

**Akumulasi Logam Berat Kromium pada Air, Sedimen dan Biota di Irigasi  
dan Sungai Opak di Desa Banyakan, Piyungan, Bantul**

**Skripsi**



**Inggrid Evlantine Siahaya**

**31140026**

**Program Studi Biologi  
Fakultas Bioteknologi  
Universitas Kristen Duta Wacana  
Yogyakarta  
2018**



## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Ingrid Evlantine Siahaya

NIM : 31140026

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

**“Akumulasi Logam Berat Kromium pada Air, Sedimen dan Biota di Irigasi dan Sungai Opak di Desa Banyakan, Piyungan, Bantul”**

adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu di dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya secara sadar dan bertanggung jawab dan saya bersedia menerima sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan duplikasi terhadap skripsi atau karya ilmiah lain yang sudah ada.

Yogyakarta, 05 Juli 2018



Ingrid Evlantine Siahaya

**LEMBAR PENGESAHAN**

Skripsi dengan judul:

**AKUMULASI LOGAM BERAT KROMIUM PADA AIR, SEDIMEN, BIOTA DI IRIGASI DAN SUNGAI OPAK DI DESA BANYAKAN, PIYUNGAN, BANTUL**

telah diajukan dan dipertahankan oleh:

**INGGRID EVLANTINE SIAHAYA**  
**31140026**

dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi  
Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

dan dinyatakan DITERIMA untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada tanggal 29 Juni 2018

Nama Dosen

Tanda Tangan

1. Prof. Dr. Suwarno Hadisusanto, SU  
(Dosen Penguji I / Ketua Tim)\*
2. Drs. Djoko Rahardjo, M.Kes  
(Dosen Penguji II/ Pembimbing I)\*
3. Timothy Wherrett, Ph.D. :  
(Dosen Penguji III/ Pembimbing II)



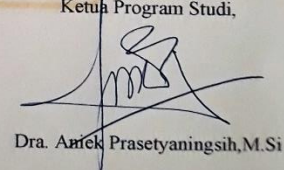
**Yogyakarta,**  
**Disahkan Oleh**

Dekan,

Ketua Program Studi,



Dr. Kisworo, M.Sc



Dra. Aneek Prasetyaningih, M.Si

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala kasih dan rahmat-Nya sehingga skripsi yang berjudul “**Akumulasi Logam Berat Kromium Pada Air, Sedimen, Biota di Irigasi dan Sungai Opak di Desa Banyakan, Piyungan, Bantul**” dapat tersusun hingga selesai. Penulisan skripsi diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Biologi Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

Penulis mengucapkan rasa terimakasih dengan hormat kepada, antara lain :

1. Bapak Drs. Djoko Rahardjo, M.Kes. selaku dosen pembimbing I yang selalu membimbing dengan baik dan bijaksana selama penelitian dan penulisan skripsi ini.
2. Bapak Timothy Wherrett, Ph.D. selaku dosen pembimbing II yang selalu membimbing dengan sabar dan bijaksana selama penelitian dan penulisan skripsi ini.
3. Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si selaku Wakil Dekan I yang selalu memberikan informasi dan semangat.
4. Kedua orang tua saya dan adik-adik yang selalu mendoakan dan mendukung saya dalam menyelesaikan naskah skripsi.
5. Kepada teman-teman Fakultas Bioteknologi 2014 yang selalu memberikan motivasi dalam mengerjakan skripsi
6. Serta kepada sahabat-sahabat yang selalu memberikan semangat dalam mengerjakan naskah skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena setiap manusia mempunyai setiap keterbatasan, maka dari itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca.

Yogyakarta, 05 Juli 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
Halaman Judul .....	i
Halaman Pernyataan .....	ii
Halaman Pengesahan .....	iii
Kata Pengantar .....	iv
Daftar Isi .....	v
Daftar Tabel .....	V
Daftar Gambar .....	vii
Daftar Lampiran .....	viii
Abstrak .....	x
Abstract .....	xi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	2
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>3</b>
2.1 Industri Penyamakan Kulit .....	3
2.2 Distribusi dan Akumulasi Krom di Lingkungan.....	3
2.2.1 Air .....	4
2.2.2 Sedimen.....	4
2.2.3 Keong .....	4
2.2.4 Ikan .....	5
2.3 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Konsentrasi Kromium di Lingkungan .....	5
2.3.1 Suhu .....	5
2.3.2 Derajat Keasaman .....	5
2.3.3 <i>Dissolved Oxygen</i> (DO) .....	5
2.3.4 Debit Limbah dan Kecepatan Arus .....	6
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>7</b>
3.1 Waktu dan Tempat .....	7
3.2 Alat dan Bahan .....	7
3.2 Alat .....	7
3.3 Bahan .....	7
3.3 Lokasi dan titik pengambilan sampel .....	7
3.4 Teknik Pengambilan Cuplikan .....	8
3.4.1 Air .....	8
3.4.2 Sedimen .....	8
3.4.3 Biota .....	8
3.5 Teknik Pengukuran Cuplikan .....	8
3.5.1 Teknik pengukuran suhu .....	8
3.5.2 Pengukuran pH .....	8
3.5.3 Pengukuran DO .....	8
3.6 Identifikasi Biota .....	8
3.7 Preparasi Sampel .....	8
3.8 Ekstraksi Kromium pada Sampel .....	8

3.9 Analisis Kadar Kromium dalam Sampel .....	8
3.10 Analisa Data .....	9
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>10</b>
4.1 Distribusi dan Konsentrasi Kromium di Lingkungan .....	10
4.2 Konsentrasi Kromium Pada Air, Sedimen dan Biota .....	11
4.3 Hubungan dan Faktor Parameter Fisik Kimia dan Konsentrasi Kromium Antar Sampel dan Stasiun .....	12
4.4 Konsentrasi Kromium Pada Biota .....	16
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>18</b>
5.1 Kesimpulan .....	15
5.2 Saran .....	15
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>19</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>21</b>

©UKYDWN

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Kisaran dan rata-rata konsentrasi kromium pada sampel.....	10
Tabel 2. Jenis sampel dan stasiun dengan menggunakan analisis t-test.....	11

©UKDW



## DAFTAR GAMBAR

Grafik 1. Parameter fisik-kimia .....	12
Grafik 2. Regresi suhu dan pH pada sembilan stasiun .....	13
Grafik 3. Konsentrasi kromium pada air dan konsentrasi kromium pada sedimen yang terdapat pada sembilan stasiun.....	14
Grafik 4. Regresi konsentrasi kromium di sedimen pada lima stasiun .....	15
Grafik 5. Regresi suhu dan konsentrasi kromium pada sedimen di sembilan stasiun.....	16
Grafik 6. Regresi Konsentrasi kromium pada sedimen dan konsentrasi pada keong.....	16
Grafik 7. Korelasi berat keong dan konsentrasi kromium.....	16
Grafik 8. Berat ikan dengan konsentrasi kromium.....	17

©UKDW

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Berat Basah dan Berat Kering Sampel Sedimen .....	21
Lampiran 2. Berat Basah dan Berat Kering Sampel Sedimen .....	22
Lampiran 3. Konsentrasi Kromium Pada Sampel .....	23
Lampiran 4. Hasil Anova .....	25
Lampiran 5. Korelasi Pearson.....	25
Lampiran 6. Pengambilan sampel pada setiap stasiun.....	26
Lampiran 7. Aktivitas di lapangan dan Lab.....	27
Lampiran 8. Sampel biota.....	28
Lampiran 9. Formulir Pemantauan Skripsi.....	29
Lampiran 10. Daftar tatap muka mahasiswa.....	30

©UKDW

# **Akumulasi Logam Berat Kromium pada Air, Sedimen dan Biota di Irigasi dan Sungai Opak di Desa Banyakan, Piyungan, Bantul**

INGGRID EVLANTINE SIAHAYA

**Program Studi Biologi Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana.**

## **Abstrak**

Aktivitas industri mulai banyak berkembang, salah satunya industri penyamakan kulit yang terdapat di Desa Banyakan, Piyungan, Bantul. Dalam produksinya, aktivitas industri penyamakan kulit menggunakan kromium untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Begitu juga dalam produksi, industri penyamakan kulit menghasilkan limbah yang jika dibuang ke badan air tanpa pengolahan maka akan berpotensi mencemari lingkungan. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui perbedaan konsentrasi kromium antar sampel dan korelasi konsentrasi kromium antar stasiun. Terdapat 9 titik stasiun sampling dengan 3 pengulangan dan 3 sampel yaitu air, sedimen dan biota. Sampel diekstraksi dengan metode *aquaregia* dan kadar kromium diukur dengan AAS PinAAcle 900T Perkin Elmer. Hasil menunjukkan terdistribusinya logam berat kromium secara luas mulai dari irigasi warga hingga ke sungai Opak dengan ditemukan konsentrasi kromium pada sampel air, sedimen dan biota. Hasil kisaran rata-rata konsentrasi krom tertinggi terdapat pada sampel biota keong dan terendah pada sampel air. Hasil Anova Univariate menunjukkan terdapat perbedaan konsentrasi kromium pada setiap sampel dan hasil korelasi Pearson menunjukkan ada perbedaan hubungan konsentrasi kromium antar setiap stasiun.

**Kata Kunci :** Akumulasi, Desa Banyakan, Kromium (Cr), Sungai.

# ACCUMULATION OF HEAVY METALS OF CHROMIUM ON WATER, SEDIMENT AND BIOTA IN IRRIGATION AND OPAK RIVER IN BANYAKAN VILLAGES, PIYUNGAN, BANTUL

INGGRID EVLANTINE SIAHAYA

Faculty of Biotechnology, Biology Department Duta Wacana Christian University.

## *Abstract*

*Industrial activity is one of leather tanning industry in Banyakan village, Piyungan, Bantul. This tannery industry activity uses chromium in its production process and produces waste that can potentially pollute the environment. The aim of this research is to know the difference of chromium concentration between samples and correlation of chromium concentration between stations. There are 9 point sampling stations with 3 replication and 3 samples such as water, sediment and biota. Samples were extracted by aquaregia digestable method and measured by AAS PinAAcle 900T Perkin Elmer. The results show the wide distribution of heavy chromium metal from the irrigation of the people to the river Opak with chromium concentrations found in water, sediment and biota samples. The highest average chromium concentration range was found in the sample of snail biota and the lowest in the water sample. Anova Univariate results showed that there was a difference of chromium concentration in each sample and the results of Pearson's correlation showed that there was a difference in the relation between chromium concentration between stations.*

**Keywords:** *Accumulation, Desa Banyakan, Chromium (Cr), River.*

# **Akumulasi Logam Berat Kromium pada Air, Sedimen dan Biota di Irigasi dan Sungai Opak di Desa Banyakan, Piyungan, Bantul**

INGGRID EVLANTINE SIAHAYA

**Program Studi Biologi Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana.**

## **Abstrak**

Aktivitas industri mulai banyak berkembang, salah satunya industri penyamakan kulit yang terdapat di Desa Banyakan, Piyungan, Bantul. Dalam produksinya, aktivitas industri penyamakan kulit menggunakan kromium untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Begitu juga dalam produksi, industri penyamakan kulit menghasilkan limbah yang jika dibuang ke badan air tanpa pengolahan maka akan berpotensi mencemari lingkungan. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui perbedaan konsentrasi kromium antar sampel dan korelasi konsentrasi kromium antar stasiun. Terdapat 9 titik stasiun sampling dengan 3 pengulangan dan 3 sampel yaitu air, sedimen dan biota. Sampel diekstraksi dengan metode *aquaregia* dan kadar kromium diukur dengan AAS PinAAcle 900T Perkin Elmer. Hasil menunjukkan terdistribusinya logam berat kromium secara luas mulai dari irigasi warga hingga ke sungai Opak dengan ditemukan konsentrasi kromium pada sampel air, sedimen dan biota. Hasil kisaran rata-rata konsentrasi krom tertinggi terdapat pada sampel biota keong dan terendah pada sampel air. Hasil Anova Univariate menunjukkan terdapat perbedaan konsentrasi kromium pada setiap sampel dan hasil korelasi Pearson menunjukkan ada perbedaan hubungan konsentrasi kromium antar setiap stasiun.

**Kata Kunci :** Akumulasi, Desa Banyakan, Kromium (Cr), Sungai.

# ACCUMULATION OF HEAVY METALS OF CHROMIUM ON WATER, SEDIMENT AND BIOTA IN IRRIGATION AND OPAK RIVER IN BANYAKAN VILLAGES, PIYUNGAN, BANTUL

INGGRID EVLANTINE SIAHAYA

Faculty of Biotechnology, Biology Department Duta Wacana Christian University.

## *Abstract*

*Industrial activity is one of leather tanning industry in Banyakan village, Piyungan, Bantul. This tannery industry activity uses chromium in its production process and produces waste that can potentially pollute the environment. The aim of this research is to know the difference of chromium concentration between samples and correlation of chromium concentration between stations. There are 9 point sampling stations with 3 replication and 3 samples such as water, sediment and biota. Samples were extracted by aquaregia digestable method and measured by AAS PinAAcle 900T Perkin Elmer. The results show the wide distribution of heavy chromium metal from the irrigation of the people to the river Opak with chromium concentrations found in water, sediment and biota samples. The highest average chromium concentration range was found in the sample of snail biota and the lowest in the water sample. Anova Univariate results showed that there was a difference of chromium concentration in each sample and the results of Pearson's correlation showed that there was a difference in the relation between chromium concentration between stations.*

**Keywords:** *Accumulation, Desa Banyakan, Chromium (Cr), River.*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Desa Banyakan merupakan sebuah desa yang terdapat di kecamatan Piyungan, kabupaten Bantul, Yogyakarta. Desa Banyakan terkenal sebagai kawasan pengembangan industri, salah satunya adalah industri penyamakan kulit. Di desa banyakan terdapat 9 industri penyamakan kulit dan industri lainnya. Industri penyamakan kulit merupakan sebuah aktivitas industri yang dalam operasionalnya menggunakan bahan kimia dan air dalam jumlah besar. Dalam aktivitas produksinya, industri penyamakan kulit menggunakan kromium sebagai bahan aktif untuk meningkatkan kualitas warna yang baik, awet dan biaya yang murah, namun industri penyamakan kulit juga menghasilkan limbah berupa limbah gas, padat dan cair. Volume limbah cair yang dihasilkan oleh industri penyamakan kulit cukup besar. Pada tahap penyamakan, satu ton kulit basah diperlukan air  $\pm 40 \text{ m}^3$  yang dibuang dan limbah cair tersebut bercampur dengan komponen kulit yang terlarut dan bahan kimia sisa selama proses penyamakan (Paul *et al*, 2013). Dalam limbah penyamakan kulit, krom yang sering dijumpai yaitu  $\text{Cr}^{3+}$  berbentuk garam krom (krom sulfat) atau oksidanya (krom oksida) sedangkan  $\text{Cr}^{6+}$  dijumpai karena penggunaan kapur untuk mengendapkan limbah penyamakan kulit. Menurut (Environmental Protection Agency, 2002) untuk pengawasan air dan kesehatan manusia, konsentrasi kromium dalam sungai berkisar 1-10 mg/kg. Secara biologis, logam berat terkumpul dalam tubuh organisme, menetap dan akan menjadi racun kumulatif. Logam berat akan berpengaruh negatif terhadap rantai makanan dan akan terdeposit dalam perairan. Logam berat akan mempengaruhi aktivitas organisme jika terikat dalam tubuh dan berdampak menurunkan metabolisme (Praveneena, 2013). Sedangkan jika krom terakumulasi dalam tubuh manusia akan berdampak negatif terhadap organ hati dan ginjal selain itu juga dapat menjadi karsinogen (penyebab kanker) dan teratogen (menghambat pertumbuhan janin) (Schiavon *et al.*, 2008).

Pada penelitian sebelumnya, distribusi logam berat kromium pada air dengan rata-rata konsentrasi 8,83 mg/L, rata-rata konsentrasi kromium pada sedimen 89,22 mg/kg dan konsentrasi kromium pada keong 8,3 mg/kg, rata-rata konsentrasi kromium pada ikan 0,91 mg/kg (Rahardjo, 2016). Meluasnya distribusi dan konsentrasi serta akumulasi krom di lingkungan dapat menjadi ancaman bagi kesehatan masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan industri. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan karena adanya perubahan lokasi pembuangan limbah sejak tahun 2016 dan penelitian sebelumnya belum mencoba untuk melihat pengaruh jarak dari tempat pembuangan limbah industri maka perlu dilakukan observasi terhadap tingkat cemaran logam berat kromium terhadap air, sedimen dan biota sungai. Melalui penelitian ini, penulis berupaya untuk mendeteksi konsentrasi paparan kromium terhadap air, sedimen dan biota sungai di desa Banyakan, Sitimulyo, Piyungan, Bantul.

### 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah pola distribusi dan konsentrasi pencemar krom di lingkungan Desa Banyakan, Piyungan, Bantul ?
2. Apakah ada perbedaan konsentrasi kromium pada air, sedimen dan biota air sungai di Desa Banyakan, Piyungan, Bantul ?
3. Apakah ada hubungan konsentrasi kromium antar stasiun sampling di Desa Banyakan, Piyungan, Bantul ?

### **1.3 Tujuan**

1. Mengetahui pola distribusi dan konsentrasi pencemar krom di lingkungan Desa Banyak, Piyungan, Bantul.
2. Mengetahui adanya perbedaan konsentrasi kromium pada air, sedimen dan biota air sungai di Desa Banyak, Piyungan, Bantul.
3. Mengetahui adanya hubungan konsentrasi kromium antar stasiun sampling di Desa Banyak, Piyungan, Bantul.

### **1.4 Manfaat**

1. Bagi Pemerintah, sebagai acuan untuk pertimbangan dalam pengelolaan lingkungan dan pembinaan industri dalam pengolahan limbah.
2. Bagi masyarakat, memperoleh data terbaru kromium pada air, sedimen dan biota di Desa Banyak, Piyungan, Bantul.

©UKDW



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Aktivitas pembuangan limbah industri penyamakan kulit terbukti mengandung kromium dengan ditemukannya konsentrasi kromium pada berbagai sampel. Pola distribusi dan pencemaran krom di lingkungan terjadi secara luas dimulai dari buangan limbah industri ke irigasi warga sampai ke sungai Opak dan terakumulasi ke dalam sampel air, sedimen dan biota. Proses distribusi ini terjadi ketika limbah yang masuk ke dalam perairan dan diencerkan oleh faktor cuaca dan arus air lalu dipekatkan melalui proses biologi dengan diserap oleh plankton, tanaman air dan kemudian diserap oleh ikan. Sedangkan melalui proses fisik dan kimiawi dengan diabsorpsi lalu terjadi pertukaran ion dan pengendapan pada sedimen. Pencemaran oleh logam berat kromium ini dapat menurunkan kualitas lingkungan dan ekologi serta dapat membunuh organisme akuatik.
2. Pada hasil Anova menunjukkan signifikan atau memiliki perbedaan konsentrasi kromium antar sampel baik itu air, sedimen dan biota di Desa Banyakan, Piyungan, Bantul dikarenakan perbedaan setiap jenis sampel dalam menyerap logam berat kromium dan pengaruh faktor fisik-kimia.
3. Pada hasil korelasi menunjukkan signifikan atau memiliki hubungan konsentrasi kromium antar setiap stasiun dikarenakan jarak yang cukup dekat antar setiap stasiun.

#### 5.2 Saran

Bagi masyarakat, untuk menerapkan pola hidup bersih dan sehat khususnya bagi penambang pasir disekitar daerah sungai Opak yang setiap harinya melakukan kontak langsung dengan perairan sungai Opak, karena paparan kromium dapat menyebabkan kulit mengalami pembengkakan dan kemerahan. Bagi pemerintah untuk melakukan pembinaan langsung terhadap industri yang berkaitan dalam pengolahan limbahnya karena telah terdeteksi konsentrasi kromium pada sampel air, sedimen dan biota serta terdistribusi secara meluas dan juga pemerintah dapat memonitoring dan melakukan pengelolaan lingkungan secara berkala. Bagi industri, untuk melakukan pengolahan limbah sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan sebelum dibuang ke badan air. Bagi penelitian berikutnya, agar melakukan penelitian distribusi konsentrasi kromium sampai ke pantai selatan dan akumulasi kromium pada kuku, rambut dan darah bagi warga yang tinggal di daerah sekitar aliran limbah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiwilaga, E.M., Hariyadi, S., Niken T.M. Pratiwi. 2009. Perilaku Oksigen Terlarut Selama 24 Jam Pada Lokasikaramba Jaring Apung Di Waduk Saguling, Jawa Barat. *Limnotek* 16 (2): 109-118.
- Akbar HS. 2002. Pendugaan Tingkat Akumulasi Logam Berat Cd, Pb, Cu, Zn dan Ni pada Kerang Hijau (*Penna viridis* L) ukuran > 5 cm di Perairan Kamal Muara, Teluk Jakarta. Skripsi . Bogor.
- Amin, B. 2002. Distribusi Logam Berat Pb dan Zn di Perairan Telaga Tujuh Karimun Kepulauan Riau. *Jurnal Natur Indonesia*, 5 (1), 9-16.
- Araoye, P.A. 2009. The Seasonal Variation of pH and Dissolved Oxygen (DO<sub>2</sub>) Concentration in Asa Lake Ilorin, Nigeria. *International Journal of Physical Science* 4(5): 271-274.
- Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC), 2000, ANZECC interim sediment quality guidelines. Report for the Environmental Research Institute of the Supervising Scientist, Sydney, Australia.
- Begum, A., Ramaiah, M., Harkrishna, S., Khan, I., Veena, K., 2009b, Heavy Metal Pollution and Chemical Profile of Cauvery River Water, *E-Journal of Chemistry*, 6 (1) : 47-52.
- Bryan, G.W., Langston, W.J., 1992. Bioavailability, accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to United.
- Damandiri. 2006. . on line at [http :/ www. damandiri. or. id/ file. erlanggaipbbab5. pdf](http://www.damandiri.or.id/file.erlanggaipbbab5.pdf).
- Defew LH, James MM, Hector MG. An Assessment of Metal Contamination in Mangrove Sediments and Leaves from Punta Mala Bay, Pacific Panama. *Marine Pollution Bulletin*. 2004; **50**: 547-552.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Giacinta, M., Salimin, Z., & Junaidi, J. (2013). Pengolahan logam berat krom (Cr) pada limbah cair industri penyamakan kulit dengan proses koagulasi dan presipitasi. *Jurnal Teknik Lingkungan*, **2(2)**, 1–8.
- Ginting, Ir. Perdana. 2007. Sistem Pengelolaan Lingkungan Dan Limbah Industri, Cetakan pertama.: Yrama Widya. Bandung Hal 37-200.
- Johan, T.I. 2012. Dampak Penambangan Emas Terhadap Kualitas Air Sungai Singingi Di Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau. *J. Ilmu Lingkungan*.
- Listiana, Vika. 2013. Analisis Kadar Logam Berat Kromium (Cr) dengan Ekstraksi Pelarut Asam Sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) Menggunakan Atomic Absorption Spectrofotometry (AAS) di Sungai Donan (Cilacap) pada Jarak 2 km sesudah PT. Pertamina. Skripsi. Semarang: Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Institut Agama Islam Negeri Walisongo
- Lasut M. T. 2009. Proses Bioakumulasi dan Biotransfer Merkuri (Hg) pada Organisme Perairan di dalam Wadah Terkontrol. *Jurnal Matematika dan Sains*, **14 (3)**.
- Nuhidayati, 1993. Studi Biologi Siput Murbai di Sumatera Selatan dan Sumbangannya pada Pengajaran Biologi di Sekolah Menengah Atas. Skripsi S1. Biologi FKIP UNSRI. Hal 39.
- Officer, C.B., 1976. *Physical Oceanography of Estuaries and Associated Coastal Waters*. John Willey and Sons. New York: 465 pp.
- Pond and Pickard, 1978. *Introductory Dynamical Oceanography*. Pergamon Press. Pub. Hedington Hill Hall, Oxford: 486 pp
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan toksikologi logam berat*. Rineka cipta, Jakarta

- Rahardjo, D., 2016. Profil Cemaran Kromium di Lingkungan serta Konsentrasi dan Akumulasinya dalam Darah dan Rambut. Laporan Penelitian. Fakultas Bioteknologi UKDW.
- Rahman, M.U., Gul S., UIHaq, M.Z 2007. Reduction Of Chromium (VI) by Locally Isolated *Pseudomonas* sp. C171“ *Turkey Journal Biol* ” **31**. 2007 : 161-166.
- Rochyatun, E., Kaisupy, M. T., dan Rozak, A. 2006. Distribusi Logam Berat dalam Air dan sedimen di perairan Muara Sungai Cisadane. *Makara Sains*, **10 (1)** : 35 – 40.
- Rochyatun, E., Rozak, A., 2007b. Pemantauan kadar logam berat dalam sedimen di perairan Teluk Jakarta. *Makara Sains* **11**, 28–36.
- Schiavon, M. E. A. H. Pilon. Smits, M. Wirtz, R. Hell and M. Malagoli. 2008. Interactions Between Chromium And Sulfur Metabolism In *Brassica juncea*. *Journal Of Enviromental Quality*. **37** : 1536-1545.
- Syakti, A. D., N. V. Hidayati dan A. S. Siregar. 2012. Agen Pencemaran Laut. IPB Press. Kampus IPB Taman Kencana Bogor, Bogor
- Paul, H. L., Phillips, P. S., Covington, A. D., Evans, P., & Antunes, A. P. M. (2013). Dechroming optimisation of chrome tanned leather waste as potential poultry feed additive: A waste to resources. In Proceeding XXXII Congress of IULTCS. Istanbul, Turkey: IULTCS.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 tentang “Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air” dalam Infolab: Juli-Agustus/V/2004:14-15.
- Welch, E. B 1980. Ecological Effects of Waste Water. Cambridge University Press, Cambridge: p. 337.
- Wu, C., Zhang, W., Liao, X., Zeng, Y., & Shi, B. (2014). Transposition of chrome tanning in leather making. *Journal of the American Leather Chemist Association*, **109(6)**, 176–183.
- Wulandari. 2012. Kandungan Logam Berat Pb pada Air laut dan Tiram *Saccostrea glomerata* sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Prigi, Trenggalek, Jawa Timur. *J. Penelitian Perikanan*. **9(2)**:3-8