

PENENTUAN NILAI FIELD CAPACITY PADA SAMPAH SEGAR DAN SAMPAH LAMA

Samir¹

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil¹
Fakultas Teknik - Univ. Muhammadiyah Malang
Kampus III, Jl. Tlogomas No. 246 Telp. (0341) 464318-319 Pes. 130 Fax. (0341) 460435
e-mail:

ABSTRACT

In determining leachate generation, the value of field capacity waste is one of the parameters that determine the amount of leachate which is formed against, because the field capacity (FC) is amount of water that may be stored by the waste until it has saturated the water and ultimately if the water entering the landfill waste then the water will come out into leachate. In this study we have performed research on the determination of field capacity on fresh waste and old waste. The results of this research showed that the value of FC is influenced by age waste. The value of field capacity (FC) on fresh waste is greater than old waste and the value of field capacity (FC) influenced by material density. The value of field capacity (FC) materials with higher density (black sand), the value of field capacity (FC) is smaller.

Keywords: leachate, field capacity, waste

PENDAHULUAN

Berbagai masalah yang ditimbulkan akibat kuantitas maupun kualitas leachate menjadi salah satu isu utama dalam pencemaran lingkungan yang menyebabkan keberadaan landfill tidak diinginkan oleh sebagian masyarakat. Penanganan leachate yang ada di TPA, harus dimulai dengan penentuan beban (karakteristik) dan produksi leachate. Konsep keseimbangan air digunakan dan dikembangkan para peneliti di beberapa negara, untuk menentukan timbulan leachate di suatu landfill, seperti Thornthwaite dan HELP Model.

Beberapa hal yang dipertimbangkan dalam penentuan timbulan lindi menggunakan konsep keseimbangan air, baik Thornthwaite maupun HELP model adalah kondisi iklim dan kondisi landfill serta karakteristik sampah. Kondisi iklim di sekitar landfill seperti curah hujan, temperatur, kelembaban, lama penyinaran matahari dan penguapan. Adapun kondisi landfill antara lain tinggi dan luas landfill, type landfill dan pola operasional harian landfill. Sedangkan karakteristik sampah yang harus diperhatikan antara lain densitas sampah, komposisi sampah dan field capacity sampah.

Dalam penentuan timbulan lindi, nilai field capacity sampah salah satu parameter yang menentukan terhadap banyaknya lindi yang terbentuk, karena field capacity merupakan jumlah air yang mungkin disimpan oleh sampah hingga sampah mengalami jenuh air dan akhirnya apabila masih ada air yang masuk dalam timbunan sampah maka air akan keluar menjadi lindi.

Kemampuan landfill untuk menyimpan air, akan mempengaruhi banyaknya timbulan leachate yang salah satunya tergantung oleh besarnya nilai field capacity sampah. Field capacity sampah merupakan jumlah air yang tersimpan dalam sampah akibat gaya kohesi dan adhesi atau kadar air, yang mana air secara gravitasi akan mengalir ke bawah, sehingga hanya air kapiler air higroskopik yang tinggal atau menempel pada suatu partikel (Notodarmojo, 2005).

Semakin tinggi nilai field capacity sampah, maka jumlah timbulan leachate menjadi kecil dan sebaliknya apabila nilai field capacity sampah kecil, timbulan leachate semakin besar. Penelitian tentang field capacity yang dilakukan oleh Jang dkk., (2001), menyimpulkan bahwa propertis hidrolis sampah termasuk field capacity sampah mempengaruhi produksi leachate. Sementara itu,

Warith dkk., (2005) menyebutkan bahwa nilai field capacity sampah dipengaruhi oleh komposisi sampah, kepadatan sampah, porositas, ukuran partikel, tanah sampah, dan umur sampah.

Biodegradasi sampah dalam suatu landfill akan berlangsung dalam kurun waktu yang panjang dan dipengaruhi oleh jumlah air, pH, temperature, derajat kepadatan, umur, dan komposisi sampah (Qasim dan Chiang, 1994). Komposisi sampah di Indonesia yang kandungan organiknya relative besar yaitu sekitar 60 % (Damanhuri dkk., 2010), tentunya akan mempengaruhi proses biodegradasi sampah. Karakteristik sampah yang telah mengalami proses biodegradasi, terutama sifat fisiknya seperti kadar air, berat jenis, kandungan volatile dan nilai field capacity sampah, serta koefisien permeabilitas sampah, akan mengalami perubahan.

Namun demikian belum tersedianya data timbulan lindi dan nilai field capacity sampah Indonesia, mengakibatkan penentuan timbulan leachate selama ini masih menggunakan data field capacity sampah dari negara lain dan belum tentu cocok dengan karakteristik sampah di Indonesia. Penelitian tentang nilai field capacity sampah diharapkan akan dapat menjawab hambatan tersebut.

Kapasitas Penyimpanan Sampah

Sampah dan tanah penutup karena sifat-sifat dan proses yang terjadi, air dapat tertahan atau tersimpan dengan jumlah sesuai dengan kemampuan materialnya atau moisture storage. Setelah kapasitas tampungan terlampaui dan akibat

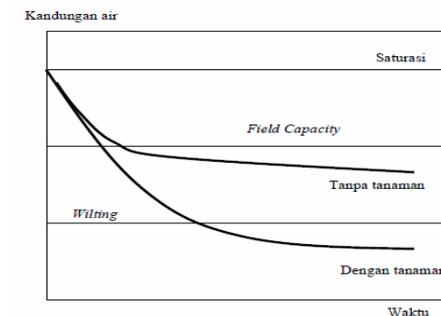
gaya gravitasi maka air tersebut akan mengalir dan keluar dari landfill menjadi leachate (Damanhuri, 2008).

Kapasitas penyimpanan air suatu landfill dicirikan oleh besarnya nilai wilting point dan field capacity materi yang ada di dalam landfill. Gambar 1, menjelaskan konsep kandungan air dalam tanah, dimana ketika curah hujan terjadi di suatu tempat dengan intensitas dan durasi tertentu, tanah akan mengalami jenuh air. Selanjutnya, akibat adanya gaya gravitasi dan gaya kohesi air akan bergerak kebawah sehingga kandungan air dalam tanah akan berkurang hingga nilai tertentu yang disebut field capacity.

Kapasitas Penyimpanan Sampah

Sampah dan tanah penutup karena sifat-sifat dan proses yang terjadi, air dapat tertahan atau tersimpan dengan jumlah sesuai dengan kemampuan materialnya atau moisture storage. Setelah kapasitas tampungan terlampaui dan akibat gaya gravitasi maka air tersebut akan mengalir dan keluar dari landfill menjadi leachate (Damanhuri, 2008).

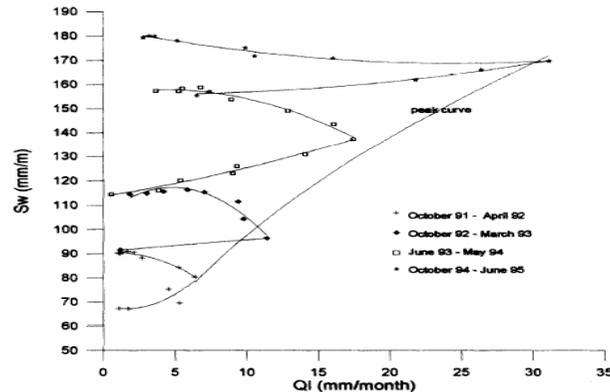
Kapasitas penyimpanan air suatu landfill dicirikan oleh besarnya nilai wilting point dan field capacity materi yang ada di dalam landfill. Gambar 1, menjelaskan konsep kandungan air dalam tanah, dimana ketika curah hujan terjadi di suatu tempat dengan intensitas dan durasi tertentu, tanah akan mengalami jenuh air. Selanjutnya, akibat adanya gaya gravitasi dan gaya kohesi air akan bergerak kebawah sehingga kandungan air dalam tanah akan berkurang hingga nilai tertentu yang disebut field capacity.



Gambar 1. Konsep kandungan air dalam tanah

Menurut Bendz dkk., (1997), dalam tulisannya yang berjudul “*accumulatif of water and generation of leachate in young landfill*” mengulas tentang akumulasi air, hubungan curah hujan dan leachate di landfill Malmo, Swedia. Jumlah air yang tersimpan *water storage* atau *field capacity* dalam landfill tergantung pada musim, dimana pada bulan Oktober sampai April akumulasi air meningkat sementara pada bulan Mei hingga September akumulasi air menurun karena jumlah air yang

masuk dalam *landfill* hampir tidak ada. Selanjutnya jumlah air yang tersimpan dalam landfill dibagi dengan kedalaman landfill, mendapatkan nilai *water storage* atau *field capacity* dengan satuan mm/m. Selanjutnya hubungan antara jumlah air yang tersimpan dalam landfill (S) dan jumlah leachate (Q), tampak pada Gambar 2, yang dijelaskan dengan persamaan polinomial derajat dua $S_w = a + \hat{a}_1 Q + \hat{a}_2 Q^2$ atau menggunakan fungsi power $S = aQ^b$.



Gambar 2. Hubungan antara Produksi leachate dan penyimpanan air
Sumber : Bendz dkk., (1997)

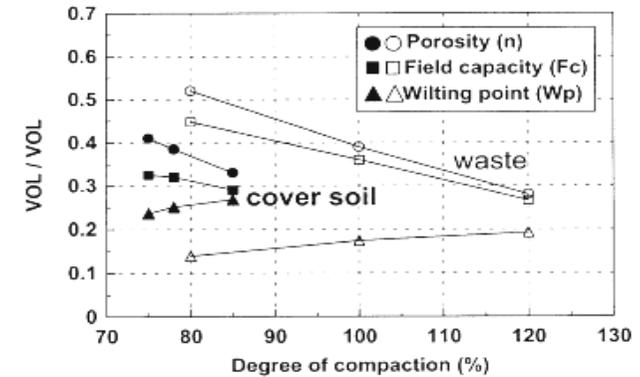
Penelitian kemampuan landfill menyimpan sejumlah air atau moisture retention ketika ada air yang masuk dalam landfill, dilakukan oleh Dollar, (2005) melalui eksperimen laboratorium dan experimental lapangan dengan membuat landfill ukuran kecil. Hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya perubahan moisture retention akibat penambahan ash dan sludge pada eksperimen dimana nilai final moisture contentnya berkisar 89% yang berarti ada peningkatan jika dibandingkan pada kondisi awal yaitu sebesar 39%.

Field Capacity Sampah

Field capacity sampah merupakan jumlah air yang tersimpan dalam sampah akibat gaya kohesi dan adhesi atau kadar air yang dimana air gravitasi telah mengalir ke bawah, sehingga hanya air kapiler air higroskopik yang tinggal atau menempel pada suatu partikel (Notodarmojo, 2005). Dalam definisi yang lain menurut Schroeder dkk., (1994) bahwa

field capacity sampah adalah perbandingan berat atau volumetrik air dengan berat atau volumetrik sampah dalam kondisi kering atau basah dan nilainya antara 0 sampai 1 atau dikonversi berdasarkan ketebalan air yang ada pada ketinggian tertentu (mm/m) atau field capacity juga didefinisikan sebagai kadar air pada tekanan/hisapan kapiler 0.33 bar.

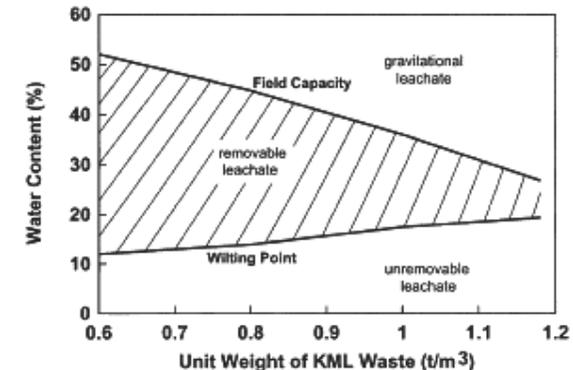
Nilai field capacity dipengaruhi oleh kepadatan, komposisi sampah, ukuran partikel, umur sampah serta efek berat sampah lapisan di atasnya seperti dijelaskan oleh Schroeder dkk., (1994) bahwa nilai field capacity sampah adalah sebesar 29% untuk sampah dengan densitas sebesar 312 kg/m³. Sedangkan Jang dkk., (2001) menyimpulkan bahwa field capacity sampah berubah tergantung pada derajat kepadatan sampahnya, semakin tinggi derajat kepadatan maka nilai field capacity dan koefisien permeabilitas sampah semakin kecil seperti tampak pada Gambar3.,



Gambar 3. Pengaruh derajat kepadatan terhadap field capacity
Sumber : Jang et al., (2001)

Selanjutnya Jang dkk., (2001) menjelaskan pengaruh densitas sampah terhadap kandungan air dalam sampah (Gambar 4). Sampah dengan

densitas 600 kg/m³, nilai field capacity sampah adalah sekitar 53%, sementara pada sampah dengan densitas 1200 kg/m³ diperoleh nilai field capacity



Gambar 4. Hubungan densitas dan field capacity sampah
Sumber : Jang et al., (2001)

Metode penentuan nilai FC menurut Teresa Ortha dkk., (2003), dengan penerapan tambahan beban adalah untuk mensimulasikan efek dari lapisan atasnya atau penimbunan sampah secara berlapis di tempat pembuangan sampah. Hasilnya menunjukkan bahwa semakin tinggi pemadatan lapisan di atasnya, semakin kecil jumlah air yang terserap dalam sampah (FC), dengan demikian jumlah lindi akan meningkat.

Disamping itu, di beberapa literatur menunjukkan bahwa nilai field capacity dipengaruhi oleh densitas sampah, nilai FC bervariasi antara 14 % hingga 44%, seperti yang dikutip oleh Warith dkk., (2005) bahwa sampah dengan densitas 688 kg/m³ nilai field capacity berkisar 20 sampai 35%. Selanjutnya Hernández-Berriel dkk., (2008) menjelaskan bahwa Field capacity (FC) dipengaruhi oleh kondisi kelembaban

suatu landfill. Semakin tinggi kelembaban, field capacity yang diperoleh juga semakin tinggi, pada landfill dengan kelembaban 70% diperoleh FC sebesar 37,31% sedangkan pada kelembaban 80%

diperoleh nilai FC sebesar 55,37%. Beberapa nilai FC sampah yang telah diperoleh berdasarkan hasil penelitian terdahulu, disajikan pada Tabel 1, tampak bahwa nilai FC bervariasi antar a 14 % hingga 44 %

Tabel 1. Nilai Field capacity sampah

No	Field Capacity sampah (%)	Peneliti
1	29	Remson dkk. (1968)
2	29-42	Holmes (1980)
3	30-40	Straub & Lynch (1982)
4	20-30	Korfiatis dkk.(1990)
5	20-30	Owesis dkk. (1990)
6	14	Zeiss and Major (1994)
7	29	Schroeder at al. (1994)
8	44	Bengtsson dkk. (1994)

Sumber :Yuen dkk., (2001)

Biodegradasi Sampah

Sampah yang terdapat dalam landfill, karena sifat dan faktor lingkungannya akan mengalami suatu proses degradasi. Secara umum degradasi sampah akan berlangsung dalam waktu yang lama, dengan mengandalkan keberadaan mikroorganisme yang ada dalam sampah untuk melakukan perombakan materi sampah, sehingga proses ini disebut biodegradasi sampah.

Biodegradasi sampah dalam suatu landfill akan berlangsung dalam kurun waktu yang panjang dan dipengaruhi oleh jumlah air, pH, temperature, derajat kepadatan, umur, dan komposisi sampah (Qasim dan Chiang, 1994). Komposisi sampah di Indonesia, berdasarkan data Statistik Persampahan Indonesia seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 . Komposisi Sampah di Indonesia

Jenis Sampah	Jumlah (jutaton/tahun)	Persentase (%)
Sampah Dapur	22,4	58%
Sampah Plastik	5,4	14%
Sampah Kertas	3,6	9%
Sampah Lainnya	2,3	6%
Sampah Kayu	1,4	4%
Sampah Kaca	0,7	2%
Sampah Karet/Kulit	0,7	2%
Sampah Kain	0,7	2%
Sampah Metal	0,7	2%
Sampah Pasir	0,5	1%
TOTAL	38,5	100%

Sumber : Statistik Persampahan Indonesia 2008

Berdasarkan tabel di atas, tampak bahwa persentase sampah dapur adalah 58%, ini adalah sampah yang memiliki materi organik. Komposisi

sampah di negara berkembang seperti Indonesia tentunya berbeda dengan komposisi sampah di negara maju, dimana komposisi sampah di

Indonesia dominan berupa sampah organik sedangkan di negara maju berupa sampah kertas.

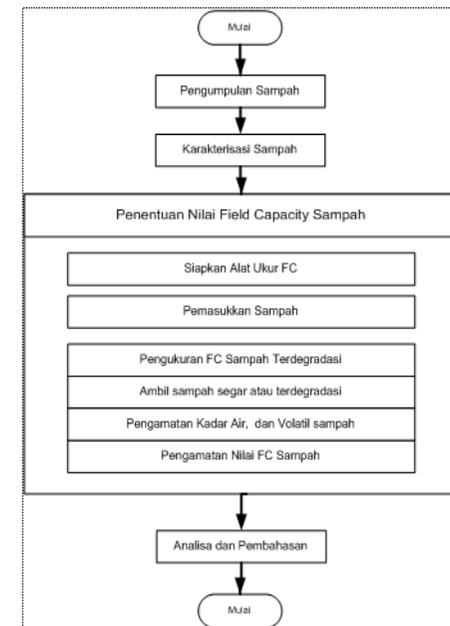
Menurut Blight dkk., (2000), sampah dengan kandungan material organik lebih dari 20%, maka dikelompokkan sebagai high biodegradable waste. Sedangkan apabila kandungan materi organiknya kurang atau sama dengan 20%, maka disebut sebagai low biodegradable waste.

Biodegradasi sampah akan mengakibatkan adanya perubahan karakteristik sampah, seperti properti hidrolik sampah. Hossain dkk., (2009) menjelaskan bahwa ada perubahan properti hidrolik sampah selama sampah mengalami proses dekomposisi. Pada sampah segar dengan densitas 700 kg/m³, nilai koefisien permeabilitas sampah 0.0088 cm/det dan setelah sampah mengalami

degradasi, permeabilitas sampah menjadi lebih kecil yakni 0.0013 cm/det. Perubahan tersebut, dipengaruhi oleh densitas sampah yang menjadi lebih besar dibanding pada saat awal sehingga jumlah pori atau rongga berkurang, akibat proses biodegradasi sampah.

METODELOGI

Penelitian ini merupakan penelitian dengan metode kuantitatif melalui pengukuran langsung di laboratorium (Gambar 5). Sampah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampah yang berasal dari tempat pembuangan sampah sementara di tempat pembuangan sampah sementara (TPS) kebun binatang Bandung.



Gambar 5. Alur Penelitian

Sampah segar yang telah dikumpulkan, kemudian diukur nilai field capacity sampah, dengan prosedur sebagai berikut :

- Siapkan alat ukur field capacity sampah (Gambar 6).
- Timbang alat ukur

- Tentukan kadar air sampah sebelum dites
- Masukkan sampah kedalam alat ukur sesuai dengan berat tertentu
- Atur alat ukur periksa kran dan pastikan penutup telah dipasang dengan baik.

- f. Tambahkan air bersih secara perlahan, hingga sampah terendam air atau permukaan air berada di atas permukaan sampah.
- g. Catat jumlah air yang dimasukkan.
- h. Diamkan selama 24 jam. supaya air masuk kedalam pori-pori samp
- i. Keluar air melalui kran outlet, tampung air yang keluar selama 30 menit dan ukur volume air yang keluar.
- j. Timbang alat+sampah setelah air dikeluarkan
- k. Periksa kadar air sampah setelah dites



Gambar 6. Alat Ukur Field Capacity

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa komposisi sampah domestik kota besar di Indonesia mempunyai kandungan organik berkisar 70%. Tentunya sangat berbeda dengan sampah yang berasal dari negara yang teknologi dan tingkat hidup masyarakat yang tinggi. Sebagaimana diketahui bahwa benda yang bersifat organik, maka benda tersebut akan mudah berubah bentuk atau karakteristik fisiknya.

Adapun kadar sampah sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim, ketika sampah diambil di samping umur sampahnya. Tentunya ketika pengambilan sampah pada musim hujan, kadar air sampah yang terukur akan berbeda dengan sampah yang diambil pada saat musim kemarau.

Penentuan nilai field capacity sampah dan material menggunakan 2 cara, yakni sampah tanpa dicacah (Alat ukur FC besar) dan sampah yang telah dicacah (Alat ukur FC kecil). Prosedur penentuan nilai FC pada kedua cara secara umum sama. Pada cara pertama, sampah yang diambil dari TPS yang sudah diketahui komposisi kepadatan dan kadar airnya, dimasukkan ke dalam alat ukur FC. Kepadatan sampah dalam alat ukur FC diatur

menggunakan alat pengatur kepadatan, kran air ditutup, dan selanjutnya masukkan air sedemikian hingga sampah terendam air supaya sampah mengalami jenuh air.

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, hitung nilai FC sampah menggunakan rumus yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Hasil penentuan nilai *field capacity* untuk sampah dan bahan lainnya dijelaskan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel tersebut, tampak bahwa nilai *Field capacity* sampah sangat dipengaruhi oleh kepadatan dan umur sampahnya. Pada sampah yang kondisinya masih segar atau baru, maka nilai FC sampah relative lebih besar dibanding pada sampah yang sudah lama yakni sampah yang berasal dari TPA lama dan sampah composting.

Tabel 2. Nilai *Field Capacity*

No	Jenis Sampah dan Material	<i>Field Capacity</i> (mm/m)
1	Tempat Pembuangan Sementara Kebun Bibit	349.14
2	Tempat Sampah Sabuga ITB	329.37
3	Sampah Komposting	320.77
4	Tempat Pembuangan Akhir Sampah Lama	279.90
5	Pasir Cor	241.86
6	Pasir merah	375.11

Sementara itu pada material pasir, tampak bahwa pasir merah memiliki nilai FC yang lebih besar dibanding nilai FC pada pasir cor (hitam). Hal tersebut, karena nilai FC sangat dipengaruhi oleh kepadatan material, dimana semakin tinggi kepadatan material maka nilai FC semakin rendah.

KESIMPULAN

Nilai field capacity (FC) dipengaruhi oleh umur sampah. Nilai FC sampah segar lebih besar dibanding nilai FC sampah lama. Disamping itu bahwa nilai FC dipengaruhi oleh kepadatan material. Nilai FC material dengan kepadatan lebih tinggi (pasir hitam), nilai FC lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Damanhuri, 2008, *Landfilling limbah*, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan –Institut Teknologi Bandung.
- Gregory, J., McCabe, Steven L. Maerkstrom, 2007, *A monthly water-balance model driven by a Graphical user interface*, U.S. Department of the interior, U.S. Geological Survey. <http://www.google.com>. Download 4 Mei 2009
- Hernández-Berriel, L. Marquez-Benavides, D.J. Gonzalez-Perez, O. Buenrostro-Delgado, 2008, *The effect of moisture regimes on the aerobic degradation of municipal solid waste from Metepec (Mexico)*, Waste management 28 : S14-S20.
- Jang YS, Kim YW, Lee SI., 2002. *Hydraulic properties and leachate level analysis of*

Kimpo metropolitan Landfill, Korea. Waste Management 22:261–267.

Poulsen Tjalfe G, Moldrup Per, 2005, *Factors affecting water balance and percolate production for a landfill in operation*, Waste management & Research 23, 72-78.

Schroeder, P. R. Dozier T. S., Zappi P. A., McEnroe B.M., Sjostrom J.W., Peyto R.L., 1994, *The Hydrologic Evaluation of Landfill Performance (HELP) Model. User's Guide for Version 3*; Engineering Documentation for Version 3, US Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio.

Teresa Orta, Cruz, Rojas, Monje, Sanchez, 2003, *Determination of field capacity of municipal solid waste with surcharge simulation*, Waste Management & Research, Res 2003 : 21 : 137-144.

Tchobanoglous, G., Theisen, H., Vigil, S., 1993. *Integrated Solid Waste Management Engineering Principles and Management Issues*. McGraw-Hill Publishers, New York

Warith, M., Li, X., Jin, H., 2005, *Bioreaktor Landfills ; state of the art review*, Emirats Journal for Engineering 10 (1).1-14.

_____, 2008, Undang-undang RI No 18 2008 tentang Pengelolaan sampah, Menteri Lingkungan hidup