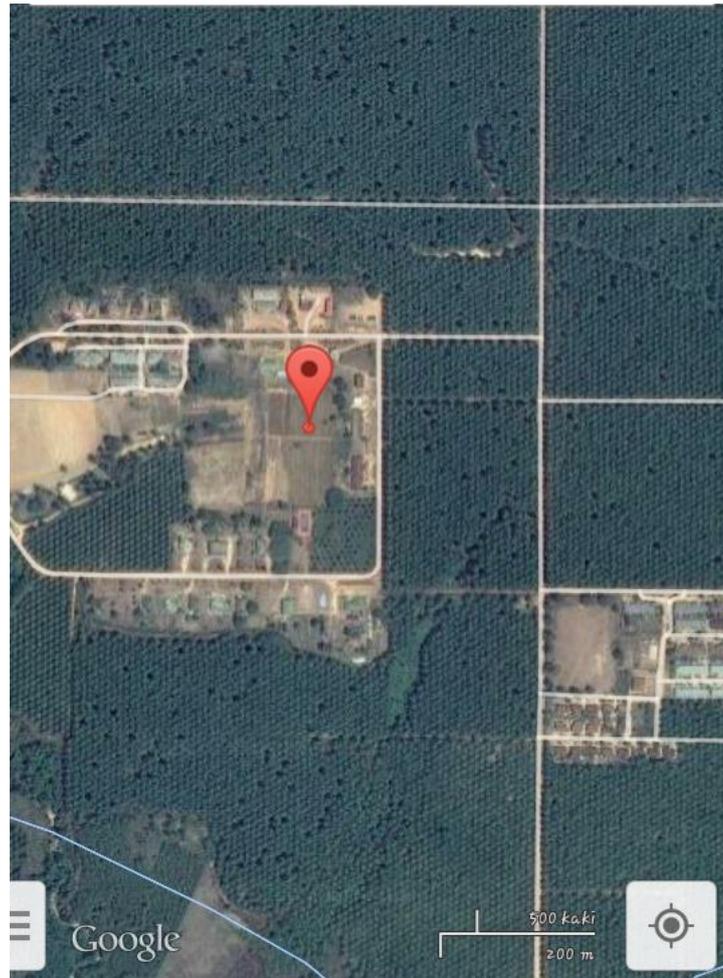


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Gambaran Umum Lokasi Pengambilan Sampel



Gambar 2 : Lokasi perkebunan kelapa sawit PT Aek Tarum
(Sumber : Google Maps, 2017).

PT Aek Tarum merupakan salah satu produsen utama minyak kelapa sawit di Indonesia. PT Aek Tarum juga merupakan perusahaan kelapa sawit di Indonesia yang telah memperoleh izin dari Menteri Pertanian Republik Indonesia. Kegiatan utama PT Aek Tarum adalah perkebunan kelapa sawit dan pengolahan Tandan Buah Segar (TBS). PT Aek Tarum yang ada di

Sumatera Selatan terletak di Desa Sungai Belida Kecamatan Lempuing Jaya Kabupaten OKI [Saipudin, Hasil Wawancara, 28 September 2014].

PT Aek Tarum memanfaatkan seluruh limbah padat sebagai pupuk di kebun. Limbah padat mengandung nutrisi yang dapat diserap oleh tanaman kelapa sawit di perkebunan. Di samping itu, PT Aek Tarum terus memperbarui teknik penanaman dan pemupukan. PT Aek Tarum berupaya untuk melaksanakan kegiatan operasional bebas limbah sebagai bagian dari komitmen perusahaan terhadap kelestarian lingkungan [Saipudin, Hasil Wawancara, 28 September 2014].

Limbah cair pabrik kelapa sawit PT Aek Tarum dialirkan pada kolam-kolam yang sudah disediakan. Terdapat lebih dari 10 kolam limbah. Untuk mempermudah penelitian, Penulis menentukan 2 kolam sebagai sampel penelitian. Pengambilan sampel dilakukan pada dua kolam berdasarkan kriteria warna air.

Kolam A mempunyai warna air hijau kehitaman. Kolam A adalah kolam yang paling luas dibandingkan dengan kolam-kolam lain. Kolam A memiliki ukuran sekitar 100 x 100 m. Kolam ini sudah tidak dialiri air limbah lagi namun sisa limbahnya tetap ada di kolam ini dan kondisi air yang ada di kolam ini lebih sedikit jernih dibandingkan dengan kolam-kolam yang lain. Kolam ini adalah kolam yang banyak peminat memancingnya. Selain areanya yang luas, kolam ini juga banyak ikannya namun demikian ada juga pemancing yang tertarik memancing di kolam limbah lain. Di kolam inilah peneliti mendapatkan ikan gabus sebanyak 3 ekor, ikan lele 2 ekor dan ikan nila 4 ekor.

Kolam B adalah kolam yang memiliki warna hitam akibat dari menumpuknya limbah. Ukuran kolam B sekitar 100 x 50 m. Pada kolam B endapannya sangat banyak dan tercium bau yang tidak sedap. Di kolam ini peneliti mendapatkan ikan lele sebanyak 2 ekor.

2. Kualitas Air

Derajat keasaman (pH) merupakan parameter yang sangat penting dalam kualitas air, karena pH mengontrol tipe dan laju kecepatan reaksi beberapa bahan dalam air. Selain itu, ikan dan organisme air lainnya hidup pada selang pH tertentu, sehingga dengan diketahuinya nilai pH, kita dapat mengetahui apakah air tersebut sesuai atau tidak untuk menunjang kehidupan organisme perairan.

Berikut hasil pengukuran salinitas, konduktifitas, TDS, dan pH terhadap dua kolam yang dijadikan sampel penelitian oleh penulis.

Table 2. Hasil pengukuran salinitas, konduktifitas, TDS dan pH

No.	Faktor	Kolam A	Kolam B
1.	Salinitas (Kadar garam)	139 ppm	829 ppm
2.	Konduktifitas (Daya hantar listrik)	273 μ s	1659 μ s
3.	TDS (Total Dissolved Solid)	193 mg/l	1151 mg/l
4.	pH	10,52	11,09

3. Pengamatan Struktur Mikroskopis Insang

Berdasarkan hasil pengambilan sampel ikan pada dua kolam yang telah ditetapkan. Ikan yang berhasil dipancing memiliki keragaman spesies. Ikan-ikan yang tertangkap diantaranya gabus, lele dan nila seperti pada tabel di bawah.

Table 3. Macam-macam Ikan yang Tertangkap di Kolam Limbah PT. Aek Tarum

No.	Jenis Kolam	Jenis Ikan yang Tertangkap	Jumlah
1.	Kolam A	Ikan lele	2
		Ikan gabus	3
		Ikan nila	4
2.	Kolam B	Ikan lele	2

Ikan nila yang berhasil ditangkap, ikannya langsung mati. Sampel insang ikan yang dikirim ke UIN Sunan Kalijaga sebanyak 6 buah, yaitu 3 insang ikan gabus dari kolam A dan 3 insang ikan lele dari dua kolam yaitu 1 dari kolam A dan 2 dari kolam B. Namun dari 6 sampel tersebut yang berhasil dibuat menjadi preparat insang ikan hanya dua buah masing-masing 1 preparat insang ikan gabus dari kolam A dan 1 preparat insang ikan lele dari kolam B. Hal ini terjadi karena ketika sampel dikirim ke laboratorium UIN Sunan Kalijaga, sampel terlalu lama direndam dalam larutan formalin sehingga sampel menjadi keras dan sulit dipotong menggunakan pisau mikrotom.

Insang merupakan organ respirasi yang mengalami kontak langsung dengan bahan pencemar. Kontak tersebut terjadi pada saat ekspirasi. Pada waktu air mengalir melalui *branchia*, *filamen branchialis* merentang, sehingga air dan zat

pencemar langsung bersentuhan dengan lamela, masuk dalam pembuluh darah dan selanjutnya dapat merusak jaringan tubuh lain yang dilalui. Berikut disajikan tabel kerusakan struktur jaringan insang ikan serta gambar struktur mikroskopis insang ikan lele dan gabus hasil tangkapan dari kolam limbah perkebunan kelapa sawit PT. Aek Tarum Kecamatan Lempuing Kabupaten OKI, Sumatera Selatan.

Tabel 4 : Kerusakan Jaringan Insang Ikan Gabus di Kolam Limbah PT. Aek Tarum

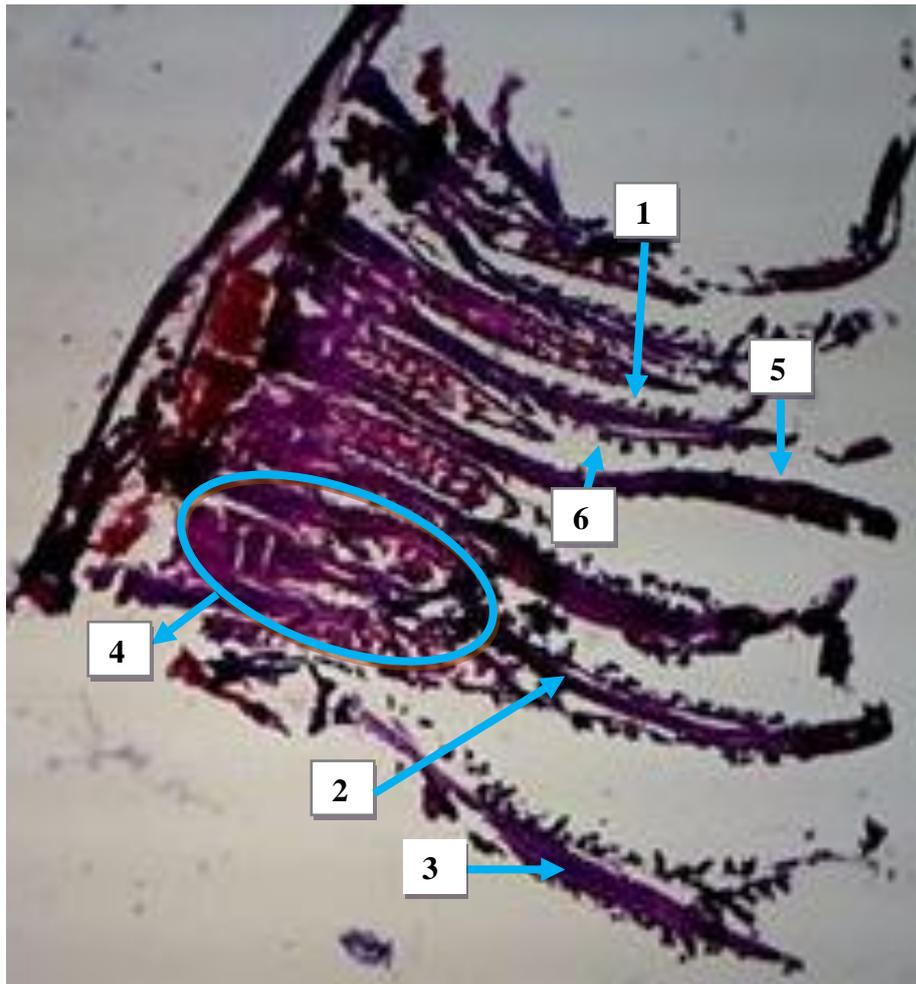
Karakteristik	Ikan Normal	Ikan di Kolam Limbah	Ket.
Lamela Primer	Berbentuk lembaran ramping yang memanjang	Berbenuk seperti pemukul bisbol (<i>clubbing distal</i>) Dibagian yang dekat dengan lengkung insang membengkak karena edema	Rusak
	Memiliki kartilago yang ramping	Kartilago membengkak karena kongesti	Rusak
Lamela sekunder	Berbentuk lembaran ramping yang pendek	Tak berbentuk karena lamela sekunder melekat satu sama lain akibat hiperplasia disebagian besar lamela sekunder	Rusak
	Didukung oleh sel epitel dan sel pilar	Sel epitel menyusut dan lamela sekunder memendek	Rusak

akibat sebagian sel nekrosis

Kesimpulan Jaringan insang ikan gabus di kolam limbah mengalami kerusakan

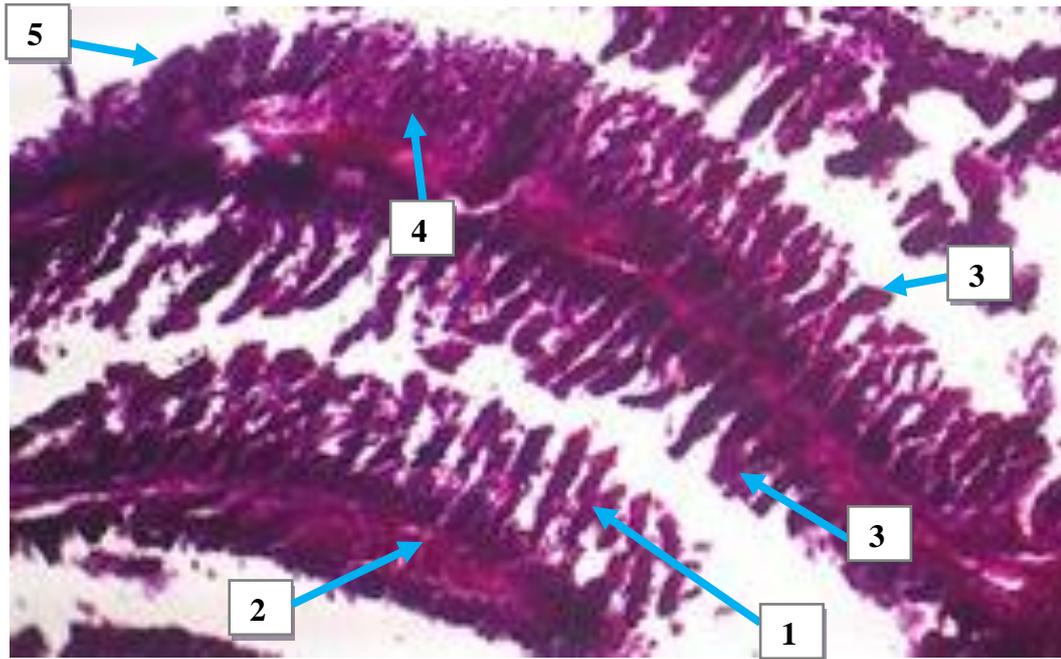
Tabel 5 : Kerusakan Jaringan Insang Ikan Lele di Kolam Limbah PT. Aek Tarum

Karakteristik	Ikan normal	Ikan di kolam limbah	Ket.
Lamela Primer	Berbentuk lembaran ramping yang memanjang	Berbentuk lembaran ramping yang memanjang	Normal
	Memiliki kartilago yang ramping	Memiliki kartilago yang ramping	Normal
Lamela sekunder	Berbentuk lembaran ramping yang pendek	Tak berbentuk karena lamela sekunder melekat satu sama lain akibat hiperplasia disebagian besar pangkal lamela sekunder	Rusak
	Lamela sekunder ramping dan tidak membengkok	Lamela sekunder membengkok dan membengkak di bagian ujung akibat dari edema	Rusak
Kesimpulan :	Jaringan insang ikan lele di kolam limbah mengalami kerusakan		



Gambar 3 : Struktur Mikroskopis Insang Ikan Gabus (Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2015).

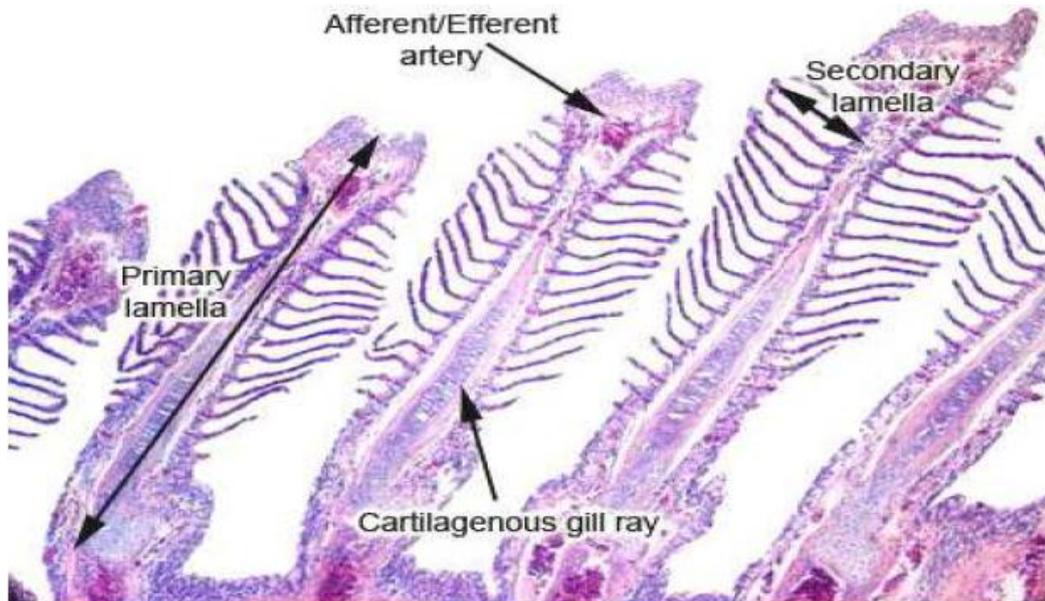
- Penampang : Membujur
- Pewarnaan : *Hematoxylin Eosin*
- Perbesaran lensa : 4 x 10
- Keterangan : 1. Lamela sekunder
 2. Lamela primer
 3. Kongesti
 4. Edema
 5. *Clubbing distal*
 6. Nekrosis



Gambar 4 : Struktur Mikroskopis Insang Ikan Lele (Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2015).

Penampang	: Membujur
Pewarnaan	: <i>Hematoxylin Eosin</i>
Perbesaran lensa	: 10 x 10
Keterangan	: 1. Lamella sekunder 2. Lamella primer 3. Edema pada lamella sekunder 4. Hiperplasia 5. Fusi lamella

Sebagai bahan pembanding antara organ insang ikan dari kolam limbah Pabrik Kelapa Sawit (PKS) dengan insang ikan normal dapat dilihat pada gambar berikut. Pada organ insang yang masih normal susunan struktur dari lamella-lamella masih sangat teratur, terlihat antara lamella primer dengan lamella sekundernya.



Gambar 5 : Struktur Mikroskopis Insang Ikan Normal
(Sumber : Diliyana, 2008).

B. Pembahasan

Kolam limbah PT Aek Tarum luasnya mencapai lebih dari 3000 ha. Limbah kelapa sawit yang menumpuk tanpa pengolahan terlebih dahulu lama kelamaan akan membusuk dan menghasilkan senyawa amonia pada limbah sawit tersebut. Jika senyawa ini terlalu banyak akan bersifat racun bagi organisme yang hidup di dalam air tersebut. Menurut Amalia, dkk. (2013) Limbah cair pabrik kelapa sawit memiliki bahan organik yang tinggi. Sehingga pada proses dekomposisinya menghasilkan amonia. Nilai amonia yang tinggi dapat menyebabkan kematian ikan yang tinggi.

Menurut Komarawidjaja (2006) amonia non-ionik sangat toksik terhadap organisme akuatik seperti ikan, krustasea dan moluska. Sedangkan gas amonia yang berada di udara jika terhirup oleh manusia dapat menjadi penyebab timbulnya berbagai penyakit. Menurut Juniarto (2011) Semakin besar konsentrasi

amonia di udara maka frekuensi kejadian gangguan kesehatan iritasi mata, iritasi hidung, iritasi kulit, dan batuk akan semakin besar.

Setiap organisme mempunyai toleransi yang berbeda terhadap pH maksimal, minimal serta optimal dan pH juga dapat menjadi pengukur keadaan lingkungan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia no. 82 Tahun 2001, air normal yang memenuhi bahan baku mutu air kelas 2 mempunyai pH antara 6-9. Air mutu kelas 2 yaitu air yang diperuntukkan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kolam limbah PT Aek Tarum mempunyai kandungan lumpur yang sangat tinggi. Lumpur ini adalah hasil dari akumulasi limbah yang tidak diolah terlebih dahulu. Pada kenyataannya PT Aek Tarum hanya menggunakan kolam-kolam galian biasa dan menyebutkan bahwa kolam tersebut sebagai kolam aerobik dan anaerobik.

Data hasil pengamatan menunjukkan bahwa kondisi pada kolam A nilai pH mencapai 10,52 maka air bersifat basa. Kondisi kolam ini masih lebih baik jika dibandingkan dengan kolam B, untuk itu masih dapat bertahan hidup diantaranya ikan lele, gabus dan nila. Namun pertumbuhan dari ikan-ikan tersebut tidak optimal karena kandungan gizi yang didapat di perairan kolam A hanya sedikit jika dibanding dengan perairan normal.

Dari beberapa pemancing yang telah diwawancarai oleh peneliti, ikan yang berhasil mereka tangkap seperti ikan lele dan gabus rata-rata ikan yang didapat kecil. Seperti halnya yang peneliti dapat dalam memancing ikannya pun kecil

dengan panjang hanya mencapai 15-20 cm. Menurut Syafriadiman (2010), limbah cair kelapa sawit dapat menghambat laju pertumbuhan ikan.

Ikan dapat bertahan hidup dengan pH 10,52 di kolam A tersebut karena telah beradaptasi dengan lingkungan hingga ikan-ikan di kolam ini tahan pada pH tinggi. Untuk nilai salinitas, konduktivitas dan TDS pada kolam A masih normal menurut PerMENLH No. 51 Tahun 2004. Keberadaan limbah organik di kolam A yang tidak diolah dengan baik menjadikan lumpur, keadaan inilah yang menyebabkan struktur mikroskopis insang ikan gabus yang hidup di kolam A mengalami kerusakan.

Menurut Tatangindatu dkk. (2013) organisme air sangat bergantung pada pH. pH yang sangat rendah, menyebabkan kelarutan zat dalam air makin besar, yang bersifat toksik bagi organisme air, sebaliknya pH yang tinggi dapat meningkatkan konsentrasi amonia dalam air yang juga bersifat toksik bagi organisme air. Kenaikan pH pada perairan biasanya akan diikuti dengan semakin kecilnya kelarutan dari senyawa-senyawa logam tersebut. Umumnya pada pH yang semakin tinggi, maka kestabilan akan bergeser dari karbonat ke hidroksida. Hidroksida-hidroksida ini mudah sekali membentuk ikatan permukaan dengan partikel-partikel yang terdapat pada badan perairan. Lama-kelamaan persenyawaan yang terjadi antara hidroksida dengan partikel-partikel yang ada di perairan akan mengendap dan membentuk lumpur.

Perbedaan sifat air limbah dan air normal memiliki konsekuensi terhadap jaringan insang ikan. Meskipun ikan bisa hidup di air limbah karena sudah beradaptasi sejak awal namun hal ini menimbulkan perubahan struktur pada jaringan insang ikan. Insang merupakan organ respirasi yang mengalami kontak

langsung dengan bahan pencemar. Kontak tersebut terjadi pada saat ekspirasi. Pada waktu air mengalir melalui *branchia*, *filamen branchialis* merentang, sehingga air yang mengandung partikel-partikel zat pencemar langsung bersentuhan dengan lamela, masuk dalam pembuluh darah dan selanjutnya dapat merusak jaringan yang dilalui.

Dari hasil penelitian pada struktur mikroskopis insang ikan gabus di kolam A terdapat kerusakan yaitu kongesti, edema lamela primer, *clubbing distal* dan nekrosis (gambar 3). Kongesti adalah jumlah darah yang berlebihan dalam suatu organ. Kongesti merupakan salah satu respon adaptif terhadap air limbah. Pada gambar 3 di atas dimana lamela primer terlihat membengkak, akibat dari berlimpahnya darah dalam pembuluh darah, kongesti ini tidak berbeda jauh seperti ditemukan dalam penelitian yang dilakukan oleh Alifia (2013) mengenai histopatologi insang ikan mas yang tercemar logam pb yang juga mengalami kongesti.

Menurut Kamus Biologi (2008) edema adalah penimbunan cairan yang berlebihan di dalam jaringan yang dapat menimbulkan pembengkakan sedangkan hiperplasia adalah pembentukan jaringan yang berlebihan karena adanya penambahan jumlah sel. Kerusakan sekecil apapun dapat menyebabkan terganggunya fungsi insang sebagai pengatur osmosis dan sebagai organ respirasi. Edema pada lamela primer tidak berbeda jauh dengan edema yang ditemukan dalam penelitian Alifia (2013), Alifia juga menemukan edema pada lamela primer insang ikan yang terpapar Pb.

Edema membuat aliran darah di dalam sel-selnya mengalami penyumbatan sehingga membuatnya terlihat membengkak. Penyumbatan itu terjadi dikarena

lapisan epitel insang yang tipis dan berhubungan langsung dengan lingkungan luar menyebabkan insang berpeluang besar terpapar oleh amonia yang ada di perairan sehingga sel bersifat iritatif.

Hiperplasia dapat mengakibatkan penebalan jaringan epitel di ujung filamen yang memperlihatkan bentuk seperti pemukul bisbol (*clubbing distal*) atau penebalan jaringan yang terletak di dekat dasar lamela (basal hiperplasia). *Clubbing distal* pada jaringan insang ikan gabus yang penulis temukan juga tidak beda jauh dengan *Clubbing distal* yang ditemukan oleh Kusumadewi (2015) dalam penelitiannya tentang tingkat biokonsentrasi logam berat dan gambaran histopatologi ikan mujair yang hidup di perairan Tukad Badung kota Denpasar, Saputra dkk, (2013) dalam penelitiannya tentang struktur histologis insang dan kadar Hb ikan asang di danau Singkarak dan Maninjau, Sum-Bar dan Ersa (2008) tentang penelitiannya mengenai gambaran histopatologi insang, usus dan otot pada ikan mujair di daerah Ciampea Bogor.

Nekrosis yang peneliti jumpai di insang ikan gabus seperti nekrosis yang ditemui Aliza (2013) dalam penelitiannya tentang efek peningkatan suhu air terhadap perubahan perilaku, patologi anatomi dan histopatologi insang ikan nila. Menurutnya nekrosis menyebabkan sel-sel lepas dari jaringan penyokongnya (membran basal) sehingga terjadi malfungsi dalam penyerapan oksigen dan merangsang terjadinya stres pada ikan.

Data hasil pengamatan menunjukkan bahwa kondisi kolam B dimana nilai pH mencapai 11,09 sedikit lebih tinggi dari kolam A, namun cukup jauh dengan nilai baku mutu air kelas 2. Warna kolam B yang hitam menandakan air yang keruh hingga sinar matahari tidak optimal masuk ke kolam ini. Nilai salinitas dan

konduktivitas di kolam B masih normal, nilai TDS di kolam B melebihi batas baku, menimbulkan kekeruhan. Keberadaan limbah organik di kolam B yang tidak diolah dengan baik menjadikan lumpur menimbun hingga hampir memenuhi kolam. Nilai pH dan TDS yang tinggi menyebabkan struktur mikroskopis insang ikan lele mengalami kerusakan.

Dari hasil penelitian kerusakan yang di alami jaringan insang lele di kolam B (gambar no. 4) yaitu edema pada lamela sekunder, hiperplasia dan fusi lamela. Edema pada lamela sekunder hampir mirip dengan edema yang ditemukan oleh Saputra (2013) dalam penelitiannya. Edema membuat aliran darah di dalam sel-selnya mengalami penyumbatan sehingga membuatnya terlihat membengkak. Penyumbatan itu terjadi dikarena lapisan epitel insang yang tipis dan berhubungan langsung dengan lingkungan luar menyebabkan insang berpeluang besar terpapar oleh amonia yang ada di perairan sehingga sel bersifat iritatif. Putra (2014) menyatakan jika air yang masuk ke celah insang mengandung pencemar yang bersifat toksik maka akan langsung mengenai insang dan mempengaruhi sel-sel penyusun insang.

Saputra dkk. (2013) menyatakan bahwa pembendungan dan edema akan mengurangi efisiensi difusi gas dan dapat berakibat fatal seperti kematian. Difusi gas terganggu karena luas permukaan serap pada lamela sekunder insang menyempit. Edema merupakan tingkat awal degenerasi berupa pembengkakan, kekeruhan timbulnya granuler dan terjadinya vakuolasi pada sitoplasma (Takashima dan Hibiya, 1995).

Edema dan hiperplasia pada insang ikan dapat disebabkan oleh panas dan polusi (asam, amonia, logam berat, dan pestisida) yang menyebabkan berubahnya

struktur sel klorid (Saputra dkk, 2013). Hiperplasia pada lamela sekunder yang ditemukan oleh peneliti seperti hiperplasia yang ditemukan oleh Aliza (2013) dalam penelitiannya tentang efek peningkatan suhu air terhadap perubahan perilaku, patologi anatomi dan histopatologi insang ikan nila. Menurut Roberts, (2001) bahwa hiperplasia lamela sekunder pada insang terjadi akibat adanya pembelahan sel epitel yang tidak terkontrol, sedangkan pada lamela primer disebabkan oleh pembelahan sel-sel klorid secara berlebihan.

Menurut Robert (2001), hiperplasia terjadi disertai dengan peningkatan jumlah sel-sel mukus di dasar lamela dan mengakibatkan fusi lamela. Ruang interlamela yang merupakan saluran air dan ruang produksi mukus dapat tersumbat akibat hiperplasia sel epitel yang berasal dari filamen primer. Pada akhirnya, seluruh ruang intralamela diisi oleh sel-sel yang baru.

Kerusakan yang ditemukan peneliti pada jaringan insang ikan lele salah satunya berupa fusi lamela sekunder (gambar nomor 4) juga tidak berbeda jauh dengan yang ditemukan oleh Aliza (2013) yang mengatakan bahwa fusi lamela terjadi akibat peningkatan patologi hiperplasia secara terus menerus dan menyebabkan terisinya ruang antar lamela sekunder oleh sel-sel baru yang kemudian memicu terjadinya perlekatan pada kedua sisi lamela.

Menurut Tanjung (1995) tingkat kerusakan pada insang yang berhubungan dengan toksisitas, yaitu sebagai berikut tingkat I, terjadi edema pada lamela dan terlepasnya sel-sel epitelium dari jaringan dibawahnya; tingkat II, terjadi hiperplasia pada basal proximal lamela sekunder; tingkat III, hiperplasia menyebabkan bersatunya dua lamela sekunder; tingkat IV, hampir seluruh lamela

sekunder mengalami hiperplasia; dan tingkat V, hilangnya struktur lamela sekunder dan rusaknya filamen.

Dengan mengamati kerusakan-kerusakan struktur mikroskopis insang ikan gabus dan ikan lele yang peneliti temukan di dalam penelitian maka peneliti menyimpulkan bahwa tingkat kerusakan jaringan insang ikan gabus maupun lele di kolam A dan B sudah termasuk kerusakan tingkat kelima.