

**ANALISIS RISIKO PENCEMARAN BAHAN TOKSIK  
TIMBAL (Pb) PADA SAPI POTONG DI TEMPAT  
PEMBUANGAN AKHIR (TPA) SAMPAH  
JATIBARANG SEMARANG**



**Tesis**  
**Untuk memenuhi sebagian persyaratan**  
**Mencapai derajat Sarjana S-2**

**Magister Kesehatan Lingkungan**

**SUTJI WARDHAYANI**  
**E4B004085**

**PROGRAM PASCASARJANA**  
**UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG**  
**2006**

## PENGESAHAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan bahwa tesis yang berjudul

**ANALISIS RISIKO PENCEMARAN BAHAN TOKSIK TIMBAL (Pb)  
PADA SAPI POTONG DI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA)  
SAMPAH JATIBARANG SEMARANG**

Dipersiapkan dan disusun oleh :

Nama : Sutji Wardhayani

NIM : E4B004085

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 17 Juni 2006  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Pembimbing I

Pembimbing II

dr. Onny Setiani, Ph.D

NIP. 131 958 807

Penguji I

Yusniar Hanani D, STP, MKes

NIP. 132 129 522

Penguji II

Dra. Sulistiyani, M.Kes

NIP. 132 062 253

Ir. Laila Faizah, M.Kes

NIP. 130 892 625

Semarang, 08 Juli 2006  
Universitas Diponegoro  
Program Studi Kesehatan Lingkungan  
Ketua Program

dr. Onny Setiani, Ph.D

NIP. 131 958 807

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tesis ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan di dalamnya tidak terdapat karya yang pernah digunakan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan lembaga pendidikan lainnya. Pengetahuan yang diperoleh dari hasil penelitian manapun yang belum atau tidak diterbitkan, sumbernya dijelaskan di dalam daftar pustaka.

Semarang, Juli 2006

Penulis

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya tesis dengan judul “Analisis R Semarang” dapat terselesaikan dengan baik. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Pascasarjana (S1) pada Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro.

Serangan asma anak dapat dicetus oleh faktor lingkungan terutama lingkungan *indoor* maupun *outdoor*. Faktor lingkungan *indoor* mampu memberikan kontribusi sebagai faktor pencetus yang lebih besar dibandingkan dengan faktor lingkungan *outdoor*. Berdasarkan dari informasi tersebut diatas, penulis menganalisis hubungan kondisi rumah dan perilaku keluarga dengan kejadian serangan asma anak yang selama satu bulan terakhir.

Selesaiannya penulisan laporan ini tidak lepas dari bantuan dan petunjuk serta saran yang sangat berguna dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr.dr. Soeharyo Hadisaputro, Sp.PD (KPTI) selaku Direktur Pascasarjana Universitas Diponegoro atas dedikasi beliau kepada Pascasarjana Universitas Diponegoro. Jika ada perkataan dan perilaku penulis yang menyinggung hati Bapak, harap dimaafkan.
2. Ibu dr. Onny Setiani, Ph.D. selaku Ketua Prodi Magister Kesehatan Lingkungan dan Penguji atas segala bimbingan dan dukungan yang diberikan kepada mahasiswa magister kesehatan lingkungan angkatan 2004 Universitas Diponegoro selama proses perkuliahan. Jika ada perkataan dan perilaku penulis yang menyinggung hati Ibu, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya.
3. Bapak Prof. Pasiyan R., Sp. PD. (K) dan dr. Suhartono, M.Kes selaku Dosen Pembimbing atas segala bimbingan, arahan, dan masukan yang diberikan

kepada penulis selama proses penulisan tesis. Penulis memohon maaf jika selama ini ada perkataan dan perilaku penulis yang menyinggung hati Bapak.

4. Bapak dr. Priyadi, Sp.P , dr. Dwi Bambang, Sp. PD., dan dr. Jamal Tahitu, Sp. RM. Atas segala masukan dan arahan yang diberikan kepada penulis selama proses penulisan tesis. Penulis memohon maaf jika selama ini ada perkataan dan perilaku penulis yang menyinggung hati Bapak.
5. Bapak W.H. Rahmanto, M.Si., terima kasih atas segala doa, dukungan dan masukannya. Semoga Nia bisa membagikan ilmu yang telah diperoleh untuk manusia. Mohon maaf segala kekhilafannya. Mohon maaf juga penelitian mengenai limbah perak tidak jadi terlaksana.
6. Segenap staf Tata Usaha Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro. Penulis memohon maaf jika ada perkataan dan perilaku yang menyinggung hati Bapak dan Ibu sekalian.
7. Kedua orangtua yang Nia hormati, cinta dan sayangi; Bapak Aris Suropto dan Ibu Endang Sri Wahyuni, yang senantiasa mendukung penulis baik moral maupun finansial. Mohon maaf atas segala perkataan dan perilaku yang sengaja maupun tidak disengaja menyinggung hati Mama dan Papa.
8. Kakak tercinta; Mas Eko dan Mbak Handa terima kasih untuk segala dukungan baik moral dan finansial.
9. Adik – adik yang baik dan manis; dik Puput, Arina, Fadil Terima kasih pula atas pengertiannya dalam pembagian penggunaan komputer. Mohon maaf atas segala kekhilafan telah dilakukan.
10. Keponakanku yang manis; Tama dan Nana. Tetaplah menjadi anak yang shaleh dan berbakti pada orang tua. Dengan begitu, Insya Allah kesuksesan ada di tangan kalian dan menjadikan kalian sebagai manusia yang terbaik dimata Allah SWT dan sesama manusia.
11. Teman – teman mahasiswa Magister Kesehatan Lingkungan 2004, Bapak Poedjianto dan Bapak Heri Wibowo, terima kasih atas segala dukungan dan pinjaman alat yang digunakan untuk penelitian tesis. Ibu Sri Windari, Ibu Ishiro El Husna , Ibu Sutji W. Terima kasih atas segala dukungan dan

bantuannya. Terima kasih untuk semua mahasiswa Magister Kesehatan Lingkungan 2003, 2004, dan 2005 atas kesediaannya menerima Nia dalam pergaulan dan persahabatan kalian semua. Mohon maaf atas segala kesalahan yang telah dilakukan.

12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Atas segala kesalahan yang pernah dilakukan, Putri mohon maaf.

Semoga amal dan kebaikan yang telah diberikan mendapat imbalan pahala yang lebih besar dari Allah SWT.

Semarang, 1 Mei 2006

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul .....	i
Halaman Pengesahan .....	ii
Halaman Pernyataan.....	iii
Kata Pengantar .....	iv
Daftar Isi .....	v
Daftar Tabel .....	ix
Daftar Gambar.....	x
Abstrak .....	xi
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Perumusan Masalah .....	4
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian.....	8
E. Keaslian Penelitian .....	9
F. Ruang Lingkup Penelitian .....	11
1. Ruang Lingkup Waktu.....	11
2. Ruang Lingkup Tempat .....	11
3. Ruang Lingkup Materi .....	11
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>13</b>
A. Asma Bronkial.....	13
B. Patogenesis Asma .....	17
C. Patofisiologi Saluran Pernafasan .....	23
1. Saluran Nafas Hiperrespons.....	23
2. Obstruksi Saluran Pernafasan .....	24
D. Faktor Pencetus Terjadinya Asma.....	25
1. Faktor Pejamu .....	26
2. Faktor Lingkungan .....	28
E. Rumah Sehat.....	40
F. Kerangka Teori.....	44

<b>BAB III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>46</b>
A. Kerangka Konsep .....	46
B. Hipotesis .....	48
C. Jenis dan Rancangan Penelitian .....	49
D. Populasi dan Sampel Penelitian.....	50
E. Variabel Penelitian, Definisi Operasional Variabel, dan Skala Pengukuran .....	52
F. Instrumen Penelitian .....	55
G. Teknik Pengolahan dan Analisis Data .....	55
H. Jadwal Penelitian .....	60
<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>61</b>
A. Gambaran Umum .....	61
B. Karakteristik Penderita Asma Anak .....	61
C. Hasil Analisis Univariat .....	62
D. Hasil Analisis Bivariat.....	64
E. Hasil Analisis Multivariat.....	65
<b>BAB V. PEMBAHASAN .....</b>	<b>66</b>
<b>BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>76</b>
A. Kesimpulan .....	76
B. Saran .....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>78</b>

**LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Tabel Keaslian Penelitian.....	9
Tabel 2.1. Derajat Asma Bronkial Kronis.....	15
Tabel 2.2. Klasifikasi Berdasarkan Pola Waktu Serangan.....	16
Tabel 3.1. Tabel Silang <i>Cross Sectional</i> .....	58
Tabel 4.1. Distribusi Frekuensi Karakteristik Penderita Asma Anak .....	62
Tabel 4.2. Tabel Hasil Analisis Univariat.....	63
Tabel 4.3. Tabel Hasil Analisis Bivariat .....	64
Tabel 4.4. Tabel Hasil Analisis Multivariat .....	65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Patogenesis Asma.....	17
Gambar 2.2. Faktor Risiko Serangan Asma.....	25
Gambar 2.3. Kerangka Teori.....	44
Gambar 3.1. Kerangka Konsep Penelitian .....	46
Gambar 3.2. Desain Rancangan Penelitian <i>Cross Sectional</i> .....	49

## ABSTRAK

### Ari Dwi Kurniawati

Analisis Hubungan Kondisi Rumah dan Perilaku Keluarga Dengan Serangan Asma Anak

xv + 83 halaman + 8 tabel + 5 gambar + lampiran

Prevalensi asma yang didiagnosis RS. Telogorejo tahun 2004 mengalami peningkatan secara drastis yaitu 63,20%. Sedangkan jumlah pengunjung penderita asma anak pada tahun 2004 juga mengalami peningkatan sebesar 15,83%. *United State Environmental Protection Agency* (US EPA) yang menyatakan bahwa lingkungan dapat menyebabkan terjadinya serangan asma. Lingkungan dalam rumah mampu memberikan kontribusi faktor pencetus serangan asma lebih besar dibandingkan lingkungan luar rumah. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kondisi rumah dan perilaku keluarga dengan serangan asma anak.

Penelitian dilakukan di Kota Semarang dengan menggunakan rancangan *cross sectional* metode survei analitik terhadap 50 responden orang tua dari penderita asma anak. Variabel penelitian terdiri dari variabel bebas kondisi rumah dan perilaku keluarga. Variabel bebas kondisi rumah meliputi kelembaban udara, intensitas cahaya, fasilitas perabotan rumah tangga yang berpotensi sebagai sumber alergen, keberadaan debu dan luas ventilasi atau jendela. Variabel bebas perilaku keluarga meliputi menggunakan AC, penggunaan bahan *volatile organic compound*, memelihara binatang, menggunakan insektisida, dan adanya anggota keluarga yang merokok. Variabel terikat adalah serangan asma anak.

Chi-square digunakan untuk mengetahui hubungan antara kondisi rumah dan perilaku keluarga dengan serangan asma anak. Untuk menentukan hubungan dominan antara variabel bebas kondisi rumah dan perilaku keluarga dengan serangan asma anak digunakan analisis regresi logistik ganda.

Hasil penelitian menunjukkan variabel keberadaan debu, kelembaban udara, dan perilaku keluarga menggunakan AC berhubungan dengan serangan asma anak. Hasil analisis regresi logistik ganda menunjukkan bahwa perilaku keluarga menggunakan AC dan keberadaan debu memiliki hubungan dominan dengan serangan asma anak.

Kata kunci : Kondisi rumah, perilaku keluarga, serangan asma anak

Daftar bacaan : 65 (1989-2005)

## ABSTRACT

**Ari Dwi Kurniawati**

The Analysis Relation of Condition House and Family Behaviour With Attack of Asthma Child

xv + 83 pages + 8 tables + 5 picture + enclosures

Asthma prevalent that was diagnosed by Telogoredjo Hospital in the year 2004 had increased drastically by 63.20%. While the number of asthma child patient by the year of 2004 also had increase by 15.83%. United State Environmental Protection Agency (US EPA) stated that environmental can caused asthma attack. Environmental house can give contribution to factor that caused asthma more than outdoor environment. This research was done to know the relation of house condition and family behavior with the attack of child asthma.

The research was done in Semarang city by using the design of cross sectional analytic survey method to 50 respondent of parent whose child had asthma. The research variable divided into dependent variable of house condition and family behavior. The house condition consist of air humidity, lights intensity, household furniture facility which is potential as allergen sources, existence of dust, and the width of ventilation or window. The family behavior consist of AC usage, volatile organic compound material usage, animal keeping, insecticide usage and family members who smoke cigarettes. The independent variable is attack of asthma child.

Chi-Square was used to determine the relation between house condition and family behavior with attack of asthma child. To determine dominant house condition and family behavior in relation with attack of asthma child used by multiple logistics regression analysis.

The Result of this research show air humidity, existence of dust and the air conditioner usage related to the attack of asthma child. Result of multiple logistics regression analysis show that the dominant house condition and family behavior which in relation with attack of asthma child are AC usage and existence of dust.

Keywords :The attack of asthma child, house condition, family behavior.

Bibliography : 65 (1989-2005)

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **A. Latar Belakang**

Timbulan sampah di perkotaan disebabkan berbagai hal, antara lain adalah peningkatan jumlah penduduk, berbagai kegiatan yang bersifat perorangan maupun industri, dan pengelolaan sampah yang tidak tepat. Berdasarkan Perda No 1 tahun 1999 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RT/RW) Kota Semarang bahwa proyeksi sampah kota Semarang dari tahun 2000 sampai tahun 2005 akan selalu mengalami peningkatan.

Karakteristik sampah dan sifat sampah tergantung pada aktifitas atau tingkat kesejahteraan masyarakat<sup>1</sup>. Komponen bahan buangan sampah kota besar di negara industri akan berbeda dengan bahan buangan yang dihasilkan penduduk kota kecil yang tidak memiliki kegiatan industri<sup>2</sup>. Komponen bahan buangan di kota industri seperti kota Semarang meliputi kertas 14 %, plastik 5 %, bahan makanan 21 %, logam (besi) 10%, kayu 5 %, karet dan kulit 3 %, kain 2 %, logam lainnya 1 % . Dinas Kebersihan Kota Semarang (1997) bekerja sama dengan Konsultan Bank Dunia mendapatkan komposisi sampah di kota Semarang terdiri dari 61,9 % biomassa dan 38,06 % non biomassa<sup>3</sup>.

Kota Semarang memiliki berbagai macam industri, diantaranya adalah industri pembuatan batu baterai di daerah LIK Bugangan, pengecatan mobil dan industri karoseri di daerah Mangkang, Jrasah, Pedurungan, pengecoran besi / baja di daerah

Tugu, percetakan buku, majalah maupun koran. Keseluruhan kegiatan industri tersebut menghasilkan sampah dengan kandungan logam berat yang bersifat toksik.

Sampah kota Semarang diolah pada lokasi tertentu. Tempat pengolahan sampah dikenal sebagai Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah Jatibarang. Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah dapat menjadi sumber pencemar, sehingga dapat menjadi faktor yang mampu merubah kualitas lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Kualitas lingkungan sangat mempengaruhi kesehatan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung (melalui media).

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah sering dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai lokasi pemeliharaan ternak, karena sampah dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan ternak. Pemikiran masyarakat timbul untuk memelihara sapi di TPA sampah karena pertimbangan bahwa sampah organik yang dibuang masih mempunyai nilai gizi yang cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Ternak yang dipelihara di area TPA sampah umumnya merupakan ternak kambing, dan sapi.

Sumber pakan sapi yang dipelihara di TPA sampah Jatibarang adalah campuran sampah yang mengandung berbagai bahan yang kemungkinan bersifat toksik. Sampah tersebut akan masuk ke dalam tubuh sapi dan terdistribusi ke seluruh bagian tubuh sapi. Dengan demikian sapi yang mengkonsumsi sampah tersebut memiliki risiko tinggi terpapar bahan toksik. Salah satu bahan toksik berpotensi menjadi faktor risiko adalah logam timbal (Pb).

Timbal (Pb) merupakan mineral yang tergolong mikroelemen, merupakan logam berat dan berpotensi menjadi bahan toksik. Jika terakumulatif dalam tubuh, maka berpotensi menjadi bahan toksik pada makhluk hidup. Masuknya unsur timbal (Pb) ke dalam tubuh makhluk hidup dapat melalui saluran pencernaan (gastrointestinal), saluran pernafasan (inhalasi), dan penetrasi melalui kulit (topikal).

Berdasarkan uraian di atas, dapat dikatakan bahwa lingkungan TPA sampah berisiko tinggi terhadap pencemaran berbagai polutan. Jika lokasi TPA sampah dijadikan lokasi pemeliharaan sapi, maka kemungkinan bahan toksik seperti timbal (Pb) yang terkandung dalam sampah juga akan terpapar dalam tubuh sapi. Kandungan timbal (Pb) dalam jaringan dan cairan tubuh sapi akan meningkat setelah timbal (Pb) yang ada pada sampah sebagai bahan pakan masuk ke dalam tubuhnya, dalam waktu yang lama. Mineral timbal (Pb) dalam jumlah relatif sedikit pada hewan memiliki peran esensial, akan tetapi jika organisme menerima unsur timbal (Pb) dalam jumlah relatif besar, maka potensi toksikologi unsur tersebut akan muncul dan dapat berakibat fatal.<sup>3</sup>

Toksisitas logam pada hewan komersial biasanya berpengaruh terhadap produksi, juga menimbulkan residu logam dalam tubuh ternak<sup>4</sup>. Sapi yang makan sampah dan tercemar bahan toksik timbal (Pb), akan mengakumulasi timbal (Pb). Jika sapi tersebut kemudian dimanfaatkan sebagai sumber pangan manusia, maka manusia yang mengkonsumsi bahan pangan tersebut kemungkinan juga akan mengakumulasi timbal (Pb), akhirnya akan mengalami gangguan kesehatan. Analisis risiko pencemaran bahan toksik timbal (Pb) pada sapi potong di tempat pembuangan

akhir (TPA) sampah Jatibarang belum pernah dipublikasikan, sehingga observasi faktor risiko timbal (Pb) perlu dilakukan. Diharapkan hasil penelitian dapat bermanfaat sebagai informasi awal bagi kegiatan pengelolaan hal-hal yang berkaitan dengan pencemaran bahan toksik timbal (Pb) pada sapi yang dipelihara di TPA sampah Jatibarang.

Hasil penelitian pendahuluan yang dilakukan melalui wawancara langsung pada petugas lapangan TPA sampah Jatibarang, diperoleh data bahwa volume sampah setiap hari yang ditampung di TPA sampah Jatibarang rata-rata berjumlah 600 ton/hari, yang terdiri dari sampah organik dan sampah anorganik. Sampah yang ada di TPA sampah Jatibarang merupakan sampah anorganik dan sampah organik yang tidak dipisahkan dalam proses pembuangannya.

Jumlah sapi potong yang dipelihara di TPA sampah Jatibarang sekitar 1000 ekor. Sapi potong berasal dari jenis PO (perkawinan jenis Ongole dengan sapi Jawa). Kandang sapi berada di lokasi tersebut, jumlahnya sekitar 85 kandang., akan tetapi sebagian besar sapi dibiarkan tanpa dibuatkan kandang.

Pakan ternak sapi adalah sampah, baik sampah lama yang sudah bercampur tanah maupun sampah yang baru saja diturunkan dari truk sampah, dan air minumnya adalah *leachete* yang terdapat di lokasi TPA sampah. Berarti pakan ternak sapi merupakan campuran sampah organik dengan sampah anorganik dan sampah-sampah tersebut berasal dari berbagai sumber sampah.

Hasil penelitian pendahuluan dengan analisis AAS untuk mengetahui kadar timbal (Pb) yang dilakukan di Pusat Studi Pangan Dan Gizi Universitas Gadjah Mada



adalah sebagai berikut : kadar timbal (Pb) pada urin sapi potong yang dipelihara di TPA makan sampah dan minum *leachete* 0,0696 ppm. Wawancara dengan peternak sapi, umur sapi yang diteliti 2 tahun, jenis kelamin jantan dengan pengukuran lingkaran dada 172 cm. Hasil analisis untuk mengetahui kadar timbal Pb pada urin sapi yang dipelihara diluar TPA dan makanan pokoknya rumput, kadar Pb urin sapi tidak terdeteksi. Adanya kandungan timbal (Pb) pada urin sapi berarti ada pencemaran timbal (Pb) pada tubuh sapi tersebut.

### **B. Perumusan Masalah**

Berdasar hasil observasi di lapangan, maka yang menjadi pertanyaan penelitian ini adalah : “Apakah sampah sebagai pakan dan *leachate* sebagai air minum, umur sapi, bobot tubuh sapi, berhubungan dengan risiko pencemaran bahan toksik timbal (Pb) pada sapi potong yang dipelihara di TPA sampah Jatibarang Semarang”.

### **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan umum penelitian adalah : Menganalisis risiko pencemaran bahan toksik timbal (Pb) pada sapi potong di tempat pembuangan akhir (TPA) sampah Jatibarang Semarang.

Tujuan khusus penelitian ini adalah :

1. Mengukur kadar timbal (Pb) sampel sampah baru (sampah organik yang dimakan sapi sampel di TPA Jatibarang).
2. Mengukur kadar timbal (Pb) sampel sampah lama (sampah campur tanah yang dikais sapi sampel di TPA Jatibarang)

3. Mengukur kadar timbal (Pb) sampel *leachate* (air minum sapi sampel di TPA Jatibarang)
4. Mengukur kadar timbal (Pb) pada urin sapi sampel di TPA Jatibarang.
5. Menghitung bobot sapi sampel di TPA Jatibarang dengan metode Schoorl
6. Mengidentifikasi umur sapi sampel wawancara dengan peternak di TPA Jatibarang.
7. Menganalisis hubungan kandungan timbal (Pb) sampah baru yang dimakan sapi dengan kandungan timbal (Pb) urin sapi sampel di TPA Jatibarang.
8. Menganalisis hubungan kandungan timbal (Pb) sampah lama yang bercampur tanah yang dikais sapi dengan kandungan timbal (Pb) pada urin sapi sampel di TPA Jatibarang.
9. Menganalisis hubungan kandungan timbal (Pb) *leachete* (air minum sapi) dengan kandungan timbal (Pb) urin sapi sampel di TPA Jatibarang.
10. Menganalisis hubungan antara bobot sapi dengan kandungan timbal (Pb) pada urin sapi sampel di TPA sampah Jatibarang.
11. Menganalisis hubungan umur sapi dengan kandungan timbal (Pb) pada urin sapi sampel di TPA Jatibarang.
12. Menganalisis faktor yang berhubungan dengan risiko pencemaran bahan toksik timbal (Pb) pada sapi di TPA Jatibarang.

#### **D. Manfaat Penelitian**

1. Bagi Instansi
  - a. Sebagai masukan bagi pengambil keputusan suatu instansi / institusi dalam menentukan kebijakan yang berkaitan dengan pemeliharaan sapi potong di TPA sampah Jatibarang Semarang.
  - b. Sebagai pertimbangan untuk menentukan hubungan yang kuat dalam risiko pencemaran bahan toksik timbal (Pb) pada sapi potong di TPA Jatibarang
2. Bagi peneliti maupun Perguruan Tinggi
  - a. Meningkatkan pengetahuan peneliti dan menambah masukan pengetahuan ke Perguruan Tinggi tentang faktor yang berhubungan dengan risiko pencemaran bahan toksik timbal (Pb) pada sapi potong di TPA sampah Jatibarang.
  - b. Dapat dijadikan bahan kajian untuk peneliti selanjutnya.
3. Bagi masyarakat

Menambah pengetahuan masyarakat untuk peka terhadap situasi lingkungan sekitar yang berhubungan dengan kesehatan.

#### **E. Keaslian Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian baru dan bersifat melengkapi hasil penelitian yang pernah dilakukan. Penelitian yang pernah dilakukan adalah :

- 1 Uji kualitas daging sapi potong dari sapi yang dipelihara di TPA Jatibarang Kota Semarang<sup>5</sup>

2. Kajian pola eliminasi kandungan logam berat pada sapi potong yang dipelihara di TPA Jatibarang Mijen Semarang.<sup>6</sup>

Penelitian risiko pencemaran bahan toksik timbal (Pb) pada sapi potong yang dipelihara di TPA sampah Jatibarang Semarang hubungannya dengan: , sampah sebagai makanannya, *leachate* sebagai air minum sapi, umur sapi, bobot sapi perlu dilakukan. Data yang diperoleh dalam penelitian akan melengkapi hasil penelitian yang telah dilaksanakan, sehingga informasi untuk pengambilan kesimpulan tentang masalah risiko pencemaran bahan toksik timbal (Pb) pada sapi potong yang dipelihara di TPA sampah Jatibarang bersifat menyeluruh.

#### **F. Ruang Lingkup Penelitian**

1. Ruang Lingkup Waktu : Waktu penelitian adalah semester genap tahun 2005 / 2006, selama 3 bulan
2. Ruang Lingkup Tempat : Lokasi penelitian adalah TPA sampah Jatibarang, Kelurahan Kedungpane, Kecamatan Mijen, Kotamadia Semarang
3. Ruang Lingkup Materi : Materi penelitian ini meliputi: sampah dan leachate, risiko pencemaran dan toksisitas, timbal (Pb), diskripsi umum sapi, risiko timbal (Pb) pada sapi, proses masuknya timbal(Pb) dalam tubuh manusia, risiko timbal (Pb) pada organ tubuh, diagnosis keracunan timbal (Pb).
4. Lingkup Sasaran : Sasaran penelitian ini adalah sapi potong yang dipelihara di TPA sampah Jatibarang Semarang.
5. Lingkup Metoda : Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan *cross Sectional* dengan metode *survey analitik* dengan tujuan untuk

mengetahui hubungan umur sapi, bobot tubuh sapi, sampah baru yang dimakan sapi, sampah lama campur tanah yang dikais sapi, dan *leachate* sebagai air minum sapi dengan risiko pencemaran bahan toksik timbal (Pb) pada sapi potong yang dipelihara di TPA sampah Jatibarang Semarang.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. Sampah**

Sampah dalam bahasa Inggris *Waste* yang pada dasarnya mencakup banyak pengertian. Sampah adalah semua zat atau benda yang tidak dapat dipakai lagi, baik yang berasal dari rumah maupun dari sisa- sisa produksi <sup>7</sup>. Pandangan terhadap persampahan pada tahun terakhir telah berkembang dari persampahan sebagai *waste*, menjadi pandangan sebagai komoditas yang bernilai ekonomis. Pandangan ini dikembangkan dalam menangani persampahan sehingga mendorong pelaksanaan pengelolaan sampah secara menyeluruh atau secara *holistic*. Pengembangan tersebut diwujudkan dengan model 3R, yaitu : *reduction, re-use, re-cycle*. Model tersebut menjadi landasan strategi pengelolaan sampah perkotaan <sup>8</sup>

Sampah atau *waste* digolongkan menjadi 4 (empat) kelompok meliputi:

1. *Human Excreta*, merupakan bahan buangan yang dikeluarkan dari tubuh manusia, meliputi tinja dan air kencing..
2. *Sewage*, merupakan air limbah yang dibuang oleh pabrik maupun rumah tangga. , contohnya air bekas cuci pakaian yang masih mengandung detergen.
3. *Refuse*, merupakan bahan sisa proses industri atau hasil samping kegiatan rumah tangga, *refuse* inilah yang dalam pengertian sehari-hari kerap kali disebut sampah. contohnya panci bekas, botol bekas, kertas bekas pembungkus bumbu dapur, sendok kayu yang sudah tidak dipakai lagi dan dibuang, sisa sayuran, nasi basi daun tanaman dan masih banyak lagi.

4. *Industrial waste*, merupakan bahan buangan sisa proses industri. Ahli Kesehatan Masyarakat Amerika membuat batasan, sampah (*waste*) merupakan sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang sudah dibuang yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya. Berdasarkan batasan ini sampah merupakan hasil kegiatan manusia yang dibuang karena sudah tidak berguna.<sup>9</sup>

Berdasarkan sumbernya sampah dapat dikelompokkan sebagai berikut :

- 1 Sampah dari pemukiman (*Domestic Wastes*), Terdiri dari bahan padat dari kegiatan rumah tangga yang sudah tidak terpakai dan dibuang seperti sisa makanan yang sudah dimasak atau belum, bekas pembungkus berupa kertas, plastik, daun dari kebun.
- 2 Sampah dari tempat umum. Berasal dari pasar, tempat hiburan, terminal bus, stasiun kereta api, dan sebagainya, berupa kertas, plastik, kaleng bekas makanan/minuman, botol, daun..
- 3 Sampah dari perkantoran, pendidikan, perdagangan, departemen, perusahaan, berupa kertas, plastik, karbon, klip dan sebagainya.
- 4 Sampah dari jalan raya asal dari pembersihan jalan, terdiri dari kertas, plastik, kardus, debu, batuan, pasir, sobekan kain, onderdil kendaraan yang jatuh, daun, plastik
- 5 Sampah dari industri (*Industrial Wastes*). Sampah dari kawasan industri termasuk sampah yang berasal dari pembangunan industri dan sampah dari proses produksi,

- misalnya sampah pengepakan barang, logam, plastik, kayu, potongan tekstil, kaleng dan sebagainya.
- 6 Sampah dari pertanian/perkebunan. Sampah ini sebagai hasil dari perkebunan atau pertanian misalnya: jerami, sisa sayur mayur, batang padi, batang jagung, ranting kayu dan sebagainya
  - 7 Sampah dari pertambangan. Sampah ini berasal dari daerah pertambangan, jenisnya tergantung dari jenis pertambangan misalnya: batu, tanah/cadas, pasir, sisa pembakaran (arang)
  - 8 Sampah dari peternakan dan perikanan, berupa kotoran ternak, sisa makanan, bangkai binatang.<sup>1</sup>

Pelayanan umum pengumpulan sampah untuk satu kota dengan kota lain bervariasi, secara nasional hanya 40% dari penduduk perkotaan yang mendapat layanan pengumpulan sampah. Sisa sampah yang tidak dikumpulkan dibakar dan dibuang pada lahan terbuka atau badan air, hal tersebut memungkinkan terjadinya pencemaran lingkungan, sehingga menurunkan aspek kesehatan lingkungan.

### **Jenis Sampah**

Sampah dapat dibagi menjadi 3 jenis sampah yaitu sampah padat, sampah cair, dan sampah dalam bentuk gas (*fume, smoke*)<sup>9</sup>. Secara kimiawi, sampah padat dapat dibagi menjadi :

1. sampah anorganik: adalah sampah yang umumnya tidak dapat membusuk, misalnya logam / besi, pecahan gelas, plastik dan sebagainya.



2. sampah organik: adalah sampah yang umumnya dapat membusuk, misalnya sisa-sisa makanan, daun-daunan, buah-buahan, sayuran.<sup>1</sup>

Berdasar karakteristik sampah:

- a. *garbage* adalah sampah hasil pengolahan atau pembuatan makanan, umumnya mudah membusuk dan berasal dari rumah tangga, restoran, hotel dan sebagainya.
- b. *rubbish* adalah sampah dari perkantoran, perdagangan baik yang mudah terbakar seperti kertas, karton, plastik maupun tidak mudah terbakar seperti kaleng, pecahan kaca, gelas.
- c. *ashes* (abu) sisa pembakaran dari bahan mudah terbakar, termasuk abu rokok
- d. *street sweeping* (sampah jalanan) yaitu sampah berasal dari dari pembersihan jalan, terdiri dari campuran berbagai macam sampah, daun, kertasplastik, pecahan kaca, besi, debu dan sebagainya.
- e. *industrial waste* yaitu sampah berasal dari industri atau pabrik.
- f. *dead animal* ( bangkai binatang) yaitu bangkai binatang yang sudah yang sudah mati karena alam, ditabrak kendaraan atau dibuang oleh orang.
- g. *Abandoned vehicle* (bangkai kendaraan) adalah bangkai mobil, sepeda, sepeda motor.
- h. *Construction waste* (sampah pembangunan) yaitu sampah dari proses pembangunan gedung, rumah, yang berupa puing-puing , potongan kayu, besi beton, batu bata<sup>10</sup>.

## **Volume sampah**

Sampah yang masuk ke lokasi TPA berasal dari angkutan sampah yang terdiri dari bermacam sumber, kendaraan angkutan sampah dari Dinas Kebersihan, Dinas Pertamanan, dari pihak swasta, dan perorangan. Jumlah kendaraan angkutan sampah yang masuk ke lokasi TPA Jatibarang berkisar antara 125 rit sampai 275 rit setiap hari, setiap rit kendaraan sampah mengangkut sampah rata-rata  $6\text{m}^3$ , berdasarkan hal tersebut dapat diperhitungkan volume sampah rata-rata per hari, sebanyak  $1800\text{ m}^3$ .

## **Pengolahan Sampah**

Macam-macam pengolahan sampah yang paling banyak digunakan adalah :

1. “*Open dumping*” . Sampah setelah sampai di TPA dapat dibuang begitu saja. Cara ini paling murah dan mudah dilaksanakan, tetapi dapat menimbulkan dampak pencemaran yang berat. Tikus, lalat nyamuk dan bakteri tumbuh dengan subur pada timbunan sampah. Bau yang tidak sedap mengganggu penduduk yang ada disekitar penimbunan sampah
2. Metode “*Incineration*”. Metoda pembakaran sampah yang perlu diawasi dengan baik, pekerjaan ini sangat sederhana dan biayanya tidak mahal. Zat padat yang tersisa berupa abu yang jumlahnya relatif lebih kecil dibandingkan dengan sampah semula. Bau busuk dan gangguan tikus, lalat, nyamuk dapat diminimalisasi
3. Metode “*Sanitary Landfill*”. Sampah dibuang . ditutup dengan tanah dan bersamaan dengan itu dipadatkan dengan alat berat, agar menjadi lebih mampat.

Lapisan di atasnya dituangkan sampah berikut tanah secara berlapis, dan demikian seterusnya sampai akhirnya rata dengan permukaan tanah.

4. Metode “*Komposting*”. Sampah diolah secara fermentatif. Secara periodik tumpukan sampah harus dibolak-balik, agar fermentasi dapat berjalan dengan baik dan merata. Pencemaran lingkungan selama berlangsungnya proses tidak seberat penimbunan terbuka, dengan metode “komposting” ini proses pembuatan pupuk berjalan lambat diperlukan waktu dua bulan.
5. Metode “Daur Ulang”. Sampah dikelompokkan menurut jenisnya, kemudian setiap kelompok sampah diolah sendiri menjadi produk / hasil yang berharga. Kertas-kertas bekas diolah kembali menjadi kertas baru. Hal ini dapat dilakukan juga terhadap jenis sampah logam, plastik dan gelas. Jenis sampah dedaunan, sisa sayuran dan buah-buahan, mudah busuk, oleh karena itu harus ditangani secara khusus.
6. Fermentasi Anaerobik. Sampah dirombak oleh mikro organisme tertentu, tanpa udara menjadi gas metan dan karbon dioksida.<sup>11</sup>

Dampak langsung akibat pengelolaan sampah yang tidak baik adalah pencemaran lingkungan, sehingga terjadi penurunan kualitas lingkungan.. Sampah merupakan media hidup yang baik bagi mikroorganisme, sehingga mikroba patogen dapat hidup dengan baik, dan mikroba tersebut dapat mempengaruhi kualitas kesehatan manusia.

Pengaruh tidak langsung dapat disebabkan oleh adanya proses pembusukan, proses pembakaran sampah. Dekomposisi anaerobik sampah menghasilkan cairan

*leachate* dan gas. *Leachate* kemungkinan besar mengandung bahan-bahan beracun bagi kehidupan. *Leachate* tergantung dari kualitas sampah, dalam *leachate* dapat mengandung mikroba patogen dan logam berat berbahaya.

Sampah dimanfaatkan sebagai sumber pakan sapi kemudian daging sapi tersebut dikonsumsi oleh manusia, hal ini merupakan pengaruh tidak langsung bagi kesehatan manusia, sapi merupakan media pengaruh sampah terhadap kesehatan manusia.

## **B. Risiko Pencemaran dan Toksisitas**

Risiko toksisitas berarti besarnya kemungkinan zat kimia untuk menimbulkan keracunan, hal ini tergantung dari besarnya dosis, konsentrasi, lamanya dan seringnya pemaparan, juga cara masuk dalam tubuh<sup>12</sup>, dan gejala keracunan antara lain disebabkan oleh adanya pencemaran atau polusi

Pencemaran atau polusi adalah keadaan yang berubah menjadi lebih buruk, keadaan yang berubah karena akibat masukan dari bahan- bahan pencemar . Bahan pencemar umumnya mempunyai sifat racun (toksik) yang berbahaya bagi organisme hidup. Toksisitas atau daya racun dari polutan itulah yang kemudian menjadi pemicu terjadinya pencemaran.<sup>13</sup>

Kegiatan toksikologis antara lain adalah : menguji sifat- sifat dari efek negatif yang ditimbulkan oleh bahan kimia / fisika, memperkirakan / menaksir efek negatif yang mungkin akan timbul karena keberadaan suatu bahan kimia / fisika.

### Klasifikasi Toksisitas:

1. Berdasar durasi waktu timbulnya efek: dikelompokkan menjadi : toksisitas akut sifatnya mendadak, dalam waktu singkat, efeknya *reversibel*, toksisitas kronis durasinya lama dan permanen, konstan atau terus menerus, efeknya permanen atau *irreversibel*.
2. Berdasar tempat bahan kimia (toksikan) tersebut berefek: toksikan lokal (efek terjadi pada tempat aplikasi atau *exposure*, di antara toksikan dan sistem biologis), toksisitas sistemik (toksikan diabsorpsi ke dalam tubuh dan didistribusi melalui aliran darah dan mencapai organ di mana akan terjadi efek).
3. Berdasar respons yang terjadi dan organ di mana bahan kimia tersebut mempunyai efek, toksisitas dibedakan, misalnya : *hepatotoksin*, *nefrotoksin*, *neurotoksin*, *immunotoksin*, *teratogenik* (menyebabkan cacat pada janin), *allergen sensitizers* (bahan kimia / fisika yang bisa merangsang timbulnya reaksi *alergi*), *karsinogenik*.

Efek dari interaksi kimia (*sinergis*, *potensiasi*, dan *antagonis*) yang memungkinkan timbulnya efek toksik

1. Sinergis apabila dua bahan kimia yang mempunyai sifat toksik yang sama, ketika digabungkan mempunyai efek toksik yang jauh lebih besar dibanding dari hasil perhitungan / penjumlahan efek dari keduanya.

2. Potensiasi apabila zat kimia tidak mempunyai efek toksik sama sekali, namun apabila ditambahkan zat kimia yang lain yang mempunyai efek toksik, maka akan meningkatkan toksisitas dari zat kimia kedua.
3. Antagonis apabila beberapa zat kimia digabungkan akan saling mengurangi efek toksik dari masing- masing zat kimia tersebut.<sup>12</sup>

Pembangunan di Indonesia diutamakan pada sektor industri, kemajuan industri memberikan efek samping bagi manusia sendiri yaitu adanya pencemaran , berupa buangan atau limbah industri yang mengandung gugus logam berat<sup>14</sup>

Pencemaran yang ditimbulkan oleh limbah industri yang mengandung logam berat misalnya AS, Cd, Pb dan Hg dapat terakumulasi dalam tanaman misalnya : padi, rumput, sayuran, dan jenis tanaman lain yang digunakan makanan ternak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan Cd, Pb, Cu dan Zn dalam rumput yang tumbuh di daerah sekitar pabrik semen di Kabupaten Bogor, dilaporkan mempunyai kandungan Pb dan Zn yang tinggi pada rumput yang tumbuh dengan jarak satu kilometer dari pabrik semen Bogor<sup>4</sup>

Akibat dari pencemaran adalah terganggunya aktivitas kehidupan makhluk hidup, terlebih apabila organisme tersebut tidak mampu mendegradasi bahan pencemar tersebut, sehingga bahan tersebut terakumulasi dalam tubuhnya. Peristiwa tersebut akan mengakibatkan terjadinya *biomagnifikasi* dari organisme satu ke organisme yang lain yang mempunyai tingkatan yang lebih tinggi<sup>12</sup>

Risiko hewan yang mengkonsumsi pakan mengandung bahan toksik setiap harinya adalah akumulasi bahan toksik tersebut, sehingga konsentrasi dalam tubuh

hewan lebih tinggi daripada konsentrasi yang terkandung dalam pakan yang dikonsumsi. Bila seekor hewan mengandung bahan toksik dikonsumsi hewan lainnya, maka hewan kedua memiliki konsentrasi bahan toksik lebih tinggi dari hewan pertama, demikian juga hewan ketiga yang memakan hewan kedua, rangkaian proses makan tersebut disebut "*food Chain*"<sup>12</sup>

Bahan toksik yang terkandung dalam sampah kemungkinan berupa logam berat. Logam berat yang sering menimbulkan kasus keracunan pada ruminansia (misalnya sapi) adalah : tembaga (Cu), timbal (Pb), dan merkuri (Hg)<sup>4</sup>

### **C. Timbal (Pb)**

Timbal (Pb) adalah sebuah unsur yang biasanya ditemukan di dalam batuan, tanah, tumbuhan dan hewan. Timbal (Pb) 95 % bersifat anorganik dan umumnya dalam bentuk garam anorganik yang umumnya kurang larut dalam air. Selebihnya berbentuk timbal (Pb) organik. Timbal (Pb) organik ditemukan dalam bentuk senyawa Tetraethyllead (TEL) dan Tetramethyllead (TML). Jenis senyawa ini hampir tidak larut dalam air, namun dapat dengan mudah larut dalam pelarut organik, misalnya dalam lipid. Waktu keberadaan timbal (Pb) dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti arus angin, dan curah hujan.. Timbal (Pb) tidak mengalami penguapan namun dapat ditemukan di udara sebagai partikel. Karena timbal (Pb) adalah sebuah unsur, maka tidak mengalami degradasi (penguraian) dan tidak dapat dihancurkan.<sup>15</sup>

Timbal (Pb) dimanfaatkan manusia untuk bahan pembuat baterai, membuat amunisi, produk logam (logam lembaran, solder, dan pipa), perlengkapan medis (penangkal radiasi dan alat bedah), cat, keramik, peralatan kegiatan ilmiah/praktek

(papan sirkuit (CB) untuk computer) untuk campuran minyak bahan-bakar untuk meningkatkan nilai oktan.

Konsentrasi timbal (Pb) di lingkungan, tergantung pada tingkat aktivitas manusia, misalnya di daerah industri, di jalan raya, dan tempat pembuangan sampah. Karena timbal (Pb) banyak ditemukan diberbagai lingkungan, maka timbal (Pb) dapat memasuki tubuh melalui udara, air minum, makanan yang dimakan, dan tanah pertanian.

Kata latin Pb adalah Plumbum, bahasa Inggrisnya Lead <sup>16</sup>. Timbal (Pb) mempunyai berat atom 207,21, berat jenis 11,34, bersifat lunak dan berwarna biru atau silver abu- abu dengan kilau logam, nomer atom 82 mempunyai titik leleh 327,4 °C dan titik didih 1620 °C <sup>17</sup>

Timbal (Pb) termasuk logam berat “*trace metals*” karena mempunyai berat jenis lebih dari lima kali berat jenis air. <sup>12</sup> Bentuk kimia senyawa Pb yang masuk ke tubuh melalui makanan akan mengendap pada jaringan tubuh, dan sisanya akan terbangun bersama bahan sisa metabolisme.

#### **D. Diskripsi Umum Sapi**

Sapi adalah salah satu ternak yang banyak dipelihara oleh masyarakat . secara taksonomis sapi termasuk genus *Bos*. Nama spesiesnya tergantung asal sapi tersebut. Sebagai contoh, *Bos sondaicus*, *Bos indicus*, *Bos javanicus*. Jenis sapi yang ditenakkan di TPA sampah Jatibarang adalah sapi *PO* (Peranakan Ongole). *Sapi PO* merupakan hasil persilangan sapi India (Madras) dengan sapi Jawa. Sapi Ongole di



Eropa disebut zebu, di Jawa populair dengan sebutan sapi benggala. Jenis Sapi PO merupakan ternak potong dan kerja. Tanda-tanda fisik dari sapi PO adalah :

1. Warna bulu pada umumnya putih tetapi pada sapi jantan mengalami perubahan menjelang dewasa menjadi abu-abu kehitam-hitaman pada daerah pundak, lutut, kepala, dan leher. Kulitnya longgar dan kadang-kadang berlipat di daerah lehernya (gelambir).
2. Telinganya panjang dan letaknya bergantung. Tanduknya pendek, perletakkannya kuat dan dasarnya cukup besar.
3. Sapi jantan beratnya sampai 550 kg, sapi betina sampai 350 kg pada usia 5 tahun.<sup>18</sup>

### **Umur Sapi**

Umur sapi dapat didiskripsikan dari morfologi hewan tersebut, antara lain dari:

- Hasil catatan tanggal lahir yang dilakukan oleh peternak. Akan tetapi hal ini jarang dilakukan oleh peternak tradisional, jadi umur sapi peternakan tradisional diperoleh dengan cara perkiraan.
- Keadaan gigi serinya

Umur hewan menyusui, seperti sapi biasa diketahui dengan melihat gigi serinya. Gigi seri hanya terdapat pada rahang bawah. Semenjak lahir gigi sudah tumbuh. Kemudian pada umur tertentu akan lepas dan berganti dengan gigi tetap, sepasang demi sepasang. Gigi seri yang pertama disebut gigi susu, sedangkan gigi yang lain disebut gigi tetap.

- Keadaan tanduk, khususnya dengan memperhatikan gelang-gelang pada tanduk. Sapi jantan akan timbul gelang yang pertama setahun lebih lambat dari sapi yang betina<sup>18</sup>.

### **Bobot Sapi**

Bobot sapi merupakan gambaran jumlah massa penyusun tubuh sapi tersebut. Massa penyusun tubuh sapi pada dasarnya merupakan massa kimiawi, yang merupakan hasil proses kimiawi dalam tubuh sapi, proses kimiawi tersebut dikenal sebagai metabolisme. Metabolit (hasil metabolisme) tubuh sapi kuantitas dan kualitasnya didukung oleh aktivitas berbagai system organ dalam tubuh, misalnya system pencernaan, system pernafasan, dll. Jika kondisi system organ baik, maka hasil metabolisme baik pula. Berdasarkan penelitian terdapat korelasi antara besarnya lingkaran dada dengan jumlah massa tubuh, hal tersebut diekspresikan dengan rumus Schrool<sup>18</sup>.

$$\text{Bobot tubuh (kg)} = \frac{\{LD \text{ (cm)} + 22\}^2}{100} \quad \text{LD : Lingkaran Dada}$$

### **Jenis kelamin sapi**

Sapi merupakan hewan gonokhoristik, artinya organ genitalia terpisah, sehingga terdapat jenis sapi jantan dan sapi betina. Perbedaan kedua jenis sapi tersebut dapat diketahui secara morfologis. Ciri-ciri eksternal jenis kelamin antara lain adalah :

- Sapi jantan mempunyai penampilan tubuh relatif lebih besar daripada sapi betina.
- Tanduk sapi jantan relatif lebih berkembang daripada tanduk sapi betina.
- Organ genitalia eksterna sapi jantan pada masa tidak kawin dapat dimasukkan ke dalam tubuhnya sehingga tidak terlihat dari luar<sup>19</sup>

### **E. Risiko Timbal (Pb) pada Sapi**

Logam yang telah diabsorpsi akan masuk ke dalam darah, berikatan dengan protein darah yang kemudian didistribusikan ke seluruh jaringan tubuh. Akumulasi logam yang tertinggi dalam organ detoksikasi (hati) dan ekskresi (ginjal), dalam kedua organ tersebut logam berikatan dengan berbagai jenis protein baik enzim maupun protein lain yang disebut metalothionin. Kerusakan jaringan oleh logam terdapat pada beberapa lokasi baik tempat masuknya logam maupun tempat penimbunannya. Akibat yang ditimbulkan dari toksisitas logam dapat berupa kerusakan fisik (erosi, degenerasi, nekrosis) dan dapat berupa gangguan fisiologik (gangguan fungsi enzim dan gangguan metabolisme)<sup>20</sup>

Timbal (Pb) dalam jaringan dan cairan tubuh identik dengan jumlah Pb yang dikeluarkan. Ekskresi Pb melalui bilus dan urin, jumlah Pb relatif sedikit pada susu dan muskulus. Semua spesies hewan muda lebih rentan keracunan Pb dibandingkan hewan tua. Timbal (Pb) dapat menembus plasenta sehingga terjadi transportasi dari induk ke fetus<sup>4</sup>

Konsentrasi logam berat yang dikonsumsi oleh hewan bervariasi. Badan penelitian nasional Kanada (National Research Council, NRC) menentukan jumlah maksimum kandungan logam yang diperbolehkan untuk konsumsi hewan disebut *Maximum Tolerable Level (MTL)*. Adapun *MTL* merupakan kandungan logam yang aman bagi hewan dan aman bagi manusia yang mengonsumsi produk hewan tersebut. Batas toleransi logam berat timbal (Pb) dalam pakan menurut NRC untuk sapi adalah 30 mg/kg.<sup>4</sup> Sapi adalah hewan ruminansia yang sering keracunan karena mempunyai

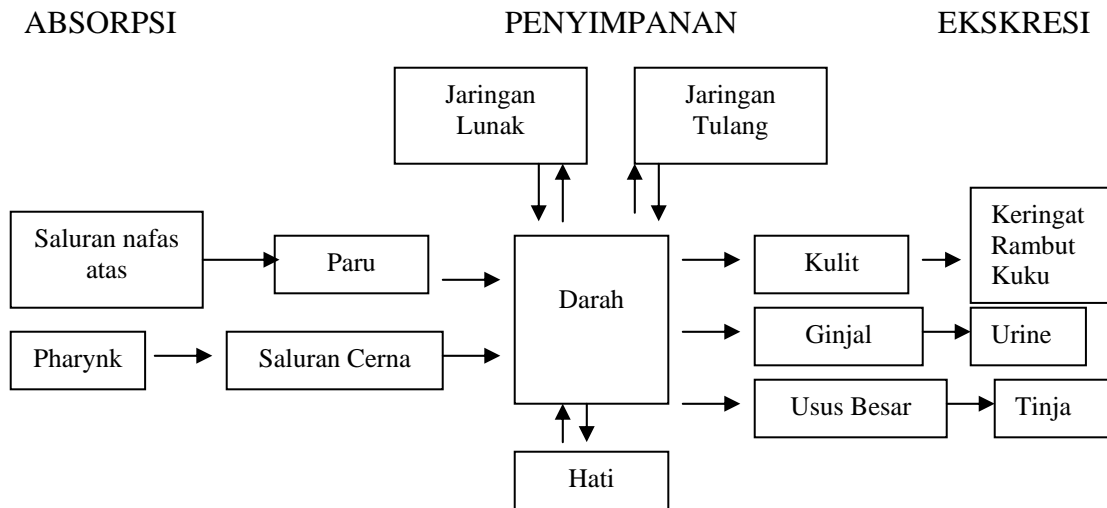
sifat suka menjilat-jilat, terjadinya toksisitas logam diantaranya juga lewat minuman disamping makanan.<sup>4</sup>

Timbal adalah logam berat konvensional yang sering menyebabkan keracunan pada hewan ruminansia. Rumput pakan ternak yang terkontaminasi oleh timbal (Pb) dari udara sering menyebabkan keracunan kronis. Kasus keracunan Pb pada sapi terutama pada sapi yang digembalakan pada daerah tercemar<sup>4</sup>. Keracunan timbal (Pb) pada ruminansia menimbulkan gejala khas sebagai berikut:

1. Gastroenteritis hal ini karena terjadi reaksi dari mukosa saluran pencernaan bila kontak dengan garam Pb dan terjadi pembengkakan.. Gerak kontraksi rumen dan usus terhenti sehingga terjadi diare.
2. Anemia, dalam darah timbal (Pb) berikatan dengan sel darah merah sehingga sel darah mudah pecah. terjadi gangguan terhadap sintesis Hb, dan ditemukannya basofilik stipling pada sel darah, inilah ciri terjadinya keracunan Pb.
3. Encephalopati yaitu kerusakan yang terjadi pada sel endotel dari kapiler dan otak

#### **F. Proses Masuknya Timbal (Pb) dalam Tubuh Manusia**

Jalur masuknya timbal (Pb) ke tubuh manusia melalui saluran pernapasan (respirasi), juga melalui saluran pencernaan (*gastrointestinal*), kemudian di distribusikan ke dalam darah, dan terikat pada sel darah. Sebagian Pb disimpan dalam jaringan lunak dan tulang, sebagian diekskresikan lewat kulit, ginjal dan usus besar, skematis dapat dilihat di bawah ini :



**Gambar 2.1. Skema Metabolisme Pb dalam Tubuh Manusia**

( Hemberg S dalam Zens C, 1994, dengan modifikasi)

Timbal (Pb) bersirkulasi dalam darah setelah diabsorpsi dari usus, terutama berhubungan dengan sel darah merah (*eritrosit*). Pertama didistribusikan kedalam jaringan lunak dan berinkorporasi dalam tulang, gigi, rambut untuk dideposit (*storage*).<sup>17,20</sup> Timbal (Pb) 90 % dideposit dalam tulang dan sebagian kecil tersimpan dalam otak, pada tulang timbal (Pb) dalam bentuk Pb fosfat /  $Pb_3(PO_4)_2$ . Secara teori selama timbal (Pb) terikat dalam tulang tidak akan menyebabkan gejala sakit pada penderita. Tetapi yang berbahaya ialah toksisitas Pb yang diakibatkan gangguan absorpsi Ca karena terjadi desorpsi Ca dari tulang yang menyebabkan penarikan deposit timbal (Pb) dari tulang tersebut.<sup>4</sup>

### **G. Risiko Timbal (Pb) Pada Organ Tubuh**

Timbal (Pb) adalah logam toksik yang bersifat kumulatif sehingga mekanisme toksisitasnya dibedakan menurut organ yang dipengaruhi yaitu:

### **1. Risiko timbal (Pb) pada sistem hemopoietik.**

Timbal (Pb) mempengaruhi sistem darah dengan cara:

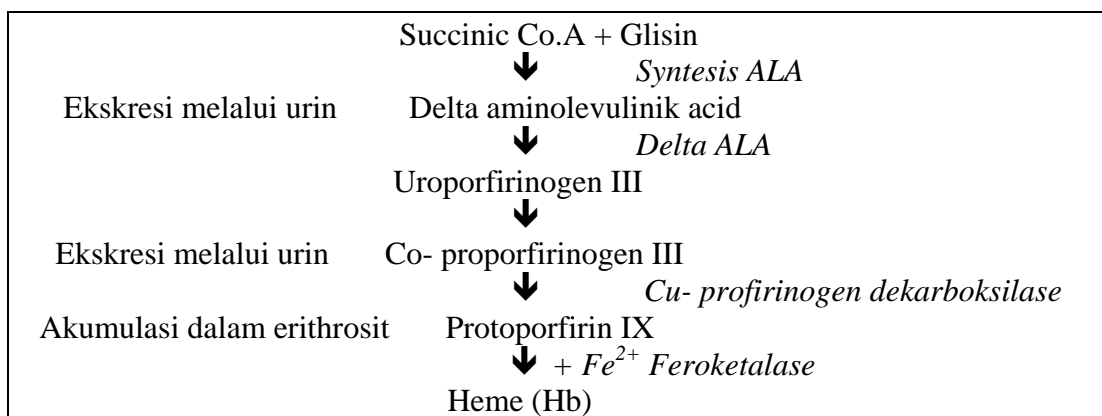
- a. memperlambat pematangan normal sel darah merah (eritrosit) dalam sumsum tulang yang menyebabkan terjadinya anemi.
- b. mempengaruhi kelangsungan hidup sel darah merah. Eritrosit yang diberi perlakuan dengan timbal (Pb), memperlihatkan peningkatan tekanan osmosis dan kelemahan pergerakan. Selain itu juga memperlihatkan penghambatan Na-K-ATP ase yang meningkatkan kehilangan kalium intraseluler. Hal ini membuktikan bahwa kejadian anemi karena keracunan timbal (Pb) disertai dengan penyusutan waktu hidup eritrosit.
- c. menghambat biosintesis hemoglobin dengan cara menghambat aktivitas enzim delta-ALAD dan enzim ferroketalase<sup>15</sup>

Proses kehidupan organisme merupakan rangkaian proses fisiologis, maka dibutuhkan enzim-enzim untuk kelancaran rangkaian-rangkaian reaksi yang dibentuknya. Enzim adalah katalisator protein (zat yang mempercepat reaksi biokimia dalam sistem biologis). Pada umumnya semua reaksi biokimia dikatalisasi oleh enzim. Sifat enzim yang paling bermakna adalah kesanggupannya untuk mengkatalisis suatu reaksi spesifik, dan pada hakekatnya tidak mengkatalisis reaksi lain.

Keberadaan suatu zat racun dapat mempengaruhi aktifitas enzim fisiologis tubuh. Logam berat mempunyai kemampuan untuk berikatan dengan enzim. Ikatan itu dapat terjadi karena logam berat mempunyai kemampuan untuk menggantikan gugus logam yang berfungsi sebagai ko-faktor enzim.

Enzim-enzim tertentu memiliki gugus sulfhidril (- SH) sebagai pusat aktifnya .Enzim-enzim yang mempunyai gugus sulfhidril ini merupakan kelompok enzim yang paling mudah terhalang daya kerjanya . Keadaan ini disebabkan gugus sulfhidril dengan mudah berikatan dengan ion-ion logam berat. Akibat dari ikatan yang dibentuk antara gugus sulfhidril dengan ion logam berat, daya kerja yang dimiliki oleh enzim menjadi sangat berkurang atau sama sekali tidak bekerja .<sup>13</sup>

Timbal (Pb) mengganggu sistem sintesis Hb dengan cara menghambat konversi delta aminolevulinik acid (delta ALAD) menjadi forfobilinogen dan menghambat korporasi dari Fe ke protoporfirin IX untuk membentuk Hb, dengan cara menghambat enzim delta aminolevulinik asid dehidratase (delta ALAD) dan feroketalase yang akhirnya meningkatkan ekskresi koproporfirin dalam urin dan delta ALA serta mensintesis Hb. Pembentukan senyawa porfirin seperti pada skema di bawah ini.



Gambar 2.2. Proses penghambatan Produksi hemoglobin karena timbal (Pb)  
(Darmono, 2001)

Kompensasi penurunan sintesis Hb karena terhambat timbal (Pb) adalah peningkatan produksi erithrofoesis. Sel darah merah muda (retikulosit) dan sel stipel kemudian dibebaskan. Ditemukannya sel stipel basofil (basophilic stippling) merupakan gejala dari adanya gangguan metabolik dari pembentukan Hb. Hal ini terjadi karena adanya tanda-tanda keracunan Pb. Sel darah merah gagal untuk menjadi dewasa dan sel tersebut menyisakan organel yang biasanya menghilang pada proses kedewasaan sel, akhirnya poliribosoma ireguler pada agregat RNA membentuk sel stipel.<sup>4</sup>

## **2. Risiko Timbal (Pb) pada Sistem Saraf.**

Sistem saraf merupakan sistem yang paling sensitif terhadap daya racun . Risiko dari keracunan keracunan timbal (Pb) dapat menimbulkan kerusakan pada otak. Penyakit-penyaakit yang berhubungan dengan otak sebagai akibat dari keracunan timbal (Pb) adalah epilepsi, halusinasi, kerusakan pada otak besar dan delirium, yaitu sejenis penyakit gula <sup>13</sup>

Sistem saraf yang kena pengaruh timbal (Pb) dengan konsentrasi timbal dalam darah diatas 80 µg / 100 ml, dapat terjadi ensefalopati. Hal ini dapat dilihat melalui gejala seperti gangguan mental yang parah, kebutaan dan epilepsi dengan atrofi kortikal, atau dapat secara tidak langsung berkurangnya persepsi sensorik sehingga menyebabkan kurangnya kemampuan belajar, penurunan intelegensia (IQ), atau mengalami gangguan perilaku seperti sifat agresif, destruktif, atau jahat.

Kerusakan saraf motorik menyebabkan kelumpuhan saraf lanjutan dikenal dengan *lead palsy*. Keracunan kandungan timbal (Pb) dapat merusak saraf mata pada



anak-anak dan berakhir pada kebutaan. *Centers for disease Control (CDC)* menyatakan bahwa kandungan timbal (Pb) dalam darah  $70 \mu\text{g} / 100 \text{ ml}$  merupakan batas darurat medis akut pada pasien anak.<sup>17</sup>

### **3. Risiko Timbal (Pb) pada Sistem ginjal.**

Senyawa timbal (Pb) yang terlarut dalam darah dibawa ke seluruh sistem tubuh. Sirkulasi darah masuk ke glomerulus merupakan bagian dari ginjal. Glomerulus merupakan tempat proses pemisahan akhir dari semua bahan yang dibawa darah. Timbal (Pb) yang terlarut dalam darah akan berpindah ke sistem urinaria (ginjal) sehingga dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan pada ginjal. Kerusakan terjadi karena terbentuknya *intranuclear inclusion bodies* disertai dengan gejala *aminociduria*, yaitu terjadinya kelebihan asam amino dalam urine<sup>13</sup>. Nefropatis (kerusakan nefron pada ginjal) dapat di deteksi dari ketidak seimbangannya fungsi renal dan sering diikuti hipertensi.<sup>17</sup>

### **4. Risiko Timbal (Pb) pada Sistem Gastrointestinal**

Gejala awal muncul pada konsentrasi timbal (Pb) dalam darah sekitar  $80 \mu\text{g} / 100 \text{ ml}$ , gejala-gejala tersebut meliputi kurangnya nafsu makan, gangguan pencernaan, gangguan *epigastrik* setelah makan, sembelit dan diare.

Jika kadar timbal (Pb) dalam darah melebihi  $100 \mu\text{g} / 100 \text{ ml}$ , maka kecenderungan untuk munculnya gejala lebih parah lagi, yaitu bagian perut kolik terus menerus dan sembelit yang lebih parah. Jika gejala ini tidak segera ditangani, maka akan muncul kolik yang lebih spesifik. Konsentrasi timbal (Pb) dalam darah diatas  $150 \mu\text{g} / 100 \text{ ml}$  penderita menderita nyeri dan melakukan reaksi kaki ditarik-tarik

kearah perut secara terus menerus dan menggerakkan gigi, diikuti keluarnya keringat pada kening. Jika tidak dilakukan penanganan lebih lanjut, maka kolik dapat terjadi selama beberapa hari, bahkan hingga satu minggu.<sup>17</sup>

#### **5. Risiko Timbal (Pb) pada Sistem Kardiovaskuler.**

Tahap akut keracunan timbal (Pb) khususnya pada pasien yang menderita kolik, tekanan darah akan naik. Jika terjadi hal demikian, maka pasien tersebut akan mengalami hipotonia. Kemungkinan kerusakan miokardial harus diperhatikan. Dalam penelitian ditemukan jenis kelainan perubahan elektrokardiografis pada 70 % dari total pasien yang ditangani. Temuan utama dari penelitian adalah *takhikardia*, *atrial disritmia*, gelombang T dan atau sudut QRS-T yang melebar secara tidak normal<sup>17</sup>.

#### **6. Risiko Timbal (Pb) pada Sistem Reproduksi dan Endokrin.**

Efek reproduktif meliputi berkurangnya tingkat kesuburan bagi wanita maupun pria yang terkontaminasi Timbal (Pb), logam tersebut juga dapat melewati placenta sehingga dapat menyebabkan kelainan pada janin<sup>21</sup>. Dapat menimbulkan berat badan lahir rendah dan prematur. Timbal (Pb) juga dapat menyebabkan kelainan pada fungsi tiroid dengan mencegah masuknya iodine.<sup>17</sup>

#### **7. Risiko Karsinogenik.**

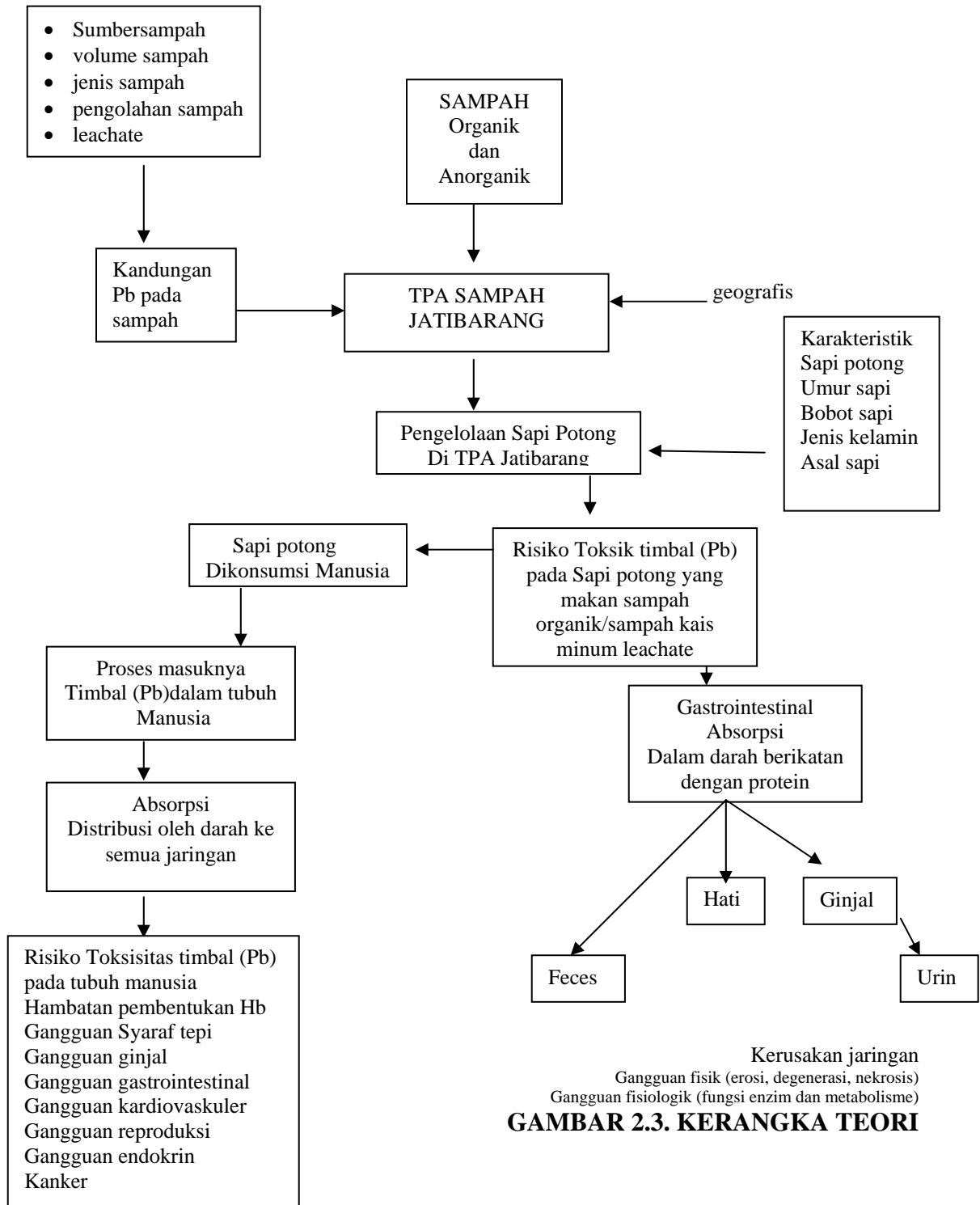
*International Agency for Research on Center (IARC)* menyatakan bahwa timbal (Pb) inorganic dan senyawanya termasuk dalam grup 2B, kemungkinan menyebabkan kanker pada manusia. Tahap awal proses terjadinya kanker adanya kerusakan DNA yang menyebabkan peningkatan lesi genetik herediter yang menetap atau disebut mutasi. Timbal (Pb) diperkirakan mempunyai sifat toksik pada gen

sehingga dapat mempengaruhi terjadinya kerusakan DNA / mutasi gen dalam kultur sel mamalia. Patogenesis kanker otak akibat terpapar timbal (Pb) adalah sebagai berikut : timbal (Pb) masuk ke dalam darah melalui makanan dan akan tersimpan dalam organ tubuh yang mengakibatkan gangguan sintesis DNA, proliferasi sel yang membentuk nodul selanjutnya berkembang menjadi tumor ganas.<sup>20</sup>

#### **H. Diagnosis Keracunan Timbal (Pb)**

Pemeriksaan laboratorium untuk menentukan diagnosis pasti dari toksisitas timbal (Pb): tes darah terhadap kadar timbal (Pb) dan protoporfirin serta tes urin terhadap kadar timbal (Pb) dan koproporfirin dapat menunjukkan indikasi adanya keracunan. Bukti lain yang banyak dikenal dari kontaminasi timbal (Pb) adalah garis-garis berwarna kebiruan pada bagian pangkal gigi. Garis-garis tersebut dikenal dengan nama garis Burtoni, garis tersebut tersusun dari sulfida timbal (Pb). Sejumlah eksperimen pada hewan menunjukkan pengaruh karsinogenik<sup>17</sup>

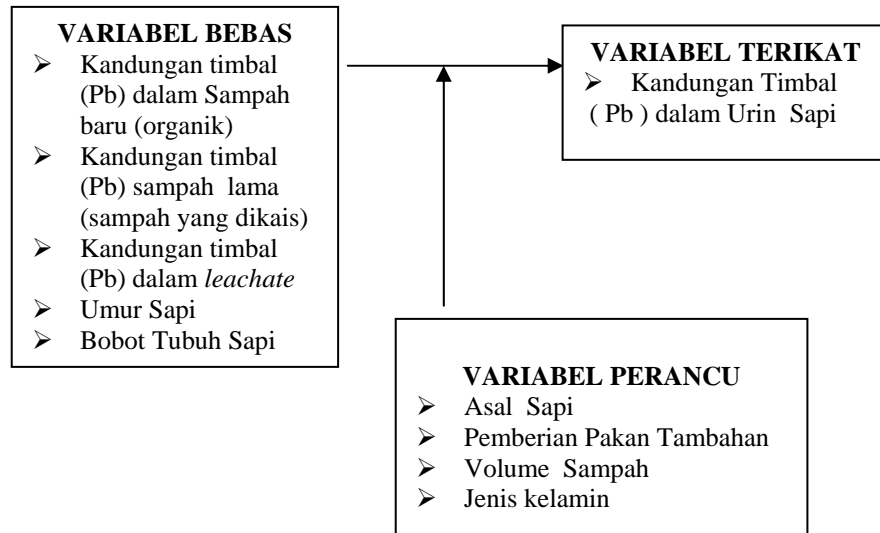
**I. KERANGKA TEORI**



**GAMBAR 2.3. KERANGKA TEORI**

## BAB III METODE PENELITIAN

### A. Kerangka Konsep



**Gambar 3.1. Kerangka Konsep Penelitian**

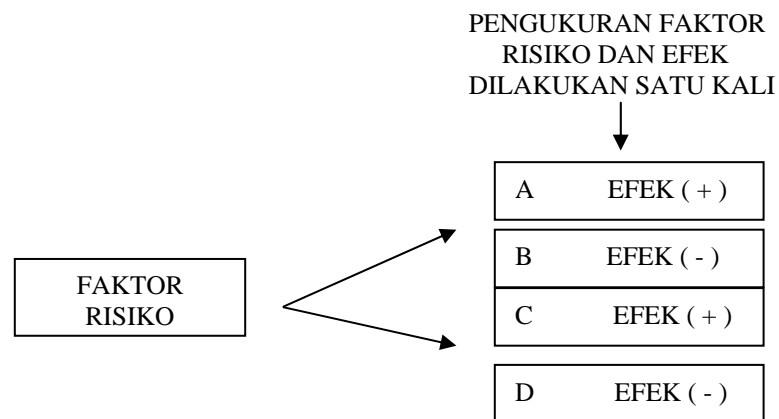
### B. Hipotesis

1. Ada hubungan kandungan timbal (Pb) pada sampah baru (sampah organik yang dimakan sapi) dengan risiko pencemaran bahan toksik timbal (Pb) pada sapi potong di TPA sampah Jatibarang.
2. Ada hubungan kandungan timbal (Pb) pada sampah lama (sampah campur tanah yang dikais) dengan risiko pencemaran bahan toksik timbal (Pb) pada sapi potong di TPA sampah Jatibarang.
3. Ada hubungan kandungan timbal (Pb) pada *leachate* (air minum sapi) dengan risiko pencemaran bahan toksik timbal (Pb) pada sapi potong di TPA sampah Jatibarang

4. Ada hubungan umur sapi sampel dengan risiko pencemaran bahan toksik timbal (Pb) pada sapi potong di TPA sampah Jatibarang
5. Ada hubungan bobot sapi sampel dengan risiko pencemaran bahan toksik timbal (Pb) pada sapi potong di TPA sampah Jatibarang.

### C. Jenis Dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian *observasional*, dengan desain studi *Cross sectional*. Dalam penelitian *Cross sectional* peneliti mencari hubungan antara variabel bebas (faktor risiko) dengan variabel tergantung (efek), dengan melakukan pengukuran sesaat, tidak semua subyek harus diperiksa pada hari ataupun saat yang sama. Faktor risiko serta efek diukur menurut keadaan atau statusnya pada waktu observasi, jadi tidak ada tindak lanjut (*follow up*). Struktur dasar studi *Cross Sectional* untuk menilai peran faktor risiko dalam terjadinya efek.



**Gambar 3.2. Struktur dasar studi *cross sectional***  
( Sastroasmoro dan Ismael, 2002 )

#### **D. Populasi dan Sampel Penelitian**

##### 1. Populasi

Populasi dari penelitian ini adalah semua sapi yang dipelihara di TPA sampah Jatibarang, semua sampah yang ada di terminal pembuangan, *leachate* air minum sapi di TPA sampah Jatibarang pada bulan April 2006.

##### 2. Sampel

Teknik pengambilan sampel sampah dan sampel *leachate* digunakan *Random Sampling* ( 3 titik dari setiap lokasi), dilakukan dengan selisih jarak 5m karena pembuangan dari truk pertama dengan kedua dan seterusnya berjarak 5m.

- a. Lokasi pembuangan baru, pembuangan yang belum diurug tanah (diambil 3 tempat dengan jarak 5m dari pusat pembuangan dari truk sampah)
- b. Sampah lama yang sudah bercampur tanah (sampah yang dikais sapi) diambil 3 tempat dengan jarak 5m dari pusat pembuangan dari truk sampah).
- c. Leachate sebagai air minum sapi dari 3 tempat sampel yaitu pinggir kolam leachate 5m dari pusat pembuangan sampah, tengah kolam leachate 6m dari pusat pembuangan sampah dan arah ke tepi 7 m dari pusat pembuangan sampah.

Sampel sapi potong yang digunakan, berdasar peternak yang ditemui peneliti yang bisa diwawancarai, dimintai pertolongan untuk dapat terlaksananya penelitian hal ini dilakukan karena tidak semua peternak bersedia diwawancarai. Jumlah sampel dihitung dengan dasar jumlah sapi potong yang ada di TPA sampah Jatibarang sebanyak 1000 ekor sapi.

Besar sampel yang digunakan menurut *Lameshow* dkk (1997) diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$n = \frac{z^2 pq}{d^2} \qquad \qquad \qquad nf = \frac{n}{1 + n/N}$$

**Keterangan:**

- p = proporsi sapi yang tidak terpapar timbal (Pb)
- q = proporsi sapi yang terpapar timbal (Pb)
- N = besar populasi
- n = besarnya sampel
- d = tingkat kepercayaan = 0,15
- z = derajat kebebasan : 95% (z = 1,96)
- nf = minimal sampel size

Dengan hasil perhitungan sebagai berikut:

$$n = \frac{1,96^2 \times (0,5) (0,5)}{0,15^2} = 43$$

$$nf = \frac{43}{1 + 43 / 1000} = 41$$

Berdasarkan perhitungan dengan rumus diatas maka diperoleh sampel minimal sebanyak 41 sampel.

### **E. Definisi Operasional Variabel Penelitian dan Skala Pengukuran**

Penelitian bertujuan untuk menganalisis risiko pencemaran bahan toksik timbal (Pb) pada sapi potong di TPA sampah Jatibarang Semarang.



### 1. Variabel Bebas.

- a. Kandungan timbal (Pb) sampah baru (sampah organik yang dimakan sapi)
- b. Kandungan timbal (Pb) sampah lama (sampah campur tanah yang dikais sapi)
- c. Kandungan timbal (Pb) *leachate* (air minum sapi)
- d. Bobot sapi sampel
- e. Umur sapi sampel

### 2. Variabel terikat : Kandungan timbal (Pb) dalam urine sapi

### 3. Variabel Perancu

- a. Asal sapi
- b. Pemberian pakan tambahan
- c. Volume sampah
- d. Jenis kelam

**Tabel 3.1 . Variabel dan Definisi Operasional**

Variabel	Definisi Operaional	Skala Pengukuran
1. Variabel Bebas		
1. Kandungan timbal (Pb) sampah baru (sampah organik)	Kadar timbal sampah baru (organik), sampah lama, dan leachate, dengan analisis	Rasio (mg/l)
2. Kandungan timbal (Pb) Sampah lama (sampah campur Tanah yg dikais	AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer)	Rasio (mg/l)
3. Kandungan timbal (Pb) Leachate TPA sampah Jatibarang		Rasio (mg/l)
4. Bobot sapi	Mengukur libngkar dada dan mengkonversikan ke bobot sapi dengan metode Schroorl	Rasio (kg)
5. Umur sapi	Mendiskripsikan umur sapi dengan wawancarai pemilik	Rasio (th)
2. Variabel Terikat		
Kadar timbal (Pb) dlm urine sapi Di TPA Jatibarang	Analisis AAS, kadar timbal (Pb) urin sapi di Laboratorium	Rasio (ppm)

## F. Sumber data Penelitian

Data primer merupakan data yang dikumpulkan atau diperoleh dari obyek penelitian sesuai dengan masalah yang dihadapi dan tujuan yang ingin dicapai dengan cara:

1. Wawancara dengan pemilik sapi, umur sapi dan lingkar dada sapi (untuk penghitungan bobot / berat tubuh sapi).
2. Pemeriksaan kandungan Pb sampah baru (sampah organik yang dimakan sapi), pemeriksaan kandungan Pb sampah lama (sampah campur tanah yang dikais sapi), pemeriksaan kandungan Pb *leachate* di laboratorium KESDA Semarang.
3. Pemeriksaan kandungan Pb urin sapi potong di laboratorium Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

## G. Instrumen Penelitian

1. Kandungan timbal (Pb) dalam urin sapi potong dengan pemeriksaan laboratorium dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS)
2. Kandungan timbal (Pb) dalam sampel sampah dengan pemeriksaan laboratorium dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS)
3. Kandungan timbal (Pb) dalam sampel *leachate* dengan pemeriksaan laboratorium dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS)
4. Bobot tubuh sapi, bobot sapi dihitung dengan dasar lingkar dada sapi tersebut dan pendugaan bobot tubuh dengan rumus *Schoorl*

$$\text{Bobot tubuh (kg)} = \frac{\{\text{LD (cm)} + 22\}^2}{100} \quad \text{LD : Lingkar Dada}$$

5. Mendiskripsikan Umur sapi dengan wawancara pemilik sapi potong di TPA sampah Jatibarang

## H. Pengumpulan Data

1. *Editing*. Meneliti data yang diperoleh meliputi data pengukuran dan data wawancara
2. *Coding*. Memberikan kode-kode tertentu pada variabel penelitian untuk memudahkan dalam analisis data
3. *Entry data*. Memasukkan data ke dalam program *SPSS for Windows*
4. *Tabulasi*, meringkas dan menyajikan data yang diperoleh kedalam tabel

## I. Pengolahan dan Analisis Data

1. **Pengolahan data:** data diinterpretasikan dengan menguji hipotesa menggunakan program komputer *SPSS 11,5 for windows* dilakukan pada masing- masing variabel untuk mengetahui karakteristik masing- masing variabel. Variabel ditampilkan dalam bentuk tabel distribusi antara lain: kandungan timbal (Pb) sampah baru (sampah organik yang dimakan sapi), kandungan timbal (Pb) sampah lama (sampah campur tanah yang di kais sapi), kandungan timbal (Pb) *leachate* (air minum sapi), kandungan timbal (Pb) urin sapi, bobot tubuh sapi, umur sapi.

**2. Analisis Data.** Analisis menggunakan uji korelasi Parsial (*Partial Corelation Coefficients*) untuk mengetahui pengaruh atau mengetahui hubungan antara variabel independent dan dependent. Korelasi parsial merupakan angka yang menunjukkan arah dan kuatnya hubungan antara dua variabel atau lebih setelah satu variabel yang diduga dapat mempengaruhi hubungan variabel tersebut dikendalikan untuk dibuat tetap keberadaannya.<sup>23</sup>

Kuatnya hubungan antar variabel dinyatakan dalam koefisien korelasi.(r) .Koefisien korelasi positif sebesar = 1 dan koefisien negatif terbesar adalah -1, sedangkan yang terkecil adalah 0. Hubungan dua variabel atau lebih dinyatakan positif, bila nilai suatu variabel ditingkatkan, maka akan meningkatkan variabel yang lain, dan sebaliknya bila satu variabel diturunkan maka akan menurunkan variabel yang lain. Hubungan dua variabel atau lebih dinyatakan negatif, bila nilai satu variabel dinaikkan maka akan menurunkan nilai variabel yang lain, dan juga sebaliknya bila nilai satu variabel diturunkan, akan menaikkan variabel yang lain.

Tingkat signifikansi (kebermaknaan) dinyatakan dengan nilai p. Jika  $p < 0,05$ , maka hubungan bermakna. Sedangkan jika  $p > 0,05$ , maka hubungan tidak bermakna.

Tabel 3.2 Pedoman untuk Memberikan Interpretasi Terhadap Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,000 – 0,199	Sangat Rendah
0,200 – 0,399	Rendah
0,400 – 0,599	Sedang
0,600 – 0,799	Kuat
0,800 – 1,000	Sangat Kuat

Sumber : Sugiono, 2004

## **BAB IV HASIL PENELITIAN**

### **A. Gambaran Umum Lingkungan TPA sampah Jatibarang Semarang**

Tempat pembuangan akhir (TPA) sampah Jatibarang adalah satu-satunya TPA di kota Semarang, terletak di Kelurahan Kedungpane Kecamatan Mijen sebelah barat daya kota Semarang ke arah Jraakah-Tugu. Luas daerah tersebut 46,1 Ha. Topografi awal TPA sampah Jatibarang berupa daerah berbukit-bukit bergelombang dengan kemiringan lereng sangat curam lebih besar dari 25 persen. Ketinggian bervariasi antara 63 m sampai 200 m dari permukaan laut. Sungai-sungai yang ada di daerah Jatibarang adalah Kali Cebong, Kali Kripik dan Kali Kreo. Kali Cebong dan Kali Kripik bermuara ke Kali Kreo, selanjutnya Kali Kreo bermuara ke Kali Garang yang airnya digunakan sebagai sumber air baku PDAM Kota Semarang. Operasional TPA sampah Jatibarang dimulai pada bulan Maret 1992.

Metode pembuangan sampah yang dilakukan tahun 1992 sampai dengan tahun 1993 adalah metode *open dumping*, sampah didorong menggunakan *wheel loader* ke arah yang lebih rendah. Tahun 1994 pembuangan sampah ditingkatkan menjadi *Control Lanfill*, dan pada bulan Maret 1995 diterapkan *Sanitary Lanfill*, pelapisan tanah dilakukan setiap hari pada akhir operasi. Alur sistem pengolahan sampah di TPA sampah Jatibarang dengan urutan :

1. Truk sampah masuk lewat jembatan penimbangan
2. Sampah diturunkan di terminal pembuangan
3. Sampah diratakan dengan alat berat (*wheel loader*),

4. Sampah ditutup tanah setebal 15 cm sampai dengan 20 cm.

Instalasi pengolahan air limbah (IPAL) menggunakan proses secara biologis baik *aerob* maupun *anaerob*.

Sampah yang masuk ke TPA setelah diturunkan dari truk kontainer dipilah para pemulung untuk dijual kepada para lapak. Jumlah pemulung yang dilokasi TPA berkisar 250 orang berasal dari berbagai daerah dan juga terdapat 8 orang lapak yang datang setiap hari Selasa dan Sabtu. .

TPA sampah Jatibarang lahannya berupa daerah berbukit dengan kemiringan lereng cukup curam. Situasi lingkungan apabila hujan turun amat licin dan mengeluarkan bau yang tidak sedap. TPA sampah Jatibarang merupakan tempat pembuangan sampah yang tanpa pemilahan terlebih dahulu jadi sampah organik bercampur dengan sampah anorganik yang mencapai 600 ton per hari. Penimbangan sampah pada jembatan penimbang berada di depan area TPA sampah dekat pintu gerbang masuk.

Sampah organik yang melimpah oleh penduduk di sekitar TPA dimanfaatkan untuk makanan ternak sapi potong. *Leachate* yang berasal dari tumpukan sampah mengalir pada daerah yang lebih rendah kemudian berkumpul pada cekungan tanah yang digunakan sebagai sumber air minum sapi potong. *Leachate* yang berasal dari rembesan air sampah tersebut berwarna hitam berpotensi mengandung logam berat diantaranya adalah timbal (Pb).

## **B. Karakteristik sapi potong di TPA sampah Jatibarang Semarang.**

Keberadaan sapi mulai tahun 1993, berawal dari sumbangan dari Wali Kota Semarang, berjumlah sekitar 100 ekor, dan pada tahun 2005 telah berkembang dan mencapai jumlah 1000 ekor. Sumber pakan sapi berupa sampah organik yang bercampur dengan sampah anorganik, yang terakumulasi di TPA sampah Jatibarang

Sebagian besar sapi potong di TPA merupakan sapi peranakan Ongole (PO), sebagian kecil merupakan sapi Brahman. Sapi potong dikelola oleh penduduk di sekitar TPA sampah. Ciri sapi potong yang ada di TPA sampah : warna kulit di sekitar anus berwarna lebih gelap. Kotoran sapi yang berada di TPA lebih lembek dan berwarna hitam. Sifat sapi relatif lebih jinak daripada sapi di luar TPA sampah Jatibarang.

Kehidupan sapi relatif bebas, dalam arti dilepas begitu saja dan sebagian ada yang dikandangkan pada malam hari. Kandang sapi potong di TPA tak berdinging , sapi yang dikandangkan pada sore hari diberi tambahan makanan rumput, terutama sapi betina yang menyusui dan anak sapi yang masih menyusui.

Sampah yang dimakan sapi berasal dari berbagai sisa kegiatan manusia jadi risiko pencemar sangat potensial, begitu juga *leachate* sebagai bahan air minum sapi. Pengambilan sampel sapi potong dilakukan dengan acak, sapi untuk sampel diberi tanda raffia.

### C. Data hasil penelitian di lapangan

#### 1. Jenis kelamin.

Jenis kelamin betina relatif banyak, karena sapi potong jantan setelah mencapai umur 2-3 tahun dijual, sedangkan jenis betina tetap dipelihara dengan harapan dapat beranak lagi. Dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Distribusi Frekuensi Jenis Kelamin Sapi sampel

Jenis Kelamin	Frekuensi	Persentase (%)
Jantan	16	39
Betina	25	61
Total	41	100

#### 2. Kandungan timbal (Pb) sampah baru (sampah organik)

Sampah organik yang dimakan sapi potong adalah sampah sisa sayur atau buah- buahan. Sampah organik yang langsung dari truk masih segar tetapi campur dengan sampah anorganik, kadar timbal (Pb) 0,42 mg/l

Sampah organik campur dengan sampah anorganik, kadar timbal (Pb) 1,48.mg/l , sedangkan sampah organik yang bercampur tanah yang berada di sekitar pembuangan sampah, .kadar timbal (Pb) 1,63 mg/l. Dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel .4.2. Kandungan timbal (Pb) sampah baru (sampah organik) yang dimakan sapi

Kriteria Sampah	Kandungan timbal (Pb)
1. Sampah baru yang langsung dimakan sapi	0,42 mg/l
2. Sampah lbaru yang campur dengan sampah anorganik	1,48 mg/l
3. Sampah baru campur sampah anorganik dan berserakan di tanah	1,63 mg/l



### 3. Kandungan timbal (Pb) sampah lama (sampah campur tanah)

Sampah lama yang dikais bercampur tanah bekas terminal pembuangan sampah kadar 17,09 mg/l, lokasi daerah sampel 1 becek, tanah tidak kering.. Sampah yang dikais berjarak 5 m dari sampel 1 kandungan timbal (Pb) 14,98mg/l kondisi tanah agak kering. Sampah yang dikais berjarak 5 m dari sampel 2 kandungan timbal (Pb) 13,98 mg/l. campuran sisa sampah dan tanah kalau tidak turun hujan. di sekitar kering . Dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Kandungan timbal (Pb) sampah lama (sampah campur tanah)

Kriteria Sampah	Kandungan timbal (Pb)
1. Sampah lama yang bercampur tanah bekas terminal pembuangan sampah	17,09 mg/l
2. Sampah lama yang bercampur tanah jarak 5 m dari sampel	14,98mg/l
3. Sampah lama yang bercampur tanah jarak 5 m dari sampel 2	13,98 mg/l

### 4. Kandungan timbal (Pb) *leachate*

Jarak dari terminal sampah pengambilan sampel, berarti mulai titik terminal pembuangan sampah dari truk sampah. Arah tengah berarti menuju ketengah genangan *leachate*. Kearah pinggir kolam *leachate* berarti menjauh dari terminal pembuangan sampah. Dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4. Kandungan Timbal (Pb) *leachate* (air minum sapi)

Daerah pengambilan <i>leachate</i>	Kandungan Timbal (Pb)
1. Pinggir kolam jarak 5 m dari terminal pembuangan sampah	0,082 mg/l
2. Arah tengah jarak 1 m dari sampel 1	0,096 mg/l
3. Pinggir kolam jarak 7 m dari sampel 1	0,062 mg/l

### 5. Frekuensi kandungan timbal (Pb) urin sapi

Sampel urin diambil dengan cara menadah urin sapi dengan gayung panjang, kemudian dimasukkan ke botol sampel. Sampel urin diambil dari sampel sapi yang sudah diberi tanda tali.rafia. Kandungan timbal (Pb) dalam urin sapi menggambarkan tingkat pencemaran timbal (Pb) pada sapi potong di TPA Jatibarang. Dapat dilihat tabel 4.5

Tabel 4.5 Frekuensi Kandungan timbal (Pb) urin sapi sampel di TPA sampah Jatibarang Semarang

Kandungan timbal (Pb) / ppm	Frekuensi	Persentase (%)
0,1179 - 0,2329	9	22
0,2330 - 0,348	9	22
0,3481 - 0,4631	18	44
0,4632 - 0,6132	5	12

### 6. Frekuensi bobot tubuh sapi

Bobot tubuh sapi heterogen, karena sampel dilakukan dengan acak, paling banyak bobot 244 – 333,36 ada 19 = 46,3 %. Dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Frekuensi bobot tubuh sapi sampel di TPA sampah Jatibarang

Bobot tubuh (Kg)	Frekuensi	Presentase (%)
67,24 – 155,94	3	7,3
155,95 – 244,65	10	24,4
244,66 – 333,36	19	46,3
333,37 – 422,07	5	12,3
422,08 – 510,76	4	9,7

## 7. Frekuensi Umur sapi di TPA

Umur sapi sampel terbanyak umur 1,6 th – 2,5 th hal ini hanya kebetulan saja karena pengambilan sampel secara acak. Dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4.7 Frekuensi Umur sapi sampel di TPA sampah Jatibarang

Umur (th)	Frekuensi	Persentasi (%)
0,5 – 1,5	5	12,2
1,6 – 2,5	16	39
2,6 – 3,5	11	26,8
2,6 – 4,5	7	17
4,6 – 5,5	2	5

## D. Hasil Uji Korelasi Parsial

1. Hasil uji korelasi Parsial tanpa ada pengendalian kontrol (variabel yang dianggap mempengaruhi variabel terikat) . Hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat yang menunjukkan tidak ada hubungan yang bermakna adalah: sampah baru:  $r = 0,1272$  (hubungan sangat rendah),  $p = 0,428 > 0,05$  hubungan tidak signifikan. Hasil dapat dilihat pada tabel 4.8

Tabel 4.8. Hasil uji korelasi Parsial tanpa kontrol (tanpa mengendalikan variabel yang diduga dapat mempengaruhi hubungan antar variabel tersebut).

Variabel bebas	Variabel terikat	r	p
1. Kandungan Pb sampah baru (sampah organik yang dimakan sapi)	Kandungan timbal (Pb) urin sapi	0,1272	0,428
2. Kandungan Pb sampah lama (sampah campur tanah yang dimakan sapi)		0,3720	0,017
3. Kandungan Pb leachate (air minum sapi)		0,3528	0,024
4. Bobot tubuh sapi		0,8306	0,001
5. Umur sapi		0,9190	0,001

2. Hasil uji korelasi Parsial dengan mengendalikan variabel yang diduga mempengaruhi variabel yang ada hubungan dengan variabel terikat (kandungan timbal (Pb) pada urin sapi), sebagai berikut : Variabel bobot tubuh sapi dan umur sapi ada hubungan yang bermakna dengan kadar timbal (Pb) urin sapi (pencemaran bahan toksik timbal (Pb) pada sapi potong) di TPA Jatibarang (bobot sapi  $p = 0,001 < 0,05$   $r = 0,81114$ , sedangkan umur sapi  $p = 0,001 < 0,05$   $r = 0,7049$ ). Hasil dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9. Hasil uji korelasi Parsial dengan mengendalikan variabel yang dianggap dapat mempengaruhi hubungan variabel tersebut.

Variabel Bebas	Variabel Terikat	r	p
1. Kandungan Pb sampah baru (sampah organic yg dimakan sapi)	Kandungan timbal (Pb) urin sapi	0,0281	0,865
2. Kandungan Pb sampah lama (sampah campur tanah yg dikais sapi)		0,1309	0,427
3. Kandungan Pb leachate		0,0001	1,000
4. Bobot tubuh sapi		0,8114	0,001
5. Umur sapi		0,7049	0,001

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

#### **A. Hubungan sampah baru (sampah organik yang dimakan sapi), sampah lama (sampah campur tanah yang dikais sapi) dengan kandungan timbal (pencemaran bahan toksik timbal ) pada sapi di TPA**

.Hasil analisis laboratorium, sampah baru (sampah organik yang dimakan sapi) langsung dari *container* truk sampah, yang dimakan sapi pertama kali berupa sampah hijau (sampah organik) kandungan timbal (Pb) = 0,42 mg/l. Sampah organik sampel dua yang dimakan sapi yang merupakan sampah organik pilihan ke dua dengan cara memilah diantara sampah anorganik kandungan timbal (Pb) = 1,48 mg/l, sampah sampel ketiga dari sisa sampah organik yang sudah berserakan diantara sampah anorganik dengan tanah disekitar pembuangan kandungan timbal (Pb) = 1,63 mg/l. Pengukuran timbal (Pb) pada sampah yang dikais (sisa sampah yang sudah kering dan bercampur dengan tanah TPA) sebesar 17,09 mg / l. Semakin jauh dari terminal pembuangan sampah, sampel sampah yang dikais tersebut memiliki kadar timbal (Pb) semakin kecil 13,98mg/l.

Sampah yang dibuang di TPA sampah Jatibarang adalah sampah campur dari segala kegiatan, perilaku makan yang dilakukan sapi di TPA memilih sampah hijau kalau sampah hijau habis baru mengais sampah yang ada sampah hijaunya dan terakhir menjilat sampah anorganik yang sudah bercampur tanah.

Sapi digembalakan di TPA sampah dengan harapan dapat memanfaatkan sampah organik, sehingga memperkecil biaya pemeliharaan.<sup>34</sup> Berbagai jenis sampah yang berasal dari berbagai sumber diharapkan dapat memenuhi kebutuhan ternak sapi potong sehingga bobot tubuh sapi bertambah sehingga memberi keuntungan bagi yang memelihara.

Keberadaan sapi di TPA relatif menguntungkan, karena dapat mengurangi jumlah timbunan sampah. Akan tetapi disisi lain menurut pandangan kesehatan lingkungan, sapi yang digembalakan ditempat pembuangan sampah, secara otomatis menjadi “unit” penampung berbagai polutan yang terdapat dalam sampah<sup>10</sup>

Tanah di kawasan TPA komponennya dikontribusi oleh hasil degradasi berbagai jenis sampah yang diakumulasi di lokasi tersebut. Degradasi sampah yang mengandung timbal (Pb) oleh mikroba menyebabkan terurainya unsur-unsur anorganik, termasuk timbal (Pb) sehingga terakumulasi dalam tanah, akibatnya tanah di lokasi tersebut semakin lama semakin banyak. Peranan tanah terhadap pengangkutan dan eliminasi bahan-bahan pencemar sangatlah besar. Berdasar hasil analisis, terbukti bahwa timbal (Pb) banyak terkandung dalam tanah pada lokasi TPA sampah Jatibarang, terutama pada daerah yang dekat dengan terminal pembuangan.. Campuran sampah dengan tanah lokasi mengakibatkan tingginya kandungan timbal (Pb) dalam sampah tersebut.

Hasil analisis korelasi Parsial tanpa mengendalikan variabel yang dianggap berperan dalam mempengaruhi hubungan variabel bebas dengan variabel terikat (kandungan timbal (Pb) urin sapi) adalah sebagai berikut: sampah baru  $p = 0,428$   $r =$

0,1272, sampah lama  $p = 0,017$   $r = 0,3720$ . Hasil analisis korelasi Parsial dengan menekan variabel yang dianggap mempengaruhi hubungan antara variabel tersebut (*Controlling for..*) hasilnya sebagai berikut: sampah baru  $p = 0,865$   $r = 0,0281$ , sampah lama  $p = 0,427$   $r = 0,1309$ . Dari hasil analisis uji korelasi parsial ternyata sampah baru (sampah organik yang dimakan sapi), sampah lama (sampah campur tanah yang dikais sapi) hubungan tidak bermakna dengan kandungan timbal (Pb) urin sapi. Hal ini terjadi karena kandungan timbal (Pb) tidak berbahaya dimakan sapi tetapi kandungan timbal (Pb) yang dikonsumsi dalam waktu yang lama akan membahayakan karena sifat timbal adalah akumulatif. Menurut Darmono (2001) konsentrasi timbal (Pb) dalam pakan yang dapat mengakibatkan keracunan pada anak sapi keracunan kronis 6 mg/kg/hari, keracunan akut 400-600 mg. Untuk sapi dewasa keracunan kronis 7 mg/kg/hari, keracunan akut 600-800 mg. Pencemaran unsur timbal (Pb) di lingkungan TPA salah satunya disebabkan oleh buangan industri karena limbah industri umumnya mengandung gugus logam berat.<sup>13</sup>

### **B. Hubungan air minum sapi (*leachate*) dengan kandungan timbal (pencemaran bahan toksik timbal) pada sapi di TPA**

Air minum sapi berasal dari air yang berada di TPA dalam bentuk air *leachate*. Tubuh hewan memerlukan air untuk mengatur suhu tubuh, membantu proses pencernaan. Hasil pengukuran *leachate* (air minum sapi), yang letaknya lebih dekat dengan terminal pembuangan sampah memiliki kandungan timbal (Pb) 0,096 mg/l, semakin jauh dari terminal pembuangan sampah kandungan timbal (Pb) semakin berkurang 0,082mg/l dan daerah *leachate* yang paling jauh dari terminal pembuangan

sampah kandungan (Pb) adalah 0,062mg/l. Hasil analisis korelasi Parsial tanpa mengendalikan variabel yang dianggap berperan dalam mempengaruhi hubungan variabel bebas dengan variabel terikat (kandungan timbal (Pb) urin sapi) adalah sebagai berikut: *leachate*  $p = 0,024$   $r = 0,3528$ . Hasil analisis korelasi Parsial dengan menekan variabel yang dianggap mempengaruhi hubungan antara variabel tersebut (*Controlling for..*) hasilnya sebagai berikut: *leachate*  $p = 1,000$   $r = 0,001$ . Hasil analisis untuk *leachate* menunjukkan tidak ada hubungan yang bermakna tetapi *leachate* adalah satu- satunya sumber air minum yang diminum sapi setiap harinya dan mengandung timbal (Pb), air bagi sapi merupakan cairan yang diperlukan oleh tubuhnya untuk proses metabolisme.

*Leachate* mengandung logam berat karena *leachate* adalah tampungan dari cairan sampah yang berasal dari sampah perorangan, sampah industri. Konsentrasi *leachate* diukur dengan satuan mikrogram /l atau milligram /l ( $\mu\text{gr/L}$  atau  $\text{mgr/l}$ )<sup>4,23</sup> Degradasi sampah oleh mikrobia selalu menghasilkan air, hal tersebut dapat difahami karena proses metabolisme mikrobia, baik secara *aerobiosis* maupun *anaerobiosis* (fermentasi) akan menghasilkan air. Air akan terakumulasi sehingga terdapat tampungan air di area tersebut dan tampungan air tersebut mengandung unsur-unsur anorganik, termasuk timbal (Pb)

Pencemaran unsur timbal (Pb) di lingkungan TPA karena adanya buangan dari limbah industri karena limbah industri umumnya mengandung gugus logam berat.<sup>13,25</sup> Logam-logam berat yang terlarut dalam air pada konsentrasi tertentu akan berubah



fungsi menjadi sumber racun<sup>24</sup>. Adanya bahan toksik di lingkungan merupakan suatu ancaman terhadap organisme hidup.<sup>12,24,26</sup>

### **C. Hubungan Bobot tubuh sapi, umur sapi dengan kandungan timbal (pencemaran bahan toksik timbal ) pada sapi di TPA**

Faktor internal sapi potong yang ada hubungannya dengan kandungan (kadar) timbal (Pb) pada urine sapi potong adalah: bobot tubuh (berat) sapi dan umur sapi. Hasil analisis korelasi Parsial tanpa mengendalikan variabel yang dianggap berperan dalam mempengaruhi hubungan variabel bebas dengan variabel terikat (kandungan timbal (Pb) urin sapi) adalah sebagai berikut: bobot sapi  $p = 0,001$   $r = 0,8306$ , umur sapi  $p = 0,001$   $r = 9190$ . Hasil analisis korelasi Parsial dengan menekan variabel yang dianggap mempengaruhi hubungan antara variabel tersebut (*Controlling for..*) hasilnya sebagai berikut: bobot sapi  $p = 0,001$   $r = 0,8114$ , umur sapi  $p = 0,001$   $r = 0,7049$ .

Kusnoputranto (1995) menyatakan bahwa hewan yang mengkonsumsi makanan yang mengandung bahan toksik setiap hari, semakin lama konsentrasi bahan toksik dalam tubuhnya semakin tinggi, kemungkinan melampaui konsentrasi bahan toksik yang ada pada makanan. Berdasarkan hal tersebut dapat difahami jika faktor umur merupakan penentu kuantitas akumulasi bahan toksik, akumulasi bahan toksik akan selalu bertambah sejalan dengan bertambahnya waktu. Bobot tubuh mempunyai hubungan terhadap kandungan timbal (Pb) pada urin sapi. Bobot tubuh sapi dikontribusi oleh massa muskuli, massa lemak, massa tulang, dan massa cairan. Lemak biasanya merupakan lokasi akumulasi bahan toksik yang masuk tubuh hewan. Prosentase lemak tubuh menjadi pertimbangan adanya hubungan kandungan timbal

(Pb) pada urin sapi potong. Semakin banyak jumlah lemak dalam tubuh, semakin banyak bahan toksik yang terakumulasi, semakin banyak pula bahan toksik yang diekskresikan. Darmono (2001)

#### **D. Hubungan sapi potong yang dipelihara di TPA dengan kesehatan tubuh manusia .**

Secara visual sapi yang dipelihara di TPA kelihatan gemuk, karena pakan berasal dari sampah yang melimpah. Timbal (Pb) banyak ditemukan di lingkungan TPA sampah, timbal (Pb) memasuki tubuh sapi melalui air minum dan makanan yang dimakan.

Sapi potong yang dipelihara di TPA sampah Jatibarang dan sepenuhnya memanfaatkan sampah sebagai sumber pakan, mempunyai risiko terhadap keamanan pangan yang dihasilkan. Hasil Penelitian Kerja Sama Laboratorium Ilmu Ternak Potong dan Kerja Jurusan Produksi Ternak Fakultas Peternakan UNDIP Dengan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kota Semarang (2003) menyatakan bahwa : sapi yang dipelihara di TPA sampah, yang mengkonsumsi pakan yang tercemar logam berat, setelah dieliminasi selama 90 hari dan dipotong masih ditemukan timbal (Pb) dalam daging, ginjal, hati, usus dan babat. Daging sapi potong yang mengandung logam berat apabila dikonsumsi manusia, akibatnya logam berat tersebut masuk ke rantai makanan manusia. Jika timbal (Pb) masuk ke dalam tubuh melalui makanan, maka akan terserap dalam aliran darah, timbal akan keluar dari tubuh melalui feses dan urin sisanya tersimpan dalam tubuh terutama pada bagian tulang dan gigi. Pengaruh terburuk bagi kesehatan, timbal (Pb) mempengaruhi hampir

setiap organ dan sistem dalam tubuh termasuk saluran gastrointestinal, sistem hematopoietik (kelenjar pembentuk darah), sistem kardiovaskuler, sistem syaraf pusat dan perifer, ginjal, system kekebalan dan system reproduksi. Akibat timbal (Pb) bagi ibu hamil dengan kadar tinggi dapat menyebabkan kelahiran premature dan bobot bayi lebih kecil, diikuti dengan kesulitan pembelajaran dan lambatnya pertumbuhan anak.

Logam timbal (Pb) bersifat toksik karena logam tersebut terikat dengan ligan dari struktur biologi. Sebagian besar logam menduduki ikatan dalam beberapa jenis sistem enzim dalam tubuh. Logam tertentu terikat dalam daerah ikatan yang spesifik untuk setiap logam, hal ini dapat dilihat dari gejala dan tanda-tanda dari gangguan yang timbul. Pemeriksaan laboratorium untuk menentukan diagnosis pasti dari toksisitas timbal (Pb) adalah tes darah dan tes urin

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN**

Berdasarkan analisis data yang diperoleh dari observasi sapi di TPA sampah Jatibarang, ditemukan bahwa

1. kandungan timbal (Pb) pakan sapi potong (sampah organik, sampah yang sudah bercampur tanah/ sampah kais, dan *leachate*/ air minum sapi ) sebagai berikut :

- a. Sampah baru (sampah organik yang dimakan sapi) sampah sampel 1 adalah sampah dari sisa sayur dan buah- buahan mengandung timbal (Pb) karena sampah tersebut bercampur dengan buangan sampah dari berbagai kegiatan. Kandungan timbal (Pb) = 0,42mg/l, sampah baru sampel 2 mengandung kandungan timbal (Pb) = 1,48 mg/l, sampel sampah baru ke 3 = 1,63 mg/l.
- b. Sampah lama (sampah campur tanah yang dikais sapi ), sampah lama adalah sampah yang sudah tidak ada hijauannya yang dikais dan dijilat sapi, sampah lama kandungan timbal (Pb) sampel 3 = 13,98 mg/l, sampel 2 = 14,98, sampel 1 = 17,09. sampel 1 berarti dekat dengan terminal pembuangan sampah sampel 3 semakin jauh dari terminal sampah. Kandungan timbal (Pb) semakin dekat dengan terminal pembuangan sampah dan bercampur tanah TPA, kadar timbal (Pb) semakin tinggi.
- c. Hasil pengukuran kandungan timbal (Pb) pada *leachate* sebagai air minum sapi), semua *leachate* mengandung timbal(Pb) sampel 1 = 0,082

mg/l, sampel 2 = 0,096mg/l, sampel 3 = 0,062 mg/l kolam leachate yang ditengah kandungan timbal (Pb) semakin tinggi. karena timbal (Pb) berkumpul pada daerah cekungan kolam.

2. Hasil pengukuran timbal ( Pb) pada urin semua sampel mengandung timbal (Pb) (100%) dari 0,1179 ppm - 0,5813 ppm. Adanya kandungan timbal (Pb) dalam urin sapi yang di pelihara di TPA sampah Jatibarang, menunjukkan bahwa sapi potong tercemar bahan toksik timbal (Pb).
3. Hasil pengukuran bobot tubuh sapi dengan rumus Schoorl dengan cara mengukur lingkar dada sapi sampel bobot tubuh berkisar 67,24 kg – 510,76 kg paling banyak pada kisaran 244,66 kg – 333,36 kg
4. Umur sapi dari hasil wawancara dengan peternak di TPA sampah Jatibarang berkisar antara 0,5 th – 5,5 th terbanyak umur 1,5 th – 2,5 th.
5. Hasil analisis korelasi Parsial tanpa mengendalikan variabel yang dinggap berperan dalam mempengaruhi hubungan variabel bebas dengan variabel terikat (kandungan timbal (Pb) urin sapi) adalah sebagai berikut: sampah baru  $p = 0,428$   $r = 0,1272$ , sampah lama  $p = 0,017$   $r = 0,3720$ , *leachate*  $p = 0,024$   $r = 0,3528$ , bobot sapi  $p = 0,001$   $r = 0,8306$ , umur sapi  $p = 0,001$   $r = 9190$ . Hasil dari analisis ini menunjukkan bahwa variabel yang satu dengan yang lain mendukung keberadaan kandungan timbal (Pb) urin pada sapi potong yang ada di TPA sampah Jatibarang.
6. Hasil analisis korelasi Parsial dengan menekan variabel yang dianggap mempengaruhi hubungan antara variabel tersebut (*Controlling for..*) hasilnya

sebagai berikut: sampah baru  $p = 0,865$   $r = 0,0281$ , sampah lama  $p = 0,427$   $r = 0,1309$ , *leachate*  $p = 1,000$   $r = 0,001$ , bobot sapi  $p = 0,001$   $r = 0,8114$ , umur sapi  $p = 0,001$   $r = 0,7049$ . Hasil dari uji parsial untuk mengukur hubungan (korelasi) antara 2 variabel setelah mengeluarkan pengaruh dari variabel yang dianggap mempengaruhi hubungan tersebut maka variabel bobot sapi dan variabel umur menunjukkan adanya hubungan yang bermakna dengan variabel terikat ( kandungan timbal urin sapi )

Hasil penelitian membuktikan bahwa umur dan bobot sapi menunjukkan ada hubungan bermakna adanya risiko pencemaran bahan toksik timbal (Pb) pada sapi potong di tempat pembuangan akhir (TPA) sampah Jatibarang. Hal ini terjadi berkaitan dengan sifat timbal (Pb) yaitu logam berat yang bersifat akumulatif.

Sampah sebagai bahan pakan dan *leachate* sebagai air minum sapi mengandung timbal (Pb). Kandungan timbal (Pb) dalam konsentrasi yang kecil (rendah) pada pakan, menurut Darmono (2001) tidak akan menimbulkan efek racun, tetapi jika dalam waktu yang lama dikonsumsi, maka akan terjadi akumulasi dan tersimpan dalam organ dan jaringan tubuh hewan tersebut. Faktor umur berkaitan dengan waktu dalam mengkonsumsi pakan, sedangkan bobot berkaitan dengan lemak yang terbentuk sejalan dengan bertambahnya umur. Penimbunan lemak terjadi sesudah mencapai kedewasaan tubuh, yakni sesudah pertumbuhan jaringan tulang dan otot selesai. Kemudian diikuti pembentukan lemak. Sapi potong yang usianya muda 1,5 th – 2,5 th dagingnya bagus sebab belum banyak lemaknya.<sup>18,28</sup> . Akumulasi

timbal (Pb) umumnya terjadi dalam jaringan lemak. Jika dikemudian hari hewan tersebut dikonsumsi oleh manusia, maka berarti memindahkan timbal yang terakumulasi dalam tubuh hewan ke tubuh manusia dan berakibat pada gangguan kesehatan manusia.

## **B. SARAN**

Hasil penelitian memberi gambaran bahwa lingkungan TPA sampah Jatibarang merupakan tempat pencemaran dan mengandung bahan toksik timbal (Pb) karena sampah yang diakumulasi di TPA merupakan sampah dari berbagai kegiatan dan berbagai industri yang ada di kota Semarang.

Berdasar penelitian dapat disarankan :

1. Bagi dinas Pertanian, Kesehatan, dan pemerintah daerah untuk memberi penjelasan dan penyuluhan kepada peternak di TPA sampah Jatibarang, bagaimana cara menjual sapi yang makan dan minumnya di area sampah, untuk dijual menjadi bahan pangan yang sehat, mengawasi cara penjualan sapi agar dilakukan pengurangan kandungan logam dengan cara eliminasi (dikandangkan dan diberi makan rumput ) dalam waktu minimal 90 hari. Menjual sapi tidak terlalu tua karena kalau sudah berumur tua mempunyai risiko dalam tubuh sapi mengandung timbal (Pb) konsentrasi tinggi.
2. Bagi kalangan akademik agar dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menemukan cara yang sehat untuk menernakkan sapi di TPA sampah, bekerja sama dengan instansi pemerintah.( dinas Petanian).

3. Bagi masyarakat agar lebih waspada pada situasi lingkungan dan pandai memilih bahan pangan yang sehat untuk dikonsumsi.
4. Bagi masyarakat luas, pengusaha, industri, rumah sakit: pembuangan sampah disyorkan dipilah dengan memberi penyuluhan mulai dari tingkat RT, perusahaan, pabrik, rumah sakit, restoran, perkantoran oleh dinas Kebersihan, Dinas Kesehatan dan pemerintah Daerah. Memilah sampah dari pembuangan tingkat RT sampai kelompok yang besar, dapat mengurangi risiko pencemaran logam berat pada sapi yang makan sampah di TPA sampah.



## DAFTAR PUSTAKA

1. Azwar.A.*Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. Cetakan Ke-2 Mutiara. Jakarta.2000
2. Wardhana W. *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Andi Ofset, Yogyakarta. 1995
3. McDowell LR. *Minerals in Animal and Human Nutrition*, Academic Press, New York.1992
4. Darmono. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*, Universitas Indonesia, Jakarta. 2001
5. Arifin. *Uji Kualitas Daging Sapi Potong Yang Dipelihara Di TPA, Jatibarang Kota Semarang*. Kerja sama Fakultas Peternakan Undip Dengan BAPPEDA Kota Semarang. 2002
6. Anonymous. *Kajian Pola Eliminasi Kandungan Logam Berat Pada Sapi Potong Yang dipelihara di TPA Jatibarang Mijen Semarang*. Kerja sama BAPPEDA Kota Semarang Dengan Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro Semarang. 2003
7. Encang I. *Ilmu Kesehatan Masyarakat* cetakan ke 12. Citra Aditya Bakti, Bandung. 1997
8. Anonymous. *Bantuan Teknis Manajemen Persampahan Kota Semarang Untuk Anggaran 2004 Laporan Akhir*, Rekayasa Jati Mandiri Semarang. 2005
9. Notoadmodjo S. *Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Rineka Cipta .Jakata 1997.
10. Anonymous. *Rancang Bangun Alat Pengompos Sampah Berskala Rumah Tangga* PUSLITKES LEMLIT Undip – BAPPEDA Kota Semarang 2002
11. Taufiq Andrianto T. *Audit Lingkungan*, Global Pustaka Utama Yogyakarta, 2002
12. Kusnoputranto H. *Toksikologi Lingkungan*, Dirjen Dikti, Jakarta.1996
13. Palar Heryando, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Rineka Cipta, Jakarta. 2004

14. Fardiaz S. *Polusi Air dan Udara*, Penerbit Kanisius Yogyakarta. 1995
15. Tyas Rini S. *Analisis Kadar Timah Hitam Dalam Darah Dan Pengaruhnya Terhadap Aktivitas Enzim Delta Aminolevulinic Acid Dehidratase Dan Kadar Hemoglobin Dalam Darah Karyawan Di Industri Peleburan Timah Hitam*. Universitas Padjadjaran Bandung. 1998
16. Philp R B. *Environmental Hazards & Human Health* Lewis Publisher is an *Improprieith*. 1995
17. Zenz C. *Occupational Medicine Third Edition* Departement Of Enviromental Health University Of Cincinati Medical Center Cincinati, Ohio 1994
18. Sugeng, YB. *Sapi Potong*. PT Penebar Swadaya. Jakarta. 1999
19. Praseno Koen. *Ruminansia ; Pendekatan Fisiologikal*, Laboratorium Biologi Struktur dan Fungsi Hewan Jurusan Biologi FMIPA Universitas Diponegoro Semarang. 2002
20. Annonymous. *Lead Health Effects*. Departemen of Labor. [WWW.osha.gov](http://www.osha.gov)
21. Antilla A, Salmen M. *Effect of Parental Occupational Exposure To Lead And Other Metals On Sptanius Abortion* . JOEM. 1995
22. Lemeshow.S,dkk. *Besar Sampel Dalam Penelitian Kesehatan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 1997
23. Sugiyono, Eri Wibowo. *Statistika Untuk Penelitian*, Alfabeta Bandung. 2004
24. Sastrowijoyo T. *Pencemaran Lingkungan*, Rineka Cipta, Jakarta. 2000
25. Dorthe. L. Baun . *Speciation Of Heavy Metals Landfill Leachate: A Review*. Denmark Copy right ISWA 2004
26. Koeman, JH. *Pengantar Umum Toksikologi*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 1987
27. Soemirat Yuli Slamet *Kesehatan Lingkungan*, Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 2000
28. Soeparno. *Ilmu dan Teknologi Daging*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 1994

29. Sunu P. *Melindungi Lingkungan Dengan menerapkan ISO, 14001*, Grasindo Jakarta 2001
30. Ghozali, Imam. *Aplikasi multivariate dengan program SPSS*. Badan Penerbit Undip. Semarang
31. Murti, B. *Prinsip dan Metode Epidemiologi*. Edisi kedua, Jilid Pertama, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 2003
32. Budiarto, E.. *Biostatistika Untuk Kedokteran dan Kesehatan Masyarakat*.EGC, Jakarta.2002
33. Sastroasmoro,S. Ismael,S. *Dasar- dasar Metodologi Penelitian Klinis*, Binarupa Aksara, Jakarta. 1995
34. Anonymous. *Kehidupan Di TPA Jatibarang*, Suara Merdeka Semarang. 2005
35. Slamet. *Epidemiologi*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 2000.
36. Connel, W., Miller J. *Environmental Chemisstry*. Willard Grant Press, Statler Office Building, Boston, Massachusettes,