

Histopatologi Organ Ikan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*) sebagai Bioindikator Perairan Teluk Kupang, NTT

Shobikhuliatul Jannah Juanda*, Aisyah Lukmini, Ihsan Sanggar Rahman,
Muhammad Fajar Panuntun

Program Studi Teknologi Budidaya Perikanan, Politeknik Pertanian Negeri Kupang
Jl. Prof. Dr. Herman Yohanes, Lasiana, Kupang, Nusa Tenggara Timur, Indonesia
*Corresponding author, email: shelbysheby1017@gmail.com

ABSTRAK: Saat ini, informasi tentang respon fisiologis biota akuatik yang hidup di perairan Teluk Kupang masih sangat minim. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, menghitung intensitas dan prevalensi parasit serta menganalisis kerusakan organ pada kerapu bebek yang diambil dari perairan Teluk Kupang. Penelitian ini dilaksanakan selama bulan Juli 2023. Sampel ikan yang digunakan adalah ikan kerapu hidup yang ditangkap oleh nelayan, selanjutnya ikan dibawa ke laboratorium untuk diamati gejala klinis morfologinya yang meliputi bentuk, kondisi tubuh ikan, warna, sirip, sisik dan insang. Pengamatan ektoparasit dilakukan pada lendir tubuh, sirip dan insang, sedangkan endoparasit diambil pada usus ikan. Preparasi histologi dilakukan pada organ insang dan usus ikan. Analisis histopatologi dilakukan dengan pengamatan secara mikroskopik pada masing-masing organ selanjutnya dibandingkan dengan gambaran histopatologi yang didapatkan dari referensi jurnal yang relevan yang mencakup struktur jaringan mikroskopik dari organ serta kerusakannya. Pada penelitian ini tidak ditemukan adanya gejala klinis morfologi, namun pada pengamatan ektoparasit dan endoparasit ditemukan parasit yang menginfestasi yaitu *Anisakis* sp. Intensitas ektoparasit *Anisakis* sp. 0,67 ind/ekor yang artinya infeksi sangat rendah dengan nilai prevalensi 57,14% yang termasuk infeksi sangat sering. Nilai intensitas endoparasit sebesar 1 ind/ekor yang artinya infeksi rendah dan prevalensi 85,71% yang termasuk infeksi sedang. Beberapa kerusakan jaringan insang yang ditemukan antara lain edema lamela primer dan sekunder, proliferasi sel mukus, clubbing, fusi lamela primer dan sekunder, adanya vakuola, telangiectasis, hiperplasia lamela sekunder, degenerasi lamela sekunder dan lisis. Sedangkan kerusakan pada usus yaitu nekrosis, edema, erosi villi, perlemakan, hemoragi, lisis dan adanya vakuola.

Kata kunci: Bioindikator; Histopatologi; Ikan; Parasit; Teluk Kupang

*Histopathology of Barramundi Cod Grouper (*Cromileptes altivelis*) Organs as a Bioindicator for Kupang Bay, NTT*

ABSTRACT: Currently, the information about physiological responses of aquatic biota in Kupang Bay is still very minimal. This research aims to identify, calculate the intensity and prevalence of parasites and organ damage analyzed in Barramundi Cod Grouper taken from Kupang Bay. This research was carried out during July 2023. The sample of fishes caught by fisherman and taken to the laboratory to be observed for clinical morphological symptoms, such as shape, fish's body, color, fins, scales and gills. Ectoparasites were observed in the body mucus, fins and gills, while endoparasites in the intestines. Histological preparations were carried out on the gills and intestines. Histopathological analysis were carried out by microscopic observation of each organ and then compared with the image obtained from relevant journal references which includes the microscopic tissue structure and its damages. In this study, no morphological clinical symptoms were found, however, when observing ectoparasites and endoparasites, parasitism was found, namely *Anisakis* sp. The intensity of the *Anisakis* sp ectoparasites is 0.67 ind/tail (very low infection) with a prevalence of 57.14% (very frequent attack). The endoparasites intensity is 1 ind/tail (low infection) and a prevalence of 85.71%, (moderate attack). Some of the gill tissue damage found includes primary and secondary lamella edema, mucus cell proliferation, clubbing, primary and secondary lamella fusion, vacuoles, telangiectasis, secondary lamella hyperplasia, secondary lamella

degeneration, lysis, the appearance of protozoa and parasites. Meanwhile, the intestines includes necrosis, edema, villous erosion, fatty, hemorrhage, lysis, the presence of vacuoles and the appearance of parasites and protozoa.

Keywords: *Bioindicators; Histopathology; Fish; Parasites; Kupang Bay*

PENDAHULUAN

Pesisir laut memegang peran yang sangat penting dalam ekosistem karena menyimpan potensi sumberdaya alam serta tingkat diversitas yang tinggi. Dalam UU No 27 Tahun 2007, sumberdaya pesisir terdiri dari sumberdaya hayati, non-hayati, buatan dan jasa-jasa lingkungan. Sumberdaya hayati yang dimaksud meliputi sumberdaya ikan, terumbu karang, padang lamun, mangrove dan biota laut lainnya; sumberdaya non hayati meliputi pasir, air laut dan mineral dasar laut; sumberdaya buatan meliputi infrastruktur laut yang terkait dengan kelautan dan perikanan; sedangkan sumberdaya jasa-jasa lingkungan berupa keindahan alam, permukaan dasar laut tempat instalasi bawah air yang terkait dengan kelautan dan perikanan serta energi gelombang laut yang terdapat di wilayah pesisir. Sumberdaya tersebut mempunyai fungsi ekologis dan ekonomis bagi manusia dan menentukan keberlanjutan dari wilayah pesisir di masa yang akan datang (Asyiwati dan Akliyah, 2014).

Saat ini, isu perubahan iklim dan acaman antropogenik dari daratan menjadi tekanan untuk keberlanjutan wilayah pesisir. Antropogenik yang masuk ke dalam badan air sebagai akibat aktivitas manusia misalnya kegiatan domestik, pembangunan permukiman di daratan, industri maupun pertanian diketahui dapat menyebabkan pencemaran, pengayaan nutrisi, perubahan struktur perairan dan kegiatan perikanan dimana akan mempengaruhi perubahan fisiologi dan perilaku fauna yang hidup di dalamnya (King *et al.*, 2022). Pada biota perairan, stressor antropogenik tersebut diketahui dapat mengakibatkan kematian (lethal) maupun sub lethal. Beberapa studi menunjukkan efek sub lethal pada organisme perairan yang diakibatkan oleh antropogenik, diantaranya adalah terganggunya pertumbuhan, behaviour ikan, abnormalitas morfologi ikan, gangguan reproduksi ikan dan gangguan fungsi endokrin ikan (Authman *et al.*, 2015; Bakr *et al.*, 2016; Sudrajat *et al.*, 2020; Santamaria *et al.*, 2021; Khan *et al.*, 2021; Santos *et al.*, 2021). Untuk menaksir efek toksisitas dari beberapa polutan antropogenik di lingkungan dapat diuji dengan menggunakan spesies yang mewakili lingkungan yang ada di perairan tersebut (Bergstrom *et al.*, 2016; Tashla *et al.*, 2018; Carvalho *et al.*, 2020; Mehana *et al.*, 2020). Ikan dianggap sebagai bioindikator yang baik untuk menilai kualitas lingkungan perairan karena ikan mencari makan dan hidup di lingkungan perairan sehingga sangat rentan dan sensitif terhadap paparan polusi dan kontaminan. Ikan melakukan biokonsentrasi dan mengakumulasi kontaminan melalui insang sebagai pintu masuk awal toksikan dan melalui rantai makanan atau jaring-jaring makanan yang kemudian ditransfer ke dalam darah sehingga dapat menunjukkan reaksi terhadap perubahan fisika dan kimia di badan air dan merupakan subjek uji yang tepat untuk mengetahui indikasi kesehatan suatu ekosistem.

Menurut Santos *et al.* (2021), biomarker histopatologi dapat diterapkan secara luas untuk menyelidiki dampak kontaminasi pada organisme karena memungkinkan identifikasi lesi pada sel, jaringan dan organ. Penggunaan biomarker ini adalah melalui analisis perubahan histopatologis pada jaringan akibat efek sub lethal dari polusi dan kontaminan atau bahkan patogen dengan cara yang cepat, efisien dan mudah diterapkan. Organ insang dan usus merupakan organ yang sering digunakan dalam pengamatan karena insang merupakan organ yang berkontak langsung dengan air dan memiliki peran mendasar dalam pertukaran gas dan regulasi osmotik pada ikan, sedangkan usus merupakan saluran pencernaan yang sering terinfeksi oleh patogen.

Perairan Teluk Kupang merupakan perairan yang memiliki banyak aktivitas antropogenik seperti kegiatan perhotelan, permukiman, pasar dan menjadi lalu lintas kapal (pelabuhan). Informasi tentang respon fisiologis biota akuatik yang hidup di perairan Teluk Kupang masih sangat minim, padahal informasi tersebut sangat diperlukan untuk mengetahui kondisi kualitas perairan daerahnya.

Dengan adanya informasi tersebut dapat dijadikan kajian awal status kualitas perairan dan strategi pengelolannya secara berkelanjutan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian tentang analisis histopatologi ikan kerapu bebek yang diambil dari perairan Teluk Kupang sebagai bioindikator lingkungannya. Ikan kerapu bebek dipilih karena merupakan salah satu jenis ikan demersal penghuni terumbu karang. Beberapa penelitian sebelumnya tentang analisis histopatologi pada ikan di perairan sebagai bioindikator telah banyak dilakukan. Carvalho *et al.* (2020), mendapatkan hasil dari analisis histopatologi insang ikan yang diambil dari Teluk Paraty dan Sepetiba di Rio de Janeiro Brazil untuk mengukur dampak lingkungannya menemukan beberapa kerusakan berupa pengangkatan sel epitel, aneurisma dan nekrosis. Santos *et al.* (2021), melakukan analisis histopatologi pada 5 spesies ikan yang berbeda yang diambil dari perairan estuari di Timur Laut Brazil yang terindikasi tercemar merkuri dan mendapatkan hasil adanya kerusakan pada jaringan organ insang berupa sel epitel yang terangkat, aneurisma pada lamela dan robekan pada epitel lamela. Alioua *et al.* (2020), menemukan adanya infestasi parasit *Anisakis simplex* pada histopatologi usus ikan laut dalam jenis *Phycis blennoides* yang diambil dari perairan pesisir Aljazair. Penelitian yang dilakukan Putri *et al.* (2023), pada pengamatan histopatologi usus beberapa jenis ikan laut yang diambil dari Perairan Pantai Baru dan Trisik Yogyakarta menunjukkan adanya kerusakan struktur jaringan usus. Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mengidentifikasi, menghitung intensitas dan prevalensi parasit serta menganalisis kerusakan organ insang dan usus pada kerapu bebek yang diambil dari perairan Teluk Kupang.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama bulan Juli 2023. Pengambilan sampel ikan dilakukan di perairan Teluk Kupang, pengamatan morfologi dan parasit ikan dilakukan di Laboratorium Produksi dan Manajemen Budidaya Perikanan Politeknik Pertanian Negeri Kupang, sedangkan pembuatan preparat histopatologi dilakukan di RS. Siloam Kota Kupang dan pengamatan histopatologi organ di Laboratorium Kesehatan Hewan Politeknik Pertanian Negeri Kupang. Sampel ikan yang digunakan adalah ikan kerapu hidup yang ditangkap oleh nelayan. Ikan dibawa ke Laboratorium dan diamati gejala klinis morfologinya yang meliputi bentuk dan kondisi tubuh ikan, warna, sirip, sisik dan insang.

Pengamatan ektoparasit ikan dilakukan dengan cara mengerok lendir pada bagian kulit dari kepala sampai ekor, sirip dan insang menggunakan spatula, kemudian lendir tersebut diletakkan di atas objek glass dan ditetesi NaCl fisiologis, lalu ditutup dengan cover glass. Preparat ektoparasit tersebut kemudian diamati di bawah mikroskop dan jika ditemukan adanya mikroorganisme yang diduga parasit, selanjutnya dilakukan identifikasi dengan membandingkan ciri-ciri morfologinya dengan referensi yang relevan. Pemeriksaan endoparasit dilakukan dengan mengambil organ usus ikan dan dikerok dengan menggunakan spatula, kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri dan ditetesi NaCl Fisiologis. Selanjutnya, preparat endoparasit diamati di bawah mikroskop dan dilakukan hal yang sama seperti pada pengamatan preparat ektoparasit. Prevalensi parasit dan prevalensi dihitung dengan menggunakan rumus (Kabata, 1985):

$$\text{Prevalensi parasit (\%)} = \frac{\text{Jumlah ikan yang terserang parasit (ekor)}}{\text{Jumlah ikan yang diperiksa (ekor)}} \times 100$$

$$\text{Intensitas (individu ekor}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Jumlah parasit yang ditemukan (ind)}}{\text{Jumlah ikan yang terinfeksi (ekor)}}$$

Kriteria tingkat prevalensi penyakit dan intensitas infeksi parasit merujuk pada Williams dan Bunkley (1996), seperti pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Kriteria Tingkat Prevalensi Infeksi Penyakit

Tingkat Serangan	Keterangan	Prevalensi
Selalu	Infeksi sangat parah	100-99%
Hampir selalu	Infeksi parah	98-90%
Biasanya	Infeksi sedang	89-70%
Sangat sering	Infeksi sangat sering	69-50%
Umumnya	Infeksi biasa	49-30%
Sering	Infeksi sering	29-10%
Kadang	Infeksi kadang	9-1%
Jarang	Infeksi jarang	>1-0,1%
Sangat jarang	Infeksi sangat jarang	>0,1-0,01%
Hampir tidak pernah	Infeksi tidak pernah	>0,01%

Tabel 2. Kriteria Tingkat Intensitas Infeksi Parasit

Tingkat Infeksi	Intensitas (Individu Ekor ⁻¹)
Sangat rendah	<1
Rendah	1-5
Sedang	6-55
Parah	51-100
Sangat parah	>100
Super infeksi	>1000

Preparasi histologi diawali dengan membedah ikan dengan menggunakan *dissecting set* dan mengambil organ target, yaitu insang dan usus. Organ yang diambil kemudian dimasukkan ke dalam wadah sampel yang berisi larutan formalin 10% dan kemudian dilakukan pembuatan preparat histologinya. Analisis histopatologi dilakukan dengan cara mengamati gambaran histopatologi organ secara mikroskopik dengan perbesaran 150-600x. Hasil gambaran struktur histopatologi masing-masing organ selanjutnya dibandingkan dengan gambaran histopatologi yang didapatkan dari referensi jurnal yang relevan. Perbandingan tersebut mencakup struktur jaringan mikroskopik dari organ serta kerusakannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian, jumlah ikan kerapu bebek yang didapatkan selama bulan Juli 2023 sejumlah 35 ekor. Hasil pengamatan gejala klinis ikan kerapu yang teramati pada penelitian ini tidak menunjukkan adanya abnormalitas, namun pada pengamatan ektoparasit dan endoparasit ditemukan adanya parasit yang menginfestasi. Jenis parasit yang menginfestasi yaitu *Anisakis* sp. yang ditemukan pada lendir insang dan usus ikan kerapu bebek (Tabel 3).

Menurut Siagian dan Maryanti (2020), *Anisakis* sp. termasuk ke dalam golongan cacing nematoda dari famili Anisakidae yang banyak menginfestasi ikan laut terutama ikan yang ditangkap di daerah dekat pantai atau pesisir wilayah beriklim tropis maupun sub tropis. Spesies ikan air laut yang tercatat terinfestasi cacing ini sangat beragam, beberapa diantaranya adalah ikan kakap putih, kakap merah, kerapu, layur, tongkol, layang, tuna, kembung, putihan, selar, swanggi dan tenggiri (Semarariana *et al.*, 2012; Muttaqin dan Abdulgani, 2013; Indaryanto *et al.*, 2014; Utami, 2014; Hutama *et al.*, 2018; Linayati, 2018; Paremme *et al.*, 2018; Ulkhaq *et al.*, 2019; Arizona *et al.*, 2020; Guntur *et al.*, 2022; Komariah *et al.*, 2020; Rifani *et al.*, 2022; Herlina dan Agus, 2023; Junita *et al.*, 2023). Pada penelitian ini, tidak ditemukan adanya gejala klinis morfologi pada ikan kerapu bebek diduga karena parasit yang menginfestasi tidak menyebabkan patologi pada inangnya. Hal tersebut sesuai dengan Hutama *et al.* (2018), yang menjelaskan bahwa ikan yang terinfestas *Anisakis* tidak menunjukkan gejala klinis yang khas karena merupakan infeksi

Tabel 3. Parasit yang Teridentifikasi

Parameter / Jenis Parasit	Jumlah ikan yang terinfeksi (ekor)	Jumlah parasit (individu)	Intensitas (Individu ekor ⁻¹)	Prevalensi (%)
Ektoparasit / <i>Anisakis</i> sp	20	30	0,67 (<1)	57,14
Endoparasit / <i>Anisakis</i> sp	30	30	1	85,71

endoparasit yang memerlukan pembedahan dan pengamatan organ dalam karena tidak menunjukkan gejala klinis eksternal dan sulit terdeteksi dengan cepat. *Anisakis* sp merupakan endoparasit yang menimbulkan efek patologi dan parasitologi berupa zoonosis, yaitu dapat ditularkan kepada inangnya termasuk manusia (penyakit Anisakiasis).

Berdasarkan pengamatan preparat ektoparasit hanya ditemukan satu jenis parasit yang menginfeksi ikan kerapu bebek, yaitu *Anisakis* sp. yang terdapat pada 20 ekor ikan yang terinfeksi dengan jumlah parasit sebanyak 30 individu (Tabel 3). Nilai intensitas *Anisakis* sp. yang menginfeksi adalah 0,67 (<1) ind/ekor (Tabel 3), dimana nilai tersebut masuk ke dalam kategori sangat rendah (Tabel 2). Tingkat serangan *Anisakis* sp. pada ikan kerapu bebek yang ditunjukkan dengan nilai prevalensi sebesar 57,14% yang termasuk ke dalam infeksi sangat sering (Tabel 3). Menurut Siagian dan Maryanti (2020), *Anisakis* sp. biasanya hidup dan ditemukan pada dinding usus, hati dan otot ikan. *Anisakis* sp. biasanya dikategorikan ke dalam endoparasit, namun pada penelitian ini *Anisakis* sp. juga ditemukan pada pengamatan ektoparasit yang diambil dari sampel lendir kulit dan kepala sampai ekor, sirip dan insang ikan. Hasil tersebut diperkuat oleh Setyobudi *et al.* (2007), dalam penelitiannya yang melakukan pengamatan infeksi parasit pada rongga perut, saluran pencernaan, gonad, hepar, daging, insang, gelembung renang dan bagian luar tubuh ikan layur yang diambil dari Pantai Selatan Purworejo dan mencatat hasil bahwa *Anisakis* sp. sejumlah 0,7 % juga ditemukan pada insang ikan dan 0,18% ditemukan pada bagian luar tubuh. Suadi *et al.* (2007), menambahkan bahwa *Anisakis* sp. juga ditemukan pada insang (1 ekor) dan sirip punggung (1 ekor) ikan layur yang didaratkan di pelabuhan ikan Cilacap. Keberadaan *Anisakis* sp. pada preparat ektoparasit yang diambil dari insang dan lendir tubuh ikan kerapu bebek pada penelitian ini diduga dipengaruhi oleh tahapan dalam siklus hidup cacing, yaitu cacing dalam stadia larva yang melayang di kolom air dan akhirnya menempel pada insang, dimana pada insang terdapat banyak pembuluh darah yang mana darah merupakan makanan dari parasit jenis nematoda. Siklus hidup *Anisakis* sp. dimulai dari dikeluarkannya telur oleh cacing betina dewasa yang berada di dalam tubuh inangnya ke air laut untuk beberapa waktu, kemudian menetas menjadi larva yang bersifat planktonik. Larva cacing ini lah yang kemudian dikonsumsi oleh invertebrata golongan euphausiids dan kemudian berlanjut ke hewan yang lebih tinggi tingkatannya melalui jaring-jaring makanan.

Pada pengamatan endoparasit pada penelitian ini juga hanya ditemukan satu jenis parasit yaitu *Anisakis* sp. *Anisakis* sp. yang ditemukan di dalam usus tersebar pada 30 ekor ikan dengan jumlah 30 individu. Intensitas dan prevalensi serangan *Anisakis* sp. di dalam usus ikan kerapu berturut-turut adalah 1 ind/ekor yang termasuk ke dalam kategori tingkat infeksi rendah dan 85,71% yang termasuk ke dalam kategori infeksi serangan sedang. Menurut Awik *et al.* (2010), endoparasit dapat hidup pada usus karena mempunyai resistensi terhadap mekanisme pencernaan dan mampu melawan respon imun inangnya. Parasit tersebut mengambil nutrisi melalui suplai oksigen dari pembuluh darah vena di lumen usus sehingga mampu bertahan meskipun kondisi usus anaerob. *Anisakis* sp. dapat melindungi tubuhnya dari enzim pencernaan di dalam usus karena memiliki lapisan kutikula yang diekskresi dari lapisan epidermis kulitnya. Lapisan kutikula tersebut merupakan *mucoprotein* yang berfungsi menetralkan enzim yang disekresi oleh inang, sehingga parasit yang mensekresi *mucoprotein* tidak dapat tercerna di dalam usus. *Anisakis* yang termasuk ke dalam golongan *helminthes* (cacing) sering ditemukan menginfeksi ikan inangnya karena dapat hidup di liang-liang kulit dan permukaan tubuh ikan. Parasit cacing dapat masuk ke dalam tubuh inang

melalui makanan yang dimakan oleh inang, biasanya berupa udang, siput dan ikan kecil yang menjadi inang perantara dalam siklus hidup cacing. Cacing *Anisakis* yang ada di dalam tubuh ikan dapat mengalami transfer ke tubuh manusia melalui konsumsi ikan mentah yang terinfestasi cacing tersebut. Menurut Paremme *et al.* (2018), ikan yang rentan terinfestasi *Anisakis* adalah ikan dari jenis karnivora, termasuk ikan kerapu bebek. Ditambahkan pula bahwa ikan kerapu yang diambil dari Tempat Pelelangan Ikan Oeba, Kupang, Nusa Tenggara Timur pada tahun 2018 telah ditemukan infestasi *Anisakis* sp. yang tersebar pada organ otot (10 ekor), usus (53 ekor) dan lambung (28 ekor) dengan nilai prevalensi sebesar 76,67% dan intensitas 11 ind/ekor. Menurut Siagian dan Maryanti (2020), jumlah parasit yang terdapat pada ikan merupakan parameter kuantitatif atas infeksi parasit pada suatu organisme yang dipengaruhi oleh banyak faktor biotik dan abiotik, diantaranya adalah kesesuaian karakteristik intrinsik parasit dengan inang, hospes dan lingkungannya terutama suhu. Penurunan suhu air laut dapat mengurangi jumlah larva *Anisakis* yang menginfestasi. Lokasi perairan Teluk Kupang yang dekat dengan pantai dan relatif memiliki suhu lebih hangat merupakan tempat yang sangat sesuai untuk perkembangan larva cacing ini.

Pada penelitian ini, organ dalam ikan yang diambil hanya ususnya saja, sedangkan pada beberapa penelitian tentang pengamatan endoparasit pada sejumlah ikan air laut, cacing *Anisakis* sp. ini tidak hanya ditemukan pada organ usus saja, melainkan juga ditemukan pada organ lambung, hati, otot, rongga abdomen, daging dan gonad (Semarariana *et al.*, 2012; Utama *et al.*, 2018; Linayati, 2018; Paremme *et al.*, 2018; Komariah *et al.*, 2020; Guntur *et al.*, 2022; Rifani *et al.*, 2022; Herlina dan Agus, 2023). Organ usus merupakan tempat yang nyaman untuk cacing nematoda karena usus merupakan organ dengan sumber nutrisi organik berupa darah, sel jaringan, cairan tubuh dan sari-sari makanan yang mendukung kehidupan cacing (Komariah *et al.*, 2020). *Anisakis* yang terdapat pada usus ikan dapat melakukan migrasi *post mortem* dari rongga abdomen ke bagian tubuh lainnya seperti daging, otot, hati dan gonad ikan selama larva cacing masih hidup. Menurut Semarariana *et al.* (2012), infeksi *Anisakis* sp. juga akan terus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya ukuran dan umur ikan. Selanjutnya ditambahkan bahwa prevalensi *Anisakis* sp. pada ikan dapat dipengaruhi oleh adanya hospes definitif cacing, yaitu mamalia laut dan fenomena upwelling, sedangkan intensitas parasit dipengaruhi oleh ukuran tubuh inang, umur, iklim, musim dan kondisi geografis, pola makan inang, daya tahan inang dan kondisi lingkungan hidup inang terutama kualitas air. Lokasi pengambilan sampel ikan kerapu bebek di Teluk Kupang yang masih termasuk ke dalam perairan Laut Sawu yang menjadi lalu lintas migrasi beberapa spesies mamalia laut. Menurut Guntur *et al.* (2022), Laut Sawu merupakan jalur migrasi mamalia jenis *Sperm whale* yang merupakan salah satu inang dari *Anisakis* sp.

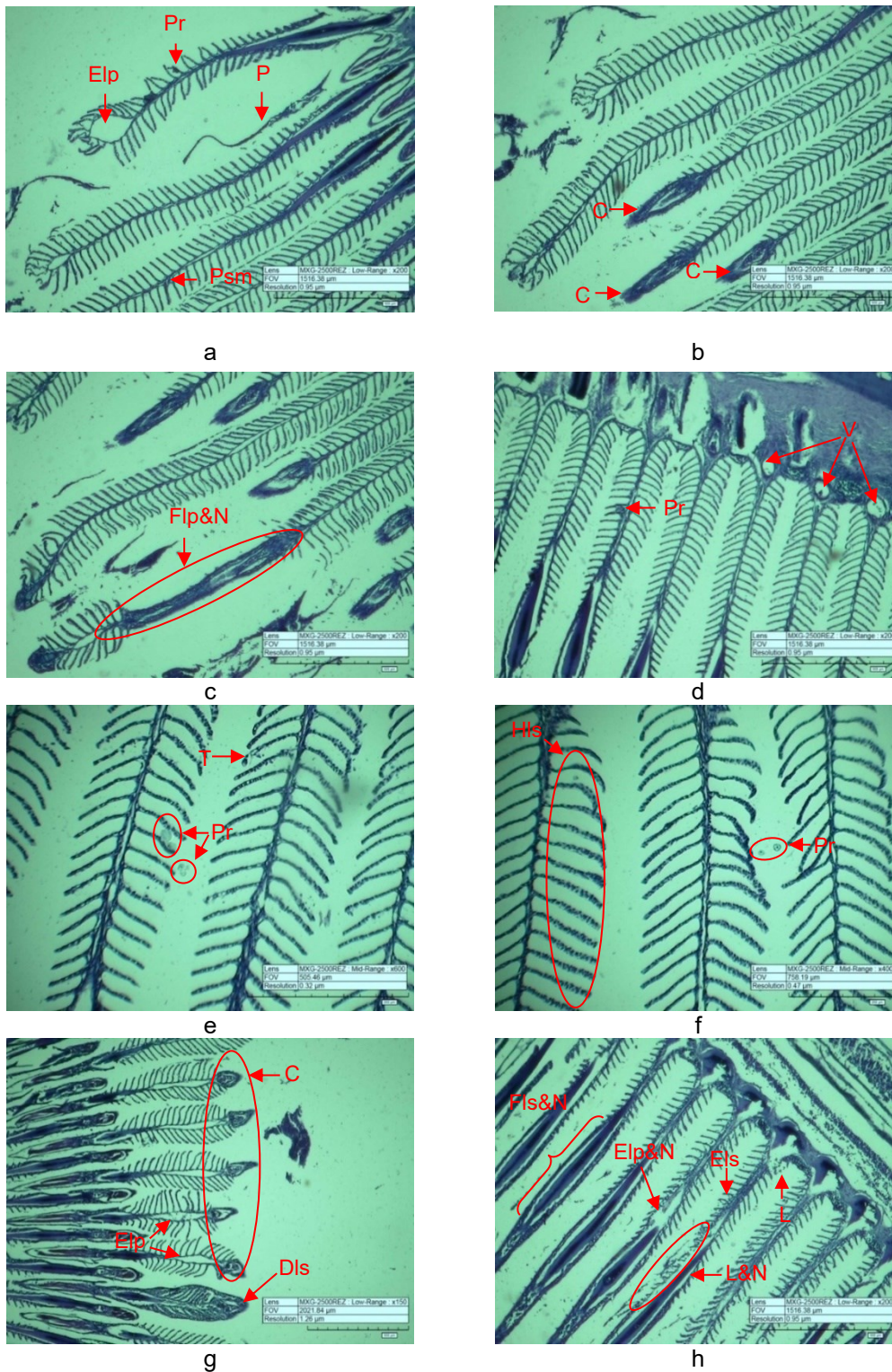
Berdasarkan analisis histopatologi pada organ insang ikan kerapu bebek, ditemukan beberapa kerusakan antara lain edema lamela primer dan sekunder, proliferasi sel mukus, *clubbing*, fusi lamela primer dan sekunder, adanya vakuola, telangiectasis, hiperplasia lamela sekunder, degenerasi lamela sekunder, lisis, kemunculan protozoa dan parasit (Gambar 1). Kerusakan jaringan organ insang biasanya dimulai dari hiperplasia sel yang terjadi terus menerus yang kemudian akan menjadi fusi, telangiectasis, vakuola dan akhirnya akan terjadi nekrosis (Juanda *et al.*, 2022). Hiperplasia adalah kerusakan yang terjadi akibat pertumbuhan sel yang terjadi dengan sangat cepat. Pada analisis histopatologi jaringan insang, hiperplasia dapat ditandai dengan adanya pembengkakan jaringan akibat semakin banyaknya sel yang tumbuh di dalam jaringan tersebut sehingga akan terlihat lebih besar dari keadaan normalnya. Jaringan yang mengalami hiperplasia masih mempunyai epitel, namun bentuk sel di dalamnya sudah tidak jelas lagi. Hiperplasia pada lamela sekunder yang terjadi secara terus menerus menyebabkan ruang antar lamela sekunder akan saling melekat karena ruang tersebut diisi oleh sel-sel baru yang mengalami pertumbuhan. Perlekatan tersebut disebut dengan fusi lamela sekunder. Hiperplasia yang ditemukan pada penelitian ini adalah hiperplasia pada lamela primer dan sekunder. Menurut Idzni *et al.* (2020), hiperplasia yang terjadi pada lamela primer diakibatkan oleh pembelahan sel klorid secara berlebihan karena terganggunya pengaturan transportasi ion di insang, sedangkan hiperplasia pada lamela sekunder terjadi karena adanya pembelahan sel epitel berlebihan pada lamela sekunder. Hiperplasia yang terjadi pada insang ikan kerapu bebek diduga diakibatkan oleh adanya infestasi

parasit pada ikan. Menurut Prasetyo *et al.* (2022), hiperplasia pada jaringan insang dapat terjadi karena masuknya logam berat, infeksi parasit, bakteri dan pencemaran lingkungan yang lainnya. Dugaan tersebut juga diperkuat dengan ditemukannya ektoparasit dan endoparasit yang menginfestasi ikan (Tabel 3) serta kemunculan parasit dan protozoa pada preparat histopatologi insang (Gambar 1a, 1d, 1e dan 1f).

Edema yang terlihat pada histopatologi insang dapat ditandai dengan adanya pembengkakan pada sel ataupun jaringan akibat adanya pembendungan cairan. Edema pada histopatologi insang ikan kerapu bebek terjadi pada lamela primer dan sekunder yang terlihat seperti pembekakan dengan ruang kosong. Edema yang terjadi pada jaringan insang dapat menyebabkan terganggunya difusi gas dan pada kondisi parah dapat menyebabkan kematian. Kerusakan jaringan pada insang akan menyebabkan insang tidak bisa melakukan fungsinya yaitu melakukan penyaringan oksigen di dalam air. Menurut Wikiandy *et al.* (2013) dan Juanda *et al.* (2022), edema merupakan akibat dari tidak seimbangnya tekanan osmosis antara sel dan lingkungan dan merupakan respon insang terhadap adanya bahan-bahan toksik kimia, virus, bakteri dan parasit di perairan. Edema yang terjadi pada lamela primer dan sekunder insang ikan kerapu bebek diduga terjadi karena adanya infestasi parasit. Hal tersebut diperkuat dengan ditemukannya parasit *Anisakis* sp pada insang dan usus ikan kerapu bebek (Tabel 3) dan pada preparat histopatologi juga dapat dilihat adanya kemunculan parasit dan protozoa (Gambar 1a, 1d, 1e dan 1f).

Proliferasi sel mukus merupakan kejadian lanjutan dari hiperplasia sel yang terjadi secara terus menerus (Gambar 1a). Hiperplasia yang terjadi secara terus menerus akan menstimulasi peningkatan sekresi lendir oleh sel mukus. Peningkatan sekresi sel mukus di insang dapat mengganggu proses pernafasan ikan karena mukus menutupi epitel sehingga proses osmosis oksigen tidak terjadi pada daerah tersebut (Sudaryatma *et al.*, 2013). Wikiandy *et al.* (2013), menyebutkan bahwa sel mukus akan melakukan hipersekresi dan awal terjadinya proliferasi sel mukus jika ada gangguan berupa parasit atau zat toksik dan gangguan kimia di perairan. Air di perairan yang mengandung materi seperti zat toksik atau parasit dan bakteri akan masuk melalui lamela-lamela insang sehingga materi-materi tersebut akan menempel pada mukus insang yang mempunyai fungsi untuk menangkap partikel asing dari air. Semakin banyak materi yang ditangkap mukus maka sel mukus akan lebih banyak memproduksi mukus (Lestari *et al.*, 2018). Proliferasi sel mukus yang terjadi di lamela insang dilakukan untuk melindungi bagian tubuh yang termakan oleh parasit dengan menghasilkan banyak lendir pada permukaan insang yang selanjutnya akan menyebabkan fusi dan kematian sel. Fusi lamela sekunder yang terjadi pada jaringan insang dapat ditandai dari meleburnya dua atau lebih jaringan epitelium lamela sekunder (Gambar 1c dan 1h). Fusi yang terjadi pada lamela sekunder menyebabkan lamela tidak dapat berfungsi karena lakuna yang berisi sel darah merah tertutup oleh sel epitel yang mengalami kerusakan (Utami *et al.*, 2017). Fusi pada lamela menyebabkan luas permukaan insang untuk melakukan proses respirasi menjadi berkurang, sehingga suplai oksigen dan nutrisi juga berkurang yang menyebabkan Adenosin Tri Fosfat (ATP) yang dihasilkan oleh proses metabolisme menjadi berkurang. Menurut Robert (2001), kejadian fusi lamela berhubungan dengan edema pada lamela, hiperplasia dan hipertropi sel epitel dan perubahan dasar arsitektur sel tiang. Fusi lamela primer yang terjadi pada insang ikan kerapu bebek (Gambar 1c) merupakan kerusakan fusi yang terjadi pada lamela primer. Menurut Idzni *et al.* (2020), fusi pada lamela primer merupakan akibat dari terjadinya reduksi pembuluh darah pada lamela primer sehingga hanya tersisa jaringan ikatnya saja.

Clubbing dapat ditandai dengan membesarnya ujung lamela primer atau ujung filamen (Gambar 1b dan 1g). *Clubbing* merupakan akibat dari adanya hiperplasia pada ujung lamela primer yang menyebabkan adanya penebalan jaringan epitel lamela sekunder di ujung filamen sehingga bentuknya terlihat seperti pemukul bisbol. *Clubbing* merupakan salah satu respon lamela sekunder karena adanya paparan bakteri, parasit atau bahan pencemar. Priosoeryanto *et al.* (2010), juga mencatat adanya kejadian *clubbing* pada jaringan insang ikan mujair yang berasal dari daerah Ciampea, Bogor. Pada catatannya ditemukan juga adanya infestasi parasit *Monogenea* pada preparat histopatologisnya. Degenerasi jaringan adalah perubahan bentuk jaringan yang tidak sesuai dengan struktur normalnya (Gambar 1g). Degenerasi merupakan kondisi patologis yang

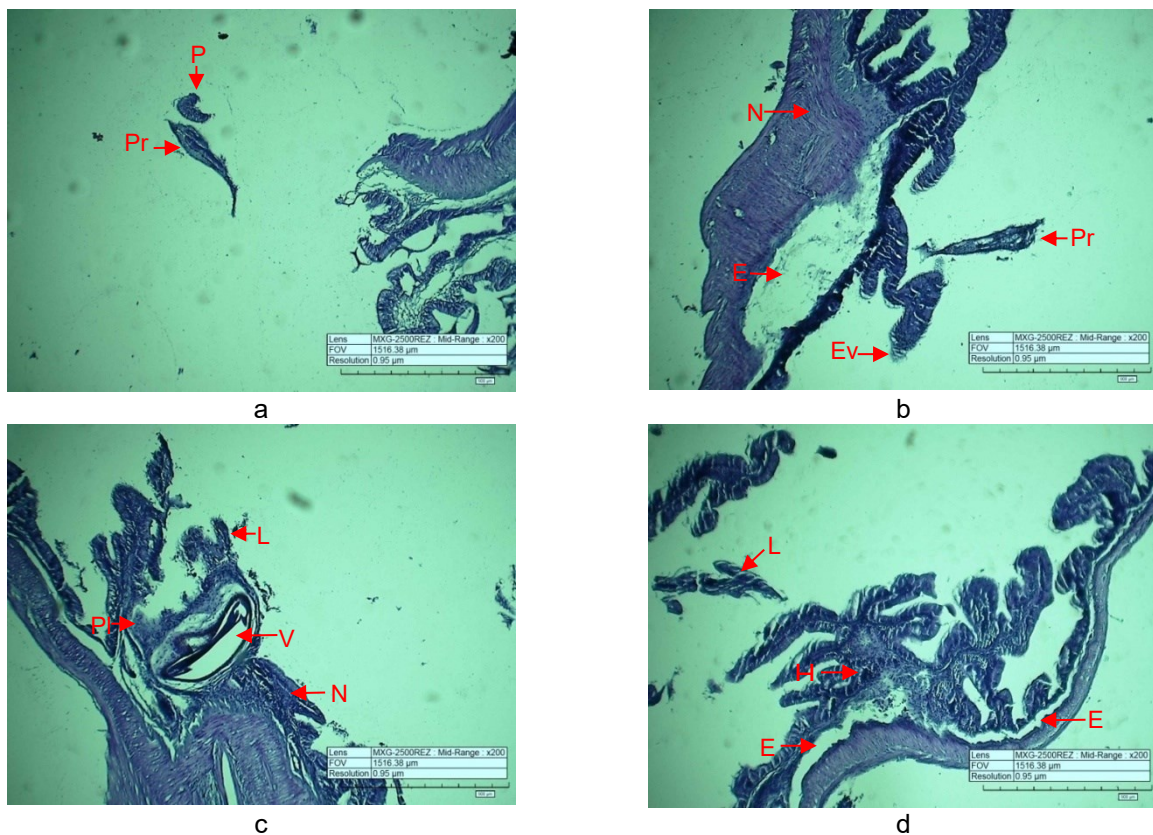


Gambar 1. Histopatologi Organ Insang Ikan kerapu bebek, perbesaran 150-600x. Keterangan: Elp: edema lamela primer; Pr: protozoa; P: parasit; Psm: proliferasi sel mukus; C: clubbing; Flp: fusi lamela primer; V: vakuola; T: telangiektasis; Hls: hiperplasia lamela sekunder; Dls: degenerasi lamela sekunder; Fls: fusi lamela sekunder; L: lisis; Els: edema lamela sekunder; N: nekrosis.

menjadikan suatu jaringan tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Degenerasi juga merupakan gejala awal terjadinya nekrosis pada jaringan. Idzni *et al.* (2020), mengelompokkan degenerasi insang berupa hilangnya struktur lamela sekunder ke dalam tingkat kerusakan V. Lebih lanjut dijelaskan bahwa insang ikan sapu-sapu yang dipapar merkuri pada konsentrasi 0,16 ppm mengalami kerusakan tingkat V yaitu tereduksinya struktur lamela sekunder, sedangkan pada penelitian ini tidak dilakukan pengukuran parameter kualitas air berupa pengukuran logam berat.

Telangiectasis merupakan kejadian melebarnya pembuluh darah kapiler akibat dari darah pada lamela sekunder mengalami pembendungan dan ujungnya mengalami pembesaran sehingga terlihat seperti gelembung balon (Gambar 1e). Kejadian telangiectasis terjadi ketika kebutuhan oksigen menjadi lebih banyak karena penyerapan oksigen lebih sedikit dari pengeluaran karbondioksida akibat dari rusaknya jaringan insang (Mora *et al.*, 2022). Ketidakseimbangan pertukaran gas tersebut memicu homeostatis pada tubuh ikan dengan mempercepat laju sirkulasi darahnya (Juanda dan Edo, 2018). Telangiectasis yang terjadi secara terus menerus menyebabkan sel pilar menjadi rusak sehingga lamela sekunder menjadi tidak dapat bekerja dengan sempurna. Sirkulasi darah yang menjadi cepat menyebabkan eritrosit banyak tertumpuk dibagian ujung lamela dan mengalami pembesaran. Kejadian telangiectasis biasanya dialami oleh ikan yang hidup pada lingkungan kualitas air yang buruk, kurang nutrisi, adanya serangan parasit dan bakteri serta virus, penumpukan sisa metabolisme dan polutan kimia (Robert, 2001).

Vakuola dapat ditandai dengan terlihatnya ruang-ruang kosong pada jaringan (Gambar 1d). Menurut Mora *et al.* (2022), adanya vakuola pada jaringan menandakan jaringan tersebut mengalami kerusakan yang paling berat karena merupakan indikasi terjadinya nekrosis sel. Nekrosis yang terjadi pada sel dapat dikenali dengan melihat bentuk inti selnya, yaitu mengecil (piknotik), membesar, kabur atau hilang (karyolisis) (Sukarni *et al.*, (2012). Lisis yang terjadi pada



Gambar 2. Histopatologi Usus Ikan kerapu bebek. Perbesaran 200x. Keterangan: P: parasit; Pr: protozoa; N: nekrosis; E: edema; Ev: erosi vili; Pl: perlemakan; V: vakuola; L: lisis; H: hemoragi.

jaringan insang ikan merupakan kejadian pecahnya sel lamela sekunder (Gambar 1h). Pecahnya sel lamela terjadi akibat difusi cairan yang diikuti dengan pembengkakan yang terjadi secara terus menerus sehingga dinding sel tidak kuat menahannya dan akhirnya pecah dan terlepas dari jaringan.

Pada analisis histopatologi organ usus ikan kerapu bebek diketahui adanya beberapa kerusakan jaringan, diantaranya adalah nekrosis, edema, erosi vili, perlemakan, hemoragi, lisis, adanya vakuola dan kemunculan parasit dan protozoa (Gambar 2). Edema pada usus ikan kerapu bebek ditandai dengan adanya bagian yang membesar dan mengecil (Gambar 2b dan 2d). Pembengkakan yang terjadi merupakan akibat dari banyaknya akumulasi cairan yang abnormal pada rongga atau ruang interstisial jaringan. Edema yang terjadi secara terus menerus akan menyebabkan jaringan epitel terangkat dan berlanjut menjadi dekuamasi dan ruptus epitel (Juanda dan Edo, 2018). Menurut Sulastri *et al.* (2018), edema yang terjadi pada usus merupakan indikasi dari beberapa keadaan diantaranya adalah ketidakseimbangan tekanan hidrostatik darah, peningkatan permeabilitas pembuluh kapiler dan disfungsi ginjal yang disebabkan oleh zat toksik, virus, bakteri dan parasit.

Vakuola dapat ditandai dengan adanya bagian jaringan yang membesar dan tampak kosong (Gambar 2c). Degenerasi vakuola merupakan kejadian pembengkakan sel yang menjadi salah satu indikasi terjadinya perlemakan. Perlemakan yang berlangsung lama dapat menyebabkan terjadinya kongesti. Perlemakan sel pada organ usus ikan kerapu bebek terjadi pada lapisan epitel usus (Gambar 2c). Menurut Yusfiati dan Roza (2015), perlemakan sel yang terjadi di epitel usus merupakan cara adaptasi sel epitel terhadap senyawa polutan yang ada di perairan. Hemoragi atau perdarahan dapat dikenali dengan adanya titik darah kecil atau besar pada suatu jaringan (Gambar 2d). Adanya hemoragi akibat dari keluarnya darah dari pembuluh darah karena darah menerobos dinding yang mengalami kebocoran akibat peningkatan porositas pembuluh darah (Sulastri *et al.*, 2018). Lisis merupakan kejadian pecahnya sel dan terlepas dari jaringan (Gambar 2c dan 2d). Kerusakan lanjutan dari lisis adalah nekrosis atau kematian sel (Gambar 2b dan 2c). nekrosis dapat ditandai dengan robekan, rapuh dan warna yang pucat. Nekrosis dapat disebabkan oleh adanya agen biologi seperti virus, bakteri, jamur dan parasit dan agen kimia yang dapat mengganggu kelancaran suplai darah di dalam jaringan (Sulastri *et al.*, 2018).

Kerusakan berupa erosi vili yang terjadi pada usus ikan kerapu bebek ditandai dengan hilangnya epitel lapisan mukosa usus sehingga terlihat lebih tipis (Gambar 2b). Erosi vili menyebabkan ketebalan lapisan penampang mukosa usus halus menjadi lebih rendah. Erosi vili dapat mengganggu penyerapan nutrisi oleh usus (Sulastri *et al.* 2018). Endoparasit yang menempel pada dinding usus diketahui dapat menyebabkan kerusakan pada mukosa usus sehingga proses penyerapan dan metabolisme usus menjadi berkurang dan pada akhirnya mengganggu fungsi kelenjar dan organ lainnya karena usus merupakan organ yang selain berfungsi mencerna dan menyerap makanan juga berperan penting dalam keseimbangan elektrolit air. Butt *et al.* (2016), telah melakukan pengamatan pada jaringan usus ikan *Channa punctatus* yang terinfeksi kista cacing *Metacercariae* dan mendapati adanya erosi vili dan inflamasi sel. Kerusakan-kerusakan jaringan yang terjadi pada usus ikan kerapu bebek diduga karena adanya infestasi parasit. Hal tersebut didukung dengan adanya parasit pada pemeriksaan endoparasit (Tabel 3.) dan kemunculan parasit pada preparat histopatologi usus ikan (Gambar 2a dan 2b).

KESIMPULAN

Analisis histopatologi yang dilakukan pada organ insang dan usus ikan kerapu bebek dapat digunakan sebagai bioindikator lingkungan perairan Teluk Kupang karena pada hasil penelitian ditemukan adanya kerusakan jaringan yang diduga diakibatkan oleh adanya infestasi parasit yang ditemukan pada preparat ektoparasit dan endoparasit yang diperkuat juga dengan kemunculan parasit dan protozoa pada preparat histopatologi organ insang dan usus ikan, namun tidak ditemukan gejala klinis morfologi ikan. Jenis parasit yang teridentifikasi adalah *Anisakis* sp. dengan nilai intensitas 0,67 ind/ekor yang termasuk ke dalam kategori infeksi sangat rendah dan prevalensi

57,14% yaitu termasuk ke dalam kategori infeksi sangat sering (ektoparasit). Sedangkan pada endoparasit nilai intensitas 1 ind/ekor yang termasuk ke dalam kategori infeksi rendah dan prevalensi 85,71% yang termasuk ke dalam kategori infeksi sedang. Kerusakan histopatologi yang ditemukan pada organ insang adalah edema lamela primer dan sekunder, proliferasi sel mukus, *clubbing*, fusi lamela primer dan sekunder, adanya vakuola, telangiectasis, hiperplasia lamela sekunder, degenerasi lamela sekunder, lisis, kemunculan protozoa dan parasit. Sedangkan kerusakan pada organ usus berupa nekrosis, edema, erosi vili, perlemakan, hemoragi, lisis, adanya vakuola dan kemunculan parasit dan protozoa.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada Politeknik Pertanian Negeri Kupang yang telah membiayai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alioua, Z., Amira, A., Seminae, N. & Khodja, F.Z. 2020. Morphohistology and Histopathology of The Digestive Organs of The Deep Water Fish Greater Forkbeard *Phycis blennoides*. *Fisheries & Aquatic Life*, 28(2):99-12. DOI: 10.2478/aopf-2020-0013
- Arizona, M.O., Adibrata, S. & Gustomi, A. 2020. Tingkat Prevalensi Cacing Endoparasit Ikan Tongkol (*Euthynus affinis*) yang Didaratkan di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Sungailiat Kabupaten Bangka. *Aquatic Science*, 2(2):26-35.
- Asyiwati, Y. & Akliyah, L.S. 2014. Identifikasi Dampak Perubahan Fungsi Ekosistem Pesisir Terhadap Lingkungan Di Wilayah Pesisir Kecamatan Muaragembong. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 14(1):1-13. DOI: 10.29313/jpwk.v14i1.2551
- Authman, M.M.N., Zaki, M.S., Khallaf, E.A. & Abbas, H.H. 2015. Use of Fish as Bioindicator of The Effects of Heavy Metals Pollution. *Journal of Aquaculture Research & Development*, 6(4):1-13. DOI: 10.4172/2155-9546.1000328
- Awik, P.D.N., Hidayati, D. & Karimatul, H. 2010. Identifikasi Prasit pada Insang dan Usus Halus Ikan Kerapu (*Epinephelus sexfasciatus*) yang Tertangkap di Perairan Glondong Gede, Tuban. *Berkala Penelitian Hayati Edisi Khusus*, 4:9-12.
- Bakr, M.N., Aboelhassan, M.D., Afaf, E., Sh. Gad, N. & Karima, F.M. 2016. Genotoxic and Histopatological Effects of Water Pollutans in Three Population Fish (*Oreochromis niloticus*) in Egypt. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 38(1):206-215.
- Bergstrom, L., U. Bergstrom, J. Olson & J. Cartensen. Coastal Fish Indicators Response to Natural and Anthropogenic Drivers-Variability at Temporal and Different Spatial Scales. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 183(8):62-72. DOI: 10.1016/j.ecss.2016.10.027
- Butt, Z., Najero, N.T., Memon, S.A. & Shaikh, A.A. 2016. Histopathological Study of Intestine of Fresh Water Fish *Channa punctatus* (Bloch 1793) Infected with Encysted *Metacercariae* from District Badin Sind Pakistan. *Sindh University Research Journal*, 48(1):181-184.
- Carvalho, T.L.A.B., Nascimento, A.A., Goncalves, C.F.S., Santos, M.A.J. & Sales, A. 2020. Assessing The Histological Changes in Fish Gills as Environmental Bioindicators in Paraty and Sepetiba Bays in Rio de Janeiro Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 48(4):590-601. DOI: 10.3856/vol48-issue4-fulltext-2351
- Guntur, S., Soewarlan, L.C. & Sine, K.G. 2022. Prevalensi dan Intensitas Infeksi *Anisakis* sp. pada Hasil Tangkapan *Thunnus* sp. di Perairan Laut Flores, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Bahari Papadak*, 3(1):181-189.
- Herlina, S. & Agus, E. 2023. Inventarisasi Endoparasit pada Ikan Layur (*Trichiurus lepturus*) di Pasar Siak Kuala Pembuang. *Jurnal Belida Indonesia*, 3(1):1-4. DOI: 10.59900/pbelida.v3i1.124
- Hutama, F.P., Kismiyati, Mahasri, G. & Wulansari, P.D. 2018. Identifikasi dan Prevalensi Cacing Endoparasit pada Ikan Layang Deles (*Decapterus macrosoma*) di Pelabuhan Perikanan

- Nusantara Brondong Lamongan. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 9(1):77-82. DOI: 10.36706/jari.v6i1.7151
- Idzni, S.A., Rousdy, D.W. & Junardi. 2020. Kerusakan Histologi Insang Ikan Sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) setelah Paparan Merkuri (HgCl₂). *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera*, 37(3):156-162.
- Indaryanto, F.R., Warniatno, Y. & Tiuria, R. 2014. Struktur Komunitas Cacing Parasitik pada Ikan Kembung (*Rastrelliger spp.*) di Perairan Teluk Banten dan Pelabuhan Ratu. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 9(1):1-8.
- Juanda, S.J. & Edo, S.I., 2018. Histopatologi Insang, Hati dan Usus Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) di Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. *Saintek Perikanan*, 14(1):23-29. DOI: 10.14710/ijfst.14.1.23-29
- Juanda, S.J., Sianturi, I.T., Kamiasi, Y. & Panuntun, M.F., 2022. Hematologi dan Histopatologi Insang Ikan Lele Hasil Budidaya Pembudidaya Lokal Noekele, Kabupaten Kupang Timur, *Bio-Edu*, 7(3):190-198. DOI: 10.32938/jbe.v7i3.3596
- Junita, B., Afriyansyah & Hakim, H.I., 2023. Prevalensi Cacing Endoparasit Ikan Tongkol Lisong (*Auxis rochei* Risso, 1810) Pulau Bangka. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(1):170-178. DOI: 10.14710/jkt.v26i1.15380
- Khan, N., Sultan, A., Ali, A., Jan, A.M.H., Khan, W., Rahman, I.U., Usman, H., Sulaeman, Khan Z. & Khan, A., 2021. Fish as Bioindicator: Ecological Risk Assesment of Insecticide to Aquatic Organism Particulary *Ctenopharyngodon idella*. *Journal of Geoscince and Enviroment Protection*, 9(2):42-54. DOI: 10.4236/gep.2021.92003
- King, C.J., Gregory, R.S., Morris, C.J., Sargent, P.S. & Porter, D., 2022. Cumulative Effects of Long-term Anthropogenic Impacts on Resident Fish Communities in Subarctic Fishing Harbours. *Estuarine, Coastal and Self Science*, 277:1-10. DOI: 10.1016/j.ecss.2022.108084
- Komariah, S., Pandit I.G.S. & Darmadi, N.M., 2020. Deteksi Keberadaan Parasit *Anisakis* sp. pada Ikan Layang (*Decapterus sp.*) yang Diperdagangkan di Pasar Ikan Kedonganan, Bali. *Gema Agro*, 25(2):107-114.
- Lestari, W.P., Wiratmini, N.I. & Dalem, A.A.G.R., 2018. Struktur Histopatologi Insang Ikan Mujari (*Oreochromis mosambicus* L) sebagai Indikator Kualitas Air Lagoon Nusa Dua Bali. *Symbiosis*, 6(2):45-49. DOI: 10.24843/JSIMBIOSIS.2018.v06.i02.p03
- Linayati, 2018. Derajat Infeksi dan Tingkat Prevalensi Cacing *Anisakis* sp pada Ikan Tongkol (*Euthynus affinis*) di TPI Kota Pekalongan. *Pena Akuatika*, 17(2):34-41.
- Mehana, E.S.E., Khafaga, A.F., Elblehi, S.S., El-Hack, M.E.A., Naiel, M.A.E., Bin-Jumah, M., Othman, S.I. & Allam, A.A., 2020. Biomonitoring of Heavy Metal Pollution Using Acanthocephalans Parasites in Ecosystem: An Update Overview. *Animals*, 10(5):1-15. DOI: 10.3390/ani10050811
- Mora, L., Muttaqien, Zainuddin, Salim, M.N., Winaruddin, Jalaluddin, M. & Etriwati, 2022. Gambaran Histopatologi Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Terpapar Parasit *Dactylogyrus* sp. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 6(3):74-82. DOI: 10.30601/tilapia.v3i1.2581
- Muttaqin, M.Z. & Abdulgani, N., 2013. Prevalensi dan Derajat Infeksi *Anisakis* sp. pada Saluran Pencernaan Ikan Kakap Merah (*Lutjanus malabaricus*) di Tempat Pelelangan Ikan Brondong Lamongan. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2(1):30-33.
- Paremme, A.M., Saloso, Y. & Sunadji. 2018. Identifikasi Parasit *Anisakis* sp pada Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*), Kakap Merah (*Lutjanus sanguineus*) dan Kerapu (*Epinephelus* sp) yang Diperoleh di Perairan Teluk Kupang. *Jurnal Grouper*, 9(2):19-25).
- Prasetyo, Y.E., Abida, I.W., Laksani, M.R.T. & Putri, R.R., 2022. Histopatologi Jaringan Insang Ikan Betok (*Anabas testudineus* Bloch, 1792) Akibat Paparan Logam Berat Kromium (Cr) di Sungai Desa Geluran Kabupaten Sidoarjo. *Juvenil*, 3(4):134-142. DOI: 10.21107/juvenil. v3i4.17615
- Priosoeryanto, B.P., Ersa, I.M., Tiuria, R. & Handayani, S.U., 2010. Gambaran Histopatologi Insang, Usus dan Otot Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang Berasal dari Daerah Ciampea Bogor, *Hamera Zoa. Majalah Ilmu Kehewan Indonesia*, 2(1):1-8.

- Putri, R.R.R.A.D., Retnoaji, B. & Nugroho, A.P., 2023. Accumulation of Microplastics and Histological Analysis on Marine Fish from Coastal Waters of Baru and Trisik Beaches, Special Region of Yogyakarta. *Environment and Natural Resources Journal*, 21(2):153-170. DOI: 10.32526/enrj/21/202200207
- Rifani, Irwanto, R. & Kurniawan, A., 2022. Identifikasi dan Prevalensi Endoparasit pada Ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Ketapang Kota Pangkalpinang. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 5(1):522-561.
- Robert, R.T., 2001. Fish Pathology, Ed.III. W.B, Saunders, London Edinburg. Philadelphia, St. Louis, Sydney, Toronto.
- Santamaria, C.W., Solarte, D.A.M., Arbeli, Z., Navas, J.M. & Santamaria, Y.M.V. 2021. Liver Biomarkers Response of The Neotropical Fish *Aequidens metae* to Environmental Stressors Associated with The Oil Industry. *Heliyon*, 7(7):1-8. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e07458
- Santos, I.G.S., Lira, A.S., Montes, C.S., Fredou, F.L. & Rocha, R.M. 2021. Histopathological Biomarkers as Indicators of The Environmental Quality of Two Estuaries in Northeastern Brazil, *Research Square*, p.1-13. DOI: 10.21203/rs.3.rs-1081992/v1
- Semarariana, I.W.Y., I.N.A. Suratma & Oka, I.B.M., 2012. Infeksi Cacing *Anisakis* spp. pada Ikan Layur (*Trichiurus leturus*). *Indonesia Medicus Veterinus*, 1(2):293-304.
- Setyobudi, E., Helmiati, S. & Soeparno. 2007. Infeksi *Anisakis* sp. pada Layur (*Trichiurus* sp.) di Pantai Selatan Kabupaten Purworejo. *Jurnal Perikanan*, 9(1):142-148.
- Siagian, F.E. & Maryanti, E., 2020. Anisakiasis pada Ikan Laut di Indonesia: Prevalensi, Sebaran dan Potensi Patogenitasnya pada Manusia. *Jurnal Ilmu Kedokteran*, 14(1):8-20. DOI: 10.26891/JIK.v14i1.2020.11-23
- Suadi, Helmiati, S. & Widaningroem, R. 2007. Parasit *Anisakis* sp. pada Populasi Layur (*Trichiurus* sp.) yang Didaratkan di Pelabuhan Ikan Cilacap. *Jurnal Perikanan*, 9(2):226-232.
- Sudaryatma, P.E., Eriawati, N.N., Panjaitan, I.F. & Sunarsih, N.L., 2013. Histopatologi Insang Ikan Lele (*Clarias bathracus*) yang Terinfestasi *Dactylogyrus* sp. *Acta Veterinaria Indonesiana*, 1(2):78-83. DOI: 10.29244/avi.1.2.75-80
- Sudrajat, D., Astuti & Mustakim, M., 2020, Analisis Histoaptologis Insang dan Kandungan Logam Berat Pb, Cd dan Fe pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang dibudidayakan di Kolam Bekas Tambang Kota Samarinda. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 7(1):36-42. DOI: 10.31258/dli.7.1.p.36-42
- Sukarni, Maftuch & Nursyam, H., 2012. Kajian Penggunaan Ciprofloxacin terhadap Histologi Insang dan Hati Ikan Botia (*Botia macracanthus*, Bleeker) yang Diinfeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila*, *The Journal of Experimental Life Science*, 2(1):6-12. DOI: 10.21776/ub.jels.2012.002.01.02
- Sulastri, Zakaria, I.J. & Marusin, N. 2018. Struktur Histologi Usus Ikan Asang (*Osteochilus hasseltii* C.V.) yang Terdapat di Danau Singkarak Sumatera Barat. *Jurnal Metamorfosa*, 5(2):214-218. DOI: 10.24843/metamorfosa.2018.v05.i02.p12
- Tashla, T., Zuza, M., Kenjves, T., Prodanovic, R., Solesa, D., Bursic, V., Petrovic, A., Pelic, D.L., Boskovic, J. & Puvaca, N. 2018. Fish as an Important Bio-indicator of Environmental Pollution with Persistent Organic Pollutants and Heavy Metals. *Journal of Agronomy, Technology and Engineering Management*, 1(1):52-56.
- Ulkhaq, M.F., Budi, D.S., Kenconoajati, H. & Azhar, M.H. 2019. Insidensi dan Derajat Infeksi *Anisakis* pada Ikan Hasil Tangkapan di Pelabuhan Perikanan Pantai Muncar, Banyuwangi. Jawa Timur, *Jurnal Veteriner*, 20(1):101-108. DOI: 10.19087/jveteriner.2019.20.1.101
- Utami, P. 2014. Identifikasi *Anisakis* sp. pada Beberapa Ikan Laut di Beberapa Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Cilacap, *Jurnal Matematika, Saint dan Teknologi*, 15(1):21-28.
- Utami, I.A.N.S., Ciptojoyo, A.A.A. & Wiadnyana, N.N., 2017. Histopatologi Insang Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*) yang Terinfestasi *Trematoda Monogenea*. *Media Akuakultur*, 12(1): 35-43. DOI: 10.15578/ma.12.1.2017.35-43
- UU No 27, 2007, Pasal 1 Undang-undang Republik Indonesia No 27 Tahun 2007 Tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil, Jakarta.

Wikiandy, N., Rosidah & Herawati, T., 2013. Dampak Pencemaran Limbah Industri Tekstil Terhadap Kerusakan Struktur Organ Ikan yang Hidup di Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum Bagian Hulu. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 4(3):215-225.

Yusfiati & Roza, E. 2015. Histopatologi Tunika Mukosa Usus Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus* Val.) dari Perairan Sungai Siak di Daerah Jembatan Siak I Pekanbaru. *Prosiding Seminar Nasional Ikan ke 8 Jilid 1, Bogor, 3-4 Juni*.