

# POLA PENYEBARAN LIMPASAN LOGAM LINDI TPA JATIBARANG PADA AIR SUNGAI KREO

Wharyanto Oktawan<sup>\*)</sup>, Ika Bagus Priyambada<sup>\*)</sup>

## ABSTRACT

*Landfill's leachate consists of many chemistry compound comes from dilution and process in landfill, including heavy metal. Jatibarang landfill's leachate flows into Kreo's river ends in Kaligarang river, source of PDAM Semarang City. Results of identification to five parameter (Fe, Mn, Cr, Zn, and Pb) shows maximal concentration in landfill before flows into Kreo's river is 22,775 mg/l for Fe, 9,625 mg/l for Mn, 1,095 mg/l for Zn, 1,5 mg/l for Cr, and no detection score for Pb. Results of screening shows three dominant parameter; Fe, Mn, Cr with total chemical score is 99,94%. Exposure assessment shows that the highest concentration level of Fe, Mn, Cr comes from sample's location near Jatibarang's leachate run off; 3,85 mg/l for Fe, 1,89 mg/l for Mn, and 0,266 mg/l for Cr. Reggression equation for Fe with interval distance is  $y = 3,839 - 4,91x$ , Mn :  $\log y = 0,213 - \log 0,519x$ , Cr :  $y = 0,203 - 0,0519x$ . Increasing interval distance make less concentration level for Fe, Mn, Cr.*

**Key words :** leachate, heavy metal Fe, Mn, Cr, exposure assessment

## PENDAHULUAN

Perkembangan pembangunan saat ini dan tahun – tahun yang akan datang di daerah perkotaan, telah mengakibatkan terjadinya peningkatan aktivitas perkotaan di berbagai sektor, baik sektor perumahan, industri, perdagangan dan sektor lainnya. Peningkatan ini selalu diiringi dengan pertumbuhan volume limbah baik padat maupun cair. Pola ini akan terus berlanjut karena limbah padat khususnya sampah akan terus diproduksi selama manusia ada dan melakukan kegiatan kehidupan sehari-hari. Bertambahnya masalah persampahan merupakan konsekuensi logis dari pertambahan penduduk, hal ini akan menuntut peningkatan metode pengelolaan sampah yang lebih baik. Situasi dana serta prioritas penanganan sampah yang relatif rendah dari pemerintah daerah merupakan masalah umum dalam skala nasional (Damanhuri, 1996).

Salah satu masalah utama sampah adalah adanya lindi sampah. Apabila penanganan dan pengolahan lindi sampah tidak dilakukan secara optimal, lindi sampah ini akan masuk dalam tanah ataupun ikut terbawa dalam aliran air permukaan, sehingga dapat menimbulkan pencemaran air. Air permukaan yang tercemar dapat mengakibatkan meningkatnya biaya pemurnian air terlebih jika air sungai tersebut banyak mengandung bahan kimia dan logam berat.

Berdasarkan dari kenyataan tersebut di atas, perlu segera diupayakan penanganan untuk mengatasi terjadinya kenaikan tingkat pencemaran lingkungan yang merupakan dampak negatif dari kenaikan peningkatan sampah perkotaan yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap kesehatan lingkungan.

TPA Jatibarang adalah satu-satunya tempat pembuangan akhir sampah di Kota Semarang yang mulai dioperasikan sejak bulan Maret 1992. Lokasi TPA Jatibarang yang berada di daerah hulu Sungai Kreo yang alirannya menuju ke Sungai Kaligarang. Kondisi lindi di TPA Jatibarang yang dihasilkan oleh tumpukan sampah akan mengalir ke tempat-tempat yang lebih rendah, melalui parit-parit kecil dan masuk ke kolam penampung, kemudian masuk ke Sungai Kreo. Diketahui bahwa Sungai Kreo adalah hulu dari Sungai Kaligarang yang merupakan sumber bahan baku air minum untuk PDAM Kota Semarang. Aktifitas pengelolaan sampah di TPA Jatibarang menghasilkan lindi sampah yang dapat mencemari Sungai Kreo, terutama untuk parameter logam berat. Setelah TPA Jatibarang beroperasi selama 15 tahun perlu ditinjau kembali bagaimana penyebaran logam dari lindi yang dibuang dari TPA Jatibarang ke Sungai Kreo.

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi parameter logam berat yang terkandung dalam lindi sampah TPA

Jatibarang dan mengkaji penyebarannya di Sungai Kreo.

## METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif yang mendeskripsikan dan menginterpretasikan apa yang ada, serta menitikberatkan pada suasana alamiah atau *naturalistik setting*. Penelitian dilakukan dalam skala lapangan yang mendekati kondisi riil dengan melakukan pengambilan sampel lindi TPA Jatibarang dan Sungai Kreo di sekitar TPA Jatibarang. Pengambilan sampel air lindi di TPA Jatibarang dilakukan pada 3 lokasi yaitu 1 lokasi pada outlet pengolahan lindi TPA dan 2 lokasi lainnya di tengah TPA dan inlet lindi yang belum memasuki pengolahan. Maksud dari pengambilan sampel ini adalah untuk mengumpulkan volume lindi yang akan dianalisa dalam jumlah sekecil mungkin tetapi mewakili yaitu mempunyai sifat-sifat yang sama. Pengambilan sampel di aliran air Sungai Kreo bertujuan untuk mengetahui kadar logam berat di Sungai Kreo karena adanya limpasan lindi dari TPA Jatibarang. Pengambilan sampel dilakukan pada 10 titik pada sungai Kreo sampai pertemuan antara Sungai Kreo dengan Sungai Kripik. Setelah dilakukan pengambilan dan pengukuran sampel, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan perkiraan distribusi cemaran dalam lokasi.

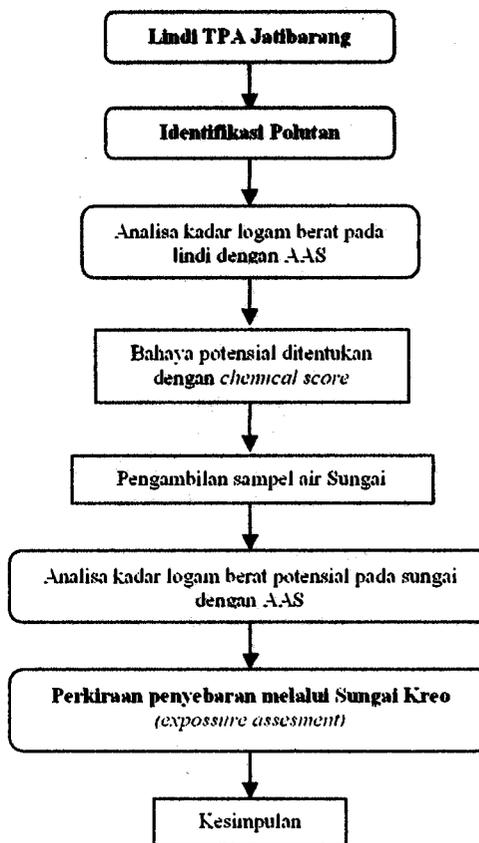
Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Kondisi TPA Jatibarang

TPA Jatibarang terletak di Kelurahan Kedungpane Kecamatan Mijen Kota Semarang. Wilayah pelayanan TPA Jatibarang meliputi seluruh daerah di Kota Semarang. Luas areal TPA Jatibarang Semarang adalah  $\pm 460.183 \text{ m}^2$ , dengan rincian:

- Luas areal buang (60%) :  $\pm 276.469,8 \text{ m}^2$
- Infrastruktur  $\pm 184.073,2 \text{ m}^2$  yang digunakan untuk kolam lindi, sabuk hijau dan lahan penutup.



Gambar 1  
Diagram Alir Penelitian

TPA Jatibarang merupakan daerah berbukit dan bergelombang dengan kemiringan lereng yang sangat curam lebih dari 24% dan mempunyai ketinggian bervariasi antara 65 meter sampai 200 meter dari permukaan laut. Kondisi topografi yang terjal ini membuat TPA Jatibarang mempunyai kapasitas tampungan yang besar tetapi dapat mengakibatkan sulitnya operasional alat berat.

TPA Jatibarang termasuk kawasan akuifer produktif setempat, yaitu akuifer dengan keterusan beragam dan umumnya tidak dimanfaatkan karena muka air tanah sangat dalam. Sungai-sungai yang berada di daerah Jatibarang adalah Sungai Kreo dan Sungai Kripik. Lokasi TPA Jatibarang ini berada di daerah hulu Sungai Kreo yang alirannya menuju ke Sungai Kaligarang. Sekitar lokasi TPA Jatibarang terdapat sebuah aliran air permukaan yang

biasa disebut masyarakat setempat sebagai alur Cebong. Alur Cebong ini selanjutnya bersatu dengan Sungai Kreo, mengalir ke daerah hilir dari Sungai Kreo, bersatu dengan Sungai Kripik menuju Sungai Kaligarang. Debit Sungai Kreo berkisar antara 120 – 330 m<sup>3</sup>/dt. Sungai Kaligarang dipakai sebagai sumber air baku PDAM Kota Semarang.

Air tanah di sekitar lokasi TPA berupa air sumber dan juga air sumur penduduk dengan kedalaman berkisar antara 10 – 20 meter dari permukaan tanah. Untuk mengetahui dampak akibat resapan air lindi terhadap air tanah dibangun sumur kontrol yang berada ± 300 meter di sebelah utara TPA. Tinggi muka air tanah di TPA Jatibarang ± 6 m dari muka tanah setempat. Permeabilitas (kelulusan air) di lokasi TPA sebesar 2,32 x 10<sup>-5</sup> cm/det.

Beberapa prasarana dan sarana di TPA Jatibarang kondisinya kurang baik. Saluran drainase banyak tertimbun sampah, sehingga air hujan banyak menggenang di lahan TPA. Hal ini dapat mengakibatkan meningkatnya debit lindi saat musim penghujan sehingga air lindi akan sulit dikendalikan. Dengan luas TPA Jatibarang 46 Ha, mempunyai debit lindi sekitar 60,66 m<sup>3</sup>/hari. Sistem pengolahan lindi yang dibangun saat ini adalah dengan menggunakan pengolahan biologis secara aerob, yaitu dibangunnya 4 kompartemen kolam dengan kedalaman 90 cm, 2 kompartemen sebagai bak pengendap dan 2 kompartemen berikutnya adalah sebagai kolam aerasi, dengan volume total 650 m<sup>3</sup>. Limpasan lindi yang dihasilkan oleh TPA Jatibarang ini dikhawatirkan dapat mencemari badan air sungai Kreo yang mana merupakan sumber air baku PDAM Semarang.

**2. Analisis Lindi TPA Jatibarang**

Lindi sampah di TPA Jatibarang dihasilkan oleh tumpukan sampah yang dibuang ke TPA. Lindi yang dihasilkan oleh tumpukan sampah di TPA Jatibarang ini secara gravitasi akan mengalir ke tempat-tempat yang lebih rendah, melalui parit-parit kecil dan masuk ke kolam penampungan, yang limpasannya masuk ke Sungai Kreo.

Tidak semua logam berat yang berada dalam lindi TPA Jatibarang akan dianalisis, untuk itu diperlukan suatu penyaringan (*screening*) awal untuk

memilah logam berat apa yang akan dianalisa. Logam berat yang terkandung dalam lindi yang akan dianalisa adalah Fe, Pb, Mn, Zn, dan Cr. Hasil analisa lindi di TPA Jatibarang untuk parameter Fe, Mn, Zn, Cr, dan Pb dengan AAS (*Atomic Adsorption Spectrofotometer*) adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Analisa Lindi TPA Jatibarang

Kontaminan	Lokasi Sampel	Konsentrasi
		ppm
Fe	A	22,775
	B	6,9
	C	3,9
Mn	A	9,625
	B	9,025
	C	2,275
Zn	A	1,095
	B	0,253
	C	0,06
Cr	A	1,5
	B	0,8
	C	0,3
Pb	A	tidak terdeteksi
	B	tidak terdeteksi
	C	tidak terdeteksi

Keterangan:

A (lindi di bawah jembatan)

B (aliran lindi menuju inlet pengolahan)

C (outlet pengolahan lindi)

Dari hasil analisa AAS lindi TPA Jatibarang di atas, dilakukan penyaringan (*screening*) untuk mencari kontaminan yang paling dominan dan mempunyai tingkat resiko terbesar di TPA Jatibarang. Untuk itu, perlu diketahui besarnya *Reference Dose* dan *Slope Factor* dari tiap - tiap kontaminan. Besarnya *Reference Dose* dan *Slope Factor* didasarkan ketentuan dari EPA dalam [www.epa.gov/iris](http://www.epa.gov/iris), yaitu :

Tabel 2. Reference Dose dan Slope Factor

Kontaminan	Cmax (mg/kg)	RfD(Reference Dose)
Fe	22,775	0,006
Mn	9,625	0,005
Zn	1,095	0,3
Cr	1,5	0,005
Pb	Tidak terdeteksi	-

Dari tabel di atas, selanjutnya dapat dihitung besarnya *chemical score* untuk tiap kontaminan dengan rumus :

$$R = \frac{C_{max}}{RfD}$$

Sehingga diperoleh nilai R sebagai berikut:

Tabel 3. Nilai *Chemical Score* Tiap Kontaminan

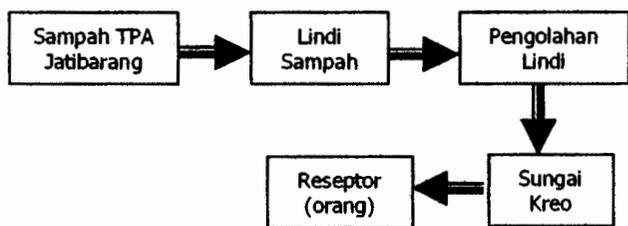
Kontaminan	R	Peringkat	% Jumlah
Fe	3795.83	1	63,007
Mn	1925	2	31,953
Zn	3,650	4	0,0605
Cr	300	3	4,979
Pb	0	5	0
Jumlah	6024,48		100%

Kontaminan yang mempunyai nilai *chemical score* tertinggi adalah Fe, disusul Mn, Cr dan Zn.

Menurut Ricard J Watts (1997), kontaminan yang dipilih untuk mewakili keadaan sebenarnya yang terjadi di TPA harus memiliki total *chemical score* 99%. Dengan nilai *chemical score* sebesar 99,94% kontaminan yang akan dianalisa selanjutnya adalah Fe, Mn, dan Cr.

### 3. Perkiraan Persebaran (*Exposure Assessment*)

Dalam tahap ini diperkirakan besarnya intake Fe, Mn, dan Cr karena penggunaan Sungai Kreo yang sudah tercemar limpasan lindi TPA Jatibarang dan dibandingkan dengan besarnya intake Fe, Mn, Cr di hulu Sungai Kreo yang belum tercemar limpasan lindi TPA Jatibarang dan dengan besarnya intake di pertemuan antara Sungai Kreo dengan Sungai Kripih. Gambar 2. mengilustrasikan bagaimana jalur pemaparan logam berat dalam lindi terjadi.



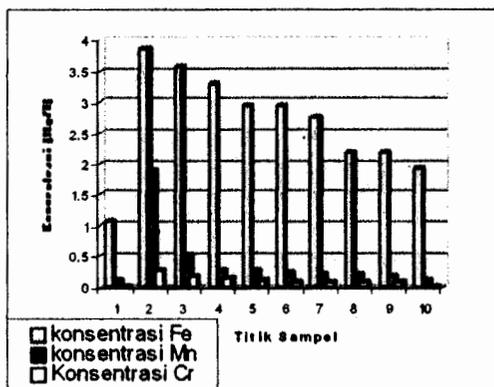
Gambar 2. Jalur Pemaparan Logam Berat Dalam Lindi

Besarnya konsentrasi Fe, Mn dan Cr Sungai Kreo di 10 lokasi yaitu hulu Sungai Kreo, titik limpasan lindi TPA Jatibarang sampai dengan pertemuan antara Sungai Kripih dengan Sungai Kreo berdasarkan hasil analisa dengan AAS dapat dilihat pada tabel 4:

Tabel 4.  
 Konsentrasi Fe, Mn, dan Cr di Sungai Kreo

Titik	Lokasi	Jarak (km)	Para meter	Konst (ppm)
1	Hulu Sungai Kreo, Objek Wisata Gua Kreo, Kabupaten Semarang	-1,5	Fe	1,07
			Mn	0,09
			Cr	0
2	Outlet Pengolahan lindi TPA Jatibarang	0,02	Fe	3,85
			Mn	1,89
			Cr	0,266
3	Ujung Barat Daya Dari TPA Jatibarang	0,5	Fe	3,58
			Mn	0,52
			Cr	0,153
4	Sebelah Barat TPA Jatibarang	1	Fe	3,28
			Mn	0,26
			Cr	0,138
5	Dukuh Pucung, Kecamatan Ngaliyan, Kota Semarang.	1,5	Fe	2,95
			Mn	0,26
			Cr	0,0923
6	Dukuh Pucung, Kecamatan Ngaliyan, Kota Semarang	2	Fe	2,94
			Mn	0,23
			Cr	0,077
7	Dukuh Pucung, Kecamatan Ngaliyan, Kota Semarang	2,5	Fe	2,76
			Mn	0,21
			Cr	0,0615
8	Sebelum Jembatan Sungai Kreo, Manyaran, Kota Semarang	3	Fe	2,19
			Mn	0,19
			Cr	0,0615
9	Dibawah Jembatan Sungai Kreo ,Jln. Gisiksari, Manyaran.	3,5	Fe	2,17
			Mn	0,17
			Cr	0,0612
10	Pertemuan Sungai Kreo dan Kripih, samping perum Green Wood Estate.	4	Fe	1,91
			Mn	0,12
			Cr	0

Dari tabel ini dapat diketahui hubungan antara jarak pengambilan sampel dengan konsentrasi logam berat (Fe, Mn dan Cr) di Sungai Kreo seperti digambarkan pada gambar 3.



Gambar 3. Konsentrasi Fe, Mn dan Cr Di Sungai Kreo

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan SPSS 10.0 didapatkan persamaan regresi untuk konsentrasi Fe

(variabel dependen) dan jarak pengambilan sampel (variabel independen), sebagai berikut :  $y = 3,839 - 4,91x$ , dengan  $r^2$  sebesar 0,97. Dari hal ini dapat ditarik kesimpulan bahwa 97% konsentrasi Fe di Sungai Kreo dapat dijelaskan dengan jarak pengambilan sampel, dan setiap pengurangan 1% jarak akan meningkatkan konsentrasi Fe di Sungai Kreo sebesar 4,91% atau penambahan jarak sebesar 1% akan mengurangi konsentrasi Fe di Sungai Kreo sebesar 4,91%. Jadi penambahan jarak sebesar 40 m akan menurunkan konsentrasi Fe sebesar 0,189 ppm. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa terjadi kenaikan konsentrasi Fe dari titik sampel 1 ke titik sampel 2 yang terletak pada lokasi limpasan lindi TPA Jatibarang, dari hal dapat disimpulkan bahwa limpasan lindi dari TPA Jatibarang telah meningkatkan konsentrasi Fe di Sungai Kreo. Penurunan konsentrasi Fe terjadi dari titik sampel 2 sampai 9. Dari persamaan regresi diatas dapat disimpulkan bahwa semakin jauh jarak dari TPA konsentrasi Fe akan semakin menurun. Persamaan regresi untuk Cr adalah :  $y = 0,188 - 0,0412x$  dengan  $r^2$  sebesar 0,707. Kesimpulan dari hal ini adalah bahwa 70,7% konsentrasi Cr di Sungai Kreo dapat dijelaskan dengan jarak pengambilan sampel, dan setiap pengurangan 1% jarak akan meningkatkan konsentrasi Cr di Sungai Kreo sebesar 0,0412% atau penambahan jarak sebesar 1% akan mengurangi konsentrasi Cr di Sungai Kreo sebesar 0,0412%. Jadi penambahan jarak sebesar 40 m akan menurunkan konsentrasi Cr sebesar 0,00011 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi kenaikan konsentrasi Cr dari titik sampel 1 ke titik sampel 2 yang terletak pada lokasi limpasan lindi TPA Jatibarang, dari hal dapat disimpulkan bahwa limpasan lindi dari TPA Jatibarang telah meningkatkan konsentrasi Cr di Sungai Kreo. Penurunan konsentrasi Cr terjadi dari titik sampel 2 sampai 9. Dari persamaan regresi diatas dapat disimpulkan bahwa makin jauh jarak dari TPA konsentrasi Cr akan semakin beruurang.

Persamaan regresi untuk Mn adalah :  $\log y = -0,396 - \log 0,736x$  dengan nilai  $r^2$  adalah 0,969. Dari hal ini dapat ditarik kesimpulan bahwa 96,9% konsentrasi Mn di Sungai Kreo dapat dijelaskan dengan jarak pengambilan sampel, dan setiap pengurangan 1% jarak akan meningkatkan konsentrasi Mn di

Sungai Kreo sebesar  $\log 0,736\%$  atau penambahan jarak sebesar 1% akan mengurangi konsentrasi Mn di Sungai Kreo sebesar  $\log 0,736\%$ . Jadi penambahan jarak sebesar 40 m akan menurunkan konsentrasi Mn sebesar 0,00252 ppm. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa terjadi kenaikan konsentrasi Mn dari titik sampel 1 ke titik sampel 2 yang terletak pada lokasi limpasan lindi TPA Jatibarang, dari hal dapat disimpulkan bahwa limpasan lindi dari TPA Jatibarang telah meningkatkan konsentrasi Mn di Sungai Kreo. Penurunan konsentrasi Mn terjadi dari titik sampel 2 sampai 9. Dari persamaan regresi diatas dapat disimpulkan bahwa semakin jauh jarak dari TPA konsentrasi Mn akan semakin berkurang.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari kajian ini adalah sebagai berikut :

1. Dari hasil identifikasi bahaya (*hazard identification*) terhadap 5 parameter logam berat dalam lindi sampah TPA Jatibarang didapatkan konsentrasi maksimal yaitu Fe 22,775 mg/l, Mn 9,625 mg/l, Zn 1,095mg/l, Cr 1,5 mg/l dan Pb tidak terdeteksi.
2. Dari hasil penyaringan (*screening*) terhadap 5 parameter logam berat dalam lindi didapatkan 3 parameter dominan yaitu Fe, Mn dan Cr dengan total skor kimia (*chemical score*) 99,94%.
3. Konsentrasi Fe, Mn, Cr terbesar terletak pada limpasan lindi TPA Jatibarang, dan terjadi kenaikan konsentrasi Fe, Mn dan Cr dari lokasi sebelum terkena limpasan lindi dari TPA Jatibarang ke lokasi setelah mendapatkan limpasan lindi TPA Jatibarang.
4. Konsentrasi Fe, Mn dan Cr akan berkurang dengan bertambahnya jarak pengambilan sampel.

## SARAN

1. Dalam rangka mengurangi beban cemaran dan menjaga kualitas air Sungai Kreo, disarankan untuk meresirkulasikan lindi yang dihasilkan oleh TPA Jatibarang dan mengembalikan ke lahan urug.
2. Diperlukan perbaikan *leachate collection* untuk memastikan semua

lindi yang dihasilkan masuk ke IPAL tersebut.

3. Diperlukan suatu evaluasi terhadap kinerja kolam pengolahan lindi TPA Jatibarang.
4. Diperlukan kajian lebih lanjut tentang pengaruh lindi yang dihasilkan oleh TPA Jatibarang terhadap kualitas air tanah dan tanah di sekitar TPA Jatibarang.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Atas selesainya penelitian ini, penulis ucapkan terima kasih kepada Alfia Dianita yang telah ikut berperan dalam penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2003, *Profil Tempat Pembuangan Akhir Sampah Jatibarang*, Semarang, Dinas Kebersihan Kota Semarang.
- \_\_\_\_\_, 1990, *SK SNI T- 13 - 1990 - F (Tata cara Pengelolaan Teknik Sampah Perkotaan)*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Anonim, 2003, *Profil Tempat Pembuangan Akhir Sampah Jatibarang*, Dinas Kebersihan Kota Semarang, Semarang.
- Chapra, Steven C, 1997, *Surface Water Quality Modelling*, Mc Graw Hill Company Inc, Singapore.
- Cairney, Tom, 1995, *The Reuse of Contaminated Land (Risk Assessment Hand Book)*, John Wiley & Sons Ltd, England.
- Damanhuri, Enri, 1996, *Teknik Pembuangan Akhir*, Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITB, Bandung.
- Fortsner dan F Prosi, 1978, *Heavy Metal Pollution Ecosystems*, Pegamon Press
- LaGrega, Micheal D, 2001, *Hazardous Waste Management*, Mc Graw Hill Company Inc, Singapore.
- Klein, Louis, Dr, 1973, *River Pollution (Chemical Analysis)*, Butter Worths, London.
- Richardson, ML, 1989, *Toxic Hazard Assesment of Chemical*, The Royal Society of Chemistry, Great Britain.
- Rhyne, William R, 1994, *Hazardous Material Transportation Risk Analysis*, Thomson Publishing Company, Van Nostrand Reinhold.
- Santosa, Singgih, 2003, *Mengatasi Berbagai Masalah Statistik Dengan Spss Versi 11.5*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Tim Dosen Fakultas Teknik Unissula, 2001, *Kajian Kandungan Lindi Sampah TPA Jatibarang Kecamatan Mijen Kota Semarang*, Semarang.
- Tchobanoglous, George Hillary Theisen & Samuel Vigil, 1993, *Integrated Solid Waste Management (Engineering Principles and Manajemen Issue)*, Mc Graw Hill Company Inc, Singapore.  
[www.epa.gov/iris](http://www.epa.gov/iris)
- Theresa L, 1997, [www.extoxnet.orst.edu/faqs/risk/riskhome.htm](http://www.extoxnet.orst.edu/faqs/risk/riskhome.htm)
- Watts, Ricard J, 1997, *Hazardous Waste : Sources, Pathways, Receptor*, John Willey & Sons Inc, New York USA.
- Wentz, Charles A, 1995, *Hazardous Waste Management Second Edition*, Mc Graw Hill Company Inc, New York.