RAM JET VENTILATION, PERUBAHAN STRUKTUR MORFOLOGI DAN GAMBARAN MIKROANATOMI INSANG IKAN LELE (*Clarias batrachus*) AKIBAT PAPARAN LIMBAH CAIR PEWARNA BATIK

skripsi

disusun sebagai salah satu syarat

untuk memperoleh gelar Sarjana Sain Biologi

Oleh

Defrianto Alfika Putra

4411409015

JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2014

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya yang berjudul " *Ram Jet Ventilation*, Perubahan struktur Morfologi dan gambaran Mikroanatomi insang ikan lele (*Clarias batrachus*) akibat paparan limbah cair pewarna batik" disusun berdasarkan hasil penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing. Sumber informasi atau kutipan yang berasal atau yang dikutip dari karya yang di terbitkan telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir skripsi. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar dalam program sejenis di perguruan tinggi manapun.

Semarang, Januari 2014

Defrianto Alfika Putra

4411409015

PENGESAHAN

Skripsi dengan Judul "*Ram Jet Ventilation*, Perubahan struktur Morfologi dan gambaran Mikroanatomi insang ikan lele (*Clarias batrachus*) akibat paparan limbah cair pewarna batik" disusun oleh :

nama : Defrianto Alfika Putra

NIM : 4411409015

Telah dipertahankan di hadapan sidang panitia Ujian Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang pada tanggal 06 Januari 2014

Panitia Ujian

Ketua

Prof. Dr. Wiyanto, M.Si

NIP. 196310121988031001

Sekretaris

Andin irsadi, S.Pd, M.Si

NIP. 197403102000031001

Penguji Utama

Dr. Nur Kusuma Dewi, M.Si

NIP. 196004101984032001

Anggota Penguji/ Pembimbing I

Dr. Lisdiana, M.Si

NIP. 195911191986032001

Anggota Penguji/ Pembimbing II

Ir. Tyas Agung Pribadi, M.Sc, ST

NIP.196203081990021001

ABSTRAK

Putra, Defrianto Alfika. 2013. *Ram Jet Ventilation*, Perubahan Struktur Morfologi dan Gambaran Mikroanatomi Insang Ikan Lele (*Clarias batrachus*) Akibat Paparan Limbah Cair Pewarna Batik. Skripsi, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang. Dr. Lisdiana, M.Si dan Ir. Tyas Agung Pribadi M.Sc, ST.

Ikan lele (*Clarias batrachus)*merupakan ikan yang banyak dikonsumsi masyarakat karena mengandung protein tinggi. *Clarias batrachus*dapat hidup diberbagai kondisi perairan yang tercemar limbah seperti limbah cair pewarna batik. Limbah cair pewarna batik mengandung beberapa logam berat seperti Pb, Cd, Cr, dan Cu Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh limbah cair pewarna batik terhadap kecepatan *Ram Jet Ventilation*, morfologi dan mikroanatomi insang *Clarias batrachus*.

Jenis penelitian ini adalah eksperimental, populasi penelitian adalah Clarias batrachus dari tempat budidaya dan sampel penelitian sebanyak35 ekor *Clarias batrachus*berusia 2 bulan. Variabel dari penelitian ini adalah air limbah pewarna batik, *Ramjet Ventilation*, morfologi dan mikroanatomi insang. Data *Ramjet VentilationClarias batrachus* diambil dengan menghitung gerak operkulum dianalisis dengan Anava satu jalur dan uji BNT, data morfologi dan mikroanatomi insang dianalisis dengan metode deskriptif kualitatif.

Penelitian menunjukkan hasil yaitu terjadi perbedaan antara laju kecepatan*Ramjet VentilationClarias batrachus* pada kelompok perlakuan dengan kelompok kontrol dengan tingkat kepercayaan 95% dan F tabel sebesar 4,25. Setelah di hitung ternyata F hitung lebih besar daripada F tabel yaitu dengan nilai F hitung sebesar 4,49, Perubahan yang terjadi pada morfologi yaitu insang dengan perlakuan lebih pucat dibandingkan dengan insang pada kontroldan perubahan secara mikroanatomi yaitu jaringan insang *Clarias batrachus* mengalami edema dan hiperplasia lamela sekunder.

Simpulan penelitian yaitu limbah cair pabrik memberikan pengaruh nyata terhadap laju keceparatan *Ram Jet Ventilation* maupun Struktur morfologi dan mikroanatomi insang *Clarias batrachus*.Dari penelitian, saran yang dapat diambil adalah perlunya perhatian khusus terhadap instalasi pembuangan air limbah batik agar limbah yang dihasilkan tidak mencemari lingkungan, serta penelitian lanjutan dalam hal pengujian kandungan logam berat terhadap daging ikan lele agar diketahui layak atau tidaknya untuk dikonsumsi.

Kata Kunci : *Ram Jet Ventilation*, insang,*Clarias batrachus*, limbah cair pewarna batik.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan karunia dan rahmatnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul: "***Ram Jet Ventilation*, Perubahan Struktur Morfologi Serta Gambaran Mikroanatomi Insang Ikan Lele (*Clarias batrachus*) Akibat Paparan Limbah Cair Pewarna Batik.**".

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Studi Strata Satu (SI) pada Jurusan Biologi di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

Penyusunan Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang
2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang
3. Ketua Jurusan Biologi
4. Dr. Lisdiana M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, nasehat, wejangan dan masukan dalam penyusunan skripsi ini
5. Ir. Tyas Agung Pribadi M.Sc.ST., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, nasehat, wejangan dan masukan dalam penyusunan skripsi ini
6. Dr. Nur Kusuma Dewi M.Si, selaku Dosen Penguji yang telah memberikan bimbingan, nasehat, wejangan dan masukan dalam penyusunan skripsi ini
7. Mbak Kartika dan Mas Solichin, selaku Teknisi laboratorium biologi yang telah membantu dalam penelitian skripsi ini

PERPUSTAKAAN UNNES

8. Ayahanda M. Kabul serta Ibunda Fitri sebagai penuntun dan penyemangat dalam kehidupanku, memberikan semangat dan dukungan dalam melanjutkan kehidupan dengan penuh tanggung jawab.
9. Ketiga adikku yang selalu kompak, Wildan Setia Putra, Aulia Rahma Katri dan Farid Azizi Putra yang selalu memberi semangat dan mendoakanku.
10. Saudara-saudara dan keluarga besar yang ada di Batang maupun Padang yang selalu memberi semangat dan nasehat kepadaku.
11. Bapak Ahmad Muhtadun dan Ibu Uswatun Hasanah , Aulia Nur Mayucha dan Tanwirul Massobihi Abi selaku pemilik kos yang selalu memberikan bantuan dan mempermudah dalam perjalanan kehidupan mahasiswaku.
12. Teman-teman kos yang tersayang Mayucha *Residence* Cepe Arsalan, Agung "Adip" Blora, Meidi Saputra, Tito Sevyl fariki, Dani, Rizal Akhmad, Faradies "Boil", Fredi, Tyo, Riki, Tri Prayitno, Arif Hidayat, Arif Brebes, Ragil Permadi, Wahyu, Sulis, Andika, serta penghuni baru yang telah menjadi lilin- lilin penerang kehidupanku di kala menjalani masa studi ini yang selalu memberi semangat, nasehat, kegalauan, dan canda tawa kepadaku.
13. Teman-teman Bionix On Fire Angkatan 2009 yang sama-sama berjuang menyelesaikan studi ini. Adek-adek biologi angkatan 2011 yang selalu memberi suntikan semangat.
14. Teman-teman PKL dan KKN UNNES
15. Alumni SMA Negeri 1 Serui maupun SMA Negeri 1 Kajen
16. Thomas Andrew Felton dan Emma watson yang selalu menemani di background laptop ku
17. Almamaterku

Atas segala bimbingan dan bantuan dari semua pihak, penulis berdoa semoga mendapat mendapat pahala dari Allah SWT.

Semarang, Januari 2014

Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL..... i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI..... ii
PENGESAHAN..... iii
ABSTRAK..... iv
KATA PENGANTAR..... vi
DAFTAR ISI..... viii
DAFTAR TABEL..... x
DAFTAR GAMBAR..... x
DAFTAR LAMPIRAN..... xii

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang 1
B. Permasalahan 3
C. Penegasan Istilah..... 3
D. Tujuan Penelitian 4
E. Manfaat Penelitian 4

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS

A. Tinjauan Pustaka
1. Biologi *Clarias batrachus*..... 5
2. Sistem Respirasi *Clarias batrachus*..... 7
3. Habitat dan Faktor Ekologis *Clarias batrachus*..... 9
4. Proses Pembuatan Batik Beserta Limbah yang Dihasilkan..... 12
5. Karakteristik Limbah Cair Pewarna Batik..... 12
6. Histopatologi pada Insang Ikan..... 15
7. Pengaruh Pencemaran terhadap Tingkat Kerusakan Ikan..... 20
B. Hipotesis..... 20

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian..... 21
B. Populasi dan Sampel Penelitian 21
C. Variabel Penelitian..... 21
D. Rancangan Penelitian..... 22

E. Alat dan Bahan Penelitian..... 22
F. Prosedur Penelitian..... 23
G. Data dan Pengumpulan Data..... 24
H. Metode Analisis Data..... 25

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian..... 27
1. *Ram Jet Ventilation Clarias batrachus*..... 28
2. Morfologi Insang *Clarias batrachus*..... 30
3. Mikroanatomi Insang *Clarias batrachus*..... 31
B. Pembahasan..... 34
1. *Ram Jet Ventilation Clarias batrachus*..... 34
2. Morfologi Insang *Clarias batrachus*..... 35
3. Mikroanatomi Insang *Clarias batrachus*..... 36

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan 39
B. Saran..... 39

DAFTAR PUSTAKA..... 40

LAMPIRAN-LAMPIRAN..... 43

PERPUSTAKAAN
UNNES

DAFTAR TABEL

Tabel **Halaman**

1. Tingkat pencemaran perairan berdasarkan nilai DO dan BOD.....11
2. Rancangan penelitian dengan RAL..... 22
3. Rancangan penelitian *Ram Jet Ventilation Clarias batrachus*..... 24
4. Analisis Sidik Ragam.....26
5. Pengamatan *Ram Jet Ventilation Clarias batrachus*..... 28
6. Analisis Sidik Ragam *Ram Jet Ventilation Clarias batrachus*.....29
7. Uji Lanjut BNT *Ram Jet Ventilation Clarias batrachus*..... 29

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

DAFTAR GAMBAR

Gambar **Halaman**

1. Morfologi *Clarias batrachus*..... 7
2. Organ Respirasi *Clarias batrachus*..... 8
3. Anatomi dan Morfologi *Clarias batrachus*..... 27
4. Struktur anatomi insang *Clarias batrachus* yang terpapar limbah cair pewarna batik..... 30
5. Struktur anatomi insang *Clarias batrachus* yang normal..... 30
6. Mikroanatomi insang *Clarias batrachus* yang terpapar limbah cair pewarna batik dengan konsentrasi 10 ppt, kerusakanyang terjadi antara hiperplasia lamela sekunder sedang dan edema.... 31
7. Mikroanatomi insang *Clarias batrachus* yang terpapar limbah cair pewarna batik dengan konsentrasi 15 ppt kerusakan yang terjadiantara hiperplasia lamela sekunder sedang dan edema... 32
8. Mikroanatomi insang *Clarias batrachus* yang terpapar limbah cairpewarna batik dengan konsentrasi 20 ppt kerusakan yang terjadi antara hiperplasia lamela sekunder sedang dan edema..... 32
9. Mikroanatomi insang *Clarias batrachus* yang terpapar limbah cair pewarna batik dengan konsentrasi 25 ppt kerusakan yang terjadiantara hiperplasia lamela sekunder sedang dan edema 33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran **Halaman**

1. Foto-foto penelitian..... 43
2. Surat Keputusan Dosen Pembimbing..... 46
3. Surat ijin penelitian..... 47
4. Cara pembuatan preparat mikroanatomi insang..... 48

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Ikan lele (*Clarias batrachus*) merupakan ikan yang memiliki banyak sekali manfaat, selain menjadi konsumsi yang digemari masyarakat karena rasa dagingnya yang lembut dan gurih, juga karena *Clarias batrachus* mengandung nilai gizi yang tinggi terutama protein yang sangat bermanfaat bagi tubuh manusia. *Clarias batrachus* juga dapat mengatasi hama bagi padi yang berupa serangga air karena merupakan makanan alaminya (Deputi Menegristek 2000).

Clarias batrachus memiliki organ insang tambahan (*arborescent*) yang berwarna merah segar serta memungkinkan dapat mengambil oksigen langsung dari udara, sehingga dapat hidup dalam air yang kandungan oksigennya sedikit. Bukaan operkulum atau proses *Ramjet Ventilation Clarias batrachus* merupakan proses penting dalam respirasi ikan karena proses tersebut adalah proses menelan air dengan mulutnya dan menekannya melewati insang kemudian keluar melalui lubang di bawah operkulum (Huri et al 2009). *Clarias batrachus* akan menggerakkan operkulum lebih cepat ketika mengalami stress dan akan lebih sering muncul ke permukaan air sebagai upaya untuk mendapatkan udara (Musman et al 2011).

Observasi pendahuluan dilakukan terhadap beberapa *home industry* batik di Kota pekalongan yang tidak memiliki instalasi pengolahan air limbah. Limbah yang dihasilkan *home industry* kebanyakan berasal dari proses pewarnaan. Zat warna yang digunakan dalam pewarnaan batik dikota Pekalongan antara lain dari golongan Nitro, Nitroso dan Azo yang penyusunnya berupa Nitrogen (Frimuati 2002). Senyawa organik hasil dari proses industri batik dapat bersifat racun sehingga dapat

membahayakan kehidupan di air, senyawa tersebut berasal dari zat pewarna dan zat- zat pembantu pembuatan batik. Zat- zat pembantu dalam proses penyelesaian batik antara lain natrium hidroksida, natrium karbonat, kapur, asam sulfat (Sofwatin, 2004).

Limbah produksi batik di Kota Pekalongan ternyata langsung dibuang ke sungai sekitar yang salah satunya adalah sungai Setu di kecamatan Pekalongan Selatan. Di sungai Setu tersebut terdapat *Clarias batrachus* yang sering ditangkap oleh sebagian kecil dari masyarakat sekitar untuk dikonsumsi.

Dari pengamatan awal yang dilakukan, *Clarias batrachus* pada kondisi normal memiliki insang yang berwarna merah segar, sedangkan untuk buka tutup operkulum (*Ram Jet Ventilation*) *Clarias batrachus* berkisar antara 68- 72 per menit.

Hasil pengujian terhadap limbah cair pewarna batik di Laboratorium Kesehatan Jawa Tengah menunjukkan bahwa limbah cair pewarna batik mengandung beberapa logam berat seperti Pb, Cd, Cu, dan Cr sehingga tergolong sebagai *Multi pollutant* yang bersifat toksik serta akumulatif dan akan berdampak pada laju kecepatan *Ram Jet Ventilation* maupun pada morfologi serta anatomi insang *Clarias batrachus*.

Pencemaran limbah atau masuknya bahan toksik ke dalam jaringan ikan dapat menyebabkan kerusakan jaringan pada insang seperti edema, hyperplasia, atrofi, dan fusi dua lamella sekunder. Jika zat toksik maupun pencemaran sudah cukup lama maka dapat mengakibatkan kematian sel (nekrosis). Hal ini terjadi karena senyawa toksik menyebabkan sel tidak mampu melakukan metabolisme sehingga tidak terbentuk energi untuk kelangsungan hidupnya (Tandjung 1995)

Indikator yang penting dalam proses respirasi pada *Clarias batrachus* adalah laju kecepatan *Ram Jet Ventilation* dan anatomi insang karena kedua indikator ini sangat berhubungan erat, proses *Ram Jet Ventilation Clarias batrachus* merupakan proses penting dalam respirasi karena proses tersebut adalah proses menelan air dengan mulutnya dan

menekannya melewati insang kemudian keluar melalui lubang di bawah operkulum (Huri et al 2009) sedangkan anatomi insang yang meliputi makro maupun mikroanatomi adalah berkaitan mengenai gambaran anatomi organ insang *Clarias batrachus* dalam proses respirasi.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui laju kecepatan *Ram Jet Ventilation*, perubahan struktur morfologi dan gambaran mikroanatomi insang *Clarias batrachus* akibat paparan limbah cair pewarna batik di Kota Pekalongan.

B. Permasalahan

1. Bagaimanakah pengaruh paparan limbah cair pewarna batik terhadap kecepatan *Ramjet ventilation* pada *Clarias batrachus* ?
2. Bagaimanakah pengaruh paparan limbah cair pewarna batik terhadap struktur morfologi insang pada *Clarias batrachus* ?
3. Bagaimanakah pengaruh paparan limbah cair pewarna batik terhadap mikroanatomi insang pada *Clarias batrachus* ?

C. Penegasan Istilah

1. *Ramjet Ventilation Clarias batrachus*

   Ramjet Ventilation adalah gerak terbuka dan menutupnya operkulum yang mempengaruhi proses respirasi ikan baik proses inspirasi maupun ekspirasi. Dalam penelitian ini yang dimaksud dengan *Ramjet Ventilation* adalah gerak terbuka dan menutupnya operkulum *Clarias batrachus* saat diberi perlakuan limbah cair hasil produksi batik.
2. Morfologi Insang *Clarias batrachus*

   Morfologi Insang *Clarias batrachus* adalah gambaran perubahan struktur morfologi insang *Clarias batrachus*. Dalam penelitian ini yang dimaksud dengan Morfologi Insang *Clarias batrachus* adalah gambaran perubahan struktur morfologi insang *Clarias batrachus* yang terpapar limbah cair hasil produksi batik.
3. Mikroanatomi Insang *Clarias batrachus*

   Mikroanatomi Insang *Clarias batrachus* adalah gambaran perubahan struktur mikroanatomi insang *Clarias batrachus*. Dalam penelitian ini

yang dimaksud dengan Mikroanatomi Insang *Clarias batrachus* adalah gambaran perubahan struktur mikroantomi insang *Clarias batrachus* yang terpapar limbah cair hasil produksi batik.

4. Limbah cair pewarna batik

   Limbah cair pewarna batik adalah sisa-sisa hasil dari keseluruhan proses pewarnaan kain batik. Dalam penelitian ini yang dimaksud dengan limbah cair pewarna batik adalah limbah cair terutama pada proses pewarnaan yang diambil secara langsung dari salah satu *home industry* di kota Pekalongan.

D. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh limbah cair pewarna batik terhadap kecepatan *Ram Jet Ventilation Clarias batrachus*
2. Untuk mengetahui pengaruh limbah cair pewarna batik terhadap struktur morfologi insang *Clarias batrachus*
3. Untuk mengetahui pengaruh limbah cair pewarna batik terhadap mikroanatomi insang *Clarias batrachu*

E. Manfaat Penelitian

1. Bagi Masyarakat : sebagai bahan informasi mengenai kecepatan *Ram Jet Ventilation* dan perubahan struktur morfologi serta mikroanatomi insang *Clarias batrachus* yang terpapar limbah cair pewarna kain batik sebagai penanda biologi (bioindikator) pencemaran
2. Bagi Pemerintah : sebagai masukkan kepada pemerintah daerah setempat mengenai pengambilan kebijakan mengenai pengelolaan limbah industri terutama industri penghasil batik
3. Bagi pengelola *Home Industry* : sebagai masukkan untuk lebih memperhatikan instalasi pengolahan limbah yang digunakan pada proses produksi batik
4. Bagi Ilmu pengetahuan : sebagai sumber referensi atau data tentang kecepatan *Ram Jet Ventilation* dan perubahan struktur morfologi serta mikroanatomi insang *Clarias batrachus* yang terpapar limbah cair pewarna kain batik.

PERPUSTAKAAN UNNES

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS

A. Tinjauan Pustaka

1. Biologi Ikan Lele (*Clarias batrachus*)

Clarias batrachus merupakan ikan konsumsi air tawar yang memiliki ukuran kepala hampir mencapai seperempat dari panjang tubuhnya. Kepala pipih ke bawah dan tertutup oleh tulang pelat. Tulang pelat ini membentuk ruangan rongga di atas insang, pada ruangan ini terdapat alat bantu pernapasan berupa *Arborescent Organ*. Mulut *Clarias batrachus* terletak pada ujung (*terminal*) serta dilengkapi gigi nyata, atau hanya berupa permukaan kasar di mulut bagian depan. *Clarias batrachus* juga memiliki empat pasang sungut yang terletak di sekitar mulut. Sepasang sungut hidung, sepasang sungut *mandibular* luar, sepasang sungut *mandibular* dalam, dan sepasang sungut *maxilar*.

Secara anatomi dan morfologi *Clarias batrachus* terbagi menjadi 3 bagian yaitu

a. Kepala (*cepal)*.

Clarias batrachus memiliki ukuran kepala hampir seperempat dari ukuran panjang tubuhnya dan bentuknya pipih ke bawah (*depressed*). Bagian atas dan bawah kepalanya tertutup oleh tulang pelat yang membentuk ruangan rongga di atas insang serta didalam ruangan ini terdapat alat pernapasan tambahan *Clarias batrachus* berupa *Arborescent Organ* (Affandy 1992).

Clarias batrachus juga memiliki empat pasang sungut yang terletak di sekitar mulut. Sepasang sungut hidung, sepasang sungut *mandibular* luar, sepasang sungut mandibular dalam, dan sepasang sungut *maxilar*. Ikan ini mempunyai alat *olfaktori* di dekat sungut yang berfungsi untuk perabaan dan penciuman, serta penglihatan *Clarias batrachus* yang kurang berfungsi baik. Mata *Clarias batrachus* berbentuk kecil dengan tepi orbital yang bebas. Matanya *latero-lateral* atau di permukaan dorsal

tubuh yang dapat mengenali warna. Untuk memfokuskan pandangan, lensa mata dapat bergerak keluar-masuk. *Clarias batrachus* memiliki sepasang lubang hidung (*nostrils*) yang terdapat pada bagian anterior. *Nostrils* tersebut berfungsi mendeteksi bau dan sangat sensitif.

b. Badan (*abdomen*).

Clarias batrachus mempunyai bentuk badan yang berbeda dengan jenis ikan lainnya, seperti tawes, mas, ataupun gurami. *Clarias batrachus* mempunyai bentuk tubuh memanjang, agak bulat, dan tidak bersisik. Warna tubuhnya kelabu sampai hitam. Badan lele pada bagian tengahnya mempunyai potongan membulat. Sementara itu, bagian belakang tubuhnya berbentuk pipih ke samping (*compressed*). Dengan demikian, ada tiga bentuk potongan melintang pada *Clarias batrachus*, yaitu pipih ke bawah, bulat, dan pipih ke samping.

c. Ekor (*caudal*).

Sirip ekor *Clarias batrachus* membulat dan tidak bergabung dengan sirip punggung maupun sirip anal. Sirip ekor berfungsi untuk bergerak maju. Sementara itu, sirip perut membulat dan panjangnya mencapai sirip anal. Sirip dada *Clarias batrachus* dilengkapi sepasang duri tajam yang umumnya disebut patil. Selain untuk membela diri dari pengaruh luar yang mengganggunya, patil ini juga digunakan *Clarias batrachus* untuk melompat keluar dari air dan melarikan diri. Dengan menggunakan patil, *Clarias batrachus* dapat berjalan di darat tanpa air cukup lama dan cukup jauh.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

Gambar 1. Morfologi *Clarias batrachus* (sumber : *Encyclopedia of Life*)

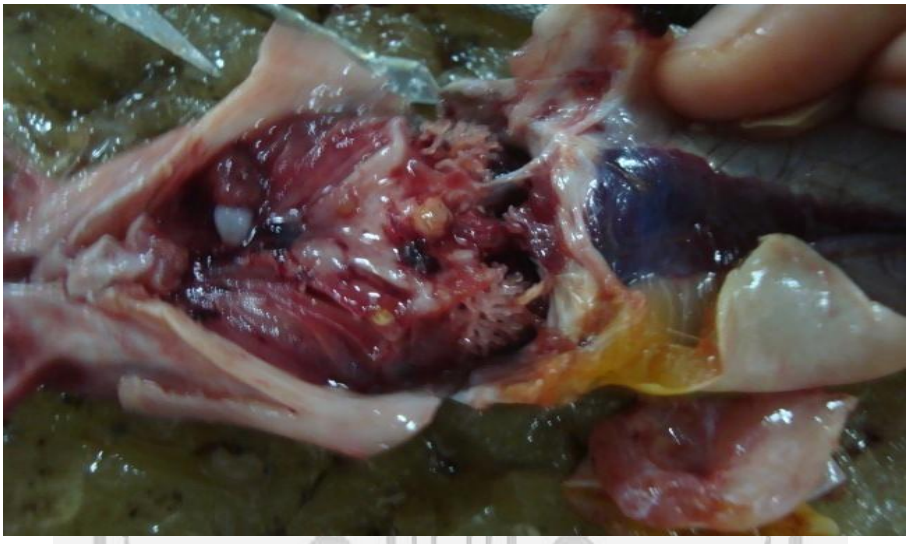
2. **Sistem Respirasi *Clarias batrachus***

Ikan bernapas dengan Insang *(branchia)* yang terdapat di sisi kanan dan kiri kepala. Insang berbentuk lembaran-lembaran tipis berwarna merah muda dan selalu lembap. Bagian terluar dari insang berhubungan dengan air, sedangkan bagian dalam berhubungan erat dengan kapiler-kapiler darah. Tiap lembaran insang terdiri dari sepasang filamen, dan tiap filamen mengandung banyak lapisan tipis (*lamela*). Pada filamen terdapat pembuluh darah yang memiliki banyak kapiler sehingga memungkinkan Oksigen berdifusi masuk dan Karbondioksida berdifusi keluar.

Insang pada ikan bertulang sejati ditutupi oleh tutup insang yang disebut *operkulum*, sedangkan insang pada ikan bertulang rawan tidak ditutupi oleh operkulum. Beberapa jenis ikan mempunyai *Arborescent Organ* yang merupakan perluasan ke atas dari insang dan membentuk lipatan-lipatan sehingga merupakan rongga-rongga tidak teratur. *Arborescent Organ* ini berfungsi menyimpan cadangan 0_2 sehingga ikan tahan pada kondisi yang kekurangan 0_2. Untuk menyimpan cadangan 0_2, selain dengan menggunakan *Arborescent Organ*, ikan memiliki *gelembung*

renang yang terletak di dekat punggung. Meskipun dapat ditemukan di banyak perairan, *Clarias batrachus* memiliki kriteria tersendiri mengenai kondisi lingkungannya. Kondisi lingkungan inilah yang menjadi parameter ada tidaknya pengaruh yang signifikan antara faktor ekologis dan fisiologis.

Dari Pengamatan awal yang dilakukan, *Clarias batrachus* dalam kondisi normal memiliki struktur *Arborescent Organ* yang terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Organ Respirasi *Clarias batrachus* dalam kondisi normal (sumber : Dokumen Pribadi)

PERPUSTAKAAN UNNES

Proses pernafasan pada ikan adalah dengan membukanya mulut, sehingga terdapat sedikit tekanan negatif dalam rongga maupun rongga insang. Begitu mulut ditutup, tekanan dalam rongga mulut meningkat (menjadi positif), air di dorong masuk rongga insang dan selanjutnya mendorong operkulum, dan air keluar rongga insang. Tekanan dalam rongga mulut dari rongga insang menjadi lebih kecil daripada tekanan air diluar tubuh, sehingga tutup insang menutup kembali. Pada saat air masuk ke dalam rongga maka oksigen yang terlarut dalam air masuk berdifusi ke dalam pembuluh kapiler darah yang terdapat dalam insang sedangkan pada saat air keluar melalui insang karbondioksida juga dikeluarkan.

3. **Habitat dan Faktor Ekologis *Clarias batrachus***

Clarias batrachus tergolong ikan karnivora yang memiliki alat bantu pernafasan atau *Arborescent organ*, sehingga sanggup hidup dalam kondisi oksigen terbatas dan tahan terhadap kondisi limbah, *Clarias batrachus* dapat hidup dengan baik didataran rendah sampai daerah perbukitan yang tidak terlalu tinggi (Murtidjo 2001).

Adapun kondisi lingkungan yang optimal bagi *Clarias batrachus* adalah sebagai berikut(Mahyudin 2011) :

1. Tanah yang baik untuk kolam pemeliharaan adalah jenis tanah liat/lempung, tidak berporos, berlumpur dan subur. Lahan yang dapat digunakan untuk budidaya lele dapat berupa: sawah, kecomberan, kolam pekarangan, kolamkebun, dan blumbang.
2. Ikan lele hidup dengan baik di daerah dataran rendah sampai daerah yang tingginya maksimal 700 m dpl.
3. Elevasi tanah dari permukaan sumber air dan kolam adalah 5-10%.
4. Ikan lele dapat hidup pada suhu 20^0 C, dengan suhu optimal antara 25-28^0C. Sedangkan untuk pertumbuhan larva diperlukan kisaran suhu antara 26-30^0C dan untuk pemijahan 24-28^0 C. lele dapat hidup dalam perairan agak tenang dan kedalamannya cukup, sekalipun kondisi airnya jelek, keruh, kotor dan miskin zat O_2.
5. Perairan yang banyak mengandung zat-zat yang dibutuhkan ikan dan bahan makanan alami. Perairan tersebut bukan perairan yang rawan banjir.
6. Permukaan perairan tidak boleh tertutup rapat oleh sampah atau daun-daunan hidup, seperti enceng gondok.
7. Mempunyai pH 6,5–9; kesadahan (derajat butiran kasar) maksimal 100 ppm dan optimal 50 ppm; turbidity (kekeruhan) bukan lumpur antara 30–60 cm; kebutuhan O_2 optimal pada *range* yang cukup lebar, dari 0,3 ppm untuk yang dewasa sampai jenuh untuk burayak; dan kandungan CO_2 kurang dari 12,8 mg/liter, amonium terikat 147,29-157,56 mg/liter.
8. Persyaratan untuk pemeliharaan *Clarias batrachus* di keramba :

a. Sungai atau saluran irigasi tidak curam, mudah dikunjungi/dikontrol.
b. Dekat dengan rumah pemeliharaannya.
c. Lebar sungai atau saluran irigasi antara 3-5 meter.
d. Sungai atau saluran irigasi tidak berbatu-batu, sehingga keramba mudah dipasang.
e. Kedalaman air 30-60 cm.

Suhu dan salinitas merupakan parameter-parameter fisika yang penting untuk kehidupan organisme di perairan laut dan payau. Parameter ini sangat spesifik di perairan estuaria. Kenaikan suhu di atas kisaran toleransi organisme dapat meningkatkan laju metabolisme, seperti pertumbuhan, reproduksi dan aktifitas organisme. Kenaikan laju metabolisme dan aktifitas ini berbeda untuk spesies, proses dan level atau kisaran suhu (Erlangga, 2007).

Faktor ekologis lainnya yang sangat berperan adalah kandungan oksigen terlarut atau *Dissolved oxygen*. Oksigen terlarut sangat menentukan kehidupan biota perairan. Oksigen merupakan akseptor elektron dalam reaksi respirasi, sehingga banyak dibutuhkan oleh biota aerobik. Oksigen juga memengaruhi kelarutan dan ketersediaan berbagai jenis nutrien dalam air. Kondisi oksigen terlarut yang rendah memungkinkan adanya aktivitas bakteri anaerobik pada badan air. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal sari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut (Salmin, 2000).

Kebutuhan oksigen biologi (BOD) didefinisikan sebagai banyaknya oksigen yang diperlukan oleh organisme pada saat pemecahan bahan organik, pada kondisi aerobik. Pemecahan bahan organik diartikan bahwa bahan organik ini digunakan oleh organisme sebagai bahan makanan dan energinya diperoleh dari proses oksidasi.Oksigen terlarut dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain penutupan vegetasi, BOD

(*Biological Oxygen Demand*), perkembangan fitoplankton, ukuran badan air, dan adanya arus angin.Parameter BOD, secara umum banyak dipakai untuk menentukan tingkat pencemaran air buangan. Penentuan BOD sangat penting untuk menelusuri aliran pencemaran dari tingkat hulu ke muara. Sesungguhnya penentuan BOD merupakan suatu prosedur *bioassay* yang menyangkut pengukuran banyaknya oksigen yang digunakan oleh organisme selama organisme tersebut menguraikan bahan organik yang ada dalam suatu perairan, pada kondisi yang harnpir sama dengan kondisi yang ada di dalam.Pengukuran oksigen terlarut bisa dilakukan dengan metode sensor oksigen elektronik dan titrasi Winkler. Hasil pengukuran berada pada satuan persen (%) dan mg/L. Pengukuran dilakukan pada variasi siang dan malam serta pada musim yang berbeda. Penentuan siang malam menentukan disebabkan karena adanya aktivitas respirasi dan fotosintesis pada siang hari, sedangkan musim untuk mengetahui pengaruh perbedaan aktivitas makhluk hidup tergantung musim pada kadar oksigen terlarut (Kristanto 2002).

Tabel 1. Tingkat pencemaran perairan berdasarkan nilai DO dan BOD

Tingkat pencemaran	Parameter(ppm)	
Parameter	DO	BOD
Rendah	> 5	0 -10
Sedang	0 - 5	10 – 20
Tinggi	0	25

PERPUSTAKAAN UNNES

4. **Proses Pembuatan Batik Beserta Limbah yang Dihasilkan.**

Menurut Latifah (1983), sumber buangan dari setiap proses dalam industri batik adalah sebagai berikut :

a) Pelepasan kanji, limbahnya bersifat asam dan BOD nya tinggi,
b) Pelepasan lemak , limbah nya memiliki pH tinggi,BOD tinggi, serta mengandung sabun dan lemak,
c) Pemutihan, limbah yang dihasilkan memiliki pH tinggi,BOD tinggi, serta mengandung zat anti chlorit
d) Mercerising,limbah yang dihasilkan memiliki pH tinggi, dan mengandung NaOH.
e) Pewarnaan, pada proses ini limbah yang dihasilkan memiliki BOD tinggi, mengandung zat organik dan anorganik yang tinggi serta airnya berwarna.
f) Finishing , dalam proses ini limbah yang dihasilkan terdapat zat organik tinggi.

5. **Karakteristik Limbah Cair Pewarna Batik**

Limbah cair atau air buangan merupakan air yang tidak dapat dimanfaatkan lagi serta dapat menimbulkan dampak yang buruk terhadap manusia dan lingkungan. Keberadaan limbah cair tidak diharapkan di lingkungan karena tidak mempunyai nilai ekonomi. Pengolahan yang tepat bagi limbah cair sangat diutamakan agar tidak mencemari lingkungan (Mardana, 2002).

Limbah cair pewarna batik termasuk kedalam limbah yang bersifat Multi Pollutant, berdasarkan hasil pengujian awal yang dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Jawa tengah terdapat beberapa jenis logam berat seperti Pb, Cd, dan Cr. Masuknya logam berat ke dalam insang dapat menyebabkan keracunan, karena bereaksinya kation logam tersebut dengan fraksi tertentu dari lendir insang. Kondisi ini menyebabkan proses metabolisme dari insang menjadi terganggu. Manifestasi dari keracunan logam berat adalah diare dengan feses biru kehijauan dan kelainan fungsi ginjal. Bila kadarnya tinggi dalam tubuh, logam berat dapat merusak jantung, hati dan ginjal. Absorbsi logam berat masuk ke dalam darah dapat

PERPUSTAKAAN UNNES

menimbulkan hemolisis yang akut, karena banyak sel darah yang rusak. Akibat yang serius dari keracunan logam berat dapat menimbulkan kematian (Taufik, 2000).

a. Pb (Timbal)

Pb dapat ditemukan secara alami di dalam kerak bumi. Tersebar ke berbagai tempat karena proses alami. Pb dapat terakumulasi di lingkungan, tidakdapat terurai secara biologis dan toksisitasnya tidak berubah sepanjang waktu. Pb bersifat toksik jika terhidup atau tertelan oleh manusia dan di dalam tubuh akan beredar mengikuti aliran darah, diserap kembali di dalam ginjal dan otak, dan disimpan di dalam tulang dan gigi (Cahyadi, 2004). Toksisitas timbal dapat menyebabkan hipertensi. Bahkan tidak hanya itu, Moshman dalam Charlena (2004) mengungkapkan bahwa akumulasi logam berat Pb pada tubuh manusia yang terus menerus dapat mengakibatkan anemia, kemandulan, penyakit ginjal, kerusakan syaraf dan kematian. Pada anak – anak, akumulasi Pb dapat menurunkan kecerdasan yang dilihat pada angka IQ (Suparwoko 2008).

b. Cd (Cadmium)

Kadmium merupakan salah satu jenis logam berat yang berbahaya karena elemen ini beresiko tinggi terhadap pembuluh darah. Kadmium berpengaruh terhadap manusia dalam jangka waktu panjang dan dapat terakumulasi pada tubuh khususnya hati dan ginjal. Secara prinsipil pada konsentrasi rendah berefek terhadap gangguan pada paru-paru, emphysema dan renal turbular disease yang kronis. Bagi tubuh manusia, Kadmium sebenarnya merupakan logam asing. Tubuh sama sekali tidak memerlukannya dalam proses metabolisme. Karenanya Kadmium sangat beracun bagi manusia dan dapat diabsorbsi tubuh dalam jumlah yang tidak terbatas, karena tidak adanya mekanisme tubuh yang membatasinya. Dalam biota perairan jumlah logam yang terakumulasi akan terus mengalami peningkatan (biomagnifikasi) dan dalam rantai makanan biota yang tertinggi akan mengalami akumulasi Cd yang lebih banyak (Palar 2004).

Logam berat ini bergabung bersama Timbal dan Merkuri sebagai the big three heavy metal yang memiliki tingkat bahaya tertinggi pada kesehatan manusia. Menurut badan dunia FAO/WHO, konsumsi per minggu yang ditoleransikan bagi manusia adalah 400-500 μg per orang atau 7 μg per kg berat badan. Kadmium merupakan salah satu jenis logam berat yang berbahaya karena elemen ini beresiko tinggi terhadap pembuluh darah. Apabila Kadmium masuk ke dalam tubuh maka sebagian besar akan terkumpul di dalam ginjal, hati dan sebagian yang dikeluarkan lewat saluran pencernaan. Kadmium dapat mempengaruhi otot polos pembuluh darah secara langsung maupun tidak langsung lewat ginjal, sebagai akibatnya terjadi kenaikan tekanan darah. Senyawa ini bisa mengakibatkan penyakit liver dan gangguan ginjal serta tulang.

Senyawa yang mengandung Kadmium juga mengakibatkan kanker.Dalam industri pertambangan logam Pb dan Zn, proses pemurniannya akan selalu diperoleh hasil samping Kadmium, yang terbuang ke alam lingkungan. Kadmium masuk kedalam tubuh manusia terjadi melalui makanan dan minuman yang terkontaminasi. Kadmium dalam tubuh terakumulasi dalam ginjal dan hati terutama terikat sebagai metalothionein. Metalotionein mengandung asam amino sistein, dimana Cd terikat dengan gugus sulfhidril (-SH) dalam enzim karboksil sisteinil, histidil, hidroksil dan fosfatil dari protein dan purin. Kemungkian besar pengaruh toksisitas Cd disebabkan oleh interaksi antara Cd dan protein tersebut, sehingga menimbulkan hambatan terhadap aktivitas kerja enzim. Kadmium lebih beracun bila terhisap melalui saluran pernafasan daripada saluran pencernaan. Kasus keracunan Cd kronis juga menyebabkan gangguan kardiovaskuler dan hipertensi. Hal tersebut terjadi karena tingginya afinitas jaringan ginjal terhadap Kadmium. Gejala hipertensi ini tidak selalu dijumpai pada kasus keracunan Cd. Kadmium dapat menyebabkan osteomalasea

karena terjadinya gangguan daya keseimbangan kandungan kalsium dan fosfat dalam ginjal.

c. Cr (Chromium)

Khromium Picolinate merupakan Khromium generasi baru yang telah dipatenkan dan lebih mudah diserap oleh tubuh. Khromium berperan penting pada metabolisme dan penggunaan karbohidrat, sintesa asam lemak, kolesterol dan protein. Makanan ala modern yang banyak dikonsumsi masyarakat saat ini sangat sedikit kandungan Khromiumnya. Kekurangan Kromium dapat menyebabkan kelelahan, kegelisahan, diabetes, gangguan metabolisme asam amino dan meningkatkan resiko aterosklerosis. Jadi Khromium dapat menyebabkan kerusakan terhadap organ respirasi, dan dapat juga menyebabkan timbulnya kanker pada manusia (Palar 2004).

6. **Histopatologi pada Insang Ikan**

Terdapat beberapa perubahan atau kerusakan yang terjadi pada jaringan/ organ insang ikan antara lain inflamasi, edema, hemoragi dan kongesti, nekrosis, dan hiperplasia lamela sekunder.

a. Inflamasi

Inflamasi (peradangan) ditandai dengan vasodilatasi pembuluh darah lokal yang mengakibatkan terjadinya aliran darah setempat yang berlebihan, kenaikan permeabilitas kapiler disertai dengan kebocoran banyak sekali keruang interstisial, seringkali terjadi pembekuan cairan dalam ruang interstisial yang disebabkan oleh fibrinogen dan protein lainnya yang bocor dari kapiler dalam jumlah berlebihan, menurut Roberts (2001), inflamasi merupakan suatu respon pertahanan jaringan yang rusak dan terjadi pada semua vertebrata. Inflamasi dapat mengakibatkan pembatasan area yang terluka dari jaringan yang tidak mengalami inflamasi. Ruang jaringan dan cairan limfatik dalam daerah yang meradang dihalangi oleh bekuan fibrinogen, sehingga sedikit saja cair yang melintasi ruang.

Inflamasi dapat berupa akut maupun kronis, inflamasi akut yaitu inflamasi yang umurnya pendek sedangkan inflamasi kronis yaitu inflamasi yang bersifat berkepanjangan, tergantung kepada derajat luka jaringan. Pada inflamasi kronis ditandai dengan adanya limposit, sel plasma dan makrofag predominan, merupakan lanjutan dari inflamasi akut, inflamasi granulomatos adalah bentuk spesifik dari inflamasi kronis dan kadang-kadang diikuti reaksi sekunder oleh amyloidosis.

b. Edema

Edema merupakan suatu kondisi dimana meningkatnya jumlah cairan dalam kopartemen jaringan interseluler. Edema terjadi pada jaringan ikat longgar (sub kutis) dan rongga-rongga badan (rongga perut dan di dalam paru-paru) penyebab dari edema adalah meningkatnya tekanan hidrostatik intra vaskula menimbulkan perembesan cairan plasma darah keluar dan masuk ke dalam ruang interstisium. Kondisi peningkatan tekanan hidrostatik sering ditemukan pada pembendungan pada vena (kongesti) dan edema merupakan resiko paska kongesti edema dapat diklasifikasikan dalam empat kategori patogenetik yaitu inflamasi yang berkaitan dengan peningkatan permeabilitas vaskuler, peningkatan tekanan intravena, obtruksi saluran limfatik, hipoalbumin yang berkaitan dengan penurunan tekanan onkotik plasma.

c. Hemoragi dan kongesti

Hemoragi (pendarahan) adalah kondisi yang ditandai dengan keluarnya darah dari dalam vaskula akibat dari kerusakan dinding vaskula. Kebocoran dinding ada dua macam melalui kerobekan (per reksis) dan melalui perenggangan jarak antara sel-sel endotel dinding vaskula (per diapedisis). Hemoragi per diapedisis umumnya terjadi pada pembuluh kapiler.

Hemoragi kecil dimana berbentuk titik darah tidak lebih besar dari ujung peniti disebut ptechiae (tunggal, petechia). Hemoragi dengan spot yang agak besar di permukaan tubuh atau di jaringan disebut

ekimosis (tunggal, ekimosis). Hemoragi dapat disebabkan oleh trauma yaitu kerusakan dalam bentuk fisik yang merusak sistem vaskula jaringan di daerah benturan/ kontak, infeksi agen infeksius terutama mengakibatkan septisemia, bahan toksik yang merusak endotel kapiler, faktor lain yang menyebabkan dinding vaskula lemah sehingga pembuluh darah rentan untuk bocor.

Kongesti adalah berlimpahnya darah di dalam pembuluh darah di regio tertentu. Kongesti disebut juga hiperemi, jika dilihat secara mikroskopik kapiler-kepiler dalam jaringan yang hiperemi terlihat melebar dan penuh berisi darah.Pada dasarnya kongesti dapat terjadi dengan dua mekanisme yaitu Kenaikan jumlah darah yang mengalir ke jaringan atau organ disebut dengan kongesti aktif dan penurunan jumlah darah yang mengalir ke jaringan atau organ disebut dengan kongesti pasif (Price dan Wilson 2006).

d. Degenerasi otot dan nekrosa

Degenerasi hialin merupakan perubahan yang mengikuti cloudy swelling dan disebut juga nekrosis koagulasi. Nukleus kromatin berkondensasi dan menyebabkan lurik pada serabut otot menghilang. Serabut memperlihatkan suatu penampilan homogen dan efektif terhadap pewarnaan eosin. Serabut-serabut otot terhialinasi menjadi lebih rapuh dibandingkan serabut-serabut yang tetap utuh. Degenerasi hialin yang hanya terjadi pada sebagian dari serabut otot menyebabkan nukleus dekat dengan batas bagian terhialinasi dan bagian yang tetap utuh sering kali mengalami hiperplasia. Beberapa serabut otot yang telihat normal di dekat serabut-serabut yang terpengaruh hialinasi sering memperlihatkan pemisahan longitudinal yang frekuen Degenerasi granuler merupakan perubahan paling berat yang muncul pada serabut otot dan dikenal sebagai nekrosis pencairan, yaitu degenerasi granuler yang mempengaruhi seluruh serabut atau hanya suatu bagian saja. Sarkoplasma menjadi granuler memperlihatkan suatu massa eosinofilik yang tidak beraturan di dalam sarkolema, adakalanya

tetap jelas terlihat pada bagian serabut otot yang tidak terpengaruh. Kejadian umum terlihat pada serabut otot yang rusak, yaitu adanya infiltrasi fagosit. Serabut dengan fagosit yang memenuhi bagian-bagian terdegenerasi dikenal sebagai kantong-kantong berbentuk pipa (Tubular Bag). Serabut-serabut otot berdekatan dengan serabut yang terpengaruh oleh degenerasi ini juga memperlihatkan pemisahan longitudinal, hipertropi dan hiperplasia nukleus, tetapi tingkatnya lebih besar dibandingkan dengan degenerasi hialin pada serabut otot. Nekrosa merupakan jenis kematian sel ireversibel yang terjadi ketika terdapat cidera berat atau lama hingga suatu saat sel tidak dapat beradaptasi atau memperbaiki dirinya sendiri. Umunya perubahan-perubahan lisis yang terjadi dalam jaringan nekrotik dapat melibatkan sitoplasma sel, perubahan-perubahan paling jelas bermanifestasi pada inti. Inti sel yang nekrosis akan menyusut, memiliki batas yang tidak teratur dan bewarna gelap. Proses ini dinamakan piknosis. Kemungkinan lain inti dapat hancur dan membentuk fragmen-fragmen materi kromatin yang tersebar di dalam sel, proses ini disebut sebagai karioreksis. Pada beberapa keadaan init sel tidak dapat diwarnai lagi dan benar-benar hilang, proses ini disebut sebagai kariolisis. Pengaruh nekrosis mengakibatkan hilangnya fungsi pada daerah yang nekrosa. Pada beberapa keadaan daerah nekrotik dapat menjadi fokus infeksi yang merupakan medium pembiakan yang sangat baik bagi pertumbuhan organisme tertentu yang kemudian dapat menyebar ke tempat lain di dalam tubuh, bahkan tanpa infeksipun adanya jaringan nekrosa di dalam tubuh dapat memicu perubahan sistemik tertentu misalnya peningkatan jumlah leukosit di dalam sirkulasi. Jaringan yang mengalami nekrosis dapat menginduksi respon peradangan dari jaringan yang berdekatan. Jaringan yang nekrosa akan hancur dan hilang memberi jalan bagi proses perbaikan yang mengganti daerah nekrotik dengan sel-sel yang beregenerasi, pada beberapa keadaan dengan terbentuknya jaringan parut (Price dan Wilson 2006).

PERPUSTAKAAN UNNES

e. Proliferasi sel Goblet

Proliferasi merupakan suatu keadaan dimana terjadi peningkatan atau kenaikan jumlah sel yang nyata dalam jaringan (Price dan Wilson 2006). Menurut Tiuria et al. (2000), proliferasi dan hiperplasia sel goblet terjadi pada permukaan mukosa usus. Sel ini berasal dari sel bakal (stem sel) yang terdapat pada dasar kripta, berdiferensiasi dan bermigrasi dari dasar kripta ke bagian atas vili yaitu lamina propria selanjutnya disalurkan ke dalam lumen.

f. Hiperplasia lamela sekunder

Hiperplasia lamela adalah respon dalam jangka panjang dari sel malpighian. Sel terutama didapat dari lamela primer, mereka berpindah ke distal dalam langkah awal menghasilkan akumulasi sel pada tepi lamela sekunder yang biasanya disebut “clubbing” pada lamela. Seluruh jarak antar lamela dipenuhi oleh sel-sel baru dan sering ditunjukkan dengan metaplasia mukoid mengakibatkan area respirasi menjadi berkurang (Roberts 2001). Hiperplasia lamela biasanya berkaitan dengan peningkatan jumlah dan migrasi sel malpighian di lamela primer. Insang rusak oleh efek pH air yang sangat rendah berkaitan dengan hujan asam dan peningkatan absorbsi (penyerapan) aluminium tanah. Hiperplasia lamela sekunder juga berkaitan dengan edema pada lamela dan hipertropi sel epitel. Terjadi perubahan bentuk sel pilar, tetapi faktor utama yaitu peningkatan jumlah sel kloride yang meluas sampai ke permukaan lamela sekunder sehingga terjadi penebalan pada lamela sekunder (Roberts 2001).

PERPUSTAKAAN UNNES

7. **Pengaruh Pencemaran Terhadap Tingkat Kerusakan Ikan**

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

   a. Edema pada lamella menunjukkan tanda telah terjadi kontaminasi namun belum terjadi pencemaran, Edema adalah pembengkakan sel atau penimbunan cairan secara berlebihan dalam jaringan tubuh,
   b. Hyperplasia pada pangkal lamella, merupakan gejala adanya pencemaran,
   c. Fusi dua lamella merupakan tanda telah terjadi pencemaran tingkat awal,
   d. Hyperplasia pada hampir seluruh permukaan lamella sekunder menandakan telah terjadi pencemaran sedang,
   e. Rusaknya atau hilangnya struktur filamen insang merupakan tanda terjadinya pencemaran berat.

B. Hipotesis

1. Perlakuan limbah cair pewarna batik memberikan pengaruh nyata terhadap kecepatan *Ram Jet Ventilation Clarias batrachus*.
2. Perlakuan limbah cair pewarna batik memberikan pengaruh terhadap struktur morfologi insang *Clarias batrachus*.
3. Perlakuan limbah cair pewarna batik memberikan pengaruh terhadap struktur mikroanatomi insang *Clarias batrachus*.

BAB III
METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biologi Universitas Negeri Semarang dan dimulai pada bulan Juli sampai dengan Agustus 2013.

B. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini *Clarias batrachus* yang diperoleh dari tempat pembudidayaan *Clarias batrachus* di daerah Patemon, Gunungpati Semarang, sedangkan sampel dalam penelitian ini diambil dengan teknik *Purposive Sampling* yaitu sebanyak 35 ekor dengan usia 2 bulan

C. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini meliputi:

1. Variabel bebas

   Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu limbah cair pewarna batik yang diencerkan dengan menggunakan air sehingga mendapatkan konsentrasi dari air limbah yang berbeda 10 ppt, 15 ppt, 20 ppt, 25 ppt, 30 ppt dan 35 ppt

2. Variabel tergantung

   a. *Ramjet Ventilation* atau jumlah buka tutup operkulum *Clarias batrachus* dalam satu menit

   b. Struktur Morfologi insang *Clarias batrachus* yang terpapar limbah cair pewarna batik

   c. Mikroanatomi insang *Clarias batrachus* yang terpapar limbah cair pewarna batik

3. Variabel kendali

   Variabel kendali dalam penelitian ini adalah Suhu ruang observasi dan akuarium yaitu 27-32^{0}c dan pH antara 6,5- 9.

PERPUSTAKAAN UNNES

D. Rancangan Penelitian

Penelitian ini termasuk kedalam penelitian eksperimental dengan Rancangan penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yaitu rancangan penelitian yang terdiri dari 1 faktor yakni dengan perbedaan perlakuan melalui pemberian konsentrasi limbah cair pewarna batik hasil yang berbeda.

Diagram rancangan dalam penelitian seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. Rancangan Penelitian dengan RAL

Ulangan	Konsentrasi limbah batik (ppt)						
	kontrol	10	15	20	25	30	35
1							
2							
3							

E. Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat
   a. Alat yang digunakan sebagai media hidup *Clarias batrachus* adalah Aerator, Akuarium dan Termometer
   b. Alat yang digunakan untuk *Ram Jet Ventilation* adalah Alat tulis, Jaring, Loop dan Hand Counter
   c. Alat yang digunakan untuk Mikroanatomi Insang adalah Alat Bedah + papan bedah, Gelas ukur, Gelas benda + Kaca penutup dan botol flakon.
2. Bahan
   a. *Clarias batrachus* dengan usia 2 bulan yang didapatkan dari tempat budidaya *Clarias batrachus* didaerah patemon gunungpati semarang.
   b. Air limbah dengan konsentrasi berbeda yaitu 10 ppt, 15 ppt, 20 ppt, 25 ppt, 30 ppt dan 35 ppt (pembuatan konsentrasi bertingkat

dengan cara sebagai contoh konsentrasi 10 ppt yaitu dengan mengambil air limbah 10 ml dicampur dengan air sebanyak 10 liter (BBTPPI, 2013))

c. Air kontrol (air dari tempat budidaya)
d. Formalin 10% untuk mengawetkan insang dalam pembuatan preparat histopatologi
e. Pewarna Hematoxilin Eosin

F. Prosedur Penelitian

1. Menyiapkan *Clarias batrachus* untuk penelitian
2. Mengaklimatisasi *Clarias batrachus* selama 3 hari
3. Menyiapkan 7 akuarium yang masing-masing berisi air limbah dengan kadar berbeda yaitu Kontrol, 10 ppt, 15 ppt, 20 ppt, 25 ppt, 30 ppt dan 35 ppt
4. Masukkan 5 ekor *Clarias batrachus* ke dalam masing-masing akuarium
5. Mengamati laju *Clarias batrachus* atau pergerakan operkulum *Clarias batrachus* dalam satu menit pada waktu yang tetap, tiap 3 hari sekali pada setiap jam yang sama dengan bantuan hand counter
6. Melakukan tabulasi data.
7. Membuat preparat mikroanatomi insang setiap perlakuan dengan metode pewarnaan HE (cara pembuatan preparat mikroanatomi dengan metode pewarnaan HE terdapat di lampiran)
8. Mengamati Preparat mikroanatomi dibawah mikroskop untuk melihat kerusakan jaringan pada organ insang *Clarias batrachus*
9. Melakukan analisis data dengan bantuan Buku Histopatologi insang maupun dari jurnal histopatologi

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG PERPUSTAKAAN UNNES

G. Data dan Pengumpulan Data

1. *Ram Jet Ventilation Clarias batrachus*

Data mengenai laju *Ram Jet Ventilation* diambil dengan menghitung buka tutup operkulum *Clarias batrachus* tiap konsentrasi selama satu menit dengan menggunakan bantuan hand counter lalu dimasukkan dalam tabel dibawah ini

Tabel 3.Rancangan Penelitian *Ram Jet Ventilation Clarias batrachus* dalam satu menit per dua hari sekali

Konsentrasi limbah cair pewarna batik (ppt)	∑ *Ram Jet Ventilation* pada Pengamatan ke-			
	1	2	3	4
Kontrol				
10				
15				
20				
25				
30				
35				

2. Struktur morfologi insang dan mikroanatomi insang *Clarias batrachus*

Data mengenai struktur morfologi insang diambil dengan perbandingan *insang Clarias batrachus* pada kondisi perlakuan dengan kondisi normal dan dianalisis dengan bantuan buku dan jurnal sedangkan untuk data mengenai struktur mikroanatomi diambil dengan pembuatan preparat mikronatomi dari organ insang *Clarias batrachus* tiap perlakuan dengan metode Hematoxilin Eosin lalu preparat tersebut diamati dibawah mikroskop dan dianalisis dengan bantuan buku histopatologi insang dan jurnal.

H. Metode Analisis Data

1. Analisis data *Ramjet Ventilation*

Hasil penelitian laboratorium terhadap proses *Ramjet Ventilation* berupa buka dan menutupnya mulut *Clarias batrachus* di setiap perlakuan akan dianalisis dengan menggunakan uji Anava One Way (analisis sidik ragam). Uji Anava tersebut dianalisis dengan langkah sebagai berikut :

a. Tentukan terlebih dahulu derajat bebas (db)

- db total = rt – 1
- db perlakuan = t – 1
- db galat = t (r – 1)

Dimana:

r = total ulangan

t =banyak perlakuan

rt = total pengamatan

b. Kemudian tentukan Faktor Koreksi (FK)

- FK = (total banyak pengamatan)²

c. Selanjutnya tentukan Jumlah Kuadrat (JK)

- JKT = JK seluruh nilai pengamatan – FK
- JKP = €(total perlakuan)²/r -FK
- JKG = JKT – JKP

d. Tentukan Kuadrat Tengah (KT)

- KTP = JKP/db perlakuan
- KTG = JKG/db galat

e. Tentukan F Hitung , F Hit = KTP/KTG kemudian buat Tabel Anava (Tabel analisis sidik Ragam)

Tabel 4. Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman (Sk)	Derajat bebas (db)	Jumlah kuadrat (JK)	Kuadrat tengah (KT)	F hit Ftab
Perlakuan (P)	t-1	JKP	KTP	KTP/KTG
Galat (G)	t(r-1)	JKG	KTG	
Total (T)	rt-1	JKT		

Jika hasil uji Anava didapatkan, kemudian dengan melihat tabel F,F_{hitung} bisa di bandingkan dengan F_{tabel} ,apabila $F_{hit} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_i diterima sehingga perlakuan limbah cair pewarna batik mempengaruhi nyata gerak buka tutup mulut *Clarias batrachus*, maka akan dilakukan uji lanjut yaitu uji BNT (Beda Nyata Terkecil) dengan taraf nyata sekitar 0,05 untuk menganalisis perbedaan pengaruh antar kombinasi taraf perlakuan dengan aturan ketentuan :

a. Bila ulangan sama BNT = t(α/2 ;db galat) √ KTG (2/r)
b. Bila ulangan tak sama BNT = t(α/2 ;db galat) √ KTG (1/ri + 1/rj)

2. Analisis data struktur morfologi dan mikroanatomi insang *Clarias batrachus*

Hasil pengamatan terhadap struktur morfologi insang dianalisis dengan metode deskriptif kualitatif dengan membandingkan *Arborescent Organ* dan insang pada kondisi normal dengan kondisi perlakuan serta dengan bantuan jurnal maupun buku-buku teks. Sedangkan untuk hasil pengamatan terhadap kerusakan jaringan pada organ insang ikan lele dengan pembuatan preparat mikroanatomi insang *Clarias batrachus* tiap perlakuan di Laboratorium anatomi patologi RS Kariadi Semarang dianalisis menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan bantuan buku histopatologi insang dan jurnal.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Clarias batrachus merupakan ikan konsumsi air tawar yang memiliki ukuran kepala hampir mencapai seperempat dari panjang tubuhnya. Kepala pipih ke bawah dan tertutup oleh tulang pelat. Tulang pelat ini membentuk ruangan rongga di atas insang, pada ruangan ini terdapat alat bantu pernapasan berupa *Arborescent Organ*. Mulut lele terletak pada ujung (*terminal*) serta dilengkapi gigi nyata, atau hanya berupa permukaan kasar di mulut bagian depan. Lele juga memiliki empat pasang sungut yang terletak di sekitar mulut. Sepasang sungut hidung, sepasang sungut *mandibular* luar, sepasang sungut *mandibular* dalam, dan sepasang sungut *maxilar*.

Gambar 3. Morfologi *Clarias batrachus* (sumber : Dokumen Pribadi)

Clarias batrachus yang menjadi objek penelitian ini memiliki morfologi seperti pada gambar 2 dengan usia 2 bulan serta memiliki panjang tubuh sekitar 10 cm dan bobotnya 67 gram per ekor

1. *Ram Jet Ventilation Clarias batrachus* yang terpapar limbah cair pewarna batik

Ram Jet Ventilation adalah proses buka tutup operkulum *Clarias batrachus* saat melakukan proses respirasi, pengamatan *Ram Jet Ventilation* dilakukan dengan cara melihat dan menghitung buka tutup mulut *Clarias batrachus* selama 2 menit sekali per hari dengan bantuan *hand counter* pada perlakuan konsentrasi bertingkat (10 ppt, 15 ppt, 20 ppt, 25 ppt, 30 ppt dan 35 ppt).

Hasil pengamatan *Ram Jet Ventilation Clarias batrachus* yang terpapar limbah cair pewarna batik dengan perlakuan konsentrasi bertingkat menunjukkan laju *Ram Jet Ventilation Clarias batrachus* tiap konsentrasi adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Pengamatan Ram Jet *Ventilation Clarias batrachus*

Konsentrasi Air limbah batik (ppt)	∑ Ram Jet Ventilation pada Pengamatan ke-			
	1	2	3	4
Kontrol	67	70	73	76
10	78	82	86	88
15	83	87	90	93
20	88	91	95	99
25	92	94	97	102
30	96	99	103	108
35	99	102	106	112

Dari tabel data diatas diketahui perbedaan laju *Ram Jet Ventilation* yang terjadi pada *Clarias batrachus* setelah di beri perlakuan konsentrasi air limbah batik. Data diatas kemudian dianalisis dengan menggunakan *Anava One Way* (analisis sidik ragam) sehingga didapatkan tabel analisis sidik ragam :

Tabel 6. Analisis Sidik Ragam *Ram Jet Ventilation Clarias batrachus*

Sumber Keragaman (Sk)	Derajat bebas (db)	Jumlah kuadrat (JK)	Kuadrat tengah (KT)	F hit Ftab
Perlakuan (P)	5	517,5	103,5	4,49
Galat (G)	18	415	23,06	
Total (T)	23	932,5		

Berdasarkan perhitungan anava, ditemukan F hitung sebesar 4,49 kemudian dengan melihat tabel statistika F tabel dengan tingkat kepercayaan 0,05 sebesar 4,25. Setelah dibandingkan ternyata F hitung ≥ F tabel hal ini menyebabkan H_0 ditolak dan H_i diterima sehingga perlakuan limbah batik mempengaruhi nyata *Ram Jet Ventilation Clarias batrachus*.

Karena terbukti memberikan pengaruh nyata maka dilakukan uji lanjut yaitu berupa uji beda nyata terkecil atau uji BNT sehingga didapatkan Tabel Uji BNT dengan tingkat kepercayaan 95 % dan 99 % seperti dibawah ini :

Tabel 7. Uji Lanjut BNT *Ram Jet Ventilation Clarias batrachus*

Limbah Batik	Rataan (Y_i.)	Y5-Yi	Y6-Yi	$\bar{Y}_4. - \bar{Y}_i.$	$\bar{Y}3. - \bar{Y}_i.$	$\bar{Y}2. - \bar{Y}_i.$	Signifikansi	
							0,05	0,01
35	104,7	-	-	-	-	-	**	**
30	101,7	3	-	-	-	-	**	**
25	96,25	8,50	5,50	-	-	-	**	**
20	93,25	11,50	8,50	3,00	-	-	**	**
15	88,25	16,50	13,50	8,00	5,00	-	**	**
10	83,50	21,25	18,25	12,75	9,75	2,75	**	**

Keterangan : ** = berpengaruh sangat nyata

Dengan melihat hasil uji BNT dari tabel diatas diketahui bahwa nilai antar tiap kelompok perlakuan limbah cair pewarna batik memberikan pengaruh sangat nyata dibuktikan dengan adanya tanda bintang dua (**) pada tabel signifikansi terhadap laju kecepatan *Ram Jet Ventilation Clarias batrachus* karena nilai rerata tiap kelompok perlakuan lebih tinggi daripada nilai BNT yaitu 0,05 dan 0,01.

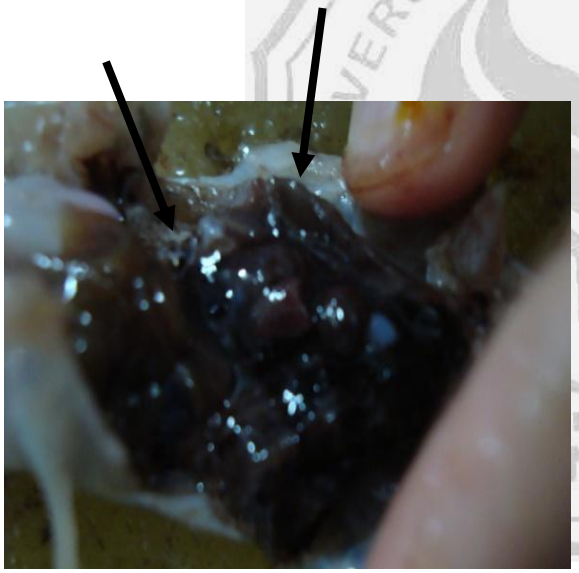
PERPUSTAKAAN UNNES

2. Pengamatan Morfologi Insang *Clarias batrachus*

Arborescent organ Clarias batrachus adalah organ tambahan yang membantu pada proses respirasi *Clarias batrachus* yaitu pada kondisi kekurangan O_2. Pengamatan Morfologi insang dan *Arborescent Organ Clarias batrachus* adalah dengan mengamati dan membedakan antara insang dan *Arborescent organ Clarias batrachus* kondisi normal dengan kondisi yang di beri paparan limbah cair pewarna batik.

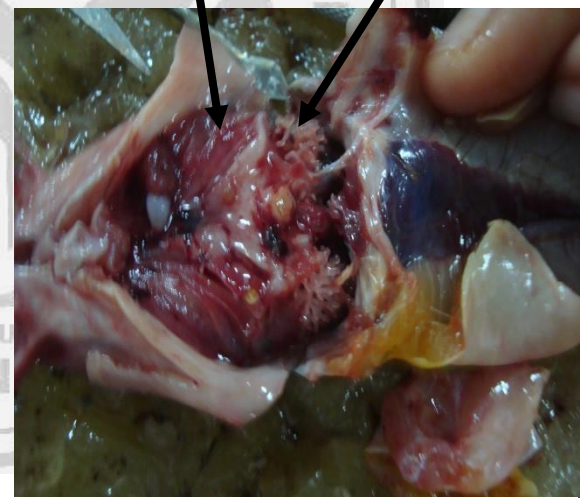
Hasil pengamatan terhadap morfologi insang dan Arborescent *Clarias batrachus* menunjukkan perbedaan warna antara kondisi yang diberi paparan limbah cair pewarna batik dengan kondisi normal, perbedaan tersebut terlihat pada gambar 4 dan gambar 5

(A) (B)



Gambar 4. Struktur morfologi insang *Clarias batrachus* yang terpapar limbah cair pewarna batik

(B) (A)



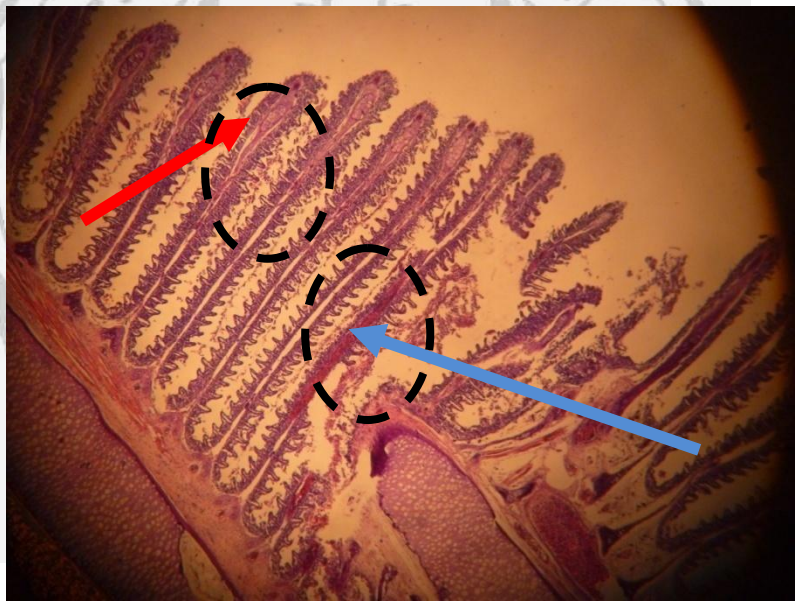
Gambar 5. Struktur morfologi insang *Clarias batrachus* yang normal

Keterangan :
(A) Arborescent organ
(B) Insang

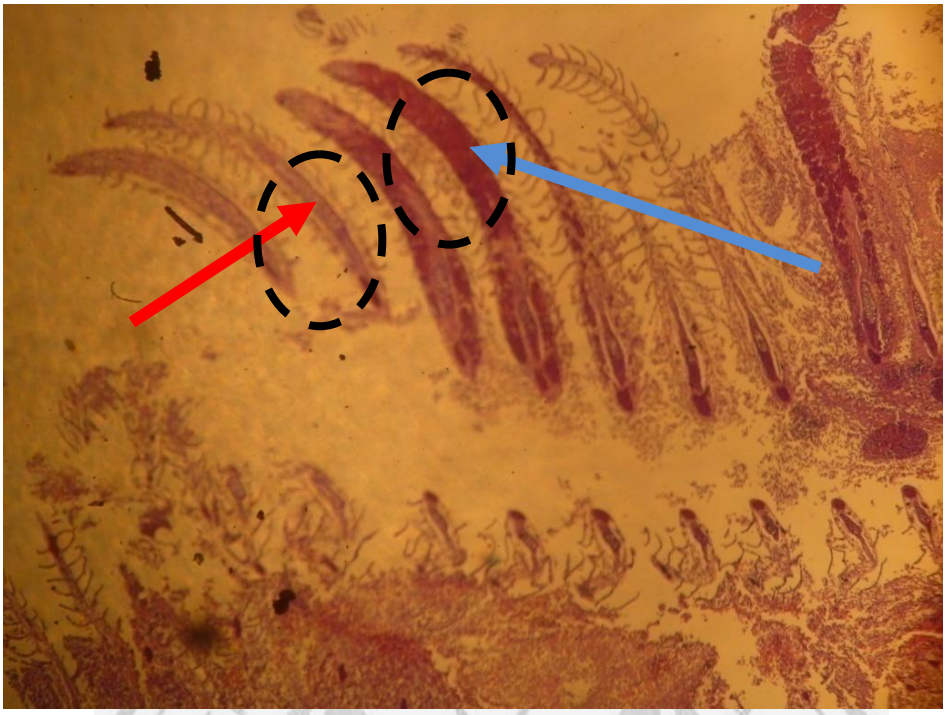
Gambar diatas menunjukkan terdapat perbedaan yang sangat tampak yaitu terlihat pada warna arborescent organ maupun insang pada *Clarias batrachus* pada kondisi kontrol (gambar 5) tampak lebih cerah bila dibandingkan dengan *Clarias batrachus* yang diberi perlakuan limbah cair pewarna batik (gambar 4).

3. Pengamatan Mikroanatomi Insang *Clarias batrachus* yang terpapar limbah cair pewarna batik.

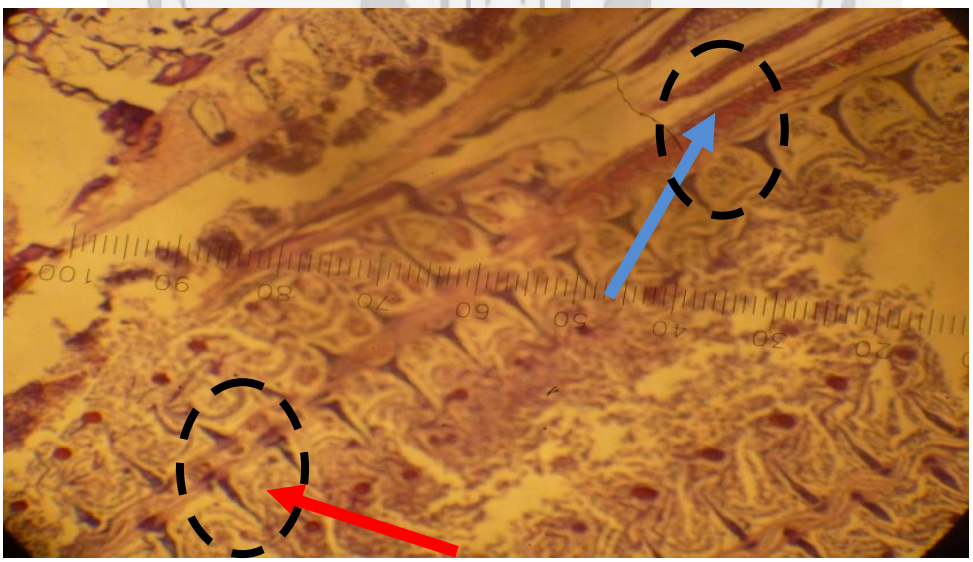
Berdasarkan hasil pengamatan terhadap preparat mikroanatomi insang *Clarias batrachus* yang terpapar limbah cair pewarna batik dengan perlakuan konsentrasi bertingkat, data yang didapatkan dengan menghitung buka tutup operkulum *Clarias batrachus* tiap konsentrasi adalah sebagai berikut:



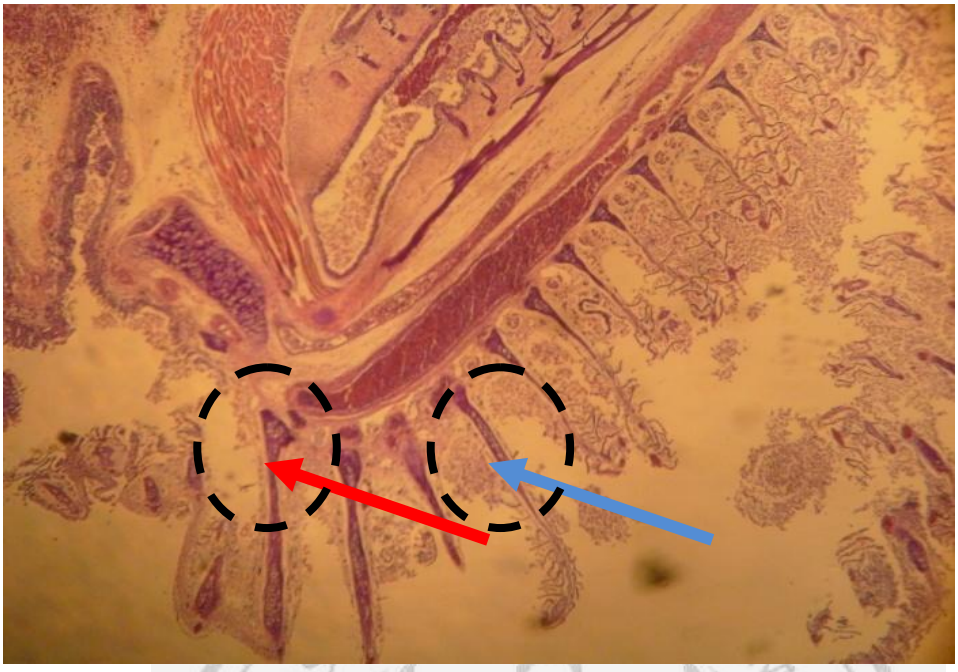
Gambar 6 mikroanatomi insang *Clarias batrachus* yang terpapar limbah cair pewarna batik dengan konsentrasi 10 ppt , kerusakan yang terjadi antara hiperplasia lamela sekunder ringan (panah biru) dan edema (panah merah)



Gambar 7 mikroanatomi insang *Clarias batrachus* yang terpapar limbah cair pewarna batik dengan konsentrasi 15 ppt, kerusakan yang terjadi antara hiperplasia lamela sekunder sedang (panah biru) dan edema (panah merah)



Gambar 8 mikroanatomi insang *Clarias batrachus* yang terpapar limbah cair pewarna batik dengan konsentrasi 20 ppt kerusakan yang terjadi antara hiperplasia lamela sekunder sedang (panah biru) dan edema (panah merah)



Gambar 9 mikroanatomi insang *Clarias batrachus* yang terpapar limbah cair pewarna batik dengan konsentrasi 25 ppt kerusakan yang terjadi antara hiperplasia lamela sekunder berat (panah biru) dan edema (panah merah).

PERPUSTAKAAN
UNNES

B. Pembahasan

1. *Ram Jet Ventilation Clarias batrachus*

Ram Jet Ventilation adalah proses buka tutup operkulum pada ikan dalam proses respirasi, Proses respirasi pada ikan adalah dengan membukanya mulut, sehingga terdapat sedikit tekanan negatif dalam rongga maupun rongga insang. Begitu mulut ditutup, tekanan dalam rongga mulut meningkat (menjadi positif), air di dorong masuk rongga insang dan selanjutnya mendorong operkulum, dan air keluar rongga insang. Tekanan dalam rongga mulut dari rongga insang menjadi lebih kecil daripada tekanan air diluar tubuh, sehingga tutup insang menutup kembali. Pada saat air masuk ke dalam rongga maka oksigen yang terlarut dalam air masuk berdifusi ke dalam pembuluh kapiler darah yang terdapat dalam insang sedangkan pada saat air keluar melalui insang karbondioksida juga dikeluarkan.

Data hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi limbah cair pewarna batik yang dipaparkan pada media hidup *Clarias batrachus* mengakibatkan laju *Ram Jet Ventilation* berbeda dengan kondisi normal. Laju *Ram Jet Ventilation Clarias batrachus* berdasarkan hasil penelitian yang terpapar limbah cair pewarna batik semakin tinggi konsentrasinya maka semakin hiperaktif.

Hal ini disebabkan *Clarias batrachus* yang terkontaminasi logam-logam berat yang terkandung dalam limbah cair pewarna batik seperti Pb, Cd, Cu, dan Cr mengakibatkan kondisi tubuh ikan mengalami stress fisiologis yang ditandai dengan tingkah laku yang bergerak tidak teratur dan meloncat–loncat kepermukaan air sehingga akan melemah dan menyebabkan kematian (Zulmasri, 2002).

2. Struktur Morfologi Insang *Clarias batrachus*

Arborescent organ dan Insang adalah dua alat penting dalam proses respirasi ikan lele, Insang pada ikan bertulang sejati ditutupi oleh tutup insang yang disebut *operkulum*, sedangkan insang pada ikan bertulang rawan tidak ditutupi oleh operkulum. Beberapa jenis ikan mempunyai *Arborescent Organ* yang merupakan perluasan ke atas dari insang dan membentuk lipatan-lipatan sehingga merupakan rongga-rongga tidak teratur. *Arborescent Organ* ini berfungsi menyimpan cadangan 0_2 sehingga ikan tahan pada kondisi yang kekurangan 0_2. Untuk menyimpan cadangan 0_2, selain dengan menggunakan *Arborescent Organ*, ikan memiliki *gelembung renang* yang terletak di dekat punggung. Meskipun dapat ditemukan di banyak perairan, ikan lele memiliki kriteria tersendiri mengenai kondisi lingkungannya. Kondisi lingkungan inilah yang menjadi parameter ada tidaknya pengaruh yang signifikan antara faktor ekologis dan fisiologis.

Data hasil pengamatan menunjukkan bahwa Arborescent organ serta insang *Clarias batrachus* yang diberi paparan limbah cair pewarna batik memiliki warna yang lebih pucat dari pada Arborescent organ serta insang *Clarias batrachus* pada kondisi normal yang berwarna merah segar. Hal ini disebabkan karena limbah cair pewarna batik mengandung polutan berupa beberapa logam seperti Pb, Cd, Cu, dan Cr yang masuk sehingga mengakibatkan warna pada Arborescent organ serta insang *Clarias batrachus*, Afrianto dalam penelitiannya menyatakan bahwa masuknya logam berat ke dalam insang secara terus menerus akan menyebabkan ikan sulit bernapas dan menyebabkan kandungan oksigen rendah sehingga Hb kesulitan dalam mengikat oksigen. Kontak dengan logam berat tersebut mengakibatkan insang mengalami iritasi dan mengeluarkan lendir sebagai pelindung terhadap toksikan tetapi lendir yang di hasilkan menutupi permukaan

lamella insang sehingga mengakibatkan tidak adanya pengikatan oksigen sehingga warna insang memudar dan lama-lama mengalami kematian.

3. Struktur Mikroanatomi Insang *Clarias batrachus*

Insang merupakan komponen penting dalam proses pertukaran gas yang terbentuk dari lengkungan tulang rawan yang mengeras dengan beberapa filament insang didalamnya. Tiap-tiap filamen insang terdiri atas banyak lamella yang merupakan tempat pertukaran gas. Tugas ini ditunjang oleh struktur lamella yang tersusun atas sel-sel epitel yang tipis pada bagian luar, membran dasar dan sel-sel tiang sebagai penyangga bagian dalam. Pinggiran lamella yang tidak menempel pada lengkung insang ditutupi oleh epithelium dan mengandung jaringan pembuluh darah kapiler (Fujaya, 2004). Bila oksigen telah berdifusi dalam darah insang, oksigen ditranspor dalam gabungan dengan hemoglobin ke kapiler jaringan tempatnya dilepaskan untuk digunakan oleh sel. Adanya hemoglobin didalam sel darah merah memungkinkan darah mengangkut oksigen 30-100 kali daripada yang dapat diangkut hanya dalam bentuk oksgen terlarut dalam darah. Pergerakan oksigen ke dalam kapiler darah insang disebabkan oleh adanya perbedaan tekanan dari tempat pertama ke tempat lainnya. Karena tekanan oksigen dalam insang lebih besar dari tekanan oksigen dalam kapiler darah insang, maka oksigen ditranspor melalui sirkulasi ke jaringan perifer (Fujaya, 2004).

Tandjung (1995) menyatakan bahwa degenerasi insang tingkat 1 berupa terjadinya edema pada lamella dan menunjukkan telah terjadinya kontaminasi namun belum terjadi pencemaran. Degenerasi 2 berupa hyperplasia dan degenerasi 3 berupa terjadinya fusi lamella merupakan indikator pencemaran ringan.

Pratiwi et al. (2005) menyatakan jika air yang masuk ke celah insang mengandung pencemar yang bersifat toksik maka akan

langsung mengenai insang dan mempengaruhi sel-sel penyusun insang.

Data hasil pengamatan menunjukkan bahwa perubahan histopatologi yang ditemukan pada organ insang *Clarias batrachus* dengan perlakuan paparan limbah cair pewarna batik dengan konsentrasi bertingkat yaitu, Edema dan Hiperplasia lamela sekunder.

Edema merupakan suatu kondisi dimana meningkatnya jumlah cairan dalam kopartemen jaringan interseluler. Edema terjadi pada jaringan ikat longgar (sub kutis) dan rongga-rongga badan (rongga perut dan di dalam paru-paru) (Underwood 1992). Menurut Guyton and Hall (1996), penyebab dari edema adalah meningkatnya tekanan hidrostatik intra vaskula menimbulkan perembesan cairan plasma darah keluar dan masuk ke dalam ruang interstisium. Kondisi peningkatan tekanan hidrostatik sering ditemukan pada pembendungan pada vena (kongesti) dan edema merupakan resiko paska kongesti.

Edema pada lamela pada penelitian ini diakibatkan karena insang *Clarias batrachus* terpapar limbah cair pewarna batik yang mengandung beberapa logam berat seperti Pb, Cd, Cu, dan Cr yang menyebabkan sel bersifat iritatif dan sel mengalami pembengkakan. Edema yang berlanjut akan mengakibatkan sel-sel epitel mengalami nekrosis atau kematian sel.

Hiperplasia lamela adalah respon dalam jangka panjang dari sel malpighian. Sel terutama didapat dari lamela primer, mereka berpindah ke distal dalam langkah awal menghasilkan akumulasi sel pada tepi lamela sekunder yang biasanya disebut “clubbing” pada lamela. Seluruh jarak antar lamela dipenuhi oleh sel-sel baru dan sering ditunjukkan dengan metaplasia mukoid mengakibatkan area respirasi menjadi berkurang (Roberts 2001). Hiperplasia lamela biasanya berkaitan dengan peningkatan jumlah dan migrasi sel

malpighian di lamela primer. Insang rusak oleh efek pH air yang sangat rendah berkaitan dengan hujan asam dan peningkatan absorbsi (penyerapan) aluminium tanah. Hiperplasia lamela sekunder juga berkaitan dengan edema pada lamela dan hipertropi sel epitel. Terjadi perubahan bentuk sel pilar, tetapi faktor utama yaitu peningkatan jumlah sel kloride yang meluas sampai ke permukaan lamela sekunder sehingga terjadi penebalan pada lamela sekunder (Roberts 2001).

Hiperplasia lamela sekunder pada penelitian disebabkan karena habitat *Clarias batrachus* dengan paparan limbah cair pewarna batik yang mengandung logam berat seperti Pb, Cd, Cu, dan Cr yang mengakibatkan kontaminasi serta menyebabkan gangguan kesehatan pada ikan (Camargo dkk 2007).

Kerusakan struktur mikroanatomi insang menyebabkan ikan sulit bernapas dan menyebabkan kandungan oksigen dalam darah menjadi berkurang sehingga Hb kesulitan dalam mengikat oksigen. Akibatnya ikan mengalami kekurangan oksigen dan mengalami hipoksia sebagai akibat dari kerusakan lamela sekunder dari insang. Efek dari kesulitan dalam bernafas, maka akan merangsang organisme untuk mengikat sel darah merah, hematokrit dan hemoglobin untuk meningkatkan transfer oksigen di dalam tubuh (Ishikawa et al 2007)

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Simpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Paparan limbah cair pewarna batik berpengaruh nyata terhadap kecepatan *Ram Jet Ventilation Clarias batrachus* dengan pengaruh paling besar pada konsentrasi 35 ppt yaitu jumlahnya sebesar antara 99 -112 kali per 2 menit.
2. Paparan limbah cair pewarna batik berpengaruh nyata terhadap perubahan makroanatomi *Clarias batrachus*, jenis perubahan yang ditemukan pada organ Arborescent adalah terdapat perbedaan warna insang yaitu *Clarias batrachus* yang diberi perlakuan limbah cair dengan konsentrasi bertingkat menunjukkan warna yang lebih pucat.
3. Paparan limbah cair pewarna batik berpengaruh nyata terhadap perubahan histopatologi insang *Clarias batrachus*, perubahan yang ditemukan pada organ insang akibat terpapar limbah cair pewarna batik adalah hiperplasia lamela sekunder, dan edema.

B. Saran

Diperlukan perhatian dalam pembuangan limbah cair pewarna batik agar tidak mencemari lingkungan, perlunya penelitian lanjutan untuk mengetahui kadar logam berat dalam daging ikan lele agar lebih meyakinkan bahkan ikan lele yang telah terpapar limbah cair pewarna layak konsumsi atau tidak bahkan perlu juga dilakukan penelitian untuk menentukan teknik pengolahan yang cocok digunakan untuk menanggulangi limbah cair pewarna batik karena selama ini langsung dibuang ke perairan tanpa pengolahan terlebih dahulu.

PERPUSTAKAAN UNNES

Daftar Pustaka

Affandi R, D.S. Sjafei, M.F. Rahardjo, dan Sulistiono. 1992. *Iktiologi. Suatu Pedoman Kerja Laboratorium*. Bogor. IPB

Charlena. (2004). Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) pada Sayur–sayuran. (Online). www.rudyct.com/PPS702-pb/09145/charlena pdf. diakses tanggal 29 mei 2013.

Cahyadi, W., 2004, *Bahaya Pencemaran Timbal pada Makanan dan Minuman*, Fakultas Teknik Unpas Departemen Farmasi Pascasarjana ITB, www.pikiran-rakyat.com/cetak/0804/19/cakrawala/utama1.htm-19k-

Camargo MMP,CBR Martinez. 2007. Histopathology of Gills, Kidney andLiver of a Neotropical fish Caged in an Urban Stream.Journal of Neotropical Ichtyology 5 (3) : 327-336.

Deputi Menegristek. 2000.*Budidaya Ikan Lele (Clarias).* BAPPENAS :Jakarta

Erlangga, 2007. Efek Pencemaran Perairan Sungai Kampar Di Provinsi Riau Terhadap Ikan Baung (Hemibagrus nemurus). Bogor

Frimuati A. 2002.Toksisitas limbah batik Pekalongan terhadap Ikan Mujair.*Skripsi.Semarang: FMIPA UNNES*

Fujaya Y. 2004. Fisiologi Ikan. Rineka Cipta: Jakarta

Huri E, & syafriadiman. 2009. Jurnal berkala Perikanan Terubuk. Volume 37 Nomor 2 (pengaruh konsentrasi alk $(SO_4)2\ 12H_2O$ (aluminium Potassium sulfat) terhadap perubahan bukaan Operkulum dan sel jaringan insang Ikan nila merah (oreochromis niloticus)). Universitas Riau : Riau

Ishikawa NM, Maria JT, Julio VL & Claudia. 2007. Hematological parameters in Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* Exposed to Subletal concentrations of Mercury. *Braz. Arch. Biol. Technol. 50 (4)*

Kristanto. 2002. Ekologi Industri. Yogyakarta :Andi

Mahyuddin K. 2011. *Panduan Lengkap Agribisnis Lele*. Jakarta: Penebar Swadaya

Metcalf & Eddy, Inc, 2003. Waste water Engineering: Treatment, Disposal and Reuse. McGraw-Hill, Inc: USA.

Musman M ,sofyatudin K & Kavinta M. 2009. Jurnal Depik. Volume 1 Nomor 1 (uji selektifitas ekstrak etil asetat biji putat air terhadap keong mas dan ikan lele lokal). Universitas Syiah Kuala : Banda Aceh

Murtidjo BA. 2001. *Beberapa Metode Pembenihan Ikan Lele*. Yogyakarta:Kanisius

Palar H. 2004. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta. Jakarta

Price, S A & Wilson L M. 2006. Patofisiologi. Edisi VI. Volume I. EGC, Philadelphia.

Roberts, R J. 2001. Fish Pathology. Third Edition. W.B.Saunders, London, Edinburgh, Philadelphia, St Louis, Sydney, Toronto.

Rahmawati, L, *et al*. 2012.Pengaruh limbah pabrik karet terhadap jumlah gerakan operkulum dan frekuensi batuk ikan mas (cyprinus carpio l.). Universitas negeri padang: padang

Rudiyanti S, & AD Ekasari. 2009. Jurnal saintek Perikanan . Volume 5. Nomor 1. (Pertumbuhan dan survival rate ikan mas pada berbagai konsentrasi pestisida regent 0,3 g).

Savitri PO, & Indah Rachmatiah SS. 2012. Jurnal Penelitian EH4-12 (kajian kandungan logam berat pada ikan air tawar di Pasar tradisional dan pasar swalayan kota Bandung). Institut Teknologi Bandung : Bandung

Salmin. 2005. Jurnal Oseana, Volume XXX, Nomor 3 (Oksigen Terlarut Terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan kualitas perairan). Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI : Jakarta

Sastrawidana IDK & IN Sukarta.2011.uji toksisitas air limbah tekstil hasil pengolahan pada reaktor biofilm konsorsium bakteri Anaerob-aerob menggunakan ikan nila.*Jurnal penelitian dan pengembangan sains dan humaniora*.Lembaga penelitian Undiksha

Setiawan. 2009. Pendahuluan Pengacakan dan tata letak percobaan RAL model Linier dan Analisis ragam Contoh penerapan.
Online at http://smartstat.wordpress.com (diakses tanggal 27 februari 2013)

Suparwoko. 2008, *Puring paling Top Serap Timbal*, artikel majalah Trubus Online :http://www.trubus-nline.co.id/mod.php?mod=publisher&op=viewarticle &cid =1&artid=1414 edisi Jumat, Agustus 15, 2008 17:20:55, diakses tanggal 4 Januari 2014; 13.00.

Sofwatin. 2004. Keanekaragaman Jenis Ikan di sungai Setu Kecamatan Pekalongan Selatan Kota pekalongan tahun 2003. *Skripsi*. Semarang: FMIPA UNNES

Spector TD. 1993. *Pengantar patologi umum*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press

Tandjung, S.D. 1995. *Toksikologi Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press

Taufik. 2000. Pengaruh Pemberian LAS (Linier Alkilbenzena Sulphonat) Terhadap Gerakan Operkulum dan Frekuensi Batuk pada Ikan Mas (Cyprinus carpio L). Skripsi. FMIPA . Universitas Negeri Padang

Utami. 2005.Pengaruh Limbah Batik Terhadap Akumulasi Logam Cadmium Dan Timbal Pada Daging Ikan Lele.*skripsi*,Semarang : FMIPA UNNES.

Zulmasri. 2002. Toksisitas dan Akumulasi Kadmium Dalam Tubuh Ikan Mas (Cyprinus carpio L). Tesis. Pascasarjana FMIPA . Universitas Andalas : Padang.

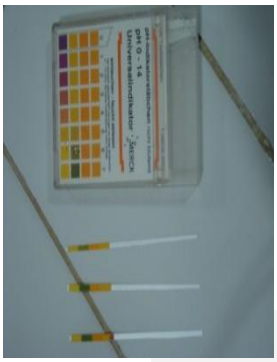
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

LAMPIRAN-LAMPIRAN

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

Lampiran 1. Foto- foto penelitian

a. Foto peralatan yang digunakan



Gb.1. pH stick

Gb.2. Papan Bedah

Gb.3. pH Meter

b. foto pada saat perlakuan

Gb.4. Botol flakon yang berisi insang *Clarias batrachus* saat preparasi pembuatan preparat histopatologi

Gb.5.Perlakuan Medium hidup *Clarias batrachus* saat diberi paparan limbah cair pewarna batik

Gb. 6. *Clarias batrachus* sebelum di beri perlakuan limbah cair pewarna batik

PERPUSTAKAAN
UNNES

Lampiran 2. Surat Keterangan Dosen Pembimbing

KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
Nomor : 294/P/2013

Tentang
PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER GASAL/GENAP
TAHUN AKADEMIK 2012/2013

Menimbang : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan/Prodi Biologi/Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Biologi/Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNNES untuk menjadi pembimbing.

Mengingat :
1. SK. Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES;
2. SK Rektor UNNES No.162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;
3. Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78)

Memperhatikan : Usulan Ketua Jurusan/Prodi Biologi/Biologi Tanggal 25 Februari 2013

MEMUTUSKAN

Menetapkan :

PERTAMA : Menunjuk dan menugaskan kepada :

1. Nama : Dr Lisdiana, M.Si
   NIP : 195911191986032001
   Pangkat/Golongan : IV/a - Pembina
   Jabatan Akademik : Lektor Kepala
   Sebagai Pembimbing I

2. Nama : Ir. Tyas Agung Pribadi, M.Sc.St.
   NIP : 196203081990021001
   Pangkat/Golongan : III/c - Penata
   Jabatan Akademik : Lektor
   Sebagai Pembimbing II

Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi/Tugas Akhir :
Nama : DEFRIANTO ALFIKA PUTRA
NIM : 4411409015
Jurusan/Prodi : Biologi/Biologi
Topik : gerak operkulum dan struktur morfologi labirin ikan lele yang terpapar limbah cair pewarna batik

KEDUA : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

DITETAPKAN DI : SEMARANG
PADA TANGGAL : 25-02-2013
DEKAN

Prof. Dr. Wiyanto, M.Si.
NIP. 196310121988031001

Tembusan
1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
2. Ketua Jurusan
3. Dosen Pembimbing
4. Pertinggal

4411409015

FM-03-AKD-24/Rev. 00

Lampiran 3. Surat Ijin Penelitian

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
Gedung D5 Lt.1 Kampus Sekaran Gunungpati Semarang Kode Pos 50229, Telp. (024)8508112
Telp. Dekan (024)8508005; Jurusan: Matematika (024)8508032; Fisika (024)8508034; Kimia (024)8508035; Biologi (024)8508033
Fax. (024)8508005; Website: http://mipa.unnes.ac.id; Email: mipa@unnes.ac.id

No : 4278 /UN37.1.4/LT/2013
Lamp : -
Hal : Ijin Penelitian

Kepada
Yth Kepala Lab. Biologi FMIPA Unnes
Di Semarang

Dengan hormat,
Bersama ini, kami mohon ijin pelaksanaan penelitian untuk penyusunan skripsi/Tugas Akhir oleh mahasiswa sebagai berikut:

Nama	: Defrianto Alfika Putra
NIM	: 4411409015
Prodi	: Biologi
Judul	: Ramjet Ventilation dan Morfologi Arborescent Organ Pada Clarias Batrachus Yang Terpapar Limbah Cair Pewarna Batik
Tempat	: Lab. Biologi Unnes
Waktu	: 16 Juli – 16 Agustus 2013

Atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

9 Juli 2013
Dekan

Prof. Dr. Wiyanto, M.Si
NIP. 19631012 198803 1 001

FM-05-AKD-24

Lampiran 4. Pembuatan Preparat Mikroanatomi Insang *Clarias batrachus*

Pembuatan Sediaan Histopatologi

Sampling Organ

↓

Fiksasi

↓

Dehidrasi

(proses penarikan air dari jaringan)

alkohol 70%, 80%,90%,95%,95%

alkohol absolut I, alkohol absolut II :

masing-masimg 2 jam

↓

Clearing

Silol, silol II masing-masing 2 jam

↓

Embedding

(penanaman jaringan dalam paraffin)

↓

Sectioning

(pemotongan)

Menggunakan mikrotom setebal 5 µm

↓

Mounting

(penempelan sediaan pada gelas objek)

↓

Staining

(pewarnaan)

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

Pewarnaan Hematoksilin Eosin (HE)

Xylol I : 2 menit

↓

Xylol II : 2 menit

↓

Alkohol absolute : 2 menit

↓

Alkohol 95% : 1 menit

↓

Alkohol 85% : 1 menit

↓

Cuci dengan air kran : 1 menit

↓

Mayer's Haematoxylin : 8 menit

↓

Cuci dengan air kran : 30 detik

↓

Lithium carbonat : 15-30 detik

↓

Cuci dengan air kran : 2 menit

↓

Eosin : 2-3 menit

↓

Cuci dengan air kran : 30-60 menit

↓

Alkohol 95% : 10 celupan

↓

Alkohol absolute I : 10 celupan

↓

Alkohol absolute I : 2 menit

↓

Xylol I : 1 menit

↓

Xylol II : 2 menit

↓

Tutup dengan gelas penutup

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES