



## Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Bandeng di Tambak Wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Semarang

### *Microanatomy Structure of Milkfish Gills in The Village Pond Site Tapak Area Tugu Tugurejo District of Semarang*

✉ Utari Ani Susannah, Kukuh Santosa, Nur Rahayu Utami

Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

#### Info Artikel

Sejarah Artikel:  
Diterima Januari 2013  
Disetujui Maret 2013  
Dipublikasikan Maret 2013

#### Keywords:

*gills, Microanatomy structure, milkfish*

#### Abstrak

Berbagai macam kegiatan industri dan teknologi di wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu yang ada saat ini apabila tidak disertai dengan program pengelolaan limbah yang baik akan memungkinkan terjadinya pencemaran air. Ikan sebagai salah satu biota air dapat dijadikan sebagai suatu indikator tingkat pencemaran yang terjadi di dalam perairan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi air tambak dan kerusakan struktur mikroanatomi insang ikan bandeng yang ada di tambak wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Semarang. Penelitian dilakukan di tambak wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Semarang, laboratorium BBT PPI Semarang dan laboratorium kedokteran hewan UGM. Pengambilan data menggunakan *purposive random sampling*. Analisis data dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif. Hasil penelitian terhadap faktor lingkungan ikan bandeng masih berada dalam ambang batas yang ditentukan namun hasil pengamatan struktur mikroanatomi insang menunjukkan terdapat kerusakan struktur mikroanatomi berupa edema, hiperplasia, atrofi, fusi lamella, curling dan nekrosis. Hal ini diduga karena zat toksik lain yang ada di perairan namun tidak terukur dalam penelitian. Disimpulkan bahwa pencemaran air tambak di wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Semarang masih berada pada pencemaran tingkat awal. Pada hasil pengamatan struktur mikroanatomi insang ikan bandeng kerusakan yang terjadi pada jaringan disebabkan lebih karena kerusakan struktur mikroanatomi.

#### Abstract

*A wide variety of industrial and technological activities in Tapak Area Tugurejo Village Tugu District could result in water pollution if they are not accompanied by a good waste management program. Fish as one of aquatic biota can be used as an indicator of the level of pollution in the waters. The aim of this research is to determine the condition of pond water and mikroanatomi structural damage of milkfish gills in Tapak pond. Data retrieved using purposive random sampling. Data analysis is qualitative descriptive. The result of environmental factors milkfish showed that environmental factors milkfish still in the threshold which is determined, but observations mikroanatomi gill structure showed that there are mikroanatomi structural damage in the form of edema, hyperplasia, atrophy, fusion lamella, curling, and necrosis. It is thought to be caused by other toxic substances that exist in waters, but it was not measured in the research. It was concluded that water pollution in Tapak pond still at the initial level of pollution. In observations milkfish gill structure mikroanatomi showed that tissue damage caused by damage structure it's self.*

## PENDAHULUAN

Masalah pencemaran lingkungan terutama pencemaran air mendapat perhatian yang cukup besar dari pemerintah, karena air merupakan salah satu unsur penting bagi makhluk hidup. Seiring dengan berkembangnya industri, konsentrasi limbah dalam perairan ikut meningkat. Berbagai macam kegiatan industri dan teknologi yang ada saat ini apabila tidak disertai dengan program pengelolaan limbah yang baik akan memungkinkan terjadinya pencemaran air, baik secara langsung maupun tidak langsung. Bahan buangan dan air limbah yang berasal dari kegiatan industri adalah penyebab utama terjadinya pencemaran air. Menurut UU No.32/2009 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, yang dimaksud dengan pencemaran lingkungan adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain di dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan. Keadaan normal air tergantung pada faktor penentu, yaitu kegunaan air itu sendiri dan asal sumber air. Ukuran air disebut bersih dan tidak tercemar tidak ditentukan oleh kemurnian air (Wardhana 2004).

Selain itu pencemaran dapat juga terjadi karena pembuangan limbah, baik limbah domestik maupun limbah industri. Pembuangan air limbah secara langsung ke lingkungan inilah yang menjadi penyebab utama terjadinya pencemaran. Limbah (baik berupa padatan maupun cairan) yang masuk ke air lingkungan menyebabkan terjadinya penyimpangan dari keadaan normal air dan ini berarti suatu pencemaran (Wardhana 2004).

Wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Semarang merupakan daerah yang telah menjadi salah satu kawasan industri di Semarang. Industri-industri yang berada disekitar wilayah Tapak Kecamatan Tugurejo Semarang antara lain industri pengepakan ikan, industri sabun, industri makanan, industri meubel, industri keramik dan perlengkapan rumah tangga, industri paku, dan lain sebagainya. Dari aktivitas industri-industri tersebut tentu akan dihasilkan limbah seperti limbah cair yang dibuang ke perairan sekitarnya. Para petani tambak di wilayah Tapak sering mengeluh karena ikan bandeng yang mereka budidayakan sering mati sebelum masa panen, bahkan masih dalam proses pembibitan. Menurut mereka hal ini dikarenakan limbah dari industri-industri yang ada di sekitar tambak yang membuang limbahnya ke sungai dan airnya mengalir ke tambak mereka. Sungai yang ada di Ta-

pak sendiri terlihat begitu keruh, hitam dan baunya sangat menyengat, apalagi ketika pagi hari saat limbah dibuang ke perairan.

Limbah industri di wilayah Tapak akan memasuki sungai dan akhirnya masuk ke petakan tambak-tambak sehingga mencemari tambak. Apabila perairan tambak telah tercemar, maka diduga ikan bandeng yang dibudidayakan pun ikut tercemar. Pencemaran limbah industri ke tambak semakin diperkuat dengan jarak antara tambak dengan kawasan industri yang cukup dekat yaitu sekitar 5 meter, contohnya adalah PT. Golden Manyaran. Adapun industri-industri yang ada di wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Semarang antara lain PT. Aqua Farm, PT. Bukit Perak, PT. Indofood, PT. Country From, PT. Kharisma, PT. Sirup Fres, PT. Paton Buana.

Ikan sebagai salah satu biota air dapat dijadikan sebagai suatu indikator tingkat pencemaran yang terjadi di dalam perairan. Pencemaran dalam ikan erat kaitannya dengan pembuangan limbah industri di sekitar tempat hidup ikan tersebut seperti sungai, danau, laut maupun tambak.

Ikan dapat mengabsorpsi bahan-bahan pencemar dalam air. Bahan-bahan pencemar yang diabsorpsi dalam tubuh ikan akan didistribusikan ke dalam jaringan dan ditimbun dalam jaringan tertentu seperti hati, ginjal, daging, dan jaringan saraf (Darmono 1995). Absorpsi polutan-polutan tersebut oleh organisme air dapat melalui insang, penyerapan air ke dalam permukaan tubuh dari makanan, partikel atau air yang dicerna melalui sistem pencernaan.

Pencemaran limbah atau masuknya bahan toksik ke dalam jaringan ikan dapat menyebabkan kerusakan jaringan pada insang seperti edema (pembengkakan sel), hiperplasia (pembentukan jaringan secara berlebih), atrofi (penyusutan ukuran sel), dan fusi dua lamella sekunder. Jika zat toksik maupun pencemaran yang terjadi sudah cukup lama, dapat mengakibatkan kematian sel (nekrosis). Hal ini terjadi karena senyawa toksik menyebabkan sel tidak dapat melakukan metabolisme sehingga tidak terbentuk energi untuk kelangsungan hidupnya (Tandjung 1982).

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui struktur mikroanatomi insang ikan bandeng serta kadar pencemaran pada air tambak wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Semarang untuk mengetahui apakah ikan bandeng serta air tambak tercemar atau tidak.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu diteliti bagaimana kondisi air tambak wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Se-

marang, serta bagaimana struktur mikroanatomi insang ikan bandeng yang ada di tambak wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Semarang ?.

## METODE

Lokasi penelitian ini adalah tambak yang terletak di wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Semarang untuk pengambilan sampel ikan bandeng dan air tambak. Pembuatan preparat dilakukan di laboratorium kedokteran hewan UGM sedangkan uji faktor lingkungan ikan bandeng dilakukan di laboratorium BB TPPI Semarang. Penelitian ini dilakukan mulai bulan Juni - September 2010.

Populasi dalam penelitian ini adalah ikan bandeng dan air tambak yang ada di tambak wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Semarang. Sampel dalam penelitian ini adalah ikan bandeng yang berumur 3 bulan dan air tambak yang diambil dari 3 stasiun yang berbeda di wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Semarang yaitu stasiun I yang berjarak 5 m dari PT. Golden Manyaran yaitu pabrik penghasil keramik yang merupakan tambak darat, stasiun II berjarak 800 m yaitu tambak biasa yang berada di tengah, dan stasiun III dengan jarak 1,5 km dari pabrik terdekat yang merupakan tambak lanyah (Gambar hal. 36). Untuk mendapatkan data yang diharapkan dapat mewakili daerah yang diteliti maka tempat pengambilan sampel di 3 stasiun yang berbeda yaitu stasiun I, stasiun II, stasiun III yang dilakukan menggunakan teknik *purposive random sampling*.

Data yang dikumpulkan meliputi : (a) Data utama adalah struktur mikroanatomi insang ikan bandeng yang hidup di tiga stasiun sampel di tambak wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Semarang. (b) Data pendukung adalah faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi kehidupan ikan bandeng yaitu kandungan logam berat dalam air, pH, COD, DO, suhu, salinitas, panjang ikan bandeng, berat ikan bandeng, dan umur ikan bandeng.

Untuk membandingkan hasil pengukuran faktor lingkungan hidup ikan bandeng apakah sesuai atau tidak dengan ambang batas yang ditentukan maka dibandingkan dengan baku mutu faktor lingkungan menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 20 Tahun 1990 yang ada pada tabel berikut.

**Tabel 1.** Baku mutu faktor lingkungan ikan bandeng (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.20 Tahun 1990)

Faktor lingkungan	Jumlah
Suhu (°C)	Normal
pH (mg/l)	6,5-8,5
DO (mg/l)	> 3
COD (mg/l)	30
Kandungan logam berat (mg/l)	Pb : 0.05

Langkah awal yang dilakukan adalah pengambilan ikan pada setiap stasiun berjumlah 5 ekor. Setiap ikan diberi label berdasarkan stasiunnya I (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>), II (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub>), dan III (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>). Sebelum ikan dibawa ke laboratorium, ikan ditimbang dan diukur panjangnya terlebih dahulu. Untuk mendapatkan data struktur mikroanatomi insang ikan bandeng dilakukan pembedahan, kemudian dibuat preparat mikroskopis dengan metode parafin dan pewarnaan Hematoxylin-Eosin (HE). Setelah pembuatan preparat selesai kemudian diamati di bawah mikroskop untuk mengetahui kerusakannya dan menghitung kandungan logam berat dalam ikan bandeng dalam % dijadikan mg/kg.

Langkah berikutnya adalah pengambilan sampel air. Pada masing-masing stasiun, air diambil sebanyak 5 liter. Air tersebut digunakan untuk mengukur pH menggunakan kertas pH, mengukur suhu, mengukur Pb, dan mengukur kandungan O<sub>2</sub>. Untuk mengukur Pb air tambak dilakukan dengan cara mengasamkan air sampel sampai pH < 2 dengan HNO<sub>3</sub>. Kemudian 100ml air diuapkan sampai sisa volume kurang lebih 10 ml. Lalu sampel diukur absorpsinya dengan metode AAS.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian terhadap faktor lingkungan hidup ikan bandeng dapat dilihat pada Tabel 2.

Pengujian faktor lingkungan pada penelitian ini digunakan sebagai pendukung terhadap hasil pemeriksaan laboratorium tentang struktur mikroanatomi insang ikan bandeng. Tabel 5 menunjukkan bahwa selama penelitian, pengukuran suhu pada air tambak berkisar 31 sampai 33 °C. Berdasarkan hal tersebut, suhu pada lokasi penelitian masih dalam kondisi optimal untuk

**Tabel 2.** Hasil pengukuran faktor lingkungan ikan bandeng

Stasiun	Suhu (°C)	pH	DO (mg/l)	COD (mg/l)	Salinitas (%)	Kandungan logam berat (Pb) mg/l	Panjang ikan (cm)	Umur ikan (bulan)
I	31	7	6,03	30,33	13,5	< 0,003	20	4
II	33	7	5,76	38,67	29	< 0,003	20,5	4
III	32	7	6,11	37,91	31	< 0,003	21	4

Keterangan :

Stasiun I : jarak 5 m dari pabrik

Stasiun II : jarak 800 m dari pabrik

Stasiun III : jarak 1,5 km, dekat laut & jauh dari pabrik

kehidupan ikan bandeng karena ikan bandeng masih bisa hidup pada kisaran 30-35° C. Irianto (2005) menyatakan peningkatan suhu dapat menyebabkan penurunan kelarutan gas-gas dalam perairan sehingga keberadaan oksigen terlarut kadang tidak dapat memenuhi kebutuhan oksigen hewan akuatik.

Hasil pengukuran derajat keasaman (pH) pada tiap-tiap stasiun menunjukkan bahwa pH air tambak masih stabil yaitu pada pH 7. Kisaran pH pada penelitian ini masih normal karena masih sesuai dengan ambang batas pH air yang baik untuk pertumbuhan dan produksi ikan bandeng yaitu 6,5-9,0. Menurut Connel dan Miller (1995)

oksigen terlarut pada penelitian ini masih sesuai bagi kehidupan ikan. Oksigen terlarut merupakan salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi kadar logam berat pada organisme air. Hasil pengukuran CO<sub>2</sub> terlarut berkisar dari 30,33 mg/l sampai 38,67 mg/l.

Pengujian terhadap salinitas menunjukkan bahwa kadar salinitas yang ada pada tambak stasiun I adalah 13,5%, hal ini karena letak stasiun I yang merupakan jenis tambak darat atau tambak yang letaknya sangat jauh dari laut, sehingga kadar garamnya lebih sedikit/ salinitasnya rendah. Sementara pada stasiun II salinitasnya adalah 29 % karena letaknya yang ada di tengah dan tidak terlalu dekat dengan laut. Sedangkan stasiun III salinitasnya 31%, hal ini disebabkan karena letak tambak stasiun III yang dekat sekali dengan laut salinitasnya tinggi karena kadar garam dari air laut yang masuk ke perairan yang mengalir tambak lebih banyak dibandingkan stasiun I dan II.

Kandungan logam berat Pb yang diukur dalam penelitian ini adalah < 0,003 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa kadar logam berat dalam air tambak masih sesuai dengan ambang batasnya yaitu 0,05 mg/l dan belum begitu berbahaya bagi ikan. Kandungan Pb yang terukur dalam penelitian ini diduga berasal dari asap kendaraan yang sering melewati tambak, serta dari limbah buangan industri yang ada di sekitar tambak wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan

Tugu Semarang.

Berdasarkan hasil pengukuran faktor lingkungan hidup ikan bandeng atau kualitas air yang ditunjukkan pada Tabel 4, tampak bahwa semua parameter yaitu suhu air, pH, air, DO, COD, salinitas, kandungan logam berat masih berada di bawah ambang batas yang ditentukan. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi air di tambak wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu berada pada tahap pencemaran awal (Tandjung 1982).

Hasil pengamatan struktur mikroanatomi insang ikan bandeng dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan pengamatan, perubahan struktur mikroanatomi yang ditemukan di organ insang yaitu edema, hiperplasia, atrofi, nekrosis, fusi lamella dan curling. Untuk lebih jelasnya mengenai perubahan struktur mikroanatomi tersebut dapat dilihat pada Gambar 1-6.

Perubahan struktur mikroanatomi insang dapat digunakan sebagai indikator tingkat pencemaran di lingkungan mulai terjadinya kontaminasi, pencemaran tingkat ringan sampai tingkat berat.

Pengaruh patomorfologi suatu bahan pencemar terhadap ikan merupakan salah satu parameter adanya pengaruh bahan pencemar terhadap ikan, yang dapat dipelajari baik pada bentuk luar maupun secara histologik dan sitologik. Kerusakan insang yang diakibatkan oleh adanya limbah industri menunjukkan tingkat yang berbeda-beda tergantung pada konsentrasi limbah dan lamanya waktu pemaparan.

Proses masuknya zat toksik menurut Palar (1994) adalah ion-ion logam dapat membentuk ion-ion logam yang dapat larut dalam lemak. Ion-ion logam yang dapat larut dalam lemak itu mampu untuk melakukan penetrasi pada membran sel, sehingga ion-ion logam tersebut akan menumpuk (terakumulasi) di dalam sel dan organ-organ lain.

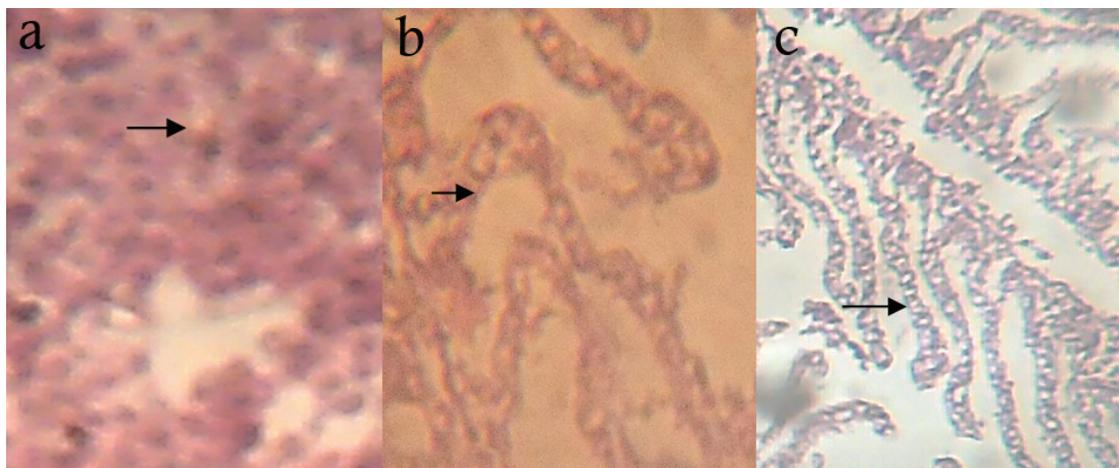
Anderson (1995) mengatakan bahwa untuk menjaga kestabilan sel di lingkungan internal, sel harus mengeluarkan energi metabolik

**Tabel 3.** Hasil pengamatan kerusakan struktur mikroanatomi insang ikan bandeng

Stasiun	Sampel	Kerusakan struktur mikroanatomi								
		Edema	Fusi lamela	Kongesti	Hyperplasia	Proliferasi sel goblet	Atrofi	Nekrosis	Telangi ektasis	Curling
I A	A1	+	++	-	-	-	-	-	-	-
	A2	-	-	-	-	-	-	-	-	++
	A3	-	+++	-	-	-	-	-	-	-
	A4	++	-	-	-	-	-	-	-	+++
	A5	+++	+	-	-	-	-	+	-	+++
II B	B1	-	-	-	-	-	-	-	-	+++
	B2	-	-	-	-	-	-	-	-	+++
	B3	-	-	-	++	-	-	++	-	++
	B4	-	-	-	-	-	+	+++	-	-
	B5	-	-	-	+	-	-	-	-	+++
III C	C1	-	-	-	-	-	-	+++	-	-
	C2	-	-	-	-	-	-	+++	-	+++
	C3	-	-	-	-	-	-	++	-	+
	C4	-	-	-	-	-	-	+++	-	+++
	C5	-	-	-	-	-	-	++	-	++

Keterangan :

- : tidak terjadi perubahan struktur mikroanatomi
- + : terjadi sedikit perubahan struktur mikroanatomi
- ++ : terjadi sedang perubahan struktur mikroanatomi
- +++ : terjadi banyak perubahan struktur mikroanatomi

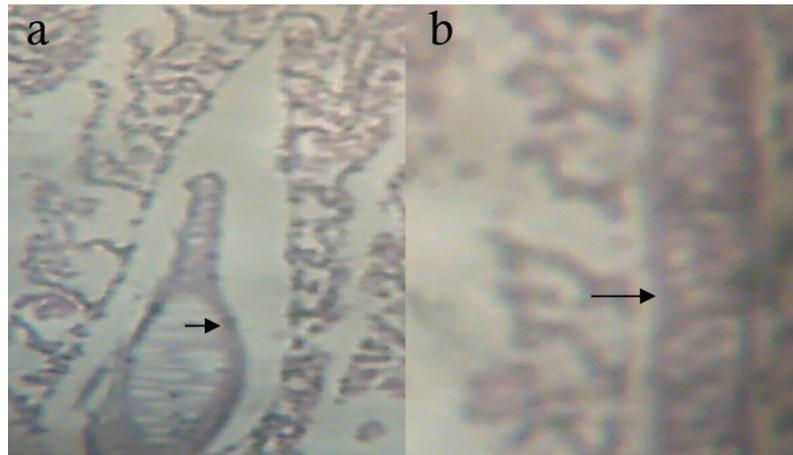


**Gambar 1.** Struktur mikroanatomi edema pada insang ikan bandeng. Perbesaran 40X10. Pewarnaan Hematoxylin-Eosin. Keterangan: a. A<sub>1</sub>, b. A<sub>4</sub>, c. A<sub>5</sub>

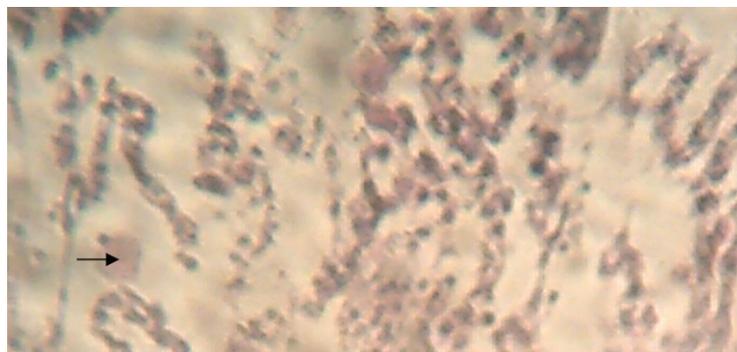
untuk memompa ion natrium keluar dari sel. Ini terjadi pada tingkat membran sel. Sesuatu yang mengganggu metabolisme energi dalam sel atau sedikit saja melukai membran sel dapat membuat sel tidak mampu memompa ion natrium. Akibat adanya osmosis dari kenaikan konsentrasi natrium di dalam sel adalah masuknya air ke dalam sel dan akibatnya adalah perubahan morfologis yang disebut dengan edema atau pembengkakan sel. Edema apabila berlanjut akan mengakibatkan kematian sel atau nekrosis. Menurut

Tandjung (1982) mengatakan bahwa terjadinya perubahan struktur mikroanatomi tersebut menunjukkan bahwa telah terjadi kontaminasi tetapi belum ada pencemaran. Adanya edema, menyebabkan eritrosit menjadi mudah pecah dan berubah bentuk sehingga mengalami degenerasi dan membuat ikan kesulitan bernafas karena kekurangan oksigen, sehingga dapat menyebabkan kematian ikan.

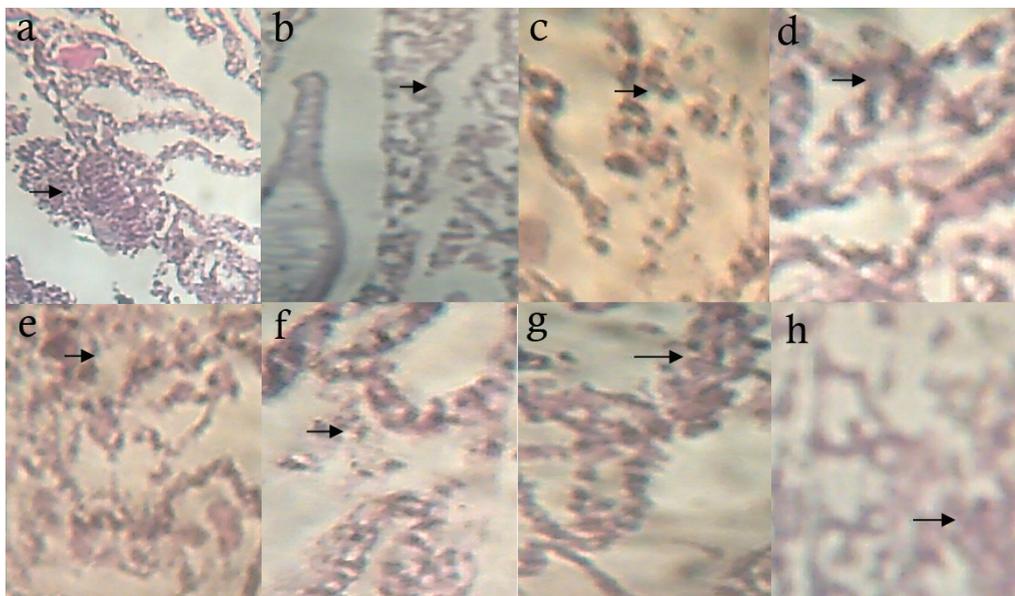
Pada penelitian ini terjadinya edema maupun hyperplasia karena habitat ikan bandeng



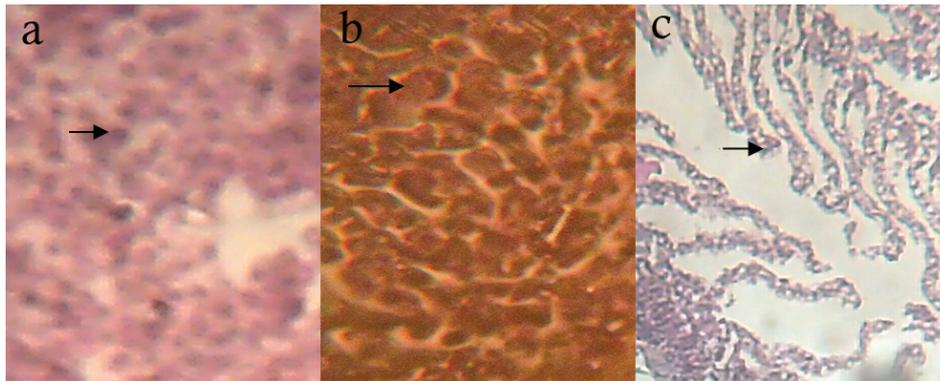
**Gambar 2.** Struktur mikroanatomi Hyperplasia pada insang ikan bandeng. Perbesaran 40X10. Pewarnaan Hematoxylin-Eosin. Keterangan: a. B<sub>3</sub> dan b. B<sub>5</sub>



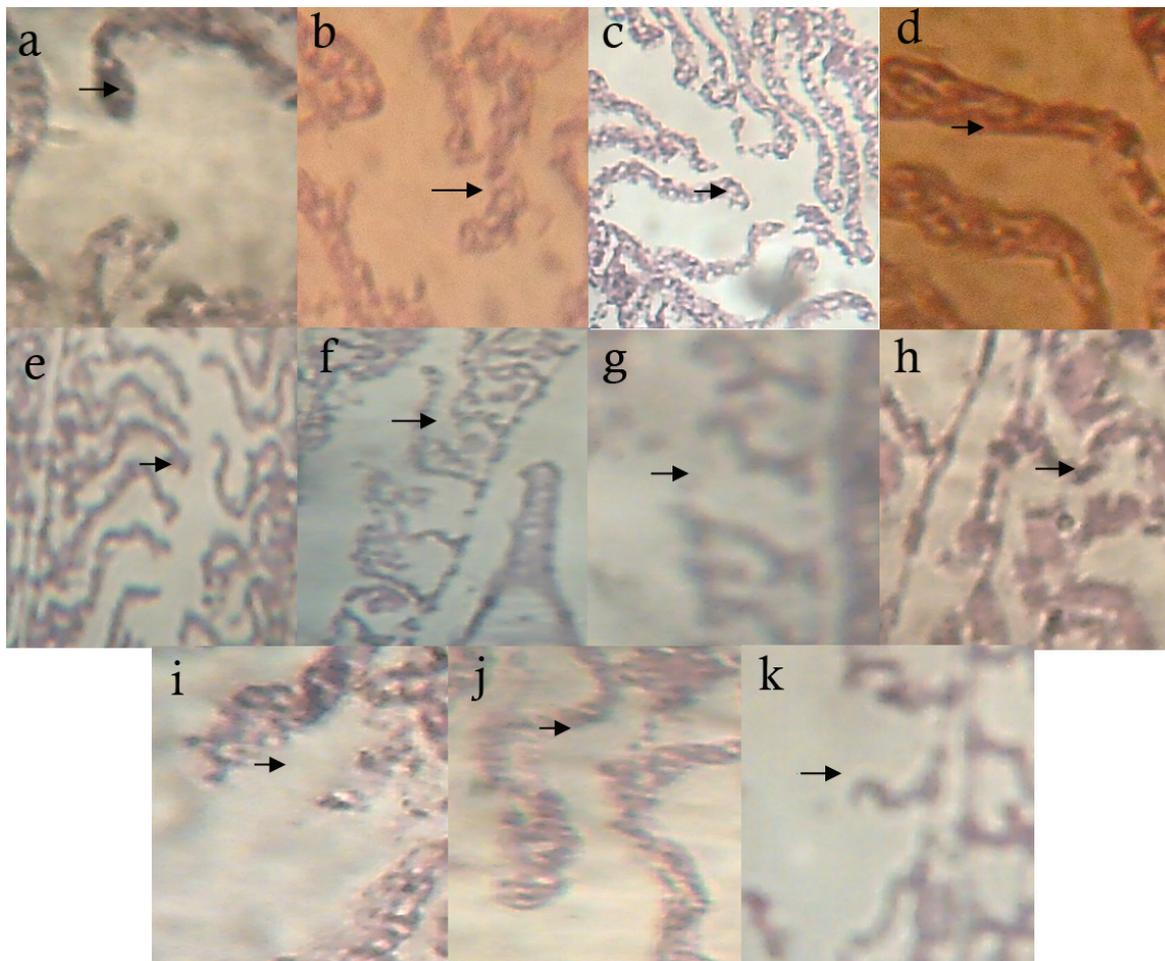
**Gambar 3.** Struktur mikroanatomi Atrophi pada insang ikan bandeng B<sub>4</sub>. Perbesaran 40X10. Pewarnaan Hematoxylin-Eosin



**Gambar 4.** Struktur mikroanatomi Nekrosis pada insang ikan bandeng. Perbesaran 40X10. Pewarnaan Hematoxylin-Eosin. Keterangan: a. A<sub>5</sub>, b.B<sub>3</sub>, c.B<sub>4</sub>, d.C<sub>1</sub>, e.C<sub>2</sub>, f.C<sub>3</sub>, g.C<sub>4</sub>, dan h.C<sub>5</sub>



**Gambar 5.** Struktur mikroanatomi Fusi Lamella pada insang ikan bandeng. Perbesaran 40X10. Pewarnaan Hematoxylin-Eosin. Keterangan: a. A<sub>1</sub>, b.B<sub>3</sub>, dan c.A<sub>5</sub>



**Gambar 6.** Struktur mikroanatomi Curling pada insang ikan bandeng. Perbesaran 40X10. Pewarnaan Hematoxylin-Eosin.

Keterangan: a.A<sub>2</sub>, b.A<sub>4</sub>, c.A<sub>5</sub>, d.B<sub>1</sub>, e.B<sub>2</sub>, f.B<sub>3</sub>, g.B<sub>5</sub>, h.C<sub>2</sub>, i.C<sub>3</sub>, j.C<sub>4</sub>, dan k.C<sub>5</sub>,

yang diduga tercemar oleh limbah dari buangan industri yang ada disekitar tambak. Senyawa toksik masuk melalui insang, hal ini sesuai dengan pernyataan (Connel 1995) bahwa pengambilan bahan toksik oleh makhluk hidup air melalui tiga proses utama: (1) dari air melalui permukaan per-

napasan (misalnya, insang), (2) penyerapan dari air ke dalam permukaan, dan (3) dari makanan, partikel air yang dicerna melalui pencernaan. Senyawa toksik maupun bahan organic terlarut menyebabkan iritasi pada insang dan lamella insang menjadi tertutup, hal ini menyebabkan fungsi

insang terganggu dan menyebabkan proses pernapasan ikut terganggu.

Edema disini dikarenakan adanya zat toksik dalam air tambak yang masuk insang dan mengakibatkan sel bersifat iritatif yang menyebabkan sel akan mengalami pembengkakan. Sementara hyperplasia diakibatkan oleh edema yang berlebihan sehingga sel darah merah keluar dari kapilernya dan sel akan mengalami lepas-lepas dari penyokongnya. Hyperplasia merupakan adaptasi fisiologis yang permanen dalam kurun waktu tertentu yang disertai dengan adanya perubahan struktural insang (Spector 1993). Hal ini merupakan respon dari insang akibat adanya bahan toksik yang mengontaminasinya. Perubahan mikroanatomi insang seperti epithelium yang terangkat, hyperplasia, dan hypertrophy epithelium sel, dan fusi dari beberapa lamella sekunder merupakan bentuk pertahanan terhadap zat pencemar (Fernandes dan Mazon 2003).

Selain edema dan hyperplasia, ditemukan juga kerusakan struktur mikroanatomi berupa atrofi (Gambar 12). Pada penelitian ini terjadi atrofi pada lamella primer. Diduga atrofi dalam penelitian ini terjadi karena ikan terpapar oleh surfaktan dari limbah industri sabun dalam waktu pemaparan yang cukup lama sehingga sel-sel pada lamella primer mengalami penyusutan. Bernett *et al.* (1999) menyatakan bahwa surfaktan yang mencemari perairan dapat menyebabkan terjadinya luka seperti nekrosis, atrofi, dan hyperplasia.

Tandjung (1982) mengatakan bahwa degenerasi insang tingkat 1 berupa terjadinya edema pada lamella, dan menunjukkan telah terjadi kontaminasi tapi belum ada pencemaran. Degenerasi tingkat 2 berupa terjadinya hyperplasia. Sementara degenerasi tingkat 3 yaitu fusi lamella merupakan indikasi terjadinya pencemaran tingkat awal.

Pada insang ikan yang normal, struktur insang masih lengkap, lamella primer maupun lamella sekunder tidak mengalami kerusakan. Bagian-bagian dari struktur insang masih belum mengalami kerusakan.

Pada kelompok dari stasiun I yang pertama adalah A1, insang mengalami kerusakan berupa edema dan fusi beberapa lamella sekunder. Pada sampel A2, insang ikan mengalami perubahan dimana lamella sekunder menjadi seperti bentuk keriting atau disebut dengan curling. Pada sampel A3, terdapat kerusakan insang berupa fusi lamella sekunder. Sampel A4 menunjukkan bahwa terdapat kerusakan insang ikan berupa edema dan curling sedangkan sampel A5 insang mengalami edema, fusi lamella, nekrosis dan curling. Hal ini

terjadi karena letak stasiun I yang dekat dengan area industri sehingga zat toksik dari limbah industri yang masuk jumlahnya lebih banyak.

Sementara sampel yang diambil dari stasiun II yaitu B1, terdapat curling pada sebagian besar lamella sekunder. Sampel B3 menunjukkan kerusakan berupa curling. Pada sampel B3, insang mengalami hyperplasia, nekrosis, dan curling. Untuk sampel B4, insang mengalami nekrosis dimana lamella sekunder sudah tidak berbentuk atau hancur dan juga mengalami atrofi. Pada sampel B5, kerusakan yang terdapat pada insang adalah hyperplasia dan curling. Atrofi yang dimaksud disini adalah hilangnya/menyusutnya sel-sel penyusun lamella primer pada insang akibat masuknya zat toksik ke dalam insang. Gejala yang terjadi pada insang pada sampel dari stasiun II ini menunjukkan bahwa telah terjadi degenerasi insang tingkat 4 yaitu telah terjadi pencemaran. Nekrosis, curling, dan juga atrofi disini dimungkinkan karena ikan terpapar oleh zat toksik dalam waktu yang lama, akibatnya sel-sel akan mengalami penyusutan dan jika sudah parah akan mengakibatkan sel hancur, tidak berbentuk lagi, dan akhirnya mengalami kematian sel/ nekrosis.

Sampel stasiun III yaitu C1 kerusakan insangnya hanya berupa nekrosis. Sampel C2, C3, dan C4 mengalami kerusakan yang sama yaitu nekrosis dan curling, sedangkan sampel C5 mengalami kerusakan berupa curling. Nekrosis atau kematian sel terjadi karena ikan terpapar zat toksik dalam waktu yang lama dengan konsentrasi yang tinggi. Lagler (1977) menyebutkan bahwa sebagian besar kematian ikan yang disebabkan oleh bahan pencemar atau zat toksik terjadi karena kerusakan pada bagian insang dan organ-organ yang berhubungan dengan insang. Insang merupakan organ yang paling lembut diantara struktur tubuh ikan dan merupakan organ utama dalam proses pernafasan. Insang merupakan tempat pertukaran oksigen dan karbondioksida melalui infiltrasi air. 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 seperti sel epithelium, sel basal, eritrosit, lamella sekunder dan filamen insang.

Kerusakan pada struktur mikroanatomi insang menyebabkan ikan sulit bernafas dan menyebabkan kandungan oksigen dalam darah menjadi berkurang sehingga Hb kesulitan dalam mengikat oksigen. Akibatnya ikan kekurangan oksigen dan mengalami hipoksia sebagai akibat dari kerusakan lamella sekunder dari insang. Efek dari kesulitan dalam bernafas, maka akan

merangsang organisme untuk mengikat sel darah merah, hematokrit dan hemoglobin untuk meningkatkan mekanisme transfer oksigen di dalam tubuh (Ishikawa *et al.* 2007).

Dari uraian di atas, kerusakan pada struktur mikroanatomi insang ikan bandeng diduga karena adanya senyawa toksik lain yang ada dalam perairan tambak yang tidak terukur ketika penelitian. Untuk itu diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui lebih banyak zat toksik apa saja yang ada di perairan tambak di wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Semarang.

## SIMPULAN

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa kondisi air di tambak wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Semarang berada pada kondisi pencemaran awal. Struktur mikroanatomi insang ikan bandeng di wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Semarang mengalami kerusakan berupa edema, hiperplasia, fusi lamella, atrofi, curling dan nekrosis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, S. (1995). *Patofisiologi Konsep Klinis Proses-proses Penyakit*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Connel, D.W. (1995). *Bioakumulasi Senyawa Xenobiotik*. Jakarta : UI Press.
- Darmono. (1995). *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: UI Press.
- Fernandes MN dan AF Mazon. (2003). Environmental Pollution and Fish Gill Morphology. *Brazilian Journal of Biology* 62 (4) : 203 – 231.
- Irianto A. (2005). *Patologi Ikan Teleostei*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Ishikawa NM, Maria JT, Julio VL, & Cláudia MF. (2007). Hematological Parameters in Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* Exposed to Sub-lethal Concentrations of Mercury. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 50 (4).
- Lagler, K.F. Bardah, J.E. Miller, R.R, and Passino, D.R.M. (1977). *Ichthyology*. Second Edition. New York. John Wiley and Sons.
- Palar, H. (1994). *Pencemaran Dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Pratiwi Y, Shalihuddin DT, dan Junun S. (2005). Uji Toksisitas dan Patologi Lindi dari Pembuangan Akhir Sampah Piyungan Bantul Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) serta Penurunan Toksisitasnya dengan PAC. *Sains dan Teknologi* 18 (3) : 323-336.
- Spector TD. (1993). *Pengantar Patologi Umum*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tandjung, S.D. (1995). *Toksikologi Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Wardhana, W. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi.