

**PENGARUH LIMBAH AIR ASAM TAMBANG BATUBARA TERHADAP  
JUMLAH ERITROSIT, HEMOGLOBIN dan LEUKOSIT IKAN MAS  
(*Cyprinus carpio* L.)**

**SKRIPSI  
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Biologi**



**Oleh**

**PUJI UTARI ARDIKA  
08081004008**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
INDERALAYA  
JULI 2012**

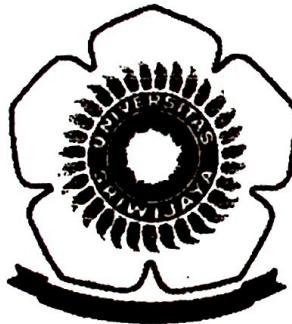
24/08/2012 / 25/08/2012

S  
597.907  
Puj  
P  
2012  
G, 12/17/12,

**PENGARUH LIMBAH AIR ASAM TAMBANG BATUBARA TERHADAP  
JUMLAH ERITROSIT, HEMOGLOBIN dan LEUKOSIT IKAN MAS  
(*Cyprinus carpio* L.)**



**SKRIPSI  
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Biologi**



**Oleh**

**PUJI UTARI ARDIKA  
08081004008**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
INDERALAYA  
JULI 2012**

**Lembar Pengesahan**

**PENGARUH LIMBAH AIR ASAM TAMBANG BATUBARA TERHADAP  
ERITROSIT, HEMOGLOBIN dan LEUKOSIT IKAN MAS (*Cyprinus carpio* L.)**

**SKRIPSI  
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Biologi**

**Oleh**

**PUJI UTARI ARDIKA  
08081004008**

**Pembimbing II,**

**Drs. Endri Junaidi, M.Si  
NIP. 196704131994031007**

**Indralaya, Juli 2012  
Pembimbing I,**

**Drs. Erwin Nofyan, M.Si  
NIP. 195611111986031002**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Biologi**



**Dr. Zazili Hanafiah, M.Sc  
NIP. 195909091987031004**

## Lembar Persembahan

Boleh jadi kamu tidak menyukai sesuatu, padahal itu baik bagimu dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu padahal itu tidak baik bagimu, Allah mengetahui sedang kamu tidak mengeluhui (Al-baqarah : 216)

Ilmu seperti udara, ia begitu banyak disekeliling kita, kamu bisa mendapatkannya dimanapun dan kapanpun.

Skripsi ini ku persembahkan untuk nafasku (Allah SWT),

kedua orang tuaku, adekku dan orang terdekatku,

leman-leman special yang ku banggakan 08

dan seluruh anak biologi sampai angkatan 2011

dan almamater kuningku

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan sebagaimana mestinya. Tidak lupa shalawat serta salam selalu tercaurahkan bagi Nabi kita Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat, dan pengikutnya yang mudah-mudahan termasuk kita didalamnya. Skripsi ini berjudul “Pengaruh Limbah Air Asam Tambang Batubara Terhadap Jumlah Eritrosit, Hemoglobin Dan Leukosit Ikan Mas (*Cyprinus Carpio L.*) merupakan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Biologi di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada bapak Drs. Erwin Nofyan, M.Si sebagai pembimbing utama dan bapak Drs Endri Junaidi, M.Si sebagai pembimbing kedua yang telah banyak memberikan bimbingan dan dukungan selama berlangsungnya penelitian hingga penyelesaian skripsi serta terima kasih yang sebesar-besarnya untuk yang terkasih kedua orang tua penulis yang selalu memberikan doa dan materil. Pada kesempatan kali ini juga penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Drs. Muhammad Irfan, M.T selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Zazili Hanafiah, M.Sc selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.
3. Dra. Muharni, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.
4. Dra. Nijna Tanzerina, M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik
5. Drs. Mustafa Kamal, M.Si sebagai Dosen Pembahas yang telah memberikan saran dan kritik untuk penyelesaian skripsi.
6. Dr. Zazili Hanafiah, M.Sc dan juga sebagai Dosen Pembahas yang telah memberikan saran dan kritik untuk penyelesaian skripsi.
7. Seluruh staf dosen Jurusan Biologi, Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya yang telah membimbing dan memberikan semua pengetahuan dan ilmu tanpa pamrih.
8. Pak Nanang dan Ibu Desi atas bantuan administrasi dan non administrasi.

9. Terimakasih kepada Oskar Rizky J, S.T yang selalu memberikan dorongan, motivasi dan doa serta ikut sertanya dalam membantu penelitian ini.
10. Seluruh teman-teman Biologi 2008, dan kakak dan adik-adik tingkat atas doa dan bantuan dalam menyelesaikan skripsi.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian skripsi.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua yang membacanya dan semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua.Amin.

Indralaya, Juli 2012

Penulis

**THE EFFECT OF WASTE COAL ACID MINE DRAINAGE ON  
ERYTHROCYTES NUMBER, HEMOGLOBIN and CARP LEUKOCYTES  
(*Cyprinus carpio* L.)**

**By :**  
**PUJI UTARI ARDIKA**  
**08081004008**

---

**ABSTRACT**

The effect of intercolaration waste acid mine drainage on erytrocyte number, hemoglobin and carp leucocyte (*Cyprinus carpio* L) this research was conducted from January until March 2012 that held at the laboratory of aquatic Association Aquaculture Program, Faculty of Agriculture and Animal Physyiology Laboratory, Department of biologi Faculty of Mathematics and Natural Sciences Sriwijaya University. This research aimed to know the effects of acid mine drainage on the erythrocytes number, hemoglobin level and carp leukocytes count (*Cyprinus carpio* L.). The design was Complete Randomized Design (CRD) with the treatment concentacion 0%, 0.01%, 0.02% , 0.03% , 0.04% with 5 replicates for each treatment. For 24,48,72 and 96 hours. The variable were observed the changes of carp blood component numbers (*Cyprinus carpio* L). The data was analized with Analysis of Variance (ANOVA) and if there are differances in test followed by Duncan's New Multiple Test (DNMRT). The results showed that the distribute of waste coal acid mine drainage with different consentration, have significantly influenced if we look from control and the decreace erythrocytes numbers, hemoglobin level and count carp leukocytes (*Cyprinus carpio* L).

**Key Word :** Carp, acid mine drainage, erythrocyte, hemoglobin, leukocyte

**PENGARUH LIMBAH AIR ASAM TAMBANG BATUBARA TERHADAP  
JUMLAH ERITROSIT, HEMOGLOBIN dan LEUKOSIT IKAN MAS**  
*(Cyprinus carpio L.)*

**OLEH :**  
**PUJI UTARI ARDIKA**  
**08081004008**

---

**ABSTRAK**

Pengaruh pemberian limbah air asam tambang batubara terhadap jumlah eritrosit, hemoglobin dan leukosit ikan mas (*Cyprinus carpio L.*) penelitian ini dilakukan pada bulan Januari hingga akhir Maret 2012, bertempat di Laboratorium Dasar Perairan, Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian dan Laboratorium Fisiologi Hewan, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk melihat pengaruh air asam tambang terhadap jumlah eritrosit, kadar hemoglobin dan jumlah leukosit ikan mas (*Cyprinus carpio L.*). Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan konsentrasi perlakuan 0%, 0,01%, 0,02%, 0,03%, 0,04% dengan masing-masing 5 ulangan. Selama 24, 48, 72 dan 96 jam variabel pengamatan meliputi perubahan jumlah komponen darah ikan mas (*Cyprinus carpio L.*). Analisis data menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan apabila terdapat perbedaan dilanjutkan dengan Uji Duncan's New Multiple Test (DNMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian limbah air asam tambang batubara dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh nyata jika dibandingkan dengan kontrol dan terjadi penurunan terhadap jumlah eritrosit, kadar hemoglobin dan jumlah leukosit ikan mas (*Cyprinus carpio L.*).

**Kata kunci** : Ikan Mas, air asam tambang, eritrosit, hemoglobin dan leukosit.



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xii</b>
 <b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat penelitian.....	4
1.5. Hipotesis.....	5
 <b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Limbah Pertambangan Batubara .....	6
2.2. Timbulnya Air Asam Tambang Batubara .....	6
2.3. Dampak Pencemaran Limbah Asam Tambang .....	9
2.4. Uji Hayat .....	10
2.5. Uji Organisme .....	10
2.6. Klasifikasi Ikan Mas ( <i>Cyprinus carpio</i> ).....	11
2.7. Darah ikan .....	12
 <b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Waktu dan Tempat .....	15
3.2. Alat dan Bahan .....	15
3.3. Rancangan Penelitian .....	15
3.4. Cara Kerja .....	16
3.4.1. Aklimatisasi Hewan Percobaan.....	16
3.4.2. Uji Pendahuluan .....	16
3.4.3. Pemberian Perlakuan.....	16
3.4.4. Analisa Darah .....	16
3.4.4.1. Penentuan Jumlah Eritrosit .....	17
3.4.4.2. Penentuan Kadar Hemoglobin .....	18
3.4.4.3. Penentuan Jumlah Leukosit .....	19
3.5. Analisa Data .....	19
3.6. Analisis Fisika dan Senyawa Kimia Air Asam Tambang .....	20

<b>BAB IV.HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Jumlah Eritrosit Ikan Mas .....	21
4.2. Kadar Hemoglobin Ikan Mas .....	24
4.3. Jumlah Leukosit Ikan Mas .....	29
4.4. Kualitas dan Sifat Fisika-Kimia Perairan.....	33
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan.....	34
5.2. Saran .....	34
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>35</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>39</b>
<b>PROFIL PENULIS .....</b>	<b>59</b>

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1. Jumlah eritrosit ikan mas ( <i>Cyprinus carpio</i> L).....	21
Tabel 2.2. Kadar Hemoglobin ikan mas ( <i>Cyprinus carpio</i> L).....	25
Tabel 2.3. Jumlah Leukosit ikan mas ( <i>Cyprinus carpio</i> L) .....	29
Tabel 4.3. Hasil Pengukuran Rata-rata Kualitas Air ( <i>Cyprinus carpio</i> L) selama 4 hari pendedahan .....	39

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ikan mas ( <i>Cyprinus carpio</i> ).....	12
Gambar 2. Grafik Hubungan Waktu Pendedahan dengan Jumlah Eritosit .....	22
Gambar 3. Grafik Hubungan Waktu Pendedahan Kadar Hemoglobin .....	26
Gambar 4. Grafik Hubungan Waktu Pendedahan Jumlah Leukosit .....	30
Gambar 5. Morfologi diferensiasi leukosit .....	31

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Pengukuran Parameter Fisika Kimia Uji .....	39
Lampiran 2. Data Jumlah Eritrosit Ikan Mas, kadar hemoglobin, dan jumlah Leukosit ( <i>Cyprinus carpio.</i> L) setelah 24, 48, 72 dan 96 jam pendedahan air asam tambang batubara.....	40
Lampiran 3. Analisis Sidik Ragam terhadap Jumlah Eritrosit ( <i>Cyprinus carpio.</i> L) setelah 24, 48, 72 dan 96 jam pendedahan air asam tambang batubara .....	46
Lampiran 4. Analisis Sidik Ragam terhadap Kadar Hemoglobin ( <i>Cyprinus carpio.</i> L) setelah 24, 48, 72 dan 96 jam pendedahan air asam tambang batubara.....	48
Lampiran 5. Analisis Sidik Ragam terhadap Jumlah Leukosit ( <i>Cyprinus carpio.</i> L) setelah 24, 48, 72 dan 96 jam pendedahan air asam tambang batubara.....	50
Lampiran 6. Gambar Alat dan bahan .....	53
Lampiran 7. Gambar Ikan Mas selama Penelitian .....	55
Lampiran 8. Gambar Penempatan akuarium.....	56
Lampiran 9. Peta pengambilan Sampel Air Asam Tambang .....	57
Lampiran 10. Morfologi diferensiasi Leukosit .....	58

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### **1.1. Latar Belakang**

Studi mengenai pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh logam berat dalam sistem akuatik telah banyak di publikasikan, mengingat sumber daya air adalah substansi vital yang sangat dibutuhkan oleh mahluk hidup. Limbah dari sisi kegiatan industri seringkali masuk ke dalam perairan dan menyebabkan terjadinya pencemaran air sehingga menurunkan daya dukung lingkungan perairan (Darmono 2001: 18).

Salah satu industri yang sangat beresiko terhadap kerusakan lingkungan adalah industri pertambangan batubara. Industri pertambangan ini sangat potensial menimbulkan pencemaran akibat perubahan lingkungan yang negatif antara lain perubahan bentang alam dengan terbentuknya danau asam, limbah batuan penutup (*overburden*), dan limbah *tailing* yang berpotensi menghasilkan limbah cair yang mengandung asam dan logam-logam berbahaya (Wahyuni 2008: 1).

Di dalam kegiatan industri dan teknologi, air limbah tidak boleh langsung dibuang ke lingkungan karena dapat menimbulkan pencemaran. Air limbah tersebut harus diolah terlebih dahulu agar mempunyai kualitas yang sama dengan kualitas air lingkungan. Semua zat beracun ataupun metabolitnya tentu dapat masuk ke lingkungan, sehingga kualitas lingkungan akhirnya akan bertambah buruk. Saat ini Indonesia, berlaku Peraturan Pemerintah (PP) No. 18 tahun 1999 tentang limbah B3 yang mengharuskan dilakukannya pengujian berbagai limbah secara TCLP dan uji hayati, PP tersebut juga menentukan diperlukan tidaknya uji hayati lanjutan untuk melihat efek

akut dan kronis zat B3 tersebut (Soemirat 2003: 12).

Kegiatan penambangan batubara memiliki dampak bagi makhluk hidup dan lingkungan sekitarnya, dampak negatif yang muncul antara lain terbentuknya air asam tambang serta limbah B3. Pembentukan air asam tambang atau dalam bahasa Inggris dikenal dengan “*acid mine drainage (AMD)*” atau “*acid rock drainage (ARD)*” terbentuk saat mineral sulfida tertentu yang ada pada batuan terpapar dengan kondisi dimana terdapat air dan oksigen (sebagai faktor utama) yang menyebabkan terjadinya proses oksidasi dan menghasilkan air dengan kondisi asam. Kondisi inilah yang saat ini menjadi masalah lingkungan, apabila air asam tambang keluar dari tempat terbentuknya dan masuk ke sistem lingkungan umum (Asdak 2002 *dalam* Wulan *et al.*, 2008: 10).

Air asam tambang batubara mangandung banyak senyawa logam yakni sulfida yang mudah larut dalam air, namun tergantung pH pada badan perairan itu sendiri. Logam berat yang terlarut dalam badan perairan pada konsentrasi tertentu dapat berubah fungsi menjadi sumber racun bagi kehidupan perairan (Palar 2008: 37).

Toksitas dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain komposisi dan jenis toksikan, konsentrasi toksikan, durasi dan frekuensi pemaparan, sifat lingkungan dan spesies biota penerima. Toksikan merupakan zat (berdiri sendiri atau dalam campuran zat, limbah, dan sebagainya) yang dapat menghasilkan efek negatif bagi semua atau sebagian dari tingkat organisasi biologis dalam bentuk merusak struktur maupun fungsi biologis. Toksikan dapat menimbulkan efek negatif bagi biota baik dalam bentuk perubahan struktur maupun fungsional, baik secara akut maupun kronis. Efek tersebut dapat bersifat reversibel yang mungkin tidak dapat pulih kembali (Halang 2004: 41-42).

Penelitian toksikologi dalam perairan dapat dilakukan untuk mengetahui toksisitas suatu senyawa terhadap parameter yang digunakan misalnya darah, racun dapat mengganggu pembentukan sel darah maupun fungsi dari sistem hematoksisiti. Berbagai racun dapat mengganggu fungsi-fungsi tersebut dan terjadi keadaan tidak normal. Menurut American Public Health Association, 1976 *cit.* Mason, 1980 *dalam* Cahyana (2003: 4), menafsirkan efek toksikologis dari beberapa polutan kimia dalam lingkungan dapat diuji dengan menggunakan spesies yang mewakili yang ada di perairan tersebut. Kriteria organisme yang cocok untuk digunakan sebagai uji hayati tergantung dari beberapa faktor antara lain organisme harus sensitif terhadap material beracun dan perubahan lingkungan, penyebarannya luas dan mudah didapatkan dalam jumlah banyak, mempunyai nilai ekonomis dan kepentingan ekologis baik secara daerah maupun nasional.

Sebelumnya telah dilakukan uji pendahuluan untuk menentukan  $LC_{50}$ , hasil dari penelitian pendahuluan tersebut dilihat dari morfologi ikan mas terdapat lendir pada tubuh ikan mas serta luka pada sisik yang disebabkan gerak ikan mas sangat aktif yang disebabkan pengaruh dari air asam tambang. Selain itu pemeriksaan darah mempunyai kegunaan dalam menentukan adanya gangguan fisiologis tertentu pada ikan. Pada penelitian ini, ikan mas (*Cyprinus carpio* L) digunakan sebagai indikator karena ikan ini mempunyai nilai ekonomis dan banyak dikonsumsi masyarakat, lebih sensitif dalam pemeliharaan baik dalam skala laboratorium (sensitivitasnya tinggi), sangat peka terhadap faktor lingkungan pada umur lebih kurang 3 bulan dengan panjang 8-13 cm serta lebih banyak membutuhkan oksigen (*continue*) dan hidup di air yang tidak tercemar (Soemirat 2003: 189).

## 1.2. Rumusan Masalah

Kegiatan penambangan batubara akan menghasilkan air limbah berupa air asam tambang, biasanya air asam tambang ini sebelum dialirkan ke lingkungan maka air asam ini akan di alirkan dalam kolam-kolam limbah untuk proses pengolahan, jika pengolahan air limbah asam tambang ini tidak optimal, maka air limbah yang di alirkan ke lingkungan akan mengganggu ekosistem sungai termasuk ikan yang ada didalamnya. Hasil analisis kimia air asam tambang ini menunjukkan bahwa di dalam air sam tambang ini banyak terdapat zat-zat toksik (logam berat) yang berbahaya bagi mahluk hidup. Informasi mengenai pengaruh air asam tambang terhadap mahluk hidup terutama aspek fisiologis ikan masih kurang, untuk itu perlu diketahui bagaimanakah pengaruh limbah asam tambang terhadap jumlah eritrosit, kadar hemoglobin dan jumlah leukosit dari ikan mas (*Cyprinus carpio L.*)

## 1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh air asam tambang batubara terhadap jumlah eritrosit, leukosit, dan kadar hemoglobin ikan mas (*Cyprinus carpio L*)

## 1.4. Manfaat Penelitian

1. Untuk memberikan informasi pada konsentrasi tertentu dari limbah air asam tambang batubara dapat mempengaruhi jumlah eritrosit, leukosit dan kadar hemoglobin ikan mas (*Cyprinus carpio L*).
2. Untuk memberikan informasi nilai LC<sub>50</sub> dari air asam tambang dan tingkat toleransi terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio L*).

### **1.5 Hipotesis**

Air asam tambang batubara diduga dapat berpengaruh terhadap jumlah eritrosit, kadar hemoglobin dan jumlah leukosit ikan mas (*Cyprinus carpio L*)

## DAFTAR PUSTAKA

- Alifuddin, M. 1999. Peran imunostimulan (Lipopolisakarida, *Saccharomyces cerevisea* dan *Levamisol*) pada gambaran respon imunitas ikan jambal siam (*Pangasius hypothalamus*). *Tesis. Program Pasca Sarjana. IPB.*
- Anonim<sup>a</sup>. 1997. *Kumpulan Standar Nasional Indonesia (SNI) Metode Pengujian Kualitas Air. Volume 4.1.* Baped�다 Sumatra Selatan, v + 734 hlm.
- Anonim<sup>b</sup>. 2011. Bioremediasi Sebagai Alternatif Penanganan Pencemaran Akibat Tambang Batubara .<http://uwityangyoyo.wordpress.com> Diakses 27 Oktober 2011.
- Anonim<sup>c</sup>. 2012. Sintesis Hemoglobin. <http://shvoong.com> Diakses 27 April 2012.
- Asdak, C, 2002. *Hidrologi Lingkungan.* UGM Press. Jogjakarta.
- Asmawi. S. 1984. *Pemeliharaan Ikan dan Ekotoksikologi pencemaran.* Universitas Indonesia. Press. Jakarta
- Bethony. R. 2011. Upaya Peningkatan Produk Target Produksi Batubara pada PT.BAU Sumsel. *Jurnal. Teknik Pertambangan.*Universitas Veteran RI Makasar
- Cahyana. 2003. Ikan sebagai Alat Monitoring Pencemaran. *Jurnal.* Universitas Sumatra Utara. Medan
- Connel, D.W. dan G.J. Milller. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Percemaran.* Yanti Koestoer, penerjemah, Universitas Indonesia. Jakarta. Terjemahan Dari *Chemistri dan Ekotoxicologi of pollution.*
- Darmono, 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam.* Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Dharma, A. 1995. *Histologi Dasar.* Edisi Ketiga. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta, xiii+495 hlm
- Dent, D.L. and L.J. Pons. 1995. *A World Perspective on Acid Sulphate Soils.* Geoderma. 67: 263-276.
- Downing, B.W dan G. Girouk. 1993. *Estimation of Waste Rock ARD block model for the windy craggy massive. Sulphide deposit.* Coloumbia Ekplorasion and Minning Geology.

- Fujaya, Y. 2004. *Fisiologi Ikan : Dasar-Dasar Pengembangan Teknik Perikanan.* PT. Asdi Mahasatya : Jakarta.
- Gautama, R, S, Hartaji and Sinatra. 2003. *Akurasi Pemodelan Geokimia Untuk Air Asam Tambang Batubara.* Konferensi Nasional Produksi Benih. 2003. Bandung.
- Gandasoebrata, R.1995. *Penentuan Laboratorium Klinik .*Cetakan Delapan. Penerbit Dian Rakyat Jakarta x+206hlm.
- Geneser, Finn. 1994. *Buku Teks Histologi.* Binarupa Aksara. Jakarta :343 hlm
- Gunarso, W. 1997. *Dasar-Dasar Histologi.* Penerbit Erlangga Jakarta : iii + 460 hlm.
- Halang, B. 2004. Toksisitas Limbah Detergen Terhadap Ikan Mas. *Jurnal. Bioscientiae* Vol 1 No 1. Program Studi Biologi. FKIP. Universitas Lampung Mangkurat. <http://bioscientiae.Unila.ac.id/V/Ni/Vni.halang>. Diakses tanggal 02-03-2009.
- Hariono, B. 1998. Berbagai Masalah Pencemaran Logam Berat di Lingkungan Kita. *Dalam: Jurnal PPLH UGM Manusia dan Lingkungan*, Yogyakarta : 37-46
- Kusumawati,R. 2002. Pengaruh Insektisida Karbofuran Terhadap Jumlah Eritrosit, Hemoglobin dan Leukosit Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L). *Skripsi.* Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sriwijaya : x+39 hlm.
- Lasut, Robby. 2006. *Implementasi Manajemen Bahan Kimia dan Limbah.* Laboratorium PT. Pupuk. KALTIM.
- Lestari & Edward. 2004. *Dampak Pencemaran Logam Berat Terhadap Kualitas Air Laut dan Sumber Daya Perikanan.* Pusat Penelitian Oseanografi.LIPI. Indonesia.
- Maharani. 2004. Pengaruh Logam Timbal (Pb) Terhadap Jumlah Eritrosit dan Leukosit Darah Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L). *Skripsi.* Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sriwijaya : x+39 hlm.
- Mckinney, J. D. 1981. *Environmental Health Chemistry.* Ann Arbor Sc.
- Mills. C, 1995. An Introduction to Acid Rock Drainage; Paper of A Seminar on Acid Rock Drainage at Cordilleran Roundup Vancouver, B.C. *Artikel* amdal pada bidang pertambangan.
- Moyle, PB dan Cesh, Jr. JJ. 2004. *Fishes. An introduction to ichthyology.* 5th (ed). United Stated of America. Prentice hall, inc.
- Murray, R, K. 1997. *Sel Darah merah dan Sel Darah Putih.* Biokimia, Harper, Hartono, edisi 24. Buku Kedokteran EGC. Jakarta x+ 981 hlm

- Nabib R dan Pasaribu FH. 1989. *Patologi dan Penyakit Ikan*. Pusat Antar Universitas. IPB. Bogor.
- Novilwan, Edwin. 2012. Penggunaan Tepung Kunyit (*Curcuma domestica* Val.) Sebagai Bahan Pakan untuk Mencegah Infeksi *Aeromonas hydrophilla* pada Ikan Patin (*Pangasius* sp.) Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya x+46 hlm
- Nuryati., Giri., dan Hadiroseyan. 2008. Efektivitas Ekstrak Bawang Putih *Allium Sativum* Terhadap Ketahanan Tubuh Ikan Mas (*Cyprinus carpio* yang Diinfeksi KOI Herpes Virus (KHV) *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 7(2): 139–150 hlm.
- Qasim, et all. 2000. *Water Works Engineering Planning, Desain and Operation*. Prentice Hall: USA.
- Palar, Heryando. 2001. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Penerbit Rieneka Cipta. Jakarta : xi+151 hlm.
- Prabang, Setyono. 2002. *Dampak Senyawa Pirit (FeS<sub>2</sub>) Terhadap pH dan Potensial Redoks Perairan Tambak Udang Windu serta Kemampuan Mitigasinya Secara HAYati*. Universitas Gajah Mada. <http://www.scribd.com>. Diakses tanggal 29 Oktober 2011.
- Ritsema, C.J., M.E.F. van Mensvoort, D.L. Dent, Y. Tan, H. van den Bosch and A.L.M. van Wijk. 2000. *Acid Sulphate Soils*. In Summer (ed.). *Handbook of Soil Science*. CRC Press, Boca Raton. pp. 121-154.
- Saanin, H. 1995. *Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan*. Edisi I dan II. Bina Aksara. Jakarta. iv+122 hlm.
- Sahetapy, j.m.f. (2011) Toksisitas logam berat timbal (pb) dan pengaruhnya pada konsumsi oksigen dan respon hematologi juvenil ikan kerapu macan (*epinephelus fuscoguttatus*). Skripsi. Sekolah pasca sarjana. IPB.
- Satchell, G.H. 1991. *Physiology and Form of Fish Circulation*. Cambridge University Press
- Soemirat . 2003. *Toksikologi Lingkungan*. Universitas Gajah Mada. Bandung
- Sudarmadi, S. 1993. Toksikologi Limbah Pabrik Kulit Terhadap Ikan Tombro dan Kerusakan Insangnya. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*. 13 (4) hal 247-269.
- Sodikin. 2011. Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang Dengan Metoda Elektrolisa. *Jurnal Prosoding XX Perhapi*. Indonesia

- Wahyuni. T. 2008. *Kajian Bioreaktor Untuk Pengolahan Limbah Air Asam Tambang dengan Menggunakan Bakteri Pereduksi Sulfat*. IPB. Bandung.
- Widyati, E. 2010. *Acid Mine Drainage-Momok Lahan Bekas Tambang. Lingkungan Pasca Tambang*. <http://tambang.blogspot.com/2010/05/air-asam-tambang.html>. 4 Juni 2010
- Wijanarko, Risjani, Widjayanto,. 2008. Pengaruh Sublethal Limbah Pabrik Kertas Terhadap Fisiologi Darah Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*). *Jurnal Penelitian Perikanan Vol.II*. Fakultas Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya Malang.
- Wulan P, Gozan Misri dan Putra Hardi. 2008. *Penggunaan Efisiensi Penggunaan Koagulan Pada Unit Pengolahan Air Limbah Batubara*. Univesitas Indonesia. Jakarta
- Wulangi, K. 1990. *Dasar-Dasar Fisiologi Hewan*. ITB. Bandung.
- Yustina, Armentis, Suryasi R,. 2005. Efek Subletal Sulfida Pada Fisiologi Darah Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio L*). *Jurnal*. Laboratorium Zoologi Jurusan PMIPA FKIP Universitas Riau Pekanbaru xx-xxiv hlm