

**JURNAL**

**STUDI KOMPARATIF STRUKTUR JARINGAN INSANG  
IKAN TOMAN (*Channa micropeltes* Cuvier, 1831)  
DI DANAU LUBUK SIAM DAN SUNGAI SIBAM PROVINSI RIAU**

**OLEH**

**HERMAWANTO  
1404111821  
Manajemen Sumberdaya Perairan**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN  
UNIVERSITAS RIAU  
PEKANBARU  
2020**

**Comparative study on histological structure of  
*Channa micropeltes* Cuvier (1831) gill from the Lubuk Siam Lake and Sibam River, Riau  
Province**

**By**

**Hermawanto<sup>1)</sup>, Deni Efizon<sup>2)</sup>, Eddiwan<sup>2)</sup>  
hermawanm535@gmail.com**

**Abstract**

Snakehead fish (*Channa micropeltes*) is one type of fresh water fish that lives in the Lubuk Siam Lake that has good water quality and the Sibam River that is polluted. The water condition may affects the fish health status in general, especially in the gills. A study aims to determine the differences of gills structure of *C. micropeltes* fish from the Lubuk Siam Lake and Sibam River has been conducted from August to September 2018. The gills samples were prepared for histological observation using paraffin method and stained with *Hematoxylin-Eosin* (HE), while the level of gills damage is studied using a *Histopathological Alteration Index* (HAI). Histological structure of the gill of fish from both areas are different. The cell structure of the Sibam River fish has more abnormality compared with the cell structure of fish from the Lubuk Siam Lake. Result shown that the types of abnormality present were hyperplasia, edema and epithelium rupture. The HAI of the *C. micropeltes* from the Lubuk Siam Lake was 1, indicated that the gill was normal, while those the HAI of the *C. micropeltes* from the Sibam River was 8.33, indicated that the gill was normal.

**Keyword :** *Channa micropeltes*, Lubuk Siam lake, Sibam River, Gill abnormality, HAI

---

1) Student of the Fisheries and Marine Faculty, Universitas Riau

2) Lectures of the Fisheries and Marine Faculty, Universitas Riau

**Studi komparatif struktur jaringan insang ikan toman  
*Channa micropeltes* Cuvier (1831) di Danau Lubuk Siam dan Sungai Sibam, Provinsi Riau**

**Oleh**

**Hermawanto<sup>1)</sup>, Deni Efizon<sup>2)</sup>, Eddiwan<sup>2)</sup>  
hermawanm535@gmail.com**

**Abstrak**

Ikan snakehead (*Channa micropeltes*) adalah salah satu jenis ikan air tawar yang hidup di Danau Lubuk Siam yang memiliki kualitas air yang baik dan Sungai Sibam yang tercemar. Kondisi air dapat mempengaruhi status kesehatan ikan secara umum, terutama pada insang. Sebuah penelitian bertujuan untuk mengetahui perbedaan struktur insang ikan *C. micropeltes* dari Danau Lubuk Siam dan Sungai Sibam. Penelitian telah dilakukan dari Agustus hingga September 2018. Sampel insang disiapkan untuk pengamatan histologis menggunakan metode parafin dan diwarnai dengan Hematoxylin-Eosin (HE), sedangkan tingkat kerusakan insang dipelajari menggunakan Histopathological Alteration Index (HAI). Struktur histologis dari insang ikan dari kedua daerah berbeda. Struktur jaringan insang ikan Sungai Sibam memiliki kelainan lebih banyak dibandingkan dengan struktur jaringan insang ikan dari Danau Lubuk Siam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis kelainan yang hadir adalah hiperplasia, odema, dan epitelium pecah. HAI *C. micropeltes* dari Danau Lubuk Siam adalah 1, menunjukkan bahwa insang normal, sedangkan HAI *C. micropeltes* dari Sungai Sibam adalah 8,33, menunjukkan bahwa insang itu normal.

**Kata kunci:** *Channa micropeltes*, Danau Lubuk Siam, Sungai Sibam, Abnormalitas insang, HAI

---

1) Mahasiswa fakultas perikanan dan kelautan, Universitas Riau.

2) Dosen fakultas perikanan dan kelautan, Universitas Riau

## PENDAHULUAN

Danau Lubuk Siam berada di Provinsi Riau terletak di Desa Lubuk Siam Kabupaten Kampar, tepatnya di Kecamatan Siak Hulu. Danau ini berasal dari Sungai Kampar Kanan (sungai induk), volume air tidak selalu tetap sepanjang tahun, dan disekitar danau terdapat perkebunan kelapa sawit dan karet.

Sementara sungai Sibam adalah salah satu anak Sungai Siak. Sumber utama air sungai berasal dari rawa-rawa di wilayah Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru kemudian mengalir dan bermuara ke Sungai Siak yang berlokasi Kecamatan Payung Sekaki. Aktivitas yang terdapat di sekitar Sungai Sibam yaitu penambangan pasir, perkebunan kelapa sawit, pemukiman penduduk dan Pabrik Kelapa Sawit (PKS). Di perairan ini, organisme yang hidup didalamnya hanya sebatas mampu beradaptasi dan bertahan dari kematian. Salah satu organisme itu adalah ikan toman (*Channa micropeltes*).

Ikan toman (*C. micropeltes*) dapat hidup di Danau Lubuk Siam dan Sungai Sibam. Kondisi dari kedua perairan tersebut berbeda, kondisi perairan Danau Lubuk Siam masih dalam keadaan baik, sedangkan kondisi perairan Sungai Sibam sudah mengalami pencemaran karena berbagai aktivitas manusia yang berada disekitar badan sungai, seperti pembuangan limbah pabrik kelapa sawit (PKS), penambangan pasir dan pembuangan limbah domestik hasil aktivitas pemukiman penduduk. Salah satu limbah domestik yang masuk ke badan air adalah deterjen. Jenis deterjen yang banyak digunakan di rumah tangga sebagai bahan pencuci pakaian adalah deterjen anti noda. Deterjen jenis ini mengandung ABS (alkyl benzene sulphonate) yang merupakan deterjen tergolong keras. Deterjen tersebut sukar dirusak oleh mikroorganisme sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan (Rubiatajji, 1993).

Kondisi perairan yang berbeda di Danau Lubuk Siam dan Sungai Sibam ini diduga mengakibatkan perbedaan kondisi kesehatan ikan toman yang hidup didalamnya. Banyak aspek yang menggambarkan kondisi kesehatan ikan. Salah satunya tergambar pada kondisi struktur jaringan insang. Karena insang merupakan organ yang rentan terhadap perubahan lingkungan perairan karena langsung bersentuhan dengan air (Windarti & Simarmata, 2015). Perubahan bentuk atau struktur pada bagian tubuh ikan secara makroskopik atau kasat mata biasanya sulit untuk dilihat. Perubahan struktur ini hanya dapat dilihat bila jaringan tubuh ikan tersebut diamati secara detail dengan menggunakan mikroskop atau diamati secara mikroskopik.

Tercemarnya suatu perairan akan mempengaruhi kehidupan dan kesehatan ikan. Salah satu yang berdampak pada kesehatan ikan dapat diketahui dari organ dalam ikan yaitu insang ikan. Insang merupakan organ yang rentan terhadap perubahan lingkungan perairan karena langsung bersentuhan dengan air. Maka perlu dilakukan penelitian untuk melihat perbedaan jaringan insang ikan toman di kedua perairan pada kondisi yang tercemar dan tidak tercemar.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2018. Tempat pengambilan sampel ikan toman di Danau Lubuk Siam dan Sungai Sibam. Persiapan pembuatan preparat insang dan pengamatan preparat histologi ikan toman dilaksanakan di Laboratorium Biologi Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau, dan pengukuran kualitas air dilakukan langsung di lapangan. Sedangkan untuk pekerjaan pemotongan preparat dikirim ke Laboratorium Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor (IPB).

Metode penelitian adalah metode survei, dimana danau Lubuk Siam dan Sungai Sibam dijadikan sebagai lokasi penelitian dan ikan toman dijadikan sebagai objek penelitian. Pembuatan preparat struktur jaringan insang dan metode pewarnaan *Haematoxylin* dan *Eosin* (EH) dilakukan menurut Windarti dan Simarmata (2015).

### **Penentuan Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Danau Lubuk Siam, Kecamatan Siak Hulu Kabupaten Kampar dan Sungai Sibam Provinsi Riau. Penentuan lokasi penelitian didasarkan pada daerah yang biasa dijadikan lokasi untuk penangkapan ikan toman tersebut oleh nelayan lokal.

### **Pengambilan Sampel Ikan Toman (*C. micropeltes*)**

Pengambilan sampel ikan toman dilakukan dua minggu sekali dengan 3 kali ulangan. Ikan sampel diperoleh dari hasil tangkapan nelayan di danau Lubuk Siam dan Sungai Sibam. Penangkapan ikan dilakukan menggunakan pancing dan bubu. Sampel diambil dalam kondisi segar dan utuh dengan ukuran yang bervariasi dari yang kecil hingga yang besar. Sampel dimasukkan kedalam *cool box*. Selanjutnya sampel dibawa ke laboratorium Biologi Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau untuk pembuatan preparat histologi insang.

### **Pengukuran Sampel dan Pengambilan Sampel Insang Ikan Toman (*C. micropeltes*) Untuk Preparat Histologi.**

Pengukuran sampel ikan toman (*C. micropeltes*) dilakukan di laboratorium Biologi Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau. Pengukuran panjang ikan diukur dengan menggunakan penggaris dengan skala milimeter (mm). Setiap ikan diukur panjang total (TL) yaitu diukur mulai dari ujung mulut sampai ujung ekor dan panjang standar (SL) diukur mulai dari ujung mulut sampai pangkal sirip

ekor. Sedangkan berat tubuh ikan ditimbang dengan menggunakan timbangan digital (ketelitian 0,01 gram).

Pengambilan sampel insang ikan toman dilakukan dengan membelah bagian mulut ikan sampai daerah bawah operkulum menggunakan gunting bedah yang memiliki ujung yang runcing, kemudian organ insang ditarik secara perlahan ke luar dari rongga kepala. Kemudian insang yang telah dikeluarkan tersebut dijadikan objek penelitian. Operkulum insang digunting, kemudian insang ikan diamati warna insang, lendir, terdapat robek atau bengkak. Kemudian gigi insang dipisahkan dari lamella insang. Beberapa lamella insang diletakkan di objek glass kemudian diberi larutan fisiologis.

### **Pembuatan Preparat Histologi Insang**

Pembuatan preparat histologi insang dilakukan menurut Windarti dan Simarmata (2013).

1. Sampel ikan yang telah difiksasi dengan formalin 10% selama 24 jam, dipindahkan ke formalin 4%.
2. Setelah itu dilakukan proses dehidrasi yaitu insang yang telah difiksasi dipindahkan ke dalam alkohol bertingkat mulai dari 70%, 80%, 90%, 96% dan alkohol absolut (100%). Lama perendaman sampel pada masing-masing konsentrasi alkohol adalah 1 jam, khusus perendaman pada alkohol absolut dilakukan 2 kali, masing-masing 1 jam.
3. Kemudian dilakukan proses clearing dimana sampel dimasukan lagi kedalam alkohol:xylol dengan (perbandingan 1:1) selama 1 jam dan dimasukan lagi ke dalam xylol murni sebanyak 2 kali masing-masing selama 1 jam.
4. Kemudian dilakukan proses embedding dimana sampel insang ikan dimasukan ke dalam larutan xylol-parafin (perbandingan 1:1) selama 1 jam dan dimasukan lagi ke dalam parafin

- sebanyak 2 kali masing-masing selama 1 jam. Proses ini dilakukan didalam oven dengan suhu  $60^{\circ}\text{C}$  agar parafin tetap cair. Parafin yang digunakan adalah parafin dengan titik leleh  $58^{\circ}\text{C}$ .
5. Selanjutnya dilakukan proses section dimana sampel didalam oven diambil dengan menggunakan pinset dan sampel diletakkan didalam kertas tebal atau mold dan kemudian dituangi parafin dan dibiarkan sampai parafin beku. Setelah parafin beku dan dingin, blok parafin berisi sampel dilepaskan dari mold.
  6. Kemudian dilanjutkan proses cutting dimana sampel dipotong menggunakan mikrotom, caranya mikrotom di set dengan ketebalan 10 mm dan blok parafin dipotong sampai sampel kelihatan. Setelah sampel terlihat sampel dipotong dengan mikrotom dengan ketebalan 6 mm dan pita-pita parafin yang dihasilkan diambil, ditaruh dalam water bath (suhu  $45^{\circ}\text{C}$ ). Selanjutnya ditempel pada slide glass. Supaya sampel dapat melekat dengan kuat pada objek glass maka di olesi dengan glyserin dan albumin dengan perbandingan 1:1. selanjutnya sampel dikeringkan pada oven dryer dengan suhu  $45^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam.
  7. Kemudian sampel diwarnai dengan menggunakan *Haematoxylin* dan *Eosin* (HE). adapun prosedur pewarnaan HE adalah sebagai berikut :
    - b. Setelah itu sampel direndam dalam larutan *Haematoxylin* selama 4 menit
    - c. Dicuci dengan air mengalir, air ditampung didalam wadah, di biarkan mengalir dan melimpah keluar, sementara preparat dicelup-celupkan di air yang mengalir tersebut sampai bening.
    - d. Sampel direndam dalam larutan *Eosin* selama 1,5 menit.
    - e. Sampel dicuci lagi dengan air mengalir sampai bening.
    - f. Sampel yang sudah bersih siap untuk ditutup.

Preparat yang sudah diwarnai selanjutnya akan ditutup dengan cover glass. Proses penutupan dimulai dengan membuang air dari sampel, dimana sampel dicelupkan kedalam alkohol 70% selama 20 detik, selanjutnya dicelup kedalam alkohol 80%, , 90%, 95%, 100% masing-masing selama 20 detik. Selanjutnya preparat direndam xylol murni, setelah itu sampel ditetesi dengan *entellan neu* kemudian sampel ditutup dengan *cover glass*. Setelah itu preparat histologi insang ikan dapat diamati di bawah mikroskop Olympus CX 21, sedangkan parameter yang diamati adalah : lebar *lamella* sekunder, jarak antara *lamella* sekunder serta kelainan-kelainan yang ada pada insang tersebut (Windarti dan Simarmata, 2015).

### **Kondisi Makroskopis dan Mikroskopis Insang Ikan Toman**

Pengamatan kondisi makroskopis insang ikan toman berdasarkan kondisi insang secara visual seperti warna dan lendir yang terdapat pada insang tersebut. Warna insang ikan dibandingkan dengan *colour card* cat tembok jotun 2009, sedangkan kondisi lendir pada insang berlebihan atau tidak. Kondisi mikroskopis insang ikan toman dilihat berdasarkan preparat histologi insang ikan, kemudian ditentukan abnormalitas pada insang tersebut. Menurut

Windarti dan Simarmata (2015) parameter yang diamati adalah, lebar lamella sekunder, jarak antara lamella sekunder serta kelainan-kelainan yang ada pada insang tersebut.

### Pengukuran Kualitas Air

Pengukuran parameter kualitas air dilakukan secara langsung pada lokasi penelitian yang meliputi parameter fisika-kimia perairan. Parameter fisika yang diukur meliputi suhu dan kecerahan. Sedangkan untuk parameter kimia meliputi pH, oksigen terlarut, Total Suspended Solid (TSS) yang dilaksanakan danau Lubuk Siam dan Sungai Sibam. Pengukuran ini dilakukan satu kali selama penelitian pada minggu terakhir. Pengukuran ini bertujuan untuk melihat kemungkinan terjadinya kisaran parameter di bawah atau di atas standar normal sehingga dapat berpengaruh terhadap kehidupan organisme di perairan dibandingkan dengan kriteria baku mutu kualitas air menurut PP No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran perairan. Data yang didapat selanjutnya dibahas secara deskriptif dan dihubungkan dengan struktur jaringan insang ikan toman yang di peroleh.

### Analisis Data

Data yang dianalisis didalam penelitian ini adalah data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif meliputi hasil perhitungan HAI insang dan data kualitatif meliputi kelainan-kelainan yang ada pada struktur jaringan insang. selanjutnya data dianalisis secara deskriptif. Tingkat kerusakan dan kelainan yang terjadi pada jaringan insang ikan menggunakan *Histopathological Alteration Index* (HAI) yang dimodifikasi dari Poleksik dan Mitrovic\_Tutundzic (1994) oleh Lopez dan Thomas dalam Windarti dan Simarmata, (2015). Adapun rumus untuk menghitung *Histopathological Alteration Index* (HAI) adalah:

$$HAI = (1 \times \sum I) + (10 \times \sum II) + (100 \times \sum III)$$

Keterangan :

- \* Angka 1,10 dan 100 adalah skor nilai untuk masing-masing tingkat atau golongan kerusakan jaringan
- \* I, II dan III adalah Tingkat golongan kerusakan insang
- \*  $\sum$  adalah Jumlah jenis kerusakan insang pada setiap golongan atau tingkat kerusakan insang yang dijumpai pada setiap ikan.

Nilai *Histopathological Alteration Index* (HAI) (Windarti dan Simarmata, 2015):

|         |                                                    |
|---------|----------------------------------------------------|
| 0–10    | : Menunjukkan fungsi organ normal                  |
| 11 – 20 | : Menunjukkan organ mengalami kerusakan ringan     |
| 21 – 50 | : Menunjukkan organ mengalami kerusakan sedang     |
| 50-100  | : Menunjukkan organ mengalami kerusakan berat      |
| >100    | : Menunjukkan organ tidak dapat dipulihkan kembali |

Adapun penggolongan tingkat kerusakan jaringan berdasarkan nilai HAI dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kategori Kerusakan Jaringan Insang Berdasarkan Skor Nilai *Histopathological Alteration Index* (HAI)

| Nilai HAI | Kategori         | Keterangan                                                                                                                                                                 |
|-----------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0-10      | Normal           | Insang ikan dalam kondisi normal, kelainan yang ada masih ringan dan dapat sembuh                                                                                          |
| 11-20     | Kerusakan Ringan | Kerusakan ini tidak merusak insang secara keseluruhan, kerusakan hanya terjadi pada sebagian lamella primer. Kelainan yang ada akan sembuh bila kondisi lingkungan membaik |

|          |                        |                                                                                                                                                                                                             |
|----------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 21-50    | Kerusakan sedang       | Kerusakan yang terjadi sudah mulai mengganggu fungsi insang, tetapi kelainan dapat sembuh bila kondisi lingkungan membaik, bila tidak diatasi, kemungkinan akan berakibat lebih buruk atau bertambah parah. |
| 50-100   | Kerusakan berat        | Kerusakan jaringan insang tidak dapat lagi diperbaiki meskipun kondisi lingkungan ditingkatkan.                                                                                                             |
| HAI >100 | Kerusakan sangat berat |                                                                                                                                                                                                             |

Sedangkan untuk menentukan skor untuk tiap jenis kerusakan menurut Windarti dan Simarmata, (2015). Berdasarkan nilai HAI dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Skor Untuk Tiap Jenis Kerusakan Pada Jaringan Insang

| No  | Jenis Kerusakan                              | Golongan | Skor |
|-----|----------------------------------------------|----------|------|
| 1.  | Hyperplasia dan hypertrophy epithelium       | 1        | 1    |
| 2.  | Kongesti                                     | 1        | 1    |
| 3.  | Pelebaran pembuluh                           | 1        | 1    |
| 4.  | Epitelium terangkat                          | 1        | 1    |
| 5.  | Peleburan lamella                            | 1        | 1    |
| 6.  | Lamellasekunder memendek (deformasi lamella) | 1        | 1    |
| 7.  | Leukosit masuk ke lamella                    | 1        | 1    |
| 8.  | Leukosit masuk ke epithelium                 | 1        | 1    |
| 9.  | Hemoragi dan epithelium pecah                | 2        | 10   |
| 10. | Hypertropy dan hyperplasiase                 | 2        | 10   |

|     |                              |   |     |
|-----|------------------------------|---|-----|
|     | mucus                        |   |     |
| 11. | Sel mukus hilang             | 2 | 10  |
| 12. | Hypertropy dan hyperplasiase | 2 | 10  |
|     | orid                         |   |     |
| 13. | Aneurisma                    | 3 | 100 |
| 14. | Nekrosis                     | 3 | 100 |
| 15. | Telangiectasis               | 3 | 100 |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan di dua lokasi yang berbeda, yaitu di perairan Danau Lubuk Siam dan perairan Sungai Sibam. Perairan Danau Lubuk Siam dan Sungai Sibam memiliki kualitas perairan yang saling berbeda, Danau Lubuk Siam memiliki air yang masih dalam kondisi bagus sedangkan perairan Sungai Sibam sudah dalam kondisi tercemar.

Danau Lubuk Siam memiliki luas lebih kurang 12,000 Ha, dengan air berwarna hijau kecoklatan dan substrat berupa lumpur serta memiliki tepian danau yang ditumbuhi banyak vegetasi air. Antoni (2015) menyatakan bahwa Danau Lubuk Siam hampir seluruh permukaannya tertutupi oleh tumbuhan air. Banyaknya tumbuhan air yang tumbuh di perairan danau Lubuk Siam memungkinkan ikan toman di perairan tersebut dapat berkembang dengan sangat baik.

Sungai Sibam adalah sungai kecil yang mengalir melewati Kabupaten Kampar dan Kota Pekanbaru. Bagian hulu Sungai Sibam terletak di Kelurahan Simpang Baru Kecamatan Tampan. Adanya pasang surut dari sungai Siak juga mempengaruhi kualitas perairan sungai sibam, hal ini karena saat pasang, air dari sungai Siak naik dan memasuki perairan sungai Sibam. Sungai Siak yang sudah dalam kondisi yang tercemar akibat banyaknya masukan limbah baik limbah domestik maupun industri, sedikit banyak mempengaruhi kualitas

perairan sungai Sibam dengan masuknya air tersebut disaat pasang.

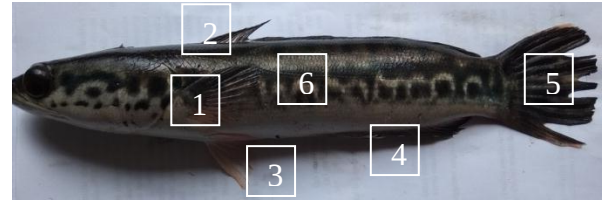
### Hasil Tangkapan Ikan Toman

Sampel ikan toman ditangkap oleh nelayan dengan menggunakan pancing dan bubu. Penangkapan ikan toman di danau Lubuk Siam dan Sungai Sibam dilakukan pada malam hari mulai pukul 19:00 WIB - 04:00 WIB, karena ikan toman bersifat nokturnal sehingga lebih mudah ditangkap pada malam hari.

Penangkapan ikan dilakukan dua minggu sekali dengan 3 kali ulangan. Hasil tangkapan ikan toman dari kedua perairan berjumlah total 40 ekor. Sampel tersebut diambil sebanyak 9 ekor dari masing-masing perairan untuk dianalisis secara histologi. Secara umum ikan dari sampel Danau Lubuk Siam kisaran panjang total (TL) 230-380 mm, panjang baku (SL) 200-320 mm dan berat 115-500 g. Sedangkan Danau Lubuk Siam memiliki kisaran panjang total (TL) 225-340 mm, panjang baku (SL) 190-290 mm dan berat 107-360 g. Untuk lebih jelasnya pengukuran panjang berat ikan toman dapat dilihat pada Lampiran 3.

### Morfologi Ikan Toman (*C. micropeltes*)

Ikan toman memiliki bentuk tubuh bulat dan memanjang seperti torpedo dengan ekor membulat, seluruh tubuh ditutupi sisik yang besar dan kasar (*cycloid*), memiliki garis linea lateralis yang panjang dan utuh hingga pangkal ekor, memiliki bentuk kepala seperti ular dan mulut terminal, ukuran bibir yang tebal serta gigi yang tajam. Ikan toman memiliki sirip yang lengkap yaitu: sirip punggung (dorsal) yang panjang, sirip dada (pectoral), sirip perut (ventral) berada di depan dubur, sirip dubur (anal) dan sirip ekor (caudal) berbentuk bulat. Morfologi ikan toman dapat dilihat pada Gambar 1.

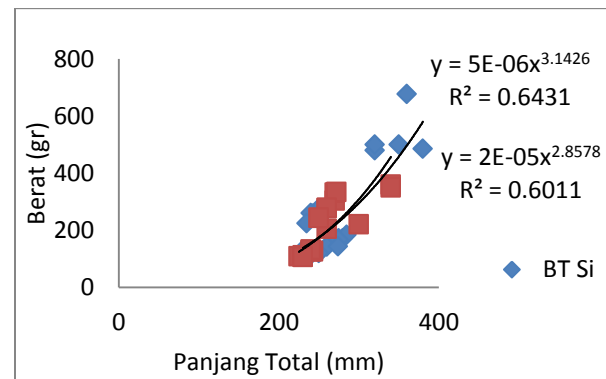


**Gambar 1.** Morfologi Ikan Toman

Keterangan:

- |                   |                          |
|-------------------|--------------------------|
| 1 = Sirip Dada    | 4 = Sirip Anal           |
| 2= Sirip Punggung | 5 = Sirip Ekor           |
| 3 = Sirip Perut   | 6= Garis Linea Lateralis |

Morfologi ikan toman dari Danau Lubuk Siam tidak jauh berbeda dengan ikan toman dari Sungai Sibam. Ikan toman dari Danau Lubuk Siam memiliki ukuran tubuh lebih besar dibandingkan dengan ukuran ikan toman dari Sungai sibam (Gambar 2).



**Gambar 2.** Hubungan Panjang Total dan Berat Ikan Toman dari Danau Lubuk Siam dan Sungai Sibam

Berdasarkan Gambar 2 diketahui bahwa, hubungan panjang berat ikan toman dari Danau Lubuk Siam dan Sungai Sibam berbeda. Hubungan panjang berat ikan toman dari Danau Lubuk Siam Bersifat allometrix positif dengan nilai  $b=3,142$  dan dari sungai Sibam bersifat allometrix negatif dengan nilai  $b= 2,857$ . Berdasarkan hubungan panjang berat tersebut dapat diketahui bahwa ikan toman di Danau Lubuk Siam lebih gemuk dibandingkan dengan ikan toman yang ada di Sungai Sibam. Gemuknya ikan toman yang ada di

Danau Lubuk Siam diduga perairan Danau Lubuk Siam masih tergolong dalam perairan yang masih baik, banyak tumbuhan air yang hidup didalamnya sehingga masih banyak terdapat organisme kecil seperti katak, udang dan ikan-ikan kecil, yang dimanfaatkan ikan toman sebagai pakan alami karena ikan toman merupakan ikan karnivora.

### Kondisi Makroskopis Insang Ikan Toman

Kondisi makroskopis pada insang meliputi warna dan lendir pada insang. Kondisi insang ikan toman pada Danau Lubuk Siam dan Sungai Sibam dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Kondisi Insang Ikan Toman Pada Danau Lubuk Siam dan Sungai Sibam

|                   | Danau Lubuk Siam                                                                    | Sungai Sibam |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Warna             | Merah *                                                                             | Merah **     |
| Lendir            | Sedikit                                                                             | Banyak       |
| Insang Ikan Toman |  |              |

### Keterangan:

\* = Fashion Red NP R 1274 A

\*\* = Sashay Red NP R 1260 A

(\*) = Warna insang ikan toman dibandingkan dengan standar warna dari *colour card* cat tembok jotun 2009.

Tabel 3 menunjukkan insang ikan toman dari danau Lubuk Siam dan sungai Sibam memiliki perbedaan secara morfologi. Pada tabel 3, terlihat bahwa insang ikan toman dari danau Lubuk Siam memiliki warna merah yang cerah, dengan lendir normal. Sedangkan insang ikan toman dari Sungai Sibam berwarna merah pucat dan memiliki lendir berlebihan.

Menurut windarti dan simarmata (2015) insang merupakan organ yang sangat rentan terhadap berbagai macam gangguan seperti parasit, organisme patogen maupun perubahan lingkungan perairan karena insang langsung bersentuhan dengan air. Berdasarkan pendapat tersebut, perbedaan morfologi insang dari kedua perairan diduga akibat perbedaan kondisi kualitas lingkungan perairan dari danau Lubuk siam dan Sungai Sibam.

Insang ikan toman dari Sungai Sibam memiliki warna merah pucat dengan lendir berlebih disebabkan oleh buruknya kondisi perairan sungai Sibam. Lendir yang berlebih pada insang ikan toman dari sungai Sibam merupakan bentuk pertahanan diri dari polutan-polutan yang ada di perairan. Kondisi ini merupakan akibat dari tingginya bahan polutan yang masuk dari sungai Siak ketika air pasang, serta polutan-polutan hasil aktifitas masyarakat di sekitar sungai Sibam, seperti limbah domestik dan juga limbah aktifitas penambangan pasir. Selain itu, berdasarkan hasil pengukuran TSS, kandungan TSS dari sungai Sibam telah melewati baku mutu air yang telah ditetapkan. Kandungan TSS (*Total Suspended Solid*) Sungai Sibam mencapai 32,87 mg/L, sedangkan baku mutu ideal yang telah ditetapkan adalah <25 mg/L. Tingginya TSS ini menyebabkan insang memproduksi mukus lebih banyak untuk melindungi dari partikel-partikel tersuspensi tersebut, sehingga lendir atau mukus insang ikan toman dari sungai Sibam terlihat berlebih. Kurniasih dan Tabu (1994) mengatakan bahwa, ikan akan memproduksi mukus apabila ada partikel-partikel racun, lendir berfungsi melindungi bagian-bagian yang tereduksi partikel-partikel agar tidak mengalami kerusakan.

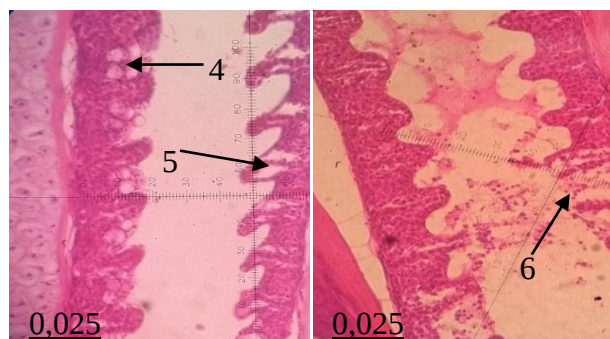
### Struktur Jaringan Insang Ikan Toman (*C.micropeltes*)

Hasil pengamatan secara histologi menunjukkan insang ikan toman dari danau

Lubuk Siam dan sungai Sibam, sebagian telah mengalami abnormalitas atau kerusakan. Abnormalitas yang terjadi pada insang ikan toman dari kedua perairan dapat dilihat pada Gambar 3.



A



B

C

**Gambar 3.** (A) struktur jaringan insang ikan toman Danau Lubuk Siam, (B) dan (C) struktur jaringan insang ikan toman Sungai Sibam

Keterangan :

- |              |                |                    |
|--------------|----------------|--------------------|
| 1. Sel Mukus | 3. Epitelium   | 5. Odema           |
| 2. Sel Pilar | 4. Hyperplasia | 6. Epitelium Pecah |

Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui bahwa struktur jaringan insang ikan toman dari Danau Lubuk Siam dan sungai Sibam memiliki perbedaan. Insang ikan toman dari danau Lubuk Siam memiliki lamella sekunder yang tersusun rapi dan lengkap, masih terlihat jelas epitelium, sel

pillar, sel klorid, sel mukus, lamella primer tersusun dari sel-sel pilar yang tersusun sejajar dan sel-sel terbungkus oleh selaput epidermis yang tipis (Gambar 3.A). Sedangkan insang ikan toman dari sungai Sibam terlihat memiliki struktur yang telah banyak mengalami abnormalitas (gambar 3 B dan C).

Windarti dan simarmata (2015) mengatakan bahwa pada keadaan normal, lamella sekunder pada insang tersusun dari sel-sel pilar yang sejajar, dengan sel-sel yang terbungkus oleh selaput epidermis yang tipis dan bersifat semipermeabel. Berdasarkan pendapat tersebut, insang ikan toman dari perairan Sungai Sibam telah mengalami abnormalitas, sedangkan insang ikan toman dari Danau Lubuk Siam masih dalam keadaan yang relatif baik.

Hasil pengamatan histologi menunjukkan struktur jaringan insang ikan toman dari perairan Danau Lubuk Siam hanya mengalami abnormalitas berupa *hyperplasia*, sedangkan struktur jaringan insang ikan toman dari Sungai Sibam mengalami abnormalitas lebih banyak berupa *hyperplasia*, odema dan epitelium pecah (Gambar 3A, 3B dan 3C).

*Hyperplasia* merupakan abnormalitas yang disebabkan oleh sel-sel yang memperbanyak diri sehingga sel epidermis menebal dan menyebabkan lamella sekunder satu dengan yang lainnya melebur (poliferasi). Sebenarnya, *hyperplasia* (poliferasi sel) merupakan suatu upaya perlindungan diri (*self defense*) ikan tersebut dari bahaya polutan. Dengan menebalnya dinding epitelium, diharapkan jarak antara darah (bagian dalam insang) dengan air yang tercemar polutan akan menjauh sehingga ikan tersebut akan terlindungi (Windarti dan Simarmata, 2015).

*Hyperplasia* yang terjadi pada insang ikan toman dari kedua perairan kemungkinan besar terjadi akibat masukan polutan ke dalam badan perairan. Kondisi

Sungai Sibam yang terhubung langsung dengan sungai Siak, mengakibatkan kualitas sungai ini juga terpengaruh oleh keadaan sungai siak yang notabene sudah tercemar oleh berbagai limbah industri dan limbah domestik. Selain itu, konsentrasi TSS di sungai Sibam juga tinggi dan telah melewati batas normal yang telah ditetapkan pemerintah. Limbah domestik yang dihasilkan oleh aktifitas pemukiman yang berada di sekitaran sungai Sibam juga sedikit banyak mengandung bahan iritan dari deterjen dan lain-lain. Polutan yang mengandung zat iritan dapat mengganggu kesehatan ikan yang hidup di dalamnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Saputra *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa *hyperplasia* dapat terjadi karena berbagai macam polutan kimia di perairan.

Pada dasarnya *hyperplasia* (proliferasi) merupakan mekanisme pertahanan diri (*defense mechanism*) pada ikan untuk melindungi diri dari bahaya polutan yang ada di perairan, akan tetapi proliferasi menimbulkan dampak negatif bagi kehidupan ikan. Hal ini dikarenakan dengan adanya proliferasi, lamella sekunder mengalami penebalan dan dapat melebur satu sama lain, kondisi ini akan menyulitkan ikan dalam melakukan difusi oksigen selama proses pernafasan, akibatnya ikan dapat mengalami kekurangan oksigen lalu mati (*hypoksia*).

*Hyperplasia* yang terjadi pada insang ikan toman dari danau Lubuk Siam dan Sungai Sibam telah menyebabkan penebalan lamella sekunder, dan menyebabkan sebagian insang lamella sekundernya melebur dan menyatu satu sama lain. Kondisi membesarnya lamella sekunder pada insang membuat jarak antar lamella menjadi sempit, sehingga menyulitkan proses pengambilan oksigen dan pembuangan karbondioksida karena permukaan lamella yang bersentuhan dengan air menjadi lebih sempit. Kondisi

ini mengakibatkan insang menjadi pucat, hal ini terjadi pada insang ikan toman dari sungai Sibam yang mengalami pemucatan warna pada insangnya (Tabel 3). Pucatnya warna pada insang ikan toman dari perairan sungai Sibam terjadi kemungkinan juga karena banyaknya insang yang mengalami *hyperplasia*. Lebar lamella dan jarak lamella ikan toman dari Danau Lubuk Siam dan Sungai Sibam dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil Rata-Rata Lebar dan Jarak Lebar Lamella Insang Ikan Toman Selama Penelitian

| No | Nama Perairan    | Lebar Lamella (mm) | Jarak Lamella (mm) |
|----|------------------|--------------------|--------------------|
| 1  | Danau Lubuk Siam | 0,14               | 0,35               |
| 2  | Sungai Sibam     | 0,18               | 0,27               |

Pada tabel 4. Terlihat bahwa jarak antar lamella dan lebar lamella insang ikan toman dari kedua perairan mempunyai perbedaan yang signifikan. Insang ikan toman dari perairan danau Lubuk Siam mempunyai lebar lamella 0,14 mm hal ini lebih kecil dari lebar lamella insang ikan toman dari sungai Sibam sebesar 0,18 mm. Pelebaran lamella yang terjadi tersebut membuat jarak antar lamella pada insang ikan toman dari sungai Sibam menjadi lebih sempit dari insang ikan toman yang berasal dari danau Lubuk Siam, jarak antar lamella insang ikan toman dari danau Lubuk Siam sebesar 0,35 mm, sedangkan sungai Sibam hanya 0,27 mm.

Hasil pengamatan lebar dan jarak antar lamella sekunder menunjukkan bahwa insang ikan dari danau Lubuk Siam memiliki permukaan yang bersentuhan dengan air lebih lebar daripada insang ikan toman yang berasal dari sungai Sibam, hal ini mengindikasikan bahwa ikan toman dari perairan danau Lubuk Siam memiliki pernafasan yang lebih baik daripada ikan toman yang berasal dari sungai Sibam.

Kondisi ini terjadi karena dengan banyaknya area insang yang bersentuhan dengan air mengakibatkan proses difusi oksigen dan karbondioksida berjalan dengan baik. Hal ini merujuk pada pendapat Dewi *dalam* Susanto (2019) yang menyatakan bahwa ikan-ikan dengan jarak lamella sekunder yang berjauhan dapat hidup lebih baik dibanding dengan ikan-ikan yang memiliki jarak lamella sekunder berdekatan dan saling melebur.

Selain mengalami hiperplasia, insang ikan toman dari perairan sungai Sibam juga mengalami abnormalitas berupa odema pada (Gambar 3. B5). Odema merupakan pembengkakan sel yang terjadi akibat perubahan sistem permeabilitas membran di tingkat sel atau jaringan. Pada abnormalitas odema, lamella berisi cairan yang mengakibatkan pembengkakan. Pembengkakan yang terjadi pada lamella ini menyebabkan lapisan ephitelium menjadi terangkat. Erlangga (2007), menyatakan bahwa pembengkakan yang terjadi karena jaringan mengalami peradangan akibat akumulasi dari cairan. Odema yang terjadi pada lamella insang secara terus menerus dapat menyebabkan kondisi sel tidak mampu lagi memperbaiki kerusakan, maka akan menyebabkan terjadinya nekrosis atau kematian sel (Kumar, 2007). Sama halnya dengan *hyperplasia*, odema juga merupakan salah satu upaya perlindungan diri dari bahaya polutan yang masuk ke perairan. Odema terjadi sebagai bentuk adaptasi sel untuk bertahan hidup dari pengaruh toksik dari bahan kimia dan logam berat. Walaupun begitu, odema telah menyebabkan lamella yang mengalami abnormalitas tersebut tidak dapat menjalankan fungsinya dengan baik.

Adanya abnormalitas yang ditemukan pada insang ikan toman dari Sungai Sibam kemungkinan disebabkan oleh polutan-polutan yang bersifat iritan yang mengakibatkan sel-sel mengalami iritasi dan

membengkak. Zat toksik tersebut kemungkinan berasal dari limbah domestik seperti deterjen, intrusi air dari Sungai Siak yang mengandung logam berat serta polutan lainnya saat pasang, serta tingginya TSS yang melebihi baku mutu akibat penambangan pasir yang terjadi. Penyebab terjadinya odema diduga karena masuknya bahan toksik kedalam insang yang menyebabkan sel iritasi sehingga sel membengkak.

Berdasarkan hasil pengamatan histologi, insang ikan toman dari perairan Danau Lubuk Siam sebagian telah mengalami abnormalitas berupa hiperplasia, sementara insang ikan toman dari sungai Sibam telah mengalami abnormalitas lebih banyak yaitu, hiperplasia, odema dan epitelium pecah. Akan tetapi berdasarkan perhitungan *Histopathological Alteration Index* (HAI) kondisi insang dari kedua perairan masih bisa dikatakan relatif normal. Windarti dan Simarmata (2015) menyatakan bahwa tingkatan/golongan kerusakan pada jaringan insang terbagi menjadi 3 (Tabel 5). Tingkat kerusakan ikan toman dapat dilihat dengan menggunakan skor HAI. Berikut deskripsi hasil pengamatan histologi insang dari kedua perairan sekaligus hasil perhitungan skor nilai HAI (Tabel 5.).

**Tabel 5.** Tingkat Kerusakan Jaringan Insang Ikan Toman di Danau Lubuk Siam dan Sungai Sibam

| Tingkat Kerusakan                                       | Jenis Kerusakan Pada Jaringan Insang | Danau Lubuk Siam | Sungai Sibam |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------|--------------|
| 1                                                       | Hyperplasia                          | √                | √            |
| 1                                                       | Epitelium pecah                      | 0                | √            |
| 1                                                       | Odema                                | 0                | √            |
| Jumlah Nilai Histopathological Alternation Indeks (HAI) |                                      | 1                | 8,33         |

Hasil perhitungan *Histopatological Alteration Index* (HAI) dari danau Lubuk Siam sebesar 1 sedangkan dari Sungai Sibam sebesar 8,33 (Tabel 5). Menurut Windarti dan Simarmata (2015) nilai HAI sebesar 1 dan 8,33 masih dalam kategori normal dan kerusakan yang terjadi masih dapat mengalami pemulihan, hal ini karena hasil perhitungan tersebut termasuk dalam rentang nilai antara 1-10 yang merupakan kategori kerusakan atau abnormalitas yang secara umum masih normal dan dapat pulih (*reversible*).

### Parameter Kaulitas Air

Kualitas air merupakan salah satu yang sangat mempengaruhi kehidupan dan pertumbuhan organisme akuatik. Pengukuran kualitas air bertujuan untuk membandingkan nilai kualitas air tersebut dengan baku mutu sesuai dengan peruntukannya dan menilai kelayakan suatu sumber daya air untuk kepentingan tertentu (Wahyuni, 2017). Air sebagai media hidup ikan harus memiliki sifat yang cocok bagi kehidupan ikan, karena kualitas air dapat memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan makhluk-makhluk hidup di air (Djarmika, 1986).

Kualitas air merupakan faktor pembatas terhadap jenis biota yang dibudidayakan di suatu perairan (Kordi dan Tancung, 2007). Hasil pengukuran kualitas air pada Danau Lubuk Siam dan Sungai Sibam dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil Pengukuran kualitas air di Danau Lubuk Siam dan Sungai Sibam

| No     | Parameter | Satuan         | Danau Lubuk Siam | Sungai Sibam | Baku Mutu *) |
|--------|-----------|----------------|------------------|--------------|--------------|
| Fisika |           |                |                  |              |              |
| 1      | Suhu      | <sup>0</sup> C | 29               | 28           | 30           |
| 2      | Kedalaman | M              | 5,6              | 1,94         | -            |

|       |                         |      |      |       |    |
|-------|-------------------------|------|------|-------|----|
| 3     | Kecerahan               | Cm   | 45   | 16    | -  |
| Kimia |                         |      |      |       |    |
| 1     | Ph                      |      | 5    | 5     | 6  |
| 2     | O <sub>2</sub> Terlarut | mg/L | 3,2  | 2,0   | >4 |
| 3     | TSS                     | mg/L | 5,70 | 32,87 | 25 |

Keterangan :

\*) = PP No.82 Tahun 2001 untuk kelas II

### Derajat Keasaman (pH)

pH air mengekspresikan intensitas asam maupun basa perairan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa, pH pada Danau Lubuk Siam dan Sungai Sibam adalah sama yaitu 5. pH di kedua perairan tersebut bersifat asam namun masih tergolong aman untuk kehidupan ikan toman karena menurut Yusriman (2009) pH yang baik untuk kehidupan ikan berkisar 5-6. Kordi dan Tancung (2007) menyatakan bahwa dalam budidaya pada pH 5 masih dapat ditolerir oleh ikan tapi pertumbuhan ikan akan terhambat.

### Kecerahan

Hasil pengukuran kecerahan pada penelitian dapat diketahui Danau Lubuk Siam 45 cm dan Sungai Sibam 16 cm. Kecelakaan pada suatu perairan dapat mempengaruhi proses fotosintesis, karena jika semakin tinggi kecerahan di suatu perairan maka proses fotosintesis akan meningkat. Hal ini akan mengakibatkan sumber makanan akan bertambah dan kebutuhan oksigen diperairan terpenuhi. Sehingga ikan toman dapat berkembang dengan baik.

### Suhu

Suhu merupakan salah satu indikator yang penting dalam perairan, perubahan

suhu atau perbedaan suhu dalam perairan dapat memberikan pengaruh terhadap jaringan insang karena insang merupakan salah satu organ yang sangat sensitif jika terjadi perubahan ataupun gangguan pada lingkungan perairan. Gangguan pada lingkungan atau perubahan suhu dapat mengakibatkan perubahan struktur jaringan insang seperti hiperplasia lamella primer, hiperplasia lamella sekunder, edema dan lepasnya lapisan epitelium (Saber *dalam* Asep *et al.*, 2011). Berdasarkan data hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa suhu pada perairan Danau Lubu Siam 29°C dan Sungai Sibam 28°C. Perolehan suhu pada perairan Danau Lubuk Siam dianggap cukup baik dan mendukung untuk organisme ikan hidup didalamnya, karena menurut Kordi dan Tancung (2007), bahwa kisaran suhu yang optimal bagi kehidupan ikan adalah 28°C-32°C.

### **Oksigen Terlarut (DO)**

Oksigen terlarut merupakan faktor terpenting dalam menentukan kehidupan ikan, pernapasan akan terganggu bila oksigen kurang dalam perairan sedikit. Hasil pengukuran kandungan oksigen terlarut selama penelitian pada perairan Danau Lubuk Siam 3,2 Mg/L dan Sungai Sibam 2,0Mg/L. Menurut Krisna (2009) tingginya oksigen terlarut berkaitan dengan banyaknya bahan-bahan organik dari limbah industri yang mengandung bahan yang tereduksi. Wardana *dalam* Sitorus (2009) mengatakan bahwa kandungan oksigen terlarut minimal untuk mendukung kehidupan organisme perairan secara normal adalah 2 mg/L. Berdasarkan pendapat tersebut, ikan toman dari Danau Lubuk Siam dan Sungai Sibam masih mampu bernafas dengan baik. Namun jika oksigen didalam perairan kurang dari jumlah kadar oksigen normal maka akan mengganggu sistem pernapasan insang.

### **Total Tersuspended Oxygen (TSS)**

Nilai TSS yang didapat selama penelitian pada Danau Lubuk Siam 5,70 mg/L dan Sungai Sibam 32,87 mg/L. Menurut baku mutu air kelas II dalam PP No. 82 Tahun 2001, nilai TSS yang baik dalam perairan tidak boleh lebih dari 25 mg/L. Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001, nilai TSS Sungai Sibam melewati batas ambang baku mutu. Tingginya nilai TSS di Sungai Sibam disebabkan oleh aktifitas penambangan pasir yang terus menerus dilakukan sehingga mengakibatkan erosi pada pinggiran sungai Wahyuni (2017). Berdasarkan baku mutu ikan yang berada di Sungai Sibam mengalami gangguan pernafasan pada ikan, struktur jaringan insang mulai rusak karena penyebab kekeruhan dan bahan pencemar yang ada pada perairan tersebut.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

Struktur jaringan insang ikan toman (*C. micropeltes*) di Perairan Danau Lubuk Siam dan Sungai Sibam memiliki memiliki struktur jaringan insang yang berbeda. Kondisi struktur jaringan insang di Perairan Danau Lubuk Siam hanya terdapat kelainan hiperplasia sedangkan kondisi struktur jaringan insang ikan toman yang berada di Sungai Sibam sudah mengalami kelainan (abnormalitas) dimana jarak dan lebar lamela tidak beraturan dan ditemukan beberapa jenis kerusakan yaitu hiperplasia, odema dan epitelium pecah. Kondisi ini dapat dikategorikan organ insang masih dalam keadaan normal.

### **Saran**

Saran untuk kedepannya untuk melakukan penelitian lanjutan untuk melihat struktur jaringan organ lainnya seperti organ jantung, hati dan ginjal agar memberikan informasi yang lebih lengkap tentang

struktur jaringan organ ikan toman(*C.micropeltes*).

## DAFTAR PUSTAKA

- Antoni. 2015. Types and Density of Aquatic Plant in Lubuk Siam Lake Lubuk Siam Village Siak Hulu Sub-Regency Kampar Regency Riau Province.
- Aliza. D. Winaruddin. Wahyu. L. S. 2013. Efek Peningkatan Suhu Air Terhadap Perubahan Perilaku, Patologi, Anatomi, dan Histopatologi Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Medika Veterinaria ISSN: 0853-1943. Vol. 7. No.2, Agustus 2017.
- Cuvier 1831. Toman. <http://id.wikipedia.org/wiki/Toman>. [15 November 2017]
- Dewi, Y. N. 2007. Struktur Anatomi dan Dimensi Insang Kaitannya dengan Aktivitas dan Habitat Ikan. Skripsi. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Erlangga. 2007. Efek Pencemaran Perairan Sungai Kampar di Provinsi Riau Terhadap Ikan Baung (*hemibagrus nemurus*). Tesis sekolah pascasarjana IPB. Bandung.
- Ersa I. M. 2008. Gambaran Histopatologi Insang, Usus, dan Otot pada Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Daerah Ciampea Bogor (Skripsi). Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Hutauruk, L. C, C. 2015. Keanekaragaman Jenis-Jenis Ikan di Sungai Sibam. Skripsi .Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak Diterbitkan)
- Indrayani, D. Yusfiati. Elvyra. R. Struktur Insang Ikan *Ompok Hypophthalmus* (Bleeker 1846) dari Perairan Sungai Siak Kota Pekanbaru. JOM FMIPA Volume 1 No. 2 Oktober 2014.
- Kantor Desa Lubuk Siam. 2009. Monografi Desa Lubuk Siam. Kabupaten
- Kordi, G., dan Tancung, A.A 2007. Pengelolaan Kualitas Air. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kordi, G. H. 2010. Budidaya Ikan Patin di Kolam Terpal. Lily Publisher. Yogyakarta
- Kumar, V. A. K. Mitchell, R. N. 2007. Robbins Basic Pathology. Eight Edition. Saunder Elsevier, Inc: Philadelphia
- Saputra, H. M. 2013. Struktur Histologi Insang Ikan dan Kadar Hemoglobin Ikan Asang (*Osteochilus hasselti* C.V) di Danau Singkarak dan Maninjau, Sumatera Barat. Jurnal Biologi Universitas Andalas.2(2).
- Suparjo. M. N. 2010. Kerusakan Jaringan Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Akibat Deterjen. Jurusan Saintek Perikanan 5(2): 1-7.
- Utomo, A. B., Karyana, Y., dan Yanti, T. S. 2010. Proyeksi Penduduk Provinsi Riau 2010-2015 menggunakan metode campuran. Statistika. 10(2): 129-138.
- Windarti dan A.H. Simarmata. 2015. Buku Ajar Struktur Jaringan. Penerbit Unri Press. Pekanbaru. 105 Hal.
- Wahyuni, S. 2017. Studi Komparatif Struktur Jaringan Insang Ikan Gabus (*Channa striata*) dari Sungai Sibam dan Sungai Kulim Provinsi Riau. Skripsi .Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak Diterbitkan)