

# SKRIPSI

PENGARUH PEMBERIAN LIMBAH CAIR PABRIK  
PENYAMAKAN KULIT TERHADAP PERUBAHAN  
HISTOPATOLOGIK OTAK TIKUS PUTIH  
( *RATTUS NORVEGICUS* )



OLEH :

*Windarti*

BLITAR – JAWA TIMUR

**FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
S U R A B A Y A  
1 9 9 7**

**PENGARUH PEMBERIAN LIMBAH CAIR PABRIK  
PENYAMAKAN KULIT TERHADAP PERUBAHAN  
HISTOPATOLOGIK OTAK TIKUS PUTIH  
(*Rattus Norvegicus*)**

Skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Kedokteran Hewan  
pada  
Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga

Oleh

Windarti

---

Nim. 069211829

Menyetujui

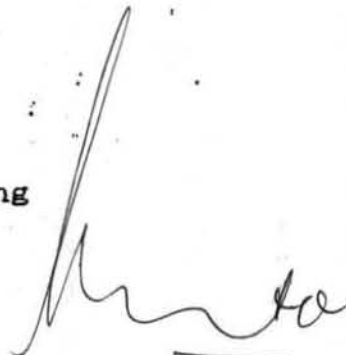
Komisi Pembimbing



---

Mohamad Moenif, M.S, Drh

Pembimbing pertama



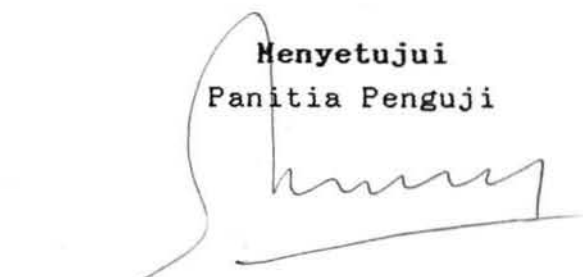
---

Prof. Dr. Mustahdi S., M.Sc

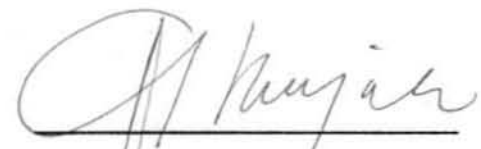
Pembimbing kedua


Setelah mempelajari dan menguji dengan sungguh-sungguh, kami berpendapat bahwa tulisan ini baik ruang lingkup maupun kualitasnya dapat diajukan sebagai skripsi untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Hewan.

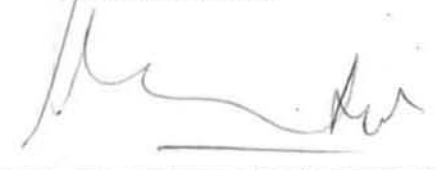
Menyetujui  
Panitia Penguji

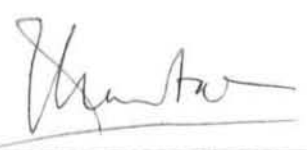
  
\_\_\_\_\_  
(Garry Cores de Vries, M.Sc., Drh)

Ketua

  
\_\_\_\_\_  
(Ajik Azmijah, SU., Drh)  
Sekretaris

  
\_\_\_\_\_  
(Moh. Hoenif, M.S., Drh)  
Anggota

  
\_\_\_\_\_  
(Prof. Dr. Mustahdi S., M.Sc., Drh)  
Anggota

  
\_\_\_\_\_  
(Eka Pramytha H., M.Kes., Drh)  
Anggota

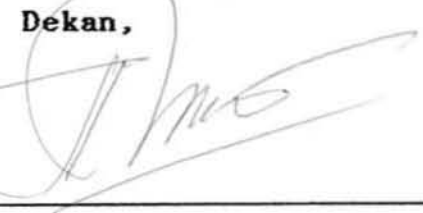
Surabaya, 23 Juli 1997

Fakultas Kedokteran Hewan

Universitas Airlangga

Dekan,



  
\_\_\_\_\_  
Prof. H. Rochiman Sasmita, M.S., Drh

NIP. 130350739

PENGARUH PEMBERIAN LIMBAH CAIR PABRIK  
PENYAMAKAN KULIT TERHADAP PERUBAHAN  
HISTOPATOLOGIK OTAK TIKUS PUTIH  
(*Rattus Norvegicus*)

Windarti

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah pemberian limbah cair pabrik penyamakan kulit secara *invivo* berpengaruh terhadap perubahan histopatologik otak tikus putih.

Hewan percobaan yang digunakan sebanyak 18 ekor tikus putih jantan yang berumur kurang lebih 1,5 bulan. Tikus-tikus percobaan tersebut dibagi menjadi tiga tingkat perlakuan yaitu: pemberian air PDAM ( $P_0$ ), pemberian limbah cair pabrik penyamakan kulit ( $P_1$ ), dan pemberian air sungai yang tercemar limbah cair pabrik penyamakan kulit ( $P_2$ ). Setelah 36 hari, tikus putih dibunuh dan dibuat preparat histopatologik otak. Hasil pemeriksaan histopatologik otak diberi skor kemudian diuji dengan uji Kruskal-Wallis.

Setelah dianalisis hasilnya menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang sangat nyata ( $P > 0,01$ ) antara perlakuan dengan pemberian air PDAM, pemberian dengan limbah cair pabrik penyamakan kulit dan pemberian dengan air sungai yang tercemar limbah cair pabrik penyamakan kulit.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karuniaNya yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Adapun penulisan skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Hewan pada Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan tersusun tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dekan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga, Surabaya beserta staf pimpinan.
2. Bapak Mohamad Moenif, M.S., Drh., sebagai dosen pembimbing I dan Bapak Prof.Dr. Mustahdi S.,M.Sc sebagai dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan petunjuk dan bimbingan yang berharga dalam penyusunan skripsi ini.
3. Seluruh staf pengajar Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga yang telah membekali ilmu pengetahuan kepada penulis selama ini.
4. Ayah (alm.) dan Ibu tercinta, kakak, adik, dan teman-teman yang telah memberikan semangat dan dukungan serta doanya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Akhirnya penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini berguna bagi pembaca.

Surabaya, April 1997

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1. 1. Latar Belakang Permasalahan.....	1
1. 2. Perumusan Masalah.....	4
1. 3. Tujuan Penelitian.....	4
1. 4. Landasan Teori.....	4
1. 5. Hipotesis Penelitian.....	5
1. 6. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2. 1. Tinjauan Pabrik dan Proses Pengolahan Dalam industri penyamakan kulit.....	6
2. 2. Pengolahan Limbah Cair .....	7
2. 3. Tinjauan Otak Dan Fungsinya.....	9
2. 4. Analisis Limbah Cair Pabrik Penyamakan Kulit .....	13
BAB III MATERI DAN METODE.....	21
3. 1. Tempat Dan Waktu Penelitian.....	21
3. 2. Materi Penelitian.....	21
3. 3. Metode Penelitian.....	22
3. 4. Perubahan Yang Diamati.....	22
3. 5. Rancangan Penelitian Dan Analisis Data....	23

BAB IV HASIL PENELITIAN.....	24
BAB V PEMBAHASAN.....	26
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	32
6. 1. Kesimpulan.....	32
6. 2. Saran.....	32
RINGKASAN.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	35



DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Skor Perubahan Histopatologik Otak Tikus Putih dari tiga Perlakuan.....	24

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Prosedur Pembuatan Preparat Histologi.....	39
2. Tingkat Perubahan Dan Jumlah Skor Histopatologi Otak Kelompok P <sub>0</sub> .....	43
3. Tingkat Perubahan Dan Jumlah Skor Histopatologi Otak Kelompok P <sub>1</sub> .....	44
4. Tingkat Perubahan Dan Jumlah Skor Histopatologi Otak Kelompok P <sub>2</sub> .....	45
5. Data Perubahan Histopatologi Otak Tikus Putih Yang Diberi Beberapa Perlakuan.....	46
6. Hasil Pemeriksaan Kimia Limbah Cair Pabrik Penyamakan Kulit PT Rajawali Nusindo Tahun 1996.....	49
7. Hasil Pemeriksaan Kimia Air Sungai Buntung Didaerah Sidoarjo Tahun 1996.....	50

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Gambaran Normal Histopatologik Otak Tikus Putih (Pembesaran 200X).....	51
2. Gambaran Histopatologik Otak Tikus Putih (Pembesaran 200X) Tampak Adanya Kongesti Pada Perlahan Dengan Pemberian Limbah Cair Pabrik Penyamakan Kulit.....	51
3. Gambaran Histopatologik Otak Tikus Putih (Pembesaran 200X) Tampak Adanya Kongesti Pada Perlahan Dengan Pemberian Air Sungai Yang Tercemar Limbah Cair Pabrik Penyamakan Kulit.....	52

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang Permasalahan

Tujuan jangka panjang pembangunan Indonesia adalah membangun manusia Indonesia seutuhnya dan membangun masyarakat umumnya. Proses pembangunan merombak sumber alam menjadi lingkungan buatan manusia dapat menimbulkan dampak berupa pencemaran dan kerusakan lingkungan. Pembangunan di bidang industri, diharapkan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Meskipun demikian jika perumusan kebijaksanaan pembangunan industri tidak memasukkan unsur-unsur pertimbangan yang berwawasan lingkungan, maka tiga unsur utama dalam ekosistem yaitu air, udara, dan tanah akan mengalami penurunan kualitas pokok akibat pencemaran oleh bahan sisa buangan atau limbah yang secara langsung ataupun tidak langsung dapat mengganggu kesehatan lingkungan. Sementara itu terdapat banyak kegiatan yang sudah merusak lingkungan dan memberi dampak pencemaran yang melewati ambang batas yang layak (Djojowidagdo, 1990).

Selama Repelita V perlu diambil langkah-langkah agar pencemaran dan kerusakan lingkungan dapat dipulihkan di bawah ambang batas baku mutu lingkungan. Salah satunya adalah dikeluarkannya PP No 19 Tahun 1994 tentang Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Dengan dikeluarkannya PP ini, semua pihak yang menghasilkan Limbah Bahan Berbahaya dan

Beracun, maupun pihak-pihak yang termasuk dalam pengelolaan B3 harus mentaatinya (Anonimus, 1994). Tetapi kendala yang masih timbul yaitu koordinasi yang belum padu dan respon para industriwan dalam penanganan limbah pabriknya yang belum mantap (Djojowidagdo, 1990).

Pada kegiatan industri, misalnya pada industri penyamakan kulit, limbah yang dihasilkan mulai dari industri hulu sampai hilir dapat dikelompokkan menjadi 3, yaitu:

1. Limbah gas dan debu halus yang masuk ke udara.
2. Limbah yang larut maupun tersuspensi ke dalam air yang disebut limbah cair.
3. Limbah yang padat maupun lumpur yang disebut limbah padat (Djojowidagdo, 1990).

Adapun limbah cair dari tahap-tahap proses penyamakan kulit yang akan ditampung dalam bak-bak tersendiri berasal dari tahap proses perendaman, pengapuran, buang kapur, *bathing*, pengasaman, penyamakan krom, dan tahap penyelesaian termasuk pengecatan dasar dan tutup. Dari limbah cair tersebut yang dapat mencemari dan berbahaya bagi lingkungan hidup adalah yang mengandung bahan anorganik ataupun logam berat antara lain Cr, As, Pb, Cd dan Hg (Reksohadiprojo, 1989). Logam tersebut dapat menyebabkan timbulnya suatu bahaya bagi makhluk hidup jika ditemukan dalam konsentrasi tinggi pada lingkungan (air, tanah dan udara), karena logam tersebut tidak diuraikan oleh mikroorganisme dan dapat diakumulasikan dalam tubuh (ginjal, hati, lemak, otak) sehingga mempunyai sifat merusak jaringan tubuh makhluk

hidup. Dari penelitian Hendriani (1997) disimpulkan bahwa pemberian limbah cair pabrik penyamakan kulit sebagai air minum pada tikus putih menyebabkan perubahan histopatologik ginjalnya berupa kongesti vena-arteri interlobularis, kongesti pada glomerulus dan diantara tubulus serta degenerasi sel tubulus.

Pengolahan limbah cair bertujuan untuk mengurangi kandungan zat pencemar sampai batas terendah, sehingga memenuhi ambang batas yang ditentukan dan baku mutu air, akan tetapi juga harus diingat biaya pengolahan limbah tersebut sedapat mungkin harus ekonomis. Banyak sekali kerja riset yang telah dilakukan untuk mengembangkan metode-metode yang memuaskan untuk penanganan secara terpisah terhadap buangan pabrik penyamakan kulit dengan metode-metode biologik konvensional seperti saringan tetes dan proses endapan yang diaktifkan, tetapi sejauh ini pelaksanaannya tidak begitu berhasil (Mahida, 1986).

Bagi negara sedang berkembang seperti Indonesia, harus dicari cara yang murah dan efektif misalnya pembersihan limbah pabrik penyamakan kulit dengan enceng gondok. Enceng gondok ini kemudian dapat dimanfaatkan untuk membuat biogas (Bitner, 1993).

Untuk menguji air limbah yang akan dibuang ke sungai Buntung oleh pabrik penyamakan kulit di daerah Sidoarjo, penulis meneliti Pengaruh Pemberian Air Limbah secara *invivo* kepada tikus putih sebagai hewan model untuk melihat efek kesehatan pada manusia dengan parameter histopatologik otak. Dengan harapan jika terbukti bahwa

hasil yang diperoleh tidak berpengaruh terhadap gambaran histopatologik otak, penulis ingin menginformasikan kepada pihak lain agar dipergunakan sistem penanganan limbah pabrik penyamakan kulit seperti yang digunakan oleh pabrik penyamakan kulit di daerah Sidoarjo.

### 1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini dilakukan untuk mengetahui: apakah pemberian effluen limbah pabrik penyamakan kulit sebagai air minum pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) dapat menyebabkan terjadinya perubahan histopatologik pada otaknya.

### 1.3. Tujuan Penelitian

1. Melihat efek limbah pabrik penyamakan kulit pada organ penting yaitu otak hewan percobaan.
2. Membandingkan keadaan parameter hewan coba dengan kontrol.

### 1.4. Landasan Teori

Dalam industri penyamakan kulit, selain menghasilkan produk komoditi kulit yang dapat diperdagangkan juga menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan sekitar (Djojowidagdo, 1990). Limbah industri penyamakan kulit digolongkan sebagai bahan berbahaya dan beracun (B3) (Anonimus, 1994).

Salah satu bahan berbahaya dan beracun yang terkandung dalam limbah tersebut adalah logam-logam berat (Pb, Cd, As, Cr, Hg). Logam-logam tersebut merupakan toksikan bagi mahluk hidup. Menurut Lu, (1995) selain menyebabkan efek lokal di tempat kontak, suatu toksikan akan menyebabkan kerusakan bila diserap oleh organisme. Toksikan bila masuk dalam tubuh akan diabsorpsi, didistribusi, diakumulasi, didetoksifikasi dan dieliminasi.

Merkuri dan timbal jika terakumulasi dalam otak dapat menyebabkan gangguan pada susunan syaraf. Setelah tingkat pajanan tinggi, terjadi kerusakan pada arteri dan kapiler, oedema otak, degenerasi neuron dan perkembangan sel glia (Lu, 1995).

### 1.5. Hipotesis Penelitian

Berkaitan dengan permasalahan tersebut maka hipotesis yang diajukan adalah terdapat pengaruh pemberian limbah cair pabrik penyamakan kulit di Sidoarjo terhadap gambaran histopatologik otak tikus putih (*Rattus norvegicus*).

### 1.6. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang bahaya limbah industri jika penanganannya belum benar.
2. Mendapat gambaran jelas tentang pengaruh limbah industri pada kesehatan.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tinjauan Pabrik dan Proses Pengolahan dalam Industri Penyamakan Kulit

Industri penyamakan kulit di daerah Sidoarjo ini terletak di Desa Tanjungsari Kecamatan Taman kurang lebih 30 Km dari Surabaya. Lokasi pabrik menempati areal perindustrian kurang lebih 450 meter dari jalan utama Surabaya - Mojokerto. Kegiatan lain yang berada di sekitarnya adalah kegiatan industri dan sebagian lagi daerah pemukiman dan persawahan (Anonimus, 1993). Sketsa lokasi proyek dan sekitarnya dapat dilihat pada lampiran.

Tahap awal proses penyamakan adalah perendaman yang bertujuan mengembalikan kulit awetan menjadi kulit mentah segar seperti semula. Sebelumnya dilakukan pra perendaman (*presoaking*) untuk mengurangi limbah padat dari komponen kulit yang larut dalam perendaman. Air yang digunakan pada perendaman lebih banyak dibanding air pada pra perendaman.

Perendaman dalam larutan kapur bertujuan agar dapat dilakukan pembelahan sejajar permukaan kulit untuk mengurangi ketebalan sesuai dengan keinginan penyamak. Selanjutnya dilakukan buang kapur dan menurunkan pH.

Setelah pH sekitar 8, dilakukan proses enzimatis (*bathing*). Di sini komponen-komponen kulit yang berupa lemak, protein globulan, elastin, gelatin akan tercerna oleh aktivitas enzim.

Proses pengasaman bertujuan untuk menghentikan kerja enzim yang terkandung dalam bahan *bathing*. Dengan demikian proses digesti komponen-komponen kulit yang bukan serabut kolagen dihentikan. Pada proses ini digunakan asam formiat, asam sulfat, dan garam dalam perbandingan tertentu. Pengasaman ini bertujuan menyiapkan proses selanjutnya yaitu penyamakan kulit. Komponen kulit yang larut dalam asam akan larut dalam cairan limbah yang dihasilkan proses ini (Anonimus, 1977).

Proses penyamakan selanjutnya adalah: proses pengetaman, proses penetralan dengan penambahan  $\text{NaHCO}_3$ , proses pembasahan dengan minyak, proses pengeringan, pelembaban, peregangan dan proses penyelesaian yang berupa penyamakan krom dan pengecatan dasar (Djojowidagdo, 1990). Proses tersebut akan menghasilkan limbah cair. Limbah dari proses pengecatan dasar yaitu sisa cat, mengandung logam-logam berat yang dapat membahayakan lingkungan.

## 2.2. Pengolahan Limbah Cair

Garis besar pengelolaan limbah cair dengan teknologi tinggi adalah sebagai berikut (David, 1984):

1. Limbah cair setelah melalui tahap penyaringan kasar dan halus untuk memisahkan limbah padat kasar dan halus, dialirkan ke bak penampungan tertutup.
2. Dalam bak penampungan dibiarkan dalam waktu yang cukup lama, terjadi dekomposisi bahan-bahan organik oleh

bakteri anaerob. Gas yang timbul dihisap dengan pompa hisap dimasukkan ke cerobong tertutup. Dari ruang cerobong bagian atas disemprotkan NaOH cair ke arah bawah, akan mengubah gas  $H_2S$  menjadi  $Na_2S$  yang mengendap dan terkumpul di bagian bawah ruang cerobong.  $Na_2S$  yang dihasilkan dapat digunakan untuk proses buang kapur pada penyamakan kulit berikutnya.

3. Limbah cair dari bak proses biologik dan kimiawi (butir 2), dipindahkan ke bak stabilisasi (netralisasi) dengan penambahan garam alumunium ( $Al_2SO_4$ ), kemudian ke bak koagulasi dengan menambah zat koagulan.
4. Limbah cair setelah melalui proses (butir 3), dialirkan ke bak pengendapan awal. Air limbah dari bak pengendapan awal dialirkan ke bak aerasi.
5. Dalam bak aerasi dibiakkan bakteri aerob dan ke dalam limbah diinfiltrasi gas  $O_2$ . Dalam bak ini terjadi proses pencernaan bahan organik oleh bakteri aerob, terjadi pemisahan padatan halus dengan air limbah. Air limbah relatif jernih dibandingkan sebelumnya.
6. Air limbah yang relatif lebih jernih dipisahkan, dialirkan ke bak aerasi berikutnya, air limbah yang masih mengandung bakteri aerob dapat digunakan untuk pengolahan limbah (butir 5) pada proses berikutnya.
7. Setelah melalui proses aerasi, air yang melimpah dari bak (butir 6), dialirkan ke bak penyaringan yang berturut-turut berisi ijuk, koral, pasir, dan arang

tempurung kelapa. Isian ini berguna untuk menjernihkan air limbah dan menghilangkan bau.

8. Air limbah setelah melalui proses (butir 7) diaerasi lagi, kemudian dialirkan ke dalam kolam ikan. Sebaiknya dialirkan dulu ke kolam yang luas yang ditumbuhi oleh tumbuhan air. Setelah melewati kolam ikan, air limbah baru dibuang ke sungai.

### 2.3. Tinjauan Otak dan Fungsinya

Berat otak manusia dewasa rata-rata sekitar 1400 gram, atau sekitar 2% dari seluruh berat badan. Substansi setengah padat dan berwarna kelabu kemerahan ini terbungkus secara berlapis-lapis oleh tiga selaput dan yang dikenal sebagai selaput otak (*mening*) dan terlindung oleh bungkus luar yang kaku yaitu tengkorak. Dari otak ke arah luar *mening* itu ialah *piameter*, *arachnoid*, dan *durameter*. Otak mengapung dalam suatu cairan yaitu cairan serebrospinal, ini menunjang otak yang lembek dan halus itu dan bekerja sebagai penyerap guncangan akibat pukulan dari luar terhadap kepala.

Konsistensi otak ialah seperti gelatin karena jaringan syarafnya yang lembek dipersatukan dan ditunjang oleh hanya sedikit matrik jaringan penyambung. Disebabkan sedikitnya jaringan penyambung, maka jaringan otak tidak dapat dijahit. (Noback, 1991).

Otak merupakan bagian sistem syaraf pusat yang jauh lebih rumit. Otak hampir memadati semua ruang yang

tersedia di dalam *cavum cranii* sehingga struktur permukaan tertentu krista atau depresi pada aspek internal tulang-tulang kranium. Otak terdiri dari lima bagian utama yaitu secara berurutan: *medulla oblongata*, *mesencephalon*, *cerebellum*, dan *cerebrum* (hemispherium cerebri). Ketiga bagian yang pertama secara keseluruhan disebut batang otak yang merupakan tempat dari sejumlah besar hubungan sentral *nn. cranialis* dan stasiun sel atau nuclei (Dixon, 1986).

Batang otak mentransmisikan semua serabut sensorik dan motorik yang melintas antara otak dan *chorda spinalis*. Beberapa nukleus di dalam batang otak mengontrol aktivitas tubuh yang penting. Fungsi *medulla oblongata* adalah : sebagai pusat pengaturan jantung, pernafasan, vasomotor, pusat reflek muntah, batuk, bersin, dan menelan. Daerah-daerah pada batang otak disebut pusat vital dan bila terkena trauma akan berakibat fatal. (Wilson, 1990).

Fungsi utama dari *cerebellum* adalah : mengkoordinasi aktivitas muskuler baik pada pergerakan maupun postur atau disebut juga sebagai pengatur keseimbangan. Trauma yang mengenai *cerebellum* ditandai dengan hilangnya kemampuan koordinasi, kesulitan bicara, limbung, kerja otot, dan hilangnya tonus otot (Dixon, 1986).

Fungsi *cerebrum* adalah : mengatur aktivitas mental meliputi memori intelegensi, perasaan tanggung jawab, berfikir, dan moral ; menerima rangsang termasuk rasa

sakit, temperatur, sentuhan, penglihatan, pendengaran, rasa, dan bau ; inisiasi dan kontrol dari kontraksi otot voluntari (Wilson, 1990).

Sel utama dalam susunan syaraf adalah neuron serta aksonnya. Struktur sel ini bertanggung jawab terhadap penghantaran impuls syaraf. Struktur penyangganya terutama terdiri atas berbagai jenis sel glia. Sel glia tidak punya daya hantar tetapi dapat bereproduksi. Sel glia terdiri dari astrosit, oligodendrosit, dan mikroglia. Astrosit membantu mempertahankan lingkungan mikro disekitar neuron dan mendukung sawar darah otak. Oligodendrosit kaya lipid sehingga berperan sebagai sarung mielin. Mikroglia berperan sebagai makrofag pada sistem saraf pusat. Lewat aksonnya neuron dihubungkan dengan neuron lain pada dendritnya (Lu, 1995).

Banyak darah yang perlu disediakan untuk memelihara otak yang selalu aktif. Aliran darah tidak mutlak seragam, namun selalu dalam jumlah besar. Otak memerlukan kira-kira seperlima jumlah darah yang dipompa oleh jantung (sepertiga curah jantung bagian kiri), sebab otak menghabiskan sekitar 20% dari jumlah oksigen yang digunakan tubuh. Kebutuhan akan aliran darah yang sebesar ini oleh karena otak memiliki hanya sedikit cadangan metabolik dan memperoleh energinya hampir semata-mata dari glukosa. Otak menggunakan kira-kira seperlima dari diit sebesar 2000 Kcal. Otak normal tidak pernah istirahat maka harus dipertahankan oleh aliran darah yang konstan,

karena tuntutan otak tetap sama baik pada saat orang istirahat, tidur, berfikir atau melamun (Noback, 1991).

Aliran darah ke otak terutama diatur oleh efek hasil metabolik dalam aliran darah terhadap tonus vaskulus (arteriola) pembuluh darah serebrum (Noback, 1991). Namun demikian tidak semua substansi yang digunakan dan dihasilkan proses metabolik dapat disampaikan ke susunan syaraf, karena adanya rintangan pada lintasan vaskuler ke otak yang disebut sawar darah otak (*Blood Brain Barrier*). Sawar darah otak memisahkan dua kompartemen utama dari susunan syaraf yaitu otak dan *liquour cerebrospinalis* dari kompartemen ketiga yaitu darah (Mardjono & Sidharta, 1978). Sawar darah otak berada di dinding kapiler. Di sana sel-sel endotel kapiler bertaut rapat sehingga hanya sedikit atau tak ada pori-pori di antara sel-sel itu (Bradbury, 1984). Sawar darah otak efektif menangkal berbagai neurotoksin misalnya toksin kuman difteri, stafilokokkus, dan tetanus (Lu, 1995).

Dalam keadaan sehat proses metabolik tidak saja menghasilkan substansi organik yang diperlukan untuk kehidupan organisme (anabolik) tetapi juga meninggalkan sampah (katabolit) yang bersifat racun. Gangguan metabolisme susunan syaraf pada umumnya merupakan kelanjutan dari gangguan metabolisme umum (Mardjono & Sidharta, 1978).

dengan kadarnya dalam alat-alat tubuh lain, oleh karena itu mekanisme transfer toksikan dari darah ke otak bukan melalui pengikatan protein, tetapi penetrasi toksikan ke dalam otak bergantung pada daya larut lipidnya (Lu, 1995).

#### 2.4. Analisis Limbah Cair Pabrik Penyamakan Kulit

Dari analisis limbah cair proses penyamakan kulit terdapat logam-logam berat antara lain Pb, As, Hg, Cd, Cr sebagai hasil dari penyamakan krom dan pengecatan dasar. Logam-logam berat tersebut bersifat toksik dan membahayakan lingkungan (Mulyati & Suryaningsih, 1990; Anonimus, 1985).

##### Timbal (Pb)

Timbal lebih tersebar luas dibanding kebanyakan logam toksik lainnya. Kadarnya dalam lingkungan meningkat karena penambangan, peleburan, pembersihan, dan berbagai penggunaan dalam industri.

Dalam industri timbal digunakan sebagai zat tambahan bahan bakar dan pigmen dalam cat. Penggunaan dalam aki mobil dan kabel tidak banyak berkurang. Peralatan makan keramik berglasur merupakan sumber timbal yang lain. Bagi kebanyakan orang, sumber utama asupan timbal adalah makanan yang biasanya menyumbang 100-300 µg per hari (Lu, 1995).

Timbal dalam bentuk larutan diabsorpsi sekitar



Timbal dalam bentuk larutan diabsorpsi sekitar 1-10 % melalui dinding saluran pencernaan. Sistem darah porta hepatis (dalam hati) membawa timbal tersebut kemudian dideposisi dan sebagian lagi dibawa darah dan didistribusikan ke dalam jaringan. Timbal kemudian diekskresikan melalui urine dan feses. Kebanyakan ekskresi terjadi melalui cairan empedu ke dalam intestinum dan sebagian kecil diekskresikan melalui dinding intestinum dan ginjal melalui air susu, keringat, dan rambut (Darmono, 1995).

Timbal mungkin berpengaruh negatif pada semua organ yaitu dengan mengganggu enzim oksidase sebagai akibatnya menghambat sistem metabolisme sel, salah satu di antaranya adalah menghambat pembuatan sel-sel darah merah (Anonimus, 1977).

Susunan syaraf juga merupakan organ sasaran utama timbal. Setelah tingkat pajanan tinggi, dengan kadar timbal darah di atas 80  $\mu\text{g}/\text{dl}$  dapat terjadi enselopati. Terjadi kerusakan pada arteriole dan kapiler yang mengakibatkan oedema otak, meningkatnya tekanan cairan serebrospinal, degenerasi neuron dan perkembangbiakan sel glia. Secara klinis keadaan ini disertai dengan munculnya ataksia, stupor, koma, dan kejang. Pada anak-anak, sindroma klinis ini dapat terjadi pada kadar timbal darah sebesar 70  $\mu\text{g}/\text{dl}$  (Lu, 1995).

Karsinogenisitas timbal telah ditunjukkan pada ginjal hewan pengerat. Timbal juga mengganggu proses reproduksi (Lu, 1995).

### Arsen (As)

Kegunaan arsen adalah : sebagai campuran dalam insektisida, dipakai dalam konduktor listrik, sebagai pembasmi gulma dan bahan pengawet kayu, dipakai mewarnai kertas yang dibuat untuk dinding karena harganya relatif murah (Darmono, 1995).

Senyawa arsen tersebar luas di dalam air, udara, tanah, dan makanan. Sumber utama pajanan manusia adalah makanan yang mengandung kurang dari 1 mg/kg. Tetapi kadarnya dalam makanan laut dapat mencapai 5 mg/kg (Lu, 1995).

Senyawa arsen mudah diabsorpsi dengan berbagai jalan antara lain melalui pernapasan, mulut, dan kulit. Senyawa arsen yang larut diabsorpsi melalui kulit utuh. Senyawa ini didistribusikan hampir ke seluruh jaringan tubuh, akumulasi yang terbesar didapatkan di dalam hati dan ginjal. Ekskresi melalui urine, air susu, dan feses (Jones dkk., 1977).

Arsen yang meracuni hewan biasanya dalam bentuk arsen trivalen, arsen trioksida, sodium arsenat, dan arsen pentaoksida. Beberapa kasus dilaporkan sapi yang mengalami keracunan arsen ini karena menjilat abu kayu yang telah diawetkan dengan arsen pentaoksida, memakan pakan yang tercemar pestisida dan herbisida yang mengandung arsen. Gejala keracunan akut arsen adalah sakit perut, kelemahan yang sangat, hipersalivasi, radang saluran pencernaan disusul dengan muntah dan diare,

hipofolemik, kolaps, dan akhirnya mati. Pada keracunan yang kronis yang terobservasi pada hewan biasanya penderita menjadi lemah, rasa haus, kulit kering, dan mukosa pecah-pecah (Darmono, 1995).

### **Merkuri (Hg)**

Penggunaan logam merkuri terbanyak adalah pabrik alat-alat listrik yang menggunakan lampu-lampu merkuri untuk penerangan jalan raya. Merkuri juga digunakan pada pembuatan baterai. Dalam bidang pertanian, senyawa merkuri digunakan untuk membasmi jamur. Dasarnya adalah menggunakan sifat racun merkuri untuk merusak jaringan jamur. Merkuri juga digunakan dalam campuran cat (Darmono, 1995).

Berbagai aktivitas manusia dapat meningkatkan kadarnya di lingkungan. Aktivitas ini antara lain penambangan, peleburan (untuk menghasilkan logam dari biji tambang sulfidnya), pembakaran bahan bakar fosil dan produksi baja, semen, serta fosfat (Lu, 1995).

Merkuri masuk ke dalam tubuh hewan biasanya dalam bentuk senyawa organik metil merkuri melalui inhalasi atau paru maupun melalui pakan atau saluran pencernaan. Keracunan anorganik merkuri pada sapi pernah dilaporkan Irving dan Butler (1975) di Kanada. Sekelompok sapi yang menderita penyakit kulit asal jamur, diobati dengan salep mengandung merkuri. Tetapi sapi tersebut saling menjilat salep yang dioleskan dan setelah 5 minggu kemudian banyak

sapi menderita kelumpuhan bagian tubuh belakang, tremor otot, kontraksi rumen terhenti, batuk setelah minum dan akhirnya mati. Dalam pemeriksaan laboratorium ginjalnya mengandung 28-116 ppm merkuri (normalnya 0,01 ppm).

Ekskresi merkuri dari tubuh adalah lewat urine dan feses yang dipengaruhi oleh bentuk merkuri, dosisnya, dan waktu setelah pajanan. Ekskresi lewat ginjal meningkat dengan waktu (Casarett and Doull, 1996).

Berbagai penelitian mengungkapkan, bahwa efek toksik berkaitan dengan susunan syaraf yang sangat peka terhadap toksikan dan mudah diserang. Gejala yang pertama kali muncul biasanya parestesia. Pada tingkat pajanan yang lebih tinggi, terjadi ataksia, disartria dan akhirnya kematian. Keracunan metil merkuri tidak mungkin terjadi kalau pajanan harian tidak lebih dari kadar normal yang terdapat dalam darah yaitu 20  $\mu\text{g}/\text{dl}$  (Anonimus, 1976). Penelitian baru-baru ini menunjukkan bahwa otak janin jauh lebih rentan terhadap metil merkuri daripada otak orang dewasa (Clarkson, 1981).

Merkuri klorida yang divalen bersifat korosif bila kontak . Bila termakan zat ini menyebabkan kejang perut dan diare berdarah. Efek ini diikuti dengan kerusakan ginjal. Merkuro klorit dapat menyebabkan "pink disease" atau penyakit merah muda yang ditandai oleh fase dilatasi kulit, hiperkeratosis dan hipersekresi kelenjar keringat. Efek ini merupakan suatu reaksi hipersensitivitas, dan tidak berhubungan dengan dosis (Lu, 1995).

### Kromium (Cr)

Kromium terdapat dalam bijih tambang. Penambangan, peleburan dan penggunaan industri cenderung meningkatkan kadarnya dalam lingkungan. Logam ini digunakan untuk membuat baja anti karat, berbagai aloi, dan pigmen. Pabrik yang berbahan bakar fosil dan pabrik semen juga menjadi sumber pencemaran Cr lingkungan. Tetapi kadarnya dalam udara, air, dan makanan biasanya sangat rendah (Lu, 1995).

Pemajanan kromium dapat melewati udara, air, dan makanan. Absorpsi kromium melalui saluran pencernaan sangat rendah. Diperkirakan hanya 5% yang diabsorpsi. Absorpsi lewat inhalasi setelah pemajanan terjadi sangat cepat, meskipun sukar untuk menentukan banyaknya.

Dari beberapa eksperimen, kromium III dan kromium VI dapat melewati plasenta induk ke embrio. Pada manusia konsentrasi kromium di dalam jaringan tubuh bayi yang baru lahir ditemukan lebih tinggi daripada yang berumur lebih tua (Anonimus, 1987).

Kromium yang masuk dari luar tubuh akan didistribusikan ke berbagai organ. Akumulasi kromium dalam tubuh banyak didapatkan pada organ limpa, hati, ginjal, dan sumsum tulang (Anonimus, 1987).

Pada manusia dan hewan, kromium yang diabsorpsi akan dikeluarkan dari tubuh lewat ekskresi urine dan feses. Sisa kromium dideposit pada bagian-bagian tubuh yang dalam seperti tulang dan jaringan-jaringan lunak.

Eliminasi dari jaringan-jaringan berlangsung pelan. Perkiraan waktu paruh untuk eliminasi kromium dari seluruh tubuh adalah 22 hari untuk kromium VI dan 92 hari untuk kromium III (Anonimus, 1987).

Dosis 30-40 mg/kg zink kromat akan menyebabkan keracunan kronik pada anak sapi umur satu bulan. Dosis akut letal pada sapi bunting kira-kira 20 kali lebih banyak. Keracunan secara akut menyebabkan kongesti dan inflamasi usus. Keracunan secara kronik, kongesti dan inflamasi hanya ada di lambung. Rumen dan abomasum menunjukkan ulserasi dan perforasi.

#### **Kadmium (Cd)**

Kadmium bukanlah nutrien pokok atau penting bagi manusia ataupun makhluk lain. Juga tidak terdapat dalam tubuh sewaktu lahir. Tetapi sedikit demi sedikit terjadi penumpukan karena terpapar dengan kadmium yang terdapat dalam lingkungan (Anonimus, 1972).

Kadmium masuk ke dalam tubuh terutama melalui saluran pencernaan dan pernafasan. Absorpsi kadmium melalui saluran pencernaan biasanya relatif kecil, yang pada orang sekitar 4-6 %. Diet yang mengandung rendah protein, Ca, dan Fe dapat meningkatkan absorpsi kadmium dan meningkatkan daya toksisitas logam tersebut. Kadmium yang diabsorpsi melalui dinding usus dan diangkut melalui darah didistribusikan dalam jaringan terutama ginjal dan hati, dimana sekitar 50% dari logam tersebut disimpan.

Ekskresi kadmium dari tubuh biasanya melalui urine dan feses, tetapi sangat sedikit pada manusia, dengan waktu paruh sampai 10-30 tahun (Miettinen, 1975).

Diperkirakan diet perhari kadmium dari makanan sekitar 50 mg dan jika diet perhari mencapai 250-350 mg, maka akan mengakibatkan keracunan. Individu yang mengkonsumsi makanan atau minum air yang disimpan dalam tempat berlapis logam kadmium atau orang yang bekerja di daerah peleburan logam biasanya sangat peka terhadap keracunan kadmium (Darmono, 1995).

Kadmium merupakan logam penyebab toksisitas kronis yang biasanya terakumulasi di dalam tubuh terutama didalam ginjal (Darmono, 1995). Tempat kerja utama adalah tubulus proximal. Kerusakan terhadap tubulus ini biasanya terjadi bila kadar kadmium dalam ginjal mencapai kadar kritis yaitu 200  $\mu\text{g/g}$ .

Efek pada sistem pernafasan disebabkan oleh pajanan lewat penghirupan. Bronkitis kronis, fibrosis progresif pada saluran nafas bagian bawah, dan pecahnya sekat antara alveoli mengakibatkan emfisema.

Efek lain adalah hipertensi dan juga karsinoma prostat. (Lu, 1995).

### BAB III

#### MATERI DAN METODE PENELITIAN

##### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Patologi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga, begitu juga dengan pembuatan dan pemeriksaan preparat histopatologi dilakukan di tempat yang sama. Waktu pelaksanaan penelitian tanggal 24 Nopember 1996 sampai 30 Desember 1996.

##### 3.2. Materi Penelitian

Hewan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 18 ekor tikus putih jantan berumur kurang lebih 1,5 bulan.

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah : air Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), limbah cair pabrik penyamakan kulit di Sidoarjo, air sungai Buntung yang tercemar limbah pabrik penyamakan kulit sejauh 100 meter dari pabrik, bahan pakan pelet, otak tikus putih, larutan kloroform, HE.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: kandang tikus putih, tempat pakan dan minum tikus, alkohol, alat untuk pembedahan yang terdiri atas scalpel, gunting, dan pinset, pot plastik, mikroskop, alat dokumentasi berupa film dan kamera.



### 3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan 18 ekor tikus putih jantan berumur kurang lebih 1,5 bulan dengan 3 perlakuan. Tikus putih tersebut terlebih dahulu diadaptasikan selama 5 hari sebelum perlakuan untuk penyesuaian dengan diberi minum air PDAM dan pakan berbentuk pelet. Selanjutnya dari 18 ekor tikus putih jantan tersebut, secara acak dibagi menjadi 3 kelompok perlakuan, masing-masing perlakuan terdiri atas 6 ekor tikus putih. Adapun rincian ketiga kelompok perlakuan tersebut adalah sebagai berikut:

a. Kelompok kontrol (Po)

6 ekor tikus putih diberi minum air PDAM.

b. Kelompok perlakuan I (P1)

6 ekor tikus putih diberi minum limbah cair pabrik penyamakan kulit di Sidoarjo.

c. Kelompok perlakuan II (P2)

6 ekor tikus putih diberi air sungai yang mengandung limbah cair tersebut yang berjarak 100 meter dari pabrik.

Pemberian minum secara *ad libitum* sesuai dengan perlakuan diganti setiap hari selama jangka waktu 36 hari.

### 3.4. Perubahan yang Diamati

Dilakukan pengamatan terhadap gambaran histopatologik otak tikus putih pada kelompok kontrol, kelompok perlakuan I dan kelompok perlakuan II.



## BAB IV

### HASIL PENELITIAN

Pada pemeriksaan patologi anatomik terhadap otak secara makroskopik, tidak tampak adanya perubahan yang ditunjukkan oleh kelompok tikus putih yang diberi perlakuan dengan limbah cair pabrik penyamakan kulit, perlakuan dengan air sungai yang tercemar limbah maupun perlakuan kontrol.

Pada pemeriksaan patologi anatomik terhadap otak secara mikroskopik tampak adanya kerusakan jaringan akibat pemberian limbah cair pabrik penyamakan kulit maupun air sungai yang tercemar limbah. Kerusakan yang tampak pada otak berupa kongesti pembuluh darah.

Tabel 1. Skor Perubahan Histopatologik Otak Tikus Putih pada 3 Perlakuan.

n	Po	P1	P2
1	0	1	1
2	0	1	1
3	0	1	1
4	0	1	1
5	0	1	1
6	1	1	1
$\Sigma$	1	6	6

Po = Perlakuan dengan air minum PDAM.

P1 = Perlakuan dengan limbah cair pabrik penyamakan kulit.

P2 = Perlakuan dengan air sungai yang mengandung limbah.

Setelah itu dilakukan perhitungan statistik dengan menggunakan uji Kruskal wallis dengan taraf signifikansi satu persen (Sarmanu, 1993), diperoleh hasil  $H_{hit} < H_{tabel(0,01)}$ .

Dari hasil perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang sangat nyata antara ketiga perlakuan, yang berarti bahwa pemberian air PDAM, limbah cair pabrik penyamakan kulit dan air sungai yang tercemar limbah cair pabrik penyamakan kulit tidak berpengaruh sangat nyata terhadap gambaran histopatologik otak tikus putih.

## BAB V

### PEMBAHASAN

Dilihat dari hasil pemeriksaan limbah cair pabrik penyamakan kulit, ternyata mengandung logam-logam berat antara lain krom, merkuri, timbal, kadmium, dan arsen. Kandungan logam krom dan arsen tersebut masih dalam ambang batas yang diperbolehkan. Tetapi kandungan merkuri, timbal, dan kadmium melebihi ambang batas (SK Gubernur No. 414/1987 (golongan II)) (lampiran 6).

Sungai Buntung adalah badan air penerima limbah pabrik penyamakan kulit PT Rajawali Nusindo. Sungai ini oleh pemerintah digolongkan dalam golongan C. Berarti sungai ini dapat menerima limbah golongan II. Sedangkan air sungainya sendiri dapat dipergunakan untuk perikanan dan peternakan. Dari hasil pemeriksaan air sungai yang tidak terkena limbah cair pabrik penyamakan kulit ternyata mengandung logam berat merkuri dan timbal. Kandungan logam merkuri kadarnya masih dalam ambang batas yang diperbolehkan (SK Gubernur Jatim 413/tahun 1987 (golongan C)). Tetapi kandungan logam timbal melebihi ambang batas yang ditentukan (lampiran 7). Hal ini disebabkan karena selain menerima limbah pabrik penyamakan kulit, sungai Buntung ini banyak digunakan untuk membuang limbah industri yang berada di sekitar dan hulu areal kegiatan.

Pemberian limbah cair pabrik penyamakan kulit (perlakuan  $P_1$ ) dan pemberian air sungai yang tercemar

limbah (perlakuan P<sub>2</sub>) pada tikus putih-tikus putih, ternyata mampu menimbulkan perubahan histopatologik otak berupa kongesti, akan tetapi secara makroskopik, otak masih terlihat normal.

Sebagai suatu bagian vital dalam tubuh, otak yang merupakan pusat susunan saraf dilindungi dari toksikan dalam darah oleh suatu mekanisme protektif yang unik, yaitu sawar darah otak (*Blood Brain Barrier*) dan sawar darah saraf (*Blood Nerve Barrier*). Meskipun demikian, susunan saraf rentan terhadap berbagai toksikan (Lu, 1995).

Permeabilitas sistem pembuluh darah dalam Sistem Syaraf Pusat dapat naik bila tekanan darah meningkat atau osmolaritas plasma lebih rendah. Ini dapat juga merupakan akibat pajanan toksikan tertentu seperti timbal dan merkuri. Permeabilitas yang lebih besar biasanya mengakibatkan akumulasi cairan dalam ruang ekstrasel. (Lu, 1995).

Timbal menyebabkan kerusakan sel endotel dan kapiler darah otak. Pada umumnya barrier darah otak sangat mudah dilalui (permeabel) oleh air, CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>, tetapi sedikit permeabel terhadap elektrolit seperti Na, Cl dan K, dan tidak dapat dilalui (impermeabel) oleh sulfur dan logam berat (timbal dan merkuri) (Darmono, 1995).

Sistem darah otak biasanya sulit dilalui timbal yang akan masuk ke otak, tetapi bila terjadi kenaikan konsentrasi timbal dalam darah, maka sedikit demi sedikit

timbal akan masuk ke dalam otak melalui sistem darah tersebut, yang konsentrasinya seimbang dengan kandungan timbal dalam darah. Individu yang masih muda biasanya lebih peka terhadap akumulasi timbal dalam otak daripada yang dewasa.

Hal ini dibenarkan oleh Clarke et al. (1981) bahwa daya racun dalam tubuh hewan sangat dipengaruhi oleh umur dan berat tubuh hewan. Misalnya pada dosis yang sama, efek keracunan akan lebih parah pada hewan yang memiliki berat tubuh lebih ringan. Untuk hewan yang sangat muda efek keracunan akan semakin parah, karena daya tolak racunnya belum terbentuk dengan sempurna. Demikian pula hewan yang sudah tua dan lemah, maka daya tahannya juga akan berkurang.

Lebih rentannya tikus yang masih menyusui terhadap timbal disebabkan belum sempurnanya sistem pembuluh darahnya (Press, 1977).

Timbal biasanya pertama berpengaruh pada pembuluh darah yang mengalir ke otak. Baik percobaan pada hewan maupun manusia yang diberi dosis tinggi timbal, terlihat bahwa kapiler darah dalam otak terlihat membesar sampai mengecil dan juga terjadi nekrosis dan trombosis. Perubahan dalam neuron dan sel glial mungkin sebagai akibat sekunder dari pengaruh timbal yang ringan pada pembuluh darah. (Darmono, 1995).

Penelitian pada hewan percobaan muda yang diberi timbal, terlihat adanya gangguan masa kedewasaan neuron,

hambatan mielinasi dan kerusakan struktur sel glial. Terlihat sedikitnya dendron, terutama dalam sel purkinje sel bagian girus hipokampus dan sel serebellum. Selain itu perkembangan sistem akson hipokampus juga menurun. (Darmono, 1995). Ini sesuai dengan pendapat Petit dan Alfano, (1983) bahwa timbal yang masuk ke dalam otak konsentrasinya berturut-turut tertinggi dalam hipokampus, kortek, dan otak tengah.

Menurut Fahy, (1987) toksisitas merkuri tergantung pada bentuk kimianya yaitu: murni (elemen), anorganik, dan organik.

Bentuk merkuri murni mudah menguap dan sangat beracun bila terhisap, tetapi tidak beracun jika termakan. Sekali terhisap, uap merkuri ini akan terlarut dalam darah dan dengan cepat terbawa ke otak dan teroksidasi menjadi bentuk merkuri ( $Hg^{++}$ ) dan bentuk ini stabil dan tertinggal dalam otak.

Bentuk toksik merkuri anorganik ini hanya dalam jumlah kecil didistribusikan pada otak.

Bentuk merkuri organik adalah yang paling toksik dan berbahaya, yaitu bentuk alkil merkuri. Alkil merkuri ini biasanya diserap secara sempurna pada dinding saluran pencernaan dan terikat dalam sel darah merah. Senyawa ini berikatan dengan rantai alkil yang pendek. Senyawa tersebut sangat stabil dalam proses metabolisme dan mudah menginfiltrasi jaringan yang sukar ditembus misalnya otak dan plasenta, sehingga mengakibatkan kerusakan jaringan yang irreversibel baik pada orang dewasa maupun anak.



Senyawa merkuri dapat merusak sel endotel dan meningkatkan permeabilitas pembuluh darah otak. Gejala saraf keracunan merkuri terjadi karena metil merkuri dapat bereaksi baik secara katalitik maupun dengan fosfolipid yang merupakan bagian penting struktur selaput sel dalam sistem saraf pusat (Omata et al., 1987).

Penetrasi merkuri ke otak tergantung pada daya larut lipidnya. Metil merkuri mudah memasuki otak dengan toksisitas pada sistem saraf pusat. Sebaliknya senyawa merkuri anorganik tidak larut dalam lipid, tidak mudah memasuki otak dan toksisitas utamanya bukan di otak, tetapi di ginjal karena air seni mudah melarutkan merkuri anorganik (Lu, 1995).

Metil merkuri dapat mempengaruhi sel neuron. Metil merkuri pertama-tama menyebabkan hilangnya ribosom setempat dan kemudian disintegrasi dan hilangnya zat-zat Nissl, terutama dalam sel kecil. Proses ini diikuti perubahan inti dan sekitarnya dan akhirnya diikuti oleh hilangnya seluruh neuron termasuk aksonnya (Jacobs, 1977).

Dari penelitian WHO, (1976) disimpulkan bahwa keracunan merkuri tidak mungkin terjadi kalau asupan harian masih sama dengan kadar darah sebesar 20  $\mu\text{g}/\text{dl}$  dan kadar rambut sebesar 50  $\mu\text{g}/\text{g}$  (Anonimus, 1976).

Clarkson, (1981) menunjukkan bahwa otak janin jauh lebih rentan terhadap metil merkuri daripada otak orang dewasa. Perbedaan ini dapat terjadi karena toksikan ini membuat mikrotubulus mengalami depolarisasi, karena

mengganggu pembelahan sel dan migrasi sel, dua hal yang penting dalam perkembangan otak janin.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang sangat nyata antara perlakuan dengan pemberian air PDAM, limbah cair pabrik penyamakan kulit dan pemberian air sungai yang tercemar limbah tersebut terhadap gambaran histopatologik otak tikus putih. Meskipun terdapat adanya perubahan berupa kongesti pada pembuluh darah otak, namun secara keseluruhan tidak berpengaruh sangat nyata terhadap gambaran histopatologik otak tikus putih. Logam-logam yang menyebabkan perubahan histopatologik dalam otak (merkuri dan timbal), belum mampu menimbulkan perubahan histopatologik yang berat pada otak. Ini disebabkan karena jangka waktu penelitian masih relatif pendek.

Pada kontrol hanya ditemukan satu ekor tikus putih yang mengalami kongesti. Kongesti terjadi karena aliran darah yang lambat, sehingga darah banyak terkumpul dalam kapiler-kapiler pembuluh darah. Akibatnya terjadi pelebaran pembuluh darah. Di sini permeabilitas pembuluh darah meningkat, sehingga banyak cairan yang keluar dari pembuluh darah. Keadaan tersebut selain disebabkan oleh keracunan logam berat, juga dapat disebabkan karena infeksi, reaksi anafilatik, keracunan obat-obatan. Kloroform yang digunakan sebagai anastesi untuk membunuh tikus putih tidak menyebabkan kongesti. Karena dari enam kontrol yang dianastesi dengan kloroform hanya satu yang positif kongesti.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian Pengaruh Pemberian Limbah Cair Pabrik Penyamakan Kulit terhadap Perubahan Histopatologik Otak Tikus Putih (*Rattus Norvegicus*) dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pemberian air PDAM pada tikus putih tidak menimbulkan perubahan histopatologik otak tikus putih. Hanya ditemukan satu dari enam ekor tikus putih yang mengalami kongesti .
2. Pemberian limbah cair pabrik penyamakan kulit dan pemberian air sungai yang tercemar limbah cair pabrik penyamakan kulit di daerah Sidoarjo menimbulkan perubahan histopatologik otak tikus putih berupa kongesti.

#### 6.2. Saran

1. Perlu dilakukan pengawasan lebih ketat terhadap cara penanganan limbah cair pabrik penyamakan kulit sebelum dibuang ke sungai terutama untuk limbah berbahaya dan beracun agar dapat dihindari terjadinya pencemaran pada air sungai.
2. Sebaiknya penelitian ini dilanjutkan dengan penelitian tentang pengaruh limbah cair pabrik penyamakan kulit secara kronis atau lama terhadap bioakumulasi di otak, lemak atau tempat lainnya yang dianggap penting.

## RINGKASAN

WINDARTI. Pengaruh Pemberian Limbah Cair Pabrik Penyamakan Kulit Terhadap Perubahan Histopatologi Otak Tikus Putih (*Rattus Norvegicus*). (Dibawah bimbingan Bapak Moch. Moenif sebagai pembimbing pertama dan Bapak Mustahdi sebagai pembimbing kedua).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian limbah cair pabrik penyamakan kulit terhadap perubahan histopatologik otak tikus putih (*Rattus Norvegicus*).

Delapan belas ekor tikus putih jantan sebagai hewan percobaan dalam penelitian ini dibagi tiga kelompok perlakuan, sehingga masing-masing kelompok perlakuan terdiri dari enam ulangan. Perlakuan meliputi perlakuan kontrol dengan pemberian air PDAM, perlakuan dengan pemberian limbah cair pabrik penyamakan kulit, dan perlakuan dengan pemberian air sungai yang tercemar limbah cair pabrik penyamakan kulit. Pemeriksaan histopatologi otak tikus putih dilakukan setelah pemberian perlakuan selama 36 hari dengan menggunakan alat mikroskop dengan pembesaran 200 X.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dengan pemberian limbah cair pabrik penyamakan kulit dan perlakuan dengan pemberian air sungai yang tercemar limbah tersebut menyebabkan kongesti pada otak tikus putih. Pada perlakuan kontrol hanya satu ekor tikus putih yang menunjukkan gejala kongesti.

Berdasarkan analisis data didapatkan tidak terdapat perbedaan yang sangat nyata ( $P > 0,01$ ) dari perlakuan dengan pemberian air PDAM, pemberian limbah cair pabrik penyamakan kulit dan pemberian air sungai yang tercemar limbah cair pabrik penyamakan kulit.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus . 1972. Evaluation of Certain Food Additive and the Contaminants : Mercury, Lead, and Cadmium : World Health Organization. Technical Report Series 505.
- . . 1976. Mercury Environmental Health Criterial. Geneva : World Health Organization.
- . . 1977. Lead. Enviromental Health Criteria 3. Geneva : World Health Organization.
- . . 1977. Indian Standard Guide for Treatment and Disposal of Effluent of Tanning Industry. Indian Standard Institution, New Delhi.
- . . 1985. Penanggulangan dan Pencegahan Pencemaran pada Industri Penyamakan Kulit. Simposium Industri Perkulitan Indonesia. BPPK. Yogyakarta.
- . . 1987. Air Quality Guide-Lines for Europe Conpenhagen. WHO Regional Publications. European Series: No. 23.
- . . 1993. Penyajian Evaluasi Lingkungan (PEL) Pabrik Penyamakan Kulit PT. Rajawali Nusindo. Jakarta.
- . . 1994. Pembangunan Berwawasan Lingkungan. Disusun oleh Lembaga Informasi dan Publikasi Indonesia. Penerbit Gelora Pemuda. Jakarta.
- Bitner, A. 1993. Memanfaatkan Air Limbah. Penyunting Uwe Neis. Penerbit Yayasan Obor Indonesia. Jakarta. ix-xii.
- Bradbury, M.W.B. 1984. The Structure and Function of the Blood-brain Barrier. Fed.Proc. 43: 186-190.
- Casarett, L.J. and J. Doull. 1986. Toxicology The Basic Science of Poisons. Third Edition. Macmillan Publishing Company, A Division of Macmillan , Inc.
- Clarkson, T.W. 1981. Dose-response Relathionship for Adult and Prenatal Exposure to Methyl Mercury. In:Measurements of Risk. Eds. G.G.Berg and H.D. Maillie; hlm 111-130. New York : Plenum Press.
- Clarke, Myra., D.G. Harvey, D.J. Humphreys. 1981. Veterinary Toxicologi Company. 2nd. Ed. Bailliere Tindal London.

- Darmono. 1995. Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup. Edisi pertama. Penerbit Universitas Indonesia (UI-press). Jakarta.
- David, W. 1981. Techno-Economic Study on Measure of Nitigate The Environment Impact of Leather Industry. Particularly in Developing Countries. Third Consultation on The Leather and Leather Products Industry. Innsbruck, Austria.
- Dixon, A.D. 1986. Buku Pintar Anatomi untuk Kedokteran Gigi. (Anatomy for Students of Dentistry). Edisi 5. Diterjemahkan oleh Lilian Yuwono. Penerbit Hipokrates. Jakarta. 440-451.
- Djojowidagdo, S. 1990. Upaya Penanganan Limbah Industri Kulit di Indonesia. Pidato Pengukuhan Guru Besar Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Fahy, V.A., 1987. Heavy Metal Toxicity, With Reference to Industrial Development. Dalam: Proc.No.103. Veterinary Clinical Toxicologi. (The University of Sydney, 319-338).
- Hendriani, N. 1997. Pengaruh Pemberian Limbah Cair Penyamakan Kulit Terhadap Perubahan Histopatologi Ginjal, Kadar Nitrogen Urea dan Kreatinin Serum Tikus Putih (*Rattus Norvegicus*). Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. Surabaya.
- Irving, F. dan D. 6. Butler. 1975. Ammoniated Mercury. Toxicity in Cattle. *Can. Vet. J.*, 16 (9) : 260-264.
- Jacobs, J.M., Charmichael, N., and Cavanagh, J.B. 1977. Ultrastructural Studies in The Nervous System of Rabbits Poisoned With Methyl Mercury. *Toxicol.Appl.Pharmacol.* 39: 249-261.
- Jones, L.M., Booth, N.H. & Mc Donald, L.E. 1977. *Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 4th ed. Ames: Iowa State University Press.
- Lu, F.C. 1995. Toksikologi dasar: asas, organ sasaran, dan penilaian risiko. Edisi 2. Diterjemahkan oleh Edi Nugroho. Penerbit Universitas Indonesia (UI-press). Jakarta.
- Mahida, U.N. 1984. Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri. Penerbit C.V. Rajawali. Jakarta.530-531
- Mardjono, M. dan Sidharta, P. 1978. Buku Pelajaran Neurologi Klinis Dasar. Edisi 3. Penerbit P.T. Dian Rakyat. Jakarta.

- Miettinen Jorma, K. 1975. The Accumulation and Excretion of Heavy Metals In Organism dalam; Ecological Toxicology Research. Effect of Heavy Metals and Organohalogen Compound A.D Baintyre and C.F Mills (Ed.) Plenum Press; New York, and London.
- Mulyati, S. dan Suryaningsih, P.E. 1990. Penanganan Primer dan Sekunder Secara Tradisional Air Limbah Industri Penyamakan Kulit. Seminar Industri Penyamakan Kulit. Yogyakarta.
- Noback, C.R. 1991. Anatomi Susunan Saraf Manusia : Prinsip-Prinsip Dasar Neurologi (The Human Nervous System : Basic Principles of Neurobiologi). Edisi 2. Diterjemahkan oleh A. Munandar. CV. EGC. Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta. 2-25.
- Omata, S., E. Hirakawa, Y. Daimon, M. Uchicama, N. Nakosita, T. Harigone, I. Sugano and H. Sugano. 1982. Methyl Mercury Induces Change in the Activities of Neurotransmitter Enzymes in Nervous Tissue of the Rat. Arch. Toxicol 51.
- Petit, T.L. dan D.P. Alfano. 1983. "Neurobiological and Behavioural Effects of Lead". Dalam : Neurobiology of Trace Elements : Neurotoxicology and Neuropharmacology, Vol 2 : Dreosti and Smith (Ed) Human Press, Clifton NY. 97-139.
- Press, M.F. 1977. Lead Encephalopathy in Neonatal Long-evans Rats: Morphologi Studies. J, Neuropathol. Exp. Neurol. 36: 169-193.
- Reksohadiprojo, S. 1989. Ekonomi Lingkungan. BPFE. Yogyakarta.
- Sarmanu. 1993. Diktat Uji Komparatif Pada Statistika Nonparametrik. Program Pascasarjana. Universitas Airlangga. Surabaya. 9-12.
- Wilson, K.J.W. & Ross. 1990. Anatomy and Physiology in Health and Illness. Seventh Edition. Churchill Livingstone.



**LAMP I RAN**

**Lampiran 1 :****Prosedur Pembuatan Preparat Histologis.**

Pembuatan preparat histologis dari otak dilakukan di Laboratorium Patologi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya. Adapun urutan-urutan pembuatan preparat histologis adalah sebagai berikut:

1. Fixasi dan pencucian.
2. Dehidrasi dan clearing.
3. Infiltrasi.
4. Pembuatan balok parafin.
5. Pengirisan tipis.
6. Pewarnaan.
7. Mounting.
8. Pemeriksaan mikroskopis.

1. Fixasi dan pencucian.

Tujuan: mencegah terjadinya degenerasi post mortem, mematikan kuman dan bakteri. Meningkatkan afinitas jaringan terhadap bermacam-macam zat warna.

Reagen: Formalin 10%.

Cara kerja: setelah dilakukan seksi, maka otak diambil, selanjutnya dimasukkan dalam formalin 10% sekurang-kurangnya 24 jam, kemudian dilakukan pencucian dengan air kran yang mengalir selama setengah jam.

2. Dehidrasi dan clearing.

Tujuan: untuk menarik air dari jaringan, membersihkan dan menjernihkan jaringan.

Reagen: Alkohol 70%, 80%, 95%, 96%, alkohol absolut I, II, III, xylol I dan II.

Cara kerja: otak yang telah dicuci dengan air kran selama setengah jam dimasukkan kedalam reagen dengan urutan alkohol 70%, 80%, 95%, 96%, alkohol absolut I, II, III, xylol I dan II; masing-masing setengah jam.

#### 4. Pembuatan balok parafin.

Tujuan: supaya jaringan mudah dipotong.

Reagen: parafin cair.

Cara kerja: sediakan beberapa cetakan besi yang sebelumnya diolesi gliserin dengan maksud untuk mencegah lekatnya parafin pada cetakan, kemudian jaringan otak dimasukkan dengan pinset kedalamnya, diberi tanda pada masing-masing organ dan ditunggu sampai parafin membeku.

#### 5. Pengirisan tipis.

Tujuan: untuk memotong jaringan setipis mungkin agar mudah dilihat dibawah mikroskop.

Alat: mikrotom.

Cara kerja: organ yang telah dibloking, diletakkan pada holder, kemudian dipotong dengan mikrotome setebal 3-7 mikron, diambil dan dicelupkan dalam air hangat dengan suhu 20°-30° hingga jaringan mengembang dengan

baik, selanjutnya diletakkan pada obyek glas yang sebelumnya telah diolesi egg albumin, kemudian dikeringkan diatas hot plate.

#### 6. Pewarnaan.

Tujuan: memudahkan melihat perubahan jaringan. Disini digunakan pewarnaan HE (Hematoxylin Eosin). Dengan pewarnaan HE dapat dilihat dengan jelas bentuk masing-masing selnya.

Cara kerja: pewarnaan HE dilakukan dengan metode Harris, dengan cara sebagai berikut: Jaringan yang telah dikeringkan dimasukkan xilol I selama 3' menit dengan tempat khusus dan selama 1 menit pada xylol II, selanjutnya alkohol absolut I dan II, alkohol 96%, 90%, 70%, dan air kran masing-masing satu menit, kemudian zat warna Harris selama 5 sampai 10 menit, aquades secukupnya dan setengah menit masing-masing pada alkohol 70%, 80%, dan 1 menit pada alkohol 96%, alkohol absolut I dan II terakhir selama 1-2 menit dalam xylol I, lalu dibersihkan dari sisa-sisa pewarnaan.

7. Mounting : yaitu penutupan obyek glass, dengan cover glass yang sebelumnya telah ditetesi dengan canada balsem.

#### 8. Pemeriksaan mikroskopik.

Pemeriksaan mikroskopik dilakukan dengan menggunakan mikroskop cahaya dengan pembesaran 200 kali. Dalam satu sediaan histopatologi dilakukan pemeriksaan 5 lapang pandang terhadap perubahan yang terlihat.

Lampiran 2. Tingkat perubahan dan jumlah skor histopatologi otak.

Kelompok P<sub>0</sub> (pemberian air minum PDAM selama 36 hari).

N	Tingkat histopatologi				Jumlah skor histopatologi
	A	B	C	D	
1	-	-	-	-	0
2	-	-	-	-	0
3	-	-	-	-	0
4	-	-	-	-	0
5	-	-	-	-	0
6	+	-	-	-	1
Total jumlah					1

Keterangan :

A : Terjadi kongesti

B : Terjadi perdarahan

C : Terjadi trombus

D : Terjadi degenerasi dan nekrosis sel neuron

+ : Ada perubahan

- : Tidak ada perubahan

Lampiran 3. Tingkat perubahan dan jumlah skor histopatologik otak.

Kelompok P<sub>1</sub> (pemberian limbah cair pabrik penyamakan kulit selama 36 hari).

N	Tingkat histopatologi				Jumlah skor histopatologi
	A	B	C	D	
1	+	-	-	-	1
2	+	-	-	-	1
3	+	-	-	-	1
4	+	-	-	-	1
5	+	-	-	-	1
6	+	-	-	-	1
	Total jumlah				6

Keterangan :

A : Terjadi kongesti

B : Terjadi perdarahan

C : Terjadi trombus

D : Terjadi degenerasi dan nekrosis sel neuron

+ : Ada perubahan

- : Tidak ada perubahan

Lampiran 4. Tingkat perubahan dan jumlah skor histopatologi otak.

Kelompok P<sub>2</sub> (pemberian air sungai yang tercemar limbah cair pabrik penyamakan kulit selama 36 hari).

N	Tingkat histopatologi				Jumlah skor histopatologi
	A	B	C	D	
1	+	-	-	-	1
2	+	-	-	-	1
3	+	-	-	-	1
4	+	-	-	-	1
5	+	-	-	-	1
6	+	-	-	-	1
Total jumlah					6

Keterangan :

A : Terjadi kongesti

B : Terjadi perdarahan

C : Terjadi trombus

D : Terjadi degenerasi dan nekrosis sel neuron

+ : Ada perubahan

- : Tidak ada perubahan



Lampiran 5. Data perubahan histopatologik otak tikus putih yang diberi beberapa perlakuan.

N	Kontrol		P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>	
	S	R <sub>0</sub>	S	R <sub>1</sub>	S	R <sub>2</sub>
1	0	3	1	12	1	12
2	0	3	1	12	1	12
3	0	3	1	12	1	12
4	0	3	1	12	1	12
5	0	3	1	12	1	12
6	1	12	1	12	1	12
R		27		72		72
X		4,5		12		12
R <sup>2</sup>		729		5184		5184

Keterangan :

N : Ulangan

S : Skor

R : Rank

Penilaian peringkat (rank) diperoleh dari menjumlah score histopatologi terkecil, dibagi dengan banyaknya nilai derajat kerusakannya, akan diperoleh :

Nilai skor histopatologik otak 0, mempunyai rank :

$$\frac{1 + 2 + 3 + 4 + 5}{5} = 3$$

Nilai skor histopatologik otak 1, mempunyai rank :

$$\frac{6 + 7 + 8 \dots + 18}{13} = 12$$

Kemudian dilanjutkan dengan menghitung  $H_{hit}$

$$H_{hit} = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R^2_j}{n_j} - 3(N+1)$$

$N$  : banyaknya sampel

$n$  : ulangan

$$H_{hit} = \frac{12}{18(18+1)} \left( \frac{729 + 5184 + 5184}{6} \right) - 3(18+1)$$

$$= 7,92$$

Karena dalam data terdapat angka kembar, maka dimasukkan rumus  $H_{hit}$  terkoreksi

$$H_{hit} \text{ terkoreksi} = \frac{H_{hit}}{1 - \frac{T}{N^3 - N}}$$

Nilai  $T$  diperoleh dari :

$$T_i = t^3 - t$$

$$T_0 = 5^3 - 5 = 120$$

$$T_1 = 13^3 - 13 = 2184$$

$$\frac{2304}{2304} +$$

$$H_{hit} \text{ terkoreksi} = \frac{7,92}{1 - \frac{2304}{18^3 - 18}} = 13,2$$

$$dbs = 2$$

$$H_{tab}(0,05) = 5,99$$

$$H_{tab}(0,01) = 9,21$$

Dari hasil perhitungan secara statistik menunjukkan bahwa  $H_{hit} < H_{tabel}(0,01)$ , yang berarti bahwa pemberian air PDAM, limbah cair pabrik penyamakan kulit dan air

sungai yang tercemar limbah cair pabrik penyamakan kulit tidak berpengaruh sangat nyata terhadap gambaran histopatologik otak tikus putih.

Lampiran 6. Hasil Pemeriksaan Kimia Limbah Cair Pabrik  
Penyamakan Kulit PT Rajawali Nusindo Tahun  
1996

Parameter	SK.Gub.Jatim No.414/1987 (golongan II)	Hasil
Cadmium (Cd)	1,5 ppm	0,022 ppm
Timbal (Pb)	0,03 ppm	0,06* ppm
Arsen (As)	1 ppm	0,41 ppm
Crom (Cr)	0,05 ppm	0,00 ppm
Merkuri (Hg)	0,002 ppm	0,005*ppm

Keterangan.: -Pemeriksaan dilakukan di Balai Laboratorium  
Kesehatan Surabaya.

-Tanda \* berarti melebihi ambang batas.

Lampiran 7. Hasil Pemeriksaan Kimia Air Sungai Buntung  
Didaerah Sidoarjo Tahun 1996  
(Sebelum terkena limbah cair pabrik penyamakan kulit)

Parameter	SK.Gub.Jatim. No.414/1987 (golongan C)	Hasil
Cadmium (Cd)	0,01 ppm	0,0 ppm
Timbal (Pb)	0,03 ppm	0,06* ppm
Arsen (As)	1 ppm	0,0 ppm
Crom (Cr)	0,05 ppm	0,0 ppm
Merkuri (Hg)	0,02 ppm	0,002 ppm

Keterangan :

- Pemeriksaan dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan Surabaya.
- Tanda \* berarti melebihi ambang batas.

Gambar 1. Gambaran normal histotapalogi otak tikus putih (pembesaran 200X)

Gambar 2. Gambaran histopatologi otak tikus putih (pembesaran 200X). Tampak adanya kongesti pada perlakuan dengan pemberian limbah cair pabrik penyamakan kulit.

Gambar 2. Gambaran histopatologi otak tikus putih (pembesaran 200X). Tampak adanya kongesti pada perlakuan dengan pemberian air sungai yang tercemar limbah cair pabrik penyamakan kulit.

# KEC. TAMAN

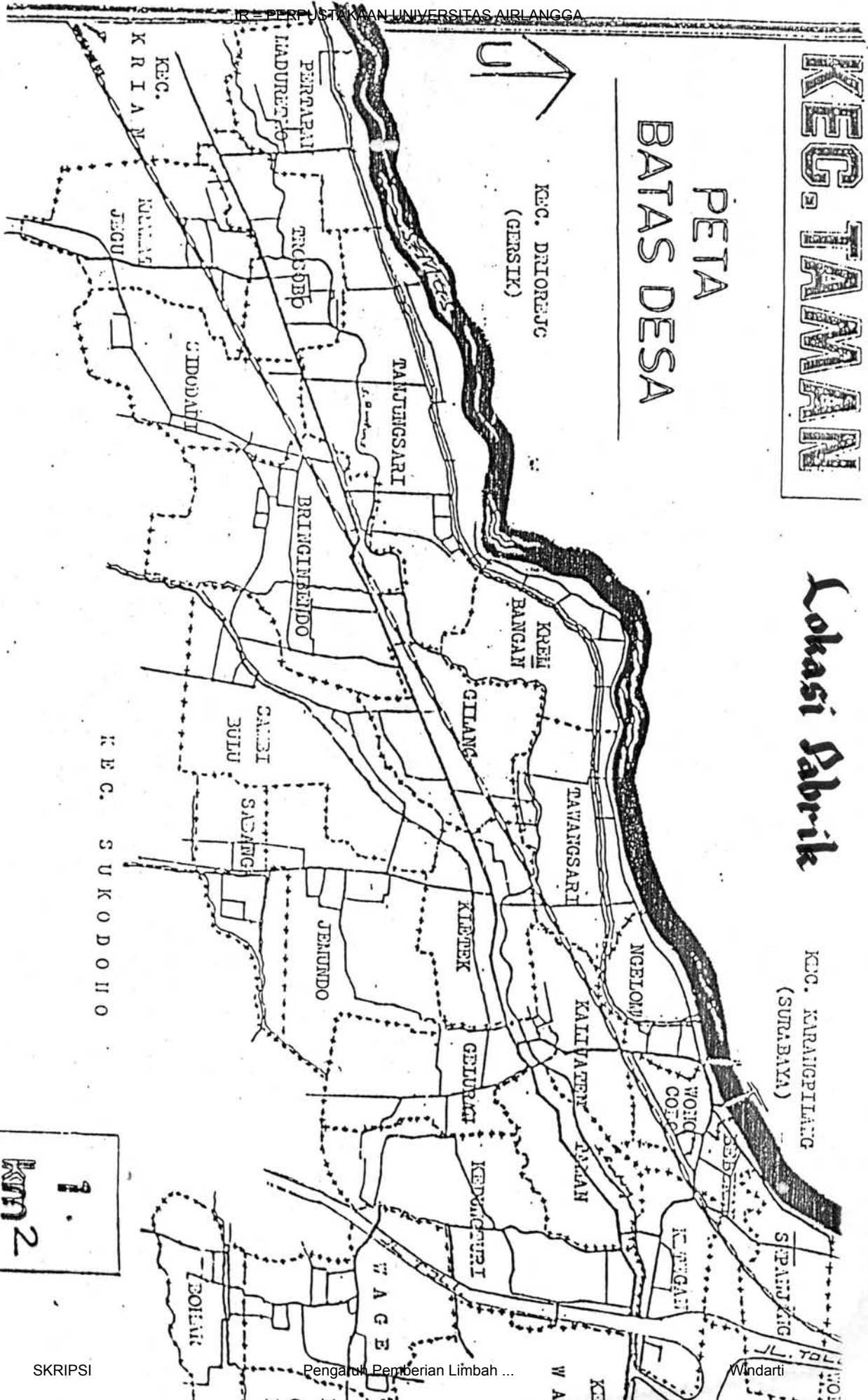
## Lokasi Sabrik

KEC. KARANGPIANG  
(SURABAYA)

### PETA BATAS DESA



KEC. DRIOREJO  
(GERSIK)



KEC. SUKODONO

