# STRUKTUR MIKROANATOMI INSANG DAN HATI IKAN KOMET DI BALAI BENIH IKAN SIWARAK AKIBAT LIMBAH OBYEK WISATA KOLAM RENANG

**skripsi**

disusun sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Sains Biologi

Oleh
Wirinda Wirma Yusana
4450405034

**JURUSAN BIOLOGI**
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**
**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**
**2011**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya yang berjudul ”Struktur Mikroanatomi Insang dan Hati Ikan Komet di Balai Benih Ikan Siwarak Akibat Limbah Obyek Wisata Kolam Renang” disusun berdasarkan hasil penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing. Sumber informasi atau kutipan yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar dalam program sejenis di perguruan tinggi manapun.

Semarang, September 2010

Wirinda Wirma Y
4450405034

## PENGESAHAN

Skripsi dengan judul:

**Struktur Mikroanatomi Insang dan Hati Ikan Komet Di Balai Benih Ikan (BBI) Siwarak Akibat Limbah Obyek Wisata Kolam Renang.**

disusun oleh:

Nama : Wirinda Wirma Y

NIM : 4450405034

Telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang pada Tanggal 21 September 2010.

Panitia

Ketua

Dr. Kasmadi Imam S, M.S
NIP. 19511115 197903 1001

Sekretaris

Dra. Aditya Marianti, M.Si
NIP. 19671217 199303 2001

Ketua Penguji

Drs. Supriyanto, M.Si
NIP. 19510919 197903 1005

Anggota Penguji/
Pembimbing I

Ir. Nana Kariada, T.M, M.Si
NIP. 19660316 199310 2001

Anggota Penguji/
Pembimbing II

Ir. Nur Rahayu Utami, M.Si
NIP. 19621028 198803 2002

Ir. Nana Kariada, T.M, M.Si
NIP. 19660316 199310 2001

Ir. Nur Rahayu Utami, M.Si
NIP. 19621028 198803 2002

# ABSTRAK

**Yusana, Wirinda Wirma**. **2010. Struktur Mikroanatomi Insang dan Hati Ikan Komet Di Balai Benih Ikan (BBI) Siwarak Akibat Limbah Obyek Wisata Kolam Renang. Skripsi, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang. Ir. Nana Kariada, M. Si dan Ir. Nur Rahayu Utami, M. Si.**

Limbah adalah sisa suatu usaha dan atau kegiatan. Limbah obyek wisata Tirto Argo berupa air buangan yang berasal dari obyek wisata Tirto Argo yang mengandung limbah berupa sabun dan klorin. Sabun merupakan racun bagi ikan, terutama jika kesadahan air tinggi, selain itu larutan sabun akan menaikkan pH air sehingga dapat mengganggu kehidupan organisme di dalam air. Klorin sangat beracun bagi ikan, karena jika bereaksi dengan air membentuk asam hipoklorus yang diketahui dapat merusak sel-sel protein dan sistem enzim ikan. Penelitian ini bertujuan mengetahui struktur mikroanatomi insang dan hati ikan komet (*Carassius auratus auratus*) akibat limbah obyek wisata kolam renang.

Rancangan penelitian secara eksploratif, dengan metode pengambilan sampel secara *purposive random sampling*. Sampel yang digunakan adalah ikan komet yang berumur 5-6 bulan sebanyak 10 ekor, yang berasal dari kolam pemeliharaan. Variabel utama, berupa: Tingkat kerusakan organ insang dan hati ikan komet, yang hidup di kolam pemeliharaan, serta kandungan limbah obyek wisata Tirto Argo yang berasal dari saluran pembuangan limbah, kolam pengendapan dan kolam pemeliharaan. Variabel kendali, berupa: umur ikan, jenis ikan dan sampel yang digunakan.Variabel pendukung, meliputi: suhu, pH, oksigen terlarut dan karbondioksida. Untuk mendapatkan data struktur mikroanatomi insang dan hati ikan komet dilakukan pembedahan untuk diambil bagian insang dan hatinya, kemudian difiksasi dengan menggunakan formalin 10% untuk selanjutnya dibuat preparat mikroanatomi dengan metode paraffin dan pewarnaan Hematoxylin-Eosin (HE).

Hasil penelitian menunjukkan 10 sampel insang dan hati ikan komet yang digunakan mengalami kerusakan. Kerusakan struktur mikroanatomi insang yang paling banyak ditemukan adalah edema dan fusi lamella, hyperplasia dan atropi 4 sampel dan 3 sampel mengalami nekrosis. Kerusakan mikroanatomi hati ikan komet yang paling banyak dijumpai adalah kongesti sebanyak 8 sampel dari 10 sampel yang digunakan dan 6 sampel mengalami pembengkakan sel.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diambil simpulan, limbah obyek wisata kolam renang mengakibatkan kerusakan mikroanatoni insang dan hati ikan komet. Kerusakan mikroanatomi insang berupa edema, hyperplasia, fusi lamella, atropi dan nekrosis, sedangkan kerusakan struktur mikroanatomi hati berupa pembengkakan sel dan kongesti.


**Kata kunci**: Mikroanatomi insang, hati ikan komet, limbah kolam renang

# KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayahnya skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi ini dapat selesai karena adanya bantuan, bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kesempatan penulis untuk menyelesaikan studi di Biologi FMIPA UNNES.
2. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan ijin penelitian.
3. Ketua Jurusan Biologi FMIPA UNNES yang telah memberikan motivasi dan petunujuk dalam menyelesaikan studi.
4. Drs.Budi Rahardjo selaku Kepala Balai Benih Ikan Siwarak yang telah memberikan ijin penelitian.
5. Ir. Nana Kariada, T.M, M.Si selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Ir. Nur Rahayu Utami, M.Si selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
7. Drs. Supriyanto, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Bpk Sutono dan seluruh staff pegawai Balai Benih Ikan Siwarak Ungaran yang telah memberi informasi dalam penyusunan skripsi ini.
9. Kedua orang tua, adikku tercinta dan seluruh keluarga besar atas doa dan motivasinya.
10. Sahabat dan teman perjuangan Niken, Ika, Tya, Santi, Vita, Nurul, Titut, Diyah, Ayu dan keluarga besar Biologi angkatan 2005.
11. Kepada semua pihak terkait yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis merasa skripsi ini masih ada kekurangan, untuk itu saran dan kritik sangat diharapkan demi sempurnanya skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Semarang, September 2010

penulis

## DAFTAR ISI

Halaman

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI ..... ii
PENGESAHAN ..... iii
ABSTRAK ..... iv
KATA PENGANTAR ..... v
DAFTAR ISI ..... vii
DAFTAR TABEL ..... ix
DAFTAR GAMBAR ..... x
DAFTAR LAMPIRAN ..... xi

**BAB I PENDAHULUAN**

A. Latar Belakang ..... 1
B. Permasalahan ..... 4
C. Penegasan Istilah ..... 4
D. Tujuan Penelitian ..... 5
E. Manfaat Penelitian ..... 5

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS**

A. Tinjauan Pustaka ..... 6
B. Hipotesis ..... 13

**BAB III METODE PENELITIAN**

A. Lokasi dan Waktu Penelitian ..... 14
B. Populasi dan Sampel ..... 14
C. Variabel Penelitian ..... 14
D. Rancangan Penelitian ..... 14
E. Alat dan Bahan Penelitian ..... 15
F. Prosedur Penelitian ..... 15
G. Data dan Metode Pengumpulan Data ..... 18
H. Metode Analisis Data ..... 18

**BAB VI HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

A. Hasil Penelitian ..... 20

B. Pembahasan ..... 31

**BAB V SIMPULAN DAN SARAN**

A. Simpulan..... 38

B. Saran..... 38

**DAFTAR PUSTAKA** ..... 39

**LAMPIRAN**..... 42

## DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

1. Tingkat Kerusakan Insang Ikan Komet ..... 20
2. Tingkat Kerusakan Hati Ikan Komet ..... 26
3. Pengukuran Faktor Lingkungan..... 30
4. Pengukuran Morfologi Ikan Komet ..... 30

## DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman


1. Bagian dari lamella insang ..... 7
2. Mikroanatomi hati ikan bandeng normal ..... 9
3. Struktur mikroanatomi insang ikan mas normal ..... 21
4. Struktur mikroanatomi insang ikan komet ..... 21
5. Struktur mikroanatomi insang ikan komet ..... 22
6. Struktur mikroanatomi insang ikan komet ..... 22
7. Struktur mikroanatomi insang ikan komet ..... 23
8. Struktur mikroanatomi insang ikan komet ..... 23
9. Struktur mikroanatomi insang ikan komet ..... 24
10. Struktur mikroanatomi insang ikan komet ..... 24
11. Struktur mikroanatomi insang ikan komet ..... 25
12. Struktur mikroanatomi insang ikan komet ..... 25
13. Struktur mikroanatomi insang ikan komet ..... 26
14. Struktur mikroanatomi hati ikan *Brachydanio rerio* ..... 27
15. Struktur mikroanatomi hati ikan komet ..... 27
16. Struktur mikroanatomi hati ikan komet ..... 28
17. Struktur mikroanatomi hati ikan komet ..... 28
18. Struktur mikroanatomi hati ikan komet ..... 29
19. Struktur mikroanatomi hati ikan komet ..... 29
20. Kolam Pengendapan 1..... 46
21. Kolam Pengendapan 2..... 46
22. Alat dan Bahan Penelitian..... 46
23. Pengukuran pH dan suhu pada limbah obyek wisata ..... 47
24. Pengukuran karbondioksida pada kolam pemeliharaan..... 47
25. Pengukuran Kadar Cl pada Kolam pemeliharaan..... 47

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

1. Pengukuran faktor lingkungan (Suhu, DO dan pH)..... 42
2. Pengukuran faktor lingkungan ($CO_2$ terlarut dan kadar Cl) ..... 44
3. Data Curah Hujan BMKG..... 45
4. Foto Penelitian..... 46
5. Foto Pengukuran Faktor Lingkungan..... 47
6. Surat penetapan dosen pembimbing..... 48
7. Surat ijin penelitian..... 49

# BAB I
# PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Pencemaran dapat terjadi di lingkungan perairan, udara dan tanah. Menurut Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, pencemaran lingkungan adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan.

Obyek wisata merupakan salah satu tempat pemenuhan kebutuhan manusia akan rekreasi dan olahraga, tetapi juga menghasilkan limbah yang membahayakan organisme hidup, salah satunya adalah kolam renang. Obyek wisata Tirto Argo merupakan salah satu obyek wisata air yang memiliki beberapa kolam renang yang terletak di desa Nyatnyono Kecamatan Ungaran Kabupaten Semarang. Pada hari libur seperti hari Sabtu dan Minggu obyek wisata ini banyak dikunjungi oleh masyarakat sekitar untuk berekreasi dan olahraga, selain itu obyek wisata ini juga menghasilkan limbah buangan berupa sabun dan klorin dalam jumlah besar, dimana limbah buangan tersebut dialirkan ke BBI Siwarak. Limbah menurut Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 adalah sisa suatu usaha dan atau kegiatan.

Balai Benih Ikan (BBI) Siwarak merupakan Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) dari Dinas Peternakan dan Perikanan Ungaran yang bergerak dalam bidang penyediaan induk dan bibit ikan khususnya ikan air tawar. Budidaya ikan air tawar di BBI Siwarak ada beberapa jenis diantaranya ikan nila (*Oreochromis niloticus)*, karper (*Cyprinus carpio*), koi (*Cyprinus carpadie*), komet (*Carasius auratus auratus*), maskoki (*Carasius auratus*) dan platy (*Xiphophorus maculatus)*. Balai Benih Ikan (BBI) Siwarak berada tepat dibawah obyek wisata Tirto Argo, suplai air yang digunakan untuk budidaya berasal dari sungai dan air pembuangan limbah obyek wisata tersebut. Berdasarkan pengukuran volume debit air yang dilakukan diketahui bahwa volume debit air yang berasal dari sungai berkisar 0.038 m/s, sedangkan volume debit air yang berasal dari air

pembuangan limbah obyek wisata Tirto Argo berkisar 0.054 m/s, sehingga volume debit air yang berasal dari limbah obyek wisata Tirto Argo yang digunakan dalam proses budidaya lebih besar dibanding dengan volume debit air yang berasal dari sungai.

Ikan komet merupakan salah satu *strain* dari ikan mas koki yang kebanyakan merupakan hasil kawin silang antara beberapa jenis ikan karper. Ikan komet memiliki ketahanan tubuh yang lebih baik dibandingkan dengan ikan mas koki (Ardi 2008). Ciri morfologi ikan komet adalah bentuk kepala mirip ikan mas, ujungnya dilengkapi dengan sepasang sungut yang berfungsi untuk mencari makan pada waktu di lumpur. Bentuk badan agak memanjang dan pipih ke samping *(compressed)* terutama sewaktu masih muda, memiliki ekor yang lebih panjang dan indah daripada ikan pada umumnya. Ikan komet juga memiliki warna yang bagus yaitu perpaduan antara merah putih, merah polos, putih polos, kekuningan, hitam (Dahlan 2008).

Ikan komet memiliki ketahanan tubuh yang lebih baik jika dibandingkan dengan ikan mas koki. Berdasarkan observasi awal yang dilakukan di lapangan, beberapa ikan komet yang dibudidayakan di BBI Siwarak pada bagian sirip ekor robek akibat serangan argulus (*Argulus sp)*, dan bagian sisik tubuh melepuh akibat serangan jamur. Hal ini dapat disebabkan oleh kualitas air dan adanya bahan pencemar seperti sabun dan klorin yang masuk ke badan air, mengingat sumber air yang digunakan dalam proses budidaya berasal dari air buangan Tirto Argo. Sehingga menyebabkan ikan komet yang dibudidayakan di BBI Siwarak lebih rentan terkena infeksi jamur dan serangan penyakit dibanding dengan ikan nila (*Oreochromis niloticus)* dan karper (*Cyprinus carpio*). Untuk mengatasi adanya infeksi jamur ataupun serangan penyakit biasanya pihak BBI hanya membersihkan argulus ikan dengan menggunakan permanganat kalium (PK) dan membersihkan kolam pemeliharaan dengan menggunakan metilen biru (MB) setiap seminggu sekali (Sutono 19 April 2009, wawancara).

Zonneveld et *al* (1991) menyatakan, adanya interaksi tripel antara lingkungan, pathogen dan ikan. Contoh khusus interaksi tersebut adalah penyakit yang disebabkan oleh bakteri, wabah penyakit dapat terjadi akibat tingginya tingkat bahan pencemar dalam air. Lingkungan juga mempunyai potensi untuk

menyebabkan perubahan sitopatologi dan histopatologi pada ikan, polusi/limbah juga berpengaruh pada sistem kekebalan pada ikan sehingga menyebabkan ikan rentan terhadap serangan penyakit.

Air buangan dari obyek wisata Tirto Argo dapat membahayakan kelangsungan hidup ikan yang dibudidayakan di BBI Siwarak, hal ini karena limbah buangan tersebut dialirkan ke BBI Siwarak dan digunakan dalam proses budidaya ikan. Untuk menghindari hal yang tidak diinginkan maka air buangan yang masuk ke BBI siwarak sebelum dimasukkan ke dalam kolam-kolam pemeliharaan ikan dilakukan pengendapan dalam kolam pengendapan untuk kemudian dialirkan ke masing-masing kolam. Penggunaan air limbah yang mengandung sabun dan klorin yang dilakukan secara terus menerus dapat menimbulkan pencemaran dan penurunan kualitas air, sehingga dikhawatirkan terjadinya akumulasi bahan-bahan pencemar pada tubuh ikan.

Darmono (1995) menyatakan, Ikan teleostei seperti ikan mas adalah hewan air yang selalu bergerak, kemampuan gerak yang cepat inilah yang menyebabkan ikan tidak banyak terpengaruh pada kondisi pencemaran seperti makhluk lainnya (kepiting, udang dan kerang). Ikan pada umumnya mempunyai kemampuan menghindarkan diri dari pengaruh pencemaran air. Namun demikian, pada ikan yang hidup dalam habitat yang terbatas seperti kolam ataupun tambak, ikan akan sulit melarikan diri dari pencemaran tersebut. Bagian organ ikan yang rentan terhadap adanya bahan pencemar adalah insang. Insang merupakan organ respirasi pada ikan, dan langsung berhubungan dengan lingkungan air, sehingga apabila air mengandung polutan akan mengakibatkan kerusakan pada organ ini dan organ-organ yang berhubungan dengan insang. Sehingga organ inilah yang pertama kali mendapat pengaruh apabila lingkungan air tercemar oleh bahan pencemar, baik yang terlarut maupun tersuspensi (Sandi 1994).

Selain insang, organ tubuh yang terpengaruh oleh pencemaran adalah hati. Hati merupakan organ terbesar dalam tubuh yang terletak pada bagian sirip dalam rongga peritoneal dan melingkupi viscera. Bentuk hati seperti huruf U dan berwarna merah kecoklatan. 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 hati sangat rentan terhadap pengaruh zat kimia dan merupakan organ tubuh yang sering mengalami kerusakan (Lu 1995). Hati merupakan organ penting yang memiliki sejumlah fungsi antara lain membantu pencernaan melalui produksi enzim-enzim pemecah lemak dan menjadi tempat penyimpan lemak serta karbohidrat. Hati juga berperan penting dalam menghancurkan sel-sel darah yang tua, menjaga keseimbangan kimiawi darah, dan berperan dalam ekskresi nitrogen (Irianto 2005).

Dari latar belakang tersebut maka diperlukan penelitian mengenai struktur mikroanatomi insang dan hati ikan komet akibat limbah obyek wisata kolam renang untuk mengetahui seberapa besar kerusakan yang ditimbulkan oleh limbah obyek wisata kolam renang sebagai upaya mengkaji berbahayanya limbah obyek wisata tersebut terhadap struktur mikroanatomi insang dan hati ikan komet di BBI Siwarak.

## B. Permasalahan

Permasalahan dalam penelitian ini adalah: Bagaimana struktur mikroanatomi insang dan hati ikan komet *(Carassius auratus auratus*) akibat limbah obyek wisata kolam renang?

## C. Penegasan Istilah

1. Struktur mikroanatomi

Struktur mikroanatomi merupakan gambaran struktur dari hewan secara mikroskopis (Bevelander dan Ramaley 1988). Struktur mikroanatomi insang dan hati ikan komet diperoleh dengan cara pemrosesan jaringan dengan metode paraffin dan pewarnaan Hematoxylin-Eosin (HE). Bagian insang yang diamati antara lain perubahan pada struktur lamella primer dan lamella sekunder berupa edema, hyperplasia, fusi lamella, nekrosis dan atropi, sedangkan bagian hati yang diamati antara lain perubahan vena sentral dan sel yang berada di sekitar vena sentral.

2. Obyek wisata Tirto Argo

Merupakan salah satu obyek wisata air yang memiliki beberapa kolam renang yang terletak di desa Nyatnyono Kecamatan Ungaran Kabupaten Semarang.

3. Limbah Obyek wisata Tirto Argo

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, limbah adalah sisa suatu usaha dan atau kegiatan. Limbah yang digunakan dalam penelitian ini adalah air buangan yang berasal dari obyek wisata Tirto Argo yang mengandung limbah berupa sabun dan klorin.

## D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah: Untuk mengetahui struktur mikroanatomi insang dan hati ikan komet (*Carassius auratus auratus*) akibat limbah obyek wisata kolam renang.

## E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian adalah Mengetahui tingkat kerusakan struktur mikroanatomi insang dan hati ikan komet akibat limbah obyek wisata kolam renang, serta memberikan informasi kepada instansi dan masyarakat sekitar mengenai dampak negatif limbah obyek wisata kolam renang pada insang dan hati ikan komet secara lebih spesifik yang dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya. Dengan mengetahui tingkat kerusakan struktur mikroanatomi insang dan hati ikan komet maka dapat mengetahui seberapa besar tingkat kerusakan yang diakibatkan oleh limbah obyek wisata kolam renang tersebut.

# BAB II
# TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS

## A. Tinjauan Pustaka

### 1. Struktur Mikroanatomi

Struktur mikroanatomi merupakan gambaran struktur sel dan jaringan dari hewan secara terinci, dan hubungan antara struktur pengorganisasian sel dan jaringan serta fungsi-fungsinya. Struktur sel dan jaringan serta hasil produksi sel dapat dilihat dan amati dengan menggunakan bahan-bahan kimia yang dapat mengawetkan jaringan dari pembusukan, memfiksasi komponen-komponen sel dan matriks sesuai dengan bentuk aslinya untuk mencegah kerusakan, dan pewarnaan yang memungkinkan pengamatan bagian-bagian sel dan matriks dengan kontras yang cukup sehingga mudah terlihat dengan mikroskop.

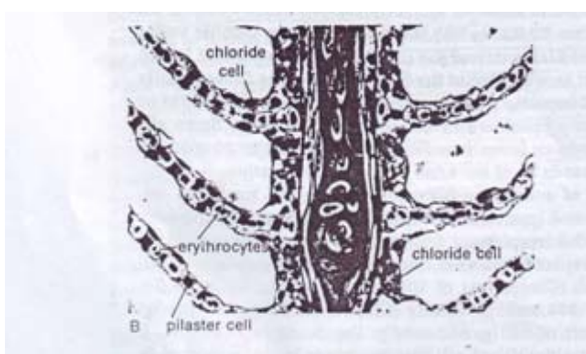
Dalam pembuatan preparat histologi metode fiksasi yang umum dipakai adalah fiksasi kimiawi. Untuk suatu sel atau jaringan tertentu, digunakan metode tertentu yang memenuhi kriteria tertentu pula, yaitu: (1) distorsi (kerusakan bentuknya) harus seminimal mungkin; (2) fiksatifnya jangan sampai melarutkan jaringan; (3) fiksatif dapat mencegah pembusukan dan menghentikan kegiatan enzim sel yang dapat menyebabkan otodigesti (perusakan diri sendiri); (4) fiksatif dapat mempertahankan sel dan jaringannya.

Struktur mikroanatomi insang dan hati ikan komet diperoleh dengan cara pemrosesan jaringan dengan metode paraffin dan pewarnaan Hematoxylin-Eosin (HE). Bevelander dan Ramaley (1988) menyatakan, paraffin mempunyai keistimewan sebagai bahan yang cepat dan mudah dalam penggunaannya, namun juga mempunyai sifat yang merugikan karena dapat menimbulkan pengkerutan. Hematoxylin-Eosin (HE) merupakan kombinasi bahan pewarna yang paling umum digunakan dalam pembuatan preparat histologi. Bahan pewarna hematoxylin sendiri bukan warna yang basa, tetapi dapat dibuat melekat pada tempat-tempat basa yang bermuatan negatif dengan menggunakan suatu mordan (zat pedas), sedangkan eosin merupakan zat warna asam yang warnanya disebabkan oleh anion-anion bermuatan negatif.

## 2. Struktur Mikroanatomi Insang

Insang merupakan organ yang berhubungan langsung dengan air, sehingga organ inilah yang pertama kali mendapat pengaruh apabila lingkungan air tercemar oleh bahan pencemar, baik yang terlarut maupun tersuspensi (Sandi 1994). Pada umumnya ikan teleostei mempunyai lima pasang lengkung insang, yaitu empat pasang lamella primer dan satu pasang lamella sekunder. Lamella primer bentuknya tipis, berupa dua garis melengkung ke belakang dan saling berhubungan. Lamella sekunder berbentuk setengah lingkaran mengelilingi semua bagian dari lamella primer (Takasima dan Hibiya 1995).

Insang terdiri dari sepasang filamen insang, dimana setiap filamen terdiri dari serat melintang yang tertutup epithelium yang tipis disebut lamella. Lamella merupakan penyusun filamen. Sebuah rangkaian filamen pada satu sisi dari septum interbranchiale disebut hemibranchium. Dua hemibranchium dan septum interbranchia membentuk insang lengkap disebut holobranchia (Lagler et al 1977). Pada filament insang terdapat sejumlah besar lamella. Tepi-tepi bebas lamella sangat tipis ditutupi epithelium berisi jaringan kapiler yang disokong oleh sel pilaster. Sel pilaster berfungsi membatasi sel epithelium dengan kapiler darah. Lamella sekunder kaya akan eritrosit. Struktur insang dapat disajikan dalam Gambar 1.




Gambar 1. Bagian dari lamella insang (Bond 1979). Keterangan gambar : chloride cell, pilaster cell, erythrocytes.

Untuk menentukan tingkat pengaruh pencemaran dilingkungan akuatik, kerusakan insang dapat dikategorikan berdasarkan Tingkatan perubahan-perubahan anatomi lamella sekunder dan filament insang.

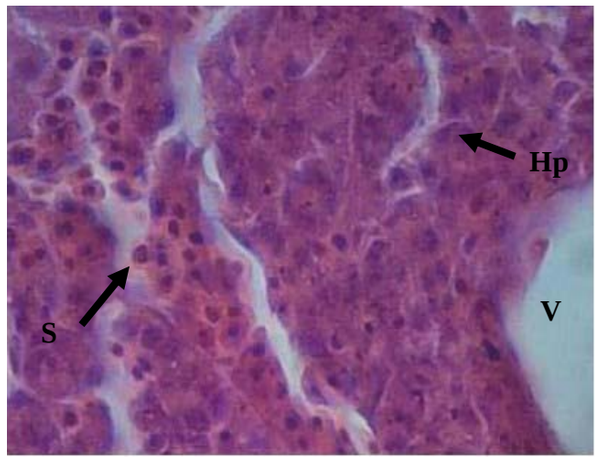
Menurut Tandjung (1982) kerusakan insang dari tingkat ringan hingga berat dirumuskan sebagai berikut:

a. Edema pada lamella menandakan telah terjadi kontaminasi tetapi belum ada pencemaran. Edema adalah pembengkakan sel atau penimbunan cairan secara berlebihan di dalam jaringan tubuh.
b. Hyperplasia pada pangkal lamella (gejala pencemaran).
c. Fusi dua lamella (pencemaran tingkat awal).
d. Hyperplasia hampir pada seluruh lamella sekunder, telah terjadi pencemaran.
e. Rusaknya atau hilangnya struktur filamen insang (pencemaran berat).

### 3. Struktur Mikroanatomi Hati

Hati merupakan organ terbesar dalam tubuh yang terletak pada bagian sirip perut, dalam rongga peritoneal dan melingkupi viscera. Hati memiliki bentuk seperti huruf U dan berwarna merah kecoklatan. Struktur utama hati adalah sel hati atau hepatosit. Hepatosit (sel parenkim hati) bertanggung jawab terhadap peran sentral hati dalam metabolisme. Sel-sel ini terletak diantara sinusoid yang berisi darah dan saluran empedu. Sel Kupffer melapisi sinusoid dan merupakan bagian penting dalam sistem retikuloendotelial tubuh (Lu 1995). Sel Kupffer merupakan sistem monosit makrofag dan fungsi utamanya adalah menelan bakteri dan benda asing lain dalam darah. Sehingga hati merupakan salah satu organ utama sebagai pertahanan terhadap invasi bakteri dan agen toksik (Anderson 1995).

Sel hati berbentuk polyhedral, dengan enam permukaan atau lebih. Sel hati mempunyai satu/dua buah inti bulat, banyak reticulum endoplasma halus dan kasar, serta mempunyai banyak mitokondria yang berbentuk ovoid atau sferis. Sel hati berkelompok dalam lempeng-lempeng dan saling berhubungan sedemikian rupa sehingga membentuk bangunan lobulus hati. Didalam lobulus hati, sel hati tersusun secara radier (Junqueira et al. 1995). Diantara lempengan sel hati terdapat kapiler-kapiler yang dinamakan sinusoid. Sinusoid adalah pembuluh darah kapiler yang merupakan percabangan dari vena porta dan arteri hepatika. Tidak seperti kapiler lain, sinusoid dibatasi oleh sel fagositik atau sel Kupffer (Anderson 1995). Mikroanatomi (normal) hati ikan disajikan dalam Gambar 2.




Gambar 2. Mikroanatomi hati ikan bandeng normal (Alifia dan Djawad 2000). Perbesaran 40X10. Pewarnaan : Hematoxylin-Eosin. Keterangan gambar: Vena sentral (VS), Hepatosit (Hp), Sinusoid (Sd).

Hati memiliki beberapa fungsi, antara lain detoksifikasi, 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 di berikan secara terus-menerus, kemungkinan toksikan di dalam hati akan menjadi jenuh (enzim tidak mampu mendetoksifikasi toksikan lagi), sehingga terjadi penurunan aktivitas 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 eksresi empedu, metabolisme garam empedu, metabolisme karbohidrat (Glikogenesis, glikogenolisis, glukoneogenesis), sintesis protein, metabolisme dan penyimpanan lemak (Anderson 1995).

Tingkat kerusakan hati menurut Darmono (1995), 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.

**4. Kandungan Limbah**

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, limbah adalah sisa suatu usaha dan atau kegiatan. Zat pencemar dari limbah obyek wisata Tirto Argo yang berpotensi mencemari lingkungan antara lain:

a. Sabun

Sabun merupakan garam dari asam-asam lemak tinggi (stearat, palmitat atau oleat). Sesuai perkembangan jaman telah disesuaikan juga dengan penambahan zat-zat aditif berupa titanium dioksida (TiO2), EDTA, gliserol, formalin, pewarna, aroma serta aditif kulit (skin aditif) lainnya. Sabun mandi komersial umumnya mengandung banyak senyawa kimia seperti kandungan petroleum, synthetic chemical, dan petrochemical (chemicals harmful) yang dapat merusak kulit dan lingkungan (Malik 2008).

Bahan aktif dalam sabun adalah surfaktan. Surfaktan merupakan zat aktif permukaan yang mempunyai ujung berbeda yaitu hidrofilik dan hidrofobik. Bahan aktif ini berfungsi menurunkan tegangan permukaan air sehingga dapat melepaskan kotoran yang menempel pada permukaan bahan. Surfaktan dibagi menjadi 4, yaitu: a) Anionic (Alkyl Benzene Sulfonate/ABS, Linier Alkyl Benzene Sulfonate/LAS, Alpha Olein Sulfonate/AOS); b) Kationik (Garam Ammonium); c.) Non ionik (Nonyl phenol polyethoxyle); d) Amfoterik (Acyl Ethylenediamines). Begitu sabun masuk dalam buangan air atau sistem akuatik biasanya langsung terendap sebagai garam-garam kalsium dan magnesium, oleh karena itu beberapa pengaruh dari sabun dalam larutan tidak dapat dihilangkan (Achmad 2004). Sabun juga berbahaya dan merupakan racun bagi ikan, terutama jika kesadahan air tinggi, selain itu larutan sabun akan menaikkan pH air sehingga dapat mengganggu kehidupan organisme di dalam air (Wardana 2004).

b. Klorin

Klorin merupakan bahan kimia yang biasa digunakan sebagai pembunuh kuman (disinfektan) di perusahan-perusahan air minum seperti PAM atau PDAM. Klorin (Cl-) yang banyak digunakan biasanya berbentuk serbuk, kemudian di encerkan dengan air. Klorin memiliki bau lumayan menyengat, bau ini bisa dikenali seperti bau air kolam renang yang biasanya secara intensif diberi

perlakuan klorinasi dengan kaporit. Klorin sangat beracun bagi ikan, karena jika bereaksi dengan air membentuk asam hipoklorus yang diketahui dapat merusak sel-sel protein dan sistem enzim ikan. Tingkat keracunan klorin secara alamiah akan meningkat pada pH lebih rendah dan temperatur lebih tinggi, karena pada kondisi demikian proporsi asam hipoklorus yang terbentuk akan meningkat.

Untuk menghindari efek kronis dari bahan tersebut maka residu klorin dalam air harus dijaga agar tidak lebih dari 0.003 ppm. Klorin pada konsentrasi 0.2 - 0.3 ppm sudah cukup untuk membunuh ikan dengan cepat (Anonim 2009).

**5. Faktor-faktor Lingkungan**

Kualitas air memegang peranan penting dalam budidaya perairan. Kualitas air juga mempengaruhi seluruh komunitas perairan seperti bakteri, tanaman air, ikan, zooplankton, dan sebagainya (Zonneveld et al 1991). Parameter yang menjadi syarat kualitas air antara lain :

a. Suhu

Secara umum ikan telah beradaptasi untuk hidup pada kisaran suhu tertentu. Kisaran ini bervariasi dari satu spesies ke spesies lainnya. Temperatur merupakan pengatur utama dalam berbagai proses alamiah di lingkungan air. Kenaikan suhu air menyebabkan suhu hewan berdarah dingin seperti ikan akan menaikkan metabolisme dalam tubuhnya dan selanjutnya menaikkan kebutuhan oksigen, tetapi jika suhu naik kandungan oksigen dalam air menurun. Jika kebutuhan oksigen melampaui oksigen yang tersedia maka ikan akan mati (Ewusie 1990).

Menjaga suhu optimal untuk pertumbuhan merupakan suatu hal yang penting. Ikan akan mengalami kerentanan terhadap penyakit pada suhu yang kurang optimal. Fluktuasi suhu yang terlalu besar akan menyebabkan ikan stress yang dapat mengakibatkan kematian pada ikan. Secara umum, suhu yang optimal untuk pembudidayaan ikan air tawar adalah 25°– 32°C. Perubahan suhu yang mendadak sebesar 5°C dapat menyebabkan ikan stress (Daelami 2001). Pada suhu rendah dibawah normal dapat menyebabkan ikan mengalami lethargi, kehilangan nafsu makan, dan menjadi lebih rentan terhadap penyakit. Sebaliknya pada suhu yang terlalu tinggi ikan dapat mengalami stress pernapasan dan bahkan dapat menyebabkan kerusakan insang permanen. Suhu yang optimum untuk pertumbuhan ikan komet berkisar antara 24-26°C.

b. Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan derivat keasaman air suatu perairan yang dapat mencerminkan produktifitas hayati dan merupakan faktor-faktor pembatas bagi organisme air (Welch 1952). Derajat keasaman (pH) sangat penting sebagai parameter kualitas air karena ia mengontrol tipe dan laju kecepatan reaksi beberapa bahan di dalam air, selain itu ikan dan makhluk-makhluk akuatik lainnya hidup pada selang pH tertentu. Sub-optimal pH berakibat buruk pada spesies kultur dan menyebabkan ikan stress, mudah terserang penyakit, produktivitas dan pertumbuhan rendah. Tingkat keasaman yang baik untuk budidaya ikan air tawar adalah 5,5 – 9,0 (Irianto 2005).

c. Oksigen terlarut

Oksigen diperlukan ikan untuk katabolisme yang menghasilkan energi bagi aktivitas seperti berenang, reproduksi dan pertumbuhan. Dengan demikian, konversi pakan dan laju pertumbuhan sangat ditentukan oleh ketersediaan oksigen (Irianto 2005). Oksigen terlarut dalam air adalah kandungan gas oksigen yang terlarut dalam air dan merupakan hal yang paling penting bagi kelangsungan hidup organisme pengguna oksigen. Oksigen terlarut merupakan parameter peubah (variabel) yang paling kritis pada kegiatan budidaya ikan. Pada konsentrasi tertentu oksigen terlarut akan diserap oleh darah melalui insang (Afrianto dan Liviawati 1992).

Kehidupan di air dapat bertahan jika ada oksigen terlarut minimum sebanyak 5 mg oksigen tiap liter air (5 ppm). Selebihnya bergantung kepada ketahanan organisme, derajat keaktifannya, kehadiran pencemar, suhu air, dan sebagainya (Sastrawijaya 2009).

d. Karbondioksida

Karbondioksida merupakan gas yang diperlukan oleh tumbuh-tumbuhan air, jasad renik, maupun tumbuhan tingkat tinggi untuk melakukan fotosintesis. Karbondioksida dalam air pada umumnya merupakan hasil respirasi dari ikan dan phytoplankton. Kadar CO2 lebih tinggi dari 10 ppm diketahui menunjukkan bersifat racun bagi ikan, beberapa bukti menunjukkan bahwa karbondioksida berfungsi sebagai anestesi bagi ikan. Kadar karbondioksida tinggi juga menunjukkan lingkungan air yang asam meskipun demikian karbondioksida diperlukan dalam proses pem-buffer-an (Purwakusuma 2009).

Kepekatan oksigen terlarut dalam air tergantung pada kepekatan karbondioksida yang ada. Kandungan CO2 pada kolam pembesaran ikan komet tergolong rendah yaitu 4-8 ppm. Karbondioksida ini dihasilkan dari proses respirasi dan penguraian bahan organik dalam perairan.

Sudarmadi (1993) diacu dalam Chahaya (2003) menyatakan, masuknya bahan pencemar (air limbah sabun/deterjen) ke dalam insang dapat menyebabkan keracunan, karena bereaksinya kation limbah deterjen tersebut dengan fraksi tertentu dari lendir insang. Kondisi ini menyebabkan proses metabolisme dari insang menjadi terganggu. Lendir yang berfungsi sebagai pelindung, jika diproduksi lebih banyak maka akan terjadi penumpukan lendir. Hal ini akan memperlambat pertukaran ion dan gas pada insang dan pada akhirnya menyebabkan kematian.

## B. Hipotesis

Berdasarkan tujuan dan permasalahan maka hipotesis dalam penelitian ini adalah “limbah obyek wisata kolam renang berpengaruh terhadap struktur mikroanatomi insang dan hati ikan komet (*Carassius auratus auratus*)”.

# BAB III
# METODE PENELITIAN

## A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi : Penelitian dilakukan di Balai Benih Ikan (BBI) Siwarak. Pembuatan preparat dilakukan di Laboratorium Mikroanatomi Fakultas Kedokteran Hewan UGM, Yogyakarta. Penelitian dilakukan pada bulan Februari-Agustus 2010.

## B. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah semua ikan komet (Carassius auratus auratus) yang berumur 5-6 bulan, pada kolam pemeliharaan ikan di BBI Siwarak.

2. Sampel

Sampel dalam penelitian ini adalah ikan komet sebanyak 10 ekor. Pengambilan sampel dengan metode purposive random sampling.

## C. Variabel Penelitian

1. Variabel utama, berupa:
   a. Tingkat kerusakan organ insang dan hati ikan komet, yang hidup di kolam pemeliharaan.
   b. Kandungan limbah obyek wisata Tirto Argo yang berasal dari saluran pembuangan limbah, kolam pengendapan dan kolam pemeliharaan.
2. Variabel kendali, berupa: umur ikan, jenis ikan dan sampel yang digunakan.
3. Variabel pendukung, meliputi: suhu, pH, oksigen terlarut dan karbondioksida.

## D. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian secara eksploratif, dengan metode pengambilan sampel secara purposive random sampling. Sampel yang digunakan adalah ikan komet yang berumur 5-6 bulan sebanyak 10 ekor, yang berasal dari kolam pemeliharaan. Hal ini karena pada umur lebih kurang tiga bulan dengan ukuran 8-12 cm ikan sangat peka terhadap faktor lingkungan dan adanya bahan pencemar (Sudarmadi (1993) diacu dalam Chahaya (2003)). Pembuatan preparat

mikroanatomi insang dan hati ikan komet dengan menggunakan metode paraffin dan pewarnaan Hematoxylin-Eosin (HE), pengukuran terhadap kadar residu klorin dengan argentometri metode Mohr, serta dilakukan pengukuran faktor lingkungannya.

## E. Alat dan bahan penelitian

Alat yang digunakan:

1. Biuret 25 ml.
2. Erlenmeyer 80 ml
3. Indikator $K_2CrO_4$ 5% dan $AgNO_3$ 0.0132 N
4. Termometer
5. pH meter digital untuk mengukur derajat keasaman dan suhu air pada saat penelitian.
6. Kit CO, serta DO meter digital
7. Jala tebar untuk menangkap ikan
8. Timbangan digital dan mistar untuk menimbang berat dan panjang ikan.
9. Alat pembuatan preparat mikroanatomi insang dan hati ikan komet dengan menggunakan metode paraffin dan pewarnaan Hematoxylin-Eosin (HE)

Bahan yang digunakan:

1. Sampel insang dan hati ikan komet
2. Bahan pembuatan preparat mikroanatomi insang dan hati dengan menggunakan metode paraffin dan pewarnaan Hematoxylin-Eosin (HE).
3. Air uji yang berasal dari saluran pembuangan limbah, kolam pengendapan 1 dan 2, serta kolam pemeliharaan di BBI Siwarak.

## F. Prosedur Penelitian

1. Pengambilan sampel organ insang dan hati:
   a. Mengambil sampel pada kolam pemeliharaan.
   b. Menimbang berat dan panjang ikan komet.
   c. Membedah ikan untuk diambil organ insang dan hatinya.
   d. Mengambil sampel insang dan hati ikan.
   e. Memasukkan sampel organ insang dan hati ke dalam botol vial yang telah berisi formalin 10% untuk menjaga supaya tidak rusak.

2. Pembuatan preparat mikroanatomi insang dan hati ikan. Adapun prosedur dalam pembuatan preparat mikroanatomi adalah sebagai berikut (Suntoro 1983):
   a. Ikan dibedah dan diambil bagian insang dan hatinya, kemudian difiksasi dengan formalin 10%.
   b. Dilakukan pencucian dengan menggunakan air, untuk menghilangkan larutan fiksasi dari jaringan.
   c. Dehidrasi dengan menggunakan alkohol bertingkat, dimulai dari alkohol persentase rendah ke alkohol dengan persentase tinggi. Dehidrasi bertujuan untuk menarik air yang terdapat di dalam jaringan agar nantinya seluruh ruang-ruang antar sel dalam jaringan dapat terisi oleh molekul-molekul paraffin.
   d. *Clearing*, yang bertujuan untuk menarik alkohol atau dehidran lain dari dalam jaringan, dengan menggunakan campuran alkohol-xilol dan xilol-alkohol bertingkat.
   e. *Infiltrasi* paraffin, yaitu memasukkan paraffin ke dalam jaringan suatu organ dengan menggunakan campuran xilol-paraffin dan paraffin cair. Proses infiltrasi paraffin dikerjakan dalam oven dengan suhu kira-kira 56ºC.
   f. *Embedding*, yaitu proses penyelubungan organ dengan paraffin.
   g. *Sectioning*, yaitu proses pembuatan irisan tipis dari blok paraffin dengan menggunakan mikrotom rotari.
   h. *Affiksing*, proses penempelan jaringan ke gelas benda dengan bantuan perekat albumin meyer dan air.
   i. Proses pewarnaan dengan menggunakan hemotoxylin dan eosin dengan langkah sebagai berikut :
      1) Deparafinasi, yaitu proses menghilangkan paraffin yang terdapat dalam jaringan dengan menggunakan xilol murni kurang lebih 15 menit.
      2) Dimasukkan ke dalam alkohol 96 % kemudian 80%, 70%, 50%, 30%, aquades masing-masing selama 2 menit.
      3) Dimasukkan dalam larutan hematoxylin dengan waktu 3-7 detik.

4) Dicuci dengan air mengalir sampai jernih selama 10 menit, kemudian cuci dengan aquades sebentar.
5) Dimasukkan ke dalam alkohol 80%, 50% dan 70%, kemudian masukkan dalam larutan eosin 0.5% (dalam alkohol 70%) selama 1-3 menit.
6) Masukkan dalam alkohol 70%, 80%, 96%, kemudian masukkan dalam xilol selama 10 menit.
7) Tetesi dengan canada balsam, kemudian tutup dengan gelas penutup.

j. *Labeling*, yaitu proses pemberian label sebagai identitas pada preparat.

3. Uji klorin dengan Argentometri metode Mohr:
   a. Mengambil sampel air dari saluran pembuangan limbah yang masuk ke BBI Siwarak, kolam pengendapan 1 dan 2, dan kolam pemeliharaan di BBI Siwarak. Kemudian masing-masing sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer 80 ml.
   b. Memasukkan 1 ml indikator $K_2CrO_4$ 5%.
   c. Melakukan titrasi dengan $AgNO_3$ 0.0132 N sampai terbentuk endapan merah kecoklatan, kemudian mencatat volume $AgNO_3$.
   d. Melakukan titrasi blanko terhadap 80 ml air suling bebas klorin, seperti pada langkah b dan c.
   e. Mengulangi titrasi sampai 3x, kemudian meratakan volume $AgNO_3$.
   f. Menghitung kadar Cl (mg/L) = $\frac{(A-B)xNx35,450}{V}$

   Keterangan:
   A = Volume larutan AgNO3 (ml)
   B = Volume larutan AgNO3 untuk titrasi blanko (ml)
   N = Normalitas AgNO3
   V = Volume air sampel
4. Pengukuran suhu dan pH air dengan menggunakan pH meter digital umtuk mengukur suhu dan pH.
5. Pengukuran oksigen terlarut dengan menggunakan DO meter digital
6. Pengukuran karbondioksida
   a. Mengambil 5 ml air sampel

b. Menambahkan 1 tetes reagen PP. Jika larutan berwarna pink/merah, $CO_2$=0 mg/l (ppm), jika tidak berwarna maka ada $CO_2$. Selanjutnya ke langkah c
c. Menitrasi dengan NaOH dengan menggunakan siring sampai berwarna merah muda
d. Memasukkan banyaknya ml titrasi ke dalam rumus:

$$CO2 \text{ terlarut } = \sum \text{ ml titran x 100 mg/l}$$

## G. Metode Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data struktur mikroanatomi insang dan hati ikan komet dilakukan pembedahan untuk diambil bagian insang dan hatinya, kemudian difiksasi dengan menggunakan formalin 10% untuk selanjutnya dibuat preparat mikroanatomi dengan metode paraffin dan pewarnaan Hematoxylin-Eosin (HE). Setelah pembuatan preparat selesai, kemudian diamati dibawah mikroskop untuk melihat kerusakan pada insang dan hatinya.

Untuk memperoleh data faktor lingkungan, dilakukan dengan cara pengukuran faktor lingkungannya seperti suhu, pH, oksigen terlarut dan karbondioksida terlarut dengan menggunakan termometer, pH meter digital, DO meter digital dan kit COD. Serta dilakukan pengukuran terhadap kandungan limbah obyek Wisata Tirto Argo berupa kadar residu klorin, dan sabun yang berasal dari saluran pembuangan limbah, kolam pengendapan 1 dan 2, dan kolam pemeliharaan.

## H. Metode Analisis Data

Untuk mengetahui tingkat kerusakan insang dan hati ikan komet akibat limbah obyek wisata kolam renang diperlukan data gambaran struktur mikroanatomi insang dan hati yang dianalisis secara deskriptif. Cara mengetahui struktur mikroanatomi insang dan hati ikan dilakukan dengan melihat perubahan struktur mikroanatomi serta tingkat kerusakannya. Tingkat kerusakan insang akibat limbah obyek wisata Tirto Argo ditentukan dengan metode Tandjung (1982).

Pada insang, kerusakan tingkat ringan ditandai dengan terjadinya edema pada lamella menandakan telah terjadi kontaminasi tetapi belum ada pencemaran. Kerusakan tingkat sedang, ditandai dengan hyperplasia pada pangkal lamella yang menunjukkan gejala pencemaran, sedangkan kerusakan tingkat berat ditandai dengan Fusi dua lamella (pencemaran tingkat awal), hyperplasia hampir pada seluruh lamella sekunder, telah terjadi pencemaran hingga rusaknya atau hilangnya struktur filamen insang (pencemaran berat).

Untuk mengetahui tingkat kerusakan hati ditentukan dengan metode Darmono (1995), yaitu kerusakan tingkat ringan ditandai dengan pembengkakan sel. Tingkat kerusakan sedang yaitu kongesti dan hemoragi, sedangkan tingkat berat adalah kematian sel atau nekrosis.

# BAB IV
# HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

## A. Hasil Penelitian

### 1. Pengamatan Mikroanatomi Insang Ikan Komet

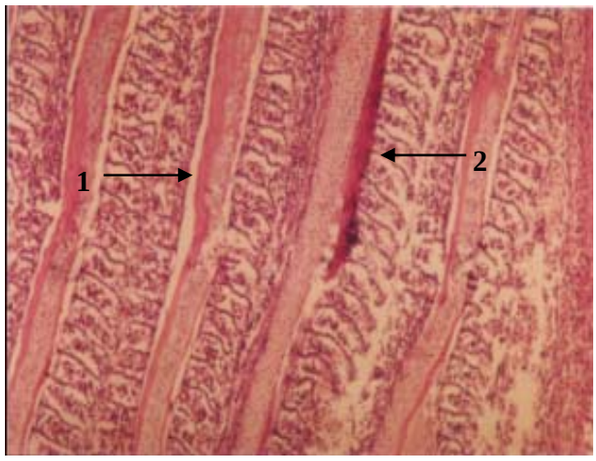
Insang merupakan organ respirasi bagi ikan dan langsung berhubungan dengan lingkungan air. Struktur dan mekanisme kontak dengan lingkungan menjadikan insang sangat rentan terhadap perubahan kondisi lingkungan, terutama jika air mengandung polutan akan mengakibatkan kerusakan pada organ ini. Data gambaran kerusakan insang ikan komet diperoleh dari pengamatan langsung terhadap struktur mikroanatomi insang dan hati ikan komet (Carasius auratus auratus) dengan menggunakan mikroskop perbesaran 400X, dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 3-13.

Tabel 1. Tingkat kerusakan struktur mikroanatomi pada insang

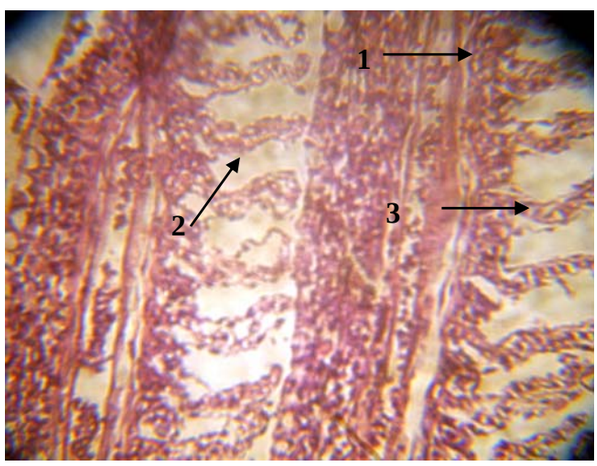
| | Tingkat kerusakan insang | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ikan | Edema | Fusi lamella | Hyperplasia | Atropi | Nekrosis |
| Ikan ke-1 | + | + | - | - | - |
| Ikan ke-2 | ++ | ++ | + | - | - |
| Ikan ke-3 | ++ | + | - | + | - |
| Ikan ke-4 | ++ | ++ | - | + | - |
| Ikan ke-5 | + | + | - | + | - |
| Ikan ke-6 | +++ | +++ | ++ | - | + |
| Ikan ke-7 | ++ | ++ | + | - | - |
| Ikan ke-8 | +++ | +++ | - | - | +++ |
| Ikan ke-9 | ++ | ++ | + | - | + |
| Ikan ke-10 | ++ | ++ | - | + | - |

Keterangan :
- : tidak terjadi kerusakan struktur mikroanatomi (0 %)
+ : terjadi kerusakan, sedikit (1% - 25%)
++ : terjadi kerusakan, sedang(26% - 50%)
+++ : terjadi kerusakan, banyak (51% -75%)
++++ : terjadi kerusakan, sangat banyak (76% -100%)

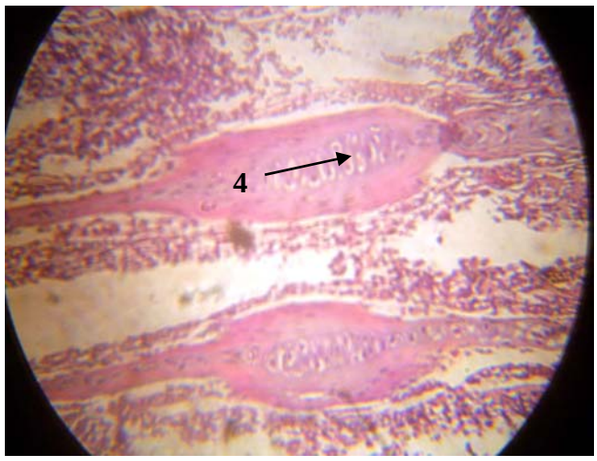
Dari Tabel 1 di atas dapat dilihat bahwa hampir semua sampel mengalami edema dan fusi lamella, 4 dari 10 sampel mengalami hyperplasia dan atropi, sedangkan 3 sampel mengalami nekrosis. Untuk lebih jelasnya mengenai perubahan sruktur mikroanatomi insang pada masing-masing ikan dapat dilihat pada Gambar 3-13.



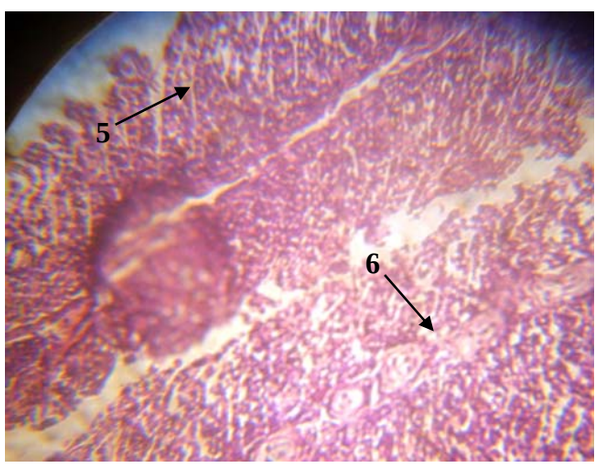

Gambar 3. Potongan Melintang Struktur Mikroanatomi Insang Ikan mas normal (Nurhayatun 2007). Perbesaran 10 X 10. Pewarnaan : Hematoxylin-Eosin.
Keterangan: 1. Lamella Primer, 2. Lamella Sekunder



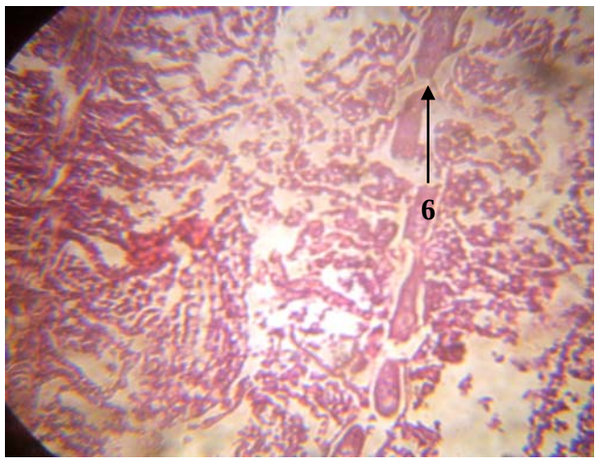

Gambar 4. Potongan Melintang Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Komet. Perbesaran 40X10. Pewarnaan : Hematoxylin-Eosin.
Keterangan: 1. Lamella Primer; 2. Lamella Sekunder 3. Edema.



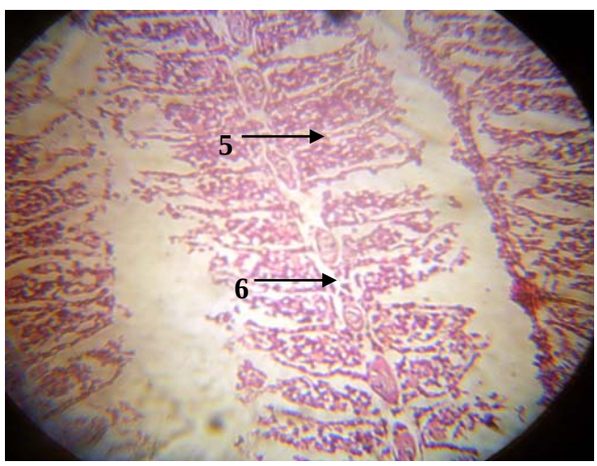

Gambar 5. Potongan Melintang Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Komet.
Perbesaran 40X10. Pewarnaan : Hematoxylin-Eosin.
Keterangan: 4. Hyperplasia



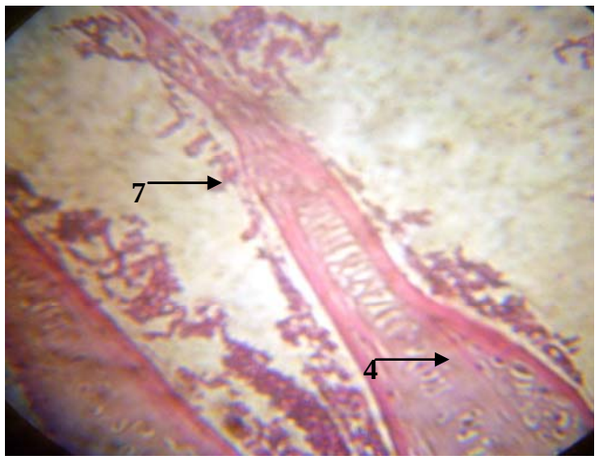

Gambar 6. Potongan Melintang Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Komet.
Perbesaran 40X10. Pewarnaan : Hematoxylin-Eosin.
Keterangan: 5. Fusi lamella
6. Atropi.



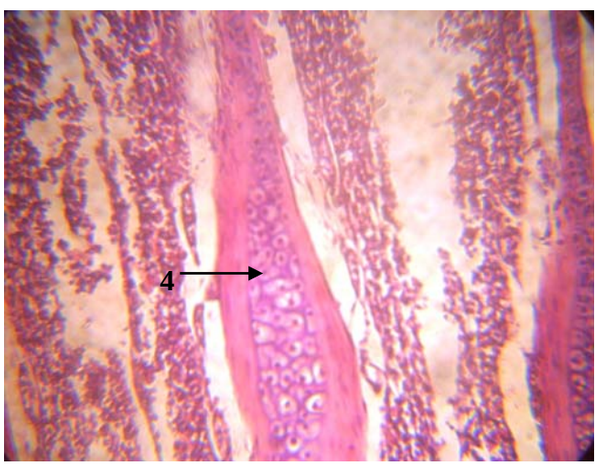

Gambar 7. Potongan Melintang Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Komet.
Perbesaran 40X10. Pewarnaan : Hematoxylin-Eosin.
Keterangan: 6. Atropi



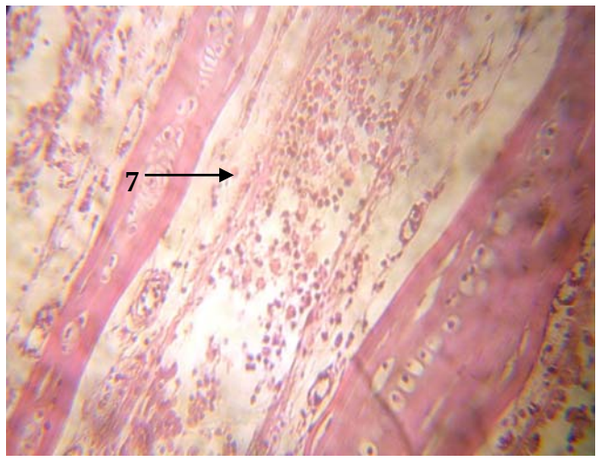

Gambar 8. Potongan Melintang Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Komet.
Perbesaran 40X10. Pewarnaan : Hematoxylin-Eosin.
Keterangan: 5. Fusi lamella
6. Atropi.



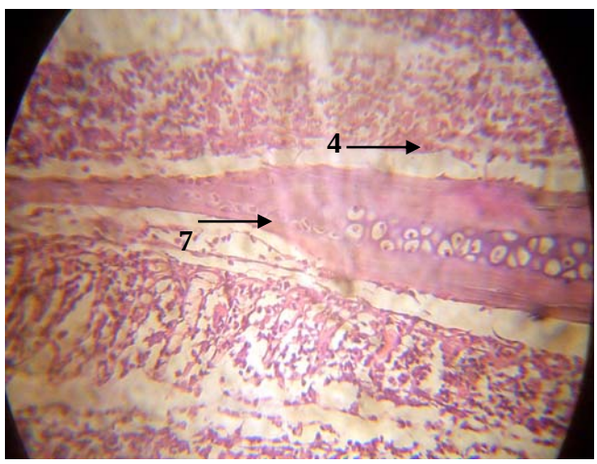

Gambar 9. Potongan Melintang Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Komet.
Perbesaran 40X10. Pewarnaan : Hematoxylin-Eosin.
Keterangan: 4. Hyperplasia tulang rawan
7. Nekrosis.



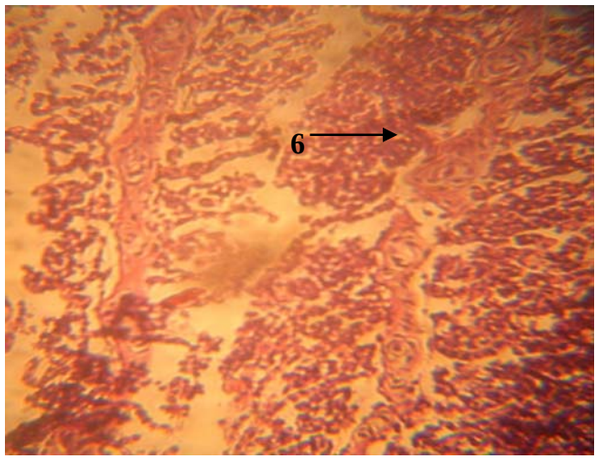

Gambar 10. Potongan Melintang Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Komet.
Perbesaran 40X10. Pewarnaan : Hematoxylin-Eosin.
Keterangan: 4. Hyperplasia




Gambar 11. Potongan Melintang Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Komet.
Perbesaran 40X10. Pewarnaan : Hematoxylin-Eosin.
Keterangan: 7. Nekrosis.




Gambar 12. Potongan Melintang Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Komet.
Perbesaran 40X10. Pewarnaan : Hematoxylin-Eosin.
Keterangan: 4. Hyperplasia
7. Nekrosis.




Gambar 13. Potongan Melintang Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Komet. Perbesaran 40X10. Pewarnaan : Hematoxylin-Eosin. Keterangan: 6. Atropi.

## 2. Pengamatan Mikroanatomi Hati Ikan Komet

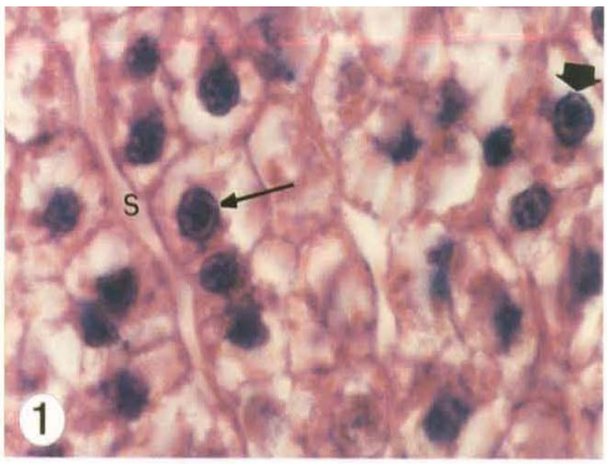
Hati merupakan organ yang rentan terhadap pengaruh zat kimia dan menjadi organ sasaran dari efek racun zat kimia, sehingga hati rentan mengalami kerusakan. Data gambaran kerusakan hati ikan komet diperoleh dari pengamatan langsung terhadap struktur mikroanatomi insang dan hati ikan komet (Carasius auratus auratus) dengan menggunakan mikroskop perbesaran 400X, dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 14-19.

Tabel 2. Tingkat kerusakan struktur mikroanatomi pada hati

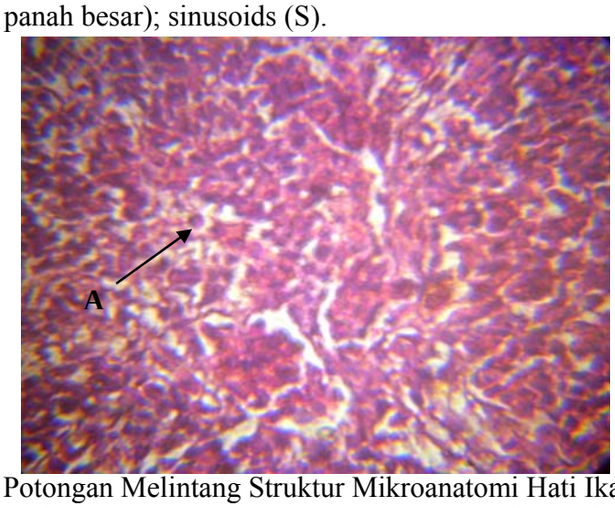
| Ikan | Tingkat kerusakan hati | |
|---|---|---|
| | Pembengkakan sel | Kongesti |
| Ikan ke-1 | + | + |
| Ikan ke-2 | + | ++ |
| Ikan ke-3 | - | + |
| Ikan ke-4 | + | - |
| Ikan ke-5 | - | + |
| Ikan ke-6 | + | + |
| Ikan ke-7 | - | + |
| Ikan ke-8 | + | - |
| Ikan ke-9 | + | + |
| Ikan ke-10 | - | + |

Keterangan :
- : tidak terjadi kerusakan struktur mikroanatomi (0 %)
+ : terjadi kerusakan, sedikit (1% - 25%)
++ : terjadi kerusakan, sedang(26% - 50%)
+++ : terjadi kerusakan, banyak (51% -75%)
++++ : terjadi kerusakan, sangat banyak (76% -100%)

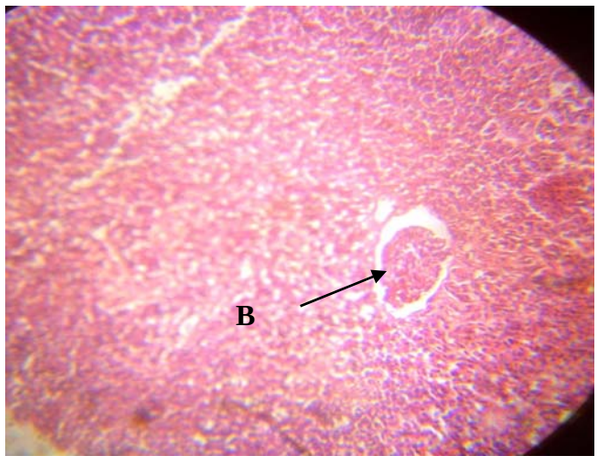
Dari Tabel 2 di atas dapat dilihat bahwa 6 dari 10 sampel yang digunakan mengalami pembengkakan sel, dan 8 sampel mengalami kongesti. Untuk lebih jelasnya mengenai perubahan sruktur mikroanatomi insang pada masing-masing ikan dapat dilihat pada Gambar 14-19.



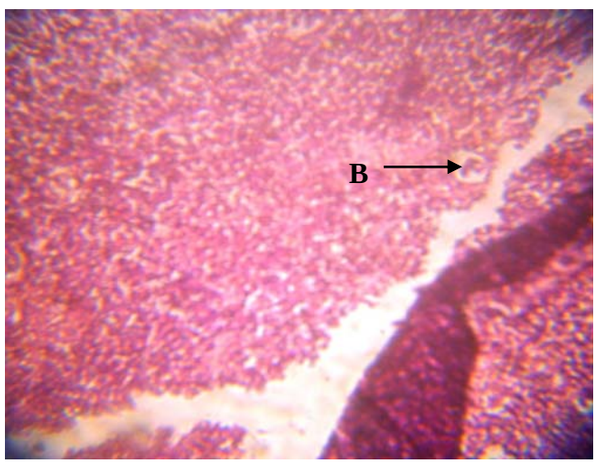

Gambar 14. Struktur Mikroanatomi Hati Brachydanio rerio (Rodrigues dan Fanta 2005). Pewarnaan : Hematoxylin-Eosin. Keterangan: inti sel pada hepatosit yang berbentuk polygonal (anak panak kecil); inti sel (anak panah besar); sinusoids (S).



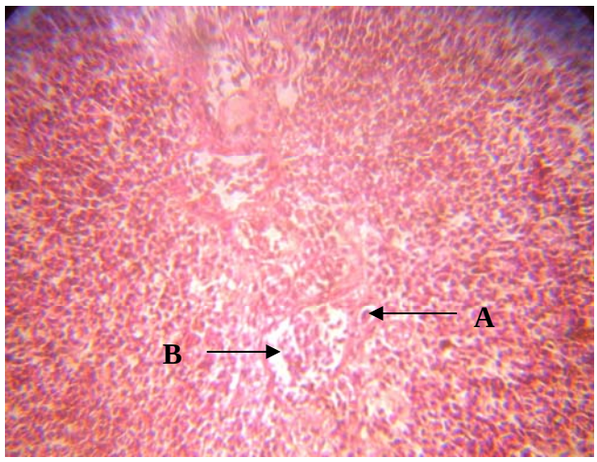

Gambar 15. Potongan Melintang Struktur Mikroanatomi Hati Ikan Komet. Perbesaran 40X10. Pewarnaan : Hematoxylin-Eosin. Keterangan: A. Pembengkakan Sel



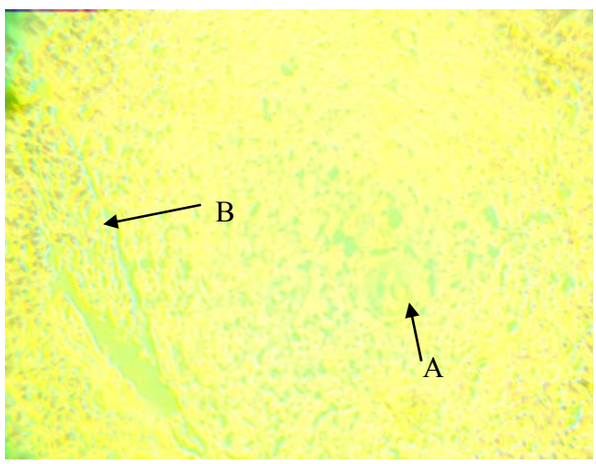

Gambar 16. Potongan Melintang Struktur Mikroanatomi IHati Ikan Komet.
Perbesaran 40X10. Pewarnaan : Hematoxylin-Eosin.
Keterangan: B. Kongesti




Gambar 17. Potongan Melintang Struktur Mikroanatomi Hati Ikan Komet.
Perbesaran 40X10. Pewarnaan : Hematoxylin-Eosin.
Keterangan: B. Kongesti




Gambar 18. Potongan Melintang Struktur Mikroanatomi Hati Ikan Komet.
Perbesaran 40X10. Pewarnaan : Hematoxylin-Eosin.
Keterangan: A. Pembengkakan Sel
B. Kongesti




Gambar 19. Potongan Melintang Struktur Mikroanatomi Hati Ikan Komet.
Perbesaran 40X10. Pewarnaan : Hematoxylin-Eosin.
Keterangan: A. Pembengkakan sel
B. Kongesti

### 3. Pengamatan Faktor Lingkungan

Pada lingkungan perairan faktor fisik, kimiawi dan biologis berperan dalam pengaturan homeostatis yang diperlukan bagi pertumbuhan dan reproduksi ikan. Faktor fisik antara lain mencakup suhu, faktor kimiawi antara lain meliputi pH, oksigen terlarut, karbondioksida dan komponen kimia air. Adapun faktor biologis meliputi ragam spesies. Hasil pengukuran faktor lingkungan dan morfologi ikan komet dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4:

Tabel 3. Data faktor lingkungan: suhu, pH, oksigen terlarut, CO2 terlarut kadar Cl dan kadar sabun

| No | Parameter lingkungan | AS | KP I | KP II | KPM |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Suhu ( ºC) | 25.1º-27 º | 25.6º-26.8º | 25.8º-27.8º | 24.6 º -26.1 º |
| 2 | pH | 5.8-7.9 | 6-8 | 6-8 | 6-7 |
| 3 | Oksigen terlarut (ppm) | 6.67-8.25 | 6.1-7.28 | 5.13-6.48 | 4.84-6.56 |
| 4 | CO2 Terlarut (ppm) | 4-8 | 4-7 | 4-8 | 5-8 |
| 6 | Kadar Cl (ppm) | 0.06-0.18 | 0.03-0.19 | 0.01-0.18 | 0.006-0.15 |
| 7 | Kadar sabun (mg/L) | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.02 |

Keterangan: AS : Air limbah yang berasal dari saluran pembuangan Tirto Argo
KP I : Kolam pengendapan I
KP II : Kolam pengendapan II
KPM : Kolam pemeliharaan ikan

Tabel 4. Pengukuran morfologi ikan: berat dan panjang ikan

| | Morfologi ikan | |
|---|---|---|
| Ikan | Berat (gr) | Panjang (cm) |
| Ikan ke-1 | 400 | 18.5 |
| Ikan ke-2 | 450 | 18.8 |
| Ikan ke-3 | 480 | 19 |
| Ikan ke-4 | 500 | 19.2 |
| Ikan ke-5 | 460 | 18.7 |
| Ikan ke-6 | 540 | 19.8 |
| Ikan ke-7 | 580 | 21.2 |
| Ikan ke-8 | 600 | 22 |
| Ikan ke-9 | 560 | 20.8 |
| Ikan ke-10 | 590 | 21.6 |

## B. Pembahasan

### 1. Pengamatan Mikroanatomi Insang Ikan Komet

Struktur dan mekanisme kontak dengan lingkungan menjadikan insang sangat rentan terhadap perubahan kondisi lingkungan, terutama jika air mengandung polutan akan mengakibatkan kerusakan pada organ ini. Perubahan struktur mikroanatomi insang dapat digunakan sebagai indikator adanya pencemaran lingkungan. Tingkat pencemaran tersebut dapat diketahui mulai terjadinya kontaminasi, pencemaran tingkat ringan sampai tingkat berat. Hasil pengamatan struktur mikroanatomi insang ikan komet dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 3-13 di atas.

Berdasarkan data pengamatan terhadap struktur mikroanatomi insang ikan komet, terjadi kerusakan struktur mikroanatomi akibat limbah obyek wisata Tirto Argo. Kerusakan yang ditimbulkan yaitu edema, dan fusi lamella sekunder pada tingkatan ringan, sedangkan kerusakan tingkat sedang ditandai dengan adanya hyperplasia, dan atropi, kerusakan tingkat berat ditandai dengan adanya nekrosis.

Connell (1995) menyatakan, masuknya zat toksik (sabun dan klorin) melalui dua cara, yaitu lewat air dan tanaman (bahan makanan). Jika melalui air maka zat toksik akan melalui insang, dimana terjadi penyerapan pada permukaan tubuh yang diikuti dengan difusi melalui permukaan epitelium insang. Setelah melewati insang, zat toksik tersebut akan ikut ke dalam sistem pernapasan sampai akhirnya menembus sel epitel endothelial kapiler darah untuk masuk ke dalam darah dan akhirnya ikut dalam proses metabolisme.

Edema adalah pembengkakan sel atau penimbunan cairan secara berlebihan di dalam jaringan tubuh (Laksman 2003). Adanya edema dapat menyebabkan terjadinya fusi lamella yaitu pada lamella sekunder (Gb. 4). Brown *et al* (2003) menyatakan efek histopatologi sabun/deterjen pada insang dapat mengakibatkan edema, penebalan filamen insang dan penghancuran dinding epitel dari lamella sekunder dan adhesi sel pilar. Dalam penelitian ini terjadinya edema disebabkan karena dua hal. Pertama, masuknya bahan pencemar ke dalam insang yang mengakibatkan sel bersifat iritatif sehingga menyebabkan sel membengkak. Kedua, hilangnya pengaturan volume pada bagian sel. Anderson

(1995) menyatakan, untuk menjaga kestabilan sel di lingkungan internal, sel harus mengeluarkan energi metabolik untuk memompa ion natrium keluar dari sel. Edema yang berlanjut mengakibatkan sel-sel epitel mengalami nekrosis/kematian sel.

Hyperplasia adalah pembentukan jaringan secara berlebihan karena bertambahnya jumlah sel (Gb. 9). Hyperplasia merupakan gejala pencemaran yang diakibatkan oleh edema yang berlebihan sehingga sel darah merah keluar dari kapilernya dan sel akan mengalami lepas-lepas dari penyokongnya (Laksman 2003). Hyperplasia pada insang diduga diakibatkan adanya kontak dengan sabun dan klorin. Kontak tersebut mengakibatkan insang mengalami iritasi dan mengeluarkan lendir sebagai pelindung terhadap toksikan, tetapi lendir yang dihasilkan justru menutup permukaan lamella insang sehingga pertukaran dengan CO2 terhambat dan mengakibatkan tidak adanya pengikatan O2. Hal ini sejalan dengan pernyataan Sudarmadi (1993) diacu dalam Chahaya (2003) yang menyatakan lendir berfungsi untuk melindungi lamella insang dari bahan pencemar seperti sabun/deterjen dan klorin yang dapat menghambat pertukaran gas. Jika lendir yang diproduksi lebih banyak maka akan terjadi penumpukan lendir dan akan memperlambat pertukaran ion dan gas pada insang hingga mengakibatkan kematian.

Tandjung (1982) menyatakan, fusi dua lamella merupakan tanda terjadinya pencemaran pada tingkat awal. Fusi dua lamella diakibatkan karena adanya edema, yang dapat mengakibatkan terganggunya proses respirasi sehingga mengakibatkan kematian ikan (Gb. 6).

Atropi adalah pengecilan atau penyusutan ukuran suatu sel, jaringan, organ atau bagian tubuh (Harjono 1996). Pada penelitian ini atropi yang dimaksud adalah menyusutnya sel-sel penyusun lamella primer pada insang akibat adanya zat toksik yang masuk ke dalam insang (Gb.13). Anderson (1995) menyatakan atropi terjadi karena sel mengabsorpsi sebagian dari unsur-unsurnya. Adanya kerusakan pada lamella primer insang diduga karena adanya toksik dalam hal ini sabun dan klorin yang masuk ke dalam sel yang dapat mengganggu metabolisme sel melalui penghambatan kerja enzim, sehingga enzim tidak dapat bekerja sebagaimana mestinya. Menurut connel dan Miller (1995) bahan aktif

yang terkandung dalam sabun yaitu surfaktan alkil benzena sulfonat (ABS) dapat menghancurkan sel, kemudian mengganggu proses respirasi yang dilakukan oleh insang. Umumnya surfaktan berinteraksi dengan membran dan enzim. Toksisitas timbul dari penghambatan enzim atau transmisi selektif ion-ion melalui membran. Hal ini sejalan dengan pernyataan Halang (2004) yang menyatakan zat toksikan (sabun dan klorin) yang masuk ke dalam tubuh ikan akan berinteraksi dengan membran sel dan enzim, sehingga kerja enzim terhambat atau terjadi transmisi selektif ion-ion membran sel.

Laksman (2003) menyatakan, nekrosis adalah kematian sel. Kematian sel terjadi karena hyperplasia dan fusi lamella sekunder yang berlebihan, sehingga jaringan insang tidak berbentuk utuh lagi (Gb. 11).

Tandjung (1982) menyatakan, bahwa telah terjadi degenerasi insang tingkat 1, 2 dan 3. Degenerasi insang tingkat 1 berupa terjadinya edema pada lamella, hal ini menunjukkan telah terjadi kontaminasi tetapi belum ada pencemaran. Degenerasi tingkat 2 berupa terjadinya hyperplasia pada lamella primer yang menunjukkan gejala pencemaran. Degenerasi tingkat 3 yaitu fusi dua lamella, yang merupakan indikasi telah terjadi pencemaran tingkat awal.

Degenerasi insang tingkat 4 yaitu Atropi atau penyusutan sel-sel penyusun lamella primer pada insang akibat adanya zat toksik yang masuk ke dalam insang. Gejala ini menunjukkan bahwa telah terjadi pencemaran. Hyperplasia dan atropi merupakan kerusakan tingkat sedang. Kerusakan tersebut terjadi akibat pengikatan lendir terhadap sejumlah zat toksik yang melewati lamella dengan komposisi yang lebih besar mampu menghalangi proses pertukaran gas-gas dan ion pada lamella sehingga sistem respirasi terhambat (Alifia dan Djawad 2000).

Nekrosis atau kematian sel merupakan degenerasi tingkat 4, yang menunjukkan bahwa telah terjadi pencemaran tingkat berat hingga mengakibatkan kematian pada ikan. Kematian ikan ini disebabkan karena zat toksikan sabun yang masuk ke dalam tubuh ikan berinteraksi dengan membran sel dan enzim, sehingga enzim tersebut bersifat immobil. Dengan demikian, kerja enzim terhambat atau terjadi transmisi selektif ion-ion melalui membran sel (Halang 2004). Surfaktan dalam badan air dapat merusak insang dan organ

pernafasan ikan yang mengakibatkan toleransi ikan terhadap badan air yang kandungan oksigennya rendah jadi menurun. Keberadaan busa-busa dipermukaan air menjadi salah satu penyebab kontak udara dan air terbatas sehingga menurunkan oksigen terlarut. Dengan demikian akan menyebabkan organisme air kekurangan oksigen dan dapat menyebabkan kematian.

**2. Pengamatan Mikroanatomi Hati Ikan Komet**

Hati merupakan organ yang rentan terhadap pengaruh zat kimia dan menjadi organ sasaran dari efek racun zat kimia, sehingga hati rentan mengalami kerusakan. Berdasarkan data pengamatan terhadap struktur mikroanatomi hati ikan komet, terbukti adanya kerusakan struktur mikroanatomi hati. Kongesti merupakan perubahan mikroanatomi yang paling banyak ditemukan yaitu 8 dari 10 sampel yang digunakan dan 6 sampel mengalami pembengkakan sel. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa limbah obyek wisata Tirto Argo mempunyai sifat toksik.

Loomis (1978) menyatakan bahwa, bahan pencemar yang masuk ke dalam hati dapat terjadi dikarenakan zat toksik seperti sabun dan klorin akan diabsorbsi dari saluran cerna ke dalam hati melalui vena porta, zat toksik yang dimetabolisme di dalam hati dieksresikan ke dalam empedu dan kembali lagi ke duodenal, kemudian zat toksik yang dimetabolisme di dalam hati sebagian dilokalisir di dalam hati. Dengan demikian hati merupakan organ yang banyak berhubungan dengan senyawa kimia sehingga mudah terkena efek toksik. Menurut Lu (1995) jika zat toksik yang masuk ke dalam tubuh relatif kecil/sedikit dan fungsi detoksifikasi hati baik, maka tidak akan terjadi kerusakan. Namun apabila zat toksik yang masuk dalam jumlah besar maka fungsi detoksifikasi akan mengalami kerusakan.

Struktur mikroanatomi hati ikan komet tampak pada perbesaran 40X10 menunjukkan terjadinya pembengkakan sel dan kongesti (Gb.18). Kongesti adalah pembendungan darah yang disebabkan karena gangguan sirkulasi yang dapat mengakibatkan kekurangan oksigen dan zat gizi. Pada Gambar 16 menunjukkan terjadinya kongesti, dan tampak adanya pembendungan darah. Pembendungan ini dimulai dari vena sentralis yang kemudian meluas sampai sinusoid. Apabila pembendungan ini berlangsung cukup lama, maka sel-sel hati

tampak hilang karena tekanan dan gangguan pembawaan zat gizi, hal ini disebabkan karena darah yang mengalir dari perifer lobulus hati ke pusat (vena sentralis) kebanyakan sudah kehilangan zat-zat gizi sewaktu tiba di pertengahan lobulus. Kondisi ini akan menyebabkan sel-sel hati menghilang melalui degenerasi (Ressang 1984).

Van Dyk dan Jacobus C (2008) menyatakan salah satu penyebab kongesti adalah terpapar oleh agen kimia. Dalam penelitian ini, ikan komet terpapar agen kimia berupa surfaktan yang berasal dari sabun yang digunakan oleh pengunjung obyek wisata Tirto Argo serta klorin yang digunakan sebagai penjernih dalam kolam renang. Pengaruh lain yang diakibatkan oleh surfaktan terhadap ikan yaitu berubahnya pola makan, pertumbuhan lambat dan tingkat kelangsungan hidup larva yang rendah.

Pada sel hati, terjadinya kongesti didahului dengan pembengkakan sel. Pembengkakan sel adalah bertambahnya ukuran sel akibat penimbunan air dalam sel, dimana sel hati membesar yang mengakibatkan sinusoid menyempit sehingga aliran darah terganggu (Gb. 15). Pembengkakan sel disebabkan peningkatan permeabilitas sel, dimana sel tidak mampu mempertahankan homeostatis ion dan cairan sehingga terjadi perpindahan cairan ekstrasel ke dalam sel. Untuk menjaga kestabilan lingkungan internal, sel harus mengeluarkan energi metabolik untuk memompa ion natrium keluar dari sel. Namun dengan masuknya zat toksik seperti sabun dan klorin ke dalam sel menyebabkan terganggunya proses metabolisme yang mengakibatkan energi metabolik tidak terbentuk, sehingga sel tidak mampu memompa ion natrium yang cukup. Dalam penelitian ini terjadi pembengkakan sel diduga akibat adanya sabun/deterjen yang dapat mengakibatkan pembengkakan sel. Hal ini sesuai dengan pernyataan Brown *et al* (2003) yang menyatakan efek histopatologi sabun/deterjen dapat mengakibatkan pembengkakan sel.

Tingkat kerusakan hati dikategorikan menjadi tiga, tingkat ringan yaitu perlemakan hati yang ditandai dengan pembengkakan sel. Kerusakan tingkat sedang yaitu kongesti dan hemoragi, sedangkan tingkat berat ditandai dengan nekrosis (Darmono 1995). Dalam penelitian ini, gambaran mikroanatomi hati

ikan komet termasuk tingkat kerusakan ringan sampai sedang yakni berupa pembengkakan sel dan kongesti

**3. Data Faktor Lingkungan**

Pada lingkungan perairan, faktor fisik, kimiawi dan biologi berperan dalam pengaturan homeostatis yang diperlukan bagi pertumbuhan dan reproduksi ikan. Perubahan-perubahan faktor tersebut hingga batas tertentu dapat menyebabkan stress dan timbulnya penyakit. Berdasarkan Tabel 4 pengukuran morfologi ikan diketahui berat ikan komet berkisar antara 400-600 gr, sedangkan panjang ikan komet berkisar antara 18.5-22 cm. Pengukuran faktor lingkungan dilakukan setiap hari selama satu minggu. Berdasarkan hasil pengukuran faktor lingkungan seperti suhu, pH, oksigen terlarut dan karbondioksida yang dilakukan di lapangan secara langsung diketahui bahwa ikan komet masih dapat hidup dengan baik. Dari hasil pengukuran terhadap suhu air, diketahui bahwa suhu air pada masing-masing kolam tidak mengalami perubahan yaitu berkisar 25º-26ºC. Daelami (2001) menyatakan, suhu yang optimal untuk pembudidayaan ikan air tawar adalah 25°– 32°C. Sehingga suhu air di BBI Siwarak masih dalam kondisi optimal untuk kehidupan ikan. Irianto (2005) mwenyatakan suhu sangat berpengaruh terhadap laju metabolisma dan proses-proses biologis pada ikan.

Derajat keasaman (pH) air sangat berpengaruh terhadap kehidupan organisme baik tumbuhan maupun hewan yang hidup di dalamnya. Air yang sangat asam atau sangat basa tidak akan mendukung kehidupan di dalam air. Zonneveld at al (1991) menyatakan, bahwa air yang digunakan untuk budidaya ikan mempunyai nilai pH antara 6,7-8,2. Berdasarkan hasil pengukuran pH pada masing-masing kolam menunjukkan besarnya pH berkisar 5-8 sehingga masih dalam kondisi optimal bagi kehidupan ikan. Derajat keasaman (pH) sangat penting sebagai parameter kualitas air karena mengontrol tipe dan laju kecepatan reaksi beberapa bahan di dalam air.

Sastrawijaya (2009) menyatakan, kehidupan di air dapat bertahan jika ada oksigen terlarut minimum sebanyak 5 mg oksigen tiap liter air (5 ppm). Selebihnya bergantung kepada ketahanan organisme, derajat keaktifannya, kehadiran pencemar, suhu air, dan sebagainya. Berdasarkan hasil pengukuran oksigen terlarut, diketahui oksigen di masing-masing kolam berkisar 4-8 ppm.

Sehingga kadar oksigen terlarut di BBI Siwarak optimal untuk kehidupan ikan komet. Oksigen salah satu parameter lingkungan yang paling penting . Hal ini karena oksigen diperlukan ikan untuk katabolisme yang menghasilkan energi bagi aktivitas seperti berenang, reproduksi dan pertumbuhan.

Karbondioksida merupakan gas yang diperlukan oleh tumbuh-tumbuhan air, jasad renik, maupun tumbuhan tingkat tinggi untuk melakukan fotosintesis. Pada perairan alami mengandung karbondioksida sebesar 2 mg/l. Pada konsentrasi yang tinggi (>10 mg/l), karbondioksida bersifat racun karena keberadaannya dalam darah dapat menghambat pengikatan oksigen oleh hemoglobin (Zonneveld et al 1991). Dari hasil pengukuran karbondioksida yang dilakukan, diketahui bahwa karbondioksida pada masing-masing kolam berkisar 4-8 ppm, sehingga kadar karbondioksida di BBI Siwarak masih optimal untuk kehidupan ikan komet. Peningkatan kandungan karbondioksida akan menekan respirasi ikan, selama perubahan tidak berlangsung secara cepat, maka ikan masih dapat beradaptasi dengan perubahan tersebut (Irianto 2005). Berdasarkan hasil pengukuran faktor lingkungan yang ditunjukkan pada Tabel 3 tampak bahwa semua parameter lingkungan yaitu suhu air, pH air, O2, dan CO2 terlarut masih berada pada ambang batas aman, karena tidak melebihi ambang batas yang ditentukan sehingga ikan masih dapat hidup.

Klorin sangat beracun bagi ikan, karena jika bereaksi dengan air membentuk asam hipoklorus yang dapat merusak sel-sel protein dan sistem enzim pada ikan. Tingkat keracunan klorin secara alamiah akan meningkat pada pH lebih rendah dan temperatur lebih tinggi, karena pada kondisi tersebut proporsi asam hipoklorus yang terbentuk akan meningkat. Berdasarkan ketentuan Badan Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-4824-1998, bahwa batas maksimum klorin pada air adalah 0.011-4.00 mg/l. Untuk menghindari efek kronis, maka residu klorin dalam air harus dijaga agar tidak lebih dari 0.003 ppm. Berdasarkan Tabel 3. pengukuran kadar klorin dengan menggunakan metode Mohr berkisar 0.006-0.19 ppm, sehingga kadar klorin di BBI Siwarak cukup tinggi. Tingginya kadar klorin dapat menyebabkan meningkatnya tingkat keracunan klorin pada ikan. Sehingga dapat membahayakan kehidupan ikan yang dibudidayakan di BBI Siwarak hingga menyebabkan kematian.

# BAB V
# SIMPULAN DAN SARAN

## A. Simpulan

Dari hasil penelitian dapat dikemukakan simpulan sebagai berikut:

Struktur mikroanatomi insang dan hati ikan komet di Balai Benih Ikan (BBI) Siwarak terjadi kerusakan akibat Limbah kolam renang. Kerusakan struktur mikroanatomi insang berupa edema, fusi lamella, hyperplasia, atropi dan nekrosis, sedangkan kerusakan struktur mikroanatomi hati berupa pembengkakan sel dan kongesti. Kerusakan struktrur mikroanatomi tersebut disebabkan oleh adanya zat toksik berupa sabun dan klorin yang berasal dari obyek wisata Tirto Argo.

## B. Saran

1. Bagi pihak BBI agar lebih meningkatkan perhatikan terhadap kualitas air seperti peningkatan filter kolam dengan menggunakan sistem biofilter agar pertumbuhan dan kualitas ikan komet hasil budidaya lebih optimal.
2. Bagi pihak obyek wisata Tirto Argo agar lebih memperhatikan saluran limbah pembuangan yang menuju ke BBI Siwarak, sehingga limbah yang berasal dari limbah tersebut tidak mengganggu proses budidaya.

# DAFTAR PUSTAKA


Achmad R. 2004. Kimia *Lingkungan*. Yogyakarta: Andi.

Afrianto E., dan Liviawati.1992. *Pengendalian Hama dan Penyakit Ikan.* Yogyakarta. Kanisius.

Alifia F dan Djawad M.I. 2000. Kondisi Histologi Insang dan Organ Dalam Juvenil Ikan Bandeng (*Chanos Chanos* Forskall) yang Tercemar Logam Timbal (Pb). *Jurnal Scient dan Technologi* 1 (2): 51-58.

Anderson. 1995. *Patofisiologi Konsep Klinis Proses-Proses Penyakit.* Jakarta: Buku Kedokteran EGC.

Anonim. 2009. Pengobatan Koi. Bandung. *On line at http://www.cempakaKoiFarm.com/substance.php* [diakss tanggal 21 September 2009].

Ardi. 2008. Pembenihan Ikan Mas Komet (Carassius auratus auratus). Bandung. *On line at http://www.docstoc.com/docs/13480410/PEMBENIHAN-IKAN-MAS-KOMET-_Carassius-auratus* [diakses tanggal 20 Januari 2010].

Bevelender G & JA Ramaley . 1979. *Dasar-Dasar Histologi*. Terjemahan Wisnu Gunarso. 1988. Edisi kedelapan. Jakarta: Erlangga

Bond E Carl. 1979. *Biology of Fishes.* Philadelphia London Toronto: W. B Saunders Company.

Brown VM, VV Mitrovic, and GTC Stark. 2003. Pengaruh paparan kronis dari seng pada toksisitas dari campuran deterjen dan seng. *Journal Water* 2 (4): 255-260.

Chahaya I. 2003. Ikan Sebagai Alat Monitor Pencemaran. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan* 13 (4): 247-260.

Connell D.W dan G.J Miller. 1983. Terjemahan Yanti Koestoer. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran.* Jakarta: UI Press.

Daelami. 2001. Air Sumber Kehidupan. Jakarta. *On line at http://www.oFish.or.id/air-sumber-kehidupan* [diakses tanggal 04 Agustus 2009].

Dahlan R. 2008. Popularitas Ikan Komet Kembali Meroket. Jakarta. *On line at http://www.majalahpengusaha.com/content/view.html* [diakses tanggal 26 Januari 2010].

Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: UI Press.

Ewusie JY. 1980. *Pengantar Ekologi Tropika*. Terjemahan Usman Tanuwidjaja. 1990. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Halang B. 2004. Toksisitas Air Limbah Deterjen Terhadap Ikan Mas (Cyprinus carprio). *Jurnal Bioscientiae* 1 (1): 39-49.

Harjono RM, Hartono A, Surya S. 1996. *Kamus Kedokteran Dorland*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

Irianto A. 2005. *Patologi Ikan Teleostei.* Yokyakarta: Gadjah Mada University Press

Junqueira LC, J Carneiro & RO Kelley. 1980. *Histologi Dasar.* Terjemahan Jan Tambayong. 1995. Edisi kedelapan. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.

Lagler K. F Bordach. J. E. Miller, R. R, and Passino. D. R. M. 1977. *Ichtyology.* Second Edition. New York: John Wiley and Sons

Laksman H.T. 2003. *Kamus Kedokteran*. Jakarta: Djambatan.

Loomis T.A. 1978. *Toksikologi Dasar*. Terjemahan Donatus. Semarang: IKIP Semarang Press.

Lu FC. 1995. *Toksikologi Dasar Asas, Organ sasaran dan Penilaian Risiko.* Jakarta: UI-Press.

Malik I. 2008. Bahan Pembuat Sabun Mandi. Jakarta. *On line at http://iwanmalik.wordpress.com/2008/12/14/bahan-pembuat-sabun-mandi.html* [diakses tanggal 04 Agustus 2009].

Nurhayatun T. 2007. Pengaruh Pemberian Merkuri Klorida Terhadap Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Mas. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

Purwakusuma W. 2009. Parameter Air Karbondioksida (CO2). Jakarta. *Online at http://www.oFish.or.id/Parameter-air-karbondioksida-CO2.html* [diakses tanggal 20 Januari 2010].

Ressang A A. 1984. *Patologi Khusus Veteriner*. Denpasar: Bali Press.

Rodrigues edson de lara and Edith Fanta. 2005. Liver Histopathology Of The Fish Brachydanio rerio Hamilton-Buchman After Acute Exposure To Sublethal Level Of The Organophospate Dimethoate 500. *Revista Brasileira de Zoologia* 15 (2): 441-450.

Sandi E. 1994. Pengaruh Padatan Tersuspensi terhadap Tingkat Kematian dan Pertumbuhan Nener Bandeng (*Chanos chanos* Forskal) pada Media Uji. *Skripsi.* Semarang: Universitas Diponegoro.

Sastrawijaya. 2009. *Pencemaran Lingkungan.* Jakarta: Rineka Cipta

Suntoro S H. 1983. *Metode Pewarnaan.* Jakarta: Bhratara Karya Aksara

Takashima F and T Hibiyu. 1995. An *Atlas of Fish Histologi Normal and Pathology Featurs.* Tokyo: Kodansa Ltd.

Van Dyk dan Jacobus C. 2008. Histopatologi Ikan Sebagai Alat Monitoring Untuk Kesehatan Perairan. *Journal Environment Of Water Polution* 5(2): 145-146.

Wardana W A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan.* Yogyakarta: Andi

Welch P. S. 1952. *Limnology*. Second Edition. New York: McGraw Hill Book Company. Inc.

Zonneveld N, EA Huisman, & JH Boon. 1991. *Prinsip-prinsip Budidaya Ikan.* Jakarta: P.T Gramedia Pustaka Utama.

Lampiran 1. Pengukuran faktor lingkungan (Suhu, DO dan pH)

| NO. | HARI/TANGGAL | JAM (WIB) | SUHU (°C) | | | | DO (ppm) | | | | pH | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | AS | KP I | KP II | KPM | AS | KP I | KP II | KPM | AS | KP I | KP II | KPM |
| 1 | Sabtu/ 30-01-2010 | 08.00 | 26.1 | 25.8 | 26.4 | 24.9 | 7.6 | 6.7 | 5.25 | 4.95 | 5.8 | 6.2 | 7.1 | 6.8 |
| | | 10.00 | 26.2 | 26.2 | 26.9 | 25.1 | 7.75 | 6.67 | 5.13 | 5.25 | 6 | 6.3 | 6.8 | 6.6 |
| | | 12.00 | 26.4 | 26.4 | 27.6 | 25.4 | 7.8 | 6.69 | 5.33 | 5.91 | 6 | 6.3 | 6.9 | 6.7 |
| | | 14.00 | 26.6 | 26.6 | 27.8 | 25.8 | 7.83 | 6.72 | 5.4 | 5.93 | 6.1 | 6.4 | 7.1 | 6.9 |
| 2 | Minggu/ 31-01-2010 | 08.00 | 25.7 | 25.7 | 25.8 | 24.9 | 8.25 | 6.2 | 6.4 | 6.29 | 6.1 | 6.1 | 5.2 | 5.5 |
| | | 10.00 | 25.9 | 25.8 | 26.3 | 25.1 | 8.19 | 6.15 | 6.2 | 6.27 | 6.1 | 6.2 | 6.2 | 6.6 |
| | | 12.00 | 26.1 | 26.2 | 26.9 | 25.2 | 7.89 | 6.1 | 5.35 | 6.07 | 6.6 | 6.2 | 6.2 | 6.8 |
| | | 14.00 | 26.4 | 26.5 | 27 | 25.6 | 7.82 | 6.23 | 5.3 | 5.98 | 6.5 | 6.3 | 6.1 | 6.5 |
| 3 | Senin/ 1-02-2010 | 08.00 | 7 | 25.6 | 25.9 | 24.6 | 7.07 | 6.89 | 5.2 | 5.13 | 7.1 | 6.4 | 6.6 | 7 |
| | | 10.00 | 25.6 | 25.8 | 26.1 | 24.9 | 7.02 | 7 | 5.76 | 5.65 | 7.6 | 6.3 | 6.5 | 7.1 |
| | | 12.00 | 26.3 | 26.1 | 26.3 | 25.1 | 6.91 | 7.12 | 5.6 | 5.46 | 7.4 | 6.5 | 6.5 | 7 |
| | | 14.00 | 26.5 | 26.4 | 26.5 | 25.4 | 6.74 | 7 | 5.73 | 5.32 | 7.2 | 6.4 | 6.4 | 7.3 |
| 4 | Selasa/ 2-02-2010 | 08.00 | 25.5 | 25.7 | 26.3 | 25 | 7.23 | 6.09 | 5.57 | 5.43 | 6.8 | 7 | 8.1 | 7 |
| | | 10.00 | 25.7 | 26 | 26.6 | 25.1 | 7.01 | 5.62 | 5.38 | 5.08 | 6.5 | 6.7 | 7.9 | 6.6 |
| | | 12.00 | 26 | 26.2 | 26.8 | 25.3 | 6.93 | 5.54 | 5.3 | 5.02 | 6.5 | 6.6 | 7.8 | 6.7 |
| | | 14.00 | 26.2 | 26.5 | 27.2 | 25.5 | 6.81 | 5.23 | 5.21 | 5.84 | 6.2 | 6.4 | 7.6 | 6.5 |
| 5 | Rabu/ 3-02-2010 | 08.00 | 25.8 | 26 | 26.2 | 25.2 | 7.17 | 6.81 | 6.21 | 5.48 | 7.2 | 6.3 | 7 | 6.7 |
| | | 10.00 | 26 | 26.2 | 26.5 | 25.4 | 7.09 | 6.65 | 6.13 | 5.12 | 7 | 6.5 | 6.9 | 6.8 |
| | | 12.00 | 26.2 | 26.5 | 26.9 | 25.7 | 6.89 | 6.54 | 6.05 | 4.98 | 7.1 | 6.4 | 7.1 | 7 |
| | | 14.00 | 26.4 | 26.7 | 27.1 | 25.9 | 6.78 | 6.38 | 5.87 | 4.84 | 6.8 | 6.1 | 6.8 | 6.9 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Kamis/ 4-02-2010 | 08.00 | 25.8 | 25.9 | 26.1 | 25.3 | 7.05 | 6.49 | 6.12 | 5.52 | 8.2 | 8.1 | 7.6 | 7.1 |
| | | 10.00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 25.5 | 7 | 6.73 | 6.34 | 5.63 | 8 | 7.9 | 7.5 | 6.8 |
| | | 12.00 | 26.2 | 26.4 | 26.5 | 25.8 | 6.87 | 6.65 | 6.45 | 5.45 | 7.8 | 7.6 | 7.4 | 6.5 |
| | | 14.00 | 26.5 | 26.7 | 26.8 | 26 | 6.67 | 6.43 | 6.38 | 5.31 | 7.5 | 7.3 | 7.1 | 6.4 |
| 7 | Jumat/ 5-02-2010 | 08.00 | 25.1 | 25.8 | 26.2 | 25.5 | 8.05 | 7.23 | 6.15 | 6.07 | 7.4 | 6.8 | 6.4 | 6.8 |
| | | 10.00 | 25.4 | 26.1 | 26.4 | 25.7 | 7.83 | 7.1 | 6.32 | 6.21 | 7.6 | 7.5 | 6.8 | 6.7 |
| | | 12.00 | 25.8 | 26.5 | 26.7 | 25.9 | 7.57 | 6.82 | 6.12 | 6.04 | 7.1 | 7 | 6.5 | 6.4 |
| | | 14.00 | 26.1 | 26.7 | 26.9 | 26 | 7.21 | 6.71 | 5.94 | 5.83 | 6.8 | 6.7 | 6.3 | 6.1 |
| 8 | Sabtu/ 6-02-2010 | 08.00 | 26.1 | 26.3 | 26.5 | 25.5 | 7.35 | 7.28 | 6.91 | 6.56 | 8.3 | 8.1 | 7.8 | 7.5 |
| | | 10.00 | 26.3 | 26.5 | 26.7 | 25.7 | 7.21 | 7.05 | 6.83 | 6.42 | 7.9 | 8 | 7.9 | 7.8 |
| | | 12.00 | 26.6 | 26.7 | 26.8 | 25.8 | 7.08 | 6.82 | 6.48 | 6.19 | 7.8 | 7.8 | 7.6 | 7.7 |
| | | 14.00 | 26.9 | 26.8 | 27 | 26.1 | 6.83 | 6.61 | 6.12 | 5.94 | 7.5 | 7.7 | 7.3 | 7.5 |
| Rata-rata | | | 25.48 | 26.23 | 26.6 | 25.43 | 7.3 | 6.57 | 5.892 | 5.662 | 7.016 | 6.816 | 6.969 | 6.822 |

Keterangan: AS : Air limbah yang berasal dari saluran pembuangan Tirto Argo
KP I : Kolam pengendapan I
KP II : Kolam pengendapan II
KPM : Kolam pemeliharaan ikan

Lampiran 2 Pengukuran faktor lingkungan ($CO_2$ terlarut dan kadar Cl)

| NO. | HARI/ TANGGAL | JAM (WIB) | $CO_2$ TERLARUT (ppm) | | | | KADAR Cl (ppm) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | AS | KP I | KP II | KPM | AS | KP I | KP II | KPM |
| | | 08.00 | 8 | 7 | 5 | 6 | 0.18 | 0.16 | 0.16 | 0.14 |
| | | 10.00 | 7 | 7 | 6 | 6 | 0.14 | 0.13 | 0.12 | 0.1 |
| | Sabtu/ 31-01- | 12.00 | 7 | 7 | 6 | 6 | 0.11 | 0.1 | 0.09 | 0.07 |
| 1 | 2010 | 14.00 | 7 | 7 | 5 | 6 | 0.1 | 0.08 | 0.08 | 0.05 |
| | | 08.00 | 7 | 7 | 8 | 8 | 0.2 | 0.19 | 0.18 | 0.15 |
| | | 10.00 | 7 | 7 | 7 | 7 | 0.17 | 0.15 | 0.14 | 0.12 |
| | Minggu/ 31- | 12.00 | 6 | 7 | 7 | 7 | 0.13 | 0.12 | 0.1 | 0.08 |
| 2 | 01-2010 | 14.00 | 7 | 7 | 7 | 6 | 0.18 | 0.18 | 0.15 | 0.13 |
| | | 08.00 | 5 | 7 | 6 | 6 | 0.15 | 0.15 | 0.12 | 0.1 |
| | | 10.00 | 6 | 7 | 7 | 5 | 0.14 | 0.13 | 0.1 | 0.08 |
| | Senin/ 1-02- | 12.00 | 5 | 7 | 7 | 6 | 0.1 | 0.1 | 0.08 | 0.06 |
| 3 | 2010 | 14.00 | 5 | 7 | 7 | 5 | 0.09 | 0.08 | 0.07 | 0.05 |
| | | 08.00 | 6 | 6 | 6 | 6 | 0.08 | 0.06 | 0.04 | 0.02 |
| | | 10.00 | 7 | 6 | 5 | 6 | 0.07 | 0.05 | 0.03 | 0.01 |
| | Selasa/ 2-02- | 12.00 | 7 | 6 | 5 | 6 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.008 |
| 4 | 2010 | 14.00 | 7 | 7 | 4 | 7 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.006 |
| | | 08.00 | 5 | 7 | 6 | 6 | 0.2 | 0.19 | 0.15 | 0.13 |
| | | 10.00 | 4 | 7 | 6 | 6 | 0.19 | 0.17 | 0.1 | 0.08 |
| | Rabu/ 3-02- | 12.00 | 4 | 7 | 5 | 6 | 0.1 | 0.1 | 0.08 | 0.06 |
| 5 | 2010 | 14.00 | 5 | 7 | 6 | 6 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.05 |
| | | 08.00 | 6 | 4 | 5 | 5 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.04 |
| | | 10.00 | 5 | 4 | 6 | 6 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.01 |
| | Kamis/ 4-02- | 12.00 | 4 | 5 | 5 | 7 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.009 |
| 6 | 2010 | 14.00 | 5 | 5 | 5 | 7 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.007 |
| | | 08.00 | 5 | 6 | 7 | 6 | 0.14 | 0.14 | 0.1 | 0.08 |
| | | 10.00 | 4 | 5 | 6 | 6 | 0.12 | 0.12 | 0.09 | 0.06 |
| | Jumat/ 5-02- | 12.00 | 5 | 6 | 7 | 7 | 0.12 | 0.1 | 0.07 | 0.05 |
| 7 | 2010 | 14.00 | 6 | 6 | 7 | 7 | 0.09 | 0.08 | 0.07 | 0.05 |
| | | 08.00 | 6 | 6 | 7 | 7 | 0.13 | 0.12 | 0.1 | 0.09 |
| | Sabtu/ 6-02- | 10.00 | 7 | 7 | 8 | 6 | 0.1 | 0.1 | 0.08 | 0.05 |
| 8 | 2010 | 12.00 | 8 | 7 | 6 | 5 | 0.09 | 0.08 | 0.05 | 0.03 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14.00 | 6 | 4 | 5 | 5 | 0.06 | 0.06 | 0.04 | 0.02 |
| Rata-rata | 5.91 | 6.3 | 6.09 | 6.1563 | 0.11 | 0.1 | 0.08 | 0.062 |

Keterangan: AS : Air limbah yang berasal dari saluran pembuangan Tirto Argo
KP I : Kolam pengendapan I
KP II : Kolam pengendapan II
KPM : Kolam pemeliharaan ikan

Lampiran 3 Data Curah Hujan Wilayah Ungaran dalam (mm )
Kabupaten : Semarang
Kecamatan : Ungaran
NOSTA : 10065/B

| THN | BLN | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2007 | 1 | | 24 | | | | | | | | | | | | | | 5 | | | | | | | 17 | 97 | | | | | | 16 | 14 |
| 2007 | 2 | 5 | 4 | | 72 | | | | 23 | | | | 11 | | | | | 10 | | | 38 | 21 | | | | | | 27 | | 39 | | |
| 2007 | 3 | 20 | | 11 | 3 | | | 14 | 75 | 13 | 19 | | | | 25 | | | | 30 | | | 5 | | 22 | | | | | | | 16 | |
| 2007 | 4 | | 13 | | | 11 | 12 | | | 10 | | 5 | | 15 | 41 | 43 | | | | 22 | | | | 30 | | 10 | | | | | | |
| 2007 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | 7 | | | 8 | | 18 | | | | | | | | | | | |
| 2007 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 9 | | | | | | | 10 | 23 | |
| 2007 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15 | | | 10 | | | | | | |
| 2007 | 9 | | | | | | | | 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 | 10 | | | | | | | | 7 | 7 | | | | | 11 | | 20 | | | | | | 10 | | 8 | | | | | | | |
| 2007 | 11 | 50 | 10 | | 40 | 13 | 47 | 30 | 10 | 8 | | 17 | 22 | | | 50 | | | | | | | 23 | | | | 5 | | | | | |
| 2007 | 12 | | | | 100 | | | | | | | | 35 | | | | | | | 49 | 24 | | | 10 | | 3 | 31 | | 21 | | 32 | 14 |
| 2008 | 1 | 30 | 5 | 43 | 58 | 13 | 20 | 5 | | | | | 1 | | 27 | 8 | 17 | 4 | 5 | 9 | 11 | 5 | | 26 | | 23 | | 9 | 1 | 65 | 151 | 9 |
| 2008 | 2 | | 9 | | 24 | 2 | 47 | 23 | 18 | 1 | 23 | | | 22 | 19 | 1 | 11 | 24 | 44 | | 13 | 27 | 16 | 29 | 6 | 2 | 4 | 22 | 23 | 32 | | |
| 2008 | 3 | 1 | 62 | | 15 | 49 | | 11 | | 7 | 44 | | 13 | 20 | | | 10 | 3 | 3 | 8 | 40 | 1 | 8 | 7 | | | 4 | 6 | | 3 | 55 | 27 |
| 2008 | 4 | | | 12 | | 13 | | | 22 | 1 | 5 | | | 9 | | 5 | | | 36 | 1 | 75 | 2 | 21 | | | | | 6 | | | 6 | |
| 2008 | 5 | | 17 | | 14 | 8 | 8 | 19 | | | | | | | | 3 | | 1 | | | 6 | | | | | | | | | | | |
| 2008 | 6 | | | | | | | | | | | | 15 | | 7 | | 9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2008 | 7 | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2008 | 8 | | | | | | | | | | | | | 6 | | | | | | 3 | | | | 15 | | 12 | 3 | | 5 | 24 | | 4 |
| 2008 | 9 | | 1 | | 22 | | | | | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | | | | |
| 2008 | 10 | | | 43 | 23 | 11 | 20 | | 33 | 3 | | | 40 | | | | | 5 | | 52 | 1 | 10 | 10 | | 25 | | 22 | 2 | 8 | 2 | | 4 |
| 2008 | 11 | 2 | 19 | 47 | 54 | 6 | 10 | | 30 | 40 | 4 | | | | 54 | 26 | 14 | 15 | 18 | 5 | | 2 | | 1 | | | 27 | | | | 1 | |
| 2008 | 12 | | 2 | 20 | 5 | | | 5 | 6 | 20 | 56 | 12 | 1 | 3 | 13 | 16 | 12 | 26 | 1 | 40 | 19 | | 2 | 3 | | 40 | 2 | 56 | 20 | 7 | 47 | |
| 2009 | 1 | | 12 | | | 48 | 13 | 20 | 43 | 6 | 80 | 167 | 45 | 9 | 17 | | | 2 | | 41 | 63 | | | | 13 | 102 | 35 | 22 | | 43 | 14 | 21 |
| 2009 | 2 | 18 | 2 | 6 | 2 | 5 | 3 | 6 | 71 | 20 | 11 | 85 | 6 | 6 | | 20 | 5 | | | | | 13 | 26 | 60 | 43 | 25 | 34 | 12 | | | | |
| 2009 | 3 | | 5 | | 38 | 35 | | | 6 | 1 | | 4 | 23 | 10 | 2 | | 2 | | | | | | 14 | 2 | | | | | 4 | 20 | | 11 |
| 2009 | 4 | | | 33 | 3 | 14 | 11 | | 2 | | | 13 | | 17 | 5 | | | | | 9 | 7 | 1 | | 40 | | | | | 26 | 8 | | |
| 2009 | 5 | | | | 10 | 25 | 8 | 6 | | 8 | 17 | 7 | 7 | | | 3 | | 64 | | | 3 | 76 | 2 | 63 | 2 | | | | | 13 | | 2 |
| 2009 | 6 | | 2 | | 3 | 3 | | | 138 | 6 | 9 | | | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2009 | 7 | | | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | 4 | | | | | | | |
| 2009 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2009 | 9 | | | | 7 | | | | | | | | | | 2 | 33 | 32 | | | | | | | 17 | | | | | | | | |
| 2009 | 10 | | | | | 17 | | | | | | | | | | 2 | | 8 | | | | | 26 | 1 | | | | | | | | 15 |
| 2009 | 11 | | | | | 14 | 0.8 | | 34 | | | | 29 | 29 | 1.6 | 7.6 | | | 44 | | 0.6 | 6 | 29 | | | | | 2 | | 15 | | |
| 2009 | 12 | | | | 7.2 | 1.8 | 5.6 | 0.2 | 11 | 3.2 | 0.2 | | | | | 56 | 4.4 | 68 | | | 35 | | 21 | | 35 | 8.6 | | 19 | 3 | 22 | 0.8 | 24 |

Lampiran 4. Foto Penelitian

Gambar 20. Kolam pengendapan 1

Gambar 21. Kolam Pengendapan 2

Gambar 22. Alat dan bahan penelitian

Lampiran 5. Foto Pengukuran Faktor Lingkungan

Gambar 23. Pengukuran pH dan suhu pada limbah obyek wisata

Gambar 24. Pengukuran karbondioksida pada kolam pemeliharaan

Gambar 25. Pengukuran kadar Cl pada kolam pemeliharaan

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**
**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG (UNNES)**
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**
Gedung D, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50299 Telp. (024) 8508112
Telp. Dekan 8508005, Jur. Matematika 8508032 Biologi, 8508033 Fisika, 8508034 Kimia , 8508035

Nomor : 13 / H 37.1.4. 5 / PP / 2010 Semarang, 11 Januari 2010
Lampiran : -
H a l : ***Usulan Pembimbing***

Yth. Dekan FMIPA
Universitas Negeri Semarang
di Semarang

Berdasarkan Keputusan Rektor IKIP Semarang Nomor : 73/1995, tentang Pedoman Penyusunan Skripsi Mahasiswa Program S1 pasal 7 mengenai Penentuan Pembimbing. dengan ini saya usulkan :

1. N a m a : Ir. Nana Kariada TM., M.Si
   NIP : 19660316 199310 2001
   Jabatan : Lektor Kepala
   M.K. Pokok : Ilmu Lingkungan

2. N a m a : Ir. Nur Rahayu Utami, M.Si
   NIP : 19621028 198803 2002
   Jabatan : Lektor Kepala
   M.K. Pokok : Struktur Tubuh Hewan

sebagai pembimbing penyusunan skripsi / tugas akhir mahasiswa :

N a m a : **Wirinda Wirma Y**
N I M : 4450405034
Jurusan : Biologi
Program Studi : Biologi / S1
Tema/judul : Struktur Mikroanatomi Insang Dan Hati Ikan Komet (*Carasius auratus auratus*) Di Balai Benih Ikan Siwarak Akibat Limbah Obyek Wisata Tirto Argo

Ketua Jurusan Biologi

**Dra. Aditya Marianti, M.Si.**
NIP. 196712171993032001

**CATATAN:**
1. Jabatan diisi dengan Jabatan Fungsional/Akademik
2. Tembusan usulan diperuntukkan Pembimbing, dan
3. Mahasiswa yg bersangkutan

## SURAT PENETAPAN

Nomor : 374 / H.37.1.4 / PP / 2010

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang menetapkan :

1. Ir. Nana Kariada TM., M.Si (Pembimbing Utama)
2. Ir. Nur Rahayu Utami, M.Si (Pembimbing Pembantu)

Sebagai pembimbing skripsi :
Sdr : **Wirinda Wirma Y**/ 4450405034

13 JAN 2010

Ketua Dekan

Dr. Kasmadi Imam S., M.S.
NIP. 19511115 197903 1001

Tembusan :

1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
2. Ketua Jurusan Biologi
3. Dosen Pembimbing
4. Yang bersangkutan
5. Arsip

FMIPA Universitas Negeri Semarang

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**
**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG (UNNES)**
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM (FMIPA)**
Gedung D, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang (50229)
Telp. TU (024) 8508112,Dekan 8508005,Mat 8508032,Fis 8508034,Bio 8508033,Kim 8508035
Website : http://mipa.unnes.ac.id , Email : mipa@unnes.ac.id

Nomor 625 / H.37.1.4 / PP / 2010
Lampiran : -
Hal : *Permohonan Ijin Penelitian*

*Yth.* Kepala Dinas Perikanan dan Peternakan Kab. Semarang
Jl. Letjend Suprapto No. 7 Ungaran 50514

Kami beritahukan dengan hormat, bahwa mahasiswa FMIPA Universitas Negeri Semarang tersebut dibawah ini :

| | | |
|---|---|---|
| N a m a | : | **Wirinda Wirma Yusana** |
| N I M | : | 4450405034 |
| Jurusan | : | Biologi |
| Program Studi | : | Biologi / S1 |

Dalam rangka penyusunan skripsi yang berjudul :

Struktur Mikroanatomi Insang Dan Hati Ikan Komet (*Carassius auratus auratus*) Di Balai Benih Ikan Siwarak Akibat Limbah Obyek Wisata Tirto Argo

bermaksud akan mengadakan penelitian pada :

| | | |
|---|---|---|
| t e m p a t | : | Balai Benih Ikan Siwarak |
| w a k t u | : | Februari 2010 |

Berkenaan dengan hal tersebut, kami mohon dapat diberikan ijin penelitian kepada mahasiswa yang bersangkutan pada tempat dan jadwal waktu tersebut di atas.

Demikian atas perhatian dan kerjasama yang diberikan, kami ucapkan terima kasih.

Semarang,
Dekan

**Dr. Kasmadi Imam S., M.S.**
NIP. 195111151979031001

Tembusan :

1. Rektor UNNES (sebagai laporan)
2. Ka. Lemlit
3. Subbag Pendidikan
4. Kajur Biologi

FMIPA Universitas Negeri Semarang