



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**PENYEBARAN LIMBAH PERCETAKAN KORAN  
DI KOTA PADANG  
(STUDI KASUS PERCETAKAN X DAN Y)**

**TESIS**



**KOMALA SARI  
0821209003**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2010**

# **Penyebaran Limbah Percetakan Koran Di Kota Padang (Studi Kasus Percetakan X dan Y)**

Oleh: Komala Sari

(Dibawah bimbingan Prof. Dr. Hamzar Suyani, M.S dan Dr. Tesri Maideliza, MS)

## **RINGKASAN**

Limbah percetakan koran berpotensi untuk mencemari lingkungan air dan tanah yang ada disekitarnya dengan cara melepaskan logam-logam berat (Achmad, 2004). Logam berat yang terdapat pada limbah percetakan koran adalah Pb, Cr, Co, Mn dan Sn (Setiyono, 2004). Meskipun kuantitas limbah yang dihasilkan kecil, tetapi karena sifatnya yang berbahaya dan beracun maka dampak yang ditimbulkan oleh limbah tersebut harus diwaspadai.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat toksisitas dan kualitas limbah percetakan koran X dan Y serta sejauh mana penyebarannya. Penelitian ini dilaksanakan bulan Januari sampai Februari 2010. Alat dan bahan yang digunakan adalah SSA model Rayleigh WFX - 320, *water pump* merk AMARA BS-410, bejana uji plastik, limbah Percetakan X dan Y, Ikan Mas (*Cyprinus carpio L*), tanah di kawasan percetakan Y, air tanah (sumur bor dan sumur gali) di sekitar kawasan percetakan X dan Y, HNO<sub>3</sub> pekat, larutan induk logam 1000 mg/L (Pb, Cr, Co, Mn dan Sn) dan aquadest.

Desain penelitian yang dilakukan adalah metode survey (*case study*). Pengumpulan data primer dilakukan pengukuran secara kimia dengan *Spectrofotometri Serapan Atom* untuk mengetahui kadar logam berat dalam limbah cair, tanah dan air tanah dan eksperimen secara bioassay melalui hewan uji

yaitu Ikan Mas (*Cyprinus carpio L*) untuk mendapatkan  $LC_{50}$  (kematian 50% hewan uji) secara sederhana pada konsentrasi 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% dan 100% serta dilakukan juga kontrol tanpa penambahan limbah. Teknik analisis data yang digunakan secara deskriptif yang mana kadar logam berat yang diperoleh dalam limbah cair dan tanah melalui pengukuran dengan SSA, dibandingkan dengan baku mutu limbah cair berdasarkan Kepmen LH No. 51 Tahun 1995 sedangkan kadar logam berat pada air tanah dibandingkan dengan baku mutu air baku menurut PP No. 82 Tahun 2001 sehingga dapat diketahui status mutu air tersebut. Dari nilai  $LC_{50}$  kemudian dapat ditentukan klasifikasi toksisitasnya berdasarkan standar USEPA.

Hasil analisis tentang penanganan limbah percetakan koran tidak dilakukan dengan baik sesuai dengan kaidah perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup seperti yang tercantum dalam UU No. 32 Tahun 2009, karena limbah cair yang dihasilkan termasuk dalam kategori limbah B3 langsung dibuang ke *outlet* tanpa pengolahan sebelumnya sedangkan kualitasnya melebihi baku mutu. Proses penanganan limbah cair Percetakan X lebih baik dibandingkan dengan Percetakan Y, yang dilihat dari kualitas limbah cair yang dihasilkan. Limbah cair percetakan X lebih terang warnanya dan tidak berbau seperti pada Percetakan Y.

Hasil pengukuran limbah cair pada Percetakan Y rata-rata melebihi baku mutu (Kepmen LH No. 51 Tahun 1995) kecuali logam Mn. Konsentrasi logam berat pada Percetakan Y dari tertinggi sampai terendah secara berurut-turut adalah 1,42 mcg/L, 1,21 mg/L, 1,02 mg/L dan 0,50 mg/L untuk logam Cr, Pb, Sn dan Co. Pada Percetakan X, terjadi perbedaan kadar logam berat tertinggi yaitu Pb sebesar

0,90 mg/L sedangkan Cr konsentrasinya 0,27 mg/L yang berada dibawah baku mutu. Kadar logam berat lainnya yang melebihi baku mutu adalah Sn, yang ditemukan sekitar 0,21 mg/L. Sedangkan logam Mn dan Co masing-masing sekitar 1,72 mg/L dan 0,20 mg/L yang berada di bawah baku mutu. Adapun baku mutu limbah ini secara berturut-turut adalah 0,1 mg/L, 0,50 mg/L, 0,40 mg/L, 2,00 mg/L dan 0,1 mg/L untuk logam Pb, Cr, Co, Mn dan Sn. Perbedaan kualitas limbah percetakan koran ini disebabkan oleh perbedaan jenis mesin cetak dan sifat logam berat tersebut.

Pengukuran kadar logam berat pada tanah di sekitar percetakan Y yang didasarkan pada tekstur yang sama dan berdasarkan arah aliran air, diperoleh konsentrasi yang jauh melebihi baku mutu. Terdapat hubungan yang negatif antara kadar logam berat dengan jarak. Semakin dekat jarak titik sampling terhadap sumber maka kadar logam berat juga bertambah dan sebaliknya bertambahnya jarak terhadap sumber maka terjadi penurunan logam berat. Pada jarak 25-100 m, ditemukan konsentrasi Sn pada tanah sekitar 26-45 mg/L. Perbedaan kadar Sn yang cukup signifikan pada tanah disebabkan karena senyawa ini lebih mudah membentuk hidroksida yang tidak larut.

Kadar Cr dan Mn hampir sama, dimana konsentrasi Cr berkisar dari 20-31 mg/L dan Mn berkisar 18-31 mg/L. Kadar Pb pada tanah Y sebesar 12-18 mg/L dan kadar logam berat terendah terletak pada Co dengan konsentrasi sekitar 6-13 mg/L. Kadar logam berat yang terdapat pada tanah Y semuanya melebihi baku mutu (Kepmen LH No. 51 Tahun 1995) sehingga diindikasikan bahwa telah terjadi penurunan kualitas tanah. Perbandingan kadar logam berat yang terdapat pada limbah cair dan tanah sangat jauh. Hal ini sesuai dengan sifat logam berat

yang terakumulasi lebih besar dalam sedimen (tanah) dibandingkan dalam air (Connel dan Miller, 1995).

Pengukuran kadar logam berat pada air tanah untuk kedua percetakan rata-rata melebihi baku mutu (PP No. 82 Tahun 2001) kecuali logam Sn. Pada sumber X, urutan kadar logam berat pada air tanah dari tertinggi sampai terendah adalah Co, Mn, Pb dan Cr. Pada jarak 25 - 100 m ditemukan kadar Co pada rentang 0,267 - 0,767 mg/L, Mn sebesar 0,190 - 0,750 mg/L, Pb sebesar 0,080 - 0,333 mg/L dan Cr sebesar 0,028 - 0,222 mg/L. Pada sumber Y, kadar logam berat tertinggi sampai terendah adalah Co, Mn, Cr dan Pb. Untuk jarak 25 - 100 m ditemukan kadar Co sebesar 0,133 - 0,567 mg/L, Mn sebesar 0,143 - 0,548 mg/L, Pb sebesar 0,061 - 0,184 mg/L dan Cr sebesar 0,014 - 0,292 mg/L. Berdasarkan hasil pengukuran pada kedua sumber tersebut, dapat diketahui kondisi air tanah mulai dari jarak terdekat (25 m) sampai dengan jarak terjauh (100 m) berada dalam kondisi cemar. Sehingga jika dibandingkan dengan kriteria kualitas air minum pada baku mutu (PP No. 82 Tahun 2001), dapat dikatakan air tanah tersebut tidak layak dimanfaatkan sebagai air minum.

Pada percobaan secara bioassay, pengamatan terhadap fisiologis ikan (pergerakan operkulum, sikap tubuh dan gejala-gejala mortalitas ikan) bervariasi. Pada konsentrasi tinggi, frekuensi gerakan operkulum ikan relatif lebih cepat dibandingkan dengan pada konsentrasi rendah. Hal ini disebabkan karena limbah cair yang bersifat toksik menghalangi proses difusi oksigen ke dalam insang, sehingga untuk memenuhi kekurangan oksigen tersebut ikan meningkatkan frekuensi gerakan operkulum, sikap tubuh yang kejang-kejang dan menggelepar-gelepar sebelum akhirnya mati. Sebaliknya pada konsentrasi rendah, masih

ditemukan ikan yang hidup, karena kemungkinan konsentrasi ini telah menimbulkan efek maksimal sehingga ikan tetap bertahan hidup walaupun terdapat akumulasi logam berat.

Dari pengukuran suhu, DO dan pH diperoleh kisaran yang berada dalam baku mutu sehingga kematian ikan belum disebabkan oleh pengaruh suhu, DO dan pH. Suhu terukur pada kedua sumber hampir sama yaitu berada pada rentang 25 - 28 °C yang mana keadaan suhu ini masih berada dalam batas toleransi kehidupan ikan yaitu 25 - 32 °C. DO pada kedua sumber tidak terlalu signifikan, kisaran DO yang terukur adalah berkisar dari 5 - 2,9 mg/L. Keadaan ini masih dalam toleransi kehidupan ikan yaitu 3 mg/L untuk kegiatan perikanan. pH yang terukur pada kedua sumber ini juga hampir sama yaitu pada rentang 6,57 - 7,53. Kondisi pH ini juga dalam kisaran toleransi kehidupan ikan yaitu 6 - 9.

Pada percobaan bioassay secara pengamatan sederhana, diperoleh nilai  $LC_{50}$  sumber X sebesar 50% dan  $LC_{50}$  sumber Y sebesar 20%. Nilai ini sedikit berbeda dengan analisis yang dilakukan dengan metoda Reed-Muench. Dari analisis dengan metode Reed-Muench diperoleh  $LC_{50}$  sumber X sebesar 51,8% dan  $LC_{50}$  sumber Y sebesar 28,9%. Perbedaan nilai  $LC_{50}$  yang diperoleh dipengaruhi oleh faktor pembagi dan pembulatan dalam perhitungan kumulatif dengan metode Reed-Muench. Dari nilai ini dapat diartikan bahwa limbah Percetakan Y lebih toksik dibandingkan limbah Percetakan X. Dari nilai  $LC_{50}$  yang diperoleh pada kedua sumber, diambil  $LC_{50}$  nilai terkecil yaitu 28,9% sehingga dosis yang aman terhadap manusia dapat ditentukan sebesar 10% dari  $LC_{50}$  yaitu sebesar 0,0289 mg/L.

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa limbah percetakan koran bersifat sangat toksik dan berkualitas buruk karena belum sesuai dengan kaidah pengelolaan lingkungan hidup yang baik. Penyebaran limbah percetakan koran dari jarak terdekat (25 m) sampai dengan jarak terjauh (100 m) masih ditemukan kadar logam berat yang melebihi baku mutu. Dapat dikatakan bahwa air sumur yang digunakan masyarakat sekitar kawasan percetakan dalam radius 100 m berada dalam kondisi cemar sehingga tidak layak untuk dikonsumsi.



Judul Penelitian : PENYEBARAN LIMBAH PERCETAKAN KORAN DI KOTA  
PADANG (STUDI KASUS PERCETAKAN X DAN Y)

Nama Mahasiswa: KOMALA SARI

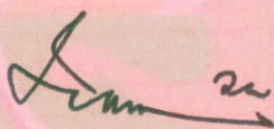
Nomor Pokok : 08 212 09 003

Program Studi : Ilmu Lingkungan


Tesis ini telah diuji dan dipertahankan di depan sidang panitia ujian akhir Magister Ilmu  
Lingkungan pada Program Pascasarjana Universitas Andalas dan dinyatakan lulus pada  
tanggal 9 April 2010.

Menyetujui

1. Komisi Pembimbing

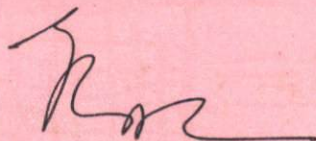


**Prof. Dr. Hamzar Suvani, MS**  
Ketua



**Dr. Tesri Maideliza**  
Anggota

2. Ketua Program Studi  
Ilmu Lingkungan



**Dr. Ardinis Arbain**  
NIP. 130936664

3. Direktur Program Pascasarjana



**Prof. Dr. Ir. Novirman Jamarun, MSc**  
NIP. 130 819 552

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Tesis ini ditulis berdasarkan hasil penelitian yang berjudul "**Penyebaran Limbah Percetakan Koran di Kota Padang (Studi Kasus Percetakan X dan Y)**". Pada kesempatan ini penulis sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kedua Orang Tua Tercinta (**Ibunda Syafrida dan Bapak Syarkani**) dan kedua saudara tersayang (**Toto Sumito, MSi dan Guntor Negara, AMd**) atas do'a, dukungan moril maupun materil dan kasih sayangnya, kepada Bapak **Prof. Dr. Hamzar Suyani, MS** dan Bapak **Dr. Tesri Maideliza, MS** sebagai ketua dan anggota komisi pembimbing yang telah memberikan petunjuk, motivasi, bimbingan, pengarahan, saran dan kemudahan dalam menyelesaikan tesis ini.

Ucapan terima kasih kepada Bapak **Dr. Ardinis Arbain** selaku Ketua Program Studi Ilmu Lingkungan, kepada tim penguji **Prof. Dr. Budjang Rusman, MSc, Prof. Dr. Hazli Nurdin, MS** dan **Dr. Irsan Ryanto, MSc** atas dukungan, bimbingan dan saran penulis sampaikan kepada penulis. Bantuan dari semua pihak di Pascasarjana Unand, Laboratorium Air TL Unand, Perum LKBN ANTARA Sumbar dan seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhirnya penulis berharap semoga hasil penelitian yang dituangkan dalam tesis ini akan bermanfaat dalam pembangunan Kota Padang dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di masa yang akan datang.

Padang, April 2010

Penulis

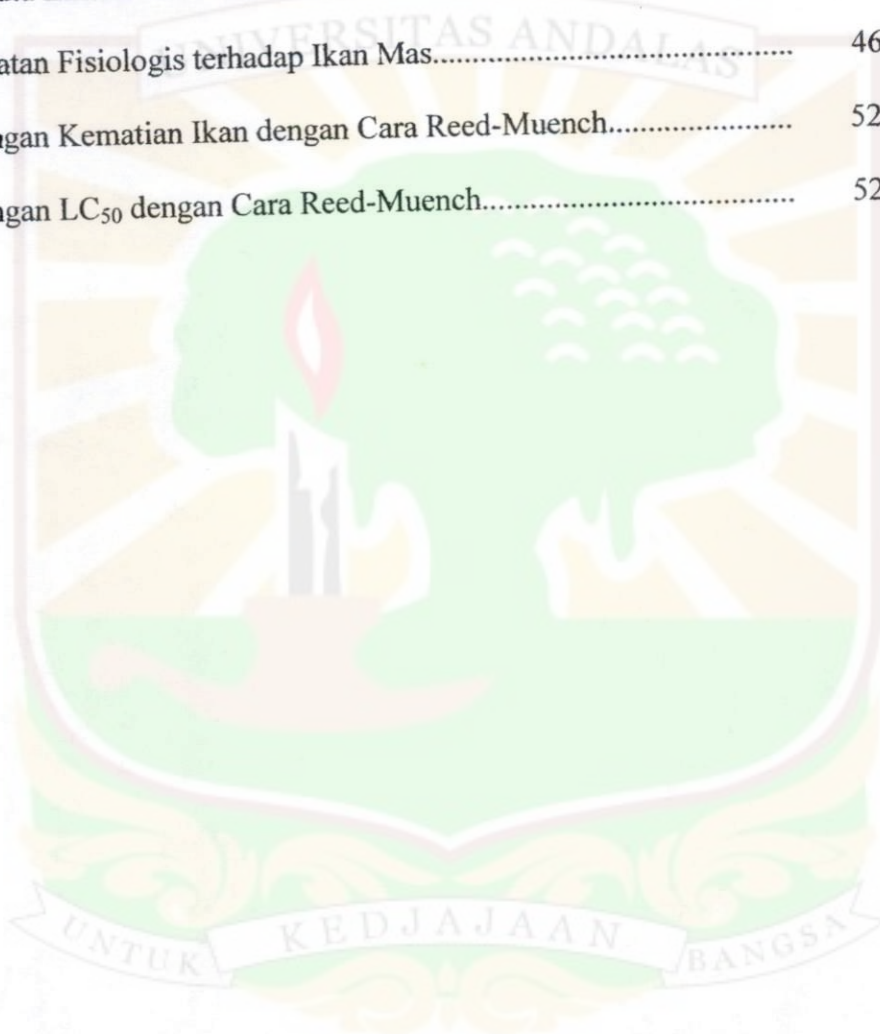
## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	6
1.3. Tujuan Penelitian.....	6
1.4. Manfaat Penelitian.....	7
1.5. Kerangka Pemikiran.....	7
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Definisi dan Jenis Percetakan.....	8
2.2. Bahan Baku Industri Percetakan.....	9
2.3. Proses Produksi Percetakan.....	10
2.4. Limbah yang dihasilkan dari Industri Percetakan.....	11
2.5. Standar dan Baku Mutu Air.....	17
2.5.1. Baku Mutu Air.....	17
2.5.2. Baku Mutu Air Limbah.....	18
2.6. Efek Limbah Percetakan.....	21
2.6.1. Efek Limbah Percetakan terhadap Kesehatan Manusia.....	21
2.6.2. Efek Limbah Percetakan terhadap Lingkungan.....	23

2.7. Teknologi Pengolahan Limbah Percetakan.....	24
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	27
3.2. Bahan dan Alat Penelitian.....	27
3.3. Metoda dan Pengumpulan Data.....	28
3.3.1. Pengukuran dengan <i>Spectrofotometri Serapan Atom</i> .....	29
3.3.2. Percobaan Bioassay.....	30
3.4. Metode Analisis Data.....	32
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Penanganan Limbah Percetakan Koran.....	34
4.2. Karakteristik dan Kualitas Limbah Percetakan Koran.....	37
4.2.2 Hasil Pengukuran dengan SSA.....	37
4.2.2 Hasil Percobaan Secara Bioassay.....	45
4.3. Penyebaran Limbah Percetakan Koran.....	54
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
4.1. Kesimpulan.....	56
4.2. Saran.....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

**DAFTAR TABEL**

Nomor	Halaman
1. Kriteria Toksisitas.....	16
2. Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas.....	17
3. Baku Mutu Limbah Cair Percetakan.....	19
4. Pengamatan Fisiologis terhadap Ikan Mas.....	46
5. Perhitungan Kematian Ikan dengan Cara Reed-Muench.....	52
6. Perhitungan LC <sub>50</sub> dengan Cara Reed-Muench.....	52



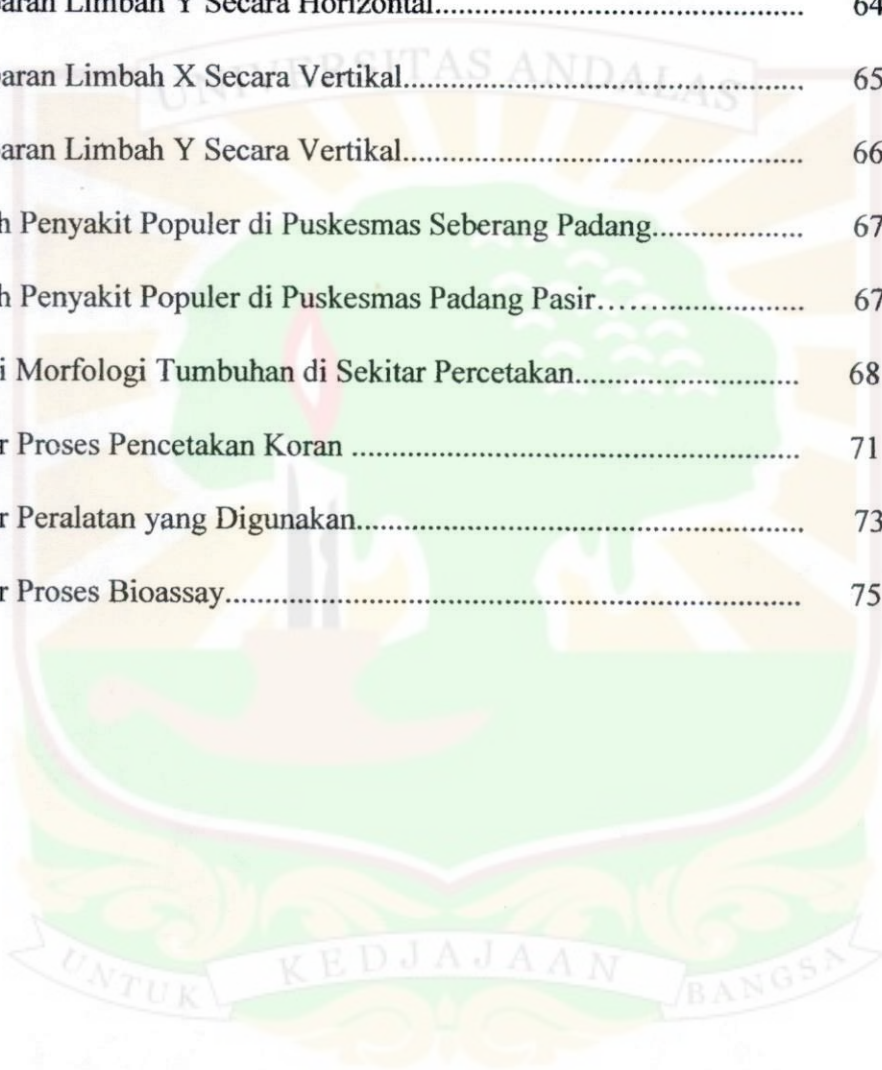
**DAFTAR GAMBAR**

Nomor	Halaman
1. Diagram Alir Kerangka Pemikiran.....	7
2. Diagram Alir Proses Produksi Percetakan Koran .....	11
3. Grafik Perbandingan Kadar Logam Berat Limbah Cair dengan Baku Mutu (Kepmen LH No. 51 Tahun 1995).....	37
4. Grafik Konsentrasi Akumulasi Logam Berat Pada Beberapa Jarak Dari Sumber Pencemar di Tanah Percetakan Y.....	40
5. Grafik Konsentrasi Logam Berat pada Air Tanah dan Baku Mutu (PP No. 82/2001).....	42
6. Grafik Hubungan Konsentrasi terhadap Kematian Ikan.....	48
7. Grafik Parameter Fisik (Kadar DO, pH dan Suhu) saat Pengamatan Ikan..	50



**DAFTAR LAMPIRAN**

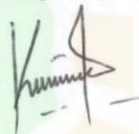
Nomor	Halaman
1. Denah Percetakan.....	62
2. Penyebaran Limbah X Secara Horizontal.....	63
3. Penyebaran Limbah Y Secara Horizontal.....	64
4. Penyebaran Limbah X Secara Vertikal.....	65
5. Penyebaran Limbah Y Secara Vertikal.....	66
6. Sepuluh Penyakit Populer di Puskesmas Seberang Padang.....	67
7. Sepuluh Penyakit Populer di Puskesmas Padang Pasir.....	67
8. Kondisi Morfologi Tumbuhan di Sekitar Percetakan.....	68
9. Gambar Proses Pencetakan Koran .....	71
10. Gambar Peralatan yang Digunakan.....	73
11. Gambar Proses Bioassay.....	75



## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi tesis yang saya tulis dengan judul **PENYEBARAN LIMBAH PERCETAKAN KORAN DI KOTA PADANG (STUDI KASUS PERCETAKAN X DAN Y)** adalah hasil kerja atau karya saya sendiri dan bukan jiplakan hasil karya orang lain, kecuali kutipan yang sumbernya dicantumkan. Jika kemudian hari pernyataan itu tidak benar, maka status kelulusan dan gelar yang saya peroleh menjadi batal dengan sendirinya.

Padang, April 2010



**Komala Sari**  
08 212 09 003



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 11 Agustus 1983 di Padang sebagai anak kedua dari tiga bersaudara pasangan Syarkani dan Syafrida. Penulis menamatkan sekolah di SD Negeri 08 Alang Lawas pada tahun 1995, SMP Negeri 4 Padang tahun 1998, SMU Negeri 10 pada tahun 2001. Sebulan setelah tamat SMU, tepatnya pada bulan Agustus 2001 penulis bekerja di Harian Pagi Padang Ekspres. Setahun berlalu, pada tahun 2002 penulis diterima kuliah di Fakultas Teknik Universitas Andalas Jurusan Teknik Lingkungan dan mendapat gelar Sarjana Teknik pada awal tahun 2008.

Selang tujuh tahun bekerja di Harian Pagi Padang Ekspres, penulis ditawarkan bekerja di Perum LKBN ANTARA Sumatera Barat yaitu sebuah kantor berita milik pemerintah yang berdiri sejak tahun 1937 dengan posisi Kepala Divisi Pemasaran. Selama enam bulan penulis bekerja ganda pada dua perusahaan dan sejak Januari 2009 sampai sekarang penulis lebih memfokuskan bekerja di Perum LKBN ANTARA Sumbar karena diberikan tanggung jawab lebih sebagai Manager Komersial Bisnis. Selain itu, penulis juga menjabat sebagai Direktris CV. Andalas Media Padang (milik pribadi) dan Direktris CV. Antara Sumbar Media sebagai anak perusahaan Perum LKBN ANTARA sumbar. Pertengahan tahun 2008 penulis melanjutkan kuliah di Pascasarjana Universitas Andalas Jurusan Ilmu Lingkungan dan mendapat gelar Master Sains pada April 2010.

UNTUK KEDJAJAAN BANGSA

# I. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Peningkatan populasi manusia yang diiringi dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memacu berkembangnya industrialisasi secara pesat. Perkembangan sektor industri seharusnya diiringi dengan monitoring dan kontrol lingkungan sehingga dampak negatif dan kerusakan komponen-komponen lingkungan dapat diminimalisir. Dampak negatif yang ditimbulkan adalah penurunan kualitas lingkungan akibat penanganan limbah yang tidak tepat. Pada saat ini masih banyaknya industri yang hanya berorientasi pada ekonomi tanpa memperhatikan kondisi lingkungan menjadi masalah dalam mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan. Tidak jarang banyak terjadi pencemaran dan kerusakan lingkungan yang ditimbulkan tidak sebanding dengan nilai ekonomi yang diperoleh.

Wujud pengelolaan terhadap lingkungan bagi industri besar di Sumatera Barat termasuk Kota Padang telah dilaksanakan dalam bentuk Program Peningkatan Kinerja Perusahaan dan Lingkungan Kegiatan (Radhi *et al*, 2008). Meskipun program ini telah diluncurkan, sebagian industri menengah dan kecil masih ada yang belum melakukan pengelolaan terhadap kualitas lingkungan. Salah satu industri menengah yang belum melakukan pengelolaan terhadap kualitas lingkungan adalah percetakan koran. Koran merupakan salah satu media cetak yang memberikan informasi penting kepada masyarakat. Akan tetapi, jika limbah yang dihasilkan tidak dikelola dengan baik maka akan dapat merusak tatanan lingkungan hidup sehingga tidak sama lagi dengan bentuk asalnya.

Kota Padang yang luasnya 694, 96 Km<sup>2</sup> terdapat dua percetakan koran besar yang masih beroperasi sampai sekarang (Radhi *et al*, 2008). Percetakan tersebut adalah Percetakan X yang telah berumur 40 tahun terletak di Jl. Veteran dan Percetakan Y yang telah berumur 10 tahun berada di kompleks Koto Baru, Banuaran. Dari pengamatan operasional di lapangan, proses produksi percetakan koran menghasilkan limbah baik limbah padat maupun cair. Limbah cair percetakan koran ini langsung dibuang ke *outlet* tanpa pengolahan sebelumnya. Sejauh ini, belum diketahui tingkat toksisitas *effluen* limbah yang dihasilkan tersebut karena belum pernah dilakukan pemantauan dan pengukuran tingkat toksisitasnya.

Menurut Setiyono (2004), limbah percetakan koran mengandung logam berat yang terdiri dari logam Pb, Cr, Co, Mn dan Sn. Limbah ini berpotensi untuk mencemari lingkungan air dan tanah yang ada disekitarnya dengan cara melepaskan logam-logam berat (Achmad, 2004). Logam berat di dalam air dapat masuk secara langsung ke dalam tubuh manusia apabila air yang mengandung logam berat diminum, sedangkan secara tidak langsung apabila memakan bahan makanan yang berasal dari air tersebut (Anonim, 2009). Selain mencemari air bersih, dalam suatu tingkatan tertentu air limbah juga dapat berefek toksik terhadap makhluk hidup dan sistem biotik lainnya sehingga dapat mengakibatkan kerugian yang sangat besar baik material maupun non material seperti penyakit, wabah, bahkan kematian (Astuti, 2004).

Meskipun kuantitas limbah yang dihasilkan kecil, tetapi karena sifatnya yang berbahaya dan beracun maka dampak yang ditimbulkan oleh limbah tersebut harus diwaspadai. Logam berat yang terdapat pada suatu limbah diperkirakan

dapat masuk dan terakumulasi ke dalam tanah dan menyebar melalui air tanah. Limbah industri percetakan koran sebagian termasuk dalam kategori limbah bahan berbahaya dan beracun (B3), karena limbahnya ada yang bersifat mudah terbakar, bersifat racun dan reaktif. B3 adalah setiap bahan yang karena sifat atau konsentrasi, jumlahnya baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemarkan dan/atau merusakkan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lain (UU No.32 Tahun 2009 pasal 1 ayat 21). Limbah B3 yang masuk ke lingkungan dalam jumlah kecil dapat menimbulkan resiko kerusakan yang sangat berarti dan memerlukan biaya pemulihan yang mahal (Anonim, 1995).

Berbeda dengan logam biasa, logam berat bersifat unik, tidak dapat dihancurkan secara alami dan cenderung terakumulasi dalam rantai makanan melalui proses biomagnifikasi (Darmono, 1995). Akumulasi logam berat terjadi karena di dalam tubuh organisme cenderung membentuk senyawa kompleks dengan zat-zat organik (Hutagalung, 1991). Logam-logam tersebut diketahui dapat mengumpul dan tinggal di dalam tubuh suatu organisme dalam jangka waktu lama sebagai racun yang terakumulasi (Fardiaz, 1992). Pendapat yang sama juga dikatakan oleh Palar (2004) bahwa apabila jumlah dari logam berat masuk ke dalam tubuh dengan jumlah berlebih, maka akan berubah fungsi menjadi racun bagi tubuh.

Berdasarkan Kepmen LH No. 51 tahun 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair disebutkan kadar maksimum logam berat yang diperbolehkan untuk dibuang ke badan air bagi percetakan koran secara berurutan untuk logam Pb, Cr, Co, Mn dan Sn adalah 0,1 mg/L, 0,1 mg/L, 0,4 mg/L, 2 mg/L dan 0,1 mg/L. Limbah-

limbah ini berpotensi untuk menyebar ke lingkungan sekitarnya melalui perantara air. Jika terjadi hujan, limbah ini akan terbawa hanyut dan masuk kedalam tanah yang kemudian bermuara ke perairan atau terakumulasi di dalam tanah (Bapedalwil, 2000). Tidak tertutup kemungkinan logam berat tersebut masuk kedalam sumur-sumur penduduk. Logam berat yang terkontaminasi ke dalam tanah menyebabkan tanah menjadi tercemar dan dapat menyebabkan penurunan pertumbuhan, produktivitas tanaman bahkan kematian pada tumbuhan (Conner and Miller, 1995). Selain itu, adanya logam berat tersebut dapat menyebabkan terbatasnya jumlah fosfor, kalium dan besi yang berada di dalam tanah.

Logam berat merupakan bahan pencemar yang paling banyak ditemukan diperairan akibat limbah industri dan limbah perkotaan (Suin, 1994). Isu tentang pencemaran logam berat di perairan dan sedimen telah menarik perhatian ahli lingkungan sejak tahun 1953. Selama periode 1953-1960 sekitar 146 nelayan di Teluk Minamata Jepang tewas karena mengkonsumsi ikan dan kerang yang telah tercemar merkuri. Selain itu, peristiwa kontaminasi kadmium di negara Jepang juga telah menimbulkan penyakit itai-itai. Beberapa pencemaran juga telah terjadi pada beberapa negara termasuk Irak pada tahun 1971, Venezuela tahun 1974 dan Kanada tahun 1975 (Abdullah *et al*, 1995).

Berdasarkan kondisi diatas, jika kadar limbah percetakan koran melebihi ambang batas yang telah ditetapkan, maka dikhawatirkan nantinya juga dapat menimbulkan berbagai masalah diantaranya yang berhubungan dengan estetika (perubahan bau, warna dan rasa air), berbahaya bagi kehidupan tanaman dan binatang, menyebabkan kerusakan pada ekosistem dan membahayakan kesehatan dan kelangsungan hidup manusia. Seperti halnya sumber-sumber polusi

lingkungan lainnya, logam berat tersebut dapat ditransfer dalam lingkungan yang sangat jauh, selanjutnya berpotensi mengganggu kehidupan biota lingkungan dan akhirnya berpengaruh terhadap kesehatan manusia walaupun dalam jangka waktu yang lama dan jauh dari sumber polusinya (USEPA).

Perhatian pemerintah terhadap lingkungan telah diterapkan melalui UU No. 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup yang kemudian diganti dengan UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, Kepmen LH No.51 Tahun 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri, PP No.18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah B3 dan PP No.27 Tahun 1999 tentang AMDAL. Di Kota Padang sendiri kegiatan percetakan koran juga diatur dalam Keputusan Gubernur Sumatera Barat No.21 Tahun 2004 tentang Petunjuk Teknis Penyusunan Dokumen Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL), Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL) Sumatera Barat, Perda Walikota Padang No. 7 Tahun 2007 tentang UKL, UPL dan Surat Pernyataan Pengelolaan Lingkungan (SPPL) dan Perda Walikota Padang No.3 Tahun 2006 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Semua peraturan tersebut bertujuan untuk menetapkan kadar batas pencemar yang diperbolehkan berada pada lingkungan.

Oleh karena limbah tersebut berpotensi mencemari air dan tanah, maka perlu dilakukan suatu pengukuran dan pengujian untuk memastikan bahwa limbah yang dibuang harus sesuai dengan persyaratan dan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Untuk mengetahui toksisitas logam berat, penyebaran limbah percetakan koran dan sejauh mana telah mencemari lingkungan, maka

dilakukanlah penelitian pada dua percetakan koran besar yang berada di Kota Padang. Sehingga dapat ditentukan tindakan-tindakan pengendalian dalam meminimasi dampak yang ditimbulkan akibat kegiatan percetakan tersebut.

## 1.2 Perumusan Masalah

Pemerintah Kota Padang telah mengeluarkan beberapa peraturan yang berhubungan dengan pengelolaan kualitas lingkungan diantaranya adalah Perda Walikota Padang No.3 Tahun 2006 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air dan Perda No. 7 Tahun 2007 tentang UKL, UPL dan SPPL. Kedua peraturan tersebut mengharuskan industri percetakan koran untuk mengolah limbahnya sebelum dibuang ke badan air. Sebaliknya, yang terjadi adalah pelaku industri tidak berupaya dalam mengelola kualitas lingkungan. Hal ini dapat dilihat dari limbah yang dibuang ke *outlet* tidak diolah terlebih dahulu sebelum dibuang. Berdasarkan uraian di atas dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini adalah apa hasil indentifikasi toksisitas dan kualitas limbah percetakan koran, mengetahui bagaimana penyebaran limbah percetakan koran di Kota Padang apakah sesuai dengan kaidah pengelolaan lingkungan hidup dan sejauh mana telah terjadi pencemaran (penurunan kualitas) lingkungan akibat kegiatan percetakan koran tersebut.

## 1.3 Tujuan Penelitian

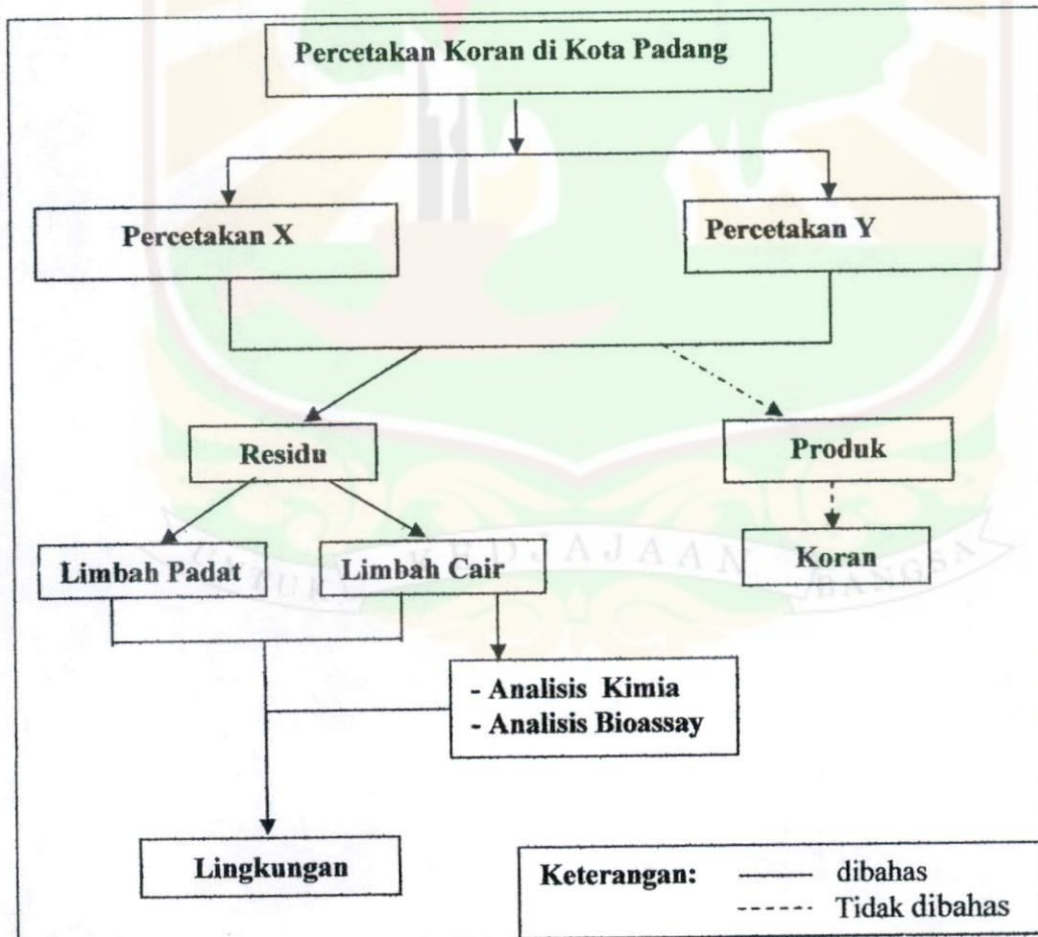
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat toksisitas dan kualitas limbah percetakan koran, bagaimana penyebaran limbah dan mengetahui sejauh mana telah terjadi pencemaran (penurunan kualitas) lingkungan akibat kegiatan percetakan koran di Kota Padang.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh adalah peneliti dapat mengetahui toksisitas dan kualitas limbah percetakan koran, bagaimana arah penyebaran limbah percetakan koran dan seberapa besar pengaruhnya terhadap lingkungan. Penelitian ini juga bermanfaat sebagai sumbangan informasi bagi pengelola industri percetakan koran dan pemerintah daerah dalam mengelola limbah industri yang berwawasan lingkungan.

#### 1.5 Kerangka Pemikiran

Diagram alir kerangka pemikiran pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Kerangka Pemikiran

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Definisi dan Jenis Percetakan

Proses cetak atau mencetak adalah suatu pekerjaan untuk memproduksi atau menyalin suatu original dengan menggunakan alat atau mesin (Raka, *et al* 1999). Metode mencetak ditemukan pertama kali oleh Johannes Gutenberg di Mainz, Jerman pada tahun 1440. Mesin cetak yang pertama dibentuk berdasarkan alat pemeras buah-buahan. Bahan pencetaknya ditintai dengan menggunakan tampon (sekarang rol penintaan), lembaran kertas kemudian diletakkan ke atas alat cetak yang sudah ditintai itu. Dengan menekan rata kertas itu maka diperoleh hasil cetak.

Jenis cetak umumnya dibagi dalam proses kerja menurut prinsip-prinsip yang berbeda (Raka, *et al* 1999). Jenis-jenis cetak terdiri dari delapan yang meliputi cetak tinggi, cetak *anilin*, cetak *litografi*, cetak *offset*, cetak *collotype*, cetak *fotogravur*, cetak saring dan cetak *bromida*. Pertama, cetak tinggi merupakan cetak dengan huruf-huruf teks dan gambar yang dibuat lebih tinggi dari unsur-unsur yang tidak dicetak. Kedua, cetak *anilin* masih termasuk dalam cetak tinggi, tetapi yang membedakan hanya jenis tinta yang digunakan. Ketiga, cetak *litografi* merupakan sistem pencetakan secara langsung dimana gambar-gambar dan teks dipindah ke permukaan batu. Keempat, cetak *offset* yang mana pembuatannya didasarkan pada proses kimia dengan menggunakan plat logam. Percetakan koran termasuk kedalam cetak *offset*. Kelima, cetak *collotype* adalah suatu proses cetak secara foto mekanis tanpa menggunakan raster. Keenam, cetak *fotogravur* merupakan proses cetak dengan menggunakan pahatan plat tembaga, sketsa plat tembaga dan pahatan plat baja yang kemudian diberi tinta ke bagian

dalamnya. Ketujuh, cetak saring dikerjakan dengan menggunakan selebar saringan (*stencil*) sejenis kasa yang terbuat dari bahan nilon atau polyester. Kedelapan, cetak *bromida* merupakan cetak yang tidak biasa tetapi dilakukan dengan mengkopy dan mengembangkan gambar-gambar *fotograpi* (gambar-gambar *postcard*) secara mekanis.

## 2.2 Bahan Baku Industri Percetakan

Bahan baku yang digunakan dalam proses mencetak adalah kertas yang terbuat dari serat-serat (selulosa) dan lignin batang pohon, tinta dan pencampuran tinta (Setiyono, 2002). Berkembangnya teknik pembuatan kertas dan proses finishingnya telah menghasilkan bermacam-macam kertas yang biasa dipakai pada industri percetakan. Macam-macam kertas tersebut adalah *machine finished printing paper (MF Paper)*, kertas licin (*calendered paper*), kertas berlapis (*coated paper*) dan kertas karton.

Bahan baku berikutnya adalah tinta yang terdiri dari unsur-unsur dasar meliputi minyak biji rami (70%), vernis lithografi, karbon dari minyak, serbuk tulang dan unsur tumbuh-tumbuhan (30%). Tinta cetak modern biasanya terdiri dari zat warna (*pigmen*), bahan pengikat (*vehicle*), bahan pencair (*thinner*), bahan pengering (*drier*) dan bahan pengubah (*modifier*). Zat warna adalah unsur dalam tinta yang dapat dilihat sebagai warna, hitam, putih atau kelabu. Bahan pengikat (*vehicle*) disini memuat zat warna dan mengikatnya dengan bahan-bahan cetak. Selanjutnya, bahan pencair (*thinner*) mempengaruhi ketahanan, peresapan, pengkilapan, pengeringan dan pelekatan tinta. Bahan pengering (*drier*) ditambahkan pada tinta cetak untuk membantu pengeringan secara oksidasi. Bahan pengubah (*modifier*) pada tinta berguna untuk mengontrol pengeringan,

kekenyalan, ketahanan, kekilapan dan kemampuan bertahan terhadap gesekan. Selain itu, bahan pengubah ini juga digunakan untuk mengatur bau dari tinta.

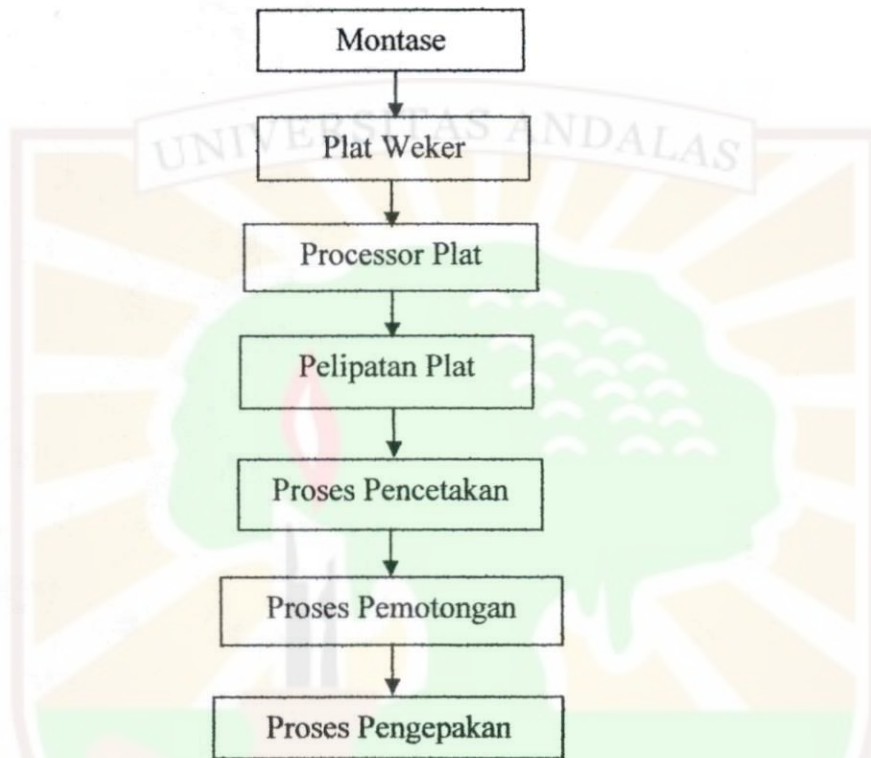
Pencampuran warna juga termasuk bahan baku yang digunakan dalam mencetak koran. Pencampuran warna pada tinta dilakukan untuk mendapatkan warna yang lain atau untuk memperoleh suatu tingkatan warna yang lebih muda atau yang lebih tua dari pada warna yang telah tersedia. Pada umumnya warna yang lebih kuat/tua dituangkan sedikit demi sedikit kepada warna yang lebih muda/lemah, kemudian diaduk supaya merata sampai dicapai tingkatan warna yang diinginkan.

### 2.3 Proses Produksi Percetakan

Secara garis besar proses produksi diawali dengan adanya pemesanan (order), kemudian dilakukan proses desain sampai kemudian melewati proses *montase*, *plat weker*, *processor plat*, melipat *plat*, proses pencetakan, pemotongan dan pengepakan (Raka, *et al* 1999). Proses *montase* merupakan proses menyamakan warna antara kalkir satu dengan kalkir lain yang kemudian disemprot dengan cat tembak. Tujuannya agar warna hasil cetakan sama seperti warna yang diharapkan. *Plat weker* dilakukan untuk menempelkan kalkir ke plat di dalam mesin dengan pencahayaan dan temperatur tertentu selama kurang lebih 5 menit. Pada proses *processor plat* dilakukan penyemprotan dengan air perak kemudian dipres. Selanjutnya, *plat* dilipat kedua ujungnya sedikit, agar bisa menempel pada mesin pencetak.

Proses pencetakan siap dilakukan setelah gulungan kertas dimasukkan yang dimulai dari *web biru*, *web merah*, *web kuning* dan terakhir *web hitam*.

Proses pencetakan berakhir pada *belt conveyor* yang membawa koran setelah melewati proses pemotongan. Koran hasil cetakan tersebut dilakukan pengepakan sebelum dibawa oleh ekspedisi. Diagram alir dan proses produksi percetakan koran dapat dilihat pada Gambar 2 dan Lampiran.



Gambar 2. Diagram Alir Proses Produksi Percetakan Koran

#### 2.4 Limbah Yang Dihasilkan dari Percetakan

Limbah yang dihasilkan dari percetakan koran adalah berupa limbah cair dan limbah padat (Wentz, 1989). Limbah padat percetakan koran terdiri dari potongan kertas koran, kertas dari kesalahan cetak atau hasil pencetakan yang tidak lolos *quality control*, kain lap mesin cetak dan busa yang pada umumnya telah terkontaminasi dengan tinta atau bahan pelarut/pembersih lainnya.

Limbah cair industri percetakan berasal dari residu tinta yang digunakan untuk mencetak ataupun tinta yang rusak, bahan pelarut yang berasal dari proses

*montase*, bahan pencair yang berasal dari *processor plat* dan mesin cetak, bahan pengering yang berasal dari mesin cetak dan oli bekas dari mesin cetak. Limbah cair ini banyak mengandung bahan kimia berbahaya seperti alkohol, aseton dan ester. Pada limbah cair juga banyak mengandung logam berat seperti Timbal (Pb), Krom (Cr), Cobalt (Co), Mangan (Mn) dan Timah (Sn) yang dapat larut ke dalam berbagai bahan pengikat. Unsur logam berat adalah unsur - unsur kimia yang mempunyai densitas lebih dari  $5 \text{ gr/cm}^3$  (Fardiaz, 1992). Logam berat ini menjadi bahan pencemar berbahaya karena sifatnya yang tidak dapat dihancurkan oleh organisme hidup yang ada di lingkungan. Akibatnya, logam-logam tersebut terakumulasi ke lingkungan terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan-bahan organik dan anorganik secara adsorpsi dan kombinasi (Darmono, 1995). Oleh karena itu, limbah cair percetakan koran dapat dikategorikan pada limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3).

Karakteristik limbah B3 berdasarkan sifatnya menurut PP No. 18 tahun 1999 tentang limbah B3 adalah beracun, mudah meledak, mudah terbakar, infeksius, bersifat reaktif, korosif dan limbah lain yang apabila diuji dengan metoda toksikologi dapat diketahui termasuk jenis limbah B3. Toksisitas logam dapat bersifat kronis dan akut, sangat tergantung pada berbagai faktor (Soemirat, 2003). Toksisitas akut tergantung pada dosis tinggi sekaligus dalam waktu pendek, waktu pemaparan pendek tetapi masif dan organ *absorpsi* memungkinkan masuk ke peredaran darah dengan cepat. Sedangkan toksisitas kronis tergantung pada dosis yang tidak tinggi, tetapi paparan yang menahun, gejala tidak mendadak ataupun sangat gradual/kronis dan organ dapat seluruhnya terkena.

Karakteristik logam berat yang terdapat dalam limbah percetakan koran bervariasi. Timbal (Pb) merupakan logam berat dengan konsistensi lunak dan berwarna hitam. Logam Pb merupakan racun berat (Setiyono, 2004). Logam Pb mempunyai sifat bertitik lebur rendah, mudah dibentuk, mempunyai sifat kimia yang aktif sehingga dapat digunakan dalam pelapisan logam untuk mencegah perkaratan. Pb yang terdapat di tanah berkadar sekitar 5 - 25 mg/kg dan di air bawah tanah berkisar antara 1 - 60 µg/liter. Sebagai pewarna merah pada tinta biasanya dipakai *red lead*, sedangkan untuk warna kuning dipakai *lead chromate* (Mukono, 2006). Logam Kromium (Cr) merupakan logam transisi dengan *densitas* 7,19 gr/cm<sup>3</sup>, berat atom 51,996 sma, titik lebur 1907°C. Logam Cr berwarna perak, berkilau dan wujudnya sangat keras. Logam Cr merupakan elemen berbahaya di permukaan bumi dan tidak ditemukan sebagai unsur bebas di alam tetapi ditemukan dalam bentuk bijih (Palar, 2004). Adanya krom menandakan adanya pencemaran limbah industri karena senyawa logam ini tidak terdapat di air yang ada di alam (Mukono, 2006).

Logam berat lain yang ditemukan pada limbah percetakan koran adalah Cobalt (Co). Unsur Co di alam selalu didapatkan bergabung dengan nikel dan biasanya juga dengan arsenik. Co merupakan logam metalik berwarna keabu-abuan sedikit berkilauan. Co relatif tidak reaktif, meskipun mudah larut dalam asam mineral encer. Unsur kimia Co juga merupakan suatu unsur dengan sifat rapuh, tahan korosi, agak keras, mengandung metal, kaya sifat magnetis dan dapat membentuk senyawa kompleks (Setiyono, 2004). Stabilitas ion Co mempunyai kecenderungan menurun dari bilangan oksidasi tinggi menuju bilangan oksidasi

rendah dan terjadi peningkatan stabilitas tingkat oksidasi II relatif lebih tinggi dibandingkan tingkat oksidasi III. Tingkat oksidasi tertinggi dari ion Co adalah V.

Logam berat Mangan (Mn) juga ditemukan pada limbah percetakan koran. Mangan memiliki kemiripan sifat kimia dan fisika dengan besi tetapi perbedaan utama dalam hal kekerasan dan lebih rapuh serta sedikit lebih tahan panas (titik lebur  $1247^{\circ}\text{C}$ ). Mangan lebih elektropositif dan lebih mudah larut dalam larutan encer asam non oksidasi. Mangan tidak terlalu reaktif terhadap unsur-unsur non logam pada temperatur kamar, tetapi pada temperatur tinggi mangan bereaksi cepat dengan unsur-unsur non logam (Setiyono, 2004). Mangan juga dapat bereaksi langsung dengan boron, karbon, sulfur, silikon, dan pospor, tetapi tidak dengan hidrogen. Logam Mn dapat diperoleh dari oksidanya dengan mereaksikan aluminium. Mangan relatif melimpah di alam, kulit bumi mengandung mangan kira-kira sekitar 0,085%. Meskipun tersebar secara luas, mangan terdapat dalam sejumlah deposit terutama dalam bentuk oksida, oksida hidrat atau karbonat.

Logam berat lain yang terdapat pada limbah percetakan adalah Timah (Sn). Sn adalah unsur kimia dengan berat atom 118,710 sma, titik lebur  $417,47^{\circ}\text{C}$  dan titik didih  $4684^{\circ}\text{C}$ . Unsur ini miskin keperakan, dapat ditempa (*malleable*), tidak mudah teroksidasi dalam udara sehingga tahan karat, ditemukan dalam banyak alloy, dengan penampakan abu-abu keperakan mengkilap dan digunakan untuk melapisi logam lainnya untuk mencegah karat (Setiyono, 2004).

Menurut Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup (1990), berdasarkan toksisitasnya, logam berat dikelompokkan atas tiga kelompok yaitu bersifat toksik tinggi, menengah dan sangat rendah. Logam berat yang bersifat

toksik tinggi adalah unsur Hg, Cd, Pb, Cu dan Zn. Logam berat yang bersifat toksik menengah adalah Cr, Ni dan Co. Sedangkan yang bersifat toksik sangat rendah adalah unsur Mn dan Fe.

Kelarutan logam berat dalam air dikontrol oleh pH air, suhu dan oksigen terlarut (Palar, 2004). Kenaikan pH menurunkan kelarutan logam dalam air karena kenaikan pH mengubah kestabilan dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang membentuk ikatan dengan partikel dalam badan air, sehingga akan mengendap membentuk lumpur. Kenaikan suhu air dan penurunan pH akan mengurangi adsorpsi senyawa logam berat. Saat suhu air naik, senyawa logam berat akan melarut dalam air karena penurunan laju adsorpsi (Palar, 2004). Kondisi oksigen terlarut (DO) dalam air berbanding terbalik dengan suhu, artinya makin tinggi suhu menyebabkan kandungan oksigen terlarut makin rendah. Pada air yang mengandung bahan pencemar tinggi dapat menurunkan kadar oksigen terlarutnya dan akibatnya daya larut logam berat akan menjadi lebih rendah dan mudah mengendap (Hutagalung, 1991).

Logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik, mengendap dan bersatu dengan sedimen sehingga kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air (Hutagalung, 1991). Sesuai dengan teori gravitasi, apabila partikulat memiliki massa jenis lebih besar dari masa jenis air, maka partikulat akan mengendap di dasar atau terjadi sedimentasi. Kandungan logam berat pada sedimen umumnya rendah pada musim kemarau dan tinggi pada musim penghujan. Penyebab tingginya kadar logam berat dalam sedimen pada musim hujan kemungkinan disebabkan oleh tingginya laju erosi pada permukaan tanah yang terbawa ke dalam badan sungai, sehingga sedimen

dalam sungai yang diduga mengandung logam berat akan terbawa oleh arus sungai menuju muara dan pada akhirnya terjadi proses sedimentasi (Connel dan Miller, 1995).

Hingga saat ini, peraturan pemerintah yang mengatur tentang baku mutu limbah cair dari aspek toksisitas belum ada. Akan tetapi, berdasarkan USEPA kriteria toksisitas dibagi menjadi 6 tingkat seperti yang dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Toksisitas

No	Konsentrasi Mematikan (mg/L)	Kriteria Toksisitas
1	< 1	Sangat Toksik
2	1 – 100	Toksik
3	100 – 1000	Daya Racun Sedang
4	1000 – 10000	Daya Racun Rendah
5	10000 – 100000	Hampir Tidak Toksik
6	> 100000	Tidak Toksik

Sumber: USEPA, 2002

Logam berat berbahaya karena berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yaitu karena sulit didegradasi sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai, dapat terakumulasi dalam organisme termasuk kerang dan ikan sehingga akan membahayakan kesehatan manusia yang mengkonsumsi organisme tersebut dan mudah terakumulasi di dalam sedimen sehingga konsentrasinya selalu lebih tinggi daripada konsentrasi logam di air (Sutamiharja *et al.* 1982). Disamping itu, sedimen mudah tersuspensi karena pergerakan masa air yang akan melarutkan kembali logam yang dikandungnya ke dalam air, sehingga sedimen menjadi sumber pencemar potensial dalam skala waktu tertentu.

## 2.5 Standar dan Baku Mutu Air

### 2.5.1 Baku Mutu Air

Baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air (PP No. 82 Tahun 2001 pasal 1 ayat 9). Tingkatan mutu air bervariasi tergantung pada kelas dan kegunaannya. Kriteria mutu air dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

No	Parameter	Satuan (mg/L)	Kelas				Keterangan
			I <sup>a)</sup>	II <sup>b)</sup>	III <sup>c)</sup>	IV <sup>d)</sup>	
1	Timbal (Pb)	mg/L	0,03	0,03	0,03	1	Pengolahan air minum secara konvensional Pb ≤ 0,1 mg/L
2	Kromium (Cr)	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,01	
3	Cobalt (Co)	mg/L	0,20	0,20	0,20	0,20	
4	Mangan (Mn)	mg/L	0,10	NA <sup>e)</sup>	NA	NA	
5	Timah (Sn)	mg/L	0,30	NA	NA	NA	

Sumber: PP No. 82/2001

Keterangan:

- a) Kelas I : Air yang peruntukkannya dapat digunakan sebagai air baku air minum, dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- b) Kelas II : Air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- c) Kelas III : Air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman dan atau

peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

d) Kelas IV : Air yang peruntukkannya untuk mengairi, pertanian dan peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

e) NA : Not Affect

Semakin tinggi kelas kegunaan air, maka kadar maksimum keberadaan logam berat dalam air juga bertambah. Sebaliknya, semakin kecil kelas kegunaan air, maka kadar maksimum keberadaan logam berat dalam air juga semakin diperkecil sebab dipergunakan untuk air minum oleh manusia. Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 pasal 14 (1) dijelaskan tentang status mutu air. Status mutu air adalah tingkat atau kondisi mutu air yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan terhadap baku mutu yang telah ditetapkan. Status mutu air ada dua yaitu kondisi cemar apabila mutu air tidak memenuhi baku mutu dan kondisi baik apabila mutu air memenuhi baku mutu.

### **2.5.2 Baku Mutu Air Limbah**

Berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 pasal 1 (14) tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air dikatakan bahwa air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair. Pada PP No. 82 Tahun 2001 pasal 1 (15) dijelaskan bahwa baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemaran yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas kedalam sumber air dari suatu usaha dan atau kegiatan. Pada Kepmen LH No. 51

Tahun 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair, disebutkan baku mutu air limbah percetakan koran adalah seperti dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Baku Mutu Limbah Cair Percetakan

NO	Parameter	Satuan (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)
1	Timbal (Pb)	mg/L	0,1
2	Kromium (Cr)	mg/L	0,5
3	Cobalt (Co)	mg/L	0,4
4	Mangan (Mn)	mg/L	2,0
5	Timah (Sn)	mg/L	0,1

Sumber: Kepmen LH No. 51/1995

Berdasarkan UU No.32 Tahun 2009 pasal 20 (3) dikatakan bahwa setiap orang diperbolehkan membuang limbah ke media lingkungan hidup dengan syarat memenuhi baku mutu lingkungan hidup dan mendapat izin dari menteri/gubernur/bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya. Limbah cair percetakan koran adalah limbah B3 sehingga penanganannya diatur dalam PP No.18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah B3.

Untuk pengendalian pencemaran air, pada PP No.82/2001 pasal 34 dijelaskan bahwa setiap penanggung jawab usaha dan atau kegiatan wajib menyampaikan laporan tentang penataan izin aplikasi air limbah. Selanjutnya pada pasal 38 (2) disebutkan dalam persyaratan izin pembuangan air limbah wajib mencantumkan kewajiban untuk mengelola limbah, persyaratan mutu dan kuantitas air limbah yang boleh dibuang ke media lingkungan, persyaratan cara pembuangan air limbah, persyaratan untuk melakukan mutu dan debit air limbah dan kewajiban untuk melakukan swapantau (pemantauan sendiri) dan kewajiban untuk melaporkan swapantau.

Penilaian kualitas tingkat toksik suatu zat pada sistem hidup dilakukan dengan uji toksisitas (Lu, 1995). Toksisitas yang terjadi sangat dipengaruhi oleh dosis, lamanya pemberian, frekuensi dan jalur pemberian (Priyanto, 2009). Karakteristik pemaparan dan *spectrum* efek secara bersamaan membentuk hubungan korelasi yang dikenal sebagai hubungan *dosis-respons*. Konsep ini merupakan konsep dasar toksikologi. Asumsi yang harus dipertimbangkan sebelum hubungan *dosis-respons* dapat sesuai digunakan adalah *respons* timbul karena adanya bahan kimia yang diberikan, *respons* pada kenyataannya berhubungan dengan dosis dan dalam penggunaan *dosis-respons* harus ada metode kuantitatif untuk mengukur dan mengemukakan secara tepat toksisitas dari suatu bahan kimia (Achmad, 2004).

*Respons* yang terpilih untuk pengukuran, hubungan antara derajat *respons* dari sistem biologis dan jumlah bahan toksik yang diberikan membentuk suatu asumsi bahwa hal ini terjadi secara konsisten dan dipertimbangkan sebagai hal dasar dan klasik yang disebut hubungan *dosis-respons*. Hal ini yang mendasari adanya dosis lethal (mematikan) sebagai indeks ( $LD_{50}$ ). Penelitian pengujian yang mengukur besarnya dosis atau konsentrasi tingkat toksik dengan menggunakan suatu bahan yang bersifat padat biasanya dinyatakan dengan  $LD_{50}$ , sedangkan jika menggunakan bahan toksik cair disebut  $LC_{50}$  (Ariens, 1994).  $LD_{50}$  atau  $LC_{50}$  adalah dosis atau konsentrasi tunggal dari suatu zat yang secara statistik diharapkan dapat menyebabkan kematian sebanyak 50% dari binatang percobaan.  $LD_{50}$  atau  $LC_{50}$  digunakan untuk keperluan interpolasi hasil uji pada hewan terhadap manusia yang dianggap setara dengan  $LD_{100}$  atau  $LC_{100}$ .  $LD_{50}$  atau  $LC_{50}$  merupakan hal penting untuk mengetahui karakteristik dari suatu bahan

kimia dan dengan demikian juga akan dapat menetapkan tingkat bahayanya terhadap manusia. Nilai  $LD_{50}$  atau  $LC_{50}$  yang diperoleh merupakan dasar untuk mengetahui batas aman konsentrasi logam berat yang diperbolehkan berada pada lingkungan.

## **2.6 Efek Limbah Percetakan**

### **2.6.1. Efek Limbah Percetakan terhadap Kesehatan Manusia**

Limbah padat industri percetakan seperti kain lap yang terkontaminasi dengan berbagai pelarut dan tinta mengandung bahan beracun, tetapi kalau limbah ini dikelola dengan benar, maka akan aman terhadap lingkungan dan manusia. Begitupun dengan limbah cair yang mengandung berbagai pelarut dan bahan kimia perlu diwaspadai karena bersifat toksik. Logam berat dapat menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup. Dapat dikatakan bahwa semua logam berat merupakan bahan toksik yang dapat meracuni tubuh makhluk hidup (Mukono, 2006). Keracunan logam berat akan mengakibatkan kerusakan sistem syaraf pusat (SSP), hiperaktif, kerusakan gen motorik, gangguan bicara dan perubahan sikap psikologis (Craig, 1986).

Bahan pelarut yang mengandung logam berat dapat berdampak iritasi pada saluran pernafasan dan pada mata. Efek yang dapat ditimbulkan akibat terpapar logam Co dapat menyebabkan iritasi pernafasan dan reaksi hipersensitivitas kulit (Setiyono, 2004). Pelarut yang merupakan depresan juga dapat menyebabkan depresi yang ditandai dengan disorientasi, perasaan pusing dan *euforia*. Sindroma dapat berkembang menjadi paralisis, ketidaksadaran dan kejang-kejang.

Kandungan timbal (Pb) dapat menimbulkan gangguan pencernaan dan otak (Priyanto, 2009). Efek pada saluran pencernaan meliputi hilangnya nafsu makan, muntah, nyeri lambung dan sembelit. Sedangkan pada otak dapat menyebabkan iritabilitas, *drowsiness*, *ataksia* (gangguan koordinasi), kejang dan koma. Pada tingkat paparan tinggi, dengan kadar 80 mg/dt, dapat terjadi *encefalopati*. Pada anak-anak diperkirakan juga telah menyebabkan hambatan perkembangan mental, kebodohan dan turunnya IQ pada anak (Achmad, 2004).

Paparan Pb juga dapat mengacaukan susunan darah dan dalam jangka lama Pb berkumpul pada gigi dan tulang. Kadar Pb dalam darah manusia yang melebihi 110  $\mu\text{g}/100\text{ mL}$  dapat menyebabkan anemia yang merupakan gejala dini keracunan Pb. Selain itu, paparan Pb juga dapat menyebabkan gangguan terhadap sistem reproduksi seperti keguguran, kesakitan dan kematian janin (Mukono, 2006). Logam Pb mempunyai efek racun terhadap gamet dan dapat menyebabkan cacat kromosom. Daya racun Pb di dalam tubuh diantaranya disebabkan oleh penghambatan enzim oleh ion  $\text{Pb}^{2+}$ . Enzim yang dihambat adalah enzim yang diperlukan untuk pembentukan *haemoglobin*.

Efek lain yang dapat ditimbulkan oleh logam berat yang terdapat pada limbah percetakan koran adalah perlemahan dan sirosis hati (Setiyono, 2004). Sirosis dapat terjadi karena kerusakan sel hepar yang progresif. Sirosis menyebabkan disfungsi lever dan manifestasi timbulnya pigmen kuning pada kulit. Hal ini disebabkan kadar *bilirubin* yang meningkat dalam darah (Priyanto, 2009). Efek yang ditimbulkan oleh logam Cr adalah pernafasan, kulit, pembuluh darah dan ginjal. Pada saluran pernafasan dapat menimbulkan kanker dan ulkus. Pada kulit dapat menimbulkan ulkus kronis pada permukaan kulit. Pada

pembuluh darah dapat menyebabkan penebalan oleh plag dan pada ginjal dapat menimbulkan *nekrosis tubulus* ginjal. Logam Mn dalam jumlah kecil diperlukan oleh tubuh dalam bentuk multivitamin mineral, sedangkan dalam jumlah besar dapat menyebabkan racun dalam tubuh. Begitupun dengan Sn, juga dapat menyebabkan gangguan pada jaringan atau organ tubuh seperti gangguan pencernaan dan pernafasan. Logam berat dalam limbah percetakan koran juga dapat menimbulkan penyakit jantung dan menghambat kerja sintesa dari enzim (Priyanto, 2009).

### 2.6.2 Efek Limbah Percetakan terhadap Lingkungan

Cairan rembesan limbah yang masuk ke dalam drainase atau sungai akan mencemari air dan tanah. Menurut UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam lingkungan oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup kurang dapat berfungsi sesuai peruntukannya. Menurut Suin (1994), apabila suatu limbah yang mengandung bahan pencemar logam berat masuk ke suatu lokasi maka akan terjadi perubahan padanya. Perubahan dapat terjadi pada organisme yang hidup di lokasi itu serta lingkungannya yang berupa faktor fisika dan kimia (ekosistem).

Efek limbah yang mengandung logam berat apabila masuk ke dalam tanah dapat menyebabkan tanah menjadi tercemar dan dapat menyebabkan penurunan pertumbuhan, produktivitas tanaman serta menyebabkan kematian pada tumbuhan (Connell dan Miller, 1995). Tanaman yang tumbuh di atas tanah yang telah tercemar akan mengakumulasi logam-logam berat tersebut pada semua

bagian akar, batang, daun dan buah. Ternak yang memakan tanaman yang mengandung logam berat akan menyimpan logam berat pada bagian-bagian dagingnya. Selanjutnya, manusia yang termasuk kelompok omnivora (pemakan segalanya) memakan tanaman dan ternak yang tercemar logam berat tersebut akan ikut terakumulasi logam berat (Anonim, 2008).

Limbah percetakan juga dapat mengakibatkan berubahnya ekosistem perairan biologis. Berbagai organisme termasuk ikan dapat mati sehingga beberapa spesies akan hilang. Penguraian limbah yang dibuang ke dalam air akan menghasilkan asam organik dan gas metana. Selain berbau kurang sedap, gas ini dalam konsentrasi tinggi dapat meledak (Anonim, 2009). Pencemaran yang disebabkan oleh logam berat perlu mendapat perhatian karena adanya sifat-sifat logam berat yang tahan pelapukan dan mudah diabsorpsi oleh makhluk hidup baik secara langsung maupun melalui rantai makanan (Sumadhiharga, 1995). Adanya logam berat di perairan berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme maupun efeknya terhadap lingkungan.

## **2.7 Teknologi Pengolahan Limbah Percetakan Koran**

Limbah yang termasuk dalam kategori limbah B3 jika dibuang langsung ke lingkungan dapat menimbulkan bahaya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia serta makhluk hidup lainnya. Bahaya yang ditimbulkan dari limbah ini dapat berlangsung dalam jangka waktu cepat maupun sangat lama (Setiyono, 2002). Mengingat resiko yang ditimbulkan tersebut, maka perlu diupayakan agar limbah industri percetakan dapat dikelola dan diolah sesuai dengan sifat dan karakteristik sehingga keberadaannya tidak akan menimbulkan dampak yang merugikan (Setiyono, 2002).

Pengolahan limbah industri percetakan koran bertujuan untuk mengubah jenis, jumlah dan karakteristik limbah supaya menjadi tidak berbahaya dan/atau tidak beracun atau jika memungkinkan agar limbah percetakan dapat dimanfaatkan kembali (Setiyono, 2002). Penerapan sistem pengolahan limbah harus dilakukan dengan cermat, dimulai dari perencanaan yang teliti, pelaksanaan pembangunan fasilitas instalasi pengolahan air limbah (IPAL), serta pengoperasian yang cermat berdasarkan pada evaluasi kriteria yang menyangkut kinerja, keluwesan, kehandalan, keamanan operasi dari teknologi yang digunakan dan pertimbangan lingkungan yang juga bertujuan agar biaya pengolahannya dapat efisien dan hasil olahannya dapat memenuhi kriteria yang diinginkan (Hidayat, 2008).

Beberapa teknik pengolahan limbah percetakan koran yang direkomendasikan adalah dengan cara proses kimia (oksidasi reduksi), *insenerator* dan elektrolisis (Setiyono, 2002). Pada proses kimia (oksidasi reduksi) melibatkan reaksi oksidasi dan reduksi atau yang dikenal dengan reaksi redoks. Reaksi redoks dapat merubah bahan pencemar yang bersifat racun menjadi tidak berbahaya atau menurunkan tingkat/daya racunnya.

Teknik pengolahan limbah berikutnya yang direkomendasikan adalah secara elektrolisis. Prinsip dasar pengolahan limbah ini sama halnya dengan prinsip pelapisan logam secara listrik, yaitu dengan penempatan ion logam yang ditambah elektron pada logam yang dilapisi, yang mana ion-ion logam tersebut didapat dari anoda dan elektrolit yang digunakan. Pada pengolahan limbah ini, limbah yang mengandung logam terlarut bertindak sebagai elektrolit. Logam-logam terlarut yang telah bermuatan listrik akan tertarik oleh katoda dan

menggumpal sehingga terpisahkan dari cairannya. Cairan yang bebas logam terlarut selanjutnya diproses dengan teknologi lain untuk menghilangkan sifat racunnya.

Untuk pengolahan limbah padat, teknik pengolahannya adalah dengan menggunakan *insenerator* (Setiyono, 2002). Pengolahan secara insenerasi bertujuan untuk menghancurkan senyawa B3 yang terkandung di dalamnya menjadi senyawa yang tidak mengandung B3. *Insenerator* dapat menghilangkan sifat bahaya dan sifat racun bahan yang dibakar. Ukuran, desain dan spesifikasi *insenerator* yang digunakan disesuaikan dengan karakteristik dan jumlah limbah yang akan diolah. *Insenerator* dilengkapi dengan alat pencegah pencemar udara untuk memenuhi standar emisi. Abu dan asap yang keluar dari *insenerator* harus aman untuk dibuang ke lingkungan, yang mana kualitas hasil buangan (asap dan abu) dikontrol dalam sistem pengendalian proses pembakaran sehingga dapat dipastikan sesuai dengan yang diharapkan.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Januari sampai Februari 2010. Penelitian dilaksanakan pada dua lokasi Percetakan besar di Kota Padang yaitu Percetakan X dan Percetakan Y. Penentuan lokasi titik sampling limbah dilakukan dengan cara Purposive (sengaja) pada jarak 0 m (*outlet*), 25 m, 50 m dan 100 m dari *outlet* percetakan X dan Y sesuai dengan tujuan penelitian. Denah lokasi penelitian dapat dilihat pada Lampiran 1. Analisis logam berat dengan *Spektrofotometri Serapan Atom* (SSA) dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Andalas.

#### 3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair Percetakan X dan Y, Ikan Mas (*Cyprinus carpio L*), tanah, air tanah dan untuk pereaksi digunakan  $\text{HNO}_3$  pekat, larutan induk logam 1000 mg/L (Pb, Cr, Co, Mn, Sn) serta aquadest. Pada sumber X, sampel yang diambil adalah limbah cair yang keluar dari *outlet* dan air baku (air tanah yang memakai sumur bor). Air tanah diambil secara horizontal pada radius 25, 50 dan 100 m dan secara vertikal pada kedalaman 12 m. Pada sumber Y, sampel yang diambil adalah limbah cair yang keluar dari *outlet*, tanah dan air tanah. Pada sumber Y sampel tanah diambil karena kondisi daerahnya yang memungkinkan untuk mengambil tanah. Sampel tanah diambil pada pada radius 25, 50 dan 100 m secara horizontal dan pada kedalaman 0,5 m secara vertikal dengan tekstur tanah yang diambil untuk semua jarak adalah sama. Untuk air tanah, jenis air yang diambil bervariasi karena air

yang digunakan masyarakat pada radius tersebut juga berbeda. Pada radius 25 m dan 50 m secara horizontal air tanah yang diambil jenisnya sumur bor (kedalaman 12 m) dan pada radius 100 jenisnya sumur gali (kedalaman 5 m).

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi SSA model Rayleigh tipe WFX - 320 yang digunakan untuk mengukur kadar logam berat, bejana uji dari plastik untuk pengamatan ikan pada pengukuran nilai  $LC_{50}$  dan *water pump* Merk AMARA BS-410 dua lobang untuk *supply* oksigen pada ikan dalam pengukuran nilai  $LC_{50}$ . Secara umum peralatan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran.

### 3.3 Metode dan Pengumpulan Data

Desain penelitian yang dilakukan adalah metode survey (*case study*) dimana dalam pengumpulan data primer dilakukan dengan eksperimen secara kimia yaitu pengukuran logam berat dengan *Spectrofotometri Serapan Atom* (SSA) dan secara bioassay melalui hewan uji yaitu ikan mas untuk mendapatkan  $LC_{50}$  secara sederhana pada konsentrasi 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% dan 100% serta dilakukan juga kontrol tanpa penambahan limbah. Pada percobaan secara *bioassay*, penentuan dosis pada konsentrasi tertentu akan menyebabkan kematian 50% hewan uji (ikan mas). Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan metode Reed-Muench. Metode Reed-Muench didasarkan pada nilai kumulatif jumlah hewan yang hidup dan jumlah hewan yang mati. Diasumsikan bahwa hewan yang mati dengan dosis tertentu akan mati dengan dosis yang lebih besar dan hewan yang hidup akan hidup dengan dosis yang lebih kecil. Data skunder diperoleh dari puskesmas, masyarakat dan pekerja setempat.

### 3.3.1. Pengukuran dengan *Spectrofotometri Serapan Atom*

Pengukuran kadar logam berat limbah cair percetakan koran dilakukan dengan *Spectrofotometri Serapan Atom* (SSA). SSA memiliki kelebihan dalam kecepatan analisisnya, ketelitiannya sampai tingkat runtu dan tidak memerlukan pemisahan pendahuluan karena kemungkinan penentuan satu unsur dengan kehadiran unsur lain dapat dilakukan asalkan katoda berongga yang diperlukan tersedia serta relatif murah dengan pengerjaan yang sederhana (Khopkar, 1990). Prinsip dasar SSA adalah interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan sampel. Teknik ini adalah teknik yang paling umum dipakai untuk analisis unsur. Teknik ini didasarkan pada emisi dan absorbansi dari uap atom.

Cara kerja SSA berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung didalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan oleh lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya (Darmono, 1995). Pengukuran kadar logam Pb, Cr, Co, Mn dan Sn terhadap sampel cair dilakukan dengan penambahan asam nitrat pekat yang dipanaskan sampai larutan menjadi bening kemudian ditambah lagi dengan aquadest sebelum diuji dengan SSA pada panjang gelombang untuk Pb, Cr, Co, Mn dan Sn berturut-turut adalah 217, 357,9, 240,7, 279,5 dan 286,3 m (Asrul, 2005). Perhitungan kadar logam sampel dengan menggunakan kurva kalibrasi atau persamaan garis lurus.

Pengukuran kadar logam Pb, Cr, Co, Mn dan Sn pada sampel tanah terlebih dahulu dilakukan destruksi sebelum dilakukan analisis dengan SSA

(Sulaeman, 2005). Tanah yang telah ditambah asam nitrat didiamkan selama satu malam sebelum dipanaskan untuk mendapatkan endapan putihnya. Endapan putih yang telah diencerkan dengan aquadest kemudian diukur dengan SSA. Perhitungan kadar logam berat diperoleh dari perkalian ppm kurva dengan 10 kali faktor koreksi. ppm kurva merupakan kadar contoh yang didapat dari kurva hubungan antara kadar deret standar dengan pembacaannya setelah dikoreksi blanko. Faktor koreksi didapat dari rumus:

$$fk = 100/(100 - \% \text{ kadar air}) \dots\dots\dots (3.1)$$

Perhitungan kadar air diperoleh dari rumus:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat awal sampel} - \text{berat akhir sampel}}{\text{berat sampel}} \times 100 \% \dots\dots (3.2)$$

### 3.3.2 Percobaan *Bioassay*

Percobaan *bioassay* dilakukan terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio L*) di dalam bejana uji plastik dengan hewan uji berjumlah 10 ekor setiap bejana (seperti penelitian yang dilakukan oleh Astuti (2004) dan Soetopo *et al* (2007)). Pemilihan hewan uji ini disebabkan karena ikan mas mempunyai daya tahan yang lebih kuat (Suin, 1994). Ikan rata-rata mempunyai ukuran panjang tubuh 5 - 10 cm, berat 5 - 8 gram dan umur sekitar 1 - 1,5 bulan yang diperoleh dari tempat pembibitan ikan di Kecamatan Pauh. Masing-masing bejana diberi *water pump* untuk mendapatkan oksigen selama percobaan berlangsung. Pengamatan dilakukan setelah melewati 2 hari aklimasi dengan pemberian makan secukupnya setiap tiga kali sehari supaya beradaptasi dengan lingkungan yang baru.

Percobaan dilakukan dengan sampel air limbah yang diambil dari *outlet*. Perlakuan percobaan dilakukan dengan 10 variasi pengenceran limbah dan satu

sebagai kontrol. Dasar penentuan dosis sampel berdasarkan hasil orientasi yang mematikan  $\pm 10\%$  sampai  $\pm 90\%$  hewan uji (Priyanto,2009). Setiap bejana bervolume 10 L dengan jumlah total bejana sebanyak 21 buah (untuk dua sumber). Sebelum bejana digunakan terlebih dahulu disterilkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari. Seluruh bejana diisi dengan limbah cair dan air dengan perbandingan konsentrasi adalah 10% (limbah cair 1 L dan air 9 L), 20% (limbah cair 2 L dan air 8 L), 30% (limbah cair 3 L dan air 7 L), 40% (limbah cair 4 L dan air 6 L), 50% (limbah cair 5 L dan air 5 L), 60% (limbah cair 6 L dan air 4 L), 70% (limbah cair 7 L dan air 3 L), 80% (limbah cair 8 L dan air 2 L), 90 % (limbah cair 9 L dan air 9 L) dan 100% (limbah cair semuanya).

Setelah seluruh bejana diisi sampel dan ikan, selanjutnya *supply* oksigen diberikan dengan menggunakan *water pump* agar limbah cair dan air dapat tercampur merata. Setelah 15 menit, dimasukkan ikan ke bejana masing-masing sebanyak 10 ekor. Percobaan uji toksisitas akut ini dilakukan selama 24 jam dengan mengamati parameter fisik dan kimia, perubahan fisiologis (pergerakan operkulum dan sikap tubuh), gejala-gejala mortalitas ikan dan menghitung jumlah kematian ikan (Priyanto, 2009).

Untuk mencari nilai  $LC_{50}$  yang relatif tepat, perlu dipilih beberapa dosis yang mematikan sekitar 50%, lebih dari 50% dan kurang dari 50%. Nilai  $LC_{50}$  ditentukan dari hasil perhitungan ikan yang mati. Penentuan  $LC_{50}$  dengan cara Reed-Muench dilakukan dengan menentukan persentase kematian yang lebih kecil dari 50% (a), persentase kematian yang lebih besar dari 50% (b), dosis yang menyebabkan kematian lebih besar dari 50% (k), dosis yang menyebabkan kematian lebih kecil dari 50% (s), kenaikan dosis (i) dengan me-logkan

pembagian  $k$  terhadap  $s$  ( $i = \log(k/s)$ ), menentukan jarak ( $h$ ) dengan membagi  $(50\% - a)$  dengan  $(b-a)$ , menghitung hasil perkalian antara dosis dengan ukuran jarak ( $g$ ), menghitung hasil penjumlahan antara  $g$  dengan  $\log s$  ( $Y$ ) dan kemudian Nilai  $LC_{50}$  diperoleh dengan mencari anti  $\log Y$  (Priyanto, 2009).

Nilai  $LC_{50}$  sebaiknya diambil dari hasil perhitungan yang memberikan nilai terkecil karena semakin kecil nilai  $LC_{50}$  menunjukkan tingkat toksisitas yang semakin tinggi sehingga penggunaan nilai  $LC_{50}$  terkecil akan lebih menjamin keamanannya (Andreanus *et al*, 2002). Dari  $LC_{50}$  tersebut dapat diketahui batas aman konsentrasi logam berat yang diperbolehkan berada dilingkungan adalah sebesar 10% dari nilai  $LC_{50}$  (Sunarya *et al*, 1996).

### 3.4 Metode Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran SSA dilaboratorium disebut data primer yang kemudian dianalisis secara kualitatif. Hasil pengukuran logam berat dalam limbah cair dan tanah dibandingkan terhadap baku mutu Kepmen LH No. 51 Tahun 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair. Hasil pengukuran logam berat pada air tanah juga dibandingkan terhadap Baku Mutu yang terdapat dalam PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air sehingga diketahui status mutu air tersebut.

Secara sederhana, pada hasil percobaan *bioassay* diperoleh nilai  $LC_{50}$  yang didapat dari pengamatan kematian ikan berdasarkan variasi konsentrasi. Supaya nilainya lebih valid, maka kemudian dianalisis dengan metode Reed-Muench untuk memperoleh nilai  $LC_{50}$ . Nilai  $LC_{50}$  yang diperoleh kemudian ditentukan klasifikasi toksisitas limbahnya berdasarkan kriteria USEPA yang

terdapat pada Tabel 1. Untuk menentukan atau memperkirakan batas keamanan limbah tersebut terhadap manusia supaya tidak menimbulkan efek toksik maka dapat ditentukan dari nilai  $LC_{50}$ . Analisis data didukung dari data sekunder yang diperoleh dari Puskesmas Padang Pasir yang terdekat dari Percetakan X dan Puskesmas Seberang Padang yang terdekat dari Percetakan Y.



## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Penanganan Limbah Percetakan Koran

Penanganan limbah percetakan koran di Kota Padang belum dilakukan dengan baik sesuai dengan kaidah perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Berdasarkan Peraturan Daerah Walikota Padang No. 7 Tahun 2007 tentang Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL), Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL) dan Surat Pernyataan Pengelolaan Lingkungan (SPPL) disebutkan bahwa perindustrian untuk jenis percetakan dan penerbitan dengan produksi riil skala ukuran lebih dari 0,5 juta m<sup>2</sup>/tahun dan investasi lebih dari Rp. 1 M (tidak termasuk lahan bangunan) wajib melakukan UKL/UPL. Sementara kedua percetakan ini sama sekali tidak melakukan UKL/UPL dalam penanganan limbahnya, bahkan jikapun kegiatan tersebut belum melakukan UKL/UPL untuk kegiatan yang telah berjalan seharusnya dilakukan SPPL. Kegiatan percetakan koran ini diduga sudah melebihi baku mutu yang sesuai dengan UU No.32 Tahun 2009 dan PP No. 82 Tahun 2001 karena membuang limbah yang melebihi baku mutu seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.

Dari pengamatan operasional di lapangan, limbah padat seperti kertas hasil cetakan yang tidak lulus *control quality* dan kain lap dan busa yang terkontaminasi tidak dikelola dengan baik. Kertas hasil cetakan yang tidak lulus *control quality* ditumpuk dalam gudang yang kemudian dibeli oleh si pemanfaat. Bagi si pemanfaat, kertas koran yang tidak lulus *control quality* itu dijual kepada pedagang yang akan dipakai sebagai pembungkus makanan. Padahal kertas yang digunakan sebagai pembungkus makanan ini sangat tidak baik dan berbahaya bagi kesehatan manusia karena masih banyak terdapat kontaminan. Hal ini sesuai

dengan pendapat Astawan (2008), bahwa pengemasan makanan dengan menggunakan kertas koran bekas tentu tidak tepat karena memungkinkan terjadinya migrasi logam berat dari tinta pada koran ke makanan.

Walaupun limbah padat yang dihasilkan jumlahnya sedikit, seharusnya pelaku industri percetakan koran mengelola dengan baik limbah yang dihasilkannya sebab kontaminan yang ada pada umumnya masuk dalam kategori bahan berbahaya. Penanganan limbah padat ini sebaiknya dilakukan dengan wadah tertutup untuk memasukkan kain lap/busa yang terkontaminasi supaya terhindar kontak langsung dengan udara terbuka dan air. Hal ini dilakukan untuk menjaga agar bahan pelarut / kontaminan pada kain lap bekas tidak menguap ke udara dan menimbulkan pencemaran udara. Wadah tertutup ini juga dapat mencegah bahan kontaminan yang menempel pada kain lap supaya tidak terjadi kontak dengan air yang kemudian larut dan terbawa oleh aliran air sehingga mencemari lingkungan.

Pada kertas hasil cetakan yang tidak lulus *control quality* sebaiknya dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum diberikan kepada si pemanfaat. Kertas yang tidak lulus *control quality* tersebut juga dapat dimanfaatkan menjadi kertas daur ulang atau *art paper*. Jangan sampai kertas tersebut dijual kepada pedagang untuk membungkus makanan. Jika pelaku industri kesulitan melakukan hal tersebut, maka kertas yang tidak lulus *control quality* tersebut dapat dibakar dengan *insenerator* bersamaan dengan kain lap/busa yang telah terkontaminasi.

Penanganan limbah cair Percetakan X lebih baik dibanding Percetakan Y. Hal ini disebabkan oleh jenis dan usia mesin cetaknya yang berbeda. Percetakan X lebih baru dan memiliki alat yang disebut dengan *ctv* yang tidak dimiliki oleh

Percetakan Y. *Ctv* dapat mempersingkat tahapan proses percetakan dimana proses *montase, plat weker, processor plat* tidak lagi dilakukan sehingga plat yang terbentuk langsung ditempelkan pada mesin cetak. Hal ini mempengaruhi kualitas limbah cair yang dihasilkan percetakan X yang mana dari segi warna lebih terang dibandingkan limbah Percetakan Y. Limbah Percetakan X juga menghasilkan bau yang tidak begitu menyengat seperti limbah Percetakan Y.

Secara umum penanganan limbah cair yang dihasilkan kedua percetakan ini belum memenuhi kaidah perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup karena limbah cair yang dihasilkan tidak diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke *outlet*. Pengolahan limbah cair sebelum dibuang ke *outlet* dilakukan untuk menurunkan kadar logam berat dalam buangan tersebut agar sesuai dengan baku mutu. Penanganan limbah oli bekas pada percetakan yang dihasilkan dari mesin cetak dikumpulkan ke dalam dirijen sebelum diambil oleh si pemanfaat. Tindakan ini sudah benar, tapi berdasarkan Keputusan Gubernur Sumatera Barat No.10 Tahun 2004 dibutuhkan penanganan khusus dalam pengelolaan oli bekas. Sehingga diketahui sejauh mana keberadaan dan pengaruh oli bekas tersebut.

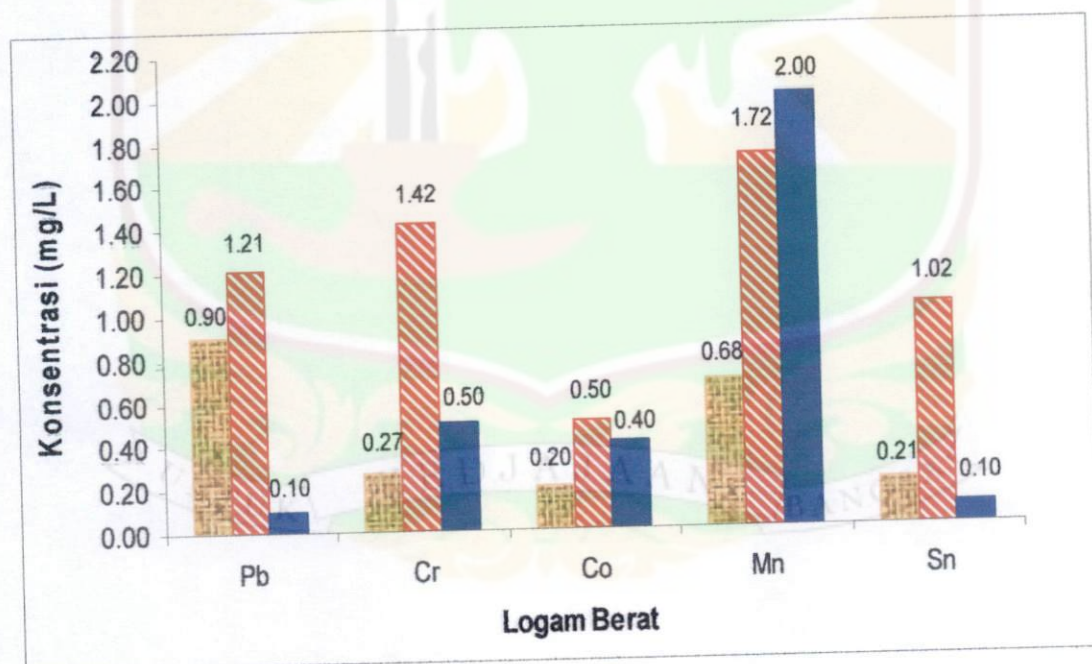
Berdasarkan Keputusan Gubernur Sumatera Barat No.10 Tahun 2004, kegiatan pengelolaan oli bekas harus mendapat izin dari Gubernur atau Bupati/Walikota sesuai dengan kewenangannya. Pada pasal 2 disebutkan jika skala penyimpanan volume yang dihasilkan  $\geq 1000$  l/bulan, maka kewenangan berada pada walikota. Karena volume penyimpanan oli bekas mesin cetak koran  $< 1000$  l/bulan, maka kegiatan menyimpan sementara ini tidak perlu mendapat izin sepanjang kuantitasnya tidak melebihi jumlah yang diperbolehkan. Dalam hal ini pemilik kegiatan wajib membuat UKL/UPL yang disetujui oleh Bapedalda

Kota Padang. Jika kegiatan percetakan tersebut tidak termasuk dalam kategori UKL/UPL, maka diwajibkan melakukan SPPL yang juga direkomendasikan dari Bapedalda Kota Padang sehingga diharapkan industri tetap komitmen dengan dokumen yang telah buatnya.

## 4.2 Karakteristik dan Kualitas Limbah Percetakan Koran

### 4.2.1 Hasil Pengukuran dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Dari pengukuran secara kimia dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) diperoleh kadar logam berat yang bervariasi pada kedua limbah cair percetakan X dan Y. Kadar logam berat pada outlet tersebut kemudian dibandingkan dengan baku mutu berdasarkan Kepmen LH No. 51 Tahun 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair seperti yang dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Konsentrasi Logam Berat Limbah Cair dengan Baku Mutu (Kepmen LH No. 51 Tahun 1995)  
Kadar logam berat pada sumber X (▨), sumber Y (▧) dan Baku Mutu (■)

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa kadar logam berat pada limbah percetakan X dan Y memperlihatkan perbedaan yang signifikan. Kadar logam berat pada Y jauh lebih tinggi dibandingkan X. Kadar logam berat pada Y rata-rata telah melampaui baku mutu (Kepmen LH No. 51 Tahun 1995) kecuali logam Mn. Konsentrasi logam berat pada Y dari tertinggi sampai terendah secara berturut-turut adalah Cr, Pb, Sn dan Co masing - masing sebanyak 1,42 mg/L, 1,21 mg/L, 1,02 mg/L dan 0,5 mg/L sedangkan baku mutu (Kepmen LH No. 51 Tahun 1995) masing-masing adalah 0,5 mg/L, 0,1 mg/L, 0,1 mg/L dan 0,4 mg/L. Pada sumber X, kadar logam berat yang melebihi baku mutu hanyalah logam Pb dan Sn sedangkan Mn, Cr dan Co berada dibawah baku mutu. Konsentrasi Pb ditemukan sebesar 0,90 mg/L dan Sn sebesar 0,21 mg/L yang melebihi baku mutu masing - masing sebesar 0,1 mg/L.

Perbedaan kualitas limbah kedua sumber ini dipengaruhi oleh perbedaan jenis mesin cetak yang digunakan. Tingginya kadar logam berat dalam limbah pada sumber Y menunjukkan bahwa kualitas limbah yang dihasilkan oleh Percetakan Y jauh lebih buruk dibandingkan dengan Percetakan X. Konsentrasi Pb ditemukan tinggi pada kedua sumber, hal ini disebabkan karena sifat kimianya yang lebih aktif dibandingkan dengan logam lain seperti pendapat Connell dan Miller (1995) yang mengatakan logam berat seperti Zn, Cu, Cd, Pb, dan Ag akan sulit terlarut dalam kondisi perairan yang anoksik.

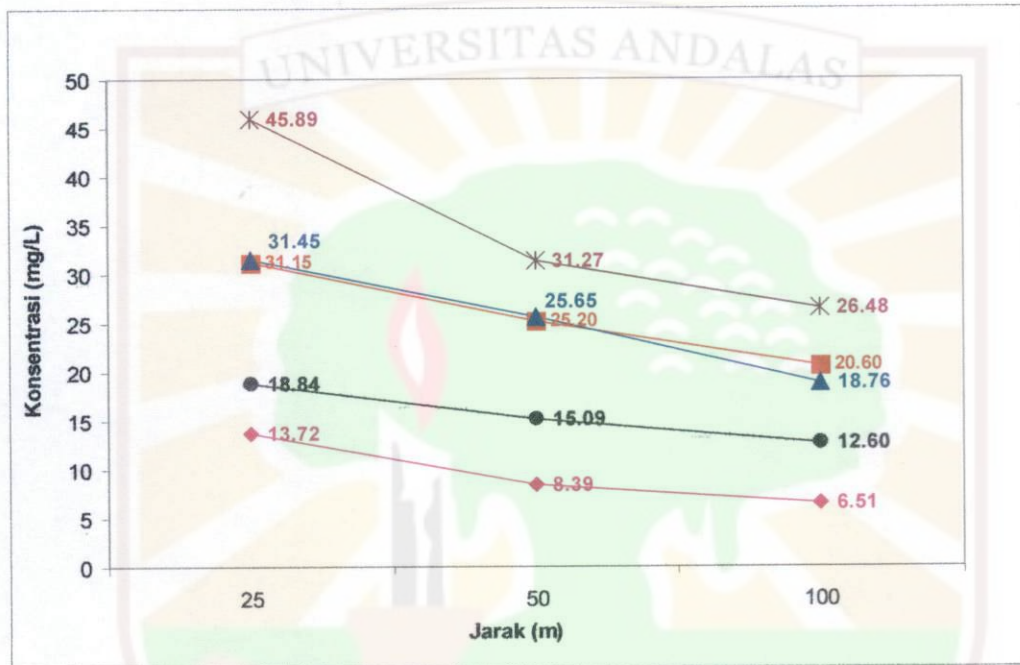
Dari penelitian lain tentang kandungan logam berat pada air muara Sungai Badung ditemukan konsentrasi Pb sebesar 0,14 - 0,98 mg/L dan Cr sebesar 0,09 - 0,56 mg/L (Bogoriani, 2007). Jika dibandingkan dengan konsentrasi Pb dan Cr pada penelitian ini, maka kualitas limbah percetakan X dan Y lebih buruk

dibandingkan kualitas air muara Sungai Badung. Perbedaan ini disebabkan karena sumber pencemar air muara Sungai Badung berasal dari limbah pertanian, rumah rumah tangga, perbengkelan ataupun limbah perkotaan lainnya yang sudah mengalami pengenceran dengan air sungai sedangkan limbah percetakan koran murni berasal dari percetakan itu sendiri.

Oleh karena kedua percetakan berada di kawasan pemukiman, maka dilakukan pengukuran terhadap kualitas air tanah yang digunakan masyarakat. Pada sumber Y, sebelum dilakukan pengukuran air tanah terlebih dahulu dilakukan pengukuran sampel tanah untuk melihat sejauh mana akumulasi limbahnya. Sedangkan pada sumber X tidak bisa diambil sampel tanahnya karena kondisi geografis yang tidak mendukung. Penentuan lokasi pengambilan air tanah ini berdasarkan pada arah aliran air dan kondisi tekstur tanah untuk semua titik sampling adalah sama. Perbandingan kadar logam berat pada tanah Y dan baku mutu berdasarkan Kepmen LH No.51 Tahun 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair dapat diperlihatkan pada Gambar 4.

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa konsentrasi logam berat pada tanah untuk semua variasi jarak mulai dari jarak terdekat (25 m) sampai jarak terjauh (100 m) memiliki nilai yang jauh melebihi baku mutu (Kepmen LH No.51/95). Kadar logam berat pada tanah dari tertinggi sampai terendah secara berturut-turut adalah logam Sn, Cr, Mn, Pb dan Co. Pada jarak terdekat (25 m) sampai jarak terjauh (100 m) kadar logam berat Sn, Cr, Mn, Pb dan Co berada pada rentang 45,89 - 26,48 mg/L, 31,15 - 20,50 mg/L, 31,45 - 18,76 mg/L, 18,84 - 12,60 mg/L dan 13,72 - 6,51 mg/L. Nilai ini melebihi baku mutu (Kepmen LH No.51/95) yaitu secara berturut-turut sebesar 0,1 mg/L, 0,5 mg/L, 2,0 mg/L, 0,1 mg/L dan

0,4 mg/L. Kondisi ini menandakan bahwa telah terjadi penurunan kualitas tanah akibat limbah percetakan. Dari kelima jenis logam yang ada, logam Sn pada jarak 25 m menunjukkan perbedaan yang ekstrim dengan logam lain. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh senyawa Sn yang bersifat mudah membentuk hidroksida dibandingkan dengan logam lain, sehingga tidak larut dalam air.



Gambar 4. Grafik Konsentrasi Akumulasi Logam Berat Pada Beberapa Jarak dari Sumber Pencemar di Tanah Percetakan Y  
Kadar logam berat; Sn (\*), Cr (■), Mn (▲), Pb (●) dan Co (◇)

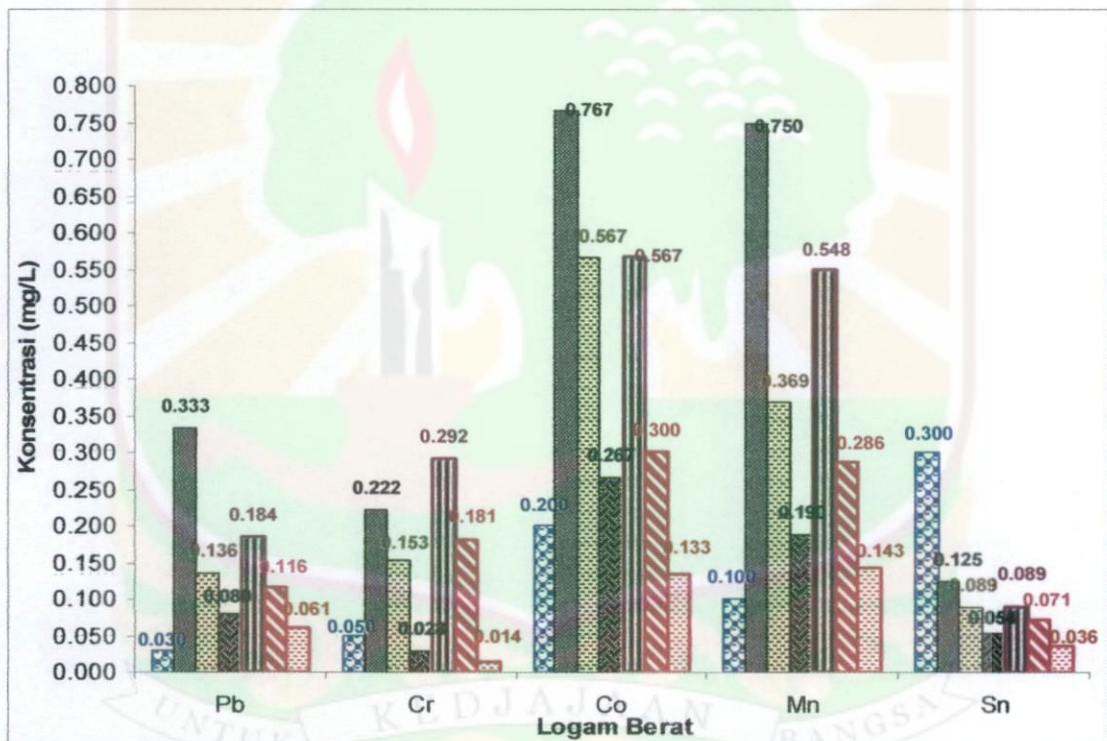
Dari Gambar 4 dapat juga dilihat bahwa terjadi hubungan yang negatif antara konsentrasi logam berat dan jarak. Semakin dekat jarak titik sampling terhadap sumber maka konsentrasi logam berat juga bertambah dan sebaliknya bertambahnya jarak titik sampling terhadap sumber maka terjadi penurunan konsentrasi logam berat dalam tanah. Hubungan ini juga didukung oleh penelitian tentang pengaruh pembuangan limbah ethanol terhadap kualitas air Sungai Surak, dimana terdapat peningkatan unsur-unsur pada sampel X<sub>2</sub> kemudian terjadi

penurunan pada  $X_3$ ,  $X_4$  dan  $X_5$  seiring dengan bertambahnya jarak (Kuncahyo, 2008). Selain itu, pada penelitian tentang pengaruh air limbah industri pulp kraft putih pada badan air dan upaya menguranginya, menunjukkan arus air dari badan air dan lokasi dari titik buangan air limbah menentukan tingkat pencemaran pada setiap tempat dimana pada umumnya tingkat pencemaran berbanding terbalik dengan jarak linear dari arus terhadap titik buangan air limbah (Sudiharjo, 2000)

Perbandingan kadar logam berat limbah cair pada *outlet* dan tanah seperti yang dilihat pada Gambar 3 dan 4, menunjukkan nilai konsentrasi yang jauh meningkat di dalam tanah dibandingkan dengan konsentrasi di *outlet*. Peningkatan ini disebabkan karena akumulatif limbah cair percetakan dalam tanah bertambah setiap hari sejak percetakan tersebut mulai beroperasi. Sesuai dengan sifat logam berat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen (tanah) sehingga kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibanding dalam air (Hutagalung, 1991). Pendapat yang sama juga dikemukakan oleh Connel dan Miller (1995), mengatakan bahwa sedimen dapat mengakumulasi unsur tersebut dalam jumlah yang lebih besar karena penyerapan ion logam pada sedimen dipengaruhi oleh faktor kimiawi, kadar garam, pH dan perubahan redoks. Selain itu, logam berat yang terlarut dalam air akan berpindah ke dalam sedimen jika berikatan dengan materi organik bebas atau materi organik yang melapisi permukaan sedimen dan penyerapan langsung oleh permukaan partikel (Sudiharjo, 2000).

Untuk mengetahui kadar logam berat di sekitar kawasan percetakan maka dilakukan pengambilan air tanah (sumur bor dengan kedalaman 12 m dan sumur gali dengan kedalaman 5 m). Air sangatlah penting bagi seluruh kehidupan dan

selalu dipandang sebagai barang yang sangat berharga sehingga perlu dijaga, dilindungi dan dilestarikan. Kualitas air yang kita gunakan menjadi sangat penting untuk dilestarikan, karena selain memenuhi standar tidak berbau, tidak berasa dan tidak beracun, kuantitas unsur-unsur logam berat seperti Pb, Cr, Co, Mn dan Sn juga harus diperhatikan. Hasil pengukuran kadar logam berat pada air tanah tersebut dibandingkan dengan baku mutu (PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air) seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Konsentrasi Logam Berat pada Air Tanah dan Baku Mutu (PP No. 82/2001)

Keterangan: sumber X pada jarak 25 m (■), 50 m (▨), 100 m (■), sumber Y pada jarak 25 m (▨), 50 m (▧) dan 100 m (▩) serta Baku Mutu (▨).

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa kadar logam berat pada setiap sampel rata-rata diatas baku mutu (berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air) kecuali untuk logam

Sn, kadar pada kedua sumbernya berada dibawah baku mutu. Pada sumber X, urutan kadar logam berat tertinggi sampai terendah pada air tanah tersebut adalah Co, Mn, Pb dan Cr. Pada jarak terdekat (25 m) sampai dengan jarak terjauh (100 m) ditemukan kadar Co pada rentang 0,767 - 0,267 mg/L, Mn berkisar 0,750 - 0,190 mg/L dan Pb sebesar 0,333 - 0,080 mg/L yang melebihi baku mutu masing - masing 0,20 mg/L, 0,10 mg/L dan 0,03 mg/L. Konsentrasi Cr lebih rendah dibanding logam lain yaitu pada jarak 25 m dan 50 m sebesar 0,222 mg/L dan 0,153 mg/L serta pada jarak terjauh 100 m sebesar 0,028 mg/L sudah berada dibawah baku mutunya yaitu 0,050 mg/L.

Pada sumber Y, urutan kadar logam berat tertinggi sampai terendah adalah Co, Mn, Cr dan Pb. Pada jarak 25 m dan 50 m ditemukan kadar Co sebesar 0,567 mg/L dan 0,300 mg/L dan terus berkurang pada jarak 100 m yaitu sebesar 0,133 mg/L yang berada dibawah baku mutunya sebesar 0,20 mg/L. Kadar Mn mulai dari jarak terdekat (25 m) sampai jarak terjauh (100 m) berada pada rentang 0,548 - 0,143 mg/L yang melebihi baku mutunya yaitu 0,10 mg/L. Kadar Cr pada jarak 25 m dan 50 m ditemukan sebesar 0,292 - 0,181 mg/L yang melebihi baku mutunya sebesar 0,050 mg/L sedangkan pada jarak 100 m sebesar 0,014 mg/L dibawah baku mutu.

Kadar Pb pada sumber Y mulai dari jarak terdekat (25 m) sampai dengan jarak terjauh (100 m) berkisar pada rentang 0,184 - 0,061 mg/L berada diatas baku mutunya sebesar 0,03 mg/L. Kadar Pb yang seharusnya berada di air tanah berada sekitar 1 - 60  $\mu\text{g/L}$  (Mukono, 2006). Ini berarti kadar Pb dalam air tanah yang ada saat ini jauh melebihi kadar yang sesuai peruntukannya, dengan kata lain air tanah tersebut tercemar logam Pb. Jika kadar Pb ini masuk kedalam darah

manusia yang mencapai  $110 \mu\text{g}/100 \text{ mL}$  akan dapat menyebabkan gangguan sistem *hemopoitik* yaitu terjadinya anemia.

Dari Gambar 5 dapat dilihat adanya perbedaan kualitas logam berat pada kedua sumber, dimana kadar logam berat tertinggi adalah Co dan Mn. Jika dibandingkan dengan Gambar 3, rata-rata kadar logam berat pada limbah sumber Y lebih tinggi dari pada sumber X sedangkan pada air tanah kondisi ini terbalik karena kadar logam berat pada sumber X cenderung lebih tinggi dibanding sumber Y. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan lamanya akumulatif logam berat limbah cair pada kedua sumber, dimana sumber X sudah berlangsung selama lebih dari 40 tahun dan sumber Y lebih dari 10 tahun.

Secara umum, tingginya kualitas logam berat yang melebihi baku mutu menandakan bahwa telah terjadinya penurunan kualitas lingkungan (buruknya kualitas air sumur). Bertambahnya jarak dari sumber pencemar dapat menurunkan kandungan logam berat dalam air tanah. Hubungan ini didukung dari penelitian lain tentang pengaruh pembuangan limbah industri Gula Tjoekir terhadap kualitas air tanah dangkal dimana hubungan jarak sumur dengan saluran pembuangan limbah menunjukkan nilai korelasi negatif, artinya semakin jauh jarak maka semakin kecil konsentrasinya (Hanım, 2008). Penelitian lain yang mendukung pendapat ini adalah tentang uji korelasi pengaruh limbah tapioka terhadap kualitas air sumur, dimana terlihat bahwa semakin dekat jarak sumur terhadap bak penampungan limbah tapioka maka kualitas air sumur semakin rendah (Sutapa, 2000).

Berdasarkan hasil pengukuran pada kedua sumber tersebut, mulai dari jarak terdekat (25 m) sampai dengan pada jarak terjauh (100 m) dari lokasi

percetakan dapat dikatakan bahwa kondisi air berada dalam kondisi cemar. Jika dilihat dari kriteria kualitas air minum secara kimia (Tabel 2), dapat dikatakan bahwa air tanah tersebut tidak layak dimanfaatkan untuk air minum karena tidak sesuai dengan kriteria kualitas air minum. Jika kondisi ini dibiarkan terus berlanjut maka akan dapat berdampak terhadap kesehatan manusia yang mengkonsumsi air tersebut. Paparan Pb dapat menyebabkan gangguan sistem syaraf, endema otak, mengacaukan susunan darah, kejang-kejang dan koma (Achmad, 2004). Paparan Co dapat menyebabkan iritasi pernafasan dan reaksi hipersensitivitas kulit (Setiyono, 2004). Efek Akut yang ditimbulkan akibat pajanan Mn adalah penyakit *pneumonitis* dan secara kronis dapat menimbulkan penyakit *encefalopati*. Logam Cr dapat menyebabkan gangguan pernafasan (kanker paru, ulkus kronis), gangguan kulit, penebalan pembuluh darah oleh plag dan gangguan nekrosis tubulus ginjal (Priyanto, 2009).

#### 4.2.2 Hasil Percobaan Secara Bioassay

Setelah proses aklimasi dilakukan selama 2 hari, diperoleh kondisi ikan mas yang masih tetap segar dan hidup. Pengamatan yang dilakukan adalah mengamati perubahan fisiologis (pergerakan operkulum, sikap tubuh dan gejala-gejala mortalitas ikan) seperti yang diperlihatkan pada Tabel 4 dan selanjutnya data kematian ikan dihubungkan dengan konsentrasi limbah seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6.

Tabel 4. Pengamatan Fisiologis terhadap Ikan Mas

Ket	Konsentrasi	Uraian
Kontrol	0	Mata jernih, tubuh tidak kaku, gerakan lincah ke atas dan ke bawah, gerakan operkulum stabil
Sumber X	10%	Mata biasa, bergerak ke atas dan ke bawah, gerakan operkulum agak cepat
	20%	Mata biasa, banyak bergerak di bawah dan sesekali ke atas, gerakan operkulum agak cepat
	30%	Mata mulai melotot, bergerak di bawah, pergerakan operkulum cepat dan mulut ada yang terbuka
	40%	Mata mulai melotot, gerakan cepat dari atas ke bawah dan gerakan operkulum cepat
	50%	Mata melotot, gerakan mulai tidak beraturan, operkulum cepat
	60%	Mata melotot, gerakan tidak beraturan dan terkadang diam, dan operkulum bergerak cepat
	70%	Mata melotot, gerakan tidak teratur dan operkulum cepat.
	80%	Mata melotot, bergerak tidak beraturan dan gerakan operkulum sangat cepat tubuh mulai kaku
	90%	Mata seperti akan keluar, mulut terbuka, bergerak sangat tidak beraturan, gerakan operkulum sangat cepat, tubuh mulai kaku
	100%	Mata seperti akan keluar, bergerak sangat tidak beraturan (mabuk), operkulum sangat cepat dan tubuh mulai kaku
Sumber Y	10%	Mata biasa, banyak bergerak di bawah dan sesekali ke atas, gerakan operkulum agak cepat
	20%	Mata melotot, bergerak di bawah, pergerakan operkulum cepat dan mulut ada yang terbuka
	30%	Mata melotot, gerakan mulai tidak beraturan ke atas dan ke bawah, operkulum bergerak cepat
	40%	Mata melotot, gerakan tidak beraturan dan terkadang diam, tubuh mulai kaku dan operkulum bergerak cepat
	50%	Mata melotot, tubuh bergerak cepat tidak beraturan ke atas dan ke bawah kemudian diam dan gerakan operkulum sangat cepat.
	60%	Mata melotot, bergerak tidak beraturan turun naik dari atas ke bawah, mulut terbuka dan gerakan operkulum sangat cepat
	70%	Mata seakan keluar, mulut terbuka, bergerak sangat tidak beraturan, kejang-kejang dan kaku, operkulum bergerak cepat
	80%	Mata seakan keluar, bergerak sangat tidak beraturan kejang-kejang ke atas dan ke bawah, operkulum sangat cepat
	90%	Mata seakan keluar, gerakan menggelepar, operkulum sangat cepat
	100%	Mata melotot, menggelepar, tubuh kebiruan operkulum sangat cepat

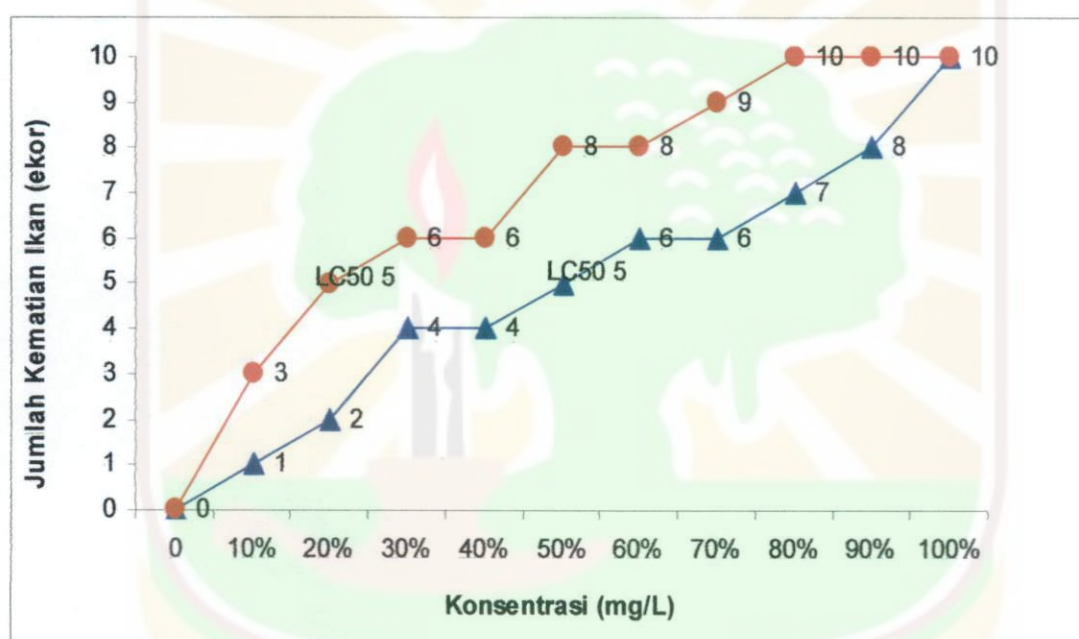
Sumber: Hasil Pengamatan

Respon dan lama kematian ikan bervariasi tergantung pada konsentrasi yang diberikan. Semakin tinggi konsentrasi limbah dalam suatu badan perairan, maka semakin tinggi pula resiko yang akan diterima oleh organisme perairan tersebut (Rizano, 1990). Limbah yang mengandung logam berat dapat masuk ke dalam tubuh organisme perairan melalui tiga cara yaitu melalui makanan, insang dan difusi melalui permukaan kulit (Poels, 1983). Pada ikan, insang merupakan jalan masuk yang penting karena permukaan insang lebih dari 90% dari luas seluruh badan. Pada konsentrasi tinggi, umumnya ikan lebih agresif seperti mabuk, kejang - kejang dan menggelepar - gelapar sebelum akhirnya mati.

Dari Tabel 4 dapat diketahui rata-rata ikan yang diberikan konsentrasi tinggi memiliki frekuensi gerakan operkulum (FGO) yang cepat, hal ini disebabkan karena kadar logam berat dalam limbah cair tersebut bersifat reaktif dan toksik. Mekanisme meningkatnya FGO ikan karena terhalangnya proses difusi oksigen ke dalam insang yang mengakibatkan ikan kekurangan oksigen. Sebagai respon, untuk memenuhi kekurangan oksigen tersebut ikan akan mempercepat gerakan operkulumnya sehingga air yang mengalir melalui insang semakin banyak. Dengan demikian oksigen yang berdifusi pada permukaan insang semakin banyak (Soetopo, 2007).

Peningkatan FGO ikan dengan konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kerusakan insang yang berdampak pada kematian dan melemahkan otot yang menggerakkan operkulum (Soetopo, 2007). Gerakan operkulum digunakan untuk mengalirkan air pada permukaan insang ikan dalam pengambilan oksigen. Peningkatan gerakan operkulum ini jelas menunjukkan adanya tekanan fungsi pada ikan tersebut. Jika kadar oksigen terlarut berada dibawah tingkat kritis tentu

dapat menyebabkan kematian pada ikan (Duffus, 1980). Hasil penelitian yang pernah dilakukan tentang pengaruh limbah tekstil "X" di Sumatera Barat terhadap gerakan operkulum dan nilai darah ikan mas (*Cyprinus carpio L*) menunjukkan hubungan bahwa semakin tinggi konsentrasi limbah yang diberikan pada ikan, maka semakin cepat juga gerakan operkulumnya (Rizano, 1990). Penelitian lain juga memperlihatkan adanya peningkatan jumlah gerakan operkulum pada ikan yang terkena deterjen (Chahaya, 2003).



Gambar 6. Grafik Hubungan Konsentrasi terhadap Kematian Ikan (Angka 1 – 10 merupakan jumlah ikan yang mati)  
Keterangan: ikan yang mati di sumber X (▲) dan sumber Y (●)

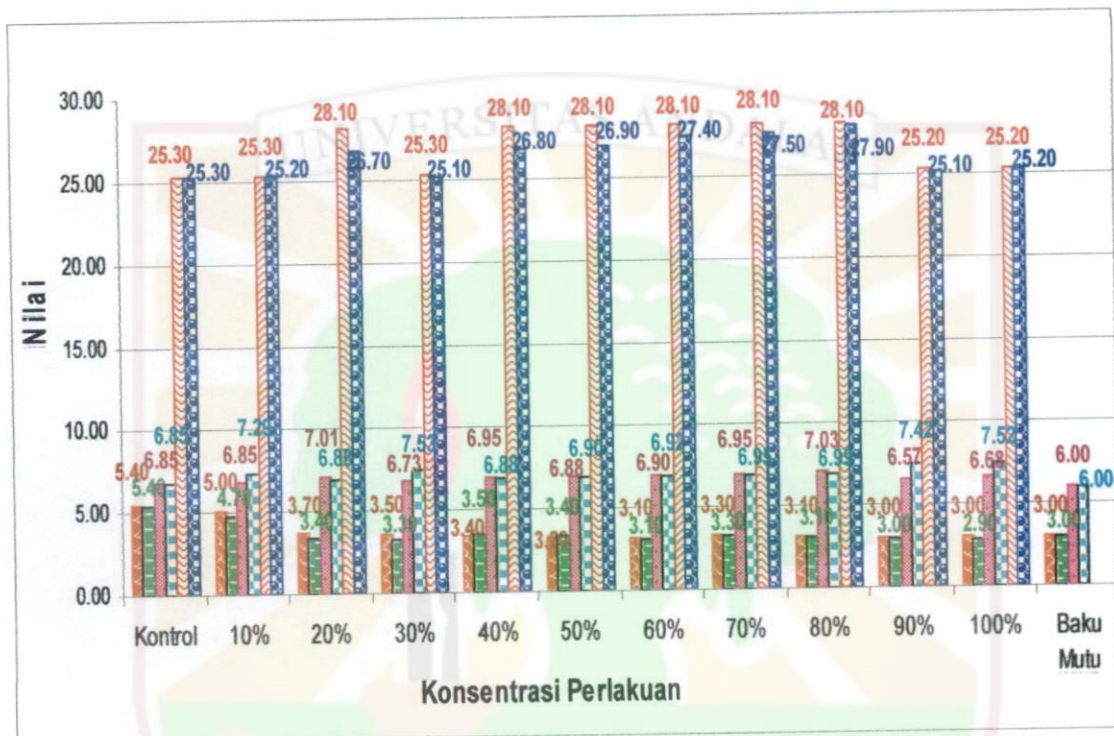
Dari Gambar 6 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi limbah maka semakin banyak tingkat kematian Ikan Mas dan sebaliknya semakin rendah konsentrasi maka sedikit pula tingkat kematian Ikan Mas. Hal ini dapat dikarenakan kandungan senyawa-senyawa toksik yang terdapat pada limbah berpengaruh terhadap tingkat kematian Ikan Mas. Kematian ikan tidak selalu disebabkan oleh faktor tunggal tetapi juga disebabkan karena fenomena sinergis

yaitu kombinasi dari dua zat atau lebih yang bersifat memperkuat daya racun (Sudarmadi, 1993). Disamping itu, adanya senyawa racun yang terkandung di dalam limbah juga mempengaruhi proses metabolisme dalam tubuh ikan, merusak jaringan usus dan fungsi ginjal (Chahaya, 2003).

Logam berat yang masuk ke dalam insang dapat menyebabkan keracunan, karena bereaksinya kation logam tersebut dengan fraksi tertentu dari insang. Kondisi ini menyebabkan proses metabolisme dari insang menjadi terganggu. Lendir yang berfungsi sebagai pelindung, diproduksi lebih banyak sehingga terjadi penumpukan lendir. Hal ini akan memperlambat ekskresi pada insang dan akhirnya menyebabkan kematian (Sudarmadi, 1993). Pendapat yang sama juga dikatakan oleh Maki (1979), bahwa penumpukan lendir dan kerusakan pada insang akan menyebabkan difusi oksigen terganggu sehingga untuk memenuhi oksigen tersebut ikan akan mempercepat gerakan operkulumnya sehingga frekuensinya meningkat dibandingkan kontrol.

Kandungan logam berat dalam limbah dapat menyebabkan terjadinya hemolisis dalam darah ikan (Rizano, 1990). Terjadinya hemolisis secara tidak langsung menyebabkan kadar *hemoglobin* dan *hematokrit* berkurang. Adanya penurunan nilai darah ini akan menyebabkan *supply* oksigen yang dibutuhkan oleh ikan tidak terpenuhi karena seperti kita ketahui darah dalam hal ini terutama *hemoglobin* berfungsi membawa oksigen. Pendapat yang sama juga dikatakan oleh Chahaya (2003), bahwa perlakuan logam berat terhadap ikan air tawar juga menyebabkan penurunan jumlah sel darah merah, kadar *hemoglobin* dan nilai *hematokrit* (Chahaya, 2003). Akumulasi logam berat dalam tubuh organisme tergantung pada konsentrasi logam berat dalam air, lingkungan, suhu, keadaan

species dan aktifitas fisiologis (Connell dan Miller, 1995). Berdasarkan penelitian, konsentrasi limbah, suhu, DO pH dan salinitas berpengaruh nyata terhadap mortalitas ikan (Sudarmadi, 1993). Hasil pengukuran terhadap parameter DO, pH dan suhu pada percobaan ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Parameter DO, pH dan Suhu Saat Pengamatan Ikan  
Keterangan: DO pada sumber X (■), DO pada Y (■), pH pada X (■), pH pada Y (■), suhu pada X (■) dan suhu pada Y (■).

Pada Gambar 7, dapat dilihat kadar oksigen terlarut (DO) pada sumber X dan Y tidak terlalu berbeda. Kadar DO pada sumber X berkisar dari 5,00 - 3,00 mg/L dan pada sumber Y berkisar dari 2,90 - 4,70 mg/L. Terjadi penurunan kadar DO pada sumber X dan Y dibandingkan pada kontrolnya disebabkan oleh proses dekomposisi yang membutuhkan oksigen terlarut alam air. Sehingga semakin tinggi konsentrasi air limbah maka kandungan DO semakin sedikit (Nugroho *et al.* 2008). Kisaran oksigen terlarut ini masih dalam batas toleransi untuk kehidupan ikan. Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001, kisaran oksigen terlarut

untuk kegiatan pembudidayaan ikan air tawar tidak boleh kurang dari 4 mg/L dan untuk perikanan tidak boleh kurang dari 3 mg/L. Secara keseluruhan, kadar oksigen terlarut pada percobaan tidak berada dalam taraf yang mempengaruhi kematian ikan.

Dari Gambar 7 dapat dilihat hasil pengukuran suhu pada kedua sumber tidak menunjukkan perbedaan yang berarti. Suhu yang terukur pada sumber X berkisar dari 25,2 - 28,1 °C dan sumber Y berada pada rentang 25,1 - 27,9 °C. Keadaan suhu ini masih dalam batas toleransi untuk kehidupan ikan. Menurut Yustina (2005), suhu yang baik untuk pemeliharaan Ikan Mas berkisar dari 25 - 32 °C. Dari pernyataan tersebut menunjukkan bahwa suhu air selama percobaan masih berada dalam kisaran dimana Ikan Mas dapat hidup dengan baik. Dengan demikian, kematian ikan pada percobaan ini belum dipengaruhi oleh suhu.

Hasil pengukuran pH pada kedua sumber ini tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Seperti yang dilihat pada Gambar 7, nilai pH pada sumber X berkisar pada 6,57 - 7,03 dan pada sumber Y berkisar pada 6,88 - 7,53. Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001, kisaran pH ini masih dalam batas-batas toleransi untuk kehidupan ikan yaitu 6 - 9. Dari pernyataan ini, diduga bahwa kematian Ikan Mas tidak disebabkan faktor pH karena kisaran pH pada percobaan ini berada dalam kisaran toleransi ikan. Berdasarkan kriteria tersebut diatas, kematian ikan uji belum disebabkan oleh pengaruh parameter DO, suhu dan pH akan tetapi mungkin dipengaruhi oleh kadar logam berat dalam limbah cair. Perhitungan  $LC_{50}$  dengan cara Reed - Muench dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6.

Tabel 5. Perhitungan Kematian Ikan dengan cara Reed-Muench

NO	Konsentrasi (%)	Hewan Mati		Hewan Hidup		Nilai Kumulatif									
		X	Y	X	Y	Mati		Hidup		Total		Ratio Kematian		% Kematian	
						X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0	0	0	10	10	0	0	57	35	57	35	0	0	0	0
2	10	1	3	9	7	1	3	47	25	48	28	1/48	3/28	2,08	10,71
3	20	2	5	8	5	3	8	38	18	41	26	3/41	8/26	7,32	30,77
4	30	4	6	6	4	7	14	30	13	37	27	7/37	14/27	18,92	51,85
5	40	4	6	6	4	11	20	24	9	35	29	11/35	20/29	31,43	68,97
6	50	5	8	5	2	16	28	18	5	34	33	16/34	28/33	47,06	84,85
7	60	6	8	4	2	22	36	13	3	35	39	22/35	36/39	62,86	92,31
8	70	6	9	4	1	28	45	9	1	37	46	28/37	45/46	75,68	97,83
9	80	7	10	3	0	35	55	5	0	40	55	35/40	55/55	87,50	100
10	90	8	10	2	0	43	65	2	0	45	65	43/45	65/65	95,55	100
11	100	10	10	0	0	53	75	0	0	53	75	53/53	75/75	100	100

Sumber: Diolah dari data primer

Tabel 6. Perhitungan LD<sub>50</sub> dengan cara Reed-Muench

Keterangan	H	I	G	Log s	Y	LC <sub>50</sub>
Sumber X	0,186	0,079	0,015	-0,301	-0,286	0,518
Sumber Y	0,912	0,176	0,161	-0,699	-0,538	0,289

Sumber: Diolah dari data primer

Dari hasil pengamatan seperti yang dilihat pada Gambar 6 diketahui bahwa kematian 50% ikan pada sumber X berada pada konsentrasi 50% (LC<sub>50</sub> = 50%) sedangkan pada sumber Y kematian 50% ikan berada pada konsentrasi 20% (LC<sub>50</sub> = 20%). Jika dibandingkan terhadap analisis dengan metode Reed Muench seperti pada Tabel 6, Nilai LC<sub>50</sub> untuk sumber X sebesar 0,518 mg/L (51,8%) yang mana nilai ini mendekati LC<sub>50</sub> hasil pengamatan. Nilai LC<sub>50</sub> sumber Y dari analisis Reed - Muench diperoleh sebesar 0,289 mg/L (28,9%) yang mana nilai ini sedikit berbeda dengan hasil pengamatan, yaitu sebesar 20%. Perbedaan ini

mungkin dipengaruhi oleh faktor pembagi dan pembulatan dalam perhitungan kumulatif dengan Metode Reed Muench. Dari analisis ini dapat diartikan bahwa sifat limbah cair pada Percetakan Y lebih toksik dibanding Percetakan X, karena dengan konsentrasi limbah yang kecil (20%) sudah dapat mematikan Ikan Mas sebanyak 50 %. Perbedaan nilai toksisitas antara kedua percetakan koran ini disebabkan oleh perbedaan kualitas limbah akibat perbedaan jenis mesin cetak.

Organisme yang hidup di lingkungan tercemar dapat bertahan, tetapi mengalami berbagai tingkat kerusakan alat atau sistem organ. Tingkat kerusakan alat atau sistem organ pada organisme menjadi semakin parah pada konsentrasi pencemar yang tinggi. Dari uji  $LC_{50}$  limbah MSG terhadap ikan Nila yang dilakukan di Palur Karanganyar diperoleh nilai  $LC_{50}$  sebesar 6,56%. Hasil ini diketahui bahwa hanya dengan kadar 6,56% ternyata limbah MSG mampu mematikan separuh hewan uji, berarti air limbah tersebut mempunyai toksisitas golongan tinggi. Hasil percobaan toksisitas akut air limbah pemutihan pulp kertas terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio L*) diperoleh nilai  $LC_{50}$  sebesar 87,01% (Soetopo, 2007). Dengan konsentrasi limbah klorinasi pemutihan pulp sebesar 87,01% sudah dapat mematikan ikan mas sebanyak 50%.

Penelitian lain tentang uji  $LC_{50}$  pada limbah rumah sakit Abdul Moeloek terhadap Ikan Nila diperoleh nilai  $LC_{50}$  sebesar 36,65% (Nugroho, 2008). Perbandingan konsentrasi limbah lain terhadap limbah percetakan cukup signifikan sehingga dengan nilai  $LC_{50}$  sebesar 28,9% limbah ini dikategorikan bersifat sangat toksik. Dari contoh diatas, perbedaan nilai  $LC_{50}$  selain dipengaruhi oleh konsentrasi limbah juga disebabkan oleh perbedaan hewan uji. Dalam hal ini,

Ikan Mas mempunyai daya tahan yang lebih kuat dibandingkan dengan Ikan Nila (Soetopo, 2007).

Untuk menjamin dosis amannya terhadap manusia, maka nilai  $LC_{50}$  yang diambil pada kedua limbah percetakan koran ini adalah nilai  $LC_{50}$  yang memberikan nilai terkecil yaitu sumber Y sebesar 0,289 mg/L. Dari nilai  $LC_{50}$  yang diperoleh, maka batas aman konsentrasi logam berat bagi manusia yang diperbolehkan berada dilingkungan adalah sebesar 10% dari 0,289 mg/L yaitu sebesar 0,0289 mg/L. Jika dibandingkan konsentrasi ini dengan kualitas limbah cair yang keluar dari *outlet*, konsentrasi ini jauh lebih kecil sehingga perlu dilakukan pengolahan limbah untuk mengubah jenis, karakteristik dan kualitas limbah tersebut supaya tidak berbahaya dan/atau beracun.

#### 4.3 Penyebaran Limbah Percetakan Koran

Penyebaran limbah percetakan koran di Kota Padang dapat ditentukan dari hasil pengukuran kadar logam berat pada *outlet* dan air tanah yang digunakan masyarakat di sekitar kawasan percetakan yang kemudian diplot pada peta Kota Padang. Penyebaran limbah percetakan koran secara horizontal dan vertikal dapat dilihat pada lampiran 2, 3, 4 dan 5. Diperkirakan untuk semua rumah dengan radius sampai dengan 100 m yang memakai air tanah (sumur atau sumur bor) sebagai air minumnya pada jarak ini sudah dalam kondisi cemar. Sesuai dengan kriteria mutu air yang terdapat pada Tabel 2, maka air tanah tersebut dapat dikatakan tidak layak untuk dikonsumsi. Jika air tersebut terus dikonsumsi oleh masyarakat, maka dapat berbahaya bagi kesehatan manusia.

Berdasarkan data skunder yang diperoleh dari puskesmas terdekat pada percetakan X dan Y seperti yang dilihat pada Lampiran 6 dan 7 diketahui bahwa

kadar logam berat secara nyata belum mempengaruhi kesehatan masyarakat. Dari Lampiran 6 dan 7 penyakit masyarakat yang sering terjadi hanyalah penyakit kesehatan dasar. Hal ini kemungkinan disebabkan kadar logam berat belum menimbulkan efek maksimal terhadap masyarakat sekitar percetakan.

Pada umumnya tumbuhan lebih sensitif terhadap polutan dari pada manusia (Anonim, 2008). Tumbuhan yang sensitif dapat merupakan indikator terhadap pencemaran sedangkan tumbuhan yang tahan dapat merupakan akumulator polutan di dalam tubuhnya, tanpa mengalami kerusakan (Anonim, 2008). Dari pengamatan di lapangan, sejauh ini belum diketahui efek yang ditimbulkan terhadap tumbuhan tetapi dari segi morfologi terlihat perbedaan seperti yang dilihat pada Lampiran 8. Warna daun pada tumbuhan yang terdapat di sekitar sumber terlihat agak kekuning-kuningan tidak seperti asalnya yang berwarna hijau. Selain itu, jumlah batang dan daun lebih jarang dibandingkan dengan tumbuhan yang hidup di daerah lain serta ada beberapa ranting yang terlihat kering.

Gejala adanya pencemaran pada tumbuhan sangat bervariasi dan tidak spesifik (Anonim, 2008). Suatu polutan berpengaruh terhadap tumbuhan yang berbeda dengan cara yang berbeda-beda juga dan suatu gejala dapat terjadi karena suatu substansi. Pengaruh faktor-faktor luar seperti polutan pada tumbuhan tergantung pada spesiesnya, fase perkembangannya dan jaringan atau organ yang terkena. Disamping perubahan morfologi juga akan terjadi perubahan kimia, biokimia, fisiologi dan struktur.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang penyebaran limbah percetakan koran pada dua percetakan koran besar di Kota Padang dapat disimpulkan bahwa limbah percetakan koran bersifat sangat toksik dan kualitasnya buruk karena belum sesuai dengan kaidah pengelolaan lingkungan hidup yang baik. Limbah padat tidak dikelola dengan baik, kertas koran yang tidak lolos *control quality* dijual bebas kepada si pemanfaat. Penyebaran limbah cair percetakan koran sampai dengan jarak terjauh (100 m) masih ditemukan kadar logam berat yang melebihi baku mutu, dengan kata lain sudah dalam kondisi cemar sehingga air sumurnya dapat dikatakan tidak layak untuk dikonsumsi.

### 5.2 Saran

Setelah penulis melihat hasil penelitian ini, maka saran yang diberikan adalah agar dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui tingkat akumulasi logam berat limbah percetakan ini pada sistem organisme masyarakat yang mengkonsumsi air tanah tersebut, dilakukan pengukuran lebih lanjut pada radius 150, 200, 250 m dst sehingga diketahui berapa jarak yang relatif aman bagi kegiatan percetakan. Untuk mengurangi tingkat pencemaran yang terjadi akibat kegiatan percetakan koran, diharapkan pihak terkait (Percetakan X dan Y) mematuhi aturan-aturan agar dapat menciptakan lingkungan yang sehat. Selain itu, juga dibutuhkan peran pemerintah agar bersikap tegas terhadap industri yang tidak mematuhi aturan dalam pengendalian pencemaran juga.

## DAFTAR PUSTAKA

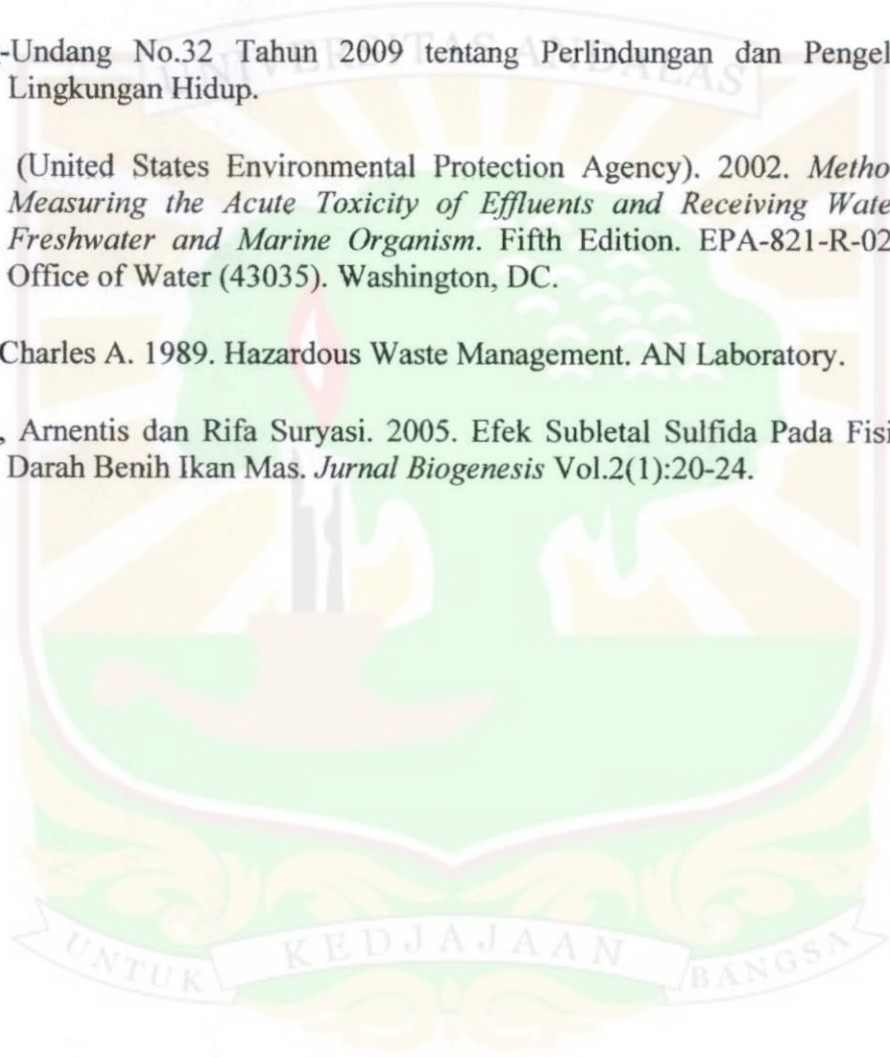
- Abdullah, C., J. Syahrul, Saryono dan A. Muchtar. 1995. The Analysis of Heavy Metal in Sediment of Water Bodies Around Sungai Pakning, Bengkalis District, Riau Province, Indonesia. Page 276-277. In Watson, D., K.S. Ong and G. Vigers. (eds) Asean Criteria and Monitoring Advances in Marine Environmental and Human Health Protection. Asean-Canada Cooperative Program on Marine Science EVS Environmental Consultants Canada and National Science and Technology Board Singapore.
- Achmad, R. 2004. Kimia Lingkungan. Andi. Yogyakarta.
- Andreanus, S., Endang, K., Cucu, A. 2002. Toksisitas Akut dan Penentuan LD50 Oral Ekstrak Air Daun Gandarusia (*Justicia gendarussa* Burm.F) pada Mencit Swiss. *Jurnal LMIPA Vol.7 No.2*.
- Anonim. 1995. Petunjuk Umum tentang Penanggulangan Pencemaran Industri Percetakan. *Jurnal Dinas Perindustrian DKI Jakarta*. Jakarta.
- Anonim. 2008. <http://www.chem-is-try.org/materi-kimia>.
- Anonim. 2009. [http://www.bsl-online.com/pkt\\_ipal.html](http://www.bsl-online.com/pkt_ipal.html).
- Ariens. 1994. Toksikologi Umum, Pengantar. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- Asrul. 2005. Optimalisasi Penggunaan AAS dan Spektrofotometri UV-Vis. *Modul Analisis Logam dalam Air Limbah Menggunakan AAS*. Serpong.
- Astawan, Made. 2008. Awas, Koran Bekas. *Tabloid Gaya Hidup Sehat*. Jakarta.
- Astuti, Dwi. 2004. Uji Toksisitas Limbah Cair MSG terhadap Ikan Nila di Palur Karanganyar. *Jurnal Infokes Vol. 8 No. 1 Maret-September 2004*.
- Bapedalwil. 2000. Laporan Pemantauan Kualitas Lingkungan Tahun 2000. Bidang Pencemaran Lingkungan Hidup. Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Wilayah I Sumatera.
- Bogoriani, N.W. 2007. Penetapan Kadar Pencemar Logam Pb dan Cr pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Muara Sungai Badung. *Jurnal ISSN 1907-5626 Vol.2 No.1*.
- Chahaya, Indra. 2003. Ikan Sebagai Alat Monitor Pencemaran. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*.

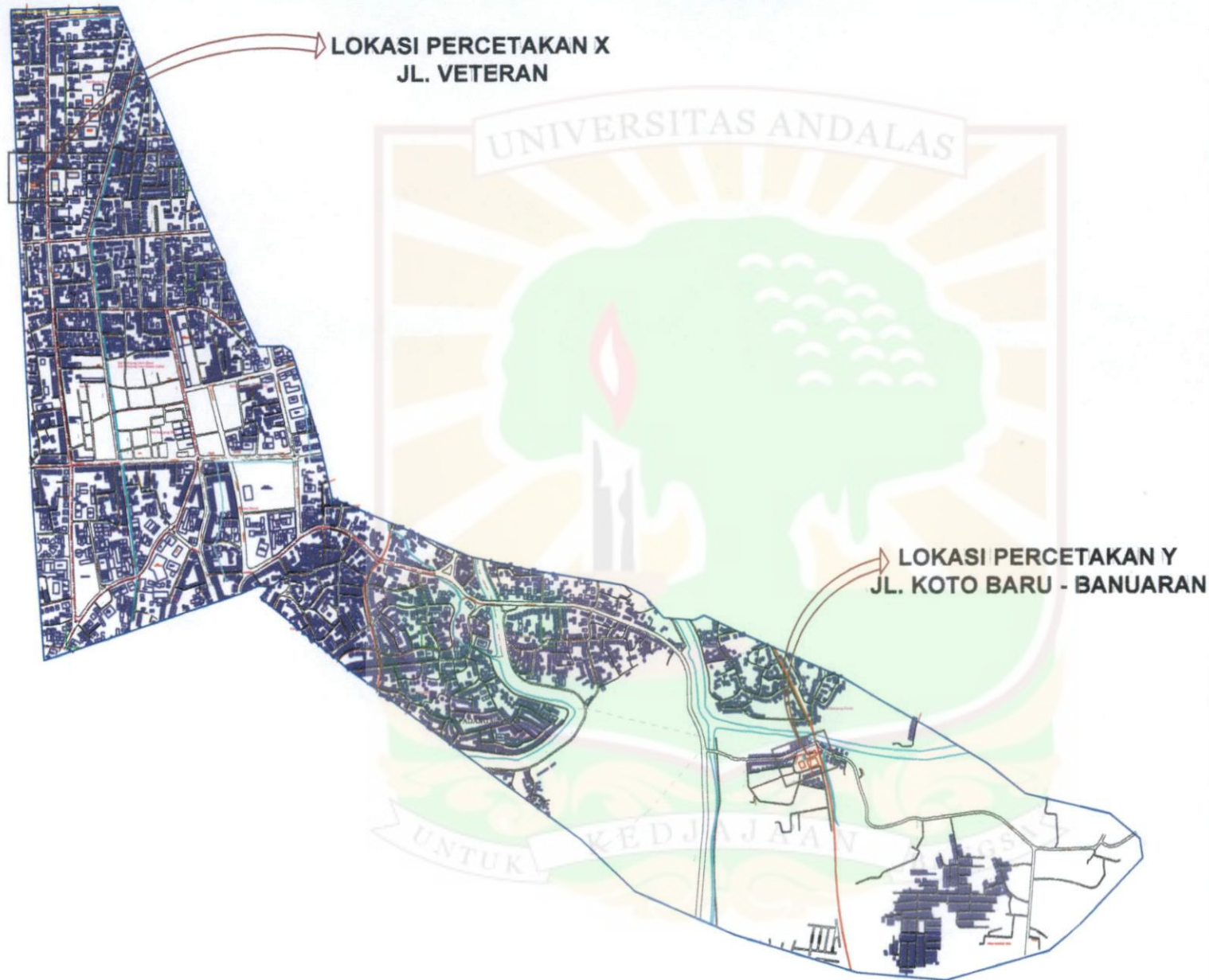
- Connell, D.W dan G.J Miller. 1995. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Diterjemahkan oleh Yanti Koestoer. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Craig, P.J. 1986. Organometallic Compounds in The Environment. School of Chemistry Leicester Polytechnic. Leicester UK.
- Darmono. 1995. Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Duffus, J. H. 1980. Environmental Toxicology. Spottiswoode Ballantyne LTD Cochester and London.
- Fardiaz, S. 1992. Polusi Air dan Udara. Karnisius: Yogyakarta.
- Hanim, Fitria. 2008. Pengaruh Pembuangan Limbah Industri Gula Tjoekir Terhadap Kualitas Air Tanah Dangkal di Kecamatan Diwek Kabupaten Jombang. *Jurnal FMIPA Universitas Negeri Malang*.
- Hidayat, W. 2008. Teknologi Pengolahan Air Limbah. *Wikipedia*.
- Hutagalung, H.P. 1991. Pencemaran Laut oleh Logam Berat. Hal 45-49. *Dalam* D.H. Kunarso dan Ruyitno (eds). Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya. P30-LIPI. Jakarta.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: Kep-51/MENLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri.
- Keputusan Gubernur Sumatera Barat No. 10 Tahun 2004 tentang Pengelolaan Oli Bekas.
- Keputusan Gubernur Sumatera Barat No. 21 Tahun 2004 tentang Pedoman Teknis Penyusunan UKL/UPL Sumatera Barat.
- Khopkar, S.M. 1990. Konsep Dasar Kimia Analitik Edisi Kedua. Universitas Indonesia: Jakarta.
- Kuncahyo, M. Muhammad. 2008. Pengaruh Pembuangan Limbah Ethanol Terhadap Kualitas Air Sungai Surak di Kecamatan Lawang Kabupaten Malang. *Jurnal FMIPA Universitas Malang*.
- Lu, F.C. 1995. Toksikologi Dasar, Asas, Organ, Sasaran dan Penilaian Resiko. Universitas Indonesia Press: Jakarta.
- Maki, A.W. 1979. Respiratory Activity of Fish as Predator of Chronic Fish Toxicity Values for Surfactants, Aquatic Toxicology ASTM ATP 667, LL Marking and R.A. Kimerle. Eds, American Sciency for Testing and Material.

- Menteri Lingkungan Hidup. 1990. Kualitas Lingkungan di Indonesia. Kantor Menteri Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Mukono, H.J. 2006. Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. Jil 2, No.2. Hal 129-142.
- Mulyasari, Rosmawaty, P., Dwi, S., Abdul, S. 2003. Penelitian Mengenai Keberadaan Biotoksin Pada Biota dan Lingkungan Perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia Vol.9 No.5*.
- Nasution. 2003. Metode Research (Penelitian Ilmiah). PT. Bumi Aksara: Jakarta.
- Nugroho, G., Tugiyono, S., Nuning, N., Kesuma, J, Andri. 2008. Bioindikator Efektifitas Pengolahan Air Limbah RSUD Abdul Moeloek Dengan Penentuan Lethal Concentration pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* L). *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi II*. Universitas Lampung.
- Palar, H. 2004. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta: Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun, *Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 31*.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Peraturan Daerah Walikota Padang No. 3 Tahun 2006 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Peraturan Walikota Padang No. 7 Tahun 2007 tentang UKL, UPL dan SPPL.
- Poels, C.L.M. 1983. Sub Lethal Effect of Rhinewater of Rainbouw Trout. Testing and Research Institute of the Netherlands Water Undertakings. KIWA Ltd. Rijswijk. Netherlands.
- Priyanto. 2009. Toksikologi Mekanisme, Terapi Antidotum dan Penilaian Resiko. Lembaga Studi dan Konsultasi Farmakologi. Depok.
- Radhi, A., Nassaruddin., Yantonus., Anwar, C., Arbain, A., Padmono, S., Munandar, I., Palastris, Idris, Meinarsih, E., Suriati, R. 2008. Status Lingkungan Hidup Sumatera Barat 2008. Padang.
- Raka, I G., Zen, M.T., Soemarwoto, O., Djajadiningrat, S.T., dan Saidi, Z. 1999. Paradigma Produksi Bersih: Mendamaikan Pembangunan Ekonomi dan Pelestarian Lingkungan. Nuansa. Bandung.

- Rizano, Desusi. 1990. Pengaruh Limbah Tekstil "X" Sumatera Barat Terhadap Gerakan Operkulum dan Nilai Darah Ikan Mas (*Cyprinus carpio L.*). FMIPA Universitas Andalas.
- Setiyono. 2002. Sistem Pengelolaan Limbah B-3 di Indonesia. Kelompok Teknologi Air Bersih dan Limbah Cair, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan (P3TL), Deputi Bidang Teknologi Informasi, Energi, Mineral dan Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT).
- Setiyono. 2004. "Teknologi IPAL yang Efektif dan Efisien". Medan: USU.
- Soemirat, J. 2003. Toksikologi Lingkungan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Soetopo, S. Rina., Purwati, S., Setiawan, Y., dan Septiningrum, K. 2007. Tingkat Toksisitas Air Limbah Proses Pemutihan Pulp Kertas terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio L.*). *Jurnal ISSN Berita Selulosa Vol. 42 (1), hal 35-41.*
- Sudiharjo, T, Sutrisno. 2000. Pengaruh Air Limbah Industri Pulp Kraft Putih pada Badan Air dan Upaya Mengurangnya. *Jurnal Balai Besar Industri Solulosa (BBS).*
- Suin, M. Nurdin. 1994. Dampak Pencemaran pada Ekosistem Pengairan. *Proseding Penataran Pencemaran Lingkungan Dampak dan Penanggulangannya. Pemda Tk II. Padang.*
- Sumadhiharga, K. 1995. Zat-zat yang menyebabkan Pencemaran di Laut. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan 15(4): 376-387.*
- Sunarya, Susilowati, B., Kukuh S.A, Fitriati, M., Nurzain M., Ismarsudi dan Hartanto, Aris. 1996. *Laporan Pengembangan Metode Analisis Marine Biotoxin : monitoring kandungan marine biotoxin (PSP) dalam kerang-kerangan yang diambil dari beberapa daerah di Indonesia.* Balai Bimbingan dan Pengujian Mutu Hasil Perikanan, Dirjen Perikanan. P.2-4.
- Sukandarrumi. 2002. Metodologi Penelitian: Petunjuk Praktis untuk Pemula. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sulaeman., Suparto., dan Evianti. 2005. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah. Balitbang Departemen Pertanian. Jakarta.
- Supriyanto, C., Samin, Zainul, K. 2007. Analisis Cemar Logam Berat Pb, Cu dan Cd Pada Ikan Air Tawar dengan Metoda SSA. *Jurnal Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan ISSN 1978.* Yogyakarta.

- Sudarmadi, Sigit. 1993. Toksikologi Limbah Pabrik Kulit terhadap *Cyprinus Carpio L* dan Kerusakan Insang. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan* 13;4 : hal. 247-260. Jakarta.
- Sutamiharja, R.T.M., Adnan, K., Sanusi, H.S. 1982. Perairan Teluk Jakarta Ditinjau dari Tingkat Pencemarannya. Fakultas Pascasarjana IPB. Bogor.
- Sutapa, D. Ignasius. 2000. Uji Korelasi Pengaruh Limbah Tapioka terhadap Kualitas Air Sumur. *Jurnal Studi Pembangunan, Masyarakat dan Lingkungan, Vol. 2 No. 1.*
- Undang-Undang No.32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency). 2002. *Method for Measuring the Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organism*. Fifth Edition. EPA-821-R-02-012. Office of Water (43035). Washington, DC.
- Wentz, Charles A. 1989. Hazardous Waste Management. AN Laboratory.
- Yustina, Arnentis dan Rifa Suryasi. 2005. Efek Subletal Sulfida Pada Fisiologi Darah Benih Ikan Mas. *Jurnal Biogenesis* Vol.2(1):20-24.





LAMPIRAN 1

DENAH PERCETAKAN

LEGENDA

-  Jalan
-  Batas Kelurahan
-  Lokasi Percetakan X, Y
-  Perumahan/ Perkantoran
-  Rel Kereta Api
-  Sungai



JURUSAN  
ILMU LINGKUNGAN  
PASCASARJANA  
UNIVERSITAS ANDALAS

TESIS  
PENYEBARAN LIMBAH PERCETAKAN  
KORAN DI KOTA PADANG  
(STUDI KASUS PERCETAKAN X DAN Y)

MAHASISWA

KOMALA SARI  
08 2120 9003



SKALA

1 : 25000



LAMPIRAN 2  
PENYEBARAN LIMBAH X  
SECARA HORIZONTAL

LEGENDA

-  Jalan
-  Arah Aliran Air
-  Titik Sampling
-  Batas Kelurahan
-  Lokasi Percetakan X
-  Perumahan/ Perkantoran
-  Outlet
-  Vegetasi



JURUSAN  
ILMU LINGKUNGAN  
PASCASARJANA  
UNIVERSITAS ANDALAS

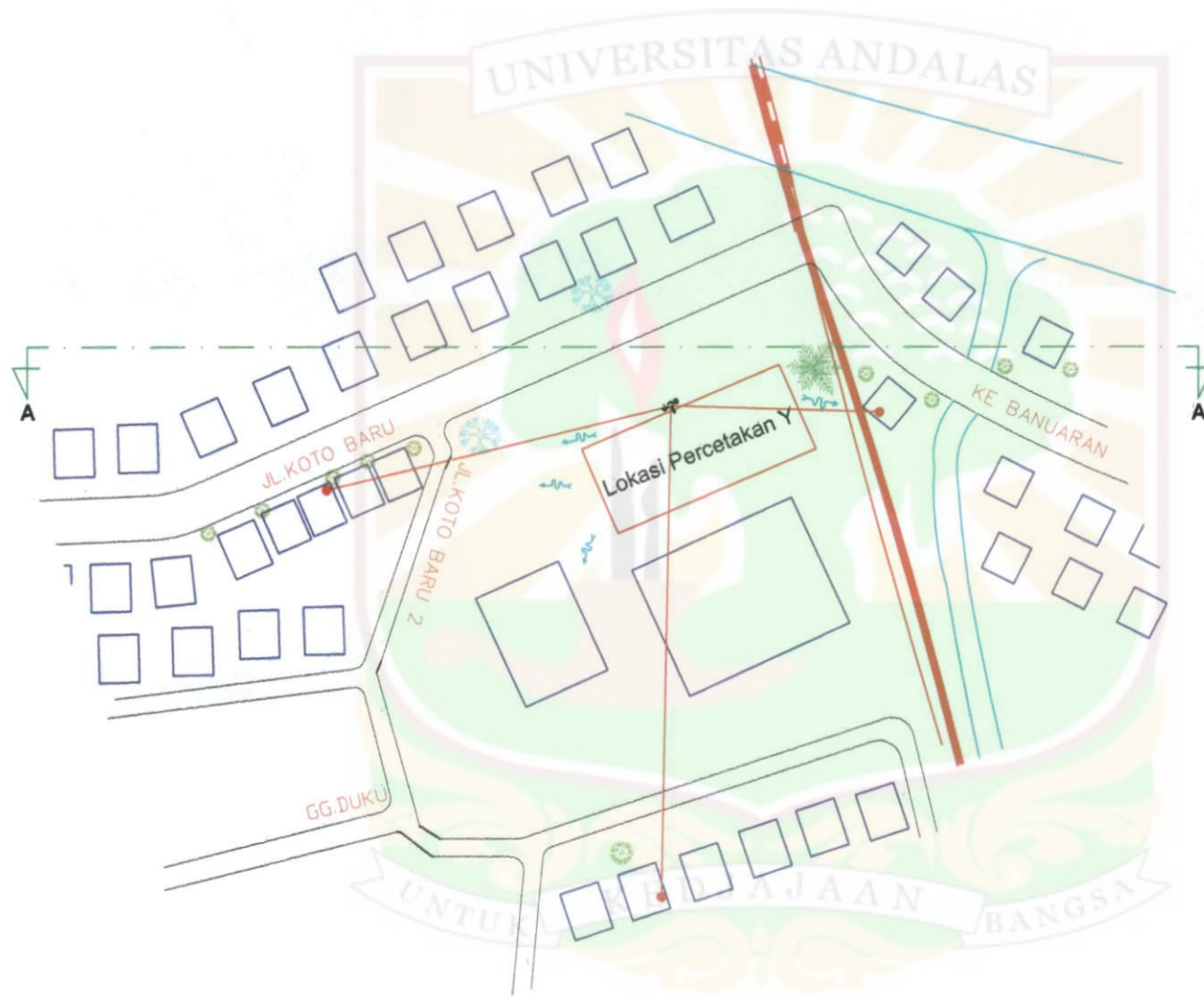
TESIS  
PENYEBARAN LIMBAH PERCETAKAN  
KORAN DI KOTA PADANG  
(STUDI KASUS PERCETAKAN X DAN Y)

MAHASISWA

KOMALA SARI  
08 2120 9003



SKALA  
1 : 5000



LAMPIRAN 3  
PENYEBARAN LIMBAH Y  
SECARA HORIZONTAL

LEGENDA

-  Jalan
-  Arah Aliran Air
-  Titik Sampling
-  Lokasi Percetakan Y
-  Perumahan/ Perkantoran
-  Outlet
-  Rel Kereta Api
-  Sungai
-  Vegetasi



JURUSAN  
ILMU LINGKUNGAN  
PASCASARJANA  
UNIVERSITAS ANDALAS

TESIS  
PENYEBARAN LIMBAH PERCETAKAN  
KORAN DI KOTA PADANG  
(STUDI KASUS PERCETAKAN x DAN Y)

MAHASISWA

KOMALA SARI  
08 2120 9003

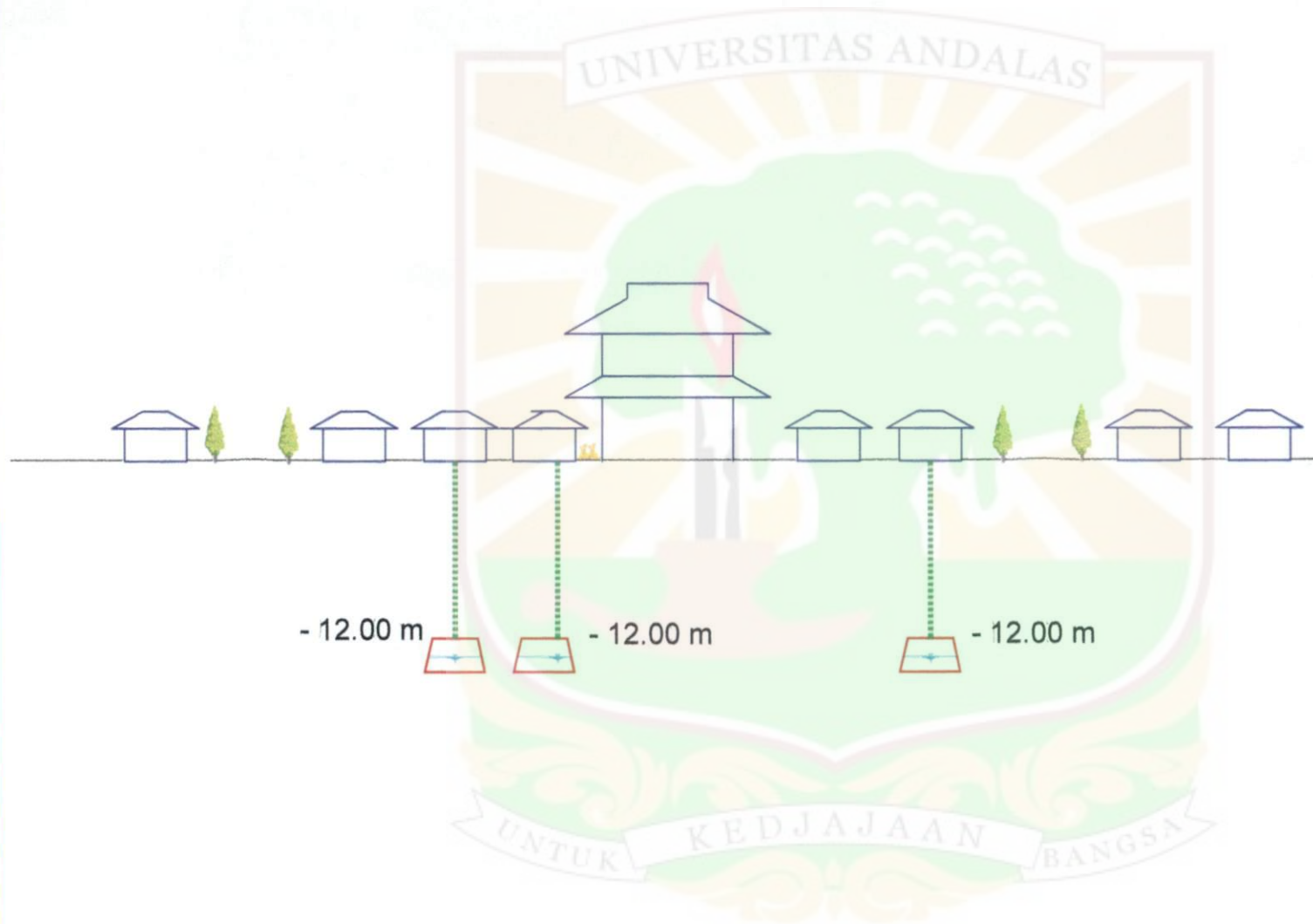


SKALA  
1 : 5000

LAMPIRAN 4  
PENYEBARAN LIMBAH X  
SECARA VERTIKAL

LEGENDA

-  Jalan
-  Perumahan/ Perkantoran
-  Sumur Bor
-  Vegetasi



JURUSAN  
ILMU LINGKUNGAN  
PASCASARJANA  
UNIVERSITAS ANDALAS

TESIS  
PENYEBARAN LIMBAH PERCETAKAN  
KORAN DI KOTA PADANG  
(STUDI KASUS PERCETAKAN x DAN Y)

MAHASISWA








KOMALA SARI  
08 2120 9003

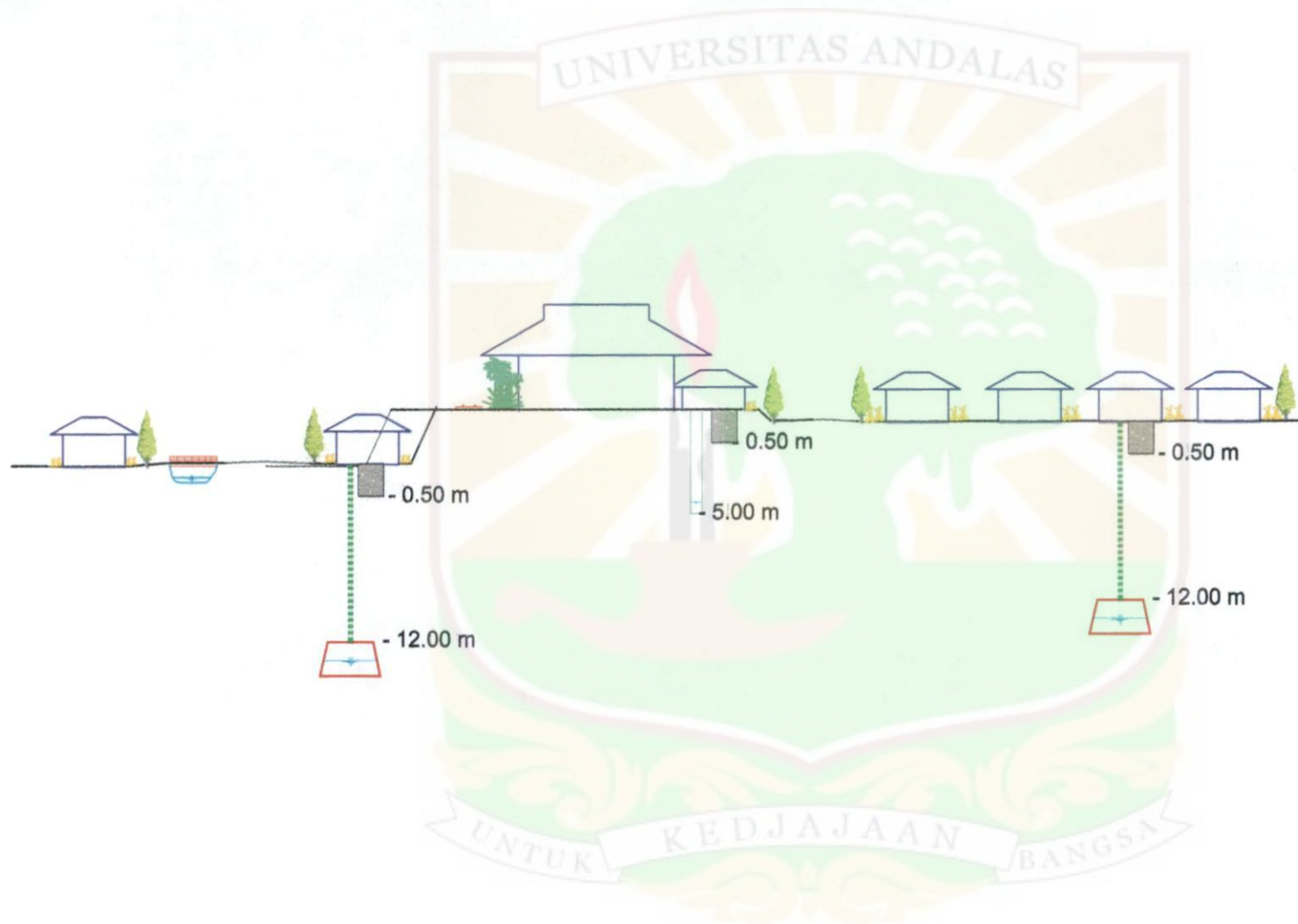


SKALA  
1 : 7500

LAMPIRAN 5  
PENYEBARAN LIMBAH Y  
SECARA VERTIKAL

LEGENDA

-  Jalan
-  Perumahan/ Perkantoran
-  Sungai
-  Sumur Gali
-  Sumur Bor
-  Tanah
-  Vegetasi



JURUSAN  
ILMU LINGKUNGAN  
PASCASARJANA  
UNIVERSITAS ANDALAS

TESIS  
PENYEBARAN LIMBAH PERCETAKAN  
KORAN DI KOTA PADANG  
(STUDI KASUS PERCETAKAN x DAN Y)

MAHASISWA

KOMALA SARI  
08 2120 9003



SKALA

1 : 7500

**Lampiran 6. Sepuluh Penyakit Populer di Puskesmas Seberang Padang**

NO	Jenis Penyakit	Persentase (%)
1	ISPA	51,0
2	Rematik	16,0
3	Hipertensi	8,0
4	Penyakit Kulit Infeksi	6,0
5	Penyakit Kulit Alergi	5,0
6	Cefalgia (kepala)	5,0
7	Gastritis (tukak lambung)	4,0
8	Diare	3,0
9	Stomatitis	1,0
10	OMSK (telinga)	1,0

*Sumber: Puskesmas Seberang Padang, Kec Padang Selatan*

**Lampiran 7. Sepuluh Penyakit Populer di Puskesmas Padang Pasir**

NO	Jenis Penyakit	Persentase (%)
1	ISPA	36,1
2	Rematik	10,7
3	Penyakit Gigi	9,7
4	Alergi	8,9
5	Hipertensi	8,7
6	Gastritis	6,2
7	Infeksi Kulit	5,5
8	Susunan Syaraf	5,4
9	Penyakit Saluran Nafas Lain	4,8
10	Jamur	4,0

*Sumber: Puskesmas Padang Pasir*

Lampiran 8. Kondisi Morfologi Tumbuhan di Sekitar Percetakan X



Pohon Mangga (daun agak kekuningan) Terletak di Sekitar Kawasan Sumber X



Bunga Bougenville (daun kekuningan)



Pohon Kedondong (daun jarang)



Tumbuhan yang Tumbuh di Kawasan Sekitar Percetakan Y  
(daun tidak terlalu hijau dan kering)



Tanaman Rimbang yang Tumbuh di Kawasan Sekitar Percetakan Y  
(daunnya terlihat ada bercak-bercak kuning)



Tanaman Asam Belimbing di Sekitar Percetakan Y (dahan tidak terlalu rimbun)



Tanaman Pohon Pinang dan Pepaya yang Tumbuh di Kawasan Percetakan Y

Lampiran Proses Percetakan Koran



Proses Montase



Proses Plat Weker

Penyinaran dalam Plat Weker



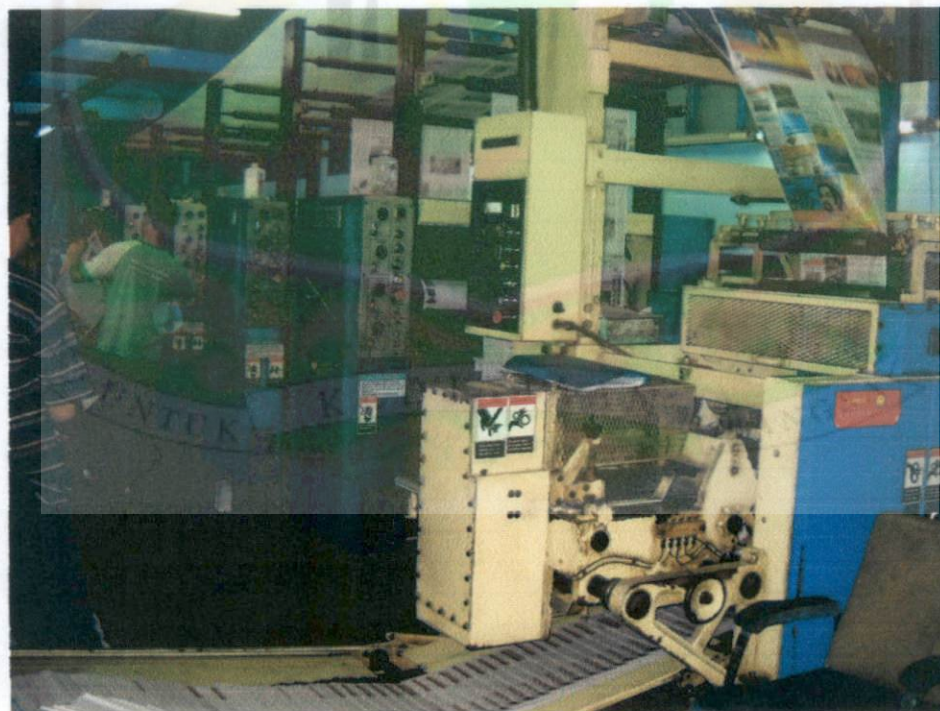
Processor Plat (sebelum)



Processor Plat (sedang disemprotkan air perak)



Pelipatan Plat



Proses Pencetakan yang diakhiri dengan Pemoangan

Lampiran Peralatan yang Digunakan



Alat SSA Model Rayleigh Tipe WFX - 320 untuk Mengukur Logam Berat



Alat *Water Pump* Merk AMARA BS-410 untuk *Supply* Oksigen



Alat WQC untuk Mengukur DO



Alat pH meter untuk Mengukur pH dan Suhu

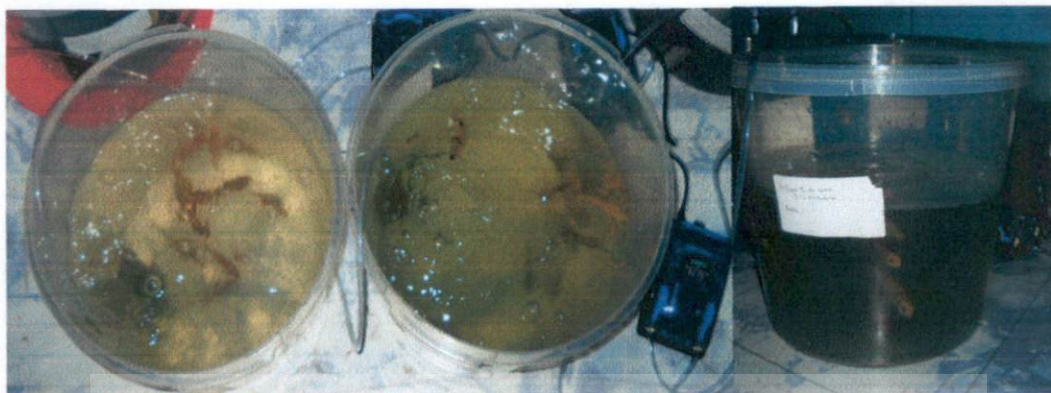
## Lampiran Proses Bioassay



Gambar Kondisi Ikan Pada Saat Aklisasi



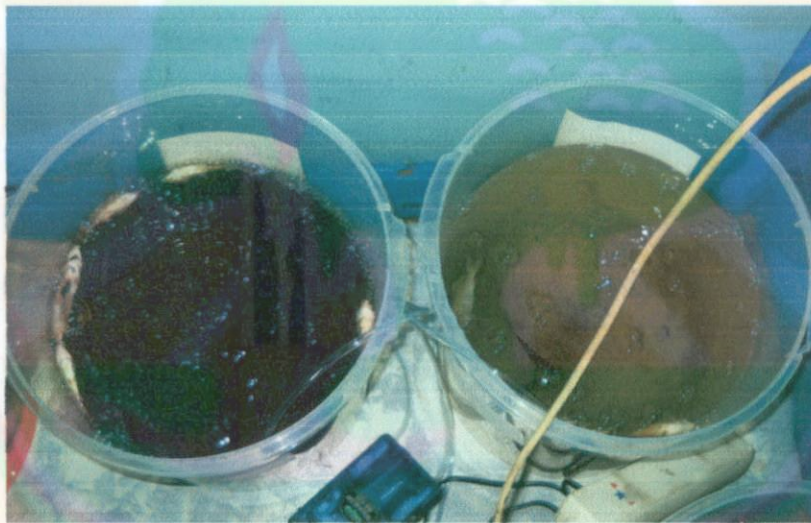
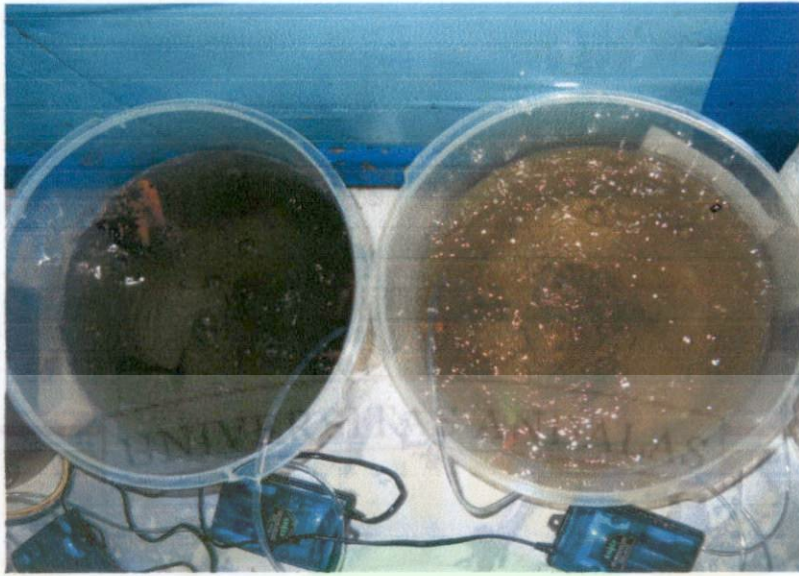
Gambar Kondisi Ikan Dalam Air Sebagai Kontrol setelah Aklisasi



UNIVERSITAS ANDALAS



Gambar Kondisi Ikan Sesaat Setelah Dimasukkan Limbah



Gambar Kondisi Ikan Sesaat Setelah Dimasukkan Limbah



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS ANDALAS  
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
LABORATORIUM AIR**

Kampus Unand Limau Manis Padang 25163  
Telp. (0751) 7862901, Fax. (0751) 72566

**HASIL ANALISIS**

**No:1 /H.16.8.5.1/AN/2010**

**Kepada,  
Yth. Sdr. Komala Sari  
Di  
Tempat**

Yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan hasil pengujian:

Dari sampel : Limbah Percetakan (Padang Express, Singgalang)

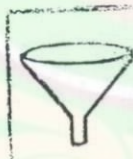
Di ambil oleh : Yang Bersangkutan

Di terima tanggal : 27 Januari 2010

Adalah seperti terlampir pada halaman berikut.

Demikian hasil analisis ini dibuat untuk dapat digunakan seperlunya.

Padang, 2 Februari 2010  
Kepala Laboratorium,



LABORATORIUM AIR  
JURISAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ANDALAS

**Dewi Fitria, MT**  
NIP. 132 309 342

Tembusan:  
1. Arsip



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS ANDALAS  
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
**LABORATORIUM AIR**

Kampus Unand Limau Manis Padang 25163  
Telp. (0751) 7862901, Fax. (0751) 72566

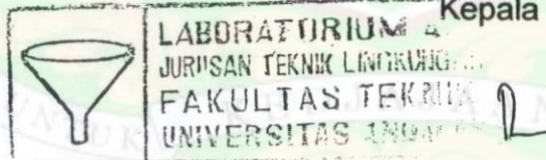
HASIL ANALISIS No : 1/H.16.8.5.1/AN/2010  
SAMPEL : Limbah Percetakan (Padang Express,  
Singgalang)  
PENGIRIM : Yang Bersangkutan  
TANGGAL PENERIMAAN : 27 Januari 2010

No	Parameter	Satuan mg / L	Sampel					Baku Mutu Kemen LH No.51/95	Metoda Analisis
			1	2	3	4	5		
1	Timbal (Pb)	mg/L	1.211	18.84	15.09	12.60	0.90	0.10	SSA
2	Kromium (Cr)	mg/L	1.42	31.15	25.2	20.60	0.27	0.50	SSA
3	Mangan (Mn)	mg/L	1.72	31.45	25.65	18.76	0.68	0.40	SSA
4	Timah (Sn)	mg/L	1.02	45.89	31.27	26.48	0.21	2.00	SSA
5	Kobalt (Co)	mg/L	0.50	13.72	8.39	6.51	0.20	0.10	SSA

Keterangan :

SSA : Spektrofotometer Serapan Atom  
Sampel 1 : Sampel Air Padang Express  
Sampel 2 : Sampel Tanah Padang Express  
Sampel 3 : Sampel Tanah 50 M Padang Express  
Sampel 4 : Sampel Tanah 100 M Padang Express  
Sampel 5 : Sampel Air Singgalang

Padang, 2 Februari 2010  
Kepala Laboratorium,

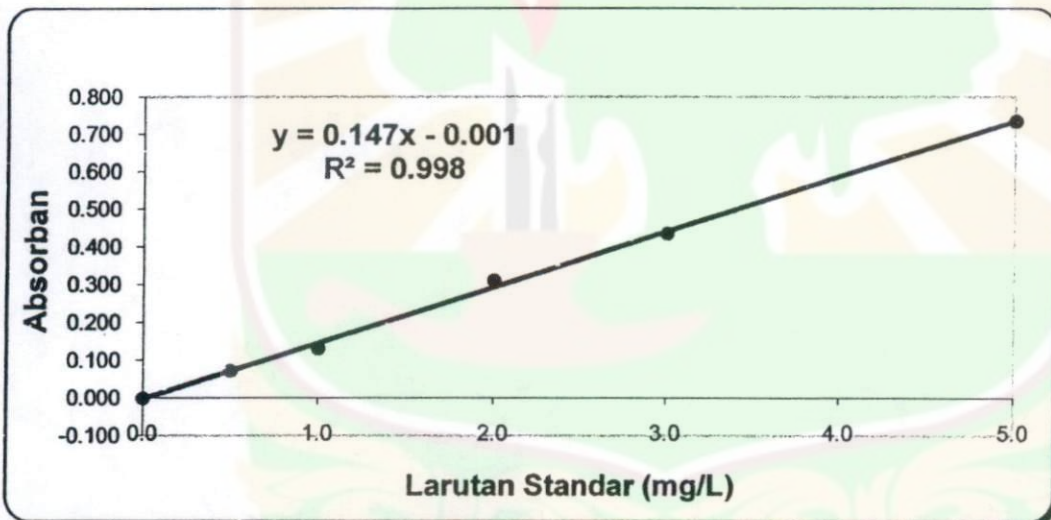


‡ Dewi Fitria, MT  
NIP. 132 309 342

### Larutan Standar Pb

Larutan Standar (mg/L)	Absorban
0	0.000
0.5	0.073
1.0	0.132
2.0	0.311
3.0	0.436
5.0	0.735

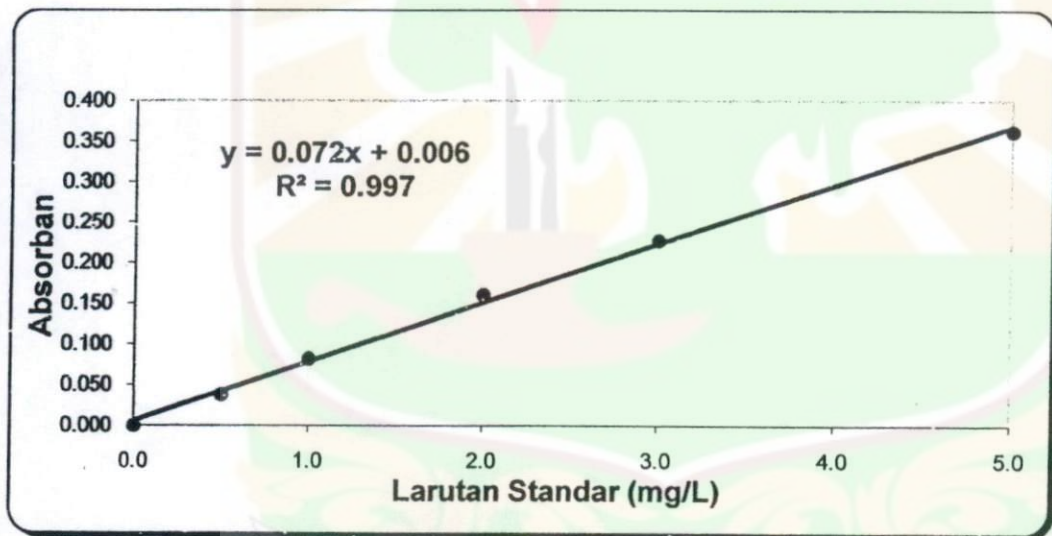
Unsur Pb	Adsorban	C out (mg/L)
air padex	0.180	1.231
tanah padex	0.197	1.347
tanah padex 50 m	0.178	1.218
tanah padex 100 m	0.163	1.116
air singgalang	0.134	0.918
blanko	0.002	0.020



### Larutan Standar Cr

Larutan Standar (mg/L)	Absorban
0	0.000
0.5	0.038
1.0	0.082
2.0	0.160
3.0	0.227
5.0	0.362

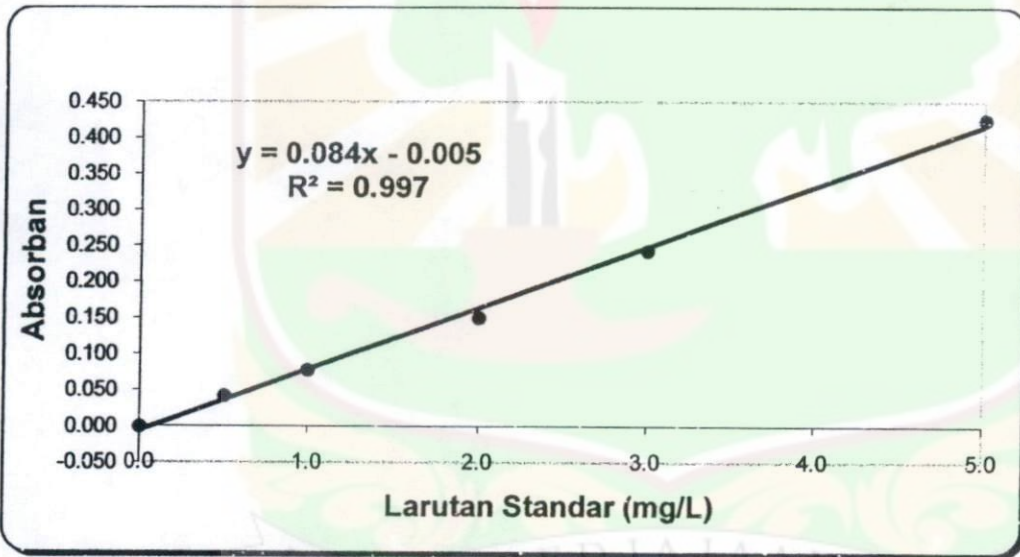
Unsur Cr	Adsorban	C out (mg/L)
air padex	0.112	1.472
tanah padex	0.168	2.250
tanah padex 50 m	0.154	2.056
tanah padex 100 m	0.139	1.847
air singgalang	0.030	0.333
blanko	0.010	0.056



### Larutan Standar Mn

Larutan Standar (mg/L)	Absorban
0	0.000
0.5	0.042
1.0	0.078
2.0	0.150
3.0	0.243
5.0	0.425

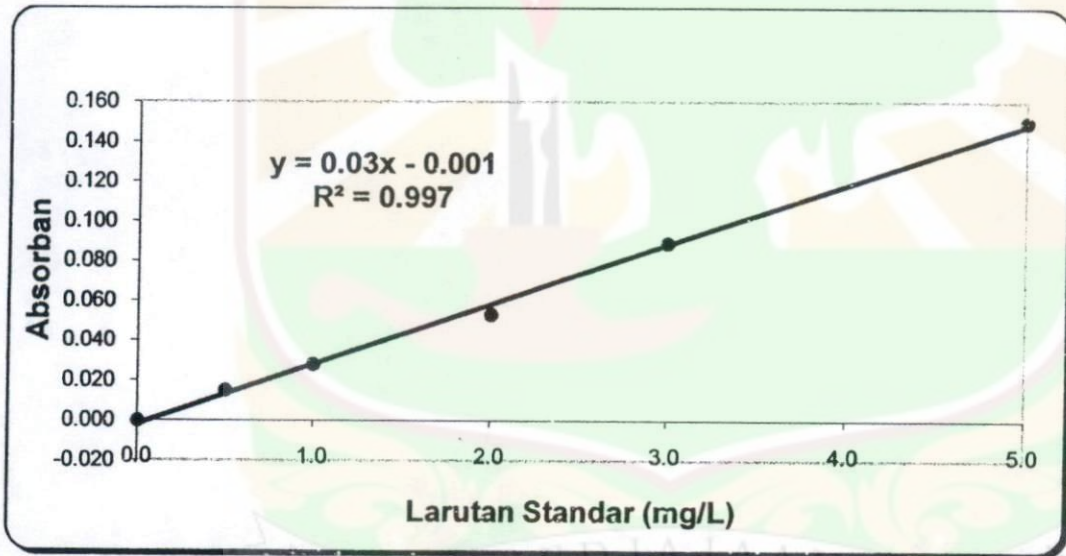
Unsur Mn	Adsorban	C out (mg/L)
air padex	0.145	1.786
tanah padex	0.187	2.286
tanah padex 50 m	0.172	2.107
tanah padex 100 m	0.138	1.702
air singgalang	0.058	0.750
blanko	0.001	0.071



### Larutan Standar Co

Larutan Standar (mg/L)	Absorban
0	0.000
0.5	0.015
1.0	0.028
2.0	0.053
3.0	0.089
5.0	0.150

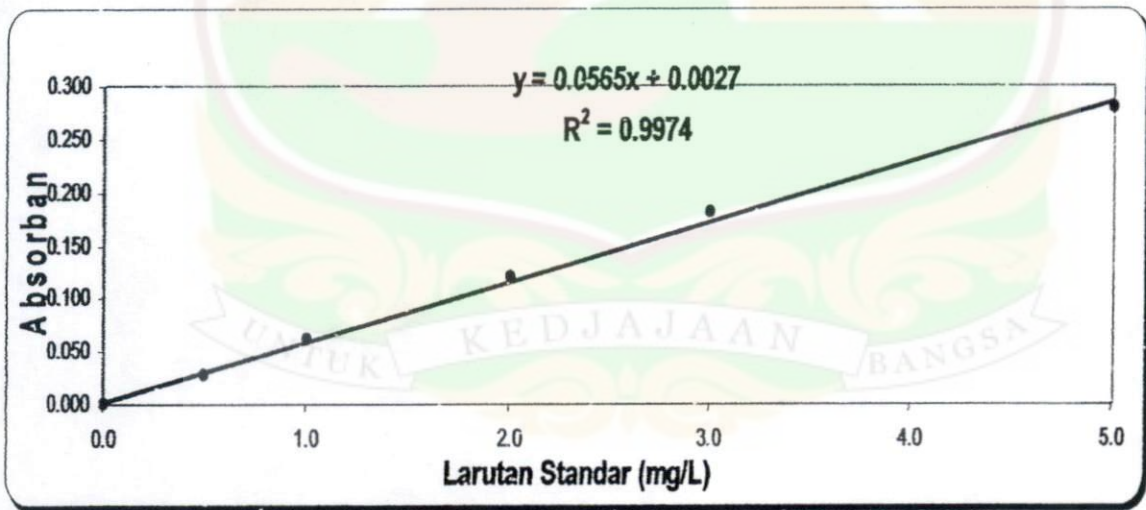
Unsur Co	absorban	C out (mg/L)
blanko	0.001	0.067
air padex	0.016	0.567
tanah padex	0.030	1.033
tanah padex 50 m	0.021	0.733
tanah padex 100 m	0.018	0.633
air sinngalang	0.007	0.267



### Larutan Standar Sn

Larutan Standar (mg/L)	Absorban
0	0.000
0.5	0.027
1.0	0.060
2.0	0.120
3.0	0.180
5.0	0.279

Unsur Sn	Adsorban	C out (mg/L)
air padex	0.060	1.036
tanah padex	0.184	3.250
tanah padex 50 m	0.142	2.500
tanah padex 100 m	0.132	2.321
air singgalang	0.015	0.232
blanko	0.003	0.018





**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS ANDALAS  
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
LABORATORIUM AIR**

Kampus Unand Limau Manis Padang 25163  
Telp. (0751) 7862901, Fax. (0751) 72566

**HASIL ANALISIS**

**No: 2 /H.16.8.5.1/AN/2010**

**Kepada,  
Yth. Sdr. Komala Sari  
Di  
Tempat**

Yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan hasil pengujian:

Dari sampel : Limbah dan Air Sumur Dari Kawasan Percetakan Padang Express  
Dan Singgalang

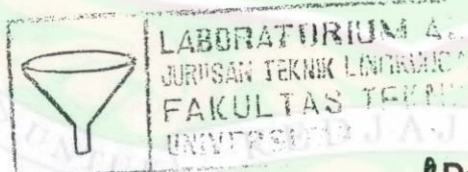
Di ambil oleh : Yang Bersangkutan

Di terima tanggal : 01 Februari 2010

Adalah seperti terlampir pada halaman berikut.

Demikian hasil analisis ini dibuat untuk dapat digunakan seperlunya.

Padang, 12 Februari 2010  
Kepala Laboratorium,



**Dewi Fitria, MT**  
NIP. 132 309 342

Tembusan:  
1. Arsip



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
 FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS ANDALAS  
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**LABORATORIUM AIR**

Kampus Unand Limau Manis Padang 25163  
 Telp. (0751) 7862901, Fax. (0751) 72566

**HASIL ANALISIS No** : 2/H.16.8.5.1/AN/2010  
**SAMPEL** : Limbah Dari Kawasan Percetakan Padek & Singgalang  
**PENGIRIM** : Yang Bersangkutan  
**TANGGAL PENERIMAAN** : 01 Februari 2010

No	Parameter	Satuan	Sampel Padek											Baku Mutu PP No 82 / 2001 Kls II	Metoda Analisis
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	DO	mg/L	5.4	4.7	3.4	3.3	3.5	3.4	3.1	3.3	3.1	3.0	3.0	4	WQC
2	PH		6.85	7.29	6.88	7.53	6.88	6.9	6.92	6.95	6.99	7.42	7.52	6-9	PH meter
3	Suhu	°C	25.3	25.2	26.7	25.1	26.8	26.9	27.4	27.5	27.9	25.1	25.2	-	PH meter

No	Parameter	Satuan	Sampel Singgalang											Baku Mutu PP No 82 / 2001 Kls II	Metoda Analisis
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	DO	mg/L	5.4	5.0	3.7	3.5	3.4	3.2	3.1	3.3	3.1	3.0	3.0	4	WQC
2	PH		6.85	6.85	7.01	6.73	6.95	6.88	6.9	6.95	7.03	6.57	6.68	6-9	PH meter
3	Suhu	°C	25.3	25.3	28.1	25.3	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	25.2	25.2	-	PH meter

Keterangan :

WQC : Water Quality Checker

1,2,3...9, 10 : Konsentrasi 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, dan 100%.

Padang, 12 Februari 2010  
 Kepala Laboratorium,



LABORATORIUM AIR  
 JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
 FAKULTAS TEKNIK  
 UNIVERSITAS ANDALAS  
**Dewi Fitria, MT**  
 NIP. 132 309 342



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS ANDALAS  
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
**LABORATORIUM AIR**

Kampus Unand Limau Manis Padang 25163  
Telp. (0751) 7862901, Fax. (0751) 72566

**HASIL ANALISIS No** : 2/H.16.8.5.1/AN/2010  
**PENGIRIM** : Yang Bersangkutan  
**SAMPEL** : Air Sumur Dari Kawasan Percetakan  
Padang Express Dan Singgalang  
**TANGGAL PENERIMAAN** : 01 Februari 2010

No	Parameter	Satuan mg / L	Sampel						Baku Mutu PP No 82 / 2001Kls II	Metoda Analisis
			1	2	3	4	5	6		
1	Timbal (Pb)	mg/L	0.184	0.116	0.061	0.333	0.136	0.08	0.03	SSA
2	Kromium (Cr)	mg/L	0.292	0.181	0.014	0.222	0.153	0.028	0.05	SSA
3	Mangan (Mn)	mg/L	0.548	0.286	0.143	0.750	0.369	0.190	0.1	SSA
4	Timah (Sn)	mg/L	0.089	0.071	0.036	0.125	0.089	0.054	0.3	SSA
5	Kobalt (Co)	mg/L	0.567	0.300	0.133	0.767	0.567	0.267	0.2	SSA

Keterangan :

- SSA : Spektrofotometer Serapan Atom  
Sampel 1 : Sampel Air Sumur 25 M Dari Kawasan Percetakan Padang Express  
Sampel 2 : Sampel Air Sumur 50 M Dari Kawasan Percetakan Padang Express  
Sampel 3 : Sampel Air Sumur 100 M Dari Kawasan Percetakan Padang Express  
Sampel 4 : Sampel Air Sumur 25 M Dari Kawasan Percetakan Singgalang  
Sampel 5 : Sampel Air Sumur 50 M Dari Kawasan Percetakan Singgalang  
Sampel 6 : Sampel Air Sumur 100 M Dari Kawasan Percetakan Singgalang

Padang, 12 Februari 2010  
Kepala Laboratorium,



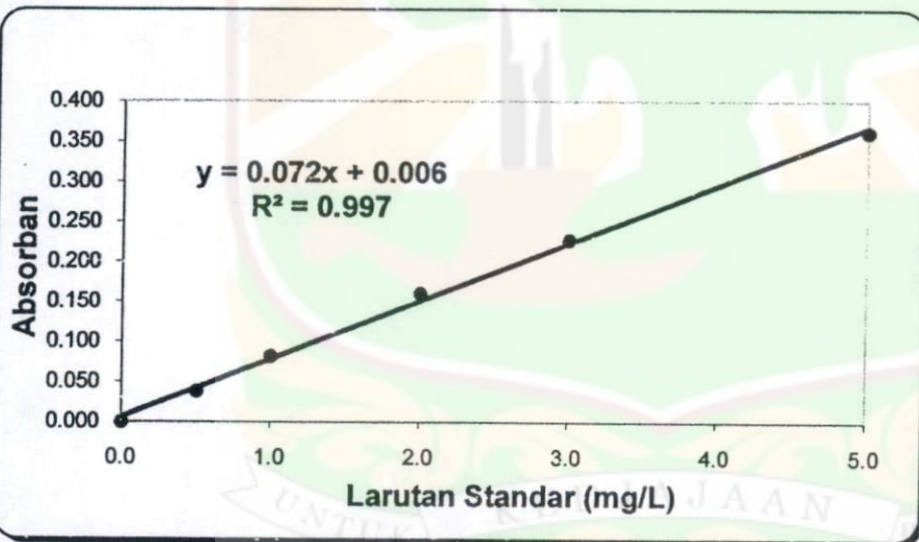
LABORATORIUM AIR  
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK

*Dewi*  
Dewi Fitria, MT  
NIP. 132 309 342

### Larutan Standar Cr

Larutan Standar (mg/L)	Absorban
0	0.000
0.5	0.038
1.0	0.082
2.0	0.160
3.0	0.227
5.0	0.362

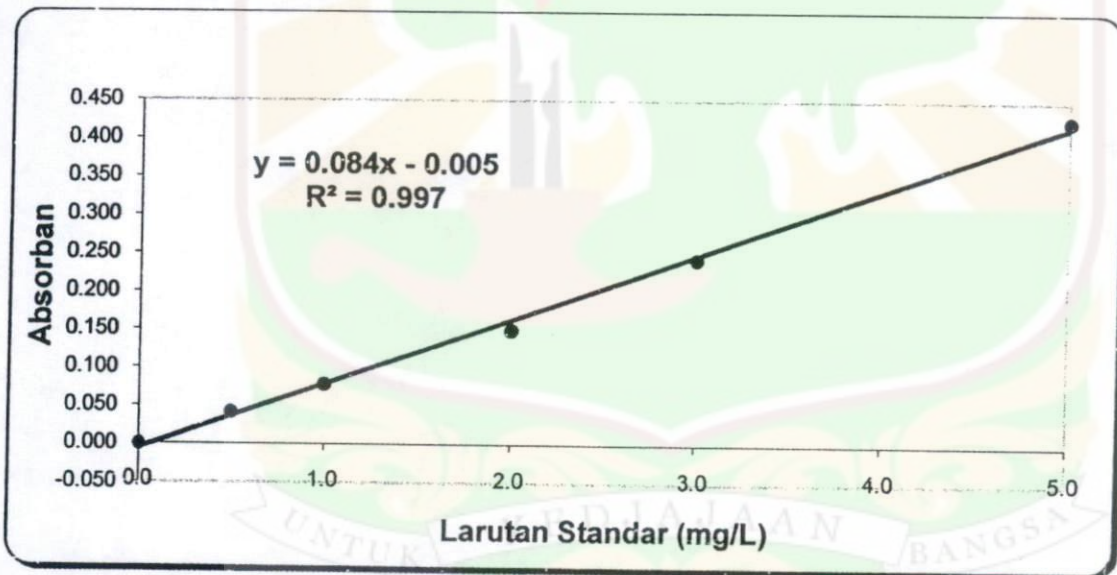
Unsur Cr	Adsorban	C out (mg/L)	Hasil Akhir
blanko	0.007	0.014	
sumur padex 25 m	0.028	0.306	0.292
sumur padex 50 m	0.020	0.194	0.181
sumur padex 100 m	0.008	0.028	0.014
sumur singgalang 25 m	0.023	0.236	0.222
sumur singgalang 50 m	0.018	0.167	0.153
sumur singgalang 100 m	0.009	0.042	0.028



### Larutan Standar Mn

Larutan Standar (mg/L)	Absorban
0	0.000
0.5	0.042
1.0	0.078
2.0	0.150
3.0	0.243
5.0	0.425

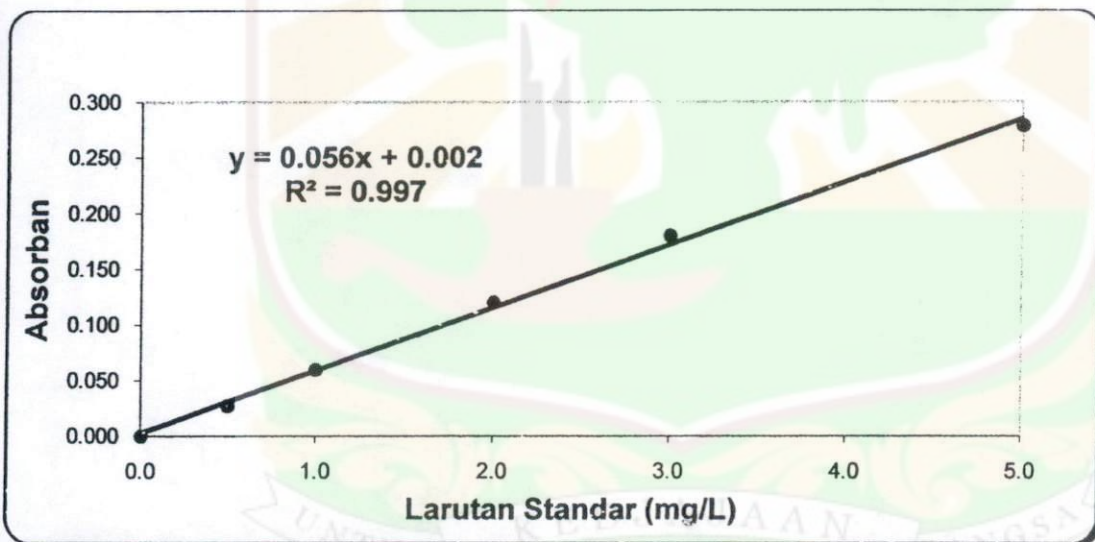
Unsur Mn	Adsorban	C out (mg/L)	Hasil Akhir
blanko	0.004	0.107	
sumur padex 25 m	0.050	0.655	0.548
sumur padex 50 m	0.028	0.393	0.286
sumur padex 100m	0.016	0.250	0.143
sumur singgalang 25 m	0.067	0.857	0.750
sumur singgalang 50 m	0.035	0.476	0.369
sumur singgalang 100 m	0.020	0.298	0.190



### Larutan Standar Sn

Larutan Standar (mg/L)	Absorban
0	0.000
0.5	0.027
1.0	0.060
2.0	0.120
3.0	0.180
5.0	0.279

Unsur Sn	Adsorban	C out (mg/L)	Hasil Akhir
blanko	0.003	0.018	
sumur padex 25 m	0.008	0.107	0.089
sumur padex 50 m	0.007	0.089	0.071
sumur padex 100 m	0.005	0.054	0.036
sumur singgalang 25 m	0.010	0.143	0.125
sumur singgalang 50 m	0.008	0.107	0.089
sumur singgalang 100 m	0.006	0.071	0.054



### Larutan Standar Co

Larutan Standar (mg/L)	Absorban
0	0.000
0.5	0.015
1.0	0.028
2.0	0.053
3.0	0.089
5.0	0.150

Unsur Co	absorban	C out (mg/L)	Hasil Akhir
blanko	0.001	0.067	
sumur padex 25 m	0.018	0.633	0.567
sumur padex 50 m	0.010	0.367	0.300
sumur padex 100 m	0.005	0.200	0.133
sumur singgalang 25 m	0.024	0.833	0.767
sumur singgalang 50 m	0.018	0.633	0.567
sumur singgalang 100 m	0.009	0.333	0.267

