

**GAMBARAN HISTOPATOLOGI ORGAN INSANG, HATI, DAN GINJAL PADA  
IKAN GABUS (*Channa striata*) DAN IKAN MUJAIR (*Oreochromis  
mossambicus*) DI SUNGAI ALO DESA PENATARSEWU  
KABUPATEN SIDOARJO**

**LAPORAN SKRIPSI  
MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh:

**MITA GALIH SETIAWAN**

**NIM. 0610810040**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2012**

LAPORAN SKRIPSI

GAMBARAN HISTOPATOLOGI ORGAN INSANG, HATI, DAN GINJAL PADA  
IKAN GABUS (*Channa striata*) DAN IKAN MUJAIR (*Oreochromis  
mossambicus*) DI SUNGAI ALOO DESA PENATARSEWU  
KABUPATEN SIDOARJO

Oleh:

MITA GALIH SETIAWAN

NIM. 0610810040

telah dipertahankan di depan penguji  
pada tanggal 5 Maret 2012  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Dr. Uun Yanuhar, S. Pi, M. Si

NIP. 19730404 200212 2 001

Tanggal: \_\_\_\_\_

Dosen Penguji II

Dr. Yuni Kilawati, S.Pi., MSi.

NIP. 19730702 200501 2 001

Tanggal: \_\_\_\_\_

Dosen Pembimbing I

Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA., Ph.D

NIP. 19610523 198703 2 003

Tanggal: \_\_\_\_\_

Dosen Pembimbing II

Ir. Kusriani, MS.

NIP.19560417 198403 2 002

Tanggal: \_\_\_\_\_

Mengetahui,  
Ketua Jurusan MSP

DR. Ir. Happy Nursyam, MS

NIP. 19600322 198601 1 001

Tanggal: \_\_\_\_\_

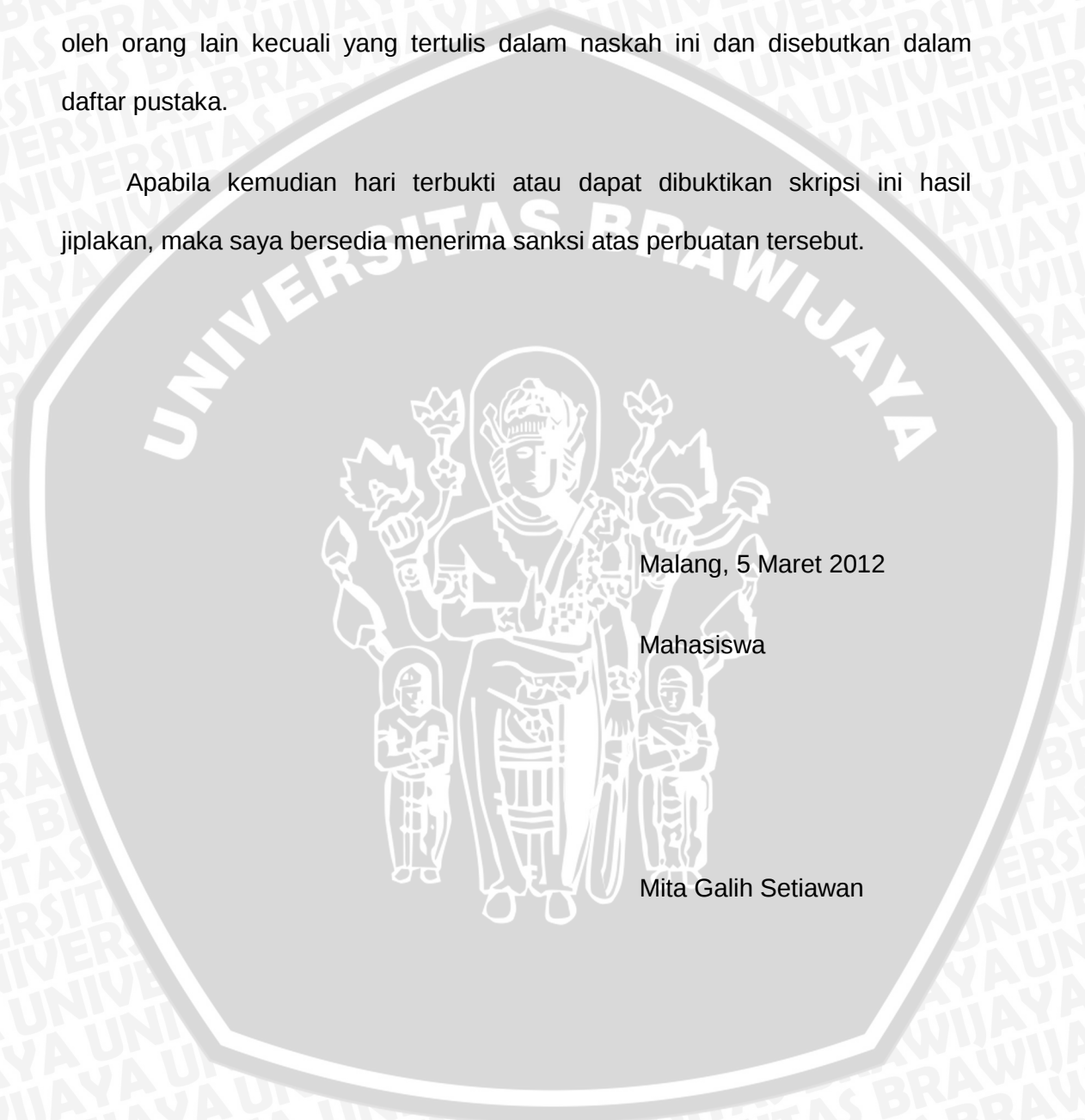
Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 5 Maret 2012

Mahasiswa

Mita Galih Setiawan



## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT. dan Nabi Muhammad SAW. atas segala karunia dan hidayah-Nya yang dilimpahkan kepada penulis.
2. Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA., Ph.D dan Ir. Kusriani, MS selaku pembimbing.
3. Dr. Uun Yanuhar, S.Pi., Msi dan Dr. Yuni Kilawati, SPi., MSi selaku penguji.
4. Mbah Lah dan Mbah No, ayah dan ibukq, mas iwan, dek ik, dek zidan dan keluarga besar di Wlingi yang selalu mendukung penulis.
5. *"The big fart family"*, *green house*, MSP'06 bersaudara, keluarga watu gilang 3/17b, terimakasih untuk semangat dan keceriaan yang kalian berikan. Serta pihak-pihak lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Malang, 5 Maret 2012

Penulis

## RINGKASAN

**Mita Galih Setiawan.** Skripsi tentang Gambaran Histopatologi Organ Insang, Hati, Dan Ginjal Pada Ikan Gabus (*channa striata*) dan ikan mujair (*oreochromis mossambicus*) di sungai alo Desa Penatarsewu Kabupaten Sidoarjo (di bawah bimbingan **Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA., Ph.D** dan **Ir. Kusriani, MS.**)

---

Sungai Alo terletak di Propinsi Jawa Timur, Kabupaten Sidoarjo, merupakan pertemuan antara sungai Kalitengah dan Kalidawir di Kecamatan Tanggulangin. Bahan pencemar dari domestik, pertanian industri ditambah sumbangan lumpur lapindo mengurangi kualitas air bahkan kuantitas ikan di sungai menurun dengan bertambahnya bahan pencemar. Gambaran histopatologi organ insang, hati dan ginjal ikan mujair dan ikan gabus dapat dijadikan informasi bagaimana kondisi perairan tersebut. Hal ini disebabkan analisa histopatologi organ insang, hati dan ginjal ikan akan dapat menunjukkan kerusakan jaringan yang beragam.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui gambaran abnormalitas pada jaringan insang, hati dan ginjal pada ikan gabus dan ikan mujair pada perairan Sungai Alo selanjutnya data tersebut dapat digunakan untuk mengetahui status perairan berdasarkan kondisi histologi organ insang, hati dan ginjal pada ikan tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif. Sampel ikan pada penelitian ini diambil menggunakan jaring disepanjang Sungai Alo. Ikan terjaring yang diamati adalah dua jenis yaitu Ikan gabus dan ikan mujair dan diambil 5 sampel ikan untuk masing-masing jenis. Parameter kualitas air yang diambil yaitu suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut, *Total Suspended Solid* (TSS), merkuri (Hg) dan fenol ( $C_6H_5OH$ ). Sebagai pendukung analisa histopatologi juga diteliti kandungan Hg dan fenol dalam organ insang, hati dan ginjal.

Dari penelitian ini didapatkan kualitas Air pada Sungai Alo dalam keadaan tercemar dengan ditunjukkan beberapa parameter yang telah melebihi ambang batas yang diperbolehkan di perairan seperti kandungan TSS (548 – 622 ppm), Hg (0,023 - 0,04 ppm) dan Fenol (1,04 - 3,09 ppm) yang melebihi baku mutu.

Pada ikan mujair didapatkan rerata akumulasi logam Hg pada ginjal (0,033 ppm), hati (0,030 ppm) dan insang (0,0140 ppm). Sedangkan pada ikan gabus akumulasi logam Hg pada ginjal (0,040 ppm), hati (0,037 ppm), insang (0,0213 ppm). Rerata Kandungan fenol pada organ hati (2,81 ppm), ginjal (2,50 ppm) dan insang (1,76 ppm). Sedangkan pada ikan gabus kandungan fenol pada organ hati (2,81 ppm), ginjal (2,19 ppm) dan insang (1,59 ppm). Kandungan hg dan fenol tersebut sudah melebihi ambang batas yang diperbolehkan untuk organisme.

Pemeriksaan histopatologi pada insang menunjukkan adanya hipertropi, hyperplasia, fusi, atrofi dan nekrosis. Total kerusakan pada jaringan insang sebesar  $\pm 52,11\%$  pada ikan mujair dan  $56,63\%$  pada ikan gabus.

Pemeriksaan histopatologi pada hati ikan mujair dan ikan gabus menunjukkan adanya *cloudy swelling*, degenerasi lemak, lisis, atrofi dan nekrosis. Total kerusakan pada jaringan hati sebesar  $\pm 49,98\%$  pada ikan mujair dan  $51,98\%$  pada ikan gabus.

Pemeriksaan histopatologi pada ginjal ikan mujair dan ikan gabus menunjukkan adanya degenerasi sitoplasma, haemorrhage, atrofi, hiperplasia, hipertropi, nekrosis dan pengurangan sel *lymph*. Total kerusakan pada jaringan ginjal sebesar  $\pm 50,26\%$  pada ikan mujair dan  $\pm 51,91\%$  pada ikan gabus.

Dari data dan hasil pengamatan penelitian ini mengambil kesimpulan bahwa pencemaran yang terjadi di sungai alo sudah berlangsung lama dan memiliki beban pencemar yang tinggi ditandai dengan kerusakan jaringan Insang, hati dan ginjal yang sudah pada tahap irreversibel yaitu respon jaringan yang tidak dapat pulih ditandai dengan adanya kematian sel atau nekrosis dalam jumlah yang banyak. Saran dari penelitian ini, diperlukan penegakan peraturan pemerintah tentang kebijakan pembuangan limbah ke badan air karena dari hasil penelitian masih didapatkan zat berbahaya yang melebihi ambang batas. Diperlukan controlling dan pengelolaan untuk menjaga kualitas perairan sungai Alo agar tetap lestari. Jika zat pencemar dalam perairan sungai dapat merusak tubuh ikan bukan tidak mungkin akan berdampak yang sama pada manusia yang mengkonsumsinya, oleh karena itu diharapkan bagi konsumen dan semua pihak terkait untuk lebih bijak dalam mengkonsumsi ikan dan menjaga kelestariannya.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis persembahkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat, taufik serta hidayah-Nya skripsi dengan judul “Gambaran Histopatologi Organ Insang, Hati, Dan Ginjal Pada Ikan Gabus (*channa striata*) dan ikan mujair (*oreochromis mossambicus*) di sungai alo Desa Penatarsewu Kabupaten Sidoarjo” ini dapat diselesaikan.

Laporan ini dibuat dan dengan tujuan sebagai pertanggungjawaban kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan serta Universitas Brawijaya dan merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana. Selain itu, dengan dirampungkannya laporan ini juga diharapkan bisa membantu masyarakat dalam memperbaiki kualitas perairan dan lingkungan.

Akhirnya penulis berharap semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca. Selain itu penulis sadar bahwa dalam laporan ini terdapat kekurangan dan belum sempurna. Oleh sebab itu, penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini.

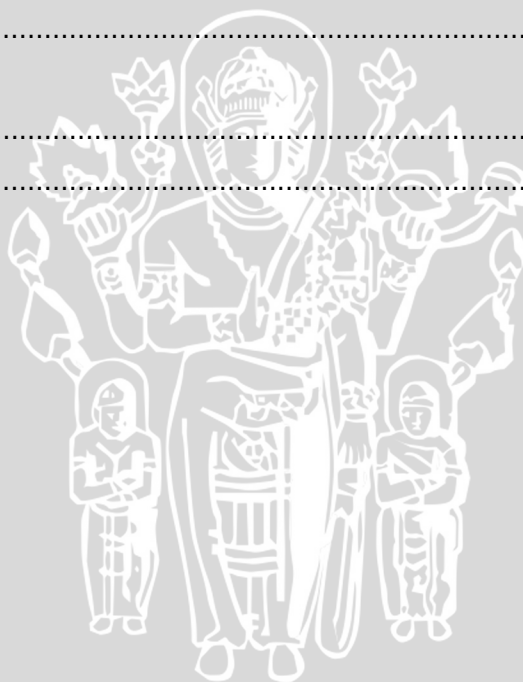
Malang, 5 Maret 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                                             |            |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                                                     | <b>ix</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                                   | <b>x</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                                                  | <b>xi</b>  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                                                | <b>xii</b> |
| <br>                                                                        |            |
| <b>1. PENDAHULUAN .....</b>                                                 | <b>1</b>   |
| 1.1 Latar Belakang .....                                                    | 1          |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                                   | 3          |
| 1.3 Tujuan .....                                                            | 5          |
| 1.4 Kegunaan .....                                                          | 5          |
| 1.5 Tempat dan Waktu.....                                                   | 6          |
| <br>                                                                        |            |
| <b>2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                                            | <b>7</b>   |
| 2.1 Sungai Alo .....                                                        | 7          |
| 2.2 Ikan Gabus .....                                                        | 8          |
| 2.3 Ikan Mujair .....                                                       | 11         |
| 2.4 Histopatologi.....                                                      | 13         |
| 2.4.1 Insang .....                                                          | 14         |
| 2.4.2 Hati .....                                                            | 17         |
| 2.4.3 Ginjal.....                                                           | 20         |
| 2.5 Roadmap hasil penelitian tentang ekotoksikologi dan histopatologi ..... | 22         |
| <br>                                                                        |            |
| <b>3. MATERI DAN METODE PENELITIAN .....</b>                                | <b>28</b>  |
| 3.1 Materi Penelitian .....                                                 | 28         |
| 3.2 Metode Penelitian .....                                                 | 23         |
| 3.3 Teknik Pengambilan Sampel .....                                         | 29         |
| 3.4 pengukuran dan Analisa Parameter .....                                  | 30         |
| 3.4.1 Metode Histopatologi .....                                            | 30         |
| 3.4.2 Analisis Histologi .....                                              | 33         |
| 3.4.3 Metode pengukuran Kualitas Air .....                                  | 33         |
| <br>                                                                        |            |
| <b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                        | <b>39</b>  |
| 4.1 Kualitas Air Sungai Alo .....                                           | 35         |

|                                           |           |
|-------------------------------------------|-----------|
| 4.2 Kandungan pada Organ dalam Ikan ..... | 45        |
| 4.2.1 Hg .....                            | 45        |
| 4.2.2 Fenol.....                          | 46        |
| 4.3 Kondisi Eksternal Ikan .....          | 48        |
| 4.4 Analisis Histopatologis .....         | 49        |
| 4.4.1 Insang .....                        | 50        |
| 4.4.2 Hati .....                          | 56        |
| 4.4.3 Ginjal .....                        | 61        |
| 4.5 Pembahasan Umum .....                 | 67        |
| <b>5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>      | <b>68</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                      | 68        |
| 5.2 Saran .....                           | 69        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                | <b>70</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                      | <b>75</b> |



## DAFTAR TABEL

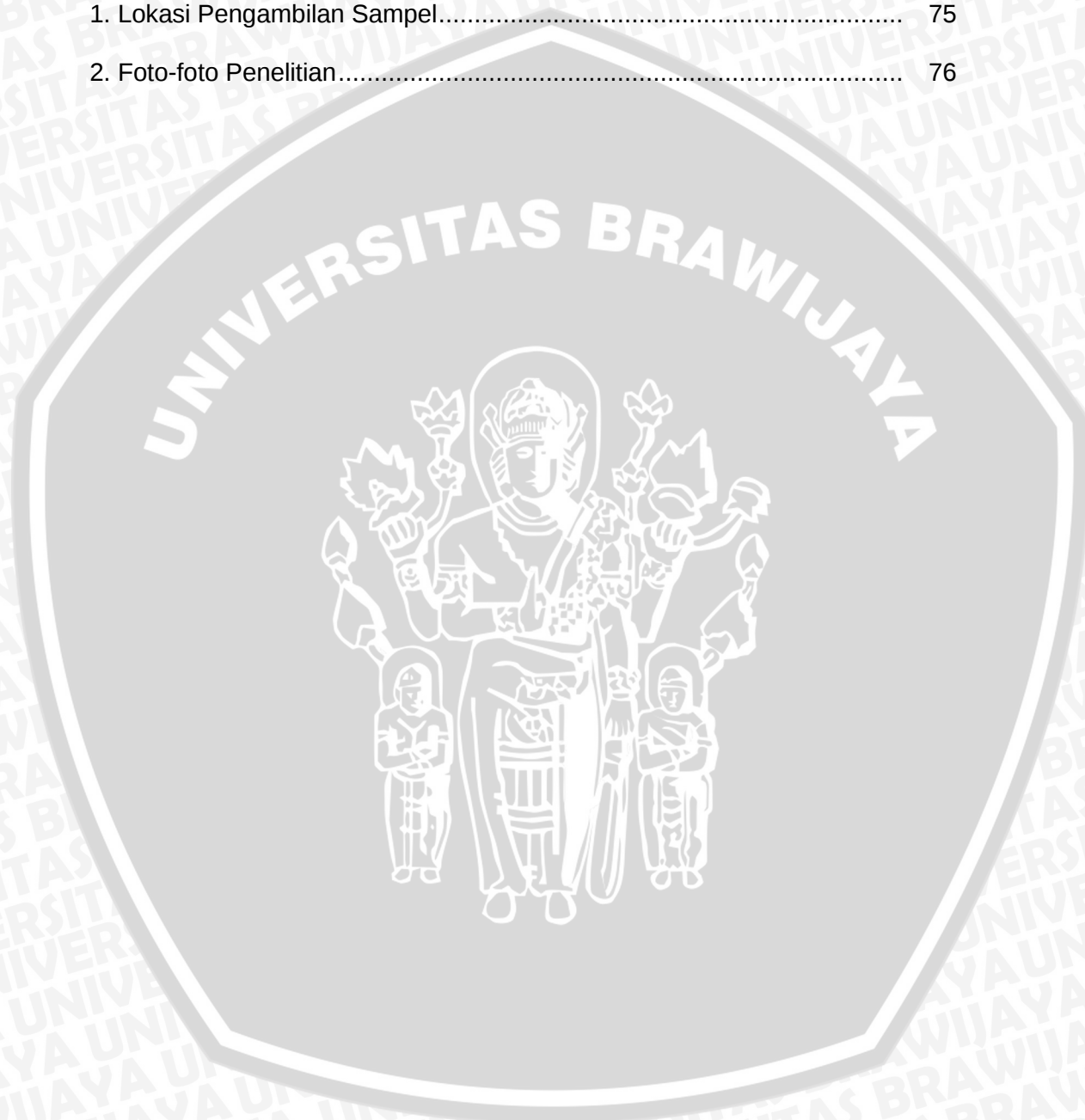
| Tabel                                                         | Halaman |
|---------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Road Map Hasil Penelitian.....                             | 24      |
| 2. Nilai Kualitas Air Sungai Alo.....                         | 39      |
| 3. Kandungan Merkuri pada organ dalam ikan.....               | 45      |
| 4. Kandungan Fenol pada organ dalam ikan.....                 | 47      |
| 5. Total Length Ikan Sampel.....                              | 49      |
| 6. Jenis Kerusakan pada jaringan insang.....                  | 54      |
| 7. Prosentase Kerusakan pada jaringan insang ikan.....        | 54      |
| 8. Prosentase rata-rata kerusakan pada jaringan insang .....  | 55      |
| 9. Jenis Kerusakan pada jaringan hati .....                   | 58      |
| 10. Prosentase Kerusakan pada jaringan hati ikan .....        | 59      |
| 11. Prosentase rata-rata kerusakan pada jaringan hati .....   | 59      |
| 12. Jenis Kerusakan pada jaringan ginjal.....                 | 65      |
| 13. Prosentase Kerusakan pada jaringan ginjal ikan.....       | 65      |
| 14. Prosentase rata-rata kerusakan pada jaringan ginjal ..... | 66      |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar                                                      | Halaman |
|-------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Ikan gabus .....                                         | 9       |
| 2. Ikan Mujair .....                                        | 11      |
| 3. Struktur Histologi insang normal .....                   | 10      |
| 4. Struktur Histologi insang yang terkena polutan .....     | 12      |
| 5. Struktur Histologi hati normal .....                     | 19      |
| 6. Struktur Histologi ginjal normal.....                    | 21      |
| 7. Sampel Ikan.....                                         | 49      |
| 8. Irisan Jaringan insang ikan mujair perbesaran 100x ..... | 51      |
| 9. Irisan Jaringan insang ikan mujair Perbesaran 400x.....  | 51      |
| 10. Irisan jaringan insang ikan gabus perbesaran 400x ..... | 52      |
| 11. Irisan Jaringan hati ikan mujair perbesaran 400x.....   | 57      |
| 12. Irisan Jaringan hati ikan gabus perbesaran 400x.....    | 57      |
| 13. Irisan Jaringan ginjal ikan mujair dan ikan gabus ..... | 64      |

## DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran                          | Halaman |
|-----------------------------------|---------|
| 1. Lokasi Pengambilan Sampel..... | 75      |
| 2. Foto-foto Penelitian.....      | 76      |



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumberdaya alam yang berguna untuk hajat hidup orang banyak bahkan untuk seluruh makhluk hidup. Masalah yang ada saat ini adalah kualitas air yang kurang baik. Banyak kegiatan industri, domestik yang menyumbangkan limbah ke perairan dan lingkungan sehingga berdampak negatif terhadap sumberdaya air. Kondisi seperti ini mempengaruhi dan menimbulkan gangguan, kerusakan, dan bahaya bagi makhluk hidup yang bergantung pada sumber daya air.

Berbagai proses alam dan kegiatan manusia berperan sebagai sumber senyawa pencemar. Senyawa pencemar tersebut kemudian masuk ke perairan sungai dan akan mengalami kontak dengan komponen lingkungan baik biotik dan abiotik. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup (2004), dampak pencemaran air pada umumnya dibagi dalam 4 kategori yaitu dampak terhadap kehidupan biota air, dampak terhadap kualitas air tanah, dampak terhadap kesehatan, dampak terhadap estetika lingkungan.

Dalam penelitian ini akan lebih membahas tentang dampak pencemaran terhadap biota air yang ada di sungai khususnya pengaruhnya terhadap ikan. Ikan adalah salah satu organisme perairan yang dapat merespon adanya perubahan lingkungan dan sering digunakan sebagai indikator biologi untuk menilai kualitas perairan.

Salah satu sungai yang diindikasikan mengalami pencemaran adalah Sungai Alo. Sungai ini terletak di kecamatan Tanggulangin, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Memiliki panjang sekitar 20 km. Sungai Alo berfungsi sebagai sumber

kegiatan ekonomi masyarakat, antara lain berperan untuk keperluan domestik bagi penduduk, sebagai mata pencaharian nelayan, irigasi pertanian dan pertambakan. Di daerah aliran Sungai Alo memiliki beberapa sumber pencemar diantaranya limbah domestik, limbah industri, buangan dari pertanian. Sungai ini juga termasuk daerah yang mendapat sumbangan buangan lumpur lapindo brantas dengan demikian beban polutan pada perairan tersebut semakin bertambah, dan dapat menimbulkan permasalahan yang serius yaitu terjadinya pencemaran perairan.

Bahan pencemar dari domestik, pertanian industri ditambah sumbangan lumpur lapindo mengurangi kualitas air sungai bahkan sempat menimbulkan kegagalan panen ikan dan udang di tambak- tambak desa penatarsewu yang masukan airnya berasal dari Sungai Alo. Kuantitas ikan di sungai menurun dengan bertambahnya bahan pencemar. Menurut Setyawati dan Hartati (2005), adanya zat racun dalam tubuh organisme dapat menimbulkan reaksi antara zat beracun dengan struktur molekul tertentu dari badan. Namun,kepekaan terhadap zat toksik sangat bervariasi antara individu satu dan individu lainnya. Perbedaan tersebut didasarkan pada anatomi dan fisiologi tubuh, sifat keturunan, dan kondisi tubuh.

Bahan pencemar dapat masuk ke dalam tubuh ikan melalui tiga cara yaitu melalui rantai makanan, insang dan difusi permukaan kulit. Untuk melihat perubahan yang ditimbulkan akibat masuknya bahan pencemar pada tubuh ikan terutama pada organ pernafasan (insang), ekskresi (ginjal), pencernaan (hati) maka perlu dilakukan pengamatan secara histopatologi. Histologi adalah cabang ilmu biologi yang mempelajari tentang jaringan. Patologi adalah kajian tentang penyakit atau kajian tentang adaptasi yang tidak cukup terhadap perubahan-perubahan lingkungan eksternal dan internal. Jenis ikan yang masih ditemukan

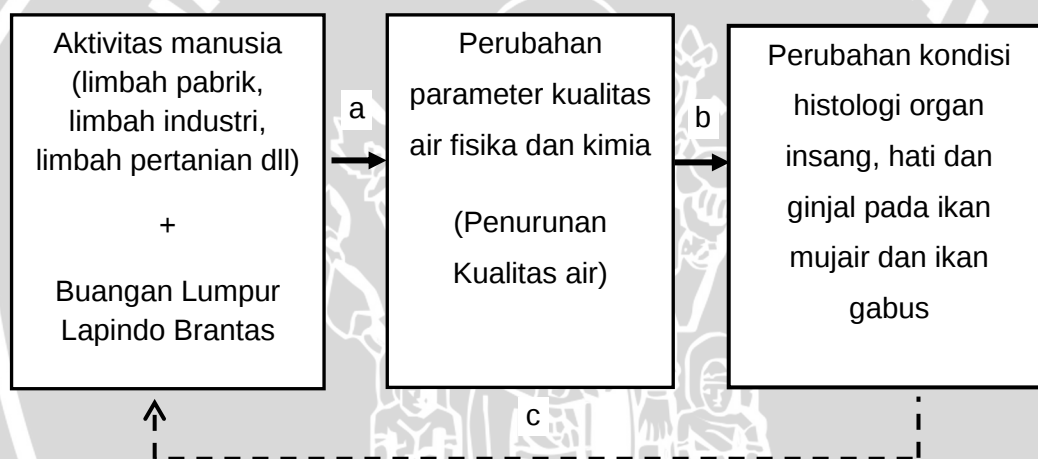
didaerah aliran Sungai Alo antara lain ikan gabus (*Chana striata*) dan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*).

Hasil-hasil penelitian yang berkaitan tentang pengaruh lingkungan terhadap histopatologi dari organisme air diantaranya adalah penelitian dari Edgerton dan Owens (1999), meneliti tentang keadaan histopatologi lobster air tawar (*Cherax Quadricarinatus*) di Australia; Alifia dan Djawad, (2000) meneliti organ insang pada juvenile ikan bandeng yang tercemar logam timbal, penelitian dilakukan pada skala laboratorium; Erlangga (2007) meneliti efek pencemaran sungai Kampar terhadap ikan baung, histopatologi ikan yang diamati pada organ insang dan ginjal; Destiany (2007) meneliti histopatologi organ hati ikan mas. Ersu (2008) meneliti organ insang, usus dan otot pada ikan mujair di daerah Ciampea, Bogor; Mohamed (2009), meneliti tentang histopatologi ikan *Tilapia zilli* dan *Solea vulgaris* yang terdapat di danau Qarun, Mesir. Penelitian ini dilakukan selama 2 musim yaitu musim dingin dan panas. Organ yang diamati histopatologinya adalah otot, insang, ginjal, hati dan usus. Sedangkan penelitian tentang kondisi histologi ikan di perairan tercemar di kawasan Sidoarjo masih terbatas, sehingga penelitian mengenai ini diperlukan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Seiring dengan pertumbuhan penduduk semakin banyak pula usaha-usaha yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat baik sandang, pangan dan papan. Berdirinya usaha baik dalam bidang perikanan, pertanian sampai industri besar untuk pemenuhan kebutuhan masyarakat pastinya akan menyumbang limbah ke lingkungan. Berbagai macam bahan pencemar baik dalam bentuk cair, padat dan gas sedikit banyak berperan dalam penurunan kualitas dari lingkungan disamping aktifitas domestik yang dilakukan masyarakat.

Limbah yang dibuang ke sungai baik yang sudah mengalami proses pengelolaan terlebih dahulu atau belum akan terakumulasi diperairan dan selanjutnya berpengaruh pada organisme yang mendiami sungai seperti ikan. Seberapa besar kerusakan organ dalam ikan yang ada dalam perairan sungai akan menggambarkan kondisi perairan sungai tersebut. Fenomena seperti ini diduga terjadi juga di Sungai Alo Desa Penatarsewu Kabupaten Sidoarjo. Adanya skenario pembuangan lumpur lapindo yang melewati Sungai Alo akan menambah beban pencemar. Perumusan masalah dalam penelitian ini dapat digambarkan melalui diagram alir berikut:



**Gambar 1.** Diagram Alir Perumusan Masalah

Keterangan:

- a. Sungai Alo dimanfaatkan masyarakat desa penatarsewu untuk aktivitas pertambakan dan pertanian. Aktivitas tersebut juga menyumbangkan limbah seperti sisa pupuk, pestisida, sisa pakan untuk budidaya ikan atau udang. Selain itu aktivitas manusia seperti industri, pabrik, domestik, juga menghasilkan limbah cair maupun padat. Limbah- limbah tersebut dengan atau tanpa pengelolaan pada akhirnya akan dibuang ke sungai yang bermuara di laut. Begitu juga dengan buangan lumpur lapindo yang meluap kemudian dibuang langsung ke daerah aliran sungai.

- b. Masuknya limbah pabrik, industri pertanian dan domestik serta ditambah buangan lumpur lapindo brantas akan mengakibatkan perubahan kualitas air baik dari segi fisika (suhu, kecerahan), kimia (pH, karbondioksida, oksigen terlarut dan Total Bahan Organik (TOM). Limbah yang berlebih akan menyebabkan penurunan kualitas air.
- c. Penurunan kualitas air akan mempengaruhi kesehatan ikan. Pemeriksaan histopatologi organ insang, hati dan ginjal akan memberikan informasi bagaimana pencemaran yang terjadi di Sungai Alo berdampak bagi kesehatan ikan. Ikan yang masih dijumpai dalam jumlah yang banyak pada saat penelitian adalah Ikan Gabus dan Ikan Mujair.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- Untuk mengetahui pengaruh masukan limbah di perairan sungai terhadap kualitas air Sungai Alo
- Untuk mengetahui pengaruh masukan limbah di perairan sungai terhadap kondisi histopatologi organ insang, hati dan ginjal Ikan Gabus dan Ikan Mujair

### 1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini antara lain :

- Bagi mahasiswa, dapat memberikan informasi tentang gambaran abnormalitas organ dalam ikan pada perairan tercemar sehingga memunculkan ide untuk penelitian lebih lanjut tentang histopatologi.
- Bagi pemerintah Kab. Sidoarjo penelitian ini dapat digunakan sebagai data dan informasi untuk pengelolaan lebih lanjut.

### 1.5 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di perairan Sungai Alo desa Penatarsewu Kecamatan Tanggulangin Kabupaten Sidoarjo. Pelaksanaan penelitian ini dimulai bulan Juni hingga September 2011.



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sungai Alo

Sungai Alo memiliki panjang sekitar 20 km dan terletak di Desa Penatarsewu, Kecamatan Tanggulangin, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur, merupakan pertemuan antara sungai Kalitengah dan sungai Kalidawir. Sungai ini termasuk dalam daerah aliran sungai yang dilewati buangan lumpur lapindo (Herawati, 2007). Sungai alo mempunyai masukan limbah baik dari industri, pabrik, domestik, pertanian dan pertambakan. Beban pencemaran semakin meningkat dengan adanya sekenario buangan lumpur lapindo ke beberapa sungai termasuk aliran Sungai Alo. Dengan adanya pencemaran tersebut menimbulkan dampak tersendiri bagi ekosistem sungai dan masyarakat sekitardimana aliran sungai digunakan sebagai sumber irigasi dan sumber masukan air pada tambak di Desa Penatarsewu.

Beberapa penelitian telah dilakukan di sepanjang aliran sungai ini, baik dari parameter fisika dan kimia air hingga parameter biologi perairan. Seperti yang dilakuakn Herawati (2007), yang meneliti kandungan phenol pada sungai yang terkena dampak lumpur lapindo. Berdasarkan penelitian ini ditemukan konsentrasi tertinggi phenol pada sungai alo adalah sebesar 1,197 mg/L atau 1.197 kali melebihi nilai baku mutu. Di dalam penelitian ini media yang diteliti adalah lingkungan badan air yaitu Sungai Alo yang dialiri oleh air lumpur Lapindo, dimana target reseptor yang pertama dapat terkena risiko adalah biota perairan tersebut.

Dilaporkan vitanouva.net (2007) bahwa ditemukan banyak ikan mati di sungai yang dialiri lumpur lapindo. Di samping karena kadar garam yang tinggi, kematian ikan juga disebabkan oleh empat faktor. Pertama, karena partikel

lumpur yang sangat halus menyumbat insang ikan sehingga menyebabkan ikan mati lemas, kedua lumpur halus yang menutupi dasar sungai menghilangkan tempat ikan bertelur sehingga menghambat perkembangbiakan populasi ikan; ketiga, lumpur menjadikan air keruh dan menurunkan kandungan oksigen sehingga membunuh benih ikan yang rentan terhadap penurunan kualitas air; keempat, lumpur bersuhu tinggi meningkatkan aktivitas metabolisme sehingga membahayakan kehidupan biota perairan.

Penelitian lain dilakukan oleh Setyowati, dkk (2010), dalam penelitian ini ditemukan kandungan logam berat Cr diambang batas sebesar 0,06 mg/L. Sedangkan logam berat Cd masih dibawah ambang batas. Menurut KepMen Negara LH No. 51 Tahun 2004, tentang baku mutu air laut (biota air laut) diperbolehkan logam Cr sebesar 0,005 - 0.002 mg/L dan Cd sebesar 0,001 - 0.015 mg/L. logam berat dengan konsentrasi tinggi di perairan dapat membuat perubahan kualitas perairan sehingga dapat mengganggu fisiologis biota perairan yang dapat menimbulkan kerusakan organ.

Menurut Wijayanti (2011), kondisi kualitas air di Sungai Alo tidak layak bagi kehidupan ikan. Sebagian besar parameter di Sungai Alo terdapat dalam jumlah yang melebihi nilai ambang batas seperti total suspended solid (TSS) sebesar 672 mg/L sedangkan menurut Perda no. 2 tahun 2008 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air di Provinsi Jawa Timur, ambang batas adalah sebesar 400mg/L. kemudian nilai COD sebesar 58 mg/L melebihi ambang batas yang diperbolehkan sebesar 50 mg/L.

## **2.2 Ikan Gabus** (*Chana striata*)

Ikan gabus adalah sejenis ikan buas yang hidup di air tawar. Ikan ini dikenal dengan banyak nama di pelbagai daerah: aruan, haruan (Mly.,Bjn), kocolan (Btw.), bogo (Sd.), bayong, bogo, licingan (Bms.), kutuk (Jw.), dan lain-lain.

Dalam bahasa Inggris juga disebut dengan berbagai nama seperti *common snakehead*, *snakehead murrel*, *chevron snakehead*, *striped snakehead* dan juga aruan. Nama ilmiahnya adalah *Channa striata* (Fauzi, 2009).

Ikan gabus adalah salah satu kelompok ikan yang sangat berperan penting dalam kehidupan sehari-hari. Karena ikan tersebut merupakan sumber protein hewani yang sangat tinggi, terutama sumber albumin bagi penderita hipoalbumin (rendah albumin) dan luka. Baik luka pascaoperasi maupun luka bakar. Bahkan, di daerah pedesaan, anak laki-laki pasca dikhitan selalu dianjurkan mengonsumsi ikan jenis itu agar penyembuhan lebih cepat (Reyhanah, 2008).

Banyak petani yang mengusahakan budidaya dan penangkapan ikan gabus sebagai mata pencaharian. Selain itu, ikan gabus merupakan salah satu komoditi ekspor non-migas. Sekarang ini, ikan gabus sudah semakin berkurang karena lingkungan perairannya yang terganggu akibat limbah maupun karena terlalu dieksploitasi secara berlebihan. Hal tersebut ditandai harga ikan yang semakin mahal. Lingkungan perairan yang terganggu akibat adanya pengairan yang kurang baik ataupun karena adanya limbah rumah tangga menyebabkan peternakan ikan terserang penyakit baik kereacunan akibat limbah maupun karena penyakit yang disebabkan oleh parasit (Reyhanah, 2008).

Menurut Cholik *et al.*, (2005), sistematika ikan gabus adalah sebagai berikut:

|         |                          |
|---------|--------------------------|
| Filum   | : Chordata               |
| Klas    | : Pisces                 |
| Ordo    | : Channoidei             |
| Famili  | : Channidae              |
| Genus   | : Channa                 |
| Spesies | : <i>Channa striatus</i> |

*Channa striata* (Bloch, 1793)  
Chevron Snakehead



After Bloch, 1793; image reversed from original pl. 359

**Gambar 1.** Ikan Gabus (*Channa striatus*)

Ikan gabus adalah Ikan darat yang cukup besar, dapat tumbuh hingga mencapai panjang 1 meter. Berkepala besar agak gepeng mirip kepala ular (sehingga dinamai *snakehead*), dengan sisik-sisik besar di atas kepala. Tubuh bulat gilig memanjang, seperti peluru kendali. Sirip punggung memanjang dan sirip ekor membulat di ujungnya. Sisi atas tubuh dari kepala hingga ke ekor berwarna gelap, hitam kecoklatan atau kehijauan. Sisi bawah tubuh putih, mulai dagu ke belakang. Sisi samping bercoret-coret tebal (*striata*, bercoret-coret) yang agak kabur. Warna ini seringkali menyerupai lingkungan sekitarnya. Mulut besar, dengan gigi-gigi besar dan tajam (Fauzi, 2009).

Sedangkan menurut Cholik *et al.*, (2005), ciri-ciri utama dari ikan gabus adalah:

1. Bentuk badan hampir bundar di bagian depan dan pipih di bagian belakang.
2. Kepalanya lebar, dan bersisik besar, mulutnya bersudut tajam, sirip punggung dan sirip dubur panjang dan tingginya hampir sama.
3. Memiliki organ tambahan untuk pernafasan/pengambilan oksigen dari udara.
4. Sisi badan mempunyai pita berbentuk "<" mengarah ke depan; tidak ada gigi bentuk taring pada vomer dan palatine
5. 4-5 sisik antara gurat sisi dan pangkal jari-jari sirip punggung bagian depan.

Ikan gabus biasa didapati di danau, rawa, sungai, dan saluran-saluran air hingga ke sawah-sawah. Ikan ini memangsa aneka ikan kecil-kecil, serangga, dan berbagai hewan air lain termasuk berudu dan kodok. Seringkali ikan gabus terbawa banjir ke parit-parit di sekitar rumah, atau memasuki kolam-kolam pemeliharaan ikan dan menjadi hama yang memangsa ikan-ikan peliharaan di

sana. Jika sawah, kolam atau parit mengering, ikan ini akan berupaya pindah ke tempat lain, atau bila terpaksa, akan mengubur diri di dalam lumpur hingga tempat itu kembali berair. Oleh sebab itu ikan ini acap kali ditemui 'berjalan' di daratan, khususnya di malam hari di musim kemarau, mencari tempat lain yang masih berair. Fenomena ini adalah karena gabus memiliki kemampuan bernapas langsung dari udara, dengan menggunakan semacam organ labirin (seperti pada ikan lele atau betok) namun lebih primitive (Ganis, 2009).

### 2.3 Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)

Menurut Sutanmuda (2008), sistematika ikan mujair adalah sebagai berikut:

Kelas : Pisces

Sub kelas : Teleostei

Ordo : Percomorphi

Sub-ordo : Percoidea

Famili : Cichlidae

Genus : *Oreochromis*

Species: *Oreochromis mossambicus*



**Gambar 2.** Ikan mujair  
(*Oreochromis mossambicus*)

Ikan mujair merupakan jenis ikan konsumsi air tawar, bentuk badan pipih dengan warna abu-abu, coklat atau hitam. Ikan ini berasal dari perairan Afrika dan pertama kali di Indonesia ditemukan oleh bapak Mujair di muara sungai Serang pantai selatan Blitar Jawa Timur. Ikan mujair mempunyai toleransi yang besar terhadap kadar garam/salinitas. Jenis ikan ini mempunyai kecepatan pertumbuhan yang relatif lebih cepat, tetapi setelah dewasa percepatan pertumbuhannya akan menurun. Panjang total maksimum yang dapat dicapai ikan mujair adalah 40 cm (Sugiarti, 1988 dalam Sutanmuda, 2008).

Sedangkan menurut Cholik *et al.*, (2005), ciri-ciri utama dari ikan mujair adalah:

1. memiliki lubang hidung panjang pada kedua sisi kepalanya
2. gurat sisinya terbagi dua, bagian depan melengkung sejajar dengan pangkal sirip punggung, sedangkan bagian belakangnya lurus pada bagian belakang badan
3. warna badan abu-abu atau kuning; terdapat 2-5 bercak gelap disamping badan dan beberapa bercak lebih dekat ke punggung
4. pada saat berbiak mujair jantan berwarna gelap dengan pinggiran sirip ekor dan sirip punggung berwarna merah
5. bagian bawah kepala berwarna putih.

Ikan mujair mempunyai toleransi yang besar terhadap kadar garam (salinitas), sehingga dapat hidup di air payau. Jenis ikan ini memiliki kecepatan pertumbuhan yang relatif cepat, tetapi setelah dewasa kecepatannya ini akan menurun. Ikan ini mulai berbiak pada umur sekitar 3 bulan, dan setelah itu dapat berbiak setiap 1½ bulan sekali. Setiap kalinya, puluhan butir telur yang telah dibuahi akan 'dierami' dalam mulut induk betina, yang memerlukan waktu sekitar seminggu hingga menetas. Hingga beberapa hari setelahnya pun mulut ini tetap menjadi tempat perlindungan anak-anak ikan yang masih kecil, sampai anak-anak ini disapih induknya, dengan demikian dalam waktu beberapa bulan saja, populasi ikan ini dapat meningkat sangat pesat. Apalagi mujair cukup mudah beradaptasi dengan aneka lingkungan perairan dan kondisi ketersediaan makanan (Sutanmuda, 2009).

Ikan mujair termasuk ikan pemakan segala atau herbivore, makanan utamanya adalah lumut, tumbuhan air, serangga dan cacing (Pemancing.com, 2009). Menurut Cholik *et al.*, (2005), ikan mujair bersifat euryhaline karena mampu hidup dalam kisaran kadar garam yang besar, antara 0-50 ppt.

toleransinya terhadap suhu juga cukup besar. bagi ikan ini suhu optimum berkisar antara 25-30°C.

## 2.4 Histopatologi

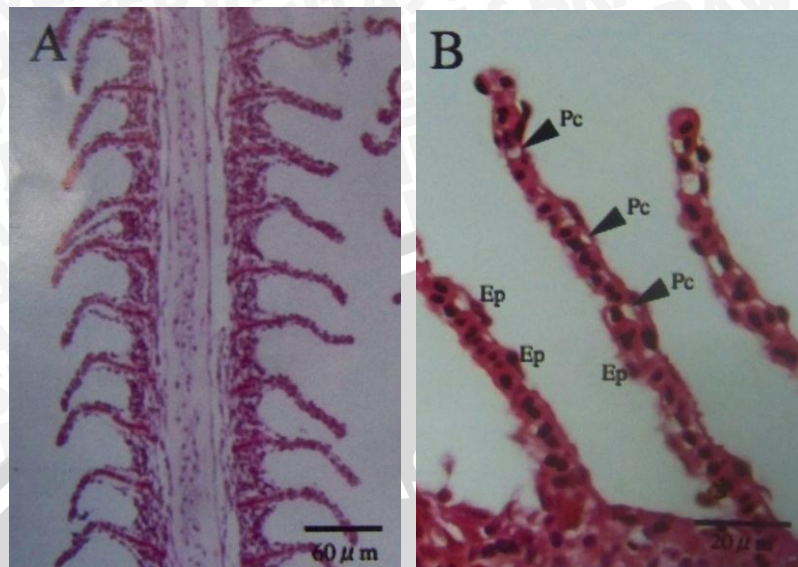
Histologi berasal dari kata histo dan logos. Histo berarti jaringan dan logos berarti ilmu sehingga histologi adalah ilmu yang mempelajari sel, organ dan jaringan tubuh secara mikroskopik. Histologi sangat diperlukan dalam mempelajari struktur jaringan normal suatu organ atau alat tubuh lain baik struktur anatomi maupun fisiologi. Menurut Vinterana (2009), salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengetahui tentang status kesehatan ikan yaitu dengan teknik histologi. Histologi adalah suatu ilmu yang menguraikan struktur dari hewan atau tumbuhan secara terinci, dan hubungan antara struktur pengorganisasian sel dan jaringan dan fungsi-fungsi yang mereka lakukan. Dengan gambaran jaringan yang dihasilkan oleh teknik histologi inilah status kesehatan yang dilihat dari gambaran jaringan dari suatu organisme dapat dilihat dan ditentukan status kesehatannya. Histologi sangat penting dalam mengenali suatu kondisi patologi yang merupakan akibat suatu penyakit dan perubahan-perubahan seluler. Ilmu yang mempelajari kelainan patologi (abnormal) suatu jaringan disebut histopatologi.

Struktur jaringan normal maupun abnormal dapat dipelajari dengan mikroskop dalam bentuk preparat jaringan. Preparat ini dibuat melalui proses pengolahan jaringan sampai didapatkan preparat yang telah diwarnai. Dengan demikian struktur histologi dapat dilihat dengan jelas sehingga memudahkan pembacaan jaringan/ pembuatan preparat sediaan histologi dilakukan melalui beberapa tahap yaitu persiapan, pengolahan, pengirisan, dan pewarnaan jaringan (Panigoro dkk., 2007).

### 2.4.1 Insang

Insang adalah organ berhubungan dengan pernapasan utama dari ikan. Insang Epithelium dari ikan adalah lokasi pertukaran gas yang utama, keseimbangan asam basa, regulasi ion. Fungsi organ pernafasan ini adalah hal yang penting bagi kehidupan ikan, dan untuk seluruh keberadaan ikan itu. Oleh karena itu, jika ikan diekspos ke lingkungan yang tercemar, akan membahayakan fungsi utama dari organ pernafasan ikan tersebut.

Menurut Panigoro, dkk. (2007), Insang normal terdiri dari bagian lengkung, gerigi dan filamen insang, namun hanya filamen insang yang berperan dalam sistem pernafasan eksternal. Lamella insang sekunder dengan bentuk meniskus berbaris sepanjang kedua sisi filamen insang (Gambar A). permukaan lamella ini tertutup oleh sejumlah lapisan tunggal dari sel epitel (Gambar B, Ep). Pembuluh darah kapiler dipisahkan oleh sel pillar (Gambar B, Pc) yang menyebar di lamella insang sekunder. Sel lender dan sel khlorida terdapat pada lamella insang sekunder (sel khlorida banyak ditemukan pada insang ikan air laut). Insang sangat dipengaruhi oleh perubahan fisika, kimia dan biologi air. Hal ini terjadi karena ikan pada setiap waktu berhubungan secara langsung dengan air (lingkungan) untuk pernafasan eksternalnya. Lamella insang sekunder dapat mengalami penurunan fungsi akibat perubahan pada lamella seperti terjadinya edema dan nekrosis.



**Gambar 3.** Struktur histologi insang normal pada ikan mas. (A) Lamella insang sekunder dengan bentuk meniskus berbaris sepanjang kedua sisi filamen insang. (B) permukaan lamella insang tertutup oleh sejumlah lapisan tunggal dari sel epitel (Ep). Pembuluh darah kapiler dipisahkan oleh sel pillar (Pc) yang menyebar di lamella insang sekunder (Panigoro, dkk., 2007).

Untuk menentukan tingkat pengaruh pencemaran di lingkungan akuatik, kerusakan insang dapat dikategorikan berdasarkan tingkatan perubahan-perubahan anatomi lamella sekunder dan filament insang. Kerusakan insang dari tingkat ringan hingga berat dirumuskan berdasarkan metode Tandjung (1982) sebagai berikut:

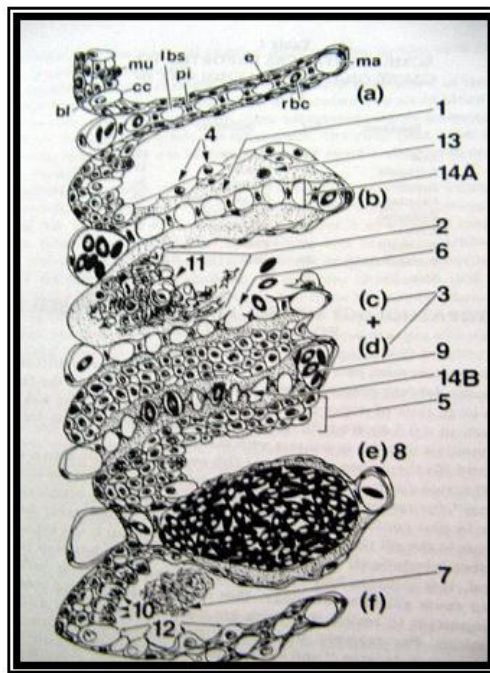
- Edema pada lamella menandakan telah terjadi kontaminasi tetapi belum ada pencemaran. Edema adalah pembengkakan sel atau penimbunan cairan secara berlebihan didalam jaringan tubuh.
- Hyperplasia pada pangkal lamella. Hyperplasia adalah pembentukan jaringan secara berlebihan karena bertambahnya jumlah sel. Hal ini merupakan gejala pencemaran.
- Fusi dua lamella (pencemaran tingkat awal)

- d. Hyperplasia hampir pada seluruh lamella sekunder, telah terjadi pencemaran.
- e. Rusaknya atau hilangnya struktur filament insang (pencemaran berat)

Affandi dan Tang (2002), mengemukakan bahwa insang pada ikan terbagi dua yaitu insang dalam dan insang luar. Insang dalam seperti insang septal (pada ikan *elasmobranchii*) dan insang tertutup (ikan teleostei). Tiap lengkung insang mempunyai filamen (lamella primer) yang banyak dimana jumlahnya mencapai ratusan. Jumlah filament berbeda untuk tiap ikan tergantung pada beberapa faktor seperti ukuran dan luas permukaan tubuh serta habitat hidupnya. Tiap-tiap filament insang mempunyai banyak lamella sekunder dengan dinding tipis. Lamella primer: ephitelium pada lamella primer terdiri dari beberapa lapis sel, terdapat 2 bentuk sel pada lamella ini yaitu : sel monocyte merupakan sel chlorid yang berfungsi dalam pertukaran garam, pembuangan garam pada ikan laut dan pengambilan garam pada ikan tawar, sel monocyte yang berfungsi untuk menghasilkan mucus. Lamella sekunder terdapat pada bagian atas dan bawah permukaan lamella primer dan ditutupi oleh dinding (ephitellium) yang tipis. Ephitellium tersebut terletak di bawah membran yang didukung oleh sel pillar. Jarak antar sel pillar disebut *lacunae* yang menghubungkan darah arteri afferent dan efferent. Jumlah dari lamella sekunder tergantung pada ukuran luas, luas permukaan tubuh dan kebiasaan hidup ikan.

Toksisitas logam-logam berat yang melukai insang dan struktur jaringan luar lainnya, dapat menimbulkan kematian terhadap ikan yang disebabkan oleh proses anoxemia, yaitu terhambatnya fungsi pernapasan yakni sirkulasi dan ekskresi dari insang. Unsur-unsur logam berat yang mempunyai pengaruh terhadap insang adalah timah, seng, besi, tembaga, kadmium dan merkuri. Percobaan yang dilakukan terhadap ikan *Carasius auratus* menunjukkan bahwa

urut-urutan penyerapan logam berat oleh chemoreceptor (taste bund) dari ikan adalah merkuri, tembaga, seng, dan timah (Widodo,1980). Perubahan yang terjadi pada filamen insang dapat dilihat pada Gambar 5.



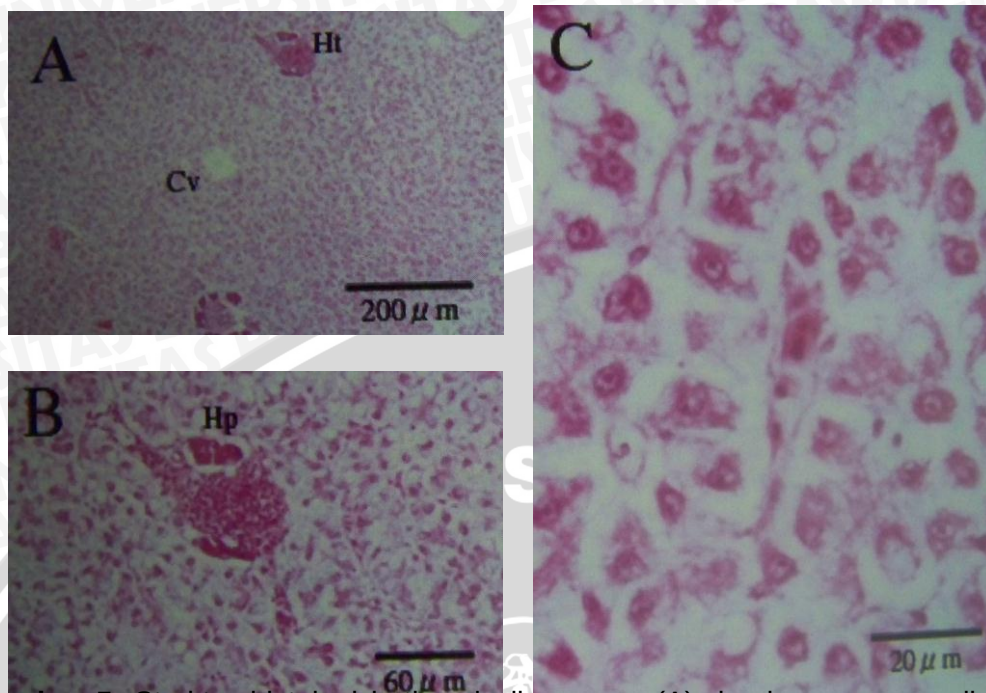
**Gambar 4.** Insang yang terkena polutan. (a-f) lamella, (1) epithelial lifting (2) nekrosis (3) lamella fusion (4) hypertrophy (5) hyperplasia (6) epithelial rupture (7) mucus secretion (8) lamella aneurysm (9) vascular congestion (10) mucus cell proliferation (11) Chloride cell damage early (12) chloride cell proliferation (13) leucocyte infiltration of epithelium (14A) lamella blood sinus dilates (14B) Lamella sinus constricts. (Heath, 1987)

#### 2.4.2 Hati

Hati merupakan kelenjar pencernaan yang paling besar dan tersusun dari sel-sel parenkhim (hepatosit) dan jalinan serabut. Pembuluh darah arteri hati dan vena bermuara ke dalam hati, sedangkan saluran empedu meninggalkan hati menuju usus. Dengan pengamatan secara histologi saluran empedu, pembuluh darah vena dan arteri hati membentuk segitiga Kiernan (Ht = segitiga Kiernan). Segitiga Kiernan adalah titik percabangan antara pembuluh darah arteri, vena dan saluran empedu. Jaringan hati tersusun dari unit yang disebut

kamar- kamar sel hati. Kamar- kamar ini mempunyai pusat pembuluh darah vena (Cv = central vein = pusat pembuluh darah vena), darah yang mengalir ke kamar- kamar sel hati dari segitiga Kiernan melewati pusat pembuluh darah vena dan keluar melalui pembuluh darah vena hati. Pada proses aliran darah ini secara fisiologi, oksigen dan konsentrasi nutrisi menurun pada pusat pembuluh darah vena dibandingkan pada segitiga Kiernan (Gambar A). Hati ikan sangat berbeda dibandingkan dengan vertebrata lain secara histologi. Salah satu perbedaannya, pada beberapa spesies ikan mempunyai kelenjar pancreas eksokrin yaitu hepatopankreas (Hp= hepatopankreas) pada Gambar B. Kecenderungan lainnya adalah akumulasi lemak (Gambar C). (Panigoro dkk., 2007).

Hati merupakan organ yang sangat rentan terhadap pengaruh zat kimia dan menjadi organ sasaran utama dari efek racun zat kimia (toksikan). Hal ini disebabkan sebagian besar toksikan yang masuk ke dalam tubuh setelah diserap sel epitel usus halus akan dibawa ke hati oleh vena porta hati. Karena itulah organ hati sangat rentan terhadap pengaruh berbagai zat kimia dan merupakan organ tubuh yang sering mengalami kerusakan (Lu, 1995).



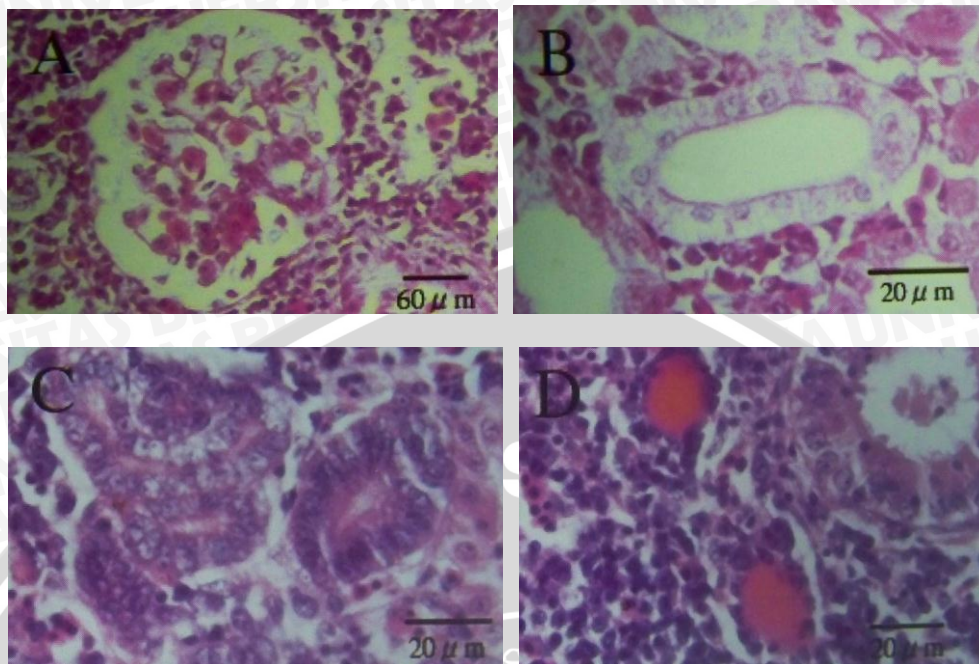
**Gambar 5.** Struktur histologi hati pada ikan mas. (A) darah yang mengalir ke kamar-kamar sel hati dari segitiga Kiernan (Ht = segitiga Kiernan) melewati pusat pembuluh darah vena dan keluar melalui pembuluh darah vena hati (Cv = central vein.). (B) Kelenjar pancreas eksokrin yaitu hepatopankreas (Hp= hepatopankreas). (C) akumulasi lemak pada hati. (Panigoro, dkk., 2007).

Pada organ hati memiliki beberapa fungsi, antara lain detoksikasi, yaitu hati bertanggung jawab atas biotransformasi zat-zat berbahaya menjadi zat-zat yang tidak berbahaya yang kemudian diekskresi oleh ginjal. Suatu toksikan dalam hati akan diinaktifkan oleh enzim-enzim di dalam hati, tapi apabila toksikan diberikan secara terus-menerus, kemungkinan toksikan di dalam hati akan menjadi jenuh (enzim tidak mampu mendetoksifikasi toksikan lagi), sehingga terjadi penurunan aktifitas metabolisme dalam hati. Hal ini akan menyebabkan proses detoksifikasi tidak efektif lagi, maka senyawa metabolit akan dapat bereaksi dengan unsur sel dan hal tersebut dapat menyebabkan kematian sel. Fungsi yang lain adalah pembentukan dan ekskresi empedu, metabolisme garam empedu, metabolisme karbohidrat (Glikogenesis, glikogenolisis, glukoneogenesis), sintesis protein, metabolisme dan penyimpanan lemak (Anderson, 1995).

### 2.4.3 Ginjal

Ginjal merupakan organ ekskresi pada semua hewan vertebrata. Ginjal mengekskresi produk metabolisme seperti ammonia dan mempunyai fungsi penting dalam memelihara homeostasis. Unit ginjal yang digunakan sebagai organ ekskresi adalah nephron (unit terkecil ginjal). Sebuah nephron tersusun dari sebuah badan malphigi dan saluran kemih. Badan malphigi terdiri dari glomerulus dan kapsul Bowman. Pada badan malphigi dihasilkan urine sederhana (Gambar A). ketika urine sederhana melewati saluran kemih, bahan-bahan penting diserap kembali dan bahan-bahan tidak penting mengalir keluar dari tempat ini (Gambar B). Namun, pada kasus ginjal mengalami kerusakan oleh substansi beracun dan infeksi penyakit glomerulus yang rusak tidak dapat melakukan regenerasi, sedangkan saluran kemih dapat melakukan regenerasi. Gambar C adalah regenerasi saluran kemih pada ginjal ikan mas (*Cyprinus carpio*). Ginjal ikan memiliki jaringan homopoietik dan pusat melano makrofaga yang berada di jaringan interstitial dan memproduksi sel darah limpa. Pada beberapa spesies ikan seperti ikan mas (*Cyprinus carpio*) dan ikan mas koki (*Carrasius auratus*), terdapat folikel tiroid (unit kelenjar gondok) yang tersebar sepanjang jaringan interstitial (Gambar D) (Panigoro dkk., 2007)

Bentuk luar ginjal teleostei bervariasi bergantung pada spesies ikan yang bersangkutan. Ginjal teleostei terdiri atas head (bagian depan) dan body kidney. Secara embriologi head kidney berasal dari pronephros dan body kidney dari mesonephros. Pada banyak ikan misalnya ikan mas dan ikan mas koki, keduanya secara makroskopis dapat dilihat, tetapi perbedaan ini sangat sulit dilihat pada spesies ikan lain misalnya eel dan rainbow trout. Head kidney pada bagian depan dan terdiri atas jaringan lymphoid, sedangkan banyak nephron dan jaringan interstitial lymphoid terdapat pada body kidney (Suprpto, 2007)



**Gambar 6.** Struktur histologi ginjal pada ikan mas. (A) Badan malphigi penghasil urine sederhana. (B) Urine sederhana melewati saluran kemih, bahan- bahan penting diserap kembali dan bahan- bahan tidak penting mengalir keluar dari tempat ini. (C) Regenarisi saluran kemih pada ginjal ikan mas (*Ciprinus carpio*). (D) folikel tiroid (unit kelenjar gondok) yang tersebar sepanjang jaringan interstitial (Panigoro, dkk., 2007).

Ginjal berfungsi untuk filtrasi dan mengekskresikan bahan yang tidak dibutuhkan oleh tubuh, termasuk polutan seperti logam berat yang toksik. Hal tersebut menyebabkan ginjal sering mengalami kerusakan oleh daya toksik logam. Dari perubahan terjadi pada ginjal maka tubulus ginjal lebih sering terjadi kerusakan daripada glomerulus, disamping itu bagian proksimat lebih banyak menderita. Jaringan ginjal ikan lebih rapuh dan konsistensinya lebih lunak dari vertebrata lainnya. Ginjal mempunyai peran utama dalam ekskresi metabolisme, pencernaan dan tempat penyimpanan berbagai unsur, termasuk bahan racun. Histopatologi ginjal adalah suatu kunci indikator dari toksisitas bahan kimia dan metode histopatologi merupakan suatu cara yang bermanfaat untuk mempelajari

efek bahan toksik yang terekspose dan bahan toksik yang ada di lingkungan perairan bagi organisme (Erlangga, 2007).

## 2.5 Road Map Hasil Penelitian tentang Ekotoksikologi dan Histopatologi

Dewasa ini penelitian mengenai histologi dan pengaruh lingkungan (ekotoksikologi) terhadap histopatologi organisme perairan sudah banyak dilakukan. Seperti pada penelitian Alifia dan Djawad (2000), dalam penelitian ini menggunakan juvenile ikan bandeng yang dimasukkan kedalam wadah yang telah dicemari logam timbal (Pb) pada 4 perlakuan dengan konsentrasi masing-masing, yaitu perlakuan A = 0 ppm (kontrol), perlakuan B = 0,05 ppm, perlakuan C = 0,1 ppm dan perlakuan D = 0,15 ppm. Setiap perlakuan mempunyai 3 ulangan dan jumlah hewan uji terdiri dari 5 ekor juvenil pada setiap unit perlakuan, sebanyak 12 unit. Hasil penelitian pemaparan logam timbal terhadap juvenile ikan bandeng memperlihatkan bahwa kerusakan lamella insang terjadi sejalan dengan semakin tingginya konsentrasi logam timbal. Kerusakan yang terjadi mengakibatkan sistem respirasi ikan terhambat dan pada akhirnya mampu menyebabkan hati dan pankreas menjadi rusak.

Penelitian lain dilakukan Mohamed (2009), yaitu melihat gambaran histopatologi pada ikan *Tilapia zilli* dan *Solea vulgaris* di danau Qarun, Mesir. Bertambahnya pencemaran di perairan menginspirasi peneliti untuk melihat pengaruhnya terhadap kondisi histopatologi ikan dan digunakan sebagai indikator pencemaran dalam perairan tersebut. Pengambilan sampel ikan dilakukan selama musim panas 2007 dan musim dingin 2008. Ukuran Total Length ikan berkisar 10,0 – 15,2 dan 13,0- 24,2 cm dan beratnya 21,0- 67,0 dan 32,5- 140,8 gram. Setelah dibedah diambil organ otot, hati, ginjal, insang dan usus untuk dibuat preparat histologi. Hasil analisa histopatologi didapatkan

beberapa kerusakan diantaranya terjadi degenerasi, atrophy, necrosis dan mineralisasi pada organ- organ tersebut. Lebih jelas tentang hasil hasil penelitian tentang ekotoksikologi dapat dilihat pada **Tabel 1**.



**Tabel 1.** Hasil- hasil penelitian tentang histopatologi

| No. | Spesies                                                   | Perlakuan                                            | Organ  | Hasil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Sumber                     |
|-----|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1.  | Juvenil ikan bandeng<br>( <i>Chanos chanos Forskall</i> ) | Dicemari logam timbal (Pb) dengan dosis yang berbeda | Insang | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontrol: normal</li> <li>- Perlakuan B (0,05 ppm): terjadi pemebesaran epitel lamella (hipertropi)</li> <li>- Perlakuan C (0,1 ppm): pembesaran epitel dan perbanyak jumlah sel (hyperplasia)</li> <li>- Perlakuan D (0,15 ppm): hilangnya fungsi epitel, terjadi necrosis pada lamella</li> </ul>                                                                                                                                                                    | Alifia dan Djawad (2000)   |
|     |                                                           |                                                      | Hati   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontrol: normal</li> <li>- Perlakuan B (0,05 ppm): perubahan bentuk (clody swelling pada bagian hepatosit</li> <li>- Perlakuan C (0,1 ppm): degenerasi parenkim ditandai dengan perubahan bentuk hepatosit, kematian sel hati</li> <li>- Perlakuan D (0,15 ppm): degenerasi lemak, penampakan berupa vakuola- vakuola (ruang kosong)</li> </ul>                                                                                                                       |                            |
| 2.  | <i>Brachydanio rerio</i>                                  | Dicemari organophosphate dimetoate 500               | Hati   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontrol: normal</li> <li>- 2 jam setelah kontaminasi: pembengkakan pada hepatosit, beberapa dalam bentuk dan ukuran yang tidak normal</li> <li>- 4 jam setelah kontaminasi: terjadip peradangan pada hepatosit, munculnya garanula dalam jumlah yang banyak</li> <li>- 8 jam setelah kontaminasi: vakuola degeneration (DC), focal necrosis (DN)</li> <li>- 24 jam setelah kontaminasi: terjadi pendarahan, kerusakan pada ujung pembuluh dan lisisnya sel</li> </ul> | Rodrigues dan Fanta (1998) |

| No. | Spesies                                        | Perlakuan                             | Organ       | Hasil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Sumber         |
|-----|------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 3.  | <i>Tilapia zilli</i> dan <i>Solea vulgaris</i> | Ikan pada perairan umum (danau Qarun) | Muscle/otot | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Degenerasi pada berkas otot,</li> <li>- kerusakan pada area pusat</li> <li>- vacuolar degeneration pada berkas otot</li> <li>- athropy (mengecilnya jaringan) pada berkas otot (<i>T. zilli</i>)</li> <li>- edema (bengkak air) diantara berkas otot (<i>S. vulgaris</i>)</li> </ul>                                                                                                              | Mohamed (2009) |
|     |                                                |                                       | Hati        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- vacuolar degeneration (<i>T. zilli</i> dan <i>S. vulgaris</i>)</li> <li>- focal area necrosis (<i>S. vulgaris</i>)</li> <li>- pengumpulan dan peradangan sel diantara hepatosit</li> <li>- penyumbatan pada pembuluh darah</li> <li>- lisisnya eritrosit pada pembuluh darah</li> <li>- terbentuknya jaringan ikat fibrosa pada ke dua ikan sering muncul pada proses penyembuhan luka</li> </ul> |                |
|     |                                                |                                       | Insang      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- poliferasi pada epitelium insang</li> <li>- degenerasi dan kerusakan pada filament insang dan secondary lamellae, prolifiration pada sel lender</li> <li>- pembengkakan dan penyumbatan pada salauran darah insang, atropy pada secondary lamellae</li> </ul>                                                                                                                                     |                |
|     |                                                |                                       | Ginjal      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- terjadi perdarahan dan pecahnya eritrosit, edema pada kapsul bowman, pembengkakan pada pembuluh darah renal</li> <li>- kerusakan pada renal tubulus</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                    |                |
|     |                                                |                                       | usus        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- edema diantara intestinal sub mucosa dan mucosa, pembengkakan pembuluh darah pada lapisan serosa, athropy (pengecilan jaringan) pada sub mucosa</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                        |                |

| No. | Spesies                                     | Perlakuan                                     | Organ  | Hasil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Sumber          |
|-----|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 4   | Ikan Baung<br>( <i>Hemibagrus nemurus</i> ) | Ikan diambil dari sungai Kampar yang tercemar | Ginjal | <p><b>Stasiun 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bintik hitam (adanya mineralisasi)</li> <li>- Sel radang (limfosit)</li> <li>- Nekrosa pada tubulus</li> </ul> <p><b>Stasiun 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pendarahan</li> <li>- Nekrosa pada tubulus</li> <li>- Glomerulus mengalami infeksi</li> <li>- Sel radang (limfosit)</li> </ul> <p><b>Stasiun 3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pendarahan</li> <li>- Glomerulus mengalami infeksi</li> <li>- Nekrosa pada tubulus</li> <li>- Sel radang (limfosit)</li> </ul> <p>Keterangan :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mineralisasi : indikasi adanya bahan pencemar yang masuk ke dalam organ</li> <li>- Nekrosa : kematian sel</li> <li>- Pendarahan : sel yang mengalami pendarahan</li> <li>- Sel radang limfosit : indikasi pencemaran sudah berlangsung lama pada organ tersebut</li> </ul> | Erlangga (2007) |

| No. | Spesies                                     | Perlakuan                                     | Organ  | Hasil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Sumber          |
|-----|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|     | Ikan Baung<br>( <i>Hemibagrur nemurus</i> ) | Ikan diambil dari sungai Kampar yang tercemar | Insang | <p><b>Stasiun 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Degenerasi sel-sel lamella</li> <li>- Mineralisasi</li> <li>- Deformasi sel-sel lamella</li> <li>- Pembengkakan</li> </ul> <p><b>Stasiun 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Degenerasi sel-sel lamella</li> <li>- Mineralisasi</li> <li>- Nekrosis</li> <li>- Hypertroph</li> </ul> <p><b>Stasiun 3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Degenerasi sel-sel lamella</li> <li>- Mineralisasi</li> <li>- Pembengkakan</li> </ul> <p>Keterangan :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Degenerasi : lamella insang yang mengalami lisis atau hancur</li> <li>- Deformasi : susunan lamella yang tidak teratur</li> <li>- Nekrosis : kematian sel</li> <li>- Hypertroph : pembesaran akibat suatu penyakit/pertumbuhan yang berlebihan pada suatu bagian tubuh</li> </ul> | Erlangga (2007) |

| No. | Spesies                                           | Perlakuan                                                                             | Organ  | Hasil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Sumber          |
|-----|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 5   | Ikan Mujair<br>( <i>Oreochromis mossambicus</i> ) | diambil langsung dari kolam ikan di Ciampea, Bogor                                    | Insang | hiperplasia, fusi, proliferasi sel goblet, edema, nekrosis epitel lamela insang dan invasi metazoan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Ersa (2008)     |
|     |                                                   |                                                                                       | Otot   | degenerasi dan nekrosa sel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                 |
|     |                                                   |                                                                                       | Usus   | proliferasi sel goblet dan nekrosa sel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                 |
| 6   | Ikan Mas<br>( <i>Cyprinus carpio L</i> )          | Dicemari Merkuri konsentrasi $HgCl_2$<br>A (0 ppm);<br>B (0,02 ppm);<br>C (0,08 ppm). | Hati   | <p>A (0 ppm) minggu 2, 4, 6: Normal</p> <p>B (0,02 ppm):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- minggu ke 2 Tampak normal</li> <li>- minggu ke 4 Pembengkakan sel, Kongesti</li> <li>- minggu ke 6 Kongesti</li> </ul> <p>C (0,08 ppm):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Minggu ke 2 Tampak normal</li> <li>- Minggu ke 4 Ikan mati</li> <li>- Minggu ke 6 Ikan mati</li> </ul> <p>Keterangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kongesti adalah pembendungan darah yang disebabkan karena gangguan sirkulasi yang dapat mengakibatkan kekurangan oksigen dan zat gizi.</li> <li>- Pembengkakan sel adalah bertambahnya ukuran sel akibat penimbunan air dalam sel, dimana sel hati membesar yang mengakibatkan sinusoid menyempit sehingga aliran darah terganggu.</li> </ul> | Destiany (2007) |

### 3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### 3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah jaringan dari organ insang, hati dan ginjal ikan gabus (*Channa striata*) dan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang terdapat pada perairan sungai alo di Desa Penatarsewu, serta sampel air dari perairan sungai untuk parameter kualitas air pendukung seperti suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut, *Total Suspended Solid* (TSS), merkuri (Hg) dan fenol (C<sub>5</sub>H<sub>6</sub>OH).

#### 3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif yang bermaksud untuk membuat gambaran mengenai situasi atau kejadian-kejadian. Pada metode ini pengambilan data dilakukan tidak hanya terbatas pada pengumpulan dan penyusunan data, tapi juga meliputi analisis dan pembahasan dari data tersebut. Metode ini bertujuan untuk membuat penggambaran secara sistematis, nyata dan akurat mengenai fakta-fakta dan sifat-sifat populasi atau daerah tertentu (Suryabrata, 1994).

Data adalah informasi atau keterangan mengenai suatu hal yang berkaitan dengan tujuan penelitian. Dalam kegiatan praktek kerja lapang ini, data yang dikumpulkan meliputi :

##### a) Data Primer

Menurut Sarwono (2008) data primer mempunyai pengertian bahwa data atau informasi tersebut diperoleh dari sumber pertama. Data primer dapat berupa data-data yang bersifat kuantitatif maupun kualitatif. Data primer dalam penelitian ini berasal dari hasil observasi dan wawancara. Observasi yang dilakukan

meliputi kegiatan, pengambilan sampel organ insang, hati dan ginjal ikan gabus dan ikan mujair serta pengukuran parameter kualitas air baik parameter fisika maupun parameter kimia, serta mengadakan pengamatan secara langsung tentang kondisi sungai dan lingkungan sekitar sungai. Wawancara dalam penelitian ini bertujuan mencari informasi secara lesan dengan narasumber (penduduk sekitar dan instansi setempat).

#### b) Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang tidak merupakan sumber asli dalam kegiatan penelitian, tetapi merupakan sumber yang dapat dipakai untuk menunjang keberadaan informasi data primer yang dijadikan informasi utama (Salim, 2009). Pada penelitian ini data sekunder meliputi peta daerah pengambilan sampel, data- data yang sudah ada mengenai sungai desa Penatarsewu. Informasi tersebut dapat diperoleh dari internet dan instansi terkait.

### 3.3 Teknik Pengambilan sampel

Sampel ikan pada penelitian ini diambil menggunakan jaring disepanjang sungai Desa Penatarsewu. Pengambilan ikan tidak menggunakan setrum untuk menghindari kerusakan organ ikan dan melindungi kehidupan ikan kecil yang lain yang tidak diambil. ikan terjaring yang diamati adalah dua jenis yaitu Ikan gabus dan ikan mujair dan diambil 5 sampel ikan untuk masing-masing jenis.

Organ dalam ikan yang ingin diamati histopatologinya dibedah secepatnya untuk menghindari kematian ikan sesaat setelah ditangkap. Organ yang diambil antara lain insang sebagai alat pernafasan, hati sebagai alat pencernaan, dan ginjal sebagai alat ekskresi. Organ yang telah diambil dimasukkan dalam formalin 10% agar jaringan tetap awet untuk dibuat preparat histologi.

Sampel air sebagai parameter pendukung diambil pada 3 stasiun di sepanjang sungai. Parameter kualitas air yang diambil yaitu suhu, pH, salinitas,

oksigen terlarut, *Total Suspended Solid* (TSS), merkuri (Hg) dan fenol ( $C_5H_6OH$ ).

Adapun lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Lampiran 1.

### 3.4 Pengukuran dan Analisa Parameter

Pengukuran parameter meliputi parameter utama dan parameter pendukung.

Parameter utama yaitu histopatologi organ insang, hati dan ginjal. Parameter pendukung meliputi parameter yang berhubungan dengan aktivitas ikan yaitu suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut, *Total Suspended Solid* (TSS), merkuri (Hg) dan fenol ( $C_5H_6OH$ ).

#### 3.4.1 Metode Histopatologi (Panigoro dkk, 2007)

##### a. Persiapan jaringan

- Fiksasi. Fungsi fiksasi adalah untuk mengawetkan sel hidup dan jaringan sedapat mungkin dalam bentuk asli dan mencegah penguraian jaringan oleh aktivitas bakteri. Fiksasi dapat menggunakan larutan formalin 10% berpenyangga fosfat dan larutan boulin yang bersuhu rendah (dingin). Total volume untuk fiksasi sedikitnya 10-20 kali volume jaringan dan harus diganti sedikitnya 2 kali selama fiksasi.

##### b. Pengolahan jaringan

- Dehidrasi. Dehidrasi adalah proses penarikan air dalam jaringan dengan menggunakan alkohol. Proses ini dilakukan dengan perendaman jaringan terfiksasi pada larutan ethanol konsentrasi rendah ke konsentrasi tinggi. Konsentrasi alkohol dalam perendaman pertama tergantung jenis dan ukuran jaringan yang akan didehidrasi. Jaringan umumnya direndam pada larutan ethanol 70%, namun jaringan yang lembut seperti otak membutuhkan proses dehidrasi yang lebih lambat, dimulai dengan ethanol 60%. Bila dehidrasi dilakukan berulang kali, alkohol akan menjadi kotor dan konsentrasinya

menurun dengan adanya cairan antar sel yang berasal dari jaringan (khususnya, bila organ hati yang didehidrasi, konsentrasi alkohol yang rendah akan menyebabkan hati diwarnai menjadi hijau kekuningan). Oleh karena itu, jika larutan alkohol telah kotor harus segera diganti dengan alkohol yang baru.

- Penjernihan. Penjernihan merupakan proses yang dilakukan antara alkohol dengan paraffin. Walaupun media penjernihan yang umum digunakan adalah khloroform dan xylene, namun direkomendasikan untuk menggunakan xylene karena sifat khloroform yang mudah menguap.
- Penyusupan paraffin. Paraffin harus bersih dari kotoran dan substansi asing. Paraffin tidak boleh terkontaminasi oleh air dan media penjernihan (seperti xylene), karena paraffin akan berubah menjadi putih dan mengkristal. Pada kasus penggunaan paraffin yang kotor, jaringan sulit diiris dengan mikrotom. Paraffin yang kotor dan terkontaminasi harus dibuang dan diganti dengan paraffin baru. Contoh jaringan tidak boleh dibiarkan terlalu lama dalam paraffin (lebih dari 2 jam) pada penyusupan paraffin. Jaringan akan mengalami penyusutan karena pada proses ini dilakukan pemanasan pada paraffin dan jaringan.
- Pembuatan blok. Tujuan pembuatan blok adalah menjaga masing-masing bagian dari jaringan tidak berubah seperti pada kondisi tahap awal pembedahan.

### *c. Pengirisan jaringan*

- pengirisan tipis blok paraffin. Blok paraffin dipersiapkan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengirisan dengan mikrotom. Lilin paraffin dibuang dengan pisau yang tajam sampai tersisa 5 mm dari tepi sampel jaringan. Pada waktu melekatkan blok paraffin, permukaan blok harus selalu diatur stabil pada sudut yang sama dengan sudut pisau mikrotom. Jadi blok ditempatkan pada

penjepit pada posisi yang sama. Penahan ksetseperti Tissue-tek sangat diperlukan untuk melekatkan blok

*d. Pewarnaan histopatologi*

Pembuatan preparat menggunakan teknik pewarnaan HE (Hematoxyline-Eosin) dengan urutan:

- Dicelup dengan Xylol (I) selama 5 menit
- Dicelup dengan Xylol (II) selama 5 menit
- Dicelup dengan Xylol (III) selama 5 menit
- Dicelup dengan Alkohol absolut (I) selama 5 menit
- Dicelup dengan Alkohol absolut (II) selama 5 menit
- Ditetesi dengan Aquadest selama 1 menit
- Dicelup dengan Harris- Hematoxiline selama 20 menit
- Ditetesi dengan Aquadest selama 1 menit
- Dicelup dengan Acid alcohol selama 2-3 celupan
- Ditetesi dengan Aquadest selama 1 menit
- Ditetesi Aquadest selama 15 menit
- Dicelup Eosin selama 2 menit
- Dicelup Alkohol 96% (I) selama 3 menit
- Dicelup Alkohol 96% (II) selama 3 menit
- Dicelup dengan Alkohol absolute selama 3 menit
- Dicelup dengan Xylol (IV) selama 5 menit
- Dicelup Xylol (V) selama 5 menit

*e. Mounting*

- Mounting dilakukan dengan cara meneteskan bahan mounting (DPX, entelan, canada balsam) sesuai kebutuhan dan ditutup dengan *coverglass*.

### 3.4.2 Analisis Histologi

Mikroskop yang digunakan untuk pengamatan histologi organ dalam adalah mikroskop binokuler. Mikroskop digunakan memiliki luas bidang pandang 0,0196 µm. setiap sampel diamati sebanyak 3 bidang pandang, setiap bidang pandang ditentukan jumlah sel yang diamati. Organ insang sebanyak 550- 600 sel/bidang pandang, organ hati sebanyak ±800 sel/ bidang pandang dan organ ginjal sebanyak 700 sel/bidang pandang. Kemudian di rata- rata jumlah kerusakan dari setiap bidang pandang.

Presentase kerusakan organ dihitung berdasarkan metode yang digunakan Kim (2006) dalam Raza'l (2008)

$$\text{persentase kerusakan} = \frac{\text{jumlah sel rusak}}{\text{jumlah sel analisis}} \times 100\%$$

Tingkat kerusakan organ yang diklasifikasikan berdasarkan metode Mitchel (Oktavianti, 2005) yang dimodifikasi:

- (-) = tidak jadi kerusakan
- (+) = kerusakan ringan jika mencapai 25% pada suatu lapang pandang
- (++) = kerusakan sedang jika mencapai 50% pada suatu lapang pandang
- (+++)= kerusakan sangat parah jika mencapai 100% pada suatu lapang pandang

### 3.4.3 Metode pengukuran kualitas air

Metode pengambilan dan penanganan contoh air serta metode kualitas air dapat dilihat pada uraian dibawah:

#### a. Suhu (APHA, 1989)

Pengukuran suhu dilakukan secara insitu menggunakan termometer Hg dengan membaca skala raksa yang tertera pada alat tersebut pada saat dibenamkan dalam perairan sungai.

b. Derajat Keasaman (pH) (**APHA, 1989**)

Derajat keasaman (pH) perairan diukur dengan menggunakan pH pen dan dilakukan dengan melihat angka yang tertera pada layer pH pen. Angka tersebut menunjukkan nilai pH perairan.

c. Salinitas (**APHA, 1989**)

Pengukuran salinitas dengan menggunakan alat refraktometer dan dilakukan dengan cara :

- Mengkalibrasi lensa/ kaca dari refraktometer dengan menggunakan aquades
- Dibersihkan dengan *tissue* secara searah agar kotoran tidak menempel pada lensa
- Air sampel ditetaskan sebanyak satu tetes dengan menggunakan pipet ke permukaan lensa refraktometer kemudian ditutup
- Diamati skala refraktometer sebelah kanan dengan cara menghadapkan refraktometer ke arah datangnya sinar agar skala dapat dibaca.

d. Oksigen Terlarut (**APHA, 1989**)

Pengukuran DO menggunakan metode *winkler*. Pengambilan air sampel menggunakan botol DO yang dimasukkan ke dalam *water sampler*. Selang dari tutup *water sampler* dimasukkan ke mulut botol DO. Kemudian *water sampler* dimasukkan ke dalam perairan sampai terdengar suara “blup” dari selang yang berarti air pada botol DO sudah terisi penuh. Kemudian botol DO ditutup saat masih didalam tabung *water sampler*. Kemudian ditetaskan 2 ml  $\text{MnSO}_4$  untuk mengikat oksigen dan 2 ml  $\text{NaOH}+\text{KI}$  untuk membentuk endapan coklat dan melepas  $\text{I}_2$ . Lalu di bolak-balik sampai terbentuk endapan coklat dan ditunggu  $\pm$  30 menit. Kemudian buang filtrat cair bening yang berada di atas endapan. Endapan coklat yang tersisa diberi 1-2 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat untuk mengikat  $\text{I}_2$  dan manjadikan 2  $\text{NaI}$ . Lalu dihomogenkan sampai endapan larut. Setelah itu ditetesi

3-4 tetes amylum untuk pengkondisian suasana basa dan dititrasi dengan Na-thiosulfat ( $\text{N}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 0,025 N untuk mengikat  $\text{I}_2$  sampai jernih atau tidak berwarna untuk pertama kali. Dicatat ml Na-thiosulfat yang terpakai dengan rumus :

$$\text{DO (mg/l)} = \frac{v \text{ titran} \times N \text{ titran} \times 8 \times 1000}{v \text{ botol DO} - 4}$$

e. TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS menunjukkan besarnya padatan tersuspensi di dalam air atau limbah. Metode yang digunakan adalah metode Gravimetri. Adapun prosedur pengukuran TSS mengacu pada Interuksi Kerja Pengukuran Kualitas Air di Laboratorium Jasa Tirta 1,

- Disiapkan kertas filter ukuran 0,45 mikron.
- Dipanaskan dalam oven dengan suhu  $105^\circ\text{C}$  selama 1 jam.
- Didinginkan dalam desikator selama 10 menit.
- Ditimbang dengan neraca analitik sebagai A gram.
- Diletakkan diatas alat penyaringan atau cawan Gooch.
- Sampel yang sudah dikocok merata, sebanyak 100 ml dipindahkan dengan menggunakan pipet ke dalam alat penyaringan atau cawan *Gooch* yang sudah ada filter kertas di dalamnya.
- Disaring dengan menggunakan bantuan pompa vakum.
- Filter kertas diambil dari alat penyaringan dan ditempatkan diatas jaring-jaring yang diletakkan pada cawan.
- Dimasukkan kembali ke dalam oven dengan suhu  $105^\circ\text{C}$  selama 1 jam.
- Dimasukkan dalam desikator selama 15 menit.
- Ditimbang lagi sebagai B gram.
- Dihitung TSS dengan rumus

Rumus:

$$\text{TSS (Mg/l)} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Vol. air sampel (ml)}}$$

A: Berat kertas saring berisi residu tersuspensi (mg)

B: Berat kertas saring kosong (mg)

f. Mercury (Hg)

Prosedur pengukuran konsentrasi logam berat merkuri mengacu pada Interuksi Kerja Pengukuran Kualitas Air di Laboratorium Jasa Tirta 1 menggunakan metode **Spektrofotometric Serapan Atom secara Generator Hidrida**, adapun prosedurnya sebagai berikut:

- Kocok contoh uji, ukur 50 ml dan masukkan ke dalam gelas piala
- Tambahkan 5 ml  $\text{HNO}_3$  pekat, panaskan perlahan sampai volumenya  $\pm 15$ -20 ml
- Tambahkan lagi 5 ml  $\text{HNO}_3$  pekat dan tutup gelas piala dengan gelas arloji kemudian panaskan lagi
- Lanjutkan penambahan asam dan pemanasan sampai semua logam larut yang terlihat dari warna endapan dalam contoh air uji menjadi agak putih atau contoh uji menjadi jernih, pada waktu pemanasan jangan sampai contoh uji habis.
- Tambah lagi 2 ml asam nitrat pekat dan panaskan kira-kira 10 menit
- Bilas gelas arloji dan masukkan air bilasannya ke dalam beaker glass
- Tuangkan dalam labu ukur 50 ml, bilas Erlenmeyer dengan air suling, dan masukkan bilasan dalam labu ukur tersebut
- Pada setiap 10 ml contoh uji tambahkan 1 ml  $\text{KMnO}_4$  0,01 N
- Masukkan contoh uji air ke dalam ASC sesuaikan nomor urutnya
- Hidupkan Graphite Furnance Atomizer (GFA), Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), Auto Sampler (ASC), blower.

- Hidupkan komputer dan masukkan perangkat lunak AA wizard
- Pilih menu pada perangkat lunak dan masukkan kode contoh uji air dan posisi kode contoh uji air yang sesuai dengan nomor posisi yang ada di ASC
- Pasang slang untuk contoh uji  $\text{NaBH}_4$  dan HCl 5 M pada tempatnya
- Buku tutup gas argon untuk analisa logam merkuri
- Hidupkan alat generator hibrida atur skrup hingga larutan  $\text{NaBH}_4$  dan HCl 5M mengalir
- Lakukan pembuatan kurva kalibrasi dengan menggunakan beberapa konsentrasi larutan standar
- Hasil diterima jika cek standar memenuhi toleransi, duplo memenuhi toleransi, dan hasil pengukuran di dalam range kurva kalibrasi, catat hasil analisa dan simpan
- Hasil pengukuran dalam spectro serapan atom dengan panjang gelombang 253,6 nm langsung dinyatakan sebagai hasil logam, kecuali contoh air uji yang diencerkan dihitung menggunakan rumus

$$\text{Mg/L} = \text{hasil pengukuran (mg/L)} \times \text{pengenceran}$$

Untuk mengukur konsentrasi merkuri pada sampel berupa padatan dalam hal ini insang, hati dan ginjal terlebih dahulu organ tersebut dihancurkan, setelah itu ditimbang dan diambil 1 grm untuk dilarutkan dalam aquades, dikocok kemudian disentrifuge dan diambil supernatan. Setelah didapatkan supernatan pengukuran logam dilakukan sesuai dengan prosedur pengukuran merkuri pada air.

#### g. Phenol

Prosedur pengukuran phenol mengacu pada Interuksi Kerja Pengukuran Kualitas Air di Laboratorium Jasa Tirta 1 dengan **metode 4- Amino Antipyrine**, adapun prosedurnya sebagai berikut:

- Disiapkan 50 ml contoh uji air, blanko, dan standar yang telah didestilasi

- Pipet 1,25 ml larutan ammonium hidroksida dan tambahkan tetes demi tetes larutan buffer fosfat pada contoh air uji sampai pH  $7,9 \pm 0,1$  lalu kocok
- Pipet 0,5 ml larutan 4-amino antipyrine, kocok dan 0,5 ml larutan kalium ferri sianida, tambahkan pada contoh air uji kemudian kocok dan tunggu 15 – 20 menit
- Ukur konsentrasi pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 500 nm

Untuk mengukur konsentrasi phenol pada sampel berupa padatan dalam hal ini insang, hati dan ginjal terlebih dahulu organ tersebut dihancurkan, setelah itu ditimbang dan diambil 1 grm untuk dilarutkan dalam aquades, dikocok kemudian disentrifuge dan diambil supernatan. Setelah didapatkan supernatan pengukuran phenol dilakukan sesuai dengan prosedur pengukuran phenol pada air.



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Kualitas Air Sungai Alo

Penelitian ini dilakukan di sepanjang Sungai Alo Desa Penatarsewu Kabupaten Sidoarjo. Berdasarkan analisa di laboratorium dan pengamatan secara langsung (*in situ*) diperoleh hasil kualitas air seperti yang tercantum pada tabel dibawah (Tabel 2).

Tabel 2. Nilai Kualitas Air di Sungai Alo

| Parameter     | Nilai        | *Kriteria Mutu<br>Air Kelas III | Keterangan                   |
|---------------|--------------|---------------------------------|------------------------------|
| DO (mg/L)     | 3,27 - 4,13  | 3                               | Angka batas minimum          |
| pH            | 7,5 - 7,83   | 6-9                             |                              |
| Suhu (°C)     | 31 – 32      | Deviasi 3                       | Deviasi suhu dari alamiahnya |
| Salinitas (‰) | 0,5 – 2      |                                 | payau                        |
| TSS (mg/L)    | 548 – 622    | 400                             | >                            |
| Hg (mg/L)     | 0,023 - 0,04 | 0,002                           | >                            |
| Fenol (mg/L)  | 1,04 - 3,09  | 0,001                           | >                            |

\*Kriteria mutu air berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

#### a. Oksigen terlarut

Oksigen terlarut merupakan suatu faktor yang sangat penting di dalam ekosistem air, terutama sekali dibutuhkan untuk proses respirasi bagi sebagian besar organisme air. Konsumsi oksigen bagi organisme air berfluktuasi mengikuti proses- proses hidup yang dilalui. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai oksigen terlarut berkisar antara 3,27 – 4,13 mg/L. Berdasarkan PP No. 82 Tahun

2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air nilai oksigen terlarut pada Sungai Alo masih berada diatas ambang batas  $> 3$  mg/L untuk air kelas III. Namun nilai tersebut mendekati nilai kritis.

Keberadaan oksigen terlarut sangat penting untuk kehidupan ikan. Menurut Reebbs (2009), sebagian besar ikan dapat berkembang dengan baik dan menyukai nilai oksigen terlarut  $\geq 5$  mg/L, dibawah kadar tersebut ikan akan mudah mengalami stres. Kadar oksigen yang rendah pada perairan akan berdampak pada ikan. Ikan akan mengalami gangguan dalam bereproduksi, kehilangan nafsu makan bahkan menimbulkan kematian ikan. Kondisi oksigen yang tidak sesuai akan membuat ikan berpindah ke lingkungan yang lebih nyaman jika dimungkinkan untuk dilakukan. Menurut Suropto (1998), setiap sel hidup membutuhkan energi untuk pemeliharaan, tumbuh, bertahan dan membelah diri/. Sel-sel tersebut memperoleh energi melalui mekanisme aerobik yang membutuhkan oksigen serta melepaskan karbondioksida.

#### b. *Potential of Hydrogen (pH)*

Potential of Hydrogen (pH) sangat penting sebagai parameter kualitas air karena ia mengontrol tipe dan laju kecepatan reaksi beberapa bahan dalam air. Selain itu, ikan dan makhluk-makhluk lainnya hidup pada selang pH tertentu, sehingga dengan diketahuinya nilai pH, kita dapat mengetahui apakah air tersebut sesuai atau tidak untuk menunjang kehidupan mereka. Nilai pH air yang normal sekitar netral yaitu antara 6-8, sedangkan pH air yang tercemar beragam tergantung dari jenis buangnya. Batas organisme terhadap pH bervariasi tergantung pada suhu air, oksigen terlarut, adanya berbagai anion dan kation serta jenis organisme (Erlangga, 2007). Dari hasil penelitian didapatkan kisaran pH sebesar 7,5 - 7,83 dengan demikian pH perairan di lokasi penelitian masih dapat mendukung kehidupan yang ada di dalamnya.

#### c. Suhu

Tiap organisme perairan mempunyai batas toleransi yang berbeda terhadap perubahan suhu perairan bagi kehidupan dan pertumbuhan organisme perairan. Oleh karena itu suhu merupakan salah satu faktor fisika perairan yang sangat penting bagi kehidupan organisme atau biota perairan. (Nontji, 1987). Pada saat penelitian berlangsung suhu perairan pada Sungai Alo berkisar antara 31-32°C. Menurut Barus (2002), pola suhu ekosistem air dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti intensitas cahaya matahari, pertukaran panas antara air dan udara, ketinggian geografis dan juga faktor kanopi (penutupan oleh vegetasi). Disamping itu dipengaruhi oleh faktor-faktor antropogen (faktor yang disebabkan oleh aktivitas manusia) seperti limbah panas yang berasal dari air pendingin pabrik dan penggundulan DAS.

Setelah oksigen, suhu perairan adalah salah satu faktor paling penting yang mempengaruhi keselamatan ikan. Ikan adalah hewan berdarah dingin dan memungkinkan untuk menerima kondisi suhu yang sama dalam ruang lingkungannya. Suhu dalam perairan mempengaruhi aktifitas, tingkah laku, pola makan, pertumbuhan dan reproduksi untuk semua ikan. Metabolism tubuh akan meningkat dua kali setiap kenaikan suhu 10° C (Swann, 1997).

#### d. Salinitas

Salinitas merupakan gambaran jumlah garam dalam suatu perairan (Dahuri, et al, 1996). Nilai salinitas berdasarkan pengukuran berkisar antara 0,5 - 2 ‰. Nilai tersebut berada dalam kisaran salinitas air payau, padahal pada kondisi alamnya sungai termasuk perairan tawar yang memiliki kadar salinitas < 0,5 ‰. Hal ini dapat terjadi karena sungai alo yang berjarak 10 km dari muara masih dipengaruhi pasang surut air laut dan pada saat pengambilan sampel dalam kondisi pasang, karena itu salinitasnya dapat mencapai 2 ‰. selain itu kondisi

suhu perairan yang tinggi sebesar 31- 32°C akan mempengaruhi tingginya penguapan sehingga kadar garam meningkat. Barus (2002), ekosistem air daratan umumnya bersifat limnis seperti sungai dan danau, meskipun terdapat juga danau yang mempunyai kadar salinitas yang tinggi. Danau seperti ini terutama terdapat di perairan tropis yang diakibatkan oleh tingginya penguapan. Terdapat perbedaan yang menyolok antara kandungan garam terlarut pada perairan tawar dengan kandungan garam terlarut pada ekosistem laut. Umumnya garam terlarut pada ekosistem laut terutama terdiri dari NaCl, sedangkan pada perairan tawar terutama terdiri dari Kalsium karbonat.

e. Total Suspended Solid (TSS)

Padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen (Kristanto, 2002). Dari hasil penelitian didapatkan nilai TSS sebesar 548 - 622 mg/L, nilai ini melebihi baku mutu sebesar 400 mg/L (PP No. 82 tahun 2001). Tingginya nilai TSS selain berasal dari limbah domestik, pertanian juga disebabkan buangan lumpur lapindo yang banyak mengandung partikel liat.

Tingginya padatan tersuspensi, akan mempengaruhi kehidupan biota perairan seperti yang diungkapkan Bilotta dan Brazier (2008) dalam penelitiannya yaitu studi pengaruh padatan tersuspensi terhadap kualitas air dan biota perairan. Dalam penelitian tersebut dituliskan pada kadar 200 mg/L terjadi penurunan produktifitas pada plankton, macrophyta dan algae periphyton sebesar 50%, hal ini akan mengakibatkan turunnya sumber pakan alami untuk ikan. Selanjutnya dituliskan juga pada kadar 488 mg/L dengan objek studi ikan salmon di United States terjadi kematian sebesar 50%. Respon biota akuatik terhadap padatan tersuspensi berbeda tergantung dari konsentrasi, waktu

pemaparan, komposisi geokimia, ukuran partikel tersuspensi. Biota yang berbeda juga menerima respon yang berbeda seperti golongan cyprinid lebih toleran dengan nilai TSS yang lebih tinggi. Namun, keberadaan TSS yang tinggi tersebut akan tetap mengganggu kehidupan ikan seperti dalam pencarian makan, respirasi dan ekskresi.

f. Merkuri (Hg)

Masuknya bahan pencemar berupa kandungan logam berat sangat merugikan bagi kehidupan, baik langsung maupun tidak langsung. Logam merkuri (Hg) adalah salah satu *trace element* yang mempunyai sifat cair pada suhu ruang dengan spesifik gravity dan daya hantar listrik yang tinggi. Diantara berbagai macam logam berat, merkuri digolongkan sebagai pencemar paling berbahaya. Sedang unsur-unsur logam berat lainnya juga memiliki potensi yang membahayakan lingkungan perairan. Disamping itu, ternyata produksinya cukup besar dan penggunaannya di berbagai bidang cukup luas (Budiono, 2003).

Hasil pengukuran logam merkuri di lokasi penelitian didapatkan kandungan hg pada Sungai Alo sebesar 0,023- 0,04 mg/L. Konsentrasi tersebut telah melebihi ambang batas maksimum yang diperbolehkan sesuai PP No. 82 tahun 2001 tentang baku mutu air kelas III yang besarnya 0,002 mg/L. Sehingga dapat dikatakan bahwa Sungai Alo telah tercemar oleh Hg.

Penelitian tentang kandungan merkuri dalam perairan juga pernah diteliti oleh Hakim, et al., (2003), penelitian tersebut dilakukan di Sungai Kaligarang sungai yang melintasi tengah kota dan kawasan industri di Kota Semarang sekaligus berpotensi mendapat pencemaran Hg yang berasal dari industri, rumah tangga dan pertanian. Dalam penelitian itu disebutkan kadar merkuri berkisar 0,003 mg/L - 0,005 mg/L, dan telah melebihi ambang batas maksimum yang diperbolehkan dalam perairan kelas III. Bila dibandingkan dengan hasil penelitian

ini kandungan logam berat Hg pada Sungai Alo lebih besar dari Sungai Kaligarang, hal ini bisa terjadi karena selain mendapat masukan dari limbah domestik, pertanian dan industri, Sungai Alo juga mendapatkan beban polutan dari lumpur lapindo. Dituliskan dalam Tempo Interaktif Jakarta (2006), hasil pemeriksaan lumpur dan air di lokasi banjir lumpur panas PT Lapindo Brantas yang diungkapkan secara terbuka oleh pemerintah Kabupaten Sidoarjo pada lumpur lapindo memiliki kadar merkuri sebesar 2,5 mg/L.

Menurut Budiono (2003), merkuri yang terdapat dalam limbah di perairan umum tersebut akan diubah oleh aktifitas mikro organisme menjadi komponen methyl merkuri ( $\text{CH}_3\text{-Hg}$ ) yang memiliki sifat racun dan daya ikat yang kuat disamping kelarutannya yang tinggi terutama dalam tubuh hewan air. Hal tersebut mengakibatkan merkuri terakumulasi melalui proses bioakumulasi dan biomagnifikasi dalam jaringan tubuh hewan-hewan air, sehingga kadar merkuri dapat mencapai level yang berbahaya baik bagi kehidupan hewan air maupun kesehatan manusia, yang makan hasil tangkap hewan-hewan air tersebut

#### g. Fenol

Fenol adalah senyawa yang sangat beracun, sulit didegradasi serta menyebabkan rasa dan bau pada air dengan konsentrasi 0.002 mg/L (Linsebigler Amy L., *et al.*, 1995). Sebelumnya telah diteliti konsentrasi fenol di Sungai Alo oleh Herawati (2007), dalam hasil penelitiannya dituliskan konsentrasi tertinggi fenol yang ditemukan pada Sungai Alo adalah sebesar 1,197 mg/L atau 1.197 kali melebihi nilai baku mutu. Sedangkan pada penelitian ini didapatkan kadar fenol sebesar 1,04- 3,09 mg/L. Berdasarkan data tersebut konsentrasi fenol yang terdapat di sungai Alo masih melebihi baku mutu yang diperbolehkan di perairan yaitu sebesar 0,001 mg/L. Rata- rata konsentrasi fenol yang ditemukan pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan penelitian Herawati (2007), hal ini bisa

terjadi karena bertambahnya paparan fenol dari limbah yang masuk di Sungai Alo. Limbah tersebut dapat dari pertanian, industri, domestik, dan lumpur lapindo.

Menurut material safety data sheet (MSDS) dari fenol, diketahui bahwa dalam air, keberadaannya cukup lama dengan kemampuan biodegradasi antara 1 s/d 9 hari. Fenol dalam air dapat dioksidasi melalui proses fotokimia dengan paruh waktu 19 jam. Perjalanan dan pergerakan fenol di lingkungan dipengaruhi oleh pH. Fenol dapat terbiodegradasi oleh mikroorganisme dalam air permukaan selama konsentrasinya tidak begitu tinggi dengan waktu kurang dari 1 hari. Degradasi fenol lebih lambat dalam air laut dari pada air tawar (Herawati, 2007).

#### 4.2 Kandungan pada Organ Dalam Ikan

##### a. Hg

Dalam penelitian ini diukur kandungan logam berat Hg dari 3 organ dalam ikan yaitu insang, hati dan ginjal. Pada tabel dibawah (Tabel 4) dapat dilihat bahwa pada organ ginjal dan hati memiliki konsentrasi logam berat yang lebih tinggi.

Berdasarkan hasil peneltian kandungan merkuri pada organ insang, hati dan ginjal berkisar 0,012– 0,066 ppm (**table 4**). Nilai tersebut sudah melebihi ambang batas yang diperbolehkan. World Health Organization (WHO) dan Food and Agriculture Organization (FAO) pada tahun 1992 menetapkan, untuk makanan yang dikonsumsi langsung tanpa diolah, kandungan merkuri yang dibolehkan maksimum 0,001 ppm. Kadar merkuri dalam darah yang aman maksimum 0,04 ppm, kadar 0,1-1,0 ppm dalam jaringan dapat mengakibatkan gangguan fungsi tubuh. Professional Tolerable Weekly Intake (PTWI) yaitu untuk merkuri 0,3 mg per minggu, hal ini berarti ikan dengan kandungan merkuri lebih dari 0,3 ppm tidak aman dikonsumsi secara terus menerus.

**Tabel 3.** Kandungan Merkuri pada organ dalam ikan mujair dan ikan gabus

| Kode ikan         | Kandungan merkuri pada organ (ppm) |              |              |
|-------------------|------------------------------------|--------------|--------------|
|                   | Insang                             | Hati         | Ginjal       |
| <b>M1</b>         | 0.020                              | 0.048        | 0.046        |
| <b>M2</b>         | 0.012                              | 0.020        | 0.033        |
| <b>M3</b>         | 0.010                              | 0.022        | 0.019        |
| <b>rata- rata</b> | <b>0.014</b>                       | <b>0.030</b> | <b>0.033</b> |
| <b>St. Dev</b>    | <b>0.005</b>                       | <b>0.016</b> | <b>0.014</b> |
| <b>G1</b>         | 0.012                              | 0.031        | 0.032        |
| <b>G2</b>         | 0.019                              | 0.034        | 0.025        |
| <b>G3</b>         | 0.033                              | 0.046        | 0.064        |
| <b>rata- rata</b> | <b>0.021</b>                       | <b>0.037</b> | <b>0.040</b> |
| <b>St. Dev</b>    | <b>0.011</b>                       | <b>0.008</b> | <b>0.021</b> |

Keterangan : M (ikan mujair); G (ikan gabus)

Pada penelitian ini didapatkan rata-rata akumulasi logam Hg pada organ dalam ikan mujair dari yang terbesar hingga terkecil terjadi pada organ ginjal (0,033 ppm) > hati (0,030 ppm) > insang (0,0140 ppm). Sedangkan pada ikan gabus akumulasi logam Hg terbesar hingga terkecil terjadi pada organ ginjal (0,040 ppm) > hati (0,037 ppm) > insang (0,0213 ppm). Dari data tersebut akumulasi cukup besar terjadi pada organ ginjal. Ekpo et al., (2008), melakukan penelitian tentang kandungan logam Hg, Cd dan timah dalam organ hati, ginjal dan otot pada beberapa ikan di Sungai Ikpoba, Nigeria. Dalam penelitian ini didapatkan organ yang paling potensial dalam mengakumulasi logam Hg dari yang terbesar hingga terkecil adalah ginjal > hati > otot. Hal ini menunjukkan bahwa ginjal adalah bio-akumulator yang memiliki potensial tinggi dalam menyerap logam berat.

#### b. Fenol

Fenol dan derifatnya merupakan polutan yang sangat berbahaya di lingkungan karena bersifat racun. Keberadaannya di perairan dapat menjadikan sumber pencemar yang membahayakan kehidupan manusia maupun hewan air.

Dalam penelitian ini diukur konsentrasi fenol dalam organ insang, hati dan ginjal ikan (Tabel 5).

**Tabel 4.** Kandungan Fenol pada organ dalam ikan mujair dan ikan gabus

| Kode ikan         | Kandungan Fenol pada organ (ppm) |             |             |
|-------------------|----------------------------------|-------------|-------------|
|                   | Insang                           | Hati        | Ginjal      |
| <b>M1</b>         | 1.62                             | 2.92        | 2.90        |
| <b>M2</b>         | 1.87                             | 2.78        | 2.01        |
| <b>M3</b>         | 1.80                             | 3.00        | 2.60        |
| <b>rata- rata</b> | <b>1.76</b>                      | <b>2.90</b> | <b>2.50</b> |
| <b>St. Dev</b>    | <b>0.13</b>                      | <b>0.11</b> | <b>0.45</b> |
| <b>G1</b>         | 1.82                             | 3.06        | 2.20        |
| <b>G2</b>         | 1.53                             | 2.80        | 2.72        |
| <b>G3</b>         | 1.41                             | 2.56        | 1.64        |
| <b>rata- rata</b> | <b>1.59</b>                      | <b>2.81</b> | <b>2.19</b> |
| <b>St. Dev</b>    | <b>0.21</b>                      | <b>0.25</b> | <b>0.54</b> |

Keterangan : M (ikan mujair); G (ikan gabus)

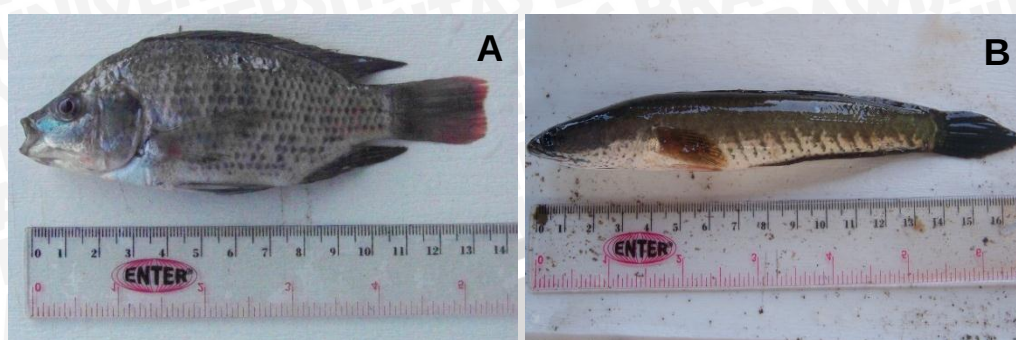
Dalam penelitian ini didapatkan konsentrasi fenol pada organ dalam ikan berkisar antara 1,53 – 3,06 ppm. Secara berurutan kandungan fenol pada organ dalam ikan mujair dari yang terbesar hingga terkecil terjadi pada oran hati (2,81 ppm) > ginjal (2,50 ppm) > insang (1,76 ppm). Sedangkan pada ikan gabus kandungan fenol terbesar hingga terkecil terjadi pada organ hati (2,81 ppm) > hati (2,19 ppm) > insang (1,59 ppm). Menurut FAO (1992), batas maksimum fenol yang diperbolehkan dalam makanan sebesar 0,01 ppm. Keberadaannya dalam ikan selain menyebabkan kerusakan pada organ ikan juga berbahaya bila dikonsumsi manusia. Menurut Nasru.A.A., (2006), dalam konsentrasi tertentu fenol dapat menghambat aktivitas mikroorganisme dan memberi efek buruk bagi kesehatan dan kualitas hidup manusia, terutama berupa kerusakan hati dan ginjal, gangguan tekanan darah, pelemahan detak jantung, hingga yang paling parah adalah kematian.

Konsentrasi fenol pada jaringan biasanya akan menurun jika konsentrasi dalam perairan berkurang. Keberadaan fenol pada ikan khususnya dapat menyebabkan gangguan fisiologis, berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan dan mempunyai sifat bioakumulasi (Gad dan Amal, 2008).

Abdel-Hameid (2007), telah melakukan eksperimen dengan menggunakan juvenil *Oreochromis aureus* yang telah diberi paparan fenol selama 7 hari. Hasil penelitian berdasarkan LC50 menunjukkan peningkatan hepatosomatic indeks (HSI), GSI (Gonado Somatic Index) menurun secara signifikan. Beberapa aktivitas enzim seperti *alanine* dan *aspartate amino transferases* (ALAT dan ASAT) serta *lactate dehydrogenase* (LDH) meningkat. Total protein pada hati menurun ditandai dengan terjadinya proteolysis pada jaringan, tidak hanya itu glukosa dan glikogen juga tereduksi. Hati ikan mengalami kerusakan tertinggi setelah paparan fenol ditunjukkan dengan gejala inflamasi, nekrosis, dan degenerasi sel. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa fenol menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan ikan.

#### 4.3 Kondisi Eksternal Ikan

Pada lokasi penelitian ditemukan beberapa ikan diantaranya ikan keteng, ikan mujair, ikan gabus, ikan sepat, ikan sapu- sapu dan ikan bethik (bethok). Dalam penelitian ini diambil 2 jenis ikan yaitu ikan mujair dan ikan gabus karena pada saat penelitian berlangsung kedua jenis ikan ini lebih banyak ditemukan dan banyak ditangkap oleh pencari ikan. Ikan mujair yang diambil berukuran 17,5 – 20 cm sedangkan ikan gabus berukuran 18,5 – 25 cm (**Tabel 6**).



**Gambar 7.** A) ikan mujair ;B) ikan gabus

Secara kenampakan ikan yang tertangkap tidak berbeda dengan ikan lainnya, tidak ditemukan cacat atau indikasi penyakit. Bentuk sirip dan sisik normal seperti ikan sejenis pada umumnya. Sebelum dibedah ikan masih terlihat aktif dengan produksi lendir yang normal.

**Tabel 5.** Total length Ikan sampel

| Kode ikan | TL (cm) | Kode ikan | TL (cm) |
|-----------|---------|-----------|---------|
| M1        | 19      | G1        | 21      |
| M2        | 18      | G2        | 18,5    |
| M3        | 17,5    | G3        | 24      |
| M4        | 18,5    | G4        | 19      |
| M5        | 20      | G5        | 25      |

Keterangan : M (ikan mujair); G (ikan gabus)

#### 4.4 Analisis Histopatologis

Gambaran histopatologi organ insang, hati dan ginjal pada ikan mujair dan ikan gabus dapat dijadikan indikasi pencemaran. Hal ini disebabkan analisa histopatologi dapat menunjukkan kerusakan jaringan yang beragam. Menurut Wijayanti (2004) dalam Destiany (2007), pengertian histopatologi adalah ilmu yang mempelajari perubahan struktur dan fungsi di dalam jaringan dan organ tubuh yang menyebabkan atau disebabkan oleh penyakit yang terlihat pada

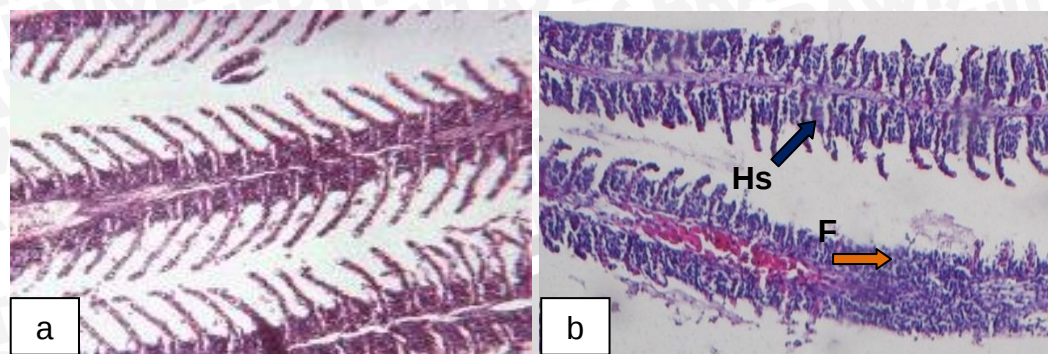
contoh yang diproses secara histologi. Sedangkan tujuan dari histopatologi menurut Hibiya (1982) *dalam* Raza'i (2008) adalah untuk mendiagnosa penyakit dari perubahan patologi pada jaringan. Jaringan tubuh sekaligus untuk mengevaluasi status kesehatan organisme.

Sangat tidak mungkin untuk mendiagnosa jenis penyakit pada ikan atau kultur sel dengan melakukan observasi organ yang baru diambil (preparat sayatan atau irisan organ) secara makroskopis atau mikroskopis (Rodrigues dan Fanta, 1998). Untuk itu dilakukan pengamatan jaringan ataupun organ pada ikan yang tersarang penyakit dengan metode histopatologi.

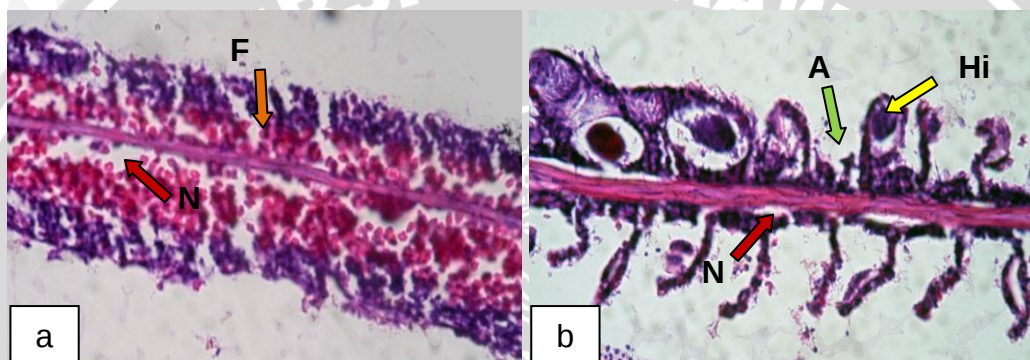
#### 4.4.1 Insang

Insang merupakan organ dari ikan yang berhubungan langsung dengan lingkungan luar dan memiliki peran yang sangat penting dalam pertukaran gas serta pertukaran ion antara organisme dengan lingkungan. Insang adalah organ yang penting untuk mendeteksi adanya polutan pada ikan. Insang merupakan organ pertama pada ikan yang mengalami kerusakan karena polutan tersebut menghalangi pertukaran gas dan ion (Erlangga., 2007).

Hasil pengamatan histologi pada jaringan insang ikan mujair dan ikan gabus menunjukkan beberapa kerusakan (**gambar 8-10**). Kerusakan jaringan terjadi karena adanya reaksi dengan zat toksikan atau merupakan efek dari sebuah respon adaptif untuk mencegah masuknya polutan yang akan masuk ke dalam permukaan insang. Adanya perubahan seperti pembengkakan sel-sel epitel, kerusakan beberapa lamella sekunder dan pengangkatan sel-sel epitel merupakan mekanisme pertahanan dari ikan, dimana insang merupakan pembatas antara lingkungan luar dengan darah. Kerusakan sel pada insang ini sangat mempengaruhi pertukaran gas dan ion.



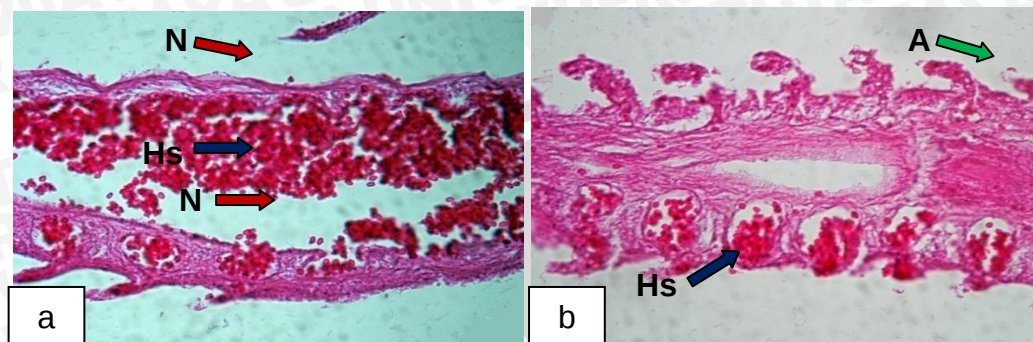
**Gambar 8.** a) gambar irisan jaringan insang *Tillapia* normal (100x). b) irisan jaringan insang ikan mujair, Hs (terjadi hiperplasia pada lamella primer); F (hiperplasia dalam tingkat tinggi akan menjadi fusi) (100x)



**Gambar 9.** pada perbesaran 400x lebih jelas digambarkan kerusakan jaringan pada ikan mujair. a) berupa fusi (F) dan adanya nekrosis sel (N). b) terdapat kerusakan berupa atropi (A); Hiperplasia/pembengkakan (Hi) dan kematian sel (N).

Adanya hipertropi (Hi) akan mengubah struktur filamen insang dan lamella sekunder karena peningkatan pembuluh kapiler yang permeabel. Hipertropi pada tingkat selanjutnya menyebabkan terjadinya fusi (F) lamella pada lamella sekunder. Fusi merupakan kerusakan tingkat lanjut karena adanya paparan toksikan yang meningkat. Dalam penelitian ini toksikan dapat berasal dari logam berat salah satu yang diukur pada penelitian ini adalah logam merkuri (Hg). Menurut Palar (1994), merkuri bersama-sama dengan ion-ion logam lain akan dapat membentuk ion-ion yang dapat larut dalam lemak. Ion-ion logam yang dapat larut dalam lemak itu mampu untuk melakukan penetrasi pada membran

sel insang sehingga akhirnya ion-ion logam tersebut akan dapat masuk ke dalam insang. Kedua, hilangnya pengaturan volume pada bagian sel.



**Gambar 10.** irisan jaringan insang ikan gabus perbesaran 400x. a) terjadi kematian sel (N) pada lamella primer dan sekunder; hiperplasia (Hs) pada lamella primer. b) adanya pengurangan volume jaringan atau atropi (A) dan perbanyakkan sel atau Hiperplasia (Hs)

Hiperplasia (Hs) insang adalah kondisi dimana lamella sekunder insang bengkak karena sel epitel menebal sebagai bentuk perlindungan terhadap paparan bahan kimia berlebih dan iritan fisik. Kondisi seperti ini juga ditemukan pada jaringan insang ikan mujair dan ikan gabus yang diambil di Sungai Alo. Menurut Laksman, (2003), hiperplasia mengakibatkan terhalangnya aliran air menuju filamen sehingga dapat menyebabkan ikan stres karena pernafasan dan menyebabkan kondisi yang memungkinkan bakteri dan parasit berkembang. Hiperplasia adalah pembentukan jaringan secara berlebihan karena bertambahnya jumlah sel.

Atropi (A) adalah pengecilan (penyusutan) ukuran suatu sel, jaringan, organ atau bagian tubuh. Pada penelitian ini terjadi atropi pada lamella primer. Atropi dapat terjadi karena adanya kontak dengan bahan pencemar dengan konsentrasi tinggi dan dalam waktu yang relatif lama. Sel-sel pada lamella primer mengalami penyusutan.

Pada pengamatan histologi juga ditemukan adanya nekrosis (N) dimana kerusakan tingkat ini mengindikasikan bahwa terdapat pencemaran yang parah.

Menurut Anderson (1995), hipertropi yang berlanjut karena beban polutan bertambah akan mengakibatkan sel-sel epitel mengalami nekrosis/kematian sel. Pada insang sel darah merah menjadi mudah pecah dan berubah bentuk sehingga mengalami degenerasi hal ini dapat menyebabkan *asphyxia* (kesulitan bernafas karena kekurangan oksigen), sehingga dapat menyebabkan kematian ikan. Ditambahkan Laksman (2003), menyatakan bahwa nekrosis adalah kematian sel. Kematian sel terjadi karena hiperplasia dan fusi lamella sekunder yang berlebihan, sehingga jaringan insang tidak berbentuk utuh lagi.

Penelitian tentang histopatologi juga dilakukan oleh Mohamed (2009), penelitian dilakukan di danau Qarun, Mesir dan mengamati 2 jenis ikan yaitu *Tilapia zillii* dan *Solea vulgaris* yang terdapat pada perairan tersebut. Abnormalitas yang terjadi pada jaringan insang adalah adanya poliferasi pada epitelium insang, adanya fusi yang menunjukkan kerusakan lanjutan dari adanya hiperplasia sel, degenerasi dan kerusakan pada filamen insang dan lamella sekunder, pembengkakan dan penyumbatan pada salauran darah insang dan atropi pada lamella sekunder. Pada penelitian ini juga ditemukan adanya nekrosis pada jaringan insang. Kerusakan yang terjadi adalah sebagai respon adanya paparan toksikan yang ada pada perairan. Kerusakan ini akan meningkat dan dapat menyebabkan kematian jika toksikan dalam perairan bertambah.

Dari hasil analisa histopatologi insang ikan mujair dan ikan gabus kondisi insang mengalami beberapa kerusakan diantaranya adalah hipertropi, hiperplasia, fusi, atropi dan nekrosis. Tingkat kerusakan jaringan insang dapat dilihat pada **Tabel 8**.

**Tabel 6.** Jenis kerusakan pada jaringan insang ikan mujair dan ikan gabus

| Ikan      | Rataan sel yang diamati | Jenis kerusakan |             |      |        |          |
|-----------|-------------------------|-----------------|-------------|------|--------|----------|
|           |                         | Hipertropi      | Hiperplasia | Fusi | Atropi | Nekrosis |
| <b>M1</b> | <b>600</b>              | 22              | 32          | 168  | 30     | 40       |
| <b>M2</b> | <b>600</b>              | 43              | 24          | 321  | 21     | 36       |
| <b>M3</b> | <b>600</b>              | 64              | 29          | 175  | 22     | 67       |
| <b>M4</b> | <b>600</b>              | 60              | 23          | 143  | 13     | 57       |
| <b>M5</b> | <b>600</b>              | 21              | 48          | 167  | 7      | 66       |
| <b>G1</b> | <b>550</b>              | 39              | 45          | 0    | 57     | 90       |
| <b>G2</b> | <b>550</b>              | 21              | 65          | 34   | 93     | 78       |
| <b>G3</b> | <b>550</b>              | 10              | 100         | 0    | 78     | 142      |
| <b>G4</b> | <b>550</b>              | 12              | 50          | 65   | 49     | 153      |
| <b>G5</b> | <b>550</b>              | 17              | 58          | 0    | 56     | 121      |

Keterangan : M (ikan mujair); G (ikan gabus)

**Tabel 7.** Prosentase kerusakan pada jaringan insang ikan mujair dan ikan gabus

| Ikan      | Jenis kerusakan |             |       |        |          | Total kerusakan |
|-----------|-----------------|-------------|-------|--------|----------|-----------------|
|           | Hipertropi      | Hiperplasia | Fusi  | Atropi | Nekrosis |                 |
| <b>M1</b> | 3.67            | 5.33        | 28.00 | 5.00   | 6.67     | 48.67           |
| <b>M2</b> | 7.17            | 4.00        | 53.50 | 3.50   | 6.00     | 74.17           |
| <b>M3</b> | 10.67           | 4.83        | 29.17 | 3.67   | 11.17    | 59.50           |
| <b>M4</b> | 10.00           | 3.83        | 23.83 | 2.17   | 9.50     | 49.33           |
| <b>M5</b> | 3.50            | 8.00        | 27.83 | 1.17   | 11.00    | 51.50           |
| <b>G1</b> | 7.09            | 8.18        | 0.00  | 10.36  | 16.36    | 42.00           |
| <b>G2</b> | 3.82            | 11.82       | 6.18  | 16.91  | 14.18    | 52.91           |
| <b>G3</b> | 1.82            | 18.18       | 0.00  | 14.18  | 25.82    | 60.00           |
| <b>G4</b> | 2.18            | 9.09        | 11.82 | 8.91   | 27.82    | 59.82           |
| <b>G5</b> | 3.09            | 10.55       | 0.00  | 10.18  | 22.00    | 45.82           |

Keterangan : M (ikan mujair); G (ikan gabus)

**Tabel 8.** Prosentase rata- rata kerusakan pada jaringan insang ikan mujair dan ikan gabus

| Jenis Kerusakan | Ikan Mujair  |               | Ikan Gabus   |              |
|-----------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
|                 | Rata- rata   | St. Dev       | Rata- rata   | St. Dev      |
| Hipertropi      | 7.00         | ±3.39         | 3.60         | ±2.10        |
| Hiperplasia     | 5.20         | ±1.68         | 11.56        | ±3.95        |
| Fusi            | 32.47        | ±11.93        | 3.60         | ±5.32        |
| Atropi          | 3.10         | ±1.47         | 12.11        | ±3.33        |
| Nekrosis        | 8.87         | ±2.41         | 21.24        | ±5.88        |
| <b>Total</b>    | <b>56.63</b> | <b>±10.71</b> | <b>52.11</b> | <b>±8.13</b> |

Terdapat perbedaan tingkat keparahan abnormalitas sel pada masing-masing ikan (Tabel 9). Pada umumnya respon setiap individu berbeda terhadap toksikan yang ada dalam perairan. Hasil penelitian ini didapatkan adanya perubahan adaptif seperti hipertropi, hiperplasia, dan atropi. Pada tingkatan rendah kerusakan seperti ini tidak terlalu berbahaya sebagaimana yang diungkapkan Pringgoutomo (2006) dalam Raza'i (2008), bahwa perubahan adaptif dapat pulih dalam keadaan semula. Dalam tingkatan lebih lanjut perubahan adaptif dapat berkembang menjadi irreversibel yang ditandai dengan adanya nekrosis. Perubahan ini berbahaya karena respon ini tidak dapat pulih.

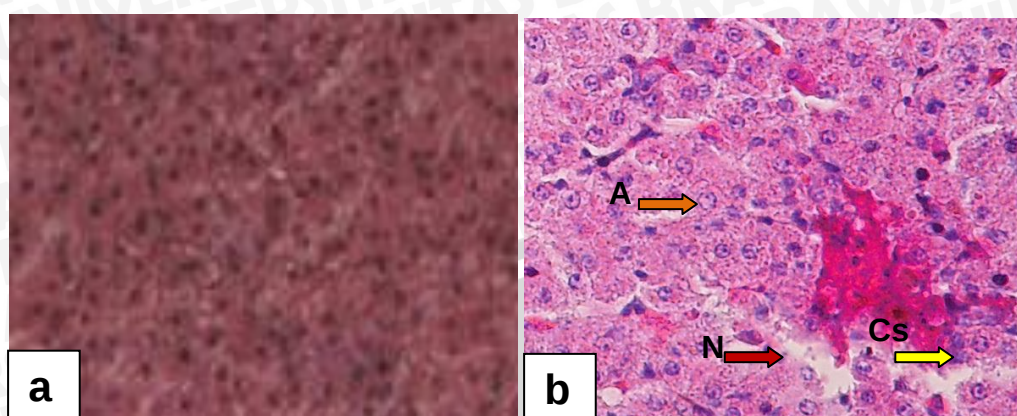
Adanya nekrosis mengindikasikan bahwa pencemar yang terdapat pada Sungai Alo dapat merusak fisiologi dari organisme perairan dalam hal ini objek yang diteliti adalah ikan mujair dan gabus. Setiap jenis memiliki respon yang berbeda terhadap bahan toksik namun secara keseluruhan dari hasil penelitian, sebesar ± 52,11% jaringan insang pada ikan mujair dan 56,63% jaringan insang pada ikan gabus telah mengalami abnormalitas jaringan. Adanya abnormalitas tersebut akan mengganggu fungsi insang sebagai organ respirasi ikan.

#### 4.4.2 Hati

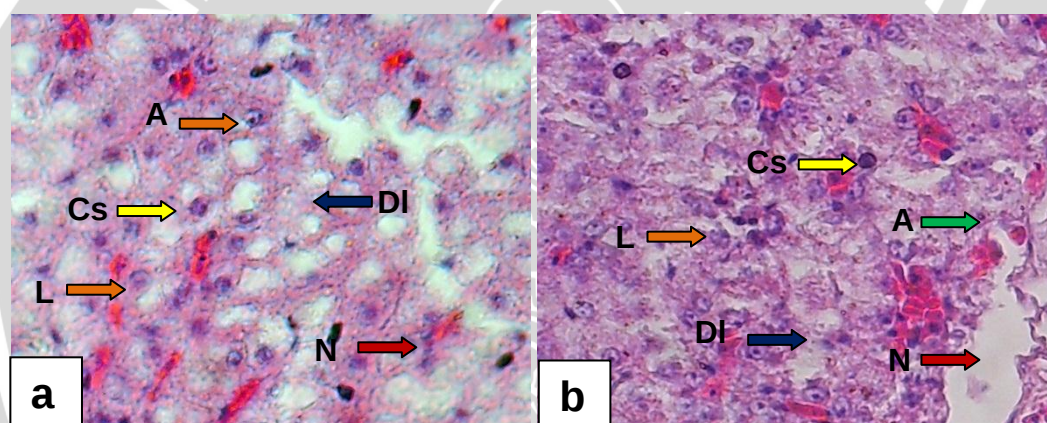
Hati merupakan organ yang sangat berhubungan dengan proses detoksifikasi dan biotransformasi. Karena fungsinya, posisi, dan suplay darah, hati juga salah satu dari organ yang sangat dipengaruhi oleh kontaminan air (Martinez, 2007). Berdasarkan data pengamatan terhadap histopatologi hati ikan mujair dan ikan gabus, dapat dikemukakan bahwa bahan pencemar yang terdapat pada Sungai Alo mempunyai sifat toksik. Hal tersebut ditandai dengan adanya kerusakan pada jaringan hati.

Perubahan bentuk berupa *cloudy swelling* pada sebagian hepatosit ditemukan pada pengamatan histopatologi hati. Keadaan ini dapat disebabkan oleh adanya akumulasi logam berat yang terlibat dalam proses enzimatik hati. Perubahan bentuk tersebut merupakan respon fisiologis yang berpotensi untuk membentuk suatu kerusakan pada hati. hati mengalami kerusakan degenerasi parenkim yang ditandai dengan adanya perubahan bentuk hepatosit yang dapat menyebabkan kematian pada sel hati.

Kerusakan lebih lanjut diperlihatkan oleh hati dimana pada hati mengalami degenerasi lemak. Penampakan histologi berupa vakuola-vakuola (ruang-ruang kosong). Kerusakan sebagaimana yang terjadi tersebut menyebabkan fungsi hati yang kompleks menjadi hilang. Menurut Robbins dan Kumar (1995), Degenerasi vakuola merupakan salah satu indikasi terjadinya degenerasi lemak, pada keadaan ini sel hati tampak membesar. Perlemakan hati merupakan tahap awal terjadinya kerusakan dalam hati. Kegagalan dalam peningkatan energi akibat terganggunya mitokondria akan menyebabkan sel kehilangan daya untuk mengeluarkan trigliserida. Akibat kegagalan tersebut terjadi akumulasi lemak yang dikenal sebagai degenerasi lemak.



**Gambar 11.** Irisan jaringan hati pada perbesaran 400x. a) gambar literatur irisan jaringan hati normal ikan mujair. b) terdapat atropi (A) pengurangan volume sel kemudian terjadi *Cloudy swelling* (Cs) dan tingkat kerusakan tertinggi terjadi nekrosis/ kematian sel (N)



**Gambar 12.** Irisan jaringan hati ikan gabus pada perbesaran 400x. Gambar a) banyak terjadi degenerasi lemak (DI), kerusakan lain ditunjukkan adanya atropi (A), lisis (L), cloudy swelling (Cs) dan nekrosis (N). Kerusakan yang sama ditemukan juga pada irisan hati ikan gabus pada gambar b.

Kerusakan tingkat lanjut ditandai dengan kematian sel hati. Kematian sel terjadi bersama dengan pecahnya membran plasma. Menurut Lu, (1995), racun yang masuk ke dalam tubuh akan mengalami proses detoksikasi di dalam hati oleh fungsi hati. Senyawa toksik akan diubah menjadi senyawa lain yang sifatnya tidak lagi beracun terhadap tubuh. Jika zat toksik yang masuk ke dalam tubuh relatif kecil atau sedikit dan fungsi detoksikasi hati baik maka tidak akan terjadi

keracunan. Namun apabila zat toksik dalam jumlah besar, maka fungsi detoksikasi hati akan mengalami kerusakan akibat nekrosis.

Dari hasil analisa histopatologi hati ikan mujair dan ikan gabus kondisi hati mengalami beberapa kerusakan diantaranya adalah cloudy swelling, degenerasi lemak, lisis, atropi dan nekrosis. Adapaun tingkatan kerusakan jaringan hati dapat dilihat pada tabel dibawah.

**Tabel 9.** Jenis kerusakan pada jaringan hati ikan mujair dan ikan gabus

| Ikan | Rataan sel yang diamati | Jenis kerusakan |                  |       |        |          |
|------|-------------------------|-----------------|------------------|-------|--------|----------|
|      |                         | Cloudy swelling | Degenerasi lemak | Lisis | Atropi | Nekrosis |
| M1   | 800                     | 276             | 44               | 19    | 40     | 74       |
| M2   | 800                     | 40              | 152              | 32    | 84     | 69       |
| M3   | 800                     | 80              | 200              | 10    | 83     | 139      |
| M4   | 800                     | 75              | 60               | 45    | 57     | 82       |
| M5   | 800                     | 145             | 0                | 32    | 43     | 118      |
| G1   | 800                     | 213             | 6                | 8     | 73     | 64       |
| G2   | 800                     | 105             | 89               | 38    | 50     | 48       |
| G3   | 800                     | 188             | 8                | 20    | 164    | 61       |
| G4   | 800                     | 326             | 20               | 20    | 100    | 15       |
| G5   | 800                     | 288             | 0                | 31    | 60     | 84       |

Keterangan : M (ikan mujair); G (ikan gabus)

**Tabel 10.** Prosentase kerusakan pada jaringan hati ikan mujair dan ikan gabus

| Ikan      | Jenis kerusakan |                  |       |        |          | Total kerusakan |
|-----------|-----------------|------------------|-------|--------|----------|-----------------|
|           | Cloudy swelling | Degenerasi lemak | Lisis | Atropi | Nekrosis |                 |
| <b>M1</b> | 34.50           | 5.50             | 2.38  | 5.00   | 9.25     | 56.63           |
| <b>M2</b> | 5.00            | 19.00            | 4.00  | 10.50  | 8.63     | 47.13           |
| <b>M3</b> | 10.00           | 25.00            | 1.25  | 10.38  | 17.38    | 64.00           |
| <b>M4</b> | 9.38            | 7.50             | 5.63  | 7.13   | 10.25    | 39.88           |
| <b>M5</b> | 18.13           | 0.00             | 4.00  | 5.38   | 14.75    | 42.25           |
| <b>G1</b> | 26.63           | 0.75             | 1.00  | 9.13   | 8.00     | 45.50           |
| <b>G2</b> | 13.13           | 11.13            | 4.75  | 6.25   | 6.00     | 41.25           |
| <b>G3</b> | 23.50           | 1.00             | 2.50  | 20.50  | 7.63     | 55.13           |
| <b>G4</b> | 40.75           | 2.50             | 2.50  | 12.50  | 1.88     | 60.13           |
| <b>G5</b> | 36.00           | 0.00             | 3.88  | 7.50   | 10.50    | 57.88           |

Keterangan : M (ikan mujair); G (ikan gabus)

**Tabel 11.** Prosentase rata- rata kerusakan pada jaringan hati ikan mujair dan ikan gabus

| Jenis Kerusakan  | Ikan Mujair |         | Ikan Gabus |         |
|------------------|-------------|---------|------------|---------|
|                  | Rata- rata  | St. Dev | Rata- rata | St. Dev |
| Cloudy swelling  | 15.40       | 11.68   | 28.00      | 10.84   |
| Degenerasi lemak | 11.40       | 10.28   | 3.08       | 4.59    |
| Lisis            | 3.45        | 1.68    | 2.93       | 1.44    |
| Atropi           | 7.68        | 2.65    | 11.18      | 5.72    |
| Nekrosis         | 12.05       | 3.82    | 6.80       | 3.19    |
| Total            | 49.98       | 10.13   | 51.98      | 8.19    |

Hati sangat rentan terhadap pengaruh berbagai zat kimia dan sering menjadi organ sasaran utama dari efek racun zat kimia. Oleh karena itu, hati merupakan organ tubuh yang paling sering mengalami kerusakan. Menurut Lu (1995) hal ini disebabkan sebagian besar toksikan yang masuk ke dalam tubuh setelah diserap oleh usus halus di bawa ke hati oleh Vena porta hati. Berdasarkan tabel diatas kerusakan yang terjadi pada jaringan hati didominasi dengan adanya *cloudy swelling* dan degenerasi lemak, sedangkan tingkatan paling parah terjadi lisis dan kematian sel. Tingkat kerusakan hati menurut Darmono (2001), dibagi

menjadi tiga yaitu ringan, sedang dan berat. Perlemakan hati termasuk dalam tingkat ringan yang ditandai dengan pembengkakan sel. Tingkat kerusakan sedang yaitu kongesti dan hemoragi, sedangkan tingkat berat adalah kematian sel atau nekrosis.

Adanya bahan pencemar seperti bahan kimia organik fenol dan kandungan logam berat merkuri (Hg) menyebabkan perubahan reversibel pada jaringan yang ditandai dengan *cloudy swelling* (Cs), degenerasi lemak (DL), dan atropi (A). Respon ini dapat pulih, tetapi dapat pula tidak jika intensitas paparan meningkat. Kerusakan berkembang menjadi irreversibel yang ditandai dengan lisis (L). Akhirnya pada beberapa keadaan, inti sel yang mati akan kehilangan kemampuan mereka untuk diwarnai dan menghilang, prosesnya disebut karyolisis. Berdasarkan data diatas didapatkan bahwa  $\pm 49,98\%$  jaringan hati pada ikan mujair dan  $51,98\%$  jaringan hati pada ikan gabus telah mengalami abnormalitas.

Penelitian yang dilakukan Mohamed (2009) memaparkan beberapa kerusakan yang terjadi pada jaringan hati ikan *Tilapia zillii* dan *Solea vulgaris* yang terdapat di danau Qorun, Mesir. Pada jaringan hati ikan tersebut mengalami vacuolar degeneration, focal area necrosis, pengumpulan dan peradangan sel diantara hepatosit, penyumbatan pada pembuluh darah, lisisnya eritrosit pada pembuluh darah. Pada penelitian ini dijabarkan jenis kerusakannya tanpa melihat prosentase kerusakan jaringan. Jika dibandingkan pada jaringan hati ikan mujair dan ikan gabus yang terdapat di Sungai Alo juga telah mengalami tahap kerusakan nekrosis. Pada penelitian Mohammed (2009) dituliskan bahwa tahap nekrosis merupakan tingkatan paling parah dimana toksikan menyebabkan kematian sel dan jika paparan berlanjut kerusakan menyeluruh pada jaringan tidak dapat pulih.

Pada Sungai Alo juga ditemukan adanya fenol yang merupakan pencemar yang berbahaya. Konsentrasi fenol dalam air dan organ ikan yang didapatkan saat penelitian telah melebihi ambang batas yang diperbolehkan. Adanya fenol yang melebihi ambang batas akan menyebabkan abnormalitas pada tubuh ikan dan menyebabkan kerusakan pada jaringan. Pada penelitian Abdel-Hameid (2007) dengan objek penelitian *Oreochromis aureus* yang telah diberi paparan fenol menunjukkan adanya penurunan jumlah protein, terjadi proteolysis pada jaringan hati, penurunan glukosa dan glikogen pada jaringan hati dan pada paparan yang lebih tinggi ditunjukkan dengan adanya inflamasi, focal nekrosis, dan degenerasi sel. Fenol adalah salah satu pencemar yang berbahaya pada perairan Sungai Alo, keberadaannya yang melebihi ambang batas akan berdampak buruk bagi kesehatan ikan.

#### 4.4.3 Ginjal

Ginjal ikan terbagi menjadi dua bagian, yaitu ginjal kepala yang terdiri dari jaringan limfoid dan ginjal tubuh yang terdiri dari nefron dan jaringan limfoid. Pada nefron terdapat *renal corpuscle*, yaitu glomerulus yang dilindungi sebuah kapsul bowman's berfungsi dalam memfiltrasi cairan. Pada nefron juga terdapat tubulus, yaitu proksimal dan distal, berfungsi mengubah cairan yang difiltrasi menjadi urin. Pembuluh darah arteri melewati glomerulus dan darah melalui dinding kapiler masuk ke dalam kapsul Bowman's dan kemudian ke tubuli proksimal. Reabsorpsi dan sekresi dilakukan oleh sel-sel tubuli kemudian memodifikasi komposisi filtrate menjadi urin. Pembuluh darah vena kemudian membawa material yang diabsorpsi untuk mempertahankan perbedaan konsentrasi atau tekanan osmosis (Fujaya, 2004).

Pada pengamatan jaringan ginjal terdapat sel ginjal mengalami hipertropi (**Hi**), menurut Robins dan Kumar (1995), pada tingkat lanjut eritrosit akan

mengalami mengalami pendarahan akibat terakumulasi logam secara terus menerus. Secara klinis hipertropi pada sel ginjal disebabkan oleh erasifikasi protein pada bagian tubulus renalis dalam jaringan, sehingga urin yang keluar mengandung protein yang berlebih sel ginjal telah memasuki tahap nekrosis yang terlihat setiap tubulus pecah, glomerulus juga pecah sehingga tercampur sel-selnya dengan cairan ekstra sel,

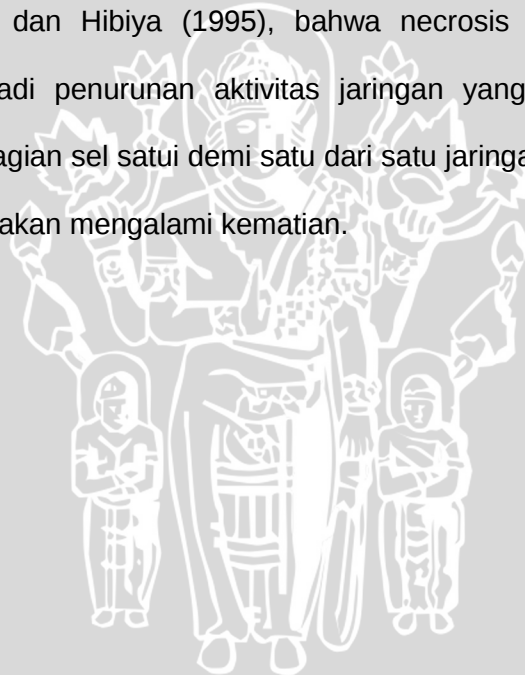
Berdasarkan hasil pengamatan, keadaan ginjal ikan pada mujair dan gabus memperlihatkan kondisi dengan banyak jenis kerusakan terutama pada glomerulus. Kerusakan ini berupa hiperplasia (**HS**) karena adanya penyumbatan akibat kontaminasi logam berat yang telah berlangsung cukup lama dalam tubuh ikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Takashima dan Hibiya (1995), hiperplasia terjadi akibat adanya penambahan jumlah volume akibat adanya penyumbatan antar permukaan glomerulus.

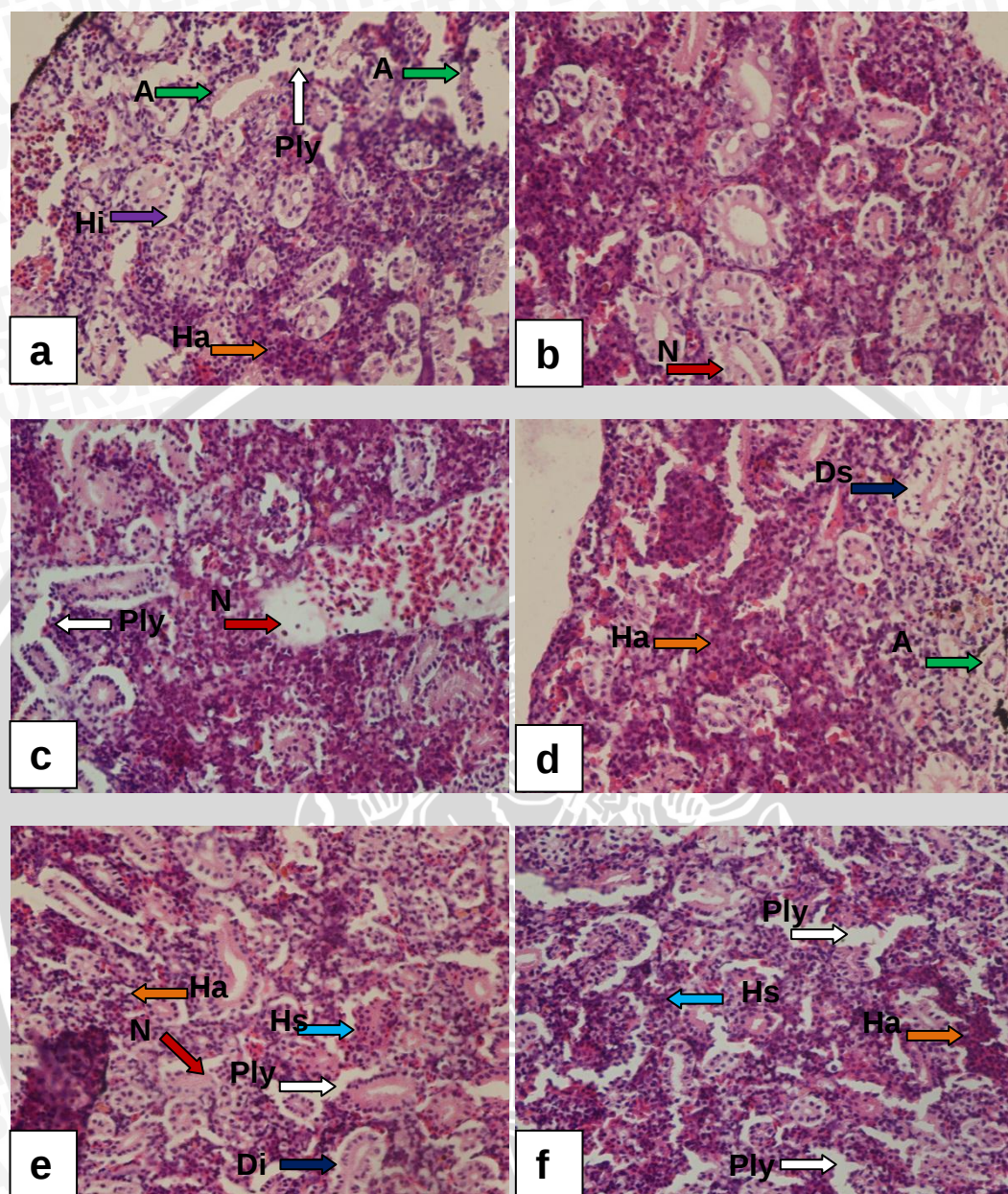
Selain itu terlihat pula adanya kapiler glomerulus yang berhialinasi (hyaline glomerulus). Keadaan ini adalah akibat dari penyumbatan pada permukaan glomerulus tersebut sehingga perkembangan produksi glomerulus menjadi abnormal. Hal ini sependapat dengan pernyataan Robbins dan Kumar (1995), bahwa dalam proses hialinasi, kapiler glomerulus dapat menyempit dan struktur halus glomerilipun dapat menghilang. Pada jaringan *lymphoid* yakni jaringan yang banyak disusun oleh jaringan reticular dengan banyak kapiler, terbentuk *cloudy swelling*, yang tampak mengalami kekeruhan/ pengembunan pada lapisan dasar permukaan jaringan.

Hasil pengamatan ditemukan adanya kerusakan sel pada renal tubule yang mengalami atropi (**A**) dimana ukuran sel semakin menciut. Atropi merupakan suatu keadaan yang tidak wajar dimana jumlah dan volume sel berada di bawah normal dan garis luar sel menjadi tidak dapat dibedakan bahkan seringkali

nucleus menjadi kecil bahkan hilang sama sekali sehingga dapat mengakibatkan kematian sel (Takashima dan Hibiya, 1995)

Pada renal tubule terjadi pembengkakan organ jaringan atau yang biasa disebut *hipertropi* (**Hi**) yakni kerusakan jaringan yang ditandai dengan pertambahnya ukuran organ akibat adanya pertambahan ukuran sel sehingga selyang satu dengan yang lainnya saling melepas. Secara keseluruhan terlihat pada jaringan ginjal hampir disetiap bagiannya telah mengalami banyak kerusakan, dimana baik bentuk maupun fungsi dari renal tubule maupun glomerulusnya sudah sudah tidak normal akibat nekrosis. Hal ini sesuai dengan pendapat Takashima dan Hibiya (1995), bahwa necrosis menggambarkan keadaan dimana terjadi penurunan aktivitas jaringan yang ditandai dengan hilangnya beberapa bagian sel satu demi satu dari satu jaringan sehingga dalam waktu yang tidak lama akan mengalami kematian.





**Gambar 14.** Kerusakan yang terjadi pada jaringan ginjal ikan mujair dan ikan gabus : degenerasi sitoplasma (**DI**), (**Ha**) Haemorrhage, (**A**) Atropi, (**N**) Nekrosis, (**Hs**) Hiperplasia , (**Hi**) Hipertrophy, (**Ply**) Pengurangan sel *Lymph*.

Organ ginjal pada ikan mujair dan gabus yang terdapat di Sungai Alo mengindikasikan bahwa lokasi penelitian sudah tercemar. Hal ini terlihat dari kelainan yang terjadi pada struktur sel ginjal kedua ikan tersebut. Berdasarkan hasil pengamatan pada ginjal terjadi degenerasi sitoplasma, haemorrhage, atropi, hiperplasia, hipertropi, nekrosis dan pengurangan sel *lymph*.

**Tabel 11.** Jenis kerusakan pada jaringan ginjal ikan mujair dan ikan gabus

Keterangan : M (ikan mujair); G (ikan gabus)

| Ikan | Rataan sel yang diamati | Jenis kerusakan |    |    |     |    |    |     |
|------|-------------------------|-----------------|----|----|-----|----|----|-----|
|      |                         | Hi              | Hs | Ds | Ha  | A  | N  | Ply |
| M1   | 700                     | 20              | 26 | 35 | 121 | 30 | 32 | 100 |
| M2   | 700                     | 31              | 21 | 20 | 67  | 28 | 77 | 81  |
| M3   | 700                     | 28              | 37 | 45 | 163 | 3  | 20 | 123 |
| M4   | 700                     | 37              | 30 | 0  | 135 | 9  | 30 | 89  |
| M5   | 700                     | 8               | 52 | 25 | 65  | 87 | 69 | 15  |
| G1   | 700                     | 6               | 28 | 23 | 99  | 38 | 28 | 156 |
| G2   | 700                     | 21              | 46 | 26 | 126 | 9  | 49 | 42  |
| G3   | 700                     | 20              | 25 | 24 | 124 | 57 | 42 | 100 |
| G4   | 700                     | 9               | 21 | 30 | 99  | 26 | 40 | 139 |
| G5   | 700                     | 21              | 29 | 54 | 121 | 59 | 21 | 59  |

Keterangan : M (ikan mujair); G (ikan gabus)

**Tabel 12.** Prosentase kerusakan pada ginjal ikan mujair dan ikan gabus

| Ikan | Jenis kerusakan |      |      |       |       |       |       | Total kerusakan (%) |
|------|-----------------|------|------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
|      | Hi              | Hs   | Ds   | Ha    | A     | N     | Ply   |                     |
| M1   | 2,86            | 3,71 | 5,00 | 17,29 | 4,29  | 4,57  | 14,29 | 52,00               |
| M2   | 4,43            | 3,00 | 2,86 | 9,57  | 4,00  | 11,00 | 11,57 | 46,43               |
| M3   | 4,00            | 5,29 | 6,43 | 23,29 | 0,43  | 2,86  | 17,57 | 59,86               |
| M4   | 5,29            | 4,29 | 0,00 | 19,29 | 1,29  | 4,29  | 12,71 | 47,14               |
| M5   | 1,14            | 7,43 | 3,57 | 9,29  | 12,43 | 9,86  | 2,14  | 45,86               |
| G1   | 0,86            | 4,00 | 3,29 | 14,14 | 5,43  | 4,00  | 22,29 | 54,00               |
| G2   | 3,00            | 6,57 | 3,71 | 18,00 | 1,29  | 7,00  | 6,00  | 45,57               |
| G3   | 2,86            | 3,57 | 3,43 | 17,71 | 8,14  | 6,00  | 14,29 | 56,00               |
| G4   | 1,29            | 3,00 | 4,29 | 14,14 | 3,71  | 5,71  | 19,86 | 52,00               |
| G5   | 3,00            | 4,14 | 7,71 | 17,29 | 8,43  | 3,00  | 8,43  | 52,00               |

Keterangan : M (ikan mujair); G (ikan gabus)

**Tabel 10.** Prosentase rata- rata kerusakan pada jaringan ginjal ikan mujair dan ikan gabus

| Jenis Kerusakan       | Ikan Mujair |         | Ikan Gabus |         |
|-----------------------|-------------|---------|------------|---------|
|                       | Rata- rata  | St. Dev | Rata- rata | St. Dev |
| Hipertropy            | 3.54        | 1.60    | 2.20       | 1.04    |
| Hiperplasia           | 4.74        | 1.72    | 4.26       | 1.37    |
| Degenerasi sitoplasma | 3.57        | 2.42    | 4.49       | 1.85    |
| Haemorrhage           | 15.74       | 6.16    | 16.26      | 1.95    |
| Atropy                | 4.49        | 4.75    | 5.40       | 3.02    |
| Nekrosis              | 6.51        | 3.65    | 5.14       | 1.61    |
| Pengurangan sel lymph | 11.66       | 5.78    | 14.17      | 7.03    |
| Total                 | 50.26       | 5.89    | 51.91      | 3.91    |

Pada pengamatan histopatologi organ ginjal didapatkan  $\pm 50,26\%$  jaringan ginjal pada ikan mujair dan  $\pm 51,91\%$  pada ikan gabus telah mengalami kerusakan. Secara keseluruhan dari hasil analisa histopatologi menunjukkan bahwa ginjal ikan mujair dan ikan gabus mengalami kerusakan dari tingkat rendah sampai berat. Tingkat rendah ditandai dengan respon adaptif terhadap zat pencemar seperti hipertropi dan hiperplasia. Kemudian terdapat respon refersibel berupa *cloudy swelling* dan degenerasi lemak. Kemudian terdapat perubahan irrefersibel yang ditandai dengan nekrosis. Menurut Pringgoutomo (2002) dalam Raza'l (2008), kerusakan jaringan/ sel dapat terjadi melalui tiga tahap berdasarkan intensitas dan periode paparan toksikan. Tahap tersebut yaitu respon adaptif (penyesuaian dengan lingkungan), respon refersibel (dapat mengalami serangkaian perubahan 2 arah) dan respon irrefersibel (tidak dapat dikembalikan seperti keadaan semula). Respon adaptif terjadi karena peningkatan kebutuhan fungsional ketika terjadi jejas ringan. Respon refersibel biasanya terjadi pada keadaan jejas sub lethal, sedangkan respon irrefersibel terjadi akibat jejas letal.

Mohamed (2009), melakukan penelitian pada danau Qorun yang tercemar limbah industri. Jaringan pada organ ginjal pada ikan *Tilapia zillii* dan *Solea vulgaris* juga terdapat kerusakan diantaranya terjadi perdarahan dan pecahnya eritrosit, edema pada kapsul bowman, pembengkakan pada pembuluh darah dan kerusakan pada renal tubulus, *cloudy swelling*. Kerusakan tingkat lanjut ditemukan kemunduran sel dan nekrosis. Penelitian yang dilakukan Martinez (2007), juga membahas tentang histopatologi pada ikan *Prochilodus lineatus*. Pada jaringan di ginjal ikan tersebut ditemukan adanya hipertropi, hiperplasia, *cloudy swelling*, degenerasi lemak, perdarahan dan lisis pada sel jaringan. Kerusakan ini diakibatkan karena kondisi lingkungan perairan telah mengalami paparan toksikan yang cukup lama.

#### 4.5 Pembahasan Umum

Metabolisme merupakan suatu proses atau peristiwa kinerja dalam tubuh setiap organisme hidup. Proses tersebut berkenaan dengan fisiologis tubuh organisme untuk bertahan hidup dan berkembangbiak. Jika dalam organ yang berperan dalam proses metabolisme mengalami kerusakan maka bukan tidak mungkin akan terjadi gangguan kesehatan pada ikan bahkan dapat terjadi kematian. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa telah terjadi kerusakan dalam jaringan sampai dalam tingkatan nekrosis (kematian sel). Oleh karena itu pencemaran yang terjadi di Sungai Alo harus segera ditangani karena akan berpengaruh dengan kelestarian organisme perairan. Terlebih dengan digunakannya air sungai sebagai satu-satunya sumber air untuk budidaya ikan dan udang di Desa Penatarsewu. Adanya pencemaran seperti merkuri dan fenol akan mengganggu pertumbuhan ikan dan merugikan petambak pada daerah tersebut.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari data dan hasil penelitian dapat dibuat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Kualitas Air pada Sungai Alo dalam keadaan tercemar dengan ditunjukkan beberapa parameter yang telah melebihi ambang batas yang diperbolehkan di perairan seperti kandungan TSS (548 – 622 ppm), Hg (0,023 - 0,04 ppm) dan Fenol (1,04 - 3,09 ppm) yang melebihi baku mutu.
- Terdapat akumulasi Hg dan Fenol pada organ insang, hati dan ginjal pada ikan mujair dan ikan gabus dalam jumlah yang melebihi ambang batas. Kadar tersebut dapat mengganggu kesehatan ikan.
- Pemeriksaan histopatologi pada insang menunjukkan adanya hipertropi pada lamella primer dan sekunder, hyperplasia pada lamella primer dan sekunder, fusi pada lamella sekunder, atropi pada lamella primer dan sekunder dan nekrosis. Total kerusakan pada jaringan insang sebesar  $\pm 52,11\%$  pada ikan mujair dan  $56,63\%$  pada ikan gabus.
- Pemeriksaan histopatologi pada hati ikan mujair dan ikan gabus menunjukkan adanya *cloudy swelling*, degenerasi lemak, lisis, atropi dan nekrosis. Total kerusakan pada jaringan hati sebesar  $\pm 49,98\%$  pada ikan mujair dan  $51,98\%$  pada ikan gabus.
- Pemeriksaan histopatologi pada ginjal ikan mujair dan ikan gabus menunjukkan adanya degenerasi sitoplasma, haemorrhage, atropi, hiperplasia, hipertropi, nekrosis dan pengurangan sel *lymph*. Total kerusakan pada jaringan ginjal sebesar  $\pm 50,26\%$  jaringan ginjal pada ikan mujair dan  $\pm 51,91\%$  pada ikan gabus

- Pencemaran yang terjadi di sungai alo sudah berlangsung lama dan memiliki beban pencemar yang tinggi ditandai dengan kerusakan jaringan Insang, hati dan ginjal yang sudah pada tahap irreversibel yaitu respon jaringan yang tidak dapat pulih ditandai dengan adanya kematian sel atau nekrosis dalam jumlah yang banyak.

## 5.2 Saran

Diperlukan penegakan peraturan pemerintah yang sudah ada sebelumnya tentang kebijakan pembuangan limbah ke badan air karena dari hasil penelitian masih didapatkan zat berbahaya yang melebihi ambang batas. Diperlukan controlling dan pengelolaan untuk menjaga kualitas perairan sungai Alo agar tetap lestari. Jika zat pencemar dalam perairan sungai dapat merusak tubuh ikan bukan tidak mungkin akan berdampak yang sama pada manusia yang mengkonsumsinya, oleh karena itu diharapkan bagi konsumen dan semua pihak yang terlibat di dalamnya untuk lebih bijak dalam mengkonsumsi ikan dan menjaga kelestariannya agar tetap bisa memenuhi kebutuhan pangan masyarakat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Hameid, Nassr-Allah H. Physiological and Histopathological Alterations Induced by Phenol Exposure in *Oreochromis aureus* Juveniles. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 7: 131-138 (2007)
- Affandi, R., dan Tang, U. 2002. *Fisiologi Hewan Air*. University Riau Press. Riau.
- Alifia, F dan Djawad, M. I. 2000. Kondisi Histologis Insang dan Organ dalam Juvenilkan Bandeng (*Chanos chanos* Forskall) yang Tercemar Logam Timbal (Pb). *Sci&tech*, 1(2): 51- 58.
- Amaraneni, S. R. and Pillala, R. R., 2001. Concentration of Pesticide Residues in Tissues of Fish from Kolleru Lake in India. *Environ. Toxicol.* 16 (6) : 550-556.
- American Public Health Association (APHA). 1989. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 4th edition. American Public Health Association, Washington DC.
- Anderson, D.P. 1974. *Immunology of fish diseases*. In S.F. Snieszko and H.R. Axelrod (eds.). *Book 4. Diseases of Fishes*. T.F.H. Publ. Nept, New York.
- Anderson, P.S.1995. *Patofisiologi Konsep Klinis Proses-Proses Penyakit*. Alih bahasa: Peter Anugerah. Jakarta: EGC. Penerbit Buku Kedokteran.
- Barus, Ternala. A. 2002. *Pengantar Limnologi*. FMIPA-USU. Medan
- Bilotta G.S. and Brazier R.E. 2008. Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota. *Water Research* 42 (2008) 2849– 2861.
- Budiono, Achmad . 2003. Pengaruh Pencemaran Merkuri Terhadap Biota Air. *Makalah Pengantar Falsafah Sains (PPS702)*. Program Pasca Sarjana / S3. Institut Pertanian Bogor.
- Cholik, F., Ateng G. J., R.P. Poernomo, Ahmad J. 2005. *Akuakultur Tumpuan Harapan Masa Depan Bangsa*. Masyarakat Perikanan Nusantara (MPN) dan Taman Aquarium Air Tawar TMII. Jakarta.
- Dahuri, R., J. Rais., S.P. Ginting., M. J. Sitepu. 1996. *Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan*. Jakarta : Penerbit Pradnya Paramita
- Darmono. 2001. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. UI Press. Jakarta.

- Dellman, D dan E.M. Brown. 1992. *Buku Teks Histologi Verteriner II*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1990. *Kumpulan SNI Bidang Pekerjaan Umum Mengenai Kualitas Air*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Destiany, Maulida. 2007. *Pengaruh pemberian merkuri klorida Terhadap struktur mikroanatomi hati Ikan mas*. Skripsi. Universitas Negeri Semarang.
- Edgerton, B. F. dan Owens, L. 1999. Histopathological surveys of the redclaw freshwater crayfish, *Cherax quadricarinatus*, in Australia. *Aquaculture.*, 180: 23- 40.
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Erlangga. 2007. *Efek Pencemaran Sungai Kampar Di Provinsi Riau terhadap Ikan Baung (Hemibagrus nemurus)*. Tesis Program Magister Sekolah Pasca sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ersa, Ivan Maulana. 2008. *Gambaran Histopatologi Insang, Usus dan Otot pada Ikan Mujair (Oreochromis mossambicus) Di daerah ciampea bogor*. Skripsi. Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- FAO, 1992. *Committee for inland fisheries of Africa: Working Party on Pollution and Fisheries* . FAO Fish Rep., No. 471.
- Fauzi, Syarif. 2009. *Ikan Gabus (Haruan/snakehead/Channa striata)*. <http://poenya.syarif.fauziannor.weblog>. Diakses pada tanggal 13.09.2010.
- Fujaya. 2004. *Fisiologi Ikan Dasar Pengembangan Teknologi Ikan*. PT Rineka Cipta. Jakarta.
- Gad, N. S. and Amal S. S. 2008. Effect of Environmental Pollution by Phenol on Some Physiological Parameters of *Oreochromis niloticus*. *Global Veterinaria*. Vol 2 (6): 312-319, 2008.
- Ganis. 2010. *Budidaya Ikan Gabus*. <http://budidaya-di.blogspot.com/2009/11/budidaya-ikan-gabus.html>. Diakses tanggal 10 Juni 2010.
- Hakim, L., Riyanto, Prayitno. 2003. Analisis kandungan merkuri (hg) Pada air dan ikan nilem (*Osteochilus hasseltii*) (studi kasus di perairan sungai Kaligarang-semarang). *Logika*. Vol. 9, No. 10.

- Hanyawanita.com. 2010. *Wapres Tinjau Lokasi Lumpur Panas*. [http://www.hanyawanita.com/\\_hot\\_news/article](http://www.hanyawanita.com/_hot_news/article). Diakses tanggal 10 Juni 2010.
- Heath, A.G. 1987. *Water Pollution and Fish Physiology*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Herawati, N. 2007. *Analisis Risiko Lingkungan Aliran Air Lumpur Lapindo Ke Badan Air (Studi Kasus Sungai Porong dan Sungai Aloo-Kabupaten Sidoarjo)*. Tesis Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang.
- Hutagalung, H.P. 1984. *Logam Berat Dalam Lingkungan Laut*. *Pewarta Oceana* IX No. 1. Hal 12-19. Jakarta. 152 hlm.
- Kementerian Lingkungan Hidup, 2004. *Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta.
- Kristanto, P. 2002. *Ekologi Industri*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Lagler, K. F. Bardach, J. E. Miller, R. R, and Passino, D. R.. M. 1977. *Ichthyology. Second Edotion*. New York: John Wiley and Sons.
- Laksman, H. T. 2003. *Kamus Kedokteran*. Jakarta: Djambatan.
- Linsebigler, Amy L., Guangquan Lu, and John T. Yates Jr., (1995), "Photocatalysis on TiO<sub>2</sub> surface: Principles, mechanisms, and selected results", *Chem Rev.*, 95, 735-758.
- LPPL Semarang. 6 p. Vinterana.K. 2009. *Tehnik Histologi Pada Ikan Di Balai Karantina Ikan Juanda Surabaya*. Jurusan Teknologi Budidaya Perikanan Akademi Perikanan Sidoarjo.
- Lu, C.F. 1995. *Toksikologi Dasar*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Martinez. 2007. Histopathology of gills, kidney and liver of a Neotropical fish caged in an urban stream. Laboratory of Animal Ecophysiology, Department of Physiological Sciences State University of Londrina (UEL). *Neotropical Ichthyology*, 5(3):327-336
- Mohamed, Fatma A.S. 2009. Histopatological Studies on Tilapia zilli and Solea vulgaris from Lake Qarun, Egypt. *World Journal of Fish and Marine Sciences*. 1 (1): 29-39.
- Nasru, Alam Azis, (2006), "Lumpur Lapindo", Kompas.
- Nontji, 1987. *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan. Jakarta

- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Palar, H. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi dan Logam Berat*. Rineka Cipta
- Panigoro, N., Astuti, I., Bahnan, M., Salfira, P. D. C., Wakita, K. 2007. *Teknik Dasar Histologi dan Atlas Dasar Histopatologi Ikan*. Balai Budidaya Air Tawar. Jambi
- Pararaja, A. 2009. *Makrozoobenthos Indikator Perairan Air Tawar*. <http://pararajablogspot.com/>. Diakses tanggal 9 Mei 2010.
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2003 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Perum Jasa Tirta. 2003. *Instruksi Kerja Analisa Logam Hg dengan Metode Spektrometer Serapan Atom Secara Gnerator Hidrida*.
- Perum Jasa Tirta. 2003. *Instruksi Kerja Analisa Phenol dengan Metode 4- Amino Antipyrine*.
- Raza'i, Tengku Said. 2008. *Analisis Histopatologi Organ Insang Dan Usus Ikan Kerapu Lumpur (Epinephelus coioides) yang Diberi Khamir Laut (Marine Yeast) Sebagai Imunostimulan*. Tesis Program Pasca Sarjana. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas brawijaya. Malang.
- Reebs, Stéphan G. 2009. Oxygen and fish behaviour. [www.howfishbehave.ca](http://www.howfishbehave.ca). Université de Moncton, Canada
- Ressang, A.A. 1984. *Patologi Khusus Veteriner*. Denpasar: Bali Press.
- Reyhanah. 2008. *Albumin pada Iwak Haruan (Ikan Gabus)*. <http://reyhanah.multiply.com/>. Diakses pada tanggal 13.09.2010.
- Richard, J., and Morgan. R., 2002. *Analysis of Fish Tissue from Long Lake (Spokane River) for PCBs and Selected Metals*. Washington State of Department of Ecology, USA.
- Robins, S.L dan Koemar, V. 1995. Buku Ajar Patologi I. Diterjemahkan oleh staf pengajar Laboratorium Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga. Surabaya.
- Rodrigues, Edison de Lara dan Fanta, E. 1998. Liver histopathology of the fish *Brachydanio rerio* Hamilton-buchman after acute exposure to sublethal Levels of the organophosphate dimethoate 500. *Revta bras. Zool.* 15 (2): 441 - 450.

- Salim, A. 2009. *Deskripsi Dan Interpretasi*. [www.ktiguru.org](http://www.ktiguru.org). Diakses tanggal 10 Juni 2010.
- Sarwono, J. 2008. *Strategi Pengumpulan data Primer Sacara Online*. Jurnal Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat.
- Setyawati, D. Dan Kartikaningsih, H. 2005. *Diktat Kuliah Toksikologi dan Hygiene*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan U. Malang.
- Sudaryanti, S dan Marsoedi. 2004. *Refleksi pemberdayaan Penelitian Bioassesment Untuk Penelitian Kualitas Air Sungai*. Jurnal Perikanan Volume 7. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang
- Suprpto, Hari. 2007. *Catatan Kuliah Histologi Ikan. Program Studi Budidaya Perairan*. Universitas Airlangga.
- Suryabrata. 1994. *Metodologi Penelitian*. Rajawali Press. Jakarta
- [Sutanmuda](http://sutanmuda.wordpress.com/). 2008. Budidaya Ikan Mujair. <http://sutanmuda.wordpress.com/>. Diakses tanggal 10 Juni 2010
- Swann, LaDon. 1997. *Understanding Water Quality*. Illinois-Indiana Sea Grant Program. AS-486. Purdue University, West Lafayette, IN.
- Takashima, F., and Hibiya, T., 1995. *Fish Histology, Normal and Pathological Features*. Kodansha, Tokyo.
- Tandjung, S. D. 1982. *The Acute Toxicity and Histopathology of Brook Trout (Salvelinus Fontinalis Mitchill) Exposed to Aluminium in Acid Water*. New York: Fordan University.
- Tandjung, S. D. 1982. *The acute Toxicity and Histopathology of Brook Trout (Salvelinus fontinalis mitchill) Exposed to Aluminium in Acid Water*. New York: Fordan University.
- Wardhana, W. A. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan. Edisi Revisi*. Penerbit Andi. Yogyakarta
- Warlina, Lina. 2004. *Pencemaran Air: Sumber, Dampak dan Penanggulangannya, Makalah Pribadi*. Sekolah Pasca Sarjana S3 Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Widodo, J, 1980. *Toksitasitas Biota Laut Disebabkan Oleh Pencemaran Merkuri*. LPPL. Semarang.

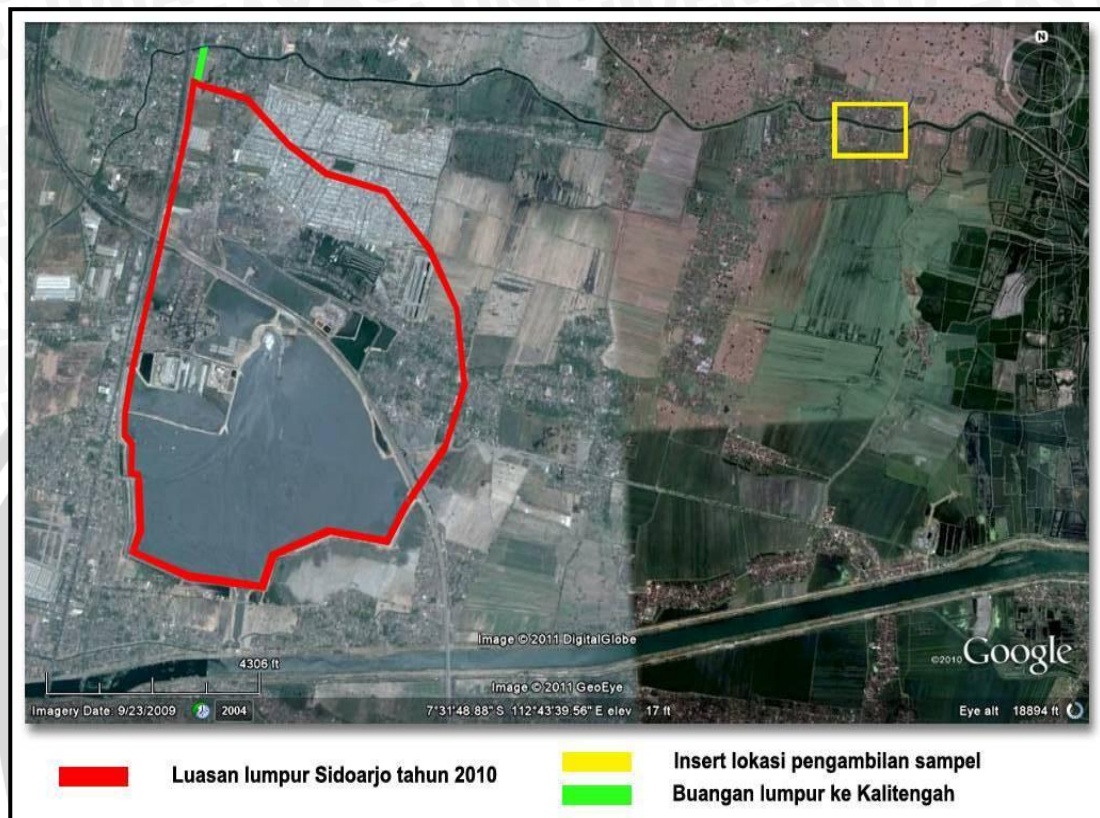
Vinterana.K. 2009. *Tehnik Histologi Pada Ikan Di Balai Karantina Ikan Juanda Surabaya*. Jurusan Teknologi Budidaya Perikanan Akademi Perikanan Sidoarjo

Vitanouva.net. 2007. [Ekosistem Air Tawar Kali Porong Rusak Karena Lumpur Lapindo](http://www.vitanouva.net/index). <http://www.vitanouva.net/index>. Diakses tanggal 10 Juni 2010.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Lokasi Pengambilan Sampel



## Lampiran 2. Foto-foto penelitian

### Kondisi Sungai Alo



### Penjaringan Ikan Sampel di Sungai Alo

