gmail.com

³ reflis@unib.ac.id

⁴ mustofaromdan@unib.ac.id

⁵ satriaputrautama@unib.ac.id

A B S T R A C T

Latar belakang: Dokumen Permasalahan yang ditimbulkan oleh air hujan yang meresap ke dalam timbunan sampah adalah mikro organisme pathogen serta bahan berbahaya dan beracun yang ada pada timbunan sampah akan terbawah oleh aliran air hujan, yang pada akhirnya akan mencemari air tanah dan sungai. Masalah lain adalah Konsentrasi tinggi gas metana dan oksigen dapat menimbulkan ledakan dan terbakarnya sampah yang dapat mengakibatkan kematian manusia dan kerusakan tempat tinggal penduduk. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui : (1) Komposisi zat pencemar lingkungan (lindi) yang bersumber dari tempat pembuangan akhir, (2) Komposisi gas pada lahan urug yang menyebabkan; gangguan Kesehatan dan keamanan lingkungan (3) Jenis-jenis penyakit yang terjadi pada pemukiman disekitar tempat pembuangan akhir, (4) Pengaruh keberadaan tempat pembuangan akhir dengan keadaan sosial ekonomi warga di sekitar tempat pembuangan akhir. **Metode:** Penelitian Aspek pencemaran lingkungan dilakukan dengan analisis kimia yang menggunakan sampel-sampel organik, lindi dan gas dari zone III dan IV (2022-2026) tempat pembuangan akhir. Penelitian aspek Kesehatan lingkungan dengan survai meliputi ; (1) frekwensi jenis penyakit di 3 lokasi pemukiman yaitu berjarak 0,4-0,6 km, 2,4-2,6 km dan 9,9-10,1 km dari tempat pembuangan akhir. (2) jenis penyakit dan jumlah orang yang berobat di Pusat Kesehatan Masyarakat Kecamatan Selebar Kota Bengkulu (2022-2026), untuk evaluasi pengelolaan sampah dilakukan survai biaya dan manfaat. **Hasil:** Penelitian menunjukkan (1) nilai rata-rata parameter BOD, PH, Suhu, HG, NO₂, NO₃ dan H₂S berada di bawah baku mutu limbah cair, Nilai rata-rata COD 1,748 ppm, NH₃ 400,47 ppm, ortofosfat 3,13 ppm, dan P total 5,86 ppm melampaui baku mutu limbah cair, berarti masih perlu proses pengolahan lindi. (2) komponen gas CH₄ cukup tinggi yaitu 47, 91% (3) Jenis penyakit menular yang mengganggu kesehatan warga disekitar tempat pembuangan akhir adalah penyakit infeksi saluran pernafasan akut bagian atas, (4) Pendapatan dan perpindahan warga disekitar tempat pembuangan akhir tidak banyak mengalami perubahan. (5) Nisbah C/N adalah 10,34 dan nisbah C/P adalah 9,47. Nisbah C/P sebesar 9,47 menunjukkan bahan organik dari tempat pembuangan akhir belum layak digunakan sebagai pupuk kompos (6) Analisis biaya dan manfaat menunjukkan nilai NPV lebih besar dari 0, B/C ratio lebih besar dari 1 dan IRR 16%. **Simpulan:** Yang berarti Pengelolaan sampah tersebut adalah layak. Upaya untuk mengurangi dampak negatif dari penimbunan sampah adalah melakukan pengolahan lindi secara optimum dan memanfaatkan gas CH₄ sebagai pembangkit tenaga listrik.

2024 All right reserved

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

PENDAHULUAN

Perkembangan suatu daerah atau Kota yang pesat mendorong pertumbuhan populasi penduduk berjalan dengan cepat, Salah satu konsekwensi yang tidak dapat dihindarkan dari

perkembangan yang pesat ini, adalah semakin tingginya kuantitas dan jenis sampah yang terjadi pada suatu daerah atau kota tersebut. Oleh karena itu diperlukan satu jenis pengelolaan sampah yang sehat dan aman lingkungan, efisien, efektif dan ekonomis, pengelolaan sampah dapat dilakukan dengan cara lahan urug (landfill). Untuk mendapatkan pengelolaan sampah yang sehat dan aman lingkungan, semua tahapan yang telah ditentukan dalam pengelolaan sampah, seperti halnya, penghamparan sampah, pemadatan sampah, penimbunan tanah, pemasangan bahan tekstil (geotextile) harus dilaksanakan dengan baik. Sebaiknya apabila terjadi penyimpangan terhadap tahapan pengelolaan sampah, maka akan terjadi pengelolaan sampah yang tidak sehat dan tidak aman lingkungan. Dengan penelitian, Hal ini dapat dibuktikan melalui pengujian bahan kimia dan gas yang keluar dari lahan urug tersebut.

Secara umum dampak positif dari penimbunan sampah antara lain adalah (1) Pada sampah biasanya banyak terdapat zat-zat yang dibutuhkan oleh tanaman, seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K). (2) sampah biasanya banyak terdapat gas metana (CH_4), yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi (pembangkit tenaga Listrik), Pemnfaatn Gas metana (CH_4), sebagai sumber energi, akan mengurangi jumlah gas metana (CH_4) yang terbuang keudara.

TINJAUAN PUSTAKA

Sampah merupakan segala bentuk limbah padat yang berasal dari kegiatan manusia. Sampah organik atau sisa makanan yang mudah membusuk disebut garbage dan sampah organik atau sisa makanan yang mudah membusuk disebut rubbish, Sampah-sampah domestic pada umumnya didominasi oleh bahan-bahan organik, meskipun tipe dan komposisinya sangat bervariasi, dari satu kota ke kota lainnya, bahkan dari hari ke hari. Type dan komposisi sampah sangat mempengaruhi sifat-sifat sampah. Peningkatan penggunaan bahan-bahan kimia dalam kegiatan rumah tangga seperti bahan-bahan pembersih deterjen dan obat-obatan, akan sangat mempengaruhi proses-proses yang terjadi dalam sampah. Peningkatan penggunaan berbagai jenis plastic, telah meningkatkan jumlah bahan padat yang tidak dapat terurai dalam sampah.

Pada umumnya di Indonesia system pengelolaan sampah kota dilakukan dengan cara pengumpulan, pengangkutan dan pembuangan (Wahyono, Sahwan dan Suryanto, 2003). Pembuangan sampai ditempat pembuangan akhir (TPA) dapat dilakukan dengan cara (1) open dumping. Keuntungan TPA dengan cara open dumping: memerlukan biaya yang relatif lebih murah dan pengoperasian yang lebih mudah. Kerugian TPA dengan cara open dumping; TPA sebagai sumber bau busuk, sebagai pencemar lingkungan dan sebagai tempat berkembang biaknya penyakit menular. (2) Saniatry landfill keuntungan TPA dengan cara sanitary landfill : bau busuk, pencemaran lingkungan dan berkembang biaknya penyakit menular dapat dihindarkan. Kerugian TPA dengan cara sanitary landfill : memerlukan biaya yang relative lebih mahal dan pengoperasiaan yang lebih sulit. Menurut Slamet (2000), tujuan pengelolaan sampah adalah mengubah sampah menjadi bentuk yang tidak menimbulkan pencemaran udara, pencemaran air tanah, sarang tikus dan menekan volume sampah.

Pengelolaan sampah yang dianggap terbaik hingga saat ini adalah penimbunan dan pemadatan secara berlapis-lapis (sanitary landfill). Sampah tidak boleh terbuka selama 24 jam, karena apabila air hujan yang terserap ke lapisan tanah dan melalui lapisan sampah akan terbentuk cairan yang disebut lindi. Lindi mengandung padatan terlarut zat-zat lain yang merupakan hasil perombakan bahan organik oleh mikroba. Lindi tersebut dapat mengalir Bersama air permukaan dan meresap ke dalam lapisan-lapisan tanah dan masuk ke dalam air tanah.

Pencemaran lingkungan adalah masuknya bermacam-macam makhluk hidup, bahan-bahan, zat-zat pada suatu lingkungan, yang menyebabkan timbulnya pengaruh yang berbahaya terhadap lingkungan tersebut. Karena adanya perubahan yang bersifat fisik, kimiawi, maupun biologis (Supardi, 1994). Tiap pencemaran lingkungan mempunyai derajat pencemaran atau

tahap pencemaran yang berbeda. Perbedaan tersebut didasarkan pada konsentrasi zat pencemar, waktu tercemar, lamanya kontak antara bahan pencemar dengan lingkungan. Salah satu contoh peristiwa pencemaran lingkungan adalah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh zat pencemar yang berasal dari timbunan sampah. Menurut Wahyuningsih dan setiadi (2000) di wilayah perkotaan, pencemaran lingkungan dapat disebabkan oleh zat pencemaran yang berasal dari sampah pemukiman, pasar dan perkantoran. Kasus pencemaran lingkungan merupakan suatu kasus yang sukar dilihat oleh mata.

Kesehatan lingkungan sangat erat hubungan dengan mikrobiologi lingkungan, Mikrobiologi lingkungan adalah ilmu yang mempelajari pengaruh organisme atau makhluk renik dalam lingkungan beberapa jenis mikroorganisme yang terdapat dalam lingkungan adalah bakteri virus, protozoa, cendawan, ganggang. Jenis-jenis mikroorganisme yang dapat berkembang biak dengan cepat dalam sampah adalah bakteri dan Jamur. Sampah merupakan sumber beberapa jenis penyakit menular, tidak menular, keracunan dan lain-lain.

Penyakit kolera adalah suatu penyakit berak-berak disertai muntah yang ditimbulkan oleh toksin yang dihasilkan oleh *Vibrio cholerae*, dalam usus halus (Soemarsono, 1993). Menurut Slamet (2000), kolera adalah penyakit usus halus yang akut dan berat, sering mewabah mengakibatkan banyak kematian. Masa inkubasi berkisar antara 1-2 hari. Gejala utamanya adalah muntaber, dehidrasi, dan berlangsung dalam waktu yang cepat. Keganasan penyakit kolera dapat menyebabkan kematian bagi manusia dalam waktu \pm 2 jam karena dehidrasi.

Penyakit tipus adalah penyakit infeksi usus halus, yang disebabkan oleh bakteri *Salmonella typhi*. Tipus lebih banyak dijumpai dinegara berkembang yang penyediaan air bersih, sanitasi lingkungan dan kebersihan individunya kurang baik (Rivai, 1989). Berbeda dengan kolera angka kematian tipus berkisar antara 10% sebelum penemuan antibiotika dan menurun sampai 2 – 3 % setelah adanya antibiotika gejala utamanya adalah panas yang terus menerus dengan taraf kesadaran yang menurun, dengan masa inkubasi 1-3 minggu (rata-rata 2 minggu) setelah infeksi (Slamet, 2000).

Penyakit Hepatitis adalah peradangan pada sel-sel hati. Penyakit Hepatitis A dikenal juga sebagai hepatitis infectiosa, disebabkan oleh virus Hepatitis A (Slamet. 2000) Bila peradangan berlangsung kurang dari 6 bulan disebut hepatitis akut dan bila berlangsung lebih dari 6 bulan disebut hepatitis kronis (Prodia, 1998). Penyakit ini didapat diseluruh dunia juga dalam bentuk wabah. Gejala utama adalah demam akut, dengan perasaan mual dan muntah. Hati membengkak, dan sklera mata menjadi kuning (icterus), diikuti oleh iktirus seluruh kulit. Oleh karena itu, orang awam menyebut hepatitis ini sebagai penyakit kuning. Gejala-gejala penyakit hepatitis A timbul biasanya 2-3 minggu setelah terjadi infeksi(Raharja). Angka kematian biasanya kurang dari satu persen, tetapi seringkali meninggalkan kerusakan pada hati, terutama apabila penyakit diderita lebih dari satu kali. Kerusakan jaringan tidak tampak dari luar, tetapi membuat orang menjadi lemah. Bila kerusakan jaringan hati cukup luas (pada cirrhosis), maka aliran darah dari vena porta terhambat, sehingga terjadi edema ditungkai bawah dan akhirnya cairan tubuh terkumpul juga di rongga perut atau terjadi ascites penderita tanpa kurus, tetapi perutnya sangat buncit akibat cairan. Cirrhosis hepatitis banyak ditemui di daerah yang kekurangan gizi.

Penyakit disentri amuba disebut juga amoebiasis disebabkan oleh protozoa *Entamoeba histolytica*. Penyakit ini didapat diseluruh dunia dalam bentuk endemi. Disentri amuba tidak menyebabkan dehidrasi. Penyakit ini sering pula ditemukan tanpa gejala yang nyata, sehingga seringkali menjadi kronis, Apabila tidak diobati dapat menimbulkan berbagai komplikasi, seperti abses hati, radang otak, dan perforasi usus. Pada pemukiman yang sanitasinya kurang baik penyakit disentri amuba seringkali menyebar lewat air dan makanan yang terkontaminasi tinja dengan kista amuba dan ditularkan oleh lalat (Faisal 2001). Amuba membentuk kista cukup lama didalam lingkungan, oleh karena itu penularan penyakit disentri amuba mudah

terjadi (Slamet 2000). Karena penyakit disentri amuba ini kronis, maka penderita sering tidak dapat bekerja.

Penyakit demam berdarah adalah penyakit menular yang ditandai dengan panas (demam) dan disertai dengan pendaharaan (Abednego, 1997). Penyakit demam berdarah disebut juga Dengue Haemorrhagic fever (DHF). Penyebabnya adalah virus yang tergolong virus, dengue. Penyakit ini menyebar dengan cepat diantara masyarakat, karena vektornya tersedia yaitu *Aedes aegypti*, dan manusia sama sekali tidak mempunyai kekebalan terhadap. Tempat-tempat yang dapat dijadikan sarang nyamuk *aedes aegypti* banyak sekali, yaitu kaleng-kaleng atau potongan bamboo yang terisi air hujan, bak-bak penampungan air atau reservoir air bersih. Oleh karena itu, factor lingkungan seperti masalah persampahan dan air sangat berpengaruh terhadap berkembang biaknya bibit penyakit demam berdarah adalah : (1) Pada pemukiman dilakukan pemberantasan vector dengue dengan cara menyemprotkan insektisida pada sarang nyamuk *Aedes aegypti*. (2) Membersihkan halaman rumah dari kaleng-kaleng, botol-botol pecah dan benda lain yang memungkinkan nyamuk bersarang. (3) Menguras bak-bak penampungan air minimal 1 kali seminggu (Soetaryo, 1989).

Penyakit menular bawaan sampah dapat juga disebarkan lewat udara. Penyakit menular yang disebarkan oleh udara secara langsung bagi masyarakat, disebut airborne, Jenis mikroba yang ditularkan lewat udara adalah bakteri dan virus (Daulay,1992). Menurut Nelwan (1996), penyakit infeksi saluran pernafasan akut bagian atas dapat menular dengan cepat dan virus penyebab ISPA adalah Rhinovirus Penyakit yang termasuk kedalam ISPA adalah rintis akut (Infeksi rongga hidung), sinusitis akut (radang sinus), faringitis akut (radang tenggorok), tonsillitis akut (radang kelenjar amandel), laryngitis akut (radang pita suara). Menurut Sukar (1997) penyakit infeksi saluran pernafasan akut bagian atas meliputi nasopharyngitis, otitis media pharyngotonsilitis dan epiglottitis.

Yang dimaksud dengan keadaan sosial adalah adanya pengaruh dari kegiatan pengelolaan sampah terhadap keadaan sosial dan ekonomi bagi warga atau masyarakat maupun pemerintah, disekitar lokasi pengelolaan sampah tersebut. Pada umumnya keberadaan pengelolaan sampah pada suatu lokasi, menimbulkan dampak positif dan negative secara langsung maupun tidak langsung.

Menurut Slamet (2000) yang dimaksud dengan Kesehatan masyarakat adalah Kesehatan yang diperoleh masyarakat melalui pencegahan dan pemberantasan penyakit yang dilaksanakan dengan partisipasi masyarakat secara penuh. Kesehatan masyarakat didefinisikan sebagai kiat untuk mencegah penyakit, memperpanjang harapan hidup, dan meningkatkan Kesehatan dan efisiensi masyarakat, melalui usaha. Melalui usaha masyarakat yang terorganisir melaksanakan sanitasi lingkungan, pengendalian penyakit menular, Pendidikan hygiene perseorangan, mengorganisir pelayanan medis dan perawatan, dan membangun mekanisme sosial (2) terjadi penurunan tingkat kerukunan warga disekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA), karena adanya kondisi Kesehatan lingkungan hidup yang tidak memadai. (3) terjadi perpindahan tempat tinggal warga sebagai dampak dari keberadaan pengelolaan sampah.

Ekonomi lingkungan Suparmoko, 2000) adalah ilmu yang mempelajari pemanfaatan lingkungan sedemikian rupa, sehingga fungsi atau peranan lingkungan dapat dipertahankan penggunaannya dalam jangka Panjang. Kaitannya dengan pengelolaan sampah, bagian terpenting dalam ekonomi pengelolaan sampah adalah analisis biaya dan manfaat (benefit-cost analysis).

Pada pengelolaan sampah ditempat pembuangan akhir (TPA) Air Sebakul, Batasan pemilihan fraksi dan parameternya diutamakan pada kapasitas tamping tempat pembuangan akhir, volume timbunan sampah, laju pertumbuhan sampah organik, laju pertumbuhan sampah organic , factor pertumbuhan sampah organic, kofesien volume timbunan sampah. Fraksi lahan

terpaksa, factor penggali lahan terpakai untuk sampah organic, factor pengaji lahan terpakai untuk sampah organic dan nilai pembentuk grafik (Djojmartono 2000).

Sejak tahun 1993 Pemerinttah Kota Bengkulu menggunakan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah di desa Air Sebakul Kabupaten Bengkulu Tengah, Lokasi TPA Air Sebakul berada 15 Kilo meter dari Kota Bengkulu, dengan luas area 13,6 x 102 KM². Peralatan yang digunakan dalam pengelolaan sampah pemukiman, seperti gerobak sampah, kendaraan angkut sampah / amrol, truk dan container. Inprastruktur yang dimiliki oleh Dinas Kebersihan kota Bengkulu saat ini mampu mengangkut sebesar 57,16% sampah pemukiman yang dihasilkan masyarakat Kota Bengkulu. Proses pemilahan terjadi karena adanya pemulung di TPS-TPS dan TPA. Persentase besarnya pengurangan sampah akibat aktifitas pemulung btersebut sebesar 0,3%. Sampah dari rumah tangga merupakan timbunan sampah terbesar di Kota Bengkulu. Tanpa adanya pemilahan sampah rumah tangga langsung dimusnahkan di TPA dengan teknologi controlled landfill. Teknologi ini sangat sederhana dengan hanya menimbun sampah tersebut disebuah cekungan di daerah Air Sebakul. Proses degradasi terhadap sampah di TPA dengan teknologi controlled landfill sangat lambat. Dengan alat berat, sampah yang ditimbun akan diratakan kemudian dibiarkan sampai terjadi pembusukan sendiri. Bercampurnya sampah organic dan anorganik tersebut mengakibatkan sampah organic susah terdegradasi sehingga sampah di TPA akan terus menggunung. Konsep Zero Waste merupakan pendekatan pengelolaan sampah terpadu dengan menerapkan upaya Reduce, Reuse dan Recycle. Pengomposan merupakan salah satu bentuk recycle dalam pengelolaan sampah. Menurut Sutjahjo (2004) pengomposan mampu mengurangi timbunan sampah sebesar 68%, daur ulang sampah anorganik dapat mengurangi sebesar 11%, dan reuse mengurangi 3% dari total timbunan sampah.

METODE PENELITIAN

Peneltian pengelolaan sampah dilakukan di tempat Pembuangan akhir (TPA) Air Sebakul Kota Bengkulu. Lokasi TPA terletak pada jarak 20 Km dari Kota Bengkulu. Penelitian parameter kimia dalam sampel gas dari lahan urug dan parameter kimia dari sampel sampah organic dilakukan di Laboratorium Kimia dari sampel sampah organik dilakukan Laboratorium Buangan Padat dan B3 Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu Parameter fisika dan Kimia dalam sampel lindi dilakukan Penelitian dilaksanakan pada Bulan April 2025 sampai dengan Juli 2025. Penelitian yang berkaitan dengan gambaran umum oyek yang diteliti, dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Oktober 2026 dan pengujian sampel di laboratorium dilaksnakan pada bulan November 2026 sampai dengan Juli 2027.

Pengambilan sampel untuk dianalisis laboratorium berkaitan dengan aspek pencemaran dan kesehatan lingkungan dilakukan dengan mengambil sampel secara langsung (purposive). Pengambilan sampel untuk aspek sosial ekonomi dilakukan dengan cara acak (random sampling). Responden yang dipilih adalah 60 orang. Untuk sampel aspek sosial ekonomi dan Wilingness To Accep (WTA) diambil dari warga di sekitar lokasi pengelolaan sampah Air Sebakul Kota Bengkulu. Data primer sampel Willingness to Pay (WTP) diambil melalui survey di 5 wilayah Kota. Sedangkan data sekunder diperoleh dari manajemen pengelolaan sampah pemerintah Kota Bengkulu. Pengambilan sampel untuk dianalisis frekuensi jenis penyakit, dilakukan dengan cara wawancara dan pencatatan warga yang pernah berobat di Puskesmas Kecamatan Seleber Kota Bengkulu diluar maupun disekitar TPA mulai tahun 2028 sampai dengan 2027.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa kimia dari sampel lindi sebelum dan sesudah proses pengolahan (lahan urug zone III dan IV TPA Air Sebakul Bota Bengkulu, 2020-2021) dilkukan di (1) Laboratorium kimia,

fisika dan Lingkungan Universitas Bengkulu dan (2) Laboratorium Ruangan padat dan B3 Universitas Bengkulu, Hasil analisis kimia (Lampiran 3) meliputi parameter N-Organik, dengan ammonia (N-NH₃), nitrogen nitrat (N-NO₃), nitrogen nitrit (N-NO₂), COD, BOD, pH, suhu, air raksa (Hg), ortolofosfat dan fosfat total sebelum proses pengolahan (inlet).

Kebutuhan oksigen kimia (Chemical Oxygen Demand, COD) adalah banyaknya oksigen dalam ppm (mg/l) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik dalam air (Sugiharto, 1987). Menurut Saeni (1969), COD adalah oksidasi secara kimiawi dengan menggunakan kalium bikromat yang dipanaskan dengan asam pekat untuk menentukan kandungan bahan organik dalam air buangan dan perairan alami. Kandungan oksigen yang digunakan untuk menghancurkan bahan organik diukur oleh besarnya penggunaan zat oksidator kuat (K₂Cr₂O₇) dalam suasana asam dengan katalisator perakulfat (Ag₂SO₄). Pada lingkungan perairan dengan kadar oksigen rendah gas hydrogen sulfida dapat menimbulkan bau busuk. Hasil penelitian oleh Sucofindo Laboratory (2002) menunjukkan nilai COD sampel lindi dari inlet instalasi pengolahan air sampah (IPAS) TPA Air Sebakul adalah 2100 ppm dan dari outlet 1 649 ppm. Menurut penelitian Sarpedal Kementerian Lingkungan Hidup (2024) nilai COD sampel lindi dari TPA Cilincing Jakarta Utara adalah 376,89 ppm. Di TPA Kota Savana, USA, nilai COD rata-rata setelah lindi mengalami proses pengolahan adalah 660 ppm (Rochem, 1998). Menurut Robinson dan Maris (1985) nilai COD setelah lindi mengalami pengolahan adalah 1, 160 ppm. Di Indonesia nilai COD lindi atau limbah cair yang diijinkan berdasarkan baku mutu limbah cair (Keputusan Menteri Negara KLH No.03/MEN/KLH/11/1991) adalah 600 ppm.

Nilai BOD dalam lindi di beberapa TPA di luar negeri adalah (1) Di TPA Kota Savana, USA, nilai BOD setelah lindi mengalami pengolahan adalah 250 ppm (Rochem, 1996) (2) Di TPA Canada nilai BOD setelah lindi mengalami proses pengolahan adalah 180 ppm (Farguhar, 1989). Menurut Ahel Mikac, Cosovic, Prohic dan Soukup (1998) sampel lindi sesudah mengalami proses pengolahan memiliki nilai BOD sebesar 554 ppm. Di Indonesia menurut Zulkipli dan Meutia (2001) nilai BOD limbah cair setelah proses pengolahan adalah 520 ppm. Hasil penelitian Sucofindo Laboratory (2002) menunjukkan nilai BOD sampel lindi dan inlet Instalasi Pengolahan Air Sampah (IPAS) TPA Air Sebakul Kota Bengkulu adalah 584 ppm dan dari outlet 460 ppm nilai BOD sampel lindi dari pm. Menurut penelitian Sarpedal Kementerian Lingkungan Hidup (2004) nilai BOD sampel lindi dari TPA Air Sebakul Kota Bengkulu adalah 156 ppm. Sedangkan menurut Baku mutu limbah cair (Keputusan Menteri Negara KLH No.03/MEN KLH/1991) nilai BOD limbah cair adalah 300 ppm.

Nilai pH suatu perairan mencirikan keseimbangan antara asam dan basa dalam air pH air dapat mempengaruhi tersedianya hara-hara serta toksitas dan unsur-unsur reknik (Saeni, 1989). Oleh karena itu air limbah atau lindi harus memenuhi baku mutu limbah cair sebelum dibuang ke perairan. Berdasarkan hasil penelitian Curtis, Mara dan Silva (1992) pH sampel lindi adalah pada kisaran 7,7-8,8. Di TPA Canada, pH rata-rata sampel lindi adalah 7,5 (Farguhar, 2003). Menurut Yunfu dan Joseph (1992), Nilai rata-rata pH sampel lindi (sesudah prpses pengolahan) adalah 6,0. Hasil penelitian Sarpedal Kementerian Lingkungan Hidup 2004) nilai pH sampel lindi dari TPA Cilincing Jakarta Utara adalah 7,89 dan Hasil Penelitian (sucopindo laboratory (2002) nilai Ph sampel lindi dari inlet IPAS TPA Bantar Gerbang Bekasi adalah 8,32 Nilai PH Limbah cair berdasarkan baku mutu limbah cair (Keputusan Menteri Negara KLH No. 03/MEN KLH/I/1991) adalah 5,9 (Lampiran 4). Nilai pH rata-rata hasil analisis kimia sebelum proses pengeolahan adalah 8,6 (Tabel 9) dan setelah proses pengeolahan 7,63 (tabel 10) Nilai pH yang tercantum dalam buku limbah cair di Indonsia (Keputusan Menteri Negara KLH No. 03/MEN KLH II/1991) berada diatas hasil penelitian farguhar (2003) dan Curtis mara , Silva (1992). Perbedaan nilai pH tersebut dapat terjadi karena limbah cair yang dijadikan sebagai acuan memiliki sifat-sifat kimia yang berbeda.

Menurut Saeni (1989), suhu mempunyai pengaruh kuat terhadap pertumbuhan bakteri psychrophilic, mesophilic dan thermophilic, Bakteri psychrophilic mempunyai suhu optimum dibawah 20 OC, Bakteri mesophilic diantara 20 OC dan 45 OC dan bakteri thermophilic diatas 45 OC. Berdasarkan hasil penelitian Sarpedal Kementerian Lingkungan Hidup (2004) suhu sampel lindi dari TPA Cilincing Jakarta Utara adalah 35 OC. Menurut Tchobanoglous (1993). Suhu optimum bakteri psychrophilic adalah 15 OC. Bakteri mesophilic adalah 35 OC dan bakteri thermophilic adalah 55 OC. Hadiwiyoto (1983) mengatakan suhu optimum bakteri mesophilic pada kisaran 20-40 OC. Di Indonesia suhu limbah cair berdasarkan baku mutu limbah cair atau lindi (Kep Men KLH No. 03/MEN KLH/II/1991) adalah 45 OC (Lampiran 4). Suhu sampel lindi berdasarkan hasil analisis kimia adalah 30, 25 OC sebelum proses pengolahan (tabel 9) dan 24,5 OC sesudah proses pengolahan (tebel 10). Mengacuh kepada pernyataan Saeni (1989), Tchobanoglous (1993) dan Hadiwiyoto (1983), penentuan suhu air dalam baku mutu limbah cair di Indonesia (Keputusan Menteri Negara KLH No. 03/MEN KLH/II/1991) sebesar 45 OC telah memenuhi kriteria suhu air permukaan. Suhu rata-rata hasil penelitian sampel lindi sesudah proses pengolahan (TPA Air Sebakul Kota Bengkulu 2022) sebesar 24, 5 OC berada dibawah suhu baku mutu limbah cair di Indoensia yaitu 45 OC, dengan perbedaan suhu sebesar $(45 - 24,5) OC = 20,5 OC$. Tinggi rendahnya suhu pada cuaca yang buruk (mendung) suhu relative rendah. Pada lindi dengan suhu rata-rata sebesar 24,5 OC pertumbuhan bakteri psychrophilic dan thermophilic belum terganggu yang berate lindi sesudah mengalami proses telah layak dibuang ke saluran pembuang.

Sumber air raksa atau merkuri pada lahan urug berasal dari limbah industri kimia yaitu buangan laboratorium, batere, pecahan thermometer, fungisida, tambal gigi amalgam dan hasil-hasil farmasi. Gangguan Kesehatan manusia yang ditimbulkan daya racun air raksa adalah depresi, marah, kebutaan dan cacat pada bayi dalam kandungan (Saeni, 1989). Contoh toksisitas air raksa pada manusia ialah cacat tubuh 19 bayi didaerah teluk Minamata (Jepang (1953-1960), karena ibunya memakan ikan laut yang terkontaminasi oleh air raksa sebesar 5-20 ppm. Menurut Ehrig (1989), kadar air raksa pada lindi adalah 0,2 ppm dan menurut baku mutu limbah cair (Kep Men KHL Kep-03/MEN/II/1991), kandungan air raksa pada limbah cair adalah 0,01 ppm.

Nitrogen amonia dalam konsentrasi yang tinggi dalam air akan menyebabkan kematian akan atau organisme perairan, karena nitrogen ammonia toksik bdalam konsentrasi yang tinggi sebagai contoh, kematian kerrang di laut pantai Ria Kenjeran Bali disebabkan tingginya konsentrasi ammonia dalam air laut (jatmiko dan Mangkoedihardjo 2001). Nilai pH air dalam perairan sangat menentukan toksisitas amonia. Pada nilai pH air yang tinggi dengan kadar ammonia yang rendah, ammonia sudah toksik. Kandungan nitrogen ammonia dalam lindi sebelum proses pengolahan (Tchobanoglous, 1993), adalah 200 ppm. Penelitian Ehrig (1989) menunjukkan bahwa nilai rata-rata kadar N-NH₃ dalam lindi setelah proses pengolahan adalah 30 ppm dan menurut buku mutu limbah cair (Kep Men KLH Kep – 03/MEN KLH/II/1991) kandungan N-NH₃ dalam limbah cair adalah 20 ppm (lampiran 4). Hasil analisis kimia sampel lindi sebelum proses pengolahan menunjukkan kandungan N-NH₃ adalah 805,5 ppm.

Jenis nitrogen anorganik etama air adalah ion nitrat (NO₃⁻). Menurut slamet 1994) kandungan nitrogen nitrat (N-NO₃^{*}) dalam jumlah besar dapat menimbulkan gangguan Kesehatan bagi manusia. Beberapa jenis penyakit yang ditimbulkan oleh keracunan nitrat adalah diare campur darah, depresi, sakit kepala. Dalam system pencernaan bayi dan hewan memamah biak ion nitrat (NO₃⁻ direduksi menjadi ion nitrit NO₂⁻ Nitrit dapat mengikat hemoglobin dalam darah, sehingga mengurangi kemampuan hemoglobin sebagai pembawa oksigen dalam darah.

Nitrogen nitrit (N-NO₂^{*}) sangat berbahaya bagi kesehatan manusia khususnya bayi. Dalam jumlah yang besar NO₂⁻ dapat mengikat hemoglobin dalam darah manusia, sehingga akan mengurangi kemampuan hemoglobin sebagai pembawa oksigen. Hal ini mengakibatkan

bayi akan kekurangan oksigen. Bila bayi kekurangan oksigen menyebabkan bayi sulit untuk bernapas, kemudian tubuh bayi tersebut akan membiru. Penyakit tersebut disebut penyakit bayi, biru atau blue baby.

Menurut Saeni (1989), fosfat dari deterjen dalam limbah domestik dan industri yang masuk ke dalam perairan sangat dominan menimbulkan kelebihan fosfat dalam air. Pada suatu perairan bila terjadi kenaikan konsentrasi fosfat, berarti ada zat pencemar dalam jumlah yang besar masuk ke dalam air.

Ortofosfat adalah fosfor organik yang terlarut dalam air. Menurut Sugiharto (1987), fosfat dalam limbah cair terdiri dari 80% Ortofosfat dalam bentuk PO_4^{3-} , $H_2PO_4^-$ dan HPO_4^{2-} . Menurut Tchobanogluos (1993) kandungan ortofosfat dalam lindi sebelum proses pengolahan adalah 20 ppm.

Gas oksigen (O_2) merupakan gas penting bagi manusia, Dalam udara yang bersih dan kering terdapat 20,95% oksigen berdasarkan volume sedangkan udara dalam tanah mengandung 15% oksigen (Saeni, 1989), Namun pada pengelolaan sampah dengan cara lahan urug kandungan O_2 diupayakan tidak melebihi 1% dari volume gas lahan urug, karena CH_4 , dengan O_2 dalam konsentrasi tinggi dapat (1) menimbulkan kebakaran atau ledakan (2) menambah panas pada permukaan bumi. Menurut Tchobanoglous (1993) dalam gas yang dihasilkan oleh lahan urug terdapat 0,1-1% oksigen berdasarkan volume. Hasil analisis kimia sampel gas TPA Air Sebakul menunjukan kandungan O_2 dalam gas lahan urug adalah 9,08% (Tabel 13) berada diatas ambang batas rujukan. Menurut Pudjaatmaka (1999) tingginya konsentrasi O_2 dalam gas lahan urug tersebut disebabkan oleh banyaknya terdapat senyawa-senyawa oksigen dalam samph organik pada TPA. Dari hasil penelitian pada lahan urug TPA Air Sebakul Kota Bengkulu terlihat bahwa parameter O_2 dalam gas lahan urug TPA Air Sebakul Kota Bengkulu telah melampaui kandungan O_2 rujukan dengan perbedaan O_2 sebesar $(9,08 - 1)\% = 8,08\%$. Perbedaan tersebut cukup besar yang berarti kandungan O_2 dalam gas pada lahan urug TPA Air Sebakul Kota Bengkulu telah menimbulkan pengaruh yang besar terhadap bahaya kebakaran dan suhu lingkungan.

Gas Nitrogen (N_2) tidak berbahaya bagi manusia maupun mahluk hidup lainnya. Tetapi bila ada kontak antara N_2 dengan O_2 pada suhu tinggi akan terbentuk NO dan NO_2 . Timbulnya NO_2 secara akut dapat mengganggu Kesehatan manusia yaitu pada jaringan paru-paru (Saeni, 1989) Umumnya kandungan N_2 dalam gas lahan urug pada kisaran 2-20% berdasarkan volume. Menurut Tchobanoglous (1993), kandungan N_2 rata-rata dalam gas lahan urug berdasarkan jangka waktu penimbunan adalah ; (1) 52% pada lahan urug berumur 0-3 bulan (2) 3,8% pada lahan urug berumur 3-6 bulan dan (3) 1,1% pada lahan urug berumur 12-18 bulan (Tabel 4). Penelitian Tchobanoglous (1993) menunjukan secara umum. Konsentrasi N_2 terbesar terjadi pada lahan urug berusia 3 bulan yaitu 5,2% berdasarkan volume. Hasil analisis kromatografi gas menunjukan sampel gas dari TPA Air sebakul memiliki kandungan N_2 rata-rata 30,52% (Tabel 13). Mengacu pada hasil penelitian Tchobanoglous (1993), Parameter N_2 dalam gas lahan urug TPA Air Sebakul telah melampaui kandungan N_2 rujukan, dengan perbedaan N_2 sebesar $(30,52-5)\% = 25,52\%$.

Gas mentana (CH_4) terjadi akibat penguraian zat organik atau pembusukan bahan organik oleh bakteri mentana. Proses CH_4 pada satu lahan urug terdapat diantara lapisan permukaan tanah dan dasar lahan urug dalam kondisi tanpa udara (anaerob), Gas mentana adalah gas tidak berbau, tidak berwarna dan sangat mudah terbakar. Menurut Johnston (1992) pada suatu lahan urug CH_4 dalam jumlah besar dan dalam keadaan tertutup dapat meledak, yang dapat menimbulkan kematian. Nahluk hidup dan kerusakan lingkungan (tanah, rumbuh-tumbuhan dan bangunan). Menurut Ewail (1999) CH_2 dapat menimbulkan panas di permukaan bumi.

Frekwensi jenis penyakit yang mempengaruhi kesehtan lingkungan berdasarkan jarak pemukiman dengan TPA diperoleh melalui survey Kesehatan lingkungan pada 3 lokasi

pemukiman yaitu jarak 0,4-0,6 km, 2,4-2,6 km dan 9,9–10,1 km dari TPA Air Sebakul Kota Bengkulu.

Di TPA, lalat dapat bersarang dan berkembangbiak dengan cepat, karena pelaksanaan dan pengawasan pengelolaan sampah belum dilakukan secara optimum, yang meliputi kegiatan pengangkutan, pembuangan, penimbunan sampah dan tanah liat, serta pemasangan geotextile. Lalat akan berpindah tempat dari TPA ke pemukiman. Telah diuraikan sebelumnya penularan penyakit tipus dapat terjadi lewat makanan. Minuman yang terkontaminasi bakteri salmonella typhi yang terbawa oleh lalat. Hasil penelitian frekwensi jenis penyakit tipus yang tercantum dalam tabel 14 menunjukkan, frekwensi penyakit tipus dari tahun 1998 sebesar 1,6% meningkat menjadi 5% pada tahun 2020.

Meningkatnya frekwensi penyakit tipus dapat disebabkan (1) jumlah lalat yang menularkan Salmonella typhi bertambah (2) Keadaan lingkungan yang mendukung penyebaran kuman penyakit tipus. Misalnya pada musim penghujan sering terjadi banjir dapat menyebarkan kuman melalui air. Hasil penelitian frekuensi penyakit tipus di sekitar pemukiman yang berjarak 0,4-0,6 km dari TPA Air Sebakul menunjukkan, penyebaran penyakit tipus sebagai penyakit bawaan sampah (slamet, 2020) masuk dalam urutan ke 8 dari 11 jenis penyakit yang diteliti. Dengan demikian frekwensi penyakit tipus tidak signifikan mempengaruhi Kesehatan manusia disekitar TPA Air Sebakul Kota Bengkulu.

Penularan penyakit kolera dapat terjadi lewat air dan makanan yang terkontaminasi bakteri yang ditularkan oleh lalat. Hasil penelitian frekwensi jenis penyakit kolera pada tahun 1998 sampai dengan 2000 adalah 0% (Tabel 14), Pada tahun 2020 frekwensi penyakit kolera sebesar 1,6% kemudian turun sampai 0% pada tahun 2022. Hasil penelitian menunjukkan penularan penyakit kolera adalah rendah. Hal tersebut dapat terjadi karena (1) sampah yang dibuang ke TPA Air Sebakul memiliki bibit penyakit kolera *Vibrio cholerae* dalam jumlah kecil dan (2) daya tahan tubuh manusia cukup baik. Dengan demikian penyebaran penyakit kolera sebagai penyakit bawaan sampah (Slamet, 2000) tidak dominan mempengaruhi Kesehatan manusia disekitar TPA Air Sebakul Kota Bengkulu.

Dalam penelitian ini tidak ditemukan penderita keracunan bahan kimia. Hal tersebut disebabkan sampah yang terbuang ke TPA Air Sebakul Kota Bengkulu (2018-2022) mengandung bahan kimia yang relative kecil.

Hasil survey mengenai frekwensi jenis penyakit yang terjadi pada permukiman yang terletak 2,4 – 2,6 km dari TPA.

Pada pemukiman berjarak 2,4-2,6 km dari TPA terjadi pengurangan 6 jenis penyakit, yaitu kolera, disentri amuoba, hepatitis A, demam berdarah, kulit, keracunan gas. Dengan demikian, frekwensi jenis penyakit pada pemukiman berjarak 2,4-2,6 km dari TPA adalah penyakit tipus, infeksi saluran pernafasan atas, gigi, mata dan tukak lambung.

Tabel 2 menunjukkan (1) frekwensi penyakit tipus pada pemukiman berjarak 2,4-2,6 km dari TPA adalah 1,6% pada tahun 2018 dan 2021. Pada tahun 2019, 2020 dan 2022 frekwensi penyakit tipus tidak ditemukan, namun penyebaran penyakit tipus masih mempengaruhi Kesehatan manusia. (2) frekwensi penyakit infeksi saluran pernafasan akut bagian atas tidak ditemukan pada tahun 2018,2019 dan 2021.

Hasil survey mengenai frekuensi jenis penyakit yang terjadi pada permukiman yang terletak 9,9 – 10,1 km dan TPA. (1) frekwensi penyakit tipus pada pemukiman berjarak 9,9-10,1 km dari TPA adalah 1,6 pada tahun 2019 dan 2021, kemudian pada tahun 2018, 2020 dan 2022 frekwensi penyakit tipus tidak ditemukan, namun demikian penyebaran penyakit tipus masih mempengaruhi Kesehatan manusia (2) frekuensi penyakit infeksi saluran pernafasan atas pada tahun 2019 tidak ditemukan, tetapi pada tahun 2018 dan 2021 frekwensi penyakit infeksi saluran pernafasan atas sebesar 1,6 % dan pada tahun 2020 dan 2022 sebesar 3,2%. Keadaan tersebut menunjukkan penyebaran penyakit infeksi saluran pernafasan akut bagian atas masih mempengaruhi Kesehatan manusia (3) Frekwensi penyakit gigi. Pada tahun 2021 dan

2022 tidak ditemukan, tetapi pada tahun 2018 frekwensi penyakit gigi adalah 5,0%, tahun 2019 sebesar 3,2% dan tahun 2020 sebesar 8,3%. Keadaan tersebut menunjukkan bahwa penyebaran penyakit gigi masih mempengaruhi Kesehatan manusia. (4) frekuensi penyakit mata pada tahun 2018, 2019, 2020 dan 2020 tidak ditemukan tetapi pada tahun 2022 terjadi frekwensi penyakit mata sebesar 10%. Keadaan tersebut menunjukkan bahwa penyebaran penyakit mata masih mempengaruhi Kesehatan manusia. (5) frekwensi penyakit tukak lambung pada tahun 2020 dan 2021 tidak ditemukan, tetapi pada tahun 2018 frekuensi penyakit tukak lambung ditemukan sebesar 5,0%, tahun 2019 sebesar 8,3% dan tahun 2022 sebesar 15,0%. Keadaan tersebut menunjukkan bahwa penyebaran penyakit tukak lambung tersebut disebabkan pengelolaan sampah belum dilaksanakan secara benar dan baik Hal tersebut terjadi karena pengelolaan sampah belum dilakukan secara benar dan baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan hasil penelitian pada pengelolaan sampah dengan cara lahan urug (landfill) di TPA Air Sebakul Kota Bengkulu adalah sebagai berikut :

Setelah lindi mengalami proses pengolahan, nilai COD = 1,748 ppm, nitrogen ammonia (N-NH₃) = 400,47 ppm, ortofosfat = 3,13 ppm dan fosfat total = 5,85 ppm berada diatas baku mutu limbah cair yang berarti lindi masih menimbulkan pencemaran air permukaan maupun air tanah. Hasil analisis kromatografi gas dan sampel gas menunjukkan kandungan CH₄ sebesar 70,4%. Tetapi tidak terjadi ledakan maupun kebakaran, Hasil analisis kimia bahan organik (lahan urug) menunjukkan nisbah C/N = 10,34 telah memenuhi baku mutu rujukan tetapi nisbah C/P = 9,47 belum memenuhi baku mutu rujukan.

Hasil survey frekuensi jenis penyakit menular di 3 lokasi permukaan sekitar TPA dan Pusat Kesehatan masyarakat kecamatan Selebar Menunjukkan frekuensi jenis penyakit menular yang cukup tinggi adalah penyakit Infeksi Saluran Pernafasan akut (ISPA) bagian atas. Frekuensi jenis penyakit ISPA paling rendah terjadi pada jarak 0,4 – 0,6 km dari TPA dan frekuensi jenis penyakit ISPA yang paling rendah terjadi pada jarak 9,9 – 10,1 km dari TPA, yang berarti penyaluran kepada warga disekitar TPA mengenai penyebaran penyakit menular perlu diberikan.

Hasil survey aspek sosial ekonomi di 3 lokasi permukiman sekitar TPA Air Sebakul menunjukkan sikap Sebagian besar Warga Kota Bengkulu tidak setuju adanya TPA di Air sebakul karena gangguan terhadap Kesehatan manusia yang relative bertambah. Biaya pengobatan bertambah, gangguan kenyamanan lingkungan (bau busuk) bertambah, daya tampung saluran air rumah tangga kurang memadai. Hal tersebut terjadi karena pelaksanaan (1) penimbunan sampah tidak sesuai dengan perencanaan (2) pengelolaan dan pemantauan lingkungan belum dilaksanakan secara benar dan baik.

Berdasarkan hasil simulasi (powersim), volume timbunan sampah organik padat di TPA Air Sebakul Kota Bengkulu pada tahun 2023 adalah 12,892,848 m³. Volume timbunan sampah tersebut telah melampaui kapasitas tampung lahan urug TPA yaitu 9,720,000 m³ yang berarti : (1) Setelah tahun 2023 lahan urug tersebut tidak dapat dimanfaatkan lagi sebagai tempat pembuangan akhir (TPA) dan (2) daur ulang sampah secara langsung perlu dilakukan.

Saran yang dapat dikemukakan dalam penelitian pengelolaan sampah di TPA Air Sebakul Kota Bengkulu adalah :

Kepada pengelola sampah disarankan. (1) Untuk mempercepat masa penguraian dan pengendapan bahan organik dalam lindi, hendaknya CaCO₃, dimasukkan ke dalam lindi sebelum proses aerasi (2) melakukan pengujian lindi secara rutin dan seluruh nilai parameter zat pencemar lingkungan harus memenuhi baku mutu limbah cair sebelum lindi dari bak penampung di buang ke saluran pembuangan. (3) hendaknya membuat program terpadu dengan instansi terkait untuk memanfaatkan CH₄ sebagai pembangkit listrik dan memanfaatkan bahan organik sebagai pupuk kompos.

Kepada petugas penyuluhan Dinas Kesehatan Pemerintah Provinsi dan Pemerintah Kota Bengkulu disarankan hendaknya dapat memberikan penyuluhan mengenai dampak negatif dari penyebaran penyakit menular yang tinggi terhadap Kesehatan manusia bagi warga yang bertempat tinggal di sekitar TPA Air Sebakul, Dengan demikian warga tidak berkeinginan untuk tetap bermukim dalam radius 15 – 22 km dari TPA.

Kepada petugas lapangan Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan kota Bengkulu disarankan, hendaknya melakukan pengawasan secara terpadu terhadap pelaksanaan pengurangan sampah di TPA, dengan mengacuh pada perencanaan, spesifikasi teknis penimbunan sampah, rencana pengelolaan lingkungan dan rencana pemantauan lingkungan. Dengan demikian kualitas lahan urug dapat dipertanggung jawabkan dan pengaruh buruk dari TPA terhadap keadaan sosial ekonomi warga dapat dihindarkan.

Kepada petugas penyuluhan Dinas Kesehatan Pemerintah Kota Bengkulu disarankan, hendaknya melakukan penyuluhan bagi warga kota, agar warga membuang sampah ke dalam Tempat Pembuangan Sementara (TPS) menurut jenis sampah. Misalnya TPS 1 untuk sampah plastic, TPS 2 untuk sampah kertas, TPS 3 untuk sampah logam dan TPS 4 untuk sampah organic. Pengelolaan sampah yang telah ditunjuk oleh pemerintah Kota Bengkulu mengambil sampah dari masing-masing TPS, kemudian melakukan daur ulang secara langsung. Dengan demikian dapat mengurangi volume sampah yang akan dibuang ke tempat pembuangan akhir (TPA).

Kepada Pemerintah Provinsi dan Pemerintah Kota Bengkulu disarankan hendaknya dapat mengadakan Kerjasama yang harmonis dalam hal pemanfaatan lahan urug TPA Air Sebakul sebagai sumber pendapatan bagi Pemerintah Provinsi dan Pemerintah Kota Bengkulu berdasarkan peraturan dan ketentuan yang berlaku.

DAFTAR PUSTAKA

- Abednego H M. 1997 Waspada Demam Berdarah Pemberantasan Sarang Nyamuk Demam Berdarah Dongue, Jakarta Departemen Kesehatan Direktorat Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan Pemukiman.
- Adisasmitho W 1998. Menuju Sistem Energi Nasional yang parsifatif dan akrab Lingkungan Bandung Pasca Sarjana ITB Study Pembangunan 1 83-102.
- Anonim 1991 Baku mutu Lingkungan Jakarta Menetri Negara Kependudukan dan Lingkungan hidup No. KEP.03/MENKLH/II/1991
- Anonim 2001 Landfiil Manual Wincosin The Discomposition of Waste Understanding Biological and Chemical Processes in Landfiils, www/foe.org/ptp/chafter2. (28 Juni 2001).
- Anonim 2001 Landfil Pollution Typical Range of Landfill Gas dan Components www.kt12.nf/marysimms/resources/Landfil Polution.htm. (11 Juli 2011).
- Anonim, 2003 Leachate Treatment Methods. www.leachate%20treament.htm (10 Mei 2003)
- Anonim 2003 Health Departemen Releases Landfill Study www.health.state.landfil.htm (10 Agustus 2003).
- Anonim 2000. Potensi untuk pengendalian dan pemakaian Ulang Sampah Bekasi Pengelolaan Sampah TPA Air Sebakul Kota Bengkulu
- Anonim 2003. Sistem Pengelolaan air limbah Jakarta. Pengelolaan Air limbah Provinsi DKI.
- Anonim, 13 April 2005, Tabel data Dasar Kabupaten/Kota Program Bangun praja Tahun II (2003-2004), Suara Pembaharuan 11 (kolom 4-8)
- Badan Pngelolaan Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Provinsi DKI Jakarta, 2004 Penanggulangan dan Pemulihan Dampak TPS Rawa Malang (Cilingcing). Jakarta Laporan Koordinasi BPLHD DKI.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Bengkulu 2011 Statistik Kesejahteraan rakyat Bengkulu BPS Provinsi Bengkulu.

- Bremner J M, Mulvaney C S 1986 Nitrogen Total Methods of soil Analysis Part II Chemical and Mineralogical Methods. America soil Sceince Society of America.
- Butraw D. 2000. The Anciliary Benefit and Costs of Climate Change Mitigation A Conceptual Framework UNEP.
- Connel D W, Miller G J 10995. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran Jakarta, Universitas Indonesia.
- Carius TP, Mara DD, Silva SA, 1992. Influence of pH, Oxygen and Humic Substances on Ability of Sunlight to Farmage Colliforms in Waste Stabilixation Pond Water Applied and Enviromental Microbiologi 58 : 1335-1343.
- Daulay R M 1992, Kendala Penanganan Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) Bagian Ilmu Kesehatan Anak Fakultas Kedoteran Universitas Sumatera Utara Cermin Dunia Kedokteran . 80.47-51.
- Departemen Of Enggeneering Profesional Development 2002. The Decomposition of Waste Understanding Biological and Chemical Processes in Landfills. <http://lepdweb.wisc.edu/scourses/composting184/A184> (28 Juni 2001)
- Departemen of Healt and Human Services 2005 Landfill gas Primer Study of Cancer incidences Sumounding munticipal Solid Waste Landfille New York State ; <http://www.atsdr.cdo.gov/HAC/landfill/html/appc.html>. (23 Februari 2005).
- Dewi I G A 2000 Analisis Logam Berat (Hg, Pb, dan Cd) dalam sayuran di Denpasar FMIFA Kimia dan PPLH Universitas Udayana Denpasar Kimia Lingkungan 1 : 72-74.
- Dinas Kebersihan DKI 1997 Rencana Pengelolaan Lingkungan dan Rencana Pemantauan Lingkungan TPA Bantar Gerbang Bekasi Jakarta Yudhapratama Langgeng.
- Dinas Kebersihan DKI 2002 Analisis kimia dan fisika sampai lindi dari intalasi pengolahan air sampah (IPAS) TPA Bantar Gerbang Bekasi Jakarta Sucofindo
- Djamilah N, E 2000 Kinetika Penyisihan Zat organic lindi dan Pembentukan Gas Mentana dalam Bioreaktor Anaerob up flow Kontinu Bermedia Tetap Banbu (Tesis), Bandung Fakultas Teknik Jurusan Teknik Lingkungan ITB Bandung.
- Djojomariono M.2000. Pelatihan Analisis Sistem dan Informasi Pertanian Pengantar umum analisis Sistem Bogor Pasca Sarjana IPB-PSL.
- Ehrig H J 2003 Leachate and treatment New York Water and Element Balances of Lanfill. <http://www.cepis.ops.-oms.org>. (17Mei 2003).
- Entjang I 2000 Ilmu Kesehatan Masyarakat Bandung. Citra Aditya Bakti
- Eriyatno 1999, Ilmu Sistem Meningkatkan Mutu dan Efektifitas Manajemen Bogor IPB Press.
- Email M. 1999 Primer on Landfill Gas as “Gren” Enerdy Los Anggenes USA Part four of Pennsylvania Enviromental Network’s Series on Green Energy.
- Faisal 2001. Macam-macam Penyakit menular dan Pencegahannya Jakarta Pustaka Populer Obor
- Farguhar G J 2003 Landfilling teknicgues affect leachate chemistry <http://www.cepis.ops-oms.org/muwww/fltex/repind49/lesson4/html> (17 Mei 2003).
- Feid B.C 1994 Enviromental Economics New York. McGraw Hill. Inc.
- Gaur A.R 1983 A Manual of Rurat Compasting, USA, Food and Agriculture Organization.
- Gittinger J P 1986. Analais Ekonomi Proyek-proyek Pertanian Jakarta Universitas Indoensia.
- Gray C 2002. Pengantar Evaluasi Proyek Jakarta Penerbit PT Gramedia Pustaka utama
- Gumbira Said S 1995, Pemanfaatan Lumpur kolam Stabilitas Air Limba kota di PD PAL jaya Jakarta Sebagai Pupuk Organik Melalui Proses Pengomposan Bogor Pusat Penelitian lingkungan Hidup IPB.
- Hadi SP 1997 Aspek Sosial Analisis Mengene Dampak Lingkungan Yogyakarta Gadjah mada Inoversity Presiss
- Hadiwiyoto S 1983 Penagganan dan Pemanfaatan Sampah Jakarta Yayasan idayu

- Halim A, M A Jumini Oesman, gawi J M 2002. Dampak Limbah Cair industry Pupuk terhadap Fitoplanton dan penggunaannya untuk mendukung kehidupan Artenia di laboratorium Rona lingkungan Hidup 1 : 20-25.
- Harada Y 1993 Quality of Compost Proceed Itom animal Wastes Jepang JARCO 4:238-246
- Hasyim C 2002, Pengelolaan Limbah Domestik Lingkungan Perkotaan Jakarta Kementrian Lingkungan Hidup.
- Jatmilic W, Mangkodihardjo S 2001 Efek Lindi Terhadap fauna Ekonomis di Pantai Ria Kenjeran Surabaya Purifikasi 2. 43-48
- Jenie B.S Rahayu W P 1993. Penagganan Limbah Industri Pangan Yogyakarta Penerbit Karsius.
- Johari JNC Rachmawati M 2004 Kimia Jilid Jakarta PT Gelora Aksara Pratama.
- Johnson LPG 2003, Lanfill Gas Recovery. File//A.\Find%201New%20 {10 Mei 2003
- Joyowiyono M, 1993, Ekonomi Teknik Jakarta Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum
- Kadariah 2001, Evaluasi Proyek Analisis Ekonomis Jakarta Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Kara B. David E. 1997. Sola Gas Modaling, The need for new technigues and better information juonal of Soil Contamination 6 3-8
- Kementerian Lingkungan Hidup, 2004 Analisis kimia dan fisika sampel lindi .dari TPA Cilincing Jakarta Utara. Jakarta Sarpedal BLH.
- KIrnowardoyo S, Praswanto B, Sukmono, 1990. Uji Pertandingan Pengabutan Minggunakan Malathion 96%-Pinosin 5ECLomban 480EC dalam upaya Pengendalian Aedes aegypti sebagai Vektor Demam Berdarah Dengue Cermin Dunia Kedokteran 57 24-26.
- Kristen W 1994 The greenhouse wffwc and its impact on the biosphere Aplplied Geography and Development 43 86-95
- Knudsen D, Peterson GA, Pratt PF 1986 Lithium Dodium end Potassium Methods of Soil Analysys Part II Chemical and Mineralogical Methods America Soil Sceince Society of America R
- Landfill Gas a Landfill Rend Power Pty Ltd. 1999 Lanfill Resource Recovery Pilot Project; Grenhouse Gas Abaterment Australia International Centre for Aplication of Solar Energy.
- Lubis I 1991 Pengaruh lingkungan Terhadap Penyakit Infeksi Saluran Pernafasan Alkut. Cermin Dunia Kedoteran 70 16-17
- Mardani N K, 1989. Pengaruh Proyek Pengelolaan Sampah Terhadap Kelestarian Kualitas Perairan Pantai Sanur-Benoa Bali (Disertasi) Bogor Pascasarjana Institut Pertanian Bogor
- Muslimin LW 1996. Mikrobiologi Lingkungan Jakarta Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Musnamar E.I 2003. Pupuk Organik Bogor Penebar Swadaya
- National office of Pollution Prevention 2003 Landfill Gas monitoring Canada www.action.gr/common/e-learning/book4.ntm. (17 mei 2003)
- Nelson D W, Sommmers LE 1986 Total Carbon Methods of Soik Analysysy Part II Chemical and Mineralogical Methods America Soil Sceince Society of America
- Nehwan RHH 1996 Ilmu Penyakit Dalam Jilid 1 Jakarta Balai Penerbit FKUI
- Neter J, Wasserman W 1993. Aplied staitctic Needham Heights MA Alyn and Bacon.inc.
- Nirdosh I, Ostaff R M, 1991. Trickening Of Starch. Anaerobic Digester Effluent Water Air and Soil Pollution 59 : 369-379
- Olsen S R Sommers L E 1986. Phosphorus Metods of Soil Analysis Part II Chemical and Meneralogical Methods. America Soil Science Society of America.
- Onay TT, Pohland FG 1998 In Situ Nitrogen Management in Controled Bioreactor Landfills Water Reseach 32 : 1383-1392

- Prodia 1998. Pemeriksaan Untuk Diagnosa Hepatitis Akut dan Kronis Jakarta Maja;ah Info Prodia Edisi III
- Pudjaatmaka AH 1999. Ilmu Kimia untuk Universitas Jakarta Penerbit Erlangga.
- Purba R 1997 Analisis biaya dan manfaat Jakarta Penerbit Rineka Cipta,
- Raharja H, 1996. Ilmu Penyakit dalam Jilid 1 Jakarta Balai penerbit FKUI
- Rahmi S.D 2000, Efisiensi dan Stabilitas Pengolahan Limbah lumpur Industry Tekstil. Balai Besar Industri kimia Divisi Pencegahan Pencemaran Limbah B3 Kimia lingkungan 2 5-20
- Razil M, 2001, Teknologi Pengolahan limbah B3 dan Studynya di ITS Jurusan Teknik lingkungan FTSP-ITS Kimia lingkungan 2, 115-119.
- Reksohadiprodjo S, 1997. Ekonomi Perkotaan Yogyakarta BPFE
- Rivai A R, 1989, Cincial Presentation Of Pediatric and Audit Typhoid Fever Patierts at the Infectious diseases Jakarta FKUI.
- Robinson H D, Maris P J 1985, The Treatment of Leachates from Domestic Waste in Landfill sites water Polution Control Federatoin 57 30-37
- Saeni MS 1989 Kimia lingkungan Bogor department Pendidikan dan Kebudayaan Ditrektorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat antar Universitas Ilmu Hayat I P B.
- Saeni MS, darusman K, 2000. Penuntun Kimia Lingkungan Bogor. Jurusan Kimia fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB.
- Sinisalo J, Savolainen I, 1997, stabilization of the greenhouse Impact Caused by Antropogenic Emissions from Nordic Countries Air and Waste Management Association 47. 806-810.
- Slamet J S 2000. Kesehatan Lingkungan Yogyakarta Gadjah mada University Press.
- Soemarsono 1993, Beberapa Pandangan Baru Tentang Pengelolaan Diare Akut Jakarta, Preceeding Symposium Hospital Administration
- Soeriaatmadja R E 1982, Ilmu Lingkungan, Bandung, Penerbit ITB
- Soetaryo 1989. Ilmu Penyakit Dalam Jilid 1 Jakarta balai penerbit FKUI.
- Soeyanto T 1982, cara Membuat Sampah jadi Arang dan Kompos. Jakarta Penerbit Yudhistira
- Stentiford E I, Dodds C M. 1992. Composting Solid Subtrate Cultivation London Elseiver Apliled Science.
- Sucofindo Laboratory, 2002. Physycal and Chemical Analysis of the Waste water Jakarta. Superintending Company of Indosia.
- Sudarma I M. 2000, Instalasi Pengeolahan sampah terpadu di Wilayah SARBAGITA Provinsi Bali. Bumi Lestari 2 10-15.
- Sugiharto 1987, Dasar-dasar Pengelolaan Air limbah Jakarta penerbit Universitas Indoensia
- Sukana B, Haryoto K, Kusnindar 1993. Penelitian sarana penyediaan Air minum Dalam Hubungannya dengan Penyakit diare Para pemulung di Pemukiman sikitar LPA Buah Dharma Kelurahan Sempur Jakarta Utara Buletin Penelitian 21 40-46.
- Sukar A 1991, Evaluasi Pencemaran Nitrat-nitrat pada Air minum PDAM di DKI Jakarta Bulettin Penelitian Kesehatan 19. 31-35
- Sukar A Lubis A, Tugaswati AT, Elthena A, Kasnodihardjo, 1997. Risiko relative Lingkungan sosial dan Kimia terhadap kejadian Penyakit ISPA – Pneumonia di indramayu Jawa barat. Cermin Dunia Kedokteran 114 41-44.
- Sumarno 1990. Demam Berdarah Dengue Aspek Klinis dan Penatalaksanaan Jakarta Bagian Ilmu Kesehatan anak Fakultas kedokteran Universitas Indoensia. Cermin Dunia kedokteran 57 3-8
- Supardi I 1994, Lingkungan Hidup dan Kelestariannya Bandung Penerbit Alumni
- Suparmoko M, Maria R 2000 Ekonomi Lingkungan Yogyakarta BPFE.
- Suratmo F G 1990 Analisis Mengenai Dampak lingkungan Yogyakarta Gadjah mada university Press.

- Suratmo F G, 1999. Masalah lingkungan dan pembangunan Bogor Pasca sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Suriawiria U, 1985. Pengantar Mikrobiologi Umum Bandung Penerbit Angkasa
- Sutrisno CT. 1989. Pemupukan dan Pengolahan Tanah, Bandung Penerbit Armico
- Sutrisno CT Suciastuti E 1991 Teknologi Penyediaan Air Bersih Jakarta Penerbit Rineka Cipta
- Tanwir Ym. 2002. Kebijakan Pengelolaan limbah Padat Domestic (Sampah) Melalui Komposting Jakarta : Kementerian lingkungan Hidup.
- Tchobanoglous G, Burton F L. 1991 Wastewater Engineering Treatment Disposal and Reuse New York; McGraw – Hill Inc.
- Tchobanoglous G, Schroeder ED 1985 Water Quality Characteristic Modeling and Modification New York; McGraw – Hill book Company.
- Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil S 1993 Integrated Solid Waste management Enggining Principles and management Issues New York : McGraw-Hill International Editions.
- Tim Penelity Departemen Pekerjaan umum 1996. Pengembangan model Pengelolaan sampah Terpadu di Lingkungan pemukiman bandung balitbang departemen Pekerjaan Umum.
- Tom T 1996. Enviromental and natural Resource Economics harper Collins Colledge Publishherms.
- Tony B. 1987 Kimia Fisik untuk Universitas Terjemahan Kwee le Tjien Jakarta Penerbit Gramedia.
- Trihadiningrum Y, Setyo DU 2000 Study pemanfaatan Azolia pinata untuk menurunkan COD, N dan P pada air Limbah pabrik tahu, Kimia l:ngkungan 1.84-89.
- Wahyono S, Sahwan F L dan suryanto F 2003. Mengelolah sampah menjadi Kompos Jakarta Pusat pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan BPP Teknologi.
- Wahyuningsih, Setiadi E, S. 2000 Potensi sampah di Depo Baratang binangun Surabaya sebagai bahan baku daur ulang kompos serta penanganannya Surabaya FTSP-ITS Purifiksasi 1 199-204.
- Wuryadi S, 1990. Masalah Penyakit Demam Berdarah dengue dan Penderita Demam Berdarah Dengue yang meninggal di Jakarta (1986). Cermin Dunia kedokteran 92. 11-13
- Wuryadi S, 1990. Masalah Penyakit Demam Berdarah Dengue pada pletita VI Cermin Dunia Kodekteran 61 9-11
- Yunfu S, Joseph JP 1992. Chemical Tratment of Pesticide Wastes, Agricultural and food Chemistry 40. 322-327.
- Zulkifli dan Mautia A A,2001 Pengolahan Limbah Cair pabrik Tahu dengan Rotating Biological Contractor pada sakala laobaratorium. Limnotek 8. 21-34.