

Book Chapter

**Keberlanjutan
Pengelolaan Budidaya
IKAN NILA &
GABUS**

Sri Mulyani

Besse Firma Jamal Erni Indrawati

Suryanti Sutia Budi

Zulkarnain Musada Nur Asiah

Zulkifli Maulana

Book Chapter

**KEBERLANJUTAN PENGELOLAAN BUDIDAYA
IKAN NILA DAN IKAN GABUS**

Copyright@penulis 2022

Penulis:

Sri Mulyani

Besse Firma Jamal Erni Indrawati

Suryanti Sutia Budi

Zulkarnain Musada Nur Asiah

Zulkifli Maulana

Editor:

Andi Muhibuddin

Muh. Arif Nasution

Tata Letak

Mutmainnah

iv + 88 halaman

18 x 26 cm

Cetakan: 2022

Dicetak Oleh: CV. Berkah Utami

ISBN : 978-623-95415-8-3

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Dilarang memperbanyak seluruh atau sebagian isi buku ini
tanpa izin tertulis penerbit



Penerbit: Chakti Pustaka Indonesia
Jl. Ir. Sutami Ruko Villa Mutiara Indah
Kelurahan Bulurokeng, Kec. Biringkanaya

Makassar - 90241

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan karunia-Nya sehingga *Book Chapter* dengan judul **“Keberlanjutan Pengelolaan Budidaya Ikan Nila dan Ikan Gabus”** telah terbit. *Book chapter* ini merupakan salah satu luaran dari pelaksanaan Tridarma Perguruan Tinggi pada Program Studi Budidaya Perairan Program Pascasarjana Universitas Bosowa, yang ditulis oleh beberapa mahasiswa dan tenaga pengajar dan dikemas dalam satu topik.

Keberhasilan penyusunan *Book Chapter* ini tentunya bukan atas usaha penulis saja namun ada banyak pihak yang turut membantu dan memberikan dukungan untuk suksesnya penulisan buku ini. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan baik secara moril ataupun material sehingga buku ini berhasil disusun.

Harapan kami, dengan terbitnya *book chapter* ini, semoga dapat menambah referensi dan dapat digunakan sebagai rujukan oleh berbagai pihak.

Makassar, September 2022

Penyusun

DAFTAR ISI

Prakata **iii**

Daftar Isi **iv**

Chapter 1

Analisis Kandungan Albumin Pada Ikan Gabus (*Channa Striata*) Dengan Ukuran Berbeda Pada Habitat Sungai dan Rawa di Kabupaten Marowali 1

Penulis:

Besee Firma Jamal¹, Nur Asiah², Sutia Budi³

Chapter 2

Analisis Aktivitas Enzim Protease Pada Pencernaan Benih Ikan Nila Gesit di Unit Pembenihan Rakyat Ainun Maros..... 31

Penulis:

Suryanti¹, Erni Indrawati², Sri Mulyani³

Chapter 3

Gambaran Histologi Organ Insang dan Hati Pada Berbagai Umur Ikan Nila (*O. Niloticus*) yang Dipapar Logam Pb (NO₃)₂ 61

Penulis:

Zulkarnain Musada¹, Erni Indrawati², Sri Mulyani³, Zulkifli Maulana⁴

Chapter 1

ANALISIS KANDUNGAN ALBUMIN PADA IKAN GABUS (*CHANNA STRIATA*) DENGAN UKURAN BERBEDA PADA HABITAT SUNGAI DAN RAWA DI KABUPATEN MAROWALI

Besee Firma Jamal¹, Nur Asiah², Sutia Budi³

^{1,2,3} Program Studi Budidaya Perairan, Program Pascasarjana,
Universitas Bosowa

Email: bessefirmajamal@gmail.com

Abstrak

Kondisi lingkungan diduga mempengaruhi kadar albumin pada ikan Gabus, dimana kandungan albumin ini sangat baik untuk menjaga kesehatan karena mengandung asam lemak esensial, mineral zink, dan kolagen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Mengetahui bagaimana hubungan habitat dan ukuran ikan mempengaruhi konsentrasi kandungan albumen ikan Gabus (*Channa striata*). Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif, menggunakan metode explanatory research dengan melakukan tahapan penentuan stasiun pada hulu tengah dan hilir pada rawa dan sungai, pengambilan data dengan kuisener kepada beberapa stake holder yg berkaitan langsung dan analisis data. Hasil penelitian menunjukkan Ikan gabus lebih banyak didapatkan ukuran kecil pada hulu sungai dan berat yang lebih besar pada rawa bagian hilir dan. kandungan albumin ikan gabus dari rawa (84.151 mg/g) lebih tinggi daripada ikan gabus dari sungai (47.192 mg/g), dominan ditemukan pada kedalaman 177,7 cm (rawa) dan 53,7 cm (sungai) dengan tekstur dasar perairan lumpur yang ditumbuhi tanaman air eceng dipermukaanya.

Kata kunci: *Ikan Gabus, albumin, habitat rawa dan sungai.*

PENDAHULUAN

Ikan gabus adalah jenis ikan asli air tawar Indonesia yang tersebar luas di Sumatera, Kalimantan, dan Jawa. Jenis ini memiliki berbagai habitat yang ditemukan di sungai, rawa, kolam, kanal, danau, dan sawah, serta daerah

estuaria atau payau (Akbar, 2017; Akbar & Iriadenta, 2017; Akbar et al, 2018; Akbar & Iriadenta, 2019). Nilai produksi ikan Gabus dari perairan umum tercatat mengalami peningkatan 86% dari sebesar Rp734 milyar pada tahun 2019. Berdasarkan data statistik, pada tahun 2018 yang tertangkap ikan gabus di perairan umum sebesar 65 ton atau turun 3,4% dibandingkan tahun 2017 yaitu sebesar 87.230 ton (Jurnal asia, 2019). Hal tersebut dapat menjadi salah satu indikator terjadinya penurunan populasi ikan gabus di alam.

Oleh karena itu perlu dilakukan kegiatan budidaya ikan gabus untuk mencegah kepunahan ikan gabus di alam. Di Indonesia terdapat banyak jenis family Channidae yang tersebar di pulau, Sumatera, Kalimantan dan Pulau Jawa. Adapun jenis-jenisnya yaitu ikan jalai (*Channa maruliodes*), Gabus (*Channa striata*), Sirandang (*Channa phleurophthalma*), Bujuk (*Channa lucius*), Toman (*Channa micropeltes*), Runtuk (*Channa bankanensis*). Ikan Gabus (*Channa striata*) yang dikenal dengan beberapa nama lokal seperti gabus, haruan, gapo, delek atau jilo adalah salah satu ikan hasil introduksi yang merupakan ikan konsumsi penting.

Ikan gabus termasuk ikan konsumsi air tawar yang bernilai ekonomis tinggi (Rp.40.000-85.000/kg) karena sangat digemari masyarakat baik dalam bentuk basah maupun kering (ikan asin). Selain itu, ikan gabus memiliki nilai tambah berupa kandungan protein dan albumin tinggi yang telah terbukti sebagai food supplement untuk mempercepat penyembuhan luka bakar, pasca operasi, meningkatkan status gizi, dan daya tahan anak kurang gizi (Mustafa et al, 2012; Shafri & Manan, 2012; Mustafa et al, 2013; Kasim et al, 2017).

Selain rasa yang enak karena tekstur dagingnya yang putih dan tebal serta cita rasa yang khas, ikan gabus mengandung protein tinggi dan sering dijadikan bahan obat. Ikan Gabus juga mengandung senyawa-senyawa penting yang berguna bagi tubuh, salah satunya adalah protein dan albumin (Akbar et al, 2018). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Kasim et al, (2017), kadar protein pada ikan Gabus lebih tinggi dibandingkan dengan ikan bandeng atau ikan mas, yaitu mencapai 25,5 % dalam satu individu ikan. Ikan Gabus mengandung tiga jenis protein, diantaranya protein miofibril, sarkoplasma, dan stroma. Protein sarkoplasma mengandung protein albumin, mioalbumin, mioprotein, globulin-X, dan miostromin. Protein albumin banyak dimanfaatkan dalam bidang kesehatan karena dapat digunakan sebagai antioksidan, senyawa proteksi hati serta berpengaruh pada proses penyembuhan luka seperti pada pasien pasca operasi bedah (Santoso, 2009).

Mustafa (2012) mengatakan kandungan albumin yang dimiliki ikan air tawar ini sangat baik untuk menjaga kesehatan akibat tingginya kandungan protein, albumin, asam lemak esensial, mineral zink, dan kolagen sehingga dapat digunakan di industri pangan maupun non-pangan termasuk untuk memproduksi peptida bioaktif. Secara klinis, konsentrat protein ikan gabus dalam bentuk suplemen berfungsi sebagai antioksidan dan antidiabetes, serta dapat membantu mempercepat penyembuhan pasien pasca-operasi, luka bakar, dan stroke pada pasien rawat inap di rumah sakit (Prastari et al. 2017; Hidayati et al. 2018; Rosyidi et al. 2019; Suhendi et al. 2020). Ikan gabus tersebar luas dari China, Asia Selatan, dan Asia Tenggara (Froese & Pauly 2018; Lalramliana et al. 2018).

Kadar protein dalam tubuh ikan dipengaruhi oleh tahap perkembangan ikan yang digambarkan melalui ukuran tubuh ikan (Hien et al. 2016). Berdasarkan penelitian Gam et al. (2006) menunjukkan bahwa ikan gabus dengan ukuran panjang tubuh 16 - 23 cm memiliki kadar protein yang lebih besar daripada ikan gabus yang berukuran 24 - 30 cm. Hal ini dikarenakan pada ikan gabus yang lebih kecil, berenang lebih aktif daripada ikan gabus yang besar, sehingga sintesis protein berlangsung lebih cepat (Akbar dkk, 2018).

Ukuran ikan gabus dapat digunakan sebagai tanda tingkat kematangan gonad. Ikan gabus betina yang diteliti di area persawahan Malaysia, matang kelamin pada panjang total tubuh 25,5 cm (Susanti dan Yulisman, 2012). Sedangkan ikan gabus betina di India 23,4 cm dan di Sri Lanka 23,2 cm. Menurut penelitian paray et al. (2013), ikan gabus betina yang diteliti di Waduk Kedungombo, Jawa Tengah mulai matang kelamin pada ukuran panjang total 18,5 cm.

Selain ukuran, parameter lain yang kemungkinan berpengaruh dalam kandungan albumin dalam ikan gabus adalah jenis kelamin. Hal ini mengacu pada penelitian dari Widodo et al. (2013) tentang kandungan albumin pada *C. gachua* dimana didapatkan bahwa kandungan albumin pada *C. gachua* jantan sekitar 6,7% sedangkan pada *C. gachua* betina kandungan albumin mencapai 8,2%. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, diduga terdapat pula perbedaan kandungan albumin pada ikan gabus (*C. striata*) betina dan jantan.

Beberapa penelitian juga menyatakan bahwa albumin dapat diperoleh dari ekstrak ikan Gabus. Ditinjau dari potensi tersebut maka pemanfaatan ikan Gabus semakin meningkat baik sebagai sumber makan ataupun sebagai

obat. Ikan Gabus yang digunakan meliputi berbagai ukuran dari kecil hingga besar (Hien et al., 2016). Semakin meningkatnya permintaan tersebut maka perlu dilakukan usaha untuk membudidayakan ikan Gabus dengan sistem yang tepat.

Kabupaten Morowali yang merupakan salah satu kabupaten penting bagi Provinsi Sulawesi Tengah dan ditetapkan sebagai Taman Nasional Industri terutama tambang Nikel sebagai komoditas pentingnya yang mayoritas masyarakat sekitarnya bergantung pada berbagai potensi sumber daya alam yang terdapat di dalam kawasan. Salah satu potensi sumber daya alam yang sering dimanfaatkan oleh masyarakat adalah ikan gabus. Pengoperasian bubu dalam penangkapan ikan gabus oleh masyarakat hanya didasarkan pada kebiasaan turun temurun tanpa memerhatikan kondisi habitat yang disukai oleh ikan gabus seperti tempat memijah, berkembang biak, dan tempat hidupnya sehingga sering kali ikan yang tertangkap berukuran kecil dan bahkan ada yang tertangkap dalam keadaan matang gonad.

Ukuran dan kondisi lingkungan ikan Gabus diduga mempengaruhi kadar albumin pada ikan Gabus. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dikaji untuk mendapatkan informasi habitat dan ukuran ikan yang mengandung kadar albumin yang maksimum. Selain itu belum adanya kajian yang mengkorelasikan faktor ukuran dan habitat yang tepat untuk mendapatkan ikan Gabus (*Channa striata*) dengan kandungan albumin tinggi di Kabupaten Morowali.

KAJIAN LITERATUR

A. Deskripsi Ikan Gabus

Ikan Gabus (*Channa striatas*) merupakan jenis ikan air tawar yang banyak dijumpai di perairan umum. Habitat ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*) adalah di muara sungai, danau, rawa, bahkan dapat hidup di perairan yang kandungan oksigennya rendah (Yulisman, dkk. 2012). Khasiat dan kegunaan ikan gabus telah terbukti secara ilmiah dapat meningkatkan kadar albumin dan daya tahan tubuh, serta mempercepat proses penyembuhan luka pasca operasi (Ulandari, et al., 2010). Ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*) merupakan salah satu jenis ikan yang mempunyai kandungan albumin yang tinggi. Albumin merupakan protein utama yang menyusun plasma manusia yaitu sekitar 60% dari total protein plasma (Santoso, 2009 ; Kusumaningrum, 2014).

Ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*) memiliki manfaat bagi kesehatan karena diketahui bahwa ikan ini sangat kaya akan albumin, salah satu jenis protein penting. Albumin diperlukan tubuh manusia setiap hari, terutama dalam proses penyembuhan luka. Pemberian daging ikan gabus atau ekstrak proteinnya telah dicobakan untuk meningkatkan kadar albumin dalam darah dan membantu penyembuhan beberapa penyakit. Dalam bidang kesehatan, albumin ini sangat bermanfaat terutama bagi penderita hipoalbumin (kadar albumin rendah) (Yanti, 2012; Kusumaningrum, 2014).

Ada beberapa cara yang digunakan untuk meningkatkan kadar albumin darah pada penderita hipoalbuminemia, antara lain secara parenteral dan suplementasi albumin peroral. Pemberian albumin kapsul peroral terbukti efektif dan lebih murah dalam meningkatkan kadar albumin darah pada pasien-pasien dengan hipoalbumin. Namun demikian, terdapat beberapa kesulitan pemberian albumin peroral dalam meningkatkan kadar albumin darah pada pasien dengan hipoalbuminemia. Pada pasien dengan gangguan saluran pencernaan, terjadi gangguan penyerapan dari albumin sehingga pemberian albumin peroral tidak bisa diberikan. Penemuan albumin teknologi nano bisa mengatasi kendala pemberian albumin peroral pada penderita dengan gangguan saluran pencernaan. Pemberian albumin teknologi nano tidak dipengaruhi oleh keadaan pencernaan penderita (Kurniawati, 2014).

Klasifikasi ikan Gabus menurut Rahayu (1992) dalam Alfarisy (2014) sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Chordata
Class	: Agtinoptorigii
Ordo	: Perciformes
Family	: Chanidae
Genus	: Channa
Spesies	: <i>Channa striata</i>



Gambar 1. Ikan Gabus (*Channa striata*)
(Sumber: *Hellosehat.com*)

Ikan gabus pada umumnya memiliki tubuh berwarna coklat kehitam-hitaman, pada bagian atas berwarna coklat muda dan dibagian perut berwarna keputih-putihan, namun sering kali menyerupain lingkungan sekitarnya. ikan gabus sering kali dijuluki “*Snake head*” karena memiliki kepala seperti ular agak pipih dan terdapat sisik besar diatas kepalanya. Pada kepala bagian kanan sampai ujung ekor berwarna hitam kecoklatan dan agak kehijauan dan pada sisi samping bercoret-coret tebal (*striata*). Sirip punggung memanjang dengan sirip ekor membulat dibagian ujung. Ikan gabus memiliki mulut yang lebar *terminal* dan gigi yang sangat tajam. (Andriyanto, 2009). Gufron dan Kordi (2010) menyatakan bahwa ada dua jenis ikan gabus yaitu cepat tumbuh dan lambat tumbuh. Gabus yang cepat tumbuh biasanya hidup di sekitar danau memiliki warna sisik abu-abu muda dan pada bagian dada berwarna putih keperakan.

1. Karakteristik Ikan Gabus

Suwandi, *dkk* (2014) menyatakan bahwa ikan gabus memiliki kandungan protein yang berbeda-beda tergantung dari jenisnya namun tidak menunjukkan perbedaan kandungan protein yang besar. Kandungan air yang terdapat pada habitat hidup ikan gabus akan mempengaruhi kandungan kadar abu yang terdapat dalam daging ikan gabus. Menurut Nugroho (2013) bahwa ikan Gabus memiliki kandungan protein yang tinggi 25% dan kandungan albumin 6,22% dibandingkan dengan jenis ikan air tawar lainnya seperti ikan bandeng 20%, dan mas 16 %.

Daging ikan gabus karena memiliki protein yang tinggi, pada umumnya daging ikan gabus dijadikan sebagai tepung sebagai bahan baku pembuatan pakan ikan, namun saat ini tepung ikan gabus mulai dikembangkan menjadi substitusi bahan baku dalam pembuatan produk olahan makanan (Fatmawati,

2014). Menurut Nurtitus (2009) daging ikan Gabus sebagai bahan baku produk pangan umumnya dijadikan sebagai pembuatan kerupuk, sedangkan limbahnya mulai digunakan sebagai bahan pakan ikan.

2. Kebiasaan Makan dan Penyebaran Ikan Gabus

Ikan Gabus merupakan ikan karnivora dengan makanan utamanya daging. Di alam ikan gabus pada fase pasca-larva akan memakan pakan alami sesuai dengan bukaan mulutnya seperti *Daphnia* dan *Cyclops*, sedangkan ikan Gabus yang sudah dewasa akan memakan jenis udang-udangan, serangga, katak, cacing, dan ikan kecil. Ukuran pakan ikan Gabus dewasa memiliki kisaran panjang total antara 5,78- 13,4 cm antara lain serangga air, potongan hewan air, udang, dan detritus (Sinaga, dkk. 2000).

Ramli dan Rifa'i (2010) menyatakan bahwa secara umum pada tipe perairan yang berbeda yaitu sungai kecil, rawa monoton, dan rawa pasut, jenis makanan dalam analisis isi perut ikan gabus didominasi dari jenis ikan-ikan kecil dan katak. Namun, dari analisis lambungnya ditemukan hancuraan-hancuran yang diidentifikasi sebagai jenis crustacea dan molusca sebagai makanan tambahan ikan gabus. Webster and Lim (2002) menyatakan bahwa benih ikan gabus yang dipelihara secara intensif membutuhkan protein pakan pelet sebesar 43%, sementara ikan gabus berumur lebih dari 30 hari membutuhkan 36% protein dalam pakan.

Dahlan, dkk (2011) menjelaskan bahwa ikan gabus dapat hidup di daerah yang memiliki kandungan oksigen dan pH yang rendah. Ikan gabus tersebar dan hidup di daerah danau, sungai, rawa, dan saluran-saluran air hingga sawah bahkan saluran air yang tidak mengalir serta sangat toleransi terhadap lingkungan yang beriklim ekstrim seperti di benua Asia, Afrika dan Amerika. Ansar (2010) menyatakan bahwa pada setiap daerah ikan gabus memiliki nama yang berbeda-beda biasanya di perairan Indonesia, ikan gabus banyak ditemukan di daerah Sumatera, Jawa, Sulawesi, Bali, Lombok, Singkep, Flores, Ambon dan Maluku.

B. Habitat Ikan Gabus

Habitat yang menjadi tempat hidup ikan gabus menjadi perhatian penting karena dengan mengenal preferensi habitat, nelayan dapat menangkap ikan gabus secara optimum dengan tetap menjaga keberlanjutan sumber daya tersebut. Informasi kondisi habitat sangat di butuhkan dalam mengelola ikan gabus guna menjaga kelestariannya. Ikan gabus telah banyak

diteliti terkait segi distribusi (Froese & Pauly 2018), kandungan gizi (Prastari et al. 2017; Hidayati et al. 2018), kebiasaan makan (Ward- Campbell & Beamish 2005; Li et al. 2016; Arsyad et al. 2018); pertumbuhan dan produktivitas (Borah et al. 2018; Taufikir et al. 2018), dan biologi reproduksi (Anwar et al. 2018; Irmawati et al. 2019; Bahrin et al. 2020), tetapi informasi terkait habitat yang disukai relatif terbatas. Keterkaitan antara kelimpahan ikan gabus dan tumbuhan air cukup besar seperti yang dilaporkan oleh Sirodiana & Irawan (2017); Djumanto et al. (2018). Oleh karena itu diperlukan informasi terkait habitat spesifik yang disukai oleh ikan ini berdasarkan ukuran di perairan yang ditumbuhi oleh tanaman air.

Ikan gabus merupakan ikan labirin yang mampu bertahan di luar air, karena mempunyai alat pernafasan tambahan yang berupa lipatan kulit tipis yang berliku-liku seperti labirin (Soeseno, 1988). Ikan ini biasa hidup di sungai, danau, dan kolam/tambak, serta biasa membuat sarang di daerah rawa-rawa atau diantara belukar yang terdapat pada tepi tambak dan sungai. Di Indonesia, ikan gabus penyebarannya sangat luas, mulai dari Sumatera, Jawa, Madura, Bali, Lombok, Kalimantan, Sulawesi, Flores, Ambon dan Halmahera (Weber dan Beaufort 1922). Di beberapa daerah, ikan gabus dikenal pula dengan nama ikanrayong(Sunda), Kuto (Madura), Bace (Aceh), Sepungkat (Palembang), dan di Bajarmasin dengan nama ikan Haruan (Weber & Beaufort 1922).

Pada beberapa daerah yang dilalui aliran sungai besar seperti di Sumatera dan Kalimantan, ikan gabus seringkali terbawa banjir ke parit-parit di sekitar rumah, atau memasuki kolam-kolam pemeliharaan ikan dan menjadi hama yang memangsa ikan-ikan peliharaan. Jika sawah, kolam atau parit mengering, ikan ini akan berupaya pindah ke tempat lain, atau bila terpaksa, akan mengubur diri di dalam lumpur hingga tempat itu kembali berair. Oleh sebab itu ikan ini sering kali ditemui berjalan di daratan khususnya di malam hari di musim kemarau mencari tempat lain yang masih berair. Ikan gabus bisa bertahan hidup tanpa air karenabisa bernapas menyerap oksigen bebas menggunakan alat bantu pernapasan berupa labirin.

Wulandari (2013) mengatakan faktor lingkungan yang paling berpengaruh terhadap terjadinya variasi morfologi dalam satu spesies adalah faktor fisik, terutama arus. Shireman (1983) juga menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ikan adalah umur ikan, jenis

kelamin serta kondisi lingkungan seperti : suhu, oksigen, kepadatan dan salinitas, gen, seleksi alam juga memberikan kontribusi terhadap perbedaan antar populasi ikan (Jawad, 2001). Kondisi habitat ikan gabus ditandai dengan berupa suhu, pH, dan oksigen terlarut yang stabil cenderung memiliki kesamaan dengan parameter air komoditas perikanan didaerah panas lainnya.

Karena merupakan ikan yang mempunyai sifat sebagai predator kondisi habitat yang mempunyai kerapatan tumbuhan air tinggi merupakan daerah yang disukai ikan ini Pancho & Soedani (1978). Spesies ikan ini merupakan organisme dengan daya toleransi yang tinggi terhadap lingkungan. Ikan tersebut dapat hidup dalam kondisi yang ekstrem (rawa dengan kondisi kering) dengan cara membenamkan dirinya dalam lumpur (Muslim *et al.* 2018).

Selain itu dengan organ pernapasan tambahan, ikan gabus mampu menghirup udara langsung dari atmosfer sehingga mampu bertahan pada kondisi perairan dengan konsentrasi oksigen terlarut yang rendah (Chandra & Banerjee 2004) bahkan dapat bertahan hidup tanpa air, seperti yang dilaporkan juga pada jenis *Channa argus* (Duan *et al.* 2018). Beberapa parameter air yang menjadi daerah perkembangan dan penyebaran ikan gabus diantaranya sebagai berikut :

1. Suhu

Suhu atau temperatur dijadikan sebagai faktor pembatas bagi semua makhluk hidup. Suhu merupakan faktor fisik dalam reproduksi, pertumbuhan dan umur organisme. Ekosistem perairan setiap jenis organisme memiliki kisaran suhu optimum berbeda-beda bagi kehidupannya. Misalnya untuk jenis ikan Gabus yang memiliki kisaran suhu optimum 32° C. Dalam kasus lain ikan diperairan yang sama tidak memiliki toleransi terhadap suhu yang demikian (Isnaini, 2011). Menurut Almaniar (2011) bahwa suhu yang optimal untuk menunjang pertumbuhan ikan Gabus berkisar antara 25,5 °C - 32,7 °C. Kisaran suhu tersebut biasanya terjadi pada daerah yang beriklim tropis seperti Indonesia sehingga Indonesia mempunyai kondisi yang baik dan menguntungkan untuk budidaya ikan. Selain beradaptasi terhadap cahaya Ikan Gabus juga memiliki kemampuan beradaptasi yang baik terhadap suhu.

Kemampuan adaptasi Ikan Gabus sangatlah bervariasi tergantung pada lingkungan dimana tidak berpengaruh mematikan namun dapat menghambat pertumbuhan ikan Gabus. Perbedaan suhu air yang terlalu besar antara siang

dan malam hari dapat mempengaruhi pertumbuhan. Hal ini sering terjadi di perairan yang terlalu dangkal. Ikan Gabus biasanya dapat tumbuh dengan baik di daerah yang mempunyai suhu antara 26-30°C (Afrianto dan Liviawati, 2001).

2. Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman juga dapat membatasi hidup ikan karena setiap jenis ikan memiliki nilai pH yang berbeda-beda namun pada umumnya ikan mempunyai pH netral, kisaran toleransi antara asam lemah sampai basa lemah. Nilai pH yang ideal untuk kehidupan organisme air pada umumnya antara 7-8,5. Kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa akan berdampak buruk dalam kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan gangguan metabolisme dan respirasi. Kenaikan pH di atas netral akan meningkatkan konsentrasi amoniak yang bersifat *toksik* (racun) bagi organisme (Barus, 2004).

Ikan sangat sensitif terhadap perubahan pH biasanya ikan menyukai pH sekitar 6,5-8. Nilai pH mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi yang akan berakhir pada pH yang rendah (Effendi, 2003). Power of Hydrogen (pH) adalah suatu ukuran dari konsentrasi ion hidrogen dan menunjukkan sifat asam atau basa suatu perairan (Summerfelt, 1997). Aslan (1998) menyatakan bahwa pH optimum bagi budidaya ikan Gabus berkisar antara 6,8-8,2 namun, Kadi dan Atmadja (1998) menyatakan kisaran nilai pH yang baik untuk budidaya ikan air tawar di Indonesia antara 8-8,5. Pertumbuhan ikan Gabus memerlukan pH air laut optimal yang berkisar antara 6-9 (Zatnika, 2009). Chapman (1962) menyatakan bahwa hampir seluruh ikan Gabus menyukai kisaran pH 6,8-9,6 sehingga variasi pH yang tidak terlalu besar tidak akan menjadi masalah bagi pertumbuhan ikan Gabus.

3. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen juga merupakan faktor penentu kehidupan ikan diperairan, namun ikan juga memiliki adaptasi untuk menghadapi tekanan oksigen yang ekstrim. Ikan Gabus termasuk dalam kelompok organisme yang mampu mengambil oksigen langsung dari udara (*labyrinthidae*). Di Sungai, danau, maupun rawa ikan larva gabus berada diperairan yang dangkal kedalaman antara 5 - 10 cm, keadaan ini dapat berlangsung selama 45 - 60 hari (Bijaksana, 2011). Dissolved oksigen atau oksigen terlarut adalah besarnya kandungan oksigen yang terlarut dalam air yang biasa dinyatakan dalam satuan mg/l.

Kelarutan oksigen dipengaruhi oleh suhu, tekanan parsial gas-gas yang ada di udara maupun di air, kadar garam dan unsur-unsur yang mudah teroksidasi di dalam perairan, semakin meningkat suhu air, kadar garam, tekanan gas-gas terlarut akan menyebabkan semakin berkurang kelarutan oksigen dalam air (Wardoyo, 1981). Menurut Fardiaz (1992), kejenuhan oksigen dalam air dipengaruhi oleh suhu air, semakin tinggi suhu maka konsentrasi oksigen terlarut semakin turun. Sedangkan menurut Santika (1985), pada dasarnya proses penurunan oksigen dalam air disebabkan oleh proses kimia, fisika dan biologi yaitu proses respirasi baik oleh hewan maupun tanaman.

4. Keekeruhan

Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat dalam air. Kekeruhan disebabkan bahan organik dan bahan anorganik baik tersuspensi maupun terlarut seperti lumpur, pasir halus, bahan anorganik dan organik seperti plankton dan mikroorganisme lainnya (Davis dan Cornwell, 1991). Kekeruhan merupakan faktor pembatas bagi proses fotosintesis dan produksi primer perairan karena mempengaruhi penetrasi cahaya matahari (Boyd, 1988). Sutika (1989), mengatakan bahwa kekeruhan dapat mempengaruhi (a) terjadinya gangguan respirasi, (b) dapat menurunkan kadar oksigen dalam air dan (c) terjadinya gangguan terhadap habitat. Selanjutnya Walhi (2006), menyatakan bahwa kekeruhan standar untuk lingkungan ikan Gabus sebesar 20 mg/l.

5. Salinitas

Salinitas merupakan salah satu parameter kualitas air yang cukup berpengaruh pada organisme dan tumbuhan yang hidup di perairan umum (Samsuari, 2006). Salinitas akan menyebabkan adanya turgor antara bagian dalam dan luar ikan Gabus (Luning, 1990). Budidaya Ikan Gabus di Indonesia, kisaran salinitas adalah 18-32 ppt dengan optimum adalah 25 ppt (Kadi dan Atmatja 1998). Latif (2008) menyatakan bahwa penurunan dan peningkatan salinitas di atas batas optimum tidak menyebabkan kematian, tetapi mengakibatkan ikan Gabus kurang nafsu makan dan mudah stress yang akhirnya mati dan pertumbuhannya akan terhambat. Salinitas dapat berpengaruh terhadap proses osmoregulasi pada kehidupan ikan Gabus (Aslan, 2003).

6. Kerapatan Tanaman Air

Tumbuhan air yang banyak ditemukan di rawa, pinggiran sungai dan tepian danaum beberapa tumbuhan air yang sering mendominasi terdiri atas enam jenis, yaitu pandan air (*Pontederia cordata*), tumbuhan paku (*Pteridophyta*), pakis (*Chyphas rumpii*), spirogira (*Spyrogira sp.*), teratai (*Nymphae sp.*), dan genjer (*Limnocharis flava*). Kerapatan setiap jenis tersebut relatif beragam. Ikan gabus menyukai perairan umum dengan persentase tutupan vegetasi 80% (Djumanto et al. 2018). Hal yang sama juga ditemukan di perairan rawa rawa, yakni ikan gabus lebih banyak ditemukan pada stasiun dengan kerapatan tumbuhan air yang tinggi, yaitu 83,0 - 245 ind.m².

Ikan gabus merupakan ikan karnivora yang menyukai makanan seperti invertebrata air, katak, ikan, reptil, udang, dan insekta air (Ward-Campbell & Beamish 2005; Li et al. 2016), gastropoda, zooplankton, dan ikan (Arsyad et al. 2018) yang hidup berasosiasi dengan tumbuhan air. Selain itu, ikan ini memangsa hewan lainnya yang bersembunyi di sekitar tumbuhan air, seperti yang dilaporkan oleh Moyle & Cech (2000); Weliange & Amarasinghe (2007) bahwa ikan dengan bentuk kepala pipih seperti *C. striata* merupakan kelompok ikan predator pasif yang menunggu mangsanya.

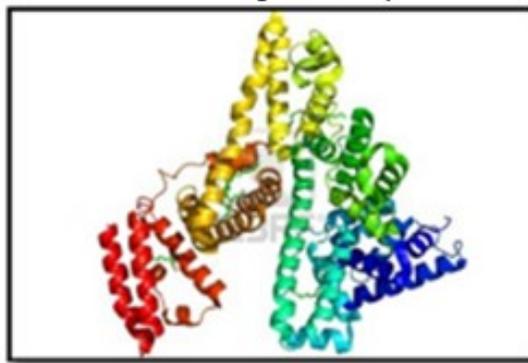
Tumbuhan air yang rapat selain berfungsi sebagai daerah perlindungan, juga berfungsi sebagai daerah tempat mencari makanan. Sirodiana & Irawan (2017) melaporkan bahwa ikan gabus berukuran juwana yang hidup pada daerah dengan perlakuan naungan tumbuhan air memperlihatkan pertambahan panjang, bobot, dan sintasan yang cukup tinggi (78%) tumbuhan air dari jenis kangkung (*Ipomoea aquatica*) daripada tanpa tumbuhan air (Ngoc Bich et al. 2020). Dalam penelitian ini, parameter kualitas air tidak digunakan sebagai parameter pengelompokan habitat karena kondisi kualitas air relatif seragam antar-stasiun dengan tingkat kemiripan antar-stasiun >96,0%, sementara parameter tumbuhan air mempunyai tingkat kemiripan yang rendah, yaitu <50%.

C. Albumin

Albumin merupakan protein yang paling banyak dalam plasma darah kira-kira 60% dari total plasma 4.5 g/dl. Albumin bisa didapatkan dari HSA (*Human Serum Albumin*), putih telur, dan ikan Gabus. Akan tetapi harga HSA yang sangat mahal dan putih telur yang menyebabkan kadar kolesterol sehingga ikan Gabus dijadikan alternatif lain. Albumin merupakan protein

yang rentan terhadap panas, sehingga suhu dan mekanisme proses harus diperhatikan dengan baik dan benar. Dari penelitian Sulistiyati (2011), diketahui bahwa proses ekstraksi untuk mendapatkan albumin ikan Gabus dengan suhu pemanasan 35°C selama 12,5 menit adalah perlakuan terbaik ekstraksi crude albumin (albumin kasar) ikan Gabus dengan menggunakan ekstraktor vakum. Proses yang baik akan menghasilkan ekstrak ikan Gabus yang berwarna putih keuningan, tidak banyak endapan, dan beraroma khas ikan Gabus (tajam), dan tidak amis. Untuk meningkatkan cita rasa ekstrak ikan Gabus sering ditambahkan berbagai jenis rempah dalam pengolahannya, (Santoso, 2009).

Kadar albumin pada ikan Gabus erat kaitannya dengan pertumbuhan. Pertumbuhan adalah perubahan ukuran panjang, bobot dan volume selama periode tertentu. Pertumbuhan ikan erat kaitannya dengan ketersediaan protein. Hal ini dapat dimengerti mengingat hampir 65-75% daging bobot kering ikan terdiri dari protein (Watanabe, 1988). Beberapa faktor yang mempengaruhi kadar albumin adalah nutrisi, lingkungan, hormon dan ada tidaknya suatu penyakit. Asam amino sangat erat perannya dalam sintesa albumin pada jaringan (Santoso, 2009). Berikut merupakan struktur albumin seperti disajikan dalam berikut ini.



Gambar 2.2 Struktur albumin serum (Culig, 2009).

Albumin merupakan protein sederhana, berstruktur globular yang tersusun dari ikatan polipeptida tunggal dengan susunan asam amino pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi asam amino serum albumin

Asam Amino	Albumin serum (g AA/100 g protein)
Glisin	1,8
Alanin	6,3
Valin	5,9
Leusin	12,3
Isoleusin	2,6
Serin	4,2
Treonin	5,8
Sistein ½	6,0
Metionin	0,8
Fenilalanin	0,6
Tirosin	5,1
Prolin	4,8
Asam Aspartat	10,9
Asam Glutamat	16,5
Lisin	12,9
Arginin	5,9
Histidin	4,0

Albumin merupakan protein yang memiliki sifat larut air, akan tetapi pemanasan pada suhu 50°-70°C mulai menunjukkan penurunan daya kelarutannya (Foegeding, *et al.*, 1986). Wirahadikusumah (1981) menyatakan bahwa kebanyakan protein pada suhu diatas 40°C menjadi tidak bagus dan mengalami denaturasi. Ekstraksi dengan suhu di atas 70°C menghasilkan ekstrak ikan berwarna putih keruh karena banyaknya endapan. Kekeruhan pada ekstrak ikan yang diproses dengan suhu diatas 70°C dapat disebabkan oleh sebagian protein plasma yang terkoagulasi oleh panas, Kadar albumin ekstrak ikan yang diproses dengan suhu di atas 70°C lebih rendah (0,9 g/ dibandingkan dengan ekstrak ikan gabus yang diproses dengan suhu 70°C. Kemampuan ekstrak ikan gabus yang diproses dengansuhu di atas 70°C untuk membentuk gel juga lebih lemah jika dibandingkan dengan ekstrak ikan gabus yang diproses dengan suhu 70°C (Santoso, 2009).

Kadar albumin ikan Gabus dapat disebandingkan dengan bahan makanan sumber albumin lainnya, misalnya telur. Saat ini diketahui bahwa daging ikan gabus mengandung protein sebesar 70% dan albumin sebesar 21% (Kordi 2010). Menurut Shafri dan dan Abdul (2012), kegunaan daging ikan

gabus tersebut di bidang kesehatan dapat membantu mempercepat proses penyembuhan luka, ketahanan tubuh, anti nyeri, anti jamur dan anti bakteri. Selain itu juga, ekstrak ikan gabus juga digunakan sebagai pengganti serum albumin yang biasanya digunakan untuk penyembuhan luka operasi.

D. Ukuran dan Pertumbuhan Ikan Gabus

Beberapa peneliti melaporkan bahwa ukuran ikan yang tertangkap dapat berbeda-beda dan berubah yang disebabkan oleh tingkat kematangan gonad, jenis kelamin, dan musim pemijahan (Asriyana & Halili 2021); perbedaan habitat, kondisi lingkungan, dan ketersediaan makanan (Asriyana et al. 2018). Dengan demikian, ketersediaan sumber makanan dan kondisi lingkungan yang baik menyebabkan ikan akan tumbuh dengan baik dan keragaman ukurannya akan berbeda. Keragaman ukuran ikan yang tertangkap di beberapa perairan umum dipengaruhi oleh keragaman alat tangkap yang digunakan, musim, perbedaan habitat, dan kondisi lingkungan.

Umumnya ukuran dominan yang tertangkap (200 - 241 mm) merupakan ukuran ikan gabus yang telah matang gonad. Makmur et al. (2003) melaporkan bahwa di perairan Sungai Musi, Sumatera Selatan, ikan gabus jantan dan betina berukuran 154 dan 180 mm TL sudah mulai matang gonad, demikian pula ikan gabus yang ditemukan di Sungai Bojo, Kabupaten Barru, matang gonad pertama kali saat berukuran 115,60 cm TL dan di lahan basah Bantaeng berukuran 230,00 mm TL (Irmawati et al. 2019). Hal ini mengindikasikan bahwa umumnya ikan gabus yang berada di perairan terbuka seperti sungai dalam fase perkembangan gonad. Tidak ditemukannya ikan gabus yang berukuran kecil berhubungan dengan penggunaan alat tangkap yang selektif dengan ukuran mata jaring 3 inci sehingga ikan berukuran kecil dapat lolos. (Gosari & Haris 2012).

Pola Pertumbuhan ikan merupakan salah satu informasi pelengkap yang perlu diketahui dalam ikatan pengolahan sumber daya perikanan, misalnya dalam penentuan selektifitas alat tangkap agar ikan-ikan yang tertangkap hanya yang berukuran layak tangkap. Pengukuran panjang bobot ikan bertujuan untuk mengetahui variasi berat dan panjang tertentu dari ikan secara individual sebagai suatu petunjuk tentang kegemukan, kesehatan, ketersediaan makanan di alam dan kondisi fisiologis termasuk perkembangan gonad (Meilina. F. M, 2019). Banyak faktor yang mempengaruhi perbedaan pertumbuhan ikan diantaranya adalah kebiasaan makan, aktifitas ikan, dan

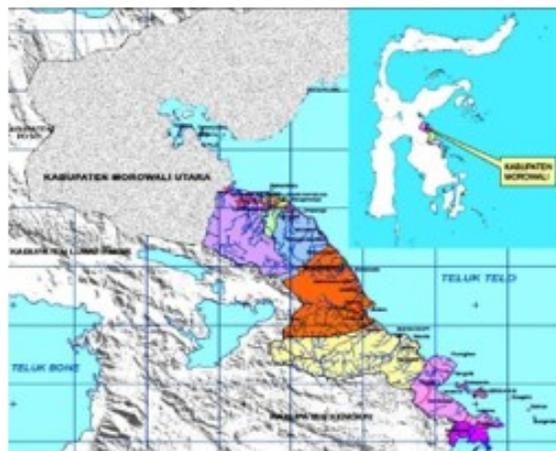
musim. Suhu, ketersediaan makanan, dan tingkat trofik juga mempengaruhi pertumbuhan ikan (Lowem dan Connell, 1987). Pertumbuhan adalah suatu peningkatan secara kuantitatif tubuh makhluk hidup yang dapat dikontrol oleh dua faktor yaitu genetika dan lingkungan.

Kurangnya sumber makanan akan menyebabkan ikan kesulitan untuk memenuhi kebutuhan hidup dan akan mempengaruhi pola pertumbuhannya, (Naditia, 2012). Selanjutnya dikatakan penurunan kualitas air menyebabkan terjadinya penurunan populasi ikan serta organisme lain diperairan. Apabila hal ini terus terjadi maka akan berpengaruh buruk kepada komunitas organisme akuatik yang menjadi makanan ikan gabus. Banyak faktor yang mempengaruhi perbedaan pertumbuhan ikan diantaranya adalah kebiasaan makan, aktifitas ikan, dan musim. Suhu, ketersediaan makanan, dan tingkat trofik juga mempengaruhi pertumbuhan ikan (Lowem dan Connell, 1987).

METODE PENELITIAN

1. Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari hingga Februari 2022 di daerah penangkapan ikan Gabus di kabupaten Morowali.



Gambar 1. Lokasi penelitian, Morowali

2. Metode penelitian

Penelitian ini merupakan *explanatory research* yang merancang penelitian untuk mendapat kejelasan tentang apakah habitat (Sungai dan rawa) dan ukuran ikan berbeda berpengaruh terhadap kandungan albumin ikan Gabus. Prosedur Penelitian ini dibagibeberapa tahap yaitu Penentuan Stasiun, pengambilan data dan analisis data.

a. Penentuan Stasiun

Penentuan stasiun dilakukan dengan memperhatikan keterwakilan dari

lokasi penelitian secara keseluruhan berdasarkan karakteristik wilayah perairan yang mewakili. Pengambilan data akan dilakukan di dua (2) stasiun yaitu Sungai dan Rawa. Selanjutnya setiap stasiun ditentukan 3 titik sebagai ulangan, jadi ada 6 sub stasiun.

b. Pengambilan Data

Pengambilan sampel ikan diambil berdasarkan habitat yaitu pada stasiun Rawa dan Sungai. Pengukuran ikan dilakukan secara langsung ditempat pengumpulan ikan gabus dengan menggunakan timbangan dan mistar beskala. Ikan di klasifikan berdasarkan ukurannya yaitu 10-20 cm, 20-30 cm dan 30-40 cm. Selanjutnya ikan tersebut di belah lambungnya untuk identifikasi makanannya, setelah itu ikan tersebut diangkut dengan menggunakan coolbox dengan dilengkapi es sebagai pendingin untuk menjaga kesegaran daging ikan. Beberapa parameter lingkungan yang diukur adalah

1) Kekeruhan

Pengukuran kekeruhan dilakukan di laboratorium dengan menggunakan turbidimeter. Sampel air diambil pada kolom perairan kemudian dimasukkan ke dalam botol untuk diukur di laboratorium.

2) Salinitas

Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan handrefraktometer. Pengukuran dengan handrefraktometer dilakukan dengan mengambil air sampel kemudian air sampel tersebut diteteskan di Supplementary prism. Tutup bagian supplementary prism dengan hati-hati selanjutnya dibaca nilai salinitas sampel air laut.

3) Suhu

Pengukuran suhu dilakukan di perairan dimana ikan ditagkap atau dikumpulkan. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan termometer. Pengukuran dengan termometer dilakukan dengan memasukkan sampel air dalam wadah kemudian mencelupkan termometer dan dibaca nilai suhu sampel air laut.

4) **pH (Derajat Keasaman)** Pengukuran pH dilakukan di laboratorium dengan menggunakan pH meter. Pengukuran pH dilakukan dengan memasukkan sampel air dalam wadah kemudian mencelupkan pH meter ke dalam sampel air tersebut dan dibaca nilai pH sampel air laut.

5) DO (Oksigen Terlarut)

Pengukuran DO dilakukan dengan mengirim sampel air untuk diamati di laboratorium di Dinas Perikanan Kabupaten Morowali.

6) **Kerapatan Tanaman Air** Pengukuran kerapatan tanaman air dengan melihat jenis tanaman dan menghitung dalam ukuran 1 m² dikalikan luas areal stasiun penelitian. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan meteran.

7) Kandungan albumin

Pengukuran kandungan albumin dilakukan dengan mengambil sampel ikan pada masing-masing habitat baik pada hulu, tengah dan hilir, kemudian membawa sampel dalam kondisi hidup dilakukan analisa kandungan Albumin di Laboratorium Kimia Fakultas peternakan Universitas Hasanudin .

3. Analisis Data

Analisis Data untuk melihat adanya perbedaan kandungan albumin dan biomassa perjenis makanan ikan digunakan analisis ANOVA (design experiment factor) dimana faktornya adalah ukuran yang terbagi 3 dan factor yang kedua adalah habitat yang terbagi atas 2 level dan 3 ulangan sehingga jumlah data keseluruhan adalah 18.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Paramater Fisika, Kimia dan Habitat

Hasil pengukuran parameter kualitas air dan ekologi di lokasi penelitian terbagi menjadi 2 lokasi yaitu perairan Rawa dan Sungai, dimana untuk mendapatkan keterwakilan data hasil tangkapan ikan Gabus dibedakan menjadi masing-masing 3 zona yaitu zona Hulu, Tengah dan Hilir seperti data parameter fisika, kimia dan Biologi dibawah ini.

Tabel 1. fisik, kimia biologi habitat Rawa

Parameter	RAWA		
	Hulu	Tengah	Hilir
Ph	6.7	7.3	6.8
TSS (mg/L)	2.5	4.1	1.94
Oksigen terlarut (ppm)	6.52	4.06	6.24
BOD	6.47	5.13	4.2
Salinitas (ppt)	0	0	0
Suhu (°c)	25.5	28	28
Kecerahan (cm)	15.4	65	47.6
Kecepatan Arus (m/s)	0.94	0.67	0.53
Kedalaman (cm)	125	265	143
Substrat	lumpur organik	pasir lumpur enceng	Kerikil lumpur enceng
tanaman air	perdu/semak	sawah	gondok

Sumber : diolah dari data primer 2022

Hasil pengukuran parameter fisika seperti terlihat diatas kecerahan daerah rawa dengan zona yang berbeda terlihat paling tinggi pada zona tengah sebesar 65 cm dan rendah pada daerah hulu yang hanya 15.4 cm, hal itu juga ditunjukkan kedalaman pada zona hulu rawa rata rata kedalaman air 125 cm sedangkan pada tengah 265 cm. Pada musim penghujan seperti pada bulan Januari dan Februari hasil tangkapan semakin menurun karena pengambilan sampel dilakukan setelah terjadinya hujan, sehingga area tempat berenang ikan semakin luas dan ikan sulit ditangkap. Hal ini sesuai dengan pendapat Putra (2017) yang menyatakan bahwa kedalaman (tinggi muka air) juga menunjukkan suatu pola hubungan yang negative terhadap flukstasi ikan tertangkap. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi permukaan air semakin sedikit ikan yang tertangkap, sebaliknya semakin rendah tinggi muka air (dangkal) semakin banyak ikan yang tertangkap.

Bila melihat substrat daerah hulu terlihat berupa lumpur organik, sehingga dengan mendapatkan kecepatan arus 0.94 m/s memberikan

pengaruh pengadukan yang tinggi. Pada zona hilir dengan didapatkan tempat yang lebih luas dibandingkan zona hulu dan tengah, karena kedalaman mencapai 143 cm dengan arus yang tidak begitu kuat areal ini mendapatkan kecerahan 47,6 cm.

Faktor kimia seperti suhu terdapat perbedaan pada masing zona, dimana pada hulu didapatkan suhu rendah ($25,5^{\circ}\text{C}$) berbeda dengan kedua zona lainnya yang berada di angka 28°C . Semua pH pada kisaran normal 6,8 – 7,3 pada semua zona dengan salinitas yang sama 0 ppt. padatan tersuspensi pada zona tengah lebih tinggi diantara keduanya dengan angka 4,1 mg/l dan berbanding terbalik dengan Oksigen terlarut didapatkan paling rendah diantara kedua zona lainnya (4,06 ppm).

Pengukuran kualitas lingkungan perairan merupakan indikator penting yang menunjukkan kondisi kesuburan perairan, perubahan tingkat kesuburan perairan akan mempengaruhi secara langsung terhadap distribusi kelimpahan ikan di perairan tersebut Zulkaranaen dan Nurdawati 2013.

Substrat dasar perairan masing masing zona juga terdapat perbedaan dengan dasar utama lumpur namun berbeda sustrat yang mendominasi seperti pada zona tengah berupa pasir berlumpur dan pada zona hilir berupa kerikil berlumpur. Demikian pula tanaman air yang mendominasi pada zona hilir sebagian besar adalah tanaman air enceng gondok, sedangkan pada zona tengah didominasi enceng sawah yang mempunyai lebar daun lebih kecil dan batang lebih banyak. Sementara pada daerah Hulu didominasi semak belukar dan berbagai macam seperti azolla, teratai dan lidi air.



Hulu

tengah

Hilir

Gambar 1. zona Rawa yang berbeda

Pada Habitat sungai penelitian ini juga dibagi atas 3 zona untuk membedakan kewilayahan yaitu Hulu, tengah dan hilir seperti digambarkan data pengukuran parameter Fisika, kimia dan biologi terlihat dibawah ini.

Tabel 2. Fisika, Kimia dan biologi habitat Sungai

Parameter	SUNGAI		
	Hulu	Tengah	Hilir
Ph	7	7	7
TSS (mg/L)	5.9	2.4	9.06
Oksigen terlarut (ppm)	3.84	6.56	3.52
BOD	9.55	3,99	9.97
Salinitas (ppt)	0	0	0.4
Suhu (°c)	26	28	29
Kecerahan (cm)	55	47.5	51.5
Kecepatan Arus (m/s)	0.14	4.96	0.13
Kedalaman (cm)	28	72	61
Substrat	lumpur pasir	Pasir batu lumpur	pasir kerikil
tanaman air	enceng gondok	rumput	pohonnan

Sumber : diolah dari data primer 2022

Hasil pengukuran parameter fisika seperti terlihat diatas kecerahan daerah sungai dengan zona yang berbeda terlihat paling tinggi pada zona hulu sebesar 55 cm dan tidak berbeda dengan zona tengah dan hilir, namun kecepatan arus pada zona tengah tertinggi diantara kedua zona lainnya mencapai 4,96 m/s dibandingkan kedua zona yang tidak mencapai 1 m/s. Kedalaman pada zona tengah ini merupakan yang terdalam (72 cm) dibandingkan hulu (28 cm) dan zona hilir (61 cm), penentuan lokasi ini berdasarkan data dan informasi nelayan yang menangkap ikan gabus di Kabupaten Morowali mendapatkan hasil optimal. Pada zona tengah merupakan sungai dengan aliran arus yang cukup deras (4,96 m/s).

Kedalaman perairan merupakan salah satu indikator untuk menilai kelayakan suatu lokasi penangkapan ikan gabus disuatu perairan, walaupun ikan gabus menyukai daerah yang dangkal untuk mencari mangsa ikan, namun kedalaman yang disukai ikan menentukan hasil tangkapan. Faktor yang mempengaruhi usaha kegiatan perikanan tangkap di sungai antara lain dipengaruhi intensitas penangkapan, jumlah, jenis alat tangkap yang digunakan, serta hasil tangkapan ikan yang dipengaruhi oleh tinggi muka air, dimana hasil

tangkapan semakin meningkat dengan berkurangnya ketinggian air (Nurdawati *et al.*, 2005)

Sungai sungai di daerah Morowali sebagian besar dilewati oleh endapan karena proses pertambangan di hulu, demikian juga substrat hulu tengah dan hilir sungai didominasi oleh endapan lumpur dan pasir yang terlarut disepanjang hamparan sungai tersebut. Bila melihat substrat daerah hulu terlihat berupa lumpur pasir, sehingga dengan mendapatkan kecepatan arus 0.13 – 4,96 m/s memberikan pengaruh pengadukan yang tinggi. Pada zona tengah dengan kecepatan arus 4,96 m/s terlihat pergerakan massa air yang besar dibandingkan zona hulu dan hilir, stasiun zona hilir pada daerah sungai sudah mengarah pada daerah payau dengan hasil penghitungan salinitas 0,4 ppt.

Faktor kimia seperti suhu terdapat sedikit perbedaan pada masing zona, dimana pada hulu didapatkan suhu rendah (26°C) dan pada hilir sudah mencapai di angka 29 °C. Semua pH pada kisaran normal 7 pada semua zona dengan padatan tersuspensi tertinggi pada hilir sebesar 9,6 mg/l pada zona tengah paling rendah hanya 2,4 mg/l karena merupakan daerah aliran sungai yang cukup deras sehingga tercatat Oksigen terlarut didapatkan paling tinggi diantara kedua zona linnya (6,56 ppm).

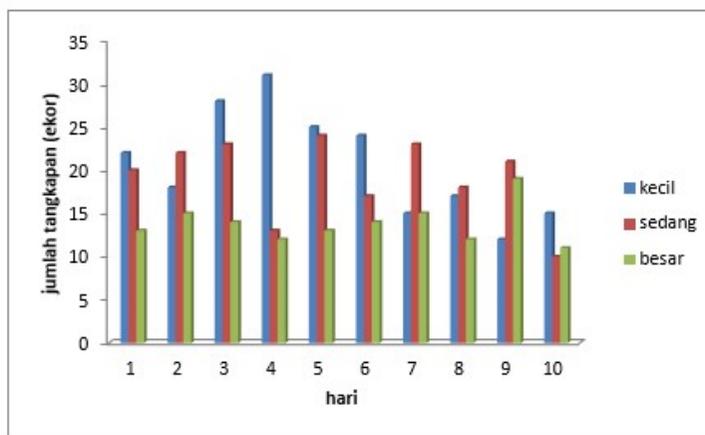
Substrat dasar perairan masing masing zona juga terdapat perbedaan dengan dasar utama lumpur namun berbeda sustrat yang mendominasi seperti pada zona tengah berupa pasir berlumpur dan pada zona hilir berupa pasir kerikil. Demikian pula tanaman air yang mendominasi pada zona hulu adalah enceng gondok dan rumput air sedangkan pada daerah tengah tidak terdapat tanaman air, karena alirannya yg deras, namun berbeda dengan daerah hilir sebagian besar adalah pohonan besar. Berikut gambaran habitat sungai yang terbagi menjadi 3 zona hulu, tengah dan hilir.



Gambar 3. Zona Sungai

2. Hasil Tangkapan Ikan Gabus di dua Habitat

Hasil pengamatan tangkapan ikan gabus selama 10 hari penelitian pada 2 habitat berbeda yaitu Sungai dan rawa menunjukkan nilai yang berbeda pada setiap perlakuan. Pengamatan dilakukan dengan mengelompokkan ukuran kecil (10–20 cm), sedang (20 – 30 cm) dan besar (30 – 40 cm). Hasil tangkapan ikan dari Rawa setelah dilakukan pengukuran ikan yang tertangkap didominasi ukuran kecil dan yang rendah ukuran besar. Komposisi hasil tangkapan ikan ukuran kecil mencapai rata 31 ekor pada hari keempat dan untuk ukuran sedang rata rata 23 ekor dan untuk ukuran besar rata rata 12 ekor perharinya. Selama penelitian pengambilan sampel hasil tangkapan ikan gabus di daerah Rawa, nelayan selalu mendapatkan hasil baik rawa di daerah hulu, tengah maupun rawa di hilir, hal ini menunjukkan populasi ikan Gabus di Perairan rawa di kabupaten Morowali masih cukup terjaga, berikut grafik hasil tangkapan ikan gabus selama penelitian.

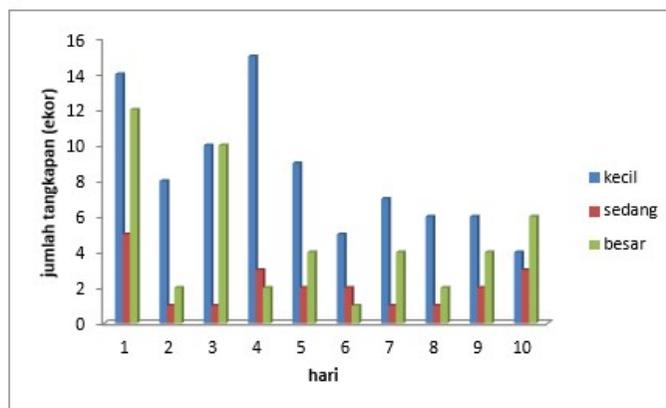


Gambar 2. Grafik hasil Tangkapan ikan Gabus habitat Rawa

Pada habitat sungai ikan gabus yang tertangkap didominasi komposisi ukuran kecil dan besar, untuk ukuran sedang pada 3 area hulu, tengah dan hilir diperoleh hasil tangkapan ikan gabus sedikit diperoleh. Selama penelitian 10 hari melakukan kegiatan penangkapan rata rata didapatkan ukuran besar 8,4 dan untuk ukuran sedang 2,1 dan untuk ukuran besar 4,7. Hasil tangkapan sering didapatkan pada daerah hulu dan hilir sedangkan pada daerah tengah jarang diperoleh hasil tangkapan, hal ini diduga karena tekstur sungai pada tengah merupakan daerah aliran sungai yang cukup keras, sedangkan ikan gabus adalah ikan pradator solitare yang pasif, dimana akan melakukan pemangsaan dengan menunggu dan menyerang mangsanya dari tempat

tersembunyi, sehingga pada daerah terbuka seperti sungai dengan tekstur terbuka dan berarus kurang diminati oleh ikan gabus.

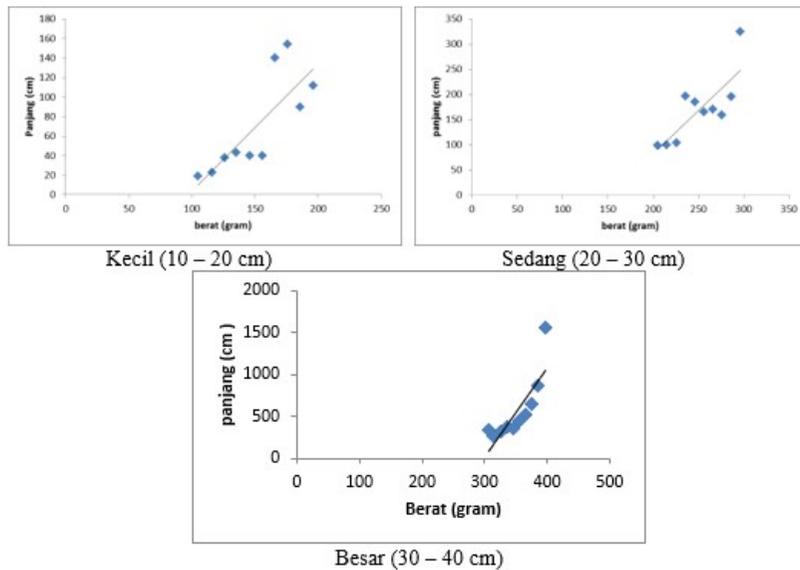
Dominasi ikan ukuran kecil terutama diperoleh dari daerah hulu sungai sebab pada ikan daerah ini masih beruaya untuk aktif bergerak mencari makan, dan mangsanyapun lebih bervariasi dari larva ikan dan udang. Pada daerah hilir sering didapat ikan gabus ukuran besar sebab selain sudah mampu melawan arus sungai juga merupakan daerah mencari makannya berupa ikan ikan ukuran besar dan juga katak sesuai dengan performan tubuh ikan tersebut. Berikut gambar hasil tangkapan ikan gabus dengan dibedakan ukuran pada 3 daerah zona yang berbeda.



Gambar 3. Grafik Tangkapan ikan gabus dari habitat Sungai

3. Hubungan Panjang berat Ikan Gabus Rawa dan Sungai

Ikan gabus (*C. striata*) yang tertangkap pada daerah Rawa dan Sungai sangat bervariasi berdasarkan habitat yang berbeda, pada daerah Rawa diperoleh sebanyak 536 ekor sedangkan pada daerah sungai diperoleh 152 ekor dengan komposisi kecil sedang sampai besar disetiap lokasi penangkapannya. Pada daerah Rawa untuk klas ukuran kecil (10 – 20 cm) dengan kisaran panjang total 10,2 – 19,6 cm dan kisaran berat tubuh 15 - 154 gram. Sedangkan untuk klas sedang (20 – 30 cm) didapatkan kisaran berat 89 – 345 gram dan untuk ukuran besar (30 – 40 cm) didapatkan kisaran berat 265 – 1156 gram, berikut digambarkan hubungan panjang berat ikan gabus (*C. striata*) yang ada di rawa rawa Kabupaten Morowali.

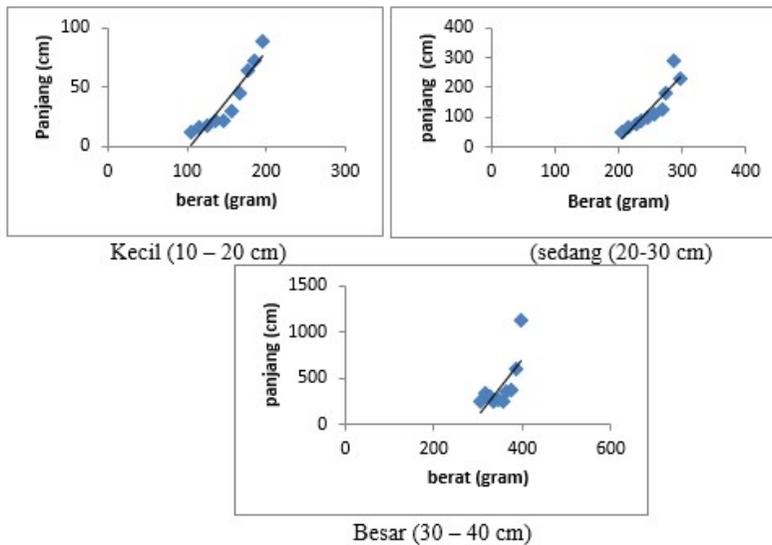


Gambar 4. Grafik hubungan panjang berat ikan Gabus daerah Rawa

Berdasarkan grafik pada gambar diatas dapat dilihat bahwa variasi panjang pada setiap klas ukuran dan berat didapatkan gambaran allometrik positif untuk ikan gabus di rawa rawa kabupaten Morowali dimana pertumbuhan berat lebih cepat daripada panjang ikan. Hal ini sesuai dengan Ibrahim, Setyobudiandi dan Sulistiono. (2017) yang menyatakan bahwa jika nilai $b=3$, maka penambahan berat seimbang dengan penambahan panjang (Isometrik). Jika nilai $b<3$, maka penambahan panjang lebih cepat dibandingkan dengan penambahan berat (allometrik negatif). Jika nilai $b>3$ maka penambahan berat berat lebih cepat dibandingkan pertambahan panjangnya (allometrik positif). Pola pertumbuhan ikan gabus (*C. striata*) yang bersifat allometrik positif juga ditemukan pada penelitian (Nainggolan, 2019) di Waduk Sei Paku Kecamatan Kampar Kiri Kabupaten Kampar Provinsi Riau dengan nilai b untuk ikan jantan yaitu 3,0718 dan untuk ikan betina yaitu 3,1651. Namun tidak semua ikan gabus (*C. striata*) memiliki pola pertumbuhan allometrik positif.

Ikan gabus (*C. striata*) yang tertangkap pada daerah sungai sungai di Morowali didapatkan variasi panjang berat yang berbeda dengan ikan gabus daerah Rawa, dari hasil tangkapan sebanyak 152 ekor untuk klas ukuran kecil (10 – 20 cm) dengan kisaran panjang total 10,5 – 19,5 cm dan kisaran berat tubuh 12 - 88,5 gram. Sedangkan untuk klas sedang (20 – 30 cm) didapatkan kisaran berat 52 – 288 gram dan untuk ukuran besar (30 – 40 cm) didapatkan

kisaran berat 243 – 1123 gram, berikut digambarkan hubungan panjang berat ikan gabus (*C. striata*) yang ada di habitat sungai Kabupaten Morowali.



Gambar 5. Grafik hubungan panjng berat ikan gabus di habitat sungai

Adanya perbedaan tipe perairan menyebabkan ikan yang hidup di sungai berarus lebih banyak menghabiskan energi untuk melakukan aktivitasnya mencari makan daripada ikan yang hidup di rawa. Hal yang menyebabkan ikan di sungai lebih kurus daripada ikan di danau (Muchlisn, Musman and Azizah., 2010). Dapat dilihat dari performa ikan gabus di Danau yang memiliki pola allometrik positif cenderung gemuk dibandingkan dengan ikan gabus yang ditangkap di sungai. Khan et al. (2011), mengatakan memiliki pola pertumbuhan allometrik negatif memberikan kecenderungan lebih kurus. Hal ini sesuai dengan pendapat (Mulfizar, 2012) yang menyatakan bahwa ikan yang hidup di perairan berarus deras memiliki nilai b yang lebih rendah sebaliknya ikan yang hidup di perairan arus tenang menghasilkan nilai b lebih besar. Pada habitat sungai masih menunjukkan hasil keeratan antara panjang dan berat. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat keeratan antara panjang dan berat. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Windarti, 2020) yang menyatakan jika nilai r mendekati 1 artinya ada hubungan yang kuat antara panjang dan berat ikan, dan apabila nilai r tidak mendekati 1 berarti hubungan antara panjang dan berat ikan bersifat lemah. Hubungan kuat atau erat diduga karena ketersediaan makanan yang cukup dan juga keadaan lingkungan yang mendukung untuk pertumbuhan ikan gabus.

4. Kandungan Isi Perut Ikan Gabus Pada Habitat Rawa Dan Sungai

Ikan gabus adalah sejenis ikan predator yang hidup di air tawar. Ikan ini memiliki pola pertumbuhan allometrik atau pertambahan bobot lebih cepat daripada pertambahan panjang badan, hal ini berkaitan dengan sifat agresifnya dalam mencari makan. Ikan gabus (*C. striata*) yang didapatkan dari hasil tangkapan nelayan setelah diamati pada bagian lambung ternyata tidak semuanya berisi. Ada sebagian ekor ikan yang ternyata memiliki lambung kosong atau tidak ditemukan makanan. Nelayan yang melakukan operasi penangkapan ikan pada malam hari membuat makanan dicerna sempurna pada lambung ikan yang disampling pada pagi hari. Dalam hal ini memungkinkan bahwa sebagian ikan yang tertangkap belum sepenuhnya mati, sehingga sistem metabolisme ikan masih bekerja dan mengakibatkan makanan dicerna dengan baik dan sempurna pada lambung ikan. Menurut Sjafei (2001), lambung ikan bisa kosong karena makanan telah dicerna sempurna atau saat penangkapan ikan dalam keadaan lapar sehingga tidak ditemukan makanan di dalam lambungnya.

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan maka diperoleh data penelitian mengenai isi lambung ikan gabus, yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3 . Isi lambung ikan gabus pada habitat perairan berbeda

Lokasi	Zona	Ikan	Serangga	Katak	udang	tumbuhan	unterdeteksi
		%			%		
Rawa	hulu	87.12	1.23	0	5.03	0.23	6.39
	tengah	72.6	4.11	5.83	3.34	0.03	14.09
	hilir	69.87	0.07	12.32	7.66	0.001	10.07
Sungai	hulu	90.32	1.49	0	0.54	0.1	7.55
	tengah	65.45	0.22	0	0.04	0	34.29
	hilir	75.28	0	0	2.57	0	22.15

Sumber : diolah dari data primer 2022

Penggolongan makanan dari isi lambung ikan gabus telah dilakukan dengan cara identifikasi, mengamati ciri-ciri morfologi serta dengan menyentuh teksturnya. Identifikasi makanan yang hancur tersebut hanya dilakukan pada batas tertinggi seperti jenis kelas, dikarenakan beberapa jenis makanan yang ditemukan dalam keadaan hancur. Pada lambung ada makanan yang ditemukan dalam keadaan utuh (tidak hancur) sehingga dapat diidentifikasi hingga tingkat lebih rendah seperti jenis spesies.

Pada tabel 4, dapat dilihat bahwa makanan dalam lambung ikan gabus ditemukan jenis yang bervariasi yang terdiri dari golongan hewan dan tumbuhan, seperti golongan hewan jenis ikan dari bagian tubuh baik yang

utuh, rangka/tulang, daging yang hancur, sirip, sisik. Makanan yang ditemukan pada lambung ikan kebanyakan bagian tubuh ikan seperti hancuran daging bewarna keputihan serta tulang ikan yang berantakan. Adapun jenis hewan lain yaitu jenisserangga dan golongan tumbuhan berupa ranting. Pada lambung ikan yang diamati juga banyak ditemukan makanan yang tidak teridentifikasi jenisnya dikarenakan makanan pada lambung ikan sudah dicerna dengan baik ataupun ikan hanya memangsa sebagian kecil dari makanan.

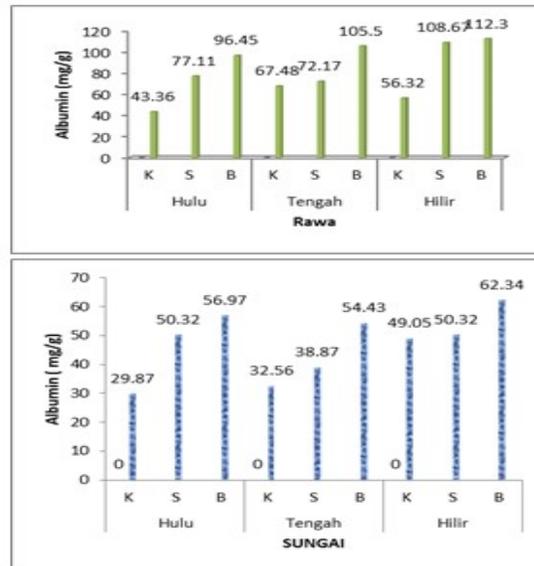
Jenis makanan yang dimakan ikangabus (*C. striata*) dapat diketahui dari setiap ukuran tubuh yang sudah diukur dan dikelompokkan berdasarkan interval kelas dari kisaran panjang mulai dari yang terkecil hingga terbesar. Ukuran terkecil ikan berada pada kisaran (10 – 20 cm) mm dan ukuran terbesar pada kisaran (30 – 40 cm). Dengan mengetahui isi perut ikan gabus pada klas berbeda dapat dijadikan suatutitik acuan unuk mengenali jenis, ukuran dan jumlah makanan ikan dan kandungan albuminnya.

5. Kandungan Albumin Ikan Gabus Dari Habitat Rawa Dan Sungai.

Ikan gabus adalah sejenis ikan buas yang hidup di air tawar, merupakan salah satu kelompok ikan yang sangat berperan penting dalam kehidupan sehari-hari. Ikan gabus mengandung protein hewani yang sangat tinggi terutama sumber albumin bagi penderita hipoalbumin (rendah albumin) dan luka. Albumin merupakan protein utama dalam plasma manusia dan menyusun sekitar 60 % dari total protein plasma. Albumin yang terdapat dalam plasma sekitar 40 % dan 60 % diruang ekstraseluler. Hati menghasilkan 12 gram albumin perhari yang merupakan 25 % dari total sintesis protein hepatic dan separuh dari seluruh protein yang disekresikan organ. Sebagai sumber bahan makanan yang mengandung protein, ikan gabus diperlukan dalam jumlah yang banyak dan kebutuhan akan filtrat albumin di rumah sakit yang semakin meningkat.

Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, maka diperlukan jumlah ikan gabus yang besar dengan dengan berbagai ukuran berat yang bervariasi. Tubuh ikan terdiri dari dua bagian yaitu tulang dan otot (daging ikan) yang tersusun atas serat. Serat-serat tersebut meningkat bersama meningkatnya umur, tingkat pemberian nutrisi, serta oleh perkembangan bobot badan hal ini menunjukkan bahwa berat badan ikan berpengaruh terhadap kandungan albumin ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*). Hasil analisa kandungan albumin ikan gabus kondisi segar saat dilakukan proses ekstraksi terlihat pada

gambar 7 dibawah. Terdapat perbedaan kandungan albumin ikan gabus dari habitat rawa dan sungai, pada daerah rawa didapat kandungan albumin sebesar 43.36 – 112.3 mg/g rata rata kandungan tinggi pada daerah hilir pada habitat rawa tersebut.



Gambar 5. Grafik albumin ikan gabus pada habitat rawa dan Sungai

Kandungan albumin ikan gabus dari sungai berkisar 29,87 – 62,34 mg/g rata rata lebih rendah dari kandungan albumin ikan gabus dari rawa.

PENUTUP

Simpulan

Ikan gabus adalah ikan ekonomis yang menyukai perairan umum yang tenang seperti daerah rawa dibandingkan daerah sungai, populasi ikan gabus menyesuaikan dengan habitat dan ukuran ikan, hal itu karena menyesuaikan kebutuhan pakan saat perkembangannya. Ikan gabus lebih menyukai daerah terlindung karena sifat pemangsa yang bersifat menyerang. Kandungan albumin ikan gabus berbeda dari habitat rawa dan sungai, hal itu karena tergantung dengan ukuran, penyebaran, pola makan dan aktifitas perkembangannya.

Saran

Diperlukan untuk melakukan penelitian genetika ikan gabus berkaitan dengan habitat dan kandungan albumin, sehingga akan membantu proses budidaya ikan gabus di masa mendatang.

REFERENSI

- Bijaksana U. 2010. Kajian fisiologi reproduksi ikan gabus, *Channa striata* Blkr di dalam wadah dan perairan rawa sebagai upaya domestikasi [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Effendi MI. 2002. Biologi perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta.
- Khan, S., M. A. Khan, K. Miyan dan M. Mubark. (2011). Length-Weight Relationship for Nine Freshwater Teleosts Collected from River Gangga, India. *International Journal of Zoological Research*. 7(6):401-405.
- Nainggolan. O. W., D. Efizon dan R. M. Putra. (2019). Morfometri, Meristik, dan Pola Pertumbuhan Ikan Gabus (*Channa striata*) di Waduk Sei Paku Kecamatan Kampar Kiri Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau*.
- Muchlisin, Z.A., M. Musman, M.N. S. Azizah, 2010. Leng Weight Relationships and Condition Factors of Two Threatened Fishies, *Rasbora tawarensis* and *Proporopuntius twarensis*, endemic to Lake Laut Tawar, Aceh Province, Indonesia. *Journal of Applied Ichtiology*, 26 : 949-953.
- Mustafa, A., M. A. Widodo dan Y. Kristianto. 2010. Albumin and Zinc Content of Snakehead Fish (*Channa striata*) Extract and its role in health. *International Journal of Science and Technology (IJSTE)*. 1(2) : 1-8.
- Shafri, M. A dan Abdul M. 2012. Therapeutic potential of haruan (*Channa striata*): from food to medicinal uses. *Mal J Nutr*. 18(1): 125- 136.
- Shireman J.W, 1983. Synopsis of Biological data on. *The Grass carp*. 86 p.
- Wardoyo, S. T. H. 1980. Kriteria kualitas air untuk keperluan pertanian dan perikanan. Bahan training Analisa Dampak Lingkungan PUSDI, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Wulandari, R. 2013. Karakteristik Fenotip Berdasarkan Truss Morfometri dan Pola Pertumbuhan Ikan Garing (*Tor tambroides* Blkr) Pada Habitat Perairan Yang berbeda Dalam Upaya Manajemen Populasi. [Tesis]. Padang. Universitas Bung Hatta.
- Windarti. (2020). Keterampilan Dasar Biologi Perikanan. Oceanum Press: Pekanbaru, Riau.

Chapter 2

ANALISIS AKTIVITAS ENZIM PROTEASE PADA PENCERNAAN BENIH IKAN NILA GESIT DI UNIT PEMBENIHAN RAKYAT AINUN MAROS

Suryanti¹, Erni Indrawati², Sri Mulyani³

^{1,2,3} Program Studi Budidaya Perairan, Program Pascasarjana, Universitas
Bosowa

Email: suryanti1479@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan aktivitas enzim protease pada usus benih ikan nila gesit yang dikultur dengan metode yang berbeda, menganalisis korelasi antara aktivitas enzim protease benih ikan nila gesit yang dikultur dengan metode yang berbeda. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksploratif bersifat kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan penelitian dengan data berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik untuk mengetahui pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen (hasil) dalam kondisi yang terkendalkan. Kondisi dikendalikan agar tidak ada variabel lain yang mempengaruhi variabel dependen. Penelitian dilakukan di laboratorium Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan (BRPBAP) Maros untuk dianalisis aktivitas enzim protease pada usus ikan nila gesit dan laju pertumbuhan relatif ikan nila gesit. Hubungan antara aktivitas enzim protease dengan laju pertumbuhan benih ikan nila bahwa pada minggu pertama sampai ketiga menunjukkan peningkatan aktivitas enzim setiap minggu, seiring dengan peningkatan laju pertumbuhan pada ikan Kelompok I, namun demikian besarnya masih jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan aktivitas enzim protease dan laju pertumbuhan ikan nila gesit pada kelompok II. Pada grafik diperoleh persamaan regresi $Y = 67,289x - 2,2071$ dengan R^2 . Koefisien korelasi antara aktivitas enzim dan pertumbuhan sebesar 0,9984 ini berarti bahwa aktivitas enzim dan pertumbuhan memiliki tingkat hubungan yang sangat kuat. Aktifitas enzim protease pada hari ke 7 pemeliharaan didapatkan selisih nilai

sebesar 0,0077 $\mu\text{mL}/\text{Menit}$, pada hari ke 14 pemeliharaan didapatkan selisih 0,0193 $\mu\text{mL}/\text{Menit}$, pada hari ke 21 didapatkan selisih nilai sebesar 0,0173 $\mu\text{mL}/\text{Menit}$. Hal ini menunjukkan bahwa tidak memperlihatkan perbedaan yang sangat nyata. Selanjutnya berdasarkan laju aktivitas enzim protease pada kelompok I sekitar 0,0011 – 0,0019 perhari, sedangkan pada kelompok II berkisar 0,0028 – 0,0016 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, sedangkan laju pertumbuhan relative ikan nila selama penelitian pada kelompok I dan kelompok II. Laju pertumbuhan relative pada pada hari ke 7 didapatkan sebesar 0,5714 % pada kelompok I dan 0,8571 % pada kelompok II. Selanjutnya pada hari ke 14 didapatkan laju pertumbuhan relative sebesar 1,1428 %, pada kelompok I dan 1,4286 % pada kelompok II. Sementara pada hari ke 21 didapatkan laju pertumbuhan relatif sebesar 2,0000 % pada kelompok I dan 2,5714 % pada kelompok II.

Kata kunci: Analisis Aktivitas Enzim Protease, Uusus Benih Ikan Nila Gesit, Pertumbuhan Relatif Benih Ikan Nila Gesit.

PENDAHULUAN

Ikan nila merupakan salah satu jenis ikan budidaya air tawar yang banyak diminati masyarakat serta mempunyai prospek cukup baik untuk dikembangkan karena dagingnya cukup tebal dan rasanya gurih, kandungan proteinnya tinggi sehingga dapat dijadikan sebagai sumber protein. Ikan nila memiliki kandungan gizi yang lebih baik bila dibandingkan dengan ikan air tawar yang lain seperti ikan lele. Kandungan nutrisi yang diperlukan ikan pada terdiri dari protein, karbohidrat, lemak, mineral, dan vitamin. (Devani & Basriati, 2015). Pakan menjadi masalah utama terhadap tingkat produksi ikan nila disebabkan oleh tingginya harga bahan baku utama penyusun ransum pakan seperti tepung ikan dan tepung kedelai (Nurhayati 2018).

Tingginya konsumsi ikan nila menyebabkan budidaya ikan nila mulai dikembangkan. Ikan nila memiliki banyak strain, namun salah satu dari strain tersebut yang telah dikembangkan adalah ikan nila GESIT (*Genetically Supermale Indonesian Tilapia*). Ikan Nila GESIT (*Genetically Supermale Indonesian Tilapia*) merupakan hasil pengembangan dari Balai Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) bekerja sama dengan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor serta Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT) dibawah Kementrian Kelautan dan Perikanan RI pada tahun 2006. Keunggulan dari ikan nila GESIT dibanding ikan nila lain

nya yakni pertumbuhan yang lebih cepat, toleran terhadap lingkungan yang kurang baik, mempunyai respon yang luas terhadap pakan, serta menghasilkan keturunan jantan mencapai 98% (Chaihadir *et al.*, 2012).

Salah satu cara untuk meningkatkan pertumbuhan ikan nila yaitu dengan mengoptimalkan fungsi fisiologis organ tubuh ikan nila yaitu saluran pencernaan. Organ penting yang berperan dalam saluran pencernaan adalah usus karena sangat berkaitan dengan aktivitas enzim pencernaan di dalam tubuh ikan (Rojtinnakorn, 2012). Peningkatan kinerja enzim protease, amilase, dan lipase akan berkorelasi dengan peningkatan kinerja sistem pencernaan serta meningkatnya bobot benih ikan sidat (Mulyani, 2016). Semakin berkembangnya sistem pencernaan, aktivitas enzim akan semakin meningkat sehingga proses pencernaan dan penyerapan nutrisi lebih optimal dan memengaruhi pertambahan bobot benih ikan sidat (Mulyani 2016).

Enzim-enzim pencernaan memiliki peranan penting dalam proses pencernaan nutrisi pakan. Ketersediaan enzim pencernaan akan mempengaruhi efektivitas dalam mencerna pakan yang diberikan dan selanjutnya berpengaruh pada pertumbuhan. Masalah pertumbuhan yang lambat juga telah mendapat perhatian yang serius dari para peneliti. Dalam bidang nutrisi, penggunaan berbagai bahan berprotein tinggi terutama yang berasal dari bahan nabati sebagai pengganti protein ikan yang mahal harganya telah memperlihatkan hasil yang memuaskan (Higgs, 2009).

Enzim sangat berperan dalam pengolahan pakan yang aman terhadap kesehatan karena bahan alami, mengkatalisis reaksi yang sangat spesifik tanpa efek samping, aktif pada konsentrasi yang rendah, dapat dinaktivasi, dan dapat digunakan sebagai indikator kesesuaian proses pengolahan (Prayitno dkk, 2011). Efisiensi pakan dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya yaitu kualitas pakan. Menurut Isnawati *et al.* (2015), pakan yang dimakan ikan akan diproses dalam tubuh dan unsur-unsur nutrisi atau gizinya akan diserap untuk dimanfaatkan membangun jaringan sehingga terjadi pertumbuhan. Laju pertumbuhan ikan sangat dipengaruhi oleh jenis dan kualitas pakan yang diberikan. Pakan yang berkualitas baik akan menghasilkan pertumbuhan yang optimal. Pakan merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi tampilan produktifitas ikan nila serta sumber materi dan energi yang menopang pertumbuhan ikan dan kelangsungan hidup ikan.

Kemampuan ikan dalam mencerna dan memanfaatkan nutrisi pakan sangat tergantung pada kemampuan sistem pencernaan yang tercermin

sebagai aktivitas enzim yang ada di sepanjang saluran digesti. Sankar (2014). Oleh karena itu, pengukuran aktivitas enzim pencernaan dapat memberikan informasi tentang daya cerna terhadap pakan. Kajian aktivitas enzim digesti seperti protease dan amilase dapat digunakan untuk mengetahui kemampuan suatu spesies dalam mencerna protein dan karbohidrat.

Kandungan protein pakan yang tinggi dikaitkan dengan kandungan selulase yang rendah umumnya dapat meningkatkan enzim protease pada ikan nila. Enzim protease berperan dalam reaksi pemecahan protein Enzim ini akan mengkatalisis reaksi-reaksi hidrolisa, yaitu reaksi yang melibatkan unsur air pada ikatan spesifik substrat. Berdasarkan cara hidrolisisnya, protease dibedakan menjadi proteinase dan peptidase. Proteinase menghidrolisis molekul protein menjadi polipeptida sedangkan peptidase menghidrolisis fragmen polipeptida menjadi asam amino.

Budidaya ikan nila Gesit di Unit Pembenuhan Rakyat Ainun Mutiara Maros dalam pemeliharaan benih ikan menetapkan dua metode yaitu dengan pemberian pakan buatan dan tanpa pemberian pakan buatan. Berdasarkan hal tersebut, maka peneliti akan mengkaji Analisis Aktivitas Enzim Protease pada Usus Benih Ikan Nila Gesit

KAJIAN LITERATUR

A. Ikan Nila

Ikan nila awalnya berasal dari afrika tepatnya afrika bagian timur pada tahun 1969. Ikan nila mulai sekarang telah digemari oleh masyarakat Indonesia serta Ikan nila ini mempunyai ukuran dengan berat rata-rata setiap individunya 200 – 400 gram/ekor dan mempunyai sifat pemakan segala sehingga dapat mengkonsumsi berbagai jenis makanan (omnivora) baik berupa tumbuhan maupun hewan. Performa pertumbuhan ikan Nila yang menjadi target dalam tahap pembesaran dipengaruhi ketersediaan dan manajemen pakan. Pakan ikan diformulasikan dari bahan baku dengan kandungan protein hewani seperti tepung ikan, tulang, magot, dan protein nabati yaitu tepung gandum dan kedelai. Bahan baku tersebut harganya relatif mahal, sehingga diperlukan penghitungan bahan baku lokal alternatif dengan penghitungan komposisi yang tepat.

Pakan dan bahan pakan yang dibuat dievaluasi berdasarkan kemampuannya untuk mendukung pertumbuhan. Nutrisi yang dibutuhkan dalam pakan sebagian besar telah diidentifikasi, meskipun kemungkinan

masih ada penambahan bahan lain. Gizi yang sesuai merupakan komponen penting bagi ikan dan umumnya kebanyakan pakan diformulasikan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dari spesies yang dibudidayakan (Hodar, 2020).

Ikan nila ini hampir mirip dengan ikan mujair namun ketika melihat dari bentuk tubuh ikan nila lebih besar dengan proporsi tubuh ikan nila yakni 3 : 1 untuk panjang dan tingginya tubuh ikan nila. Sedangkan pada bagian tubuh dan ekor ikan nila mempunyai corak garis – garis vertical serta di ekornya ada garis – garis yang berbentuk memotong tulang ekor. Ikan nila gesit (*Oreochromis niloticus*) merupakan komoditas ikan terbaru, gesit diambil dari kepanjangan Genetika supermale Tilapia jenis ini biasa juga disebut dengan ikan nila super jantan karena 98 – 100% berjenis kelamin jantan.

Ikan gesit dikembangkan di BPPT bekerjasama dengan Balai Besar pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT) sukabumi pada tahun 2002. Nila gesit ini sangat cocok untuk dibudidayakan karena Pertumbuhan nila gesit dapat mencapai 1,6 kali lebihcepat dibanding nila biasa karena nutrisi dari pakan yang dimakan oleh ikan hanya mengejar untuk pertumbuhan ikan (Carman dan Sucipto, 2010).

1. Klasifikasi Ikan Nila

Secara umum klasifikasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) menurut Trewavas dalam Suyanto (2013) adalah sebagai berikut:

<i>Kingdom</i>	: <i>Animalia</i>
<i>Filum</i>	: <i>Chordata</i>
<i>Subfilum</i>	: <i>vertebrata</i>
<i>Ordo</i>	: <i>percomorphi</i>
<i>Subordo</i>	: <i>percoidea</i>
<i>Kelas</i>	: <i>osteichtyes</i>
<i>Subkelas</i>	: <i>Acanthopterygii</i>
<i>Family</i>	: <i>Cichlidae</i>
<i>Genus</i>	: <i>Oreochromis</i>
<i>Spesies</i>	: <i>Oreochromis niloticus</i>

2. Morfologi Ikan Nila



*Gambar 1. Morfologi Ikan Nila (Oreochromis niloticus)
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2021)*

Morfologi ikan nila, memiliki bentuk tubuh yang pipih ke arah vertikal dengan profil empat persegi panjang ke arah posterior. Posisi mulut terletak di bagian ujung hidung (terminal). Pada sirip ekor tampak terlihat jelas garis-garis vertikal dan bagian sirip punggungnya garis tersebut kelihatan condong letaknya. Ciri khas pada ikan nila adalah garis-garis vertikal berwarna hitam pada sirip ekor, punggung dan dubur. Pada sirip caudal (ekor) dengan bentuk membuat terdapat warna kemerahan dan bisa digunakan sebagai indikasi kematangan gonad. Pada rahang terdapat bercak kehitaman. Sisik ikan nila bertipe stenoid. Ikan nila juga ditandai dengan sirip dorsal yang lumayan keras, begitu pun bagian analnya. Dengan posisi sirip anal di belakang sirip dada (abdormal) (Mutia dan Razak, 2018). Sedangkan cara untuk meningkatkan pertumbuhan selain dari nutrisi pakan para pembudidaya menggunakan jenis ikan nila gesit dari hasil benih ikan nila yang diberi hormon testosteron dengan metode dipping (perendaman) (Muslim, 2011).

3. Biologi Ikan Nila

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) mempunyai habitat di air tawar seperti sungai, danau, rawa dan waduk. Namun ikan nila mempunyai toleransi yang tinggi terhadap salinitas, maka ikan nila dapat bertahan hidup dan berkembang biak di perairan payau dengan salinitas 0 – 35 ppt. Ikan nila ketika masih kecil lebih tahan terhadap perubahan lingkungan sekitar dibandingkan ketika ikan nila sudah mulai besar (Suyanto, 2003). Serta kualitas air yang baik untuk pertumbuhan ikan nila yaitu pH 7- 8, salinitas 0 – 35 ppt, Amoniak 0 – 2,4 ppm, suhu 25 – 30°C, dan DO berkisar antara 3 – 5 ppm. Ikan nila mempunyai toleransi yang tinggi namun apabila penanganan ketika ikan nila dipindahkan secara tiba-tiba ke air yang memiliki kadar garam

yang sangat berbeda tanpa adanya aklimatisasi dapat memicu terjadinya stress dan kematian pada ikan (Suryani, 2006).

Menurut Kordi (2013), sebenarnya keasaman air yang tepat untuk berlangsungnya kehidupan ikan nila yaitu 6 – 8,5, namun pertumbuhan optimal ikan nila terjadi pada derajat keasaman 7 - 8. Ikan nila bertahan hidup dengan oksigen terlarut minimal kurang dari 3 ppm dan dapat tumbuh optimal.

4. Pakan dan Kebiasaan Makan Ikan Nila

Ikan nila termasuk pada jenis hewan omnivore (pemakan segalanya) namun ikan nila cenderung pada herbivore, sehingga ikan ini mudah dalam pemeliharanya. Menurut Elyana (2011), Ikan nila adalah hewan yang memenuhi kebutuhannya dengan cara memakan hewan dan tumbuhan sehingga ikan ini diperkirakan dapat dimanfaatkan (Ghufron ,2010). Selanjutnya Khairuman dan Amri (2005), mengemukakan bahwa pada stadia benih ikan ini diberi pakan zooplankton seperti: *Rotifer* sp, *Moina* sp, dan *Daphnia* sp. Selain itu juga diberi pakan berupa alga atau lumut sedangkan pada stadia dewasa ikan dapat diberikan pakan tambahan berupa pelet.

Ikan nila hidup ditempat-tempat yang airnya tidak begitu dalam dengan arus air yang tidak deras. Ikan nila lebih suka hidup di daerah tepi perairan. Menurut Khairuman dan Amri (2007), ikan nila merupakan ikan yang kurang suka menantang arus dan biasa hidup ditepi-tepi sungai atau kolam. Ikan nila dapat memijah sepanjang tahun dengan frekuensi pemijahan paling banyak pada musim penghujan. Ikan nila dapat memijah sebanyak 6-7 kali dalam setahun. Pertumbuhan ikan ini tergolong cepat karena pada umur 4-5 bulan sudah mencapai fase dewasa. Sedangkan untuk fase produktif dalam pemijahan berumur 1,5-2 tahun dengan bobot di atas 500 gram per ekor.

5. Kebutuhan Nutrisi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Ikan memiliki kebutuhan yang spesifik terhadap nutrisi baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Suatu bahan pakan tidak ada yang mengandung seluruh nutrient yang dibutuhkan dalam proporsi yang tepat, sehingga formula pakan yang seimbang menggunakan berbagai bahan dan masing-masing bahan itu memberikan kontribusi terhadap satu atau lebih nutrisi penting. Pakan yang baik dapat memenuhi nutrisi yang dibutuhkan oleh ikan. Pada kebutuhan ikan tertentu untuk memacu pertumbuhan memerlukan pakan dengan kandungan nutrisi yang seimbang, didalamnya

terkandung bahan-bahan seperti: protein, karbohidrat, mineral, vitamin, dan lemak (Gusrina, 2008).

a) Protein

Protein merupakan salah satu nutrient yang sangat diperlukan bagi kehidupan semua organisme termasuk ikan nila. Protein dibutuhkan sebagai sumber energi utama karena protein terus menerus diperlukan dalam makanan untuk pertumbuhan, pembentukan jaringan dan penggantian jaringan-jaringan tubuh yang rusak. Kebutuhan protein pada ikan budidaya berkisar antara 27% sampai 60% (Gusrina, 2008). Sedangkan menurut Nuraeni (2004), pakan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan ikan nila mengandung protein 25-35%.

b) Lemak

Lemak adalah senyawa organik yang mengandung unsur karbon (C), hydrogen (H), dan oksigen (O) sebagai unsur utama. Beberapa diantaranya ada yang mengandung nitrogen (N) atau fosfor (P). Sumber lemak bagi ikan dapat berasal dari berbagai bahan pakan yaitu minyak hewani atau minyak nabati, keduanya telah ditemukan dan bisa digunakan dalam makanan ikan. Kadar lemak yang mencukupi dalam pakan yaitu 5% untuk kebutuhan ikan nila dan untuk pertumbuhan yang maksimal memerlukan kadar lemak 12% (Chou dan Shiau, 1996 dalam Tyas 2009).

Menurut Mudjiman (2000), lemak merupakan bahan cadangan energy yang utama bagi ikan. Cadangan energi ini akan digunakan pada saat ikan kekurangan makanan. Di dalam makanan, lemak memiliki dua fungsi utama yaitu sebagai sumber energi dan sebagai sumber asam lemak. Asam lemak di dalam tubuh dibagi menjadi dua diantaranya asam lemak esensial yang tidak dapat disintesis oleh tubuh hewan yang memakannya dan asam lemak non esensial.

c) Karbohidrat

Karbohidrat dalam pakan merupakan sumber energy bagi ikan. Ketidakersediaan karbohidrat dan lemak dalam pakan dapat menyebabkan proses metabolisme dan penggunaan protein tidak efisien sehingga dapat mengganggu fungsi alat tubuh serta pertumbuhan ikan. Kadar karbohidrat dalam pakan belum ada batasan, akan tetapi apabila berlebihan akan mengalami gangguan pada beberapa jenis ikan. Selain itu kekurangan karbohidrat atau lemak mengakibatkan kurang efisiennya penggunaan protein dalam pakan (Suryaningrum, 2012).

Kadar karbohidrat dalam pakan ikan berkisar antara 10-50%. Kemampuan ikan dalam memanfaatkan karbohidrat bergantung pada enzim pemecah karbohidrat yang dihasilkan. Kebutuhan ikan akan zat tersebut bermacam-macam bergantung pada golongan. Ikan karnivora membutuhkan karbohidrat sekitar 12%, sedangkan untuk omnivora dan herbivore membutuhkan karbohidrat hingga 50% dalam pakannya (Masyamsir, 2001).

d) Pertumbuhan

Menurut Hidayat (2013), pertumbuhan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor dari dalam dan faktor dari luar, adapun faktor dari dalam meliputi sifat keturunan, ketahanan terhadap penyakit dan kemampuan dalam memanfaatkan makanan, sedangkan faktor dari luar meliputi sifat fisika, kimia dan biologi perairan. Laju pertumbuhan ikan nila yang dibudidayakan bergantung pada pengaruh fisika dan kimia perairan serta interaksinya. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan adalah manajemen budidaya yang baik antara lain padat tebar, kualitas pakan, kualitas air, parasit dan penyakit.

Pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi: keturunan, umur, ketahanan terhadap penyakit, dan kemampuan memanfaatkan makanan. Sedangkan faktor eksternal meliputi suhu, kualitas dan kuantitas makanan, serta ruang gerak (Gusrina, 2008). Menurut Putra dan Pamungkas (2013) pertumbuhan dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas pakan, umur dan kualitas air pemeliharaan. Kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan akan dapat dipercepat jika pakan yang diberikan memiliki nutrisi yang cukup. Untuk memacu pertumbuhan, jumlah nutrisi pada pakan yang dicerna dan diserap oleh ikan lebih besar dari jumlah yang diperlukan untuk pemeliharaan tubuhnya.

e) Kualitas Air

Kualitas air meliputi sifat kimia (pH, DO, Amoniak), Sifat biologi (kandungan plankton, bentos dan tanaman air pada media budidaya), dan sifat fisika (suhu, kekeruhan). Berhasilnya suatu budidaya ikan juga dipengaruhi oleh kualitas air media budidaya, selain dari nutrisi pakan yang sesuai dengan lingkungan di alam (Ghufron, 2009). Laju pertumbuhan dan perkembangan ikan nila agar tetap optimal maka harus menjaga parameter kualitas air media budidaya.

1) Suhu

Suhu perairan budidaya memegang peran yang penting dalam keberhasilan budidaya kaitannya dengan laju pertumbuhan ikan nila. Suhu juga mempengaruhi proses metabolisme organisme, oleh karena itu penyebaran organisme baik di perairan air tawar, perairan air laut, maupun perairan payau dibatasi oleh suhu. Selain itu suhu sangat berpengaruh terhadap laju pertumbuhan dan kelulusan hidup komoditas air. Secara umum peningkatan suhu sejalan dengan laju pertumbuhan, namun pada perubahan suhu yang ekstrim (drastis) maka akan menyebabkan kematian pada komoditas budidaya karena proses pengangkutan darah terhambat (Kordi dan Andi, 2009).

Selanjutnya Effendi (2003), menyatakan bahwa kenaikan suhu melebihi ambang batas maka akan terjadinya peningkatan kandungan amoniak pada perairan sehingga mengakibatkan penurunan kualitas air sehingga perlunya penggunaan probiotik agar kualitas air tetap terkontrol. Kandungan oksigen terlarut sering dikaitkan dengan suhu perairan. Suhu terbaik untuk mendukung keberhasilan dalam budidaya ikan nila adalah pada kisaran antara 25 – 30°C. Pada kisaran suhu tersebut kebutuhan untuk konsumsi oksigen terlarut mencapai 2,2 mg per liter berat tubuh perjam, namun apabila suhu dibawah kisaran 25°C, konsumsi oksigen terlarut 1,2 mg per liter berat tubuh. Sedangkan apabila suhu mencapai dibawah 12°C berbahaya bagi ikan tersebut dan akan mengakibatkan terjadinya kematian disebabkan mati kedinginan (Kordi, 2010). Perubahan suhu secara drastis akan mengakibatkan terganggunya laju pertumbuhan. Penurunan suhu akan mengakibatkan ikan malas bergerak sehingga ikan tidak mencari makan, sehingga imunitas pada ikan tersebut akan mengalami penurunan. Sebaliknya apabila mengalami kenaikan suhu yang drastis menyebabkan ikan aktif bergerak, sehingga konsumsi pakan akan meningkat dan menyebabkan eksresi yang dikeluarkan oleh ikan semakin meningkat. Sementara kebutuhan konsumsi oksigen terlarut akan mengalami peningkatan. Izzani (2012) menambahkan hubungan ekologis antar organisme di suatu perairan dalam bentuk pemangsaan, persaingan dan rantai makanan bisa dilihat dari kebiasaan makanan ikan.

2) Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman akan mempengaruhi baik tidaknya kesuburan suatu perairan karena akan berpengaruh pada lingkungan hidup jasad renik. pH atau derajat keasaman dengan kandungan oksigen terlarut saling

mempengaruhi karena apabila pH rendah (keasaman perairan yang tinggi), akan terjadinya semakin sedikit kandungan oksigen terlarut pada perairan. Rendahnya kandungan oksigen menyebabkan konsumsi oksigen menjadi turun dan aktifitas respirasi akan mengalami peningkatan, sehingga mengakibatkan selera makan akan berkurang. Namun ketika perairan basa terjadi hal yang sebaliknya. Nilai derajat keasaman mempunyai peran yang sangat penting terhadap proses biokimia perairan. Proses denitrifikasi akan terhenti ketika derajat keasaman rendah. Nilai pH yang baik untuk pertumbuhan ikan nila salin berkisar antara 7-8 (Nasir dan Khalil, 2016). Kandungan pH dalam perairan apabila terlalu basa atau sebaliknya perairan terlalu asam akan berdampak pada kehidupan biota di dalam perairan. Setiap jenis ikan mempunyai respon terhadap lingkungan baru yang berbeda-beda salah satunya pada derajat keasaman dan pengaruh yang ditimbulkannya (Masúd, 2011). Derajat keasaman juga menjadi salah satu indikator beracunnya suatu senyawa kimia yang terdapat di dalam perairan. Apabila nilai derajat keasaman dibawah ketentuan (7 - 8) dalam waktu yang relatif lama akan menyebabkan terjadinya penghambatan pertumbuhan organisme akuatik.

Kegiatan budidaya harus memperhatikan kualitas air budidaya, karena kondisi air yang tidak sesuai dengan kondisi optimal maka akan menyebabkan pertumbuhan terhambat. Beberapa hal yang dapat menurunkan kualitas lingkungan perairan adalah pencemaran limbah organik, limbah zat kimia pabrik, serta pestisida dari penyemprotan di sawah dan kebun. Kekeruhan air yang disebabkan oleh pelumpuran juga mempengaruhi pertumbuhan ikan, akan tetapi berbeda dengan kekeruhan air yang disebabkan oleh plankton. Karena plankton baik untuk makanan ikan nila (Hidayati, 2009). Ikan nila dapat hidup pada kisaran pH antara 5-11, tetapi untuk pertumbuhan dan perkembangan yang optimal adalah berkisar antara 7-8 (Arie, 2000)

3) Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen Terlarut adalah indikator kualitas suatu perairan tercemar atau tidaknya suatu perairan. Kadar oksigen terlarut masih dipengaruhi oleh suhu pada perairan, namun oksigen terlarut sebaliknya dengan suhu (Nugroho, 2006). Fungsi dari oksigen terlarut adalah dapat menguraikan bahan kimia beracun menjadi senyawa sederhana dan bermanfaat pada perairan. Adanya oksigen terlarut selain itu mempunyai peran penting yang dibutuhkan oleh komoditas yang ada pada perairan yaitu untuk bernafas Deriyanti (2016).

Kandungan oksigen terlarut pada perairan pada nilai 3 mg/l atau 4 mg/l dalam jangka panjang akan berakibat pada penurunan nafsu makan serta pertumbuhan. Kebutuhan oksigen terlarut berbeda-beda tergantung dengan ukuran, jumlah konsumsi pakan, serta jenisnya, suhu perairan, konsentrasi oksigen, aktifitas tubuh dan lain-lain, namun kebutuhan oksigen terlarut untuk budidaya ikan nila adalah lebih dari 3 mg/l (Raharjo, 2004). Kandungan oksigen dalam perairan yang ideal pada kisaran angka 5 mg/l, (Mas'ud, 2011). Penurunan kandungan oksigen terlarut akan terjadi jika kandungan bahan organik dalam perairan terlalu banyak. Pemberian probiotik dalam budidaya sangat penting karena berguna untuk mengolah bahan organik yang beracun menjadi senyawa-senyawa sederhana yang bermanfaat bagi ikan Menurut Ghosh *et al.*(2008), suatu perairan akan dikatakan kualitas air yang baik apabila kadar oksigen terlarut sebanyak 5 ml/l. Oksigen terlarut dapat ditingkatkan dengan menggunakan aerator, kincir secara berkelanjutan.

Jumlah organisme plankton apabila terlalu banyak akan berimbas pada menurunnya kadar oksigen pada suatu perairan. Perairan air tawar kadar oksigen berkisar 15 mg/l ketika suhu 0°C dan 8 mg/l pada suhu 25°C. Perubahan kandungan oksigen terlarut atau naik turunnya dipengaruhi oleh adanya pergerakan massa air, kenaikan suhu, aktifitas fotosintesis, respirasi, banyaknya limbah dan ketinggian tempat jika berada pada daerah ketinggian, maka akan mengakibatkan semakin kecil tekanan atmosfer sehingga terjadinya penurunan oksigen.(Effendi, 2003).

Konsentrasi oksigen terlarut yang optimum untuk pertumbuhan ikan adalah 5,0 mg/L, namun DO minimum yang harus dipertahankan dalam pemeliharaan ikan nila harus lebih tinggi dari 3 mg/L(Stickney,1993).

4) **Amoniak**

Amoniak yaitu senyawa beracun yang terdapat pada suatu perairan. Adanya amoniak berasal dari difusi dari sedimen serta sistem ekskresi ikan. Apabila derajat keasaman lebih dari 7, maka amoniak tidak akan terionisasi dan bersifat toksik (Effendi, 2003). Kandungan amoniak pada perairan dibawah 1 ppm baik untuk kelangsungan hidup ikan. Apabila terjadi peningkatan pH dan suhu maka tingkat toksisitas amoniak akan mengalami peningkatan, sehingga akan menimbulkan konsentrasi amoniak tinggi. Meningkatnya amoniak pada suatu perairan akan menimbulkan kerusakan pada ginjal dan insang, penurunan pertumbuhan, kadar oksigen rendah dan

terganggunya sistem otak. Ambang batas amoniak yang masih dapat ditoleransi yaitu pada kisaran kurang dari 0,2 mg/l.

Menurut Ghosh *et al.* (2008), Pemberian probiotik dapat merubah amoniak menjadi senyawa-senyawa sederhana yang dibutuhkan oleh ikan untuk pertumbuhan. Selain berpengaruh pada pertumbuhan penurunan kadar amoniak pada perairan akan menekan terjadinya mortalitas ikan. Kadar amoniak (NH_3) diperairan berasal dari hasil ekskresi ikan berupa urine dan kotoran ikan yang dikeluarkan oleh ginjal, insang dan anus. Semakin tingginya kadar amoniak suatu perairan maka akan berbanding lurus dengan kosentrasi kebutuhan oksigen terlarut, suhu air, derajat keasaman. Kosentrasi amoniak yang baik adalah kurang dari 1 ppm dan tertinggi yang masih diperbolehkan untuk budidaya ikan nila yaitu 2,4 mg/l (Asmawi 1983 dalam Monalisa dan Minggawati, 2010).

Amonia merupakan bentuk nitrogen anorganik yang bersifat toksik terhadap organism budidaya. Menurut Boyd (1991), kosentrasi NH_3 bukan ion pada air kolam sekitar 0,1-0,3 mg/l. Berpengaruh mematikan dan kosentrasi ammonia baru bersifat toksik berkisar 0,6-2,0 mg/l.

f) Kelangsungan Hidup

Menurut Effendie (1979), tingkat kelangsungan hidup ikan atau dinamakan sintasan dapat diartikan total jumlah ikan yang kuat bertahan hidup selama waktu pemeliharaan. Faktor kelangsungan hidup juga ditentukan oleh pemberian pakan yang mempunyai kualitas baik dan jumlah yang sesuai kebutuhan pada ikan serta ditunjang oleh kualitas air yang baik untuk menunjang kelangsungan hidup ikan nila. Terjadinya suatu kematian pada ikan disebabkan oleh beberapa faktor yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal yaitu perbedaan usia serta adaptasi pada lingkungan baru faktor eksternal persaingan antara sesama jenis, bertambahnya jumlah pemangsa, parasit, tidak cukup dalam memberikan pakan, perlakuan yang tidak sesuai Standar Operasional Prosedur (Kementrian Kelautan dan Perikanan, 2010)

B. Pencernaan Ikan Nila

Pencernaan adalah suatu proses metabolisme dimana makhluk hidup memproses sebuah zat, dalam rangka untuk mengubah secara kimia atau mekanik sesuatu zat menjadi nutrisi. Pencernaan terjadi pada organisme multi sel, sel, dan tingkat sub-sel pada hewan.

Pencernaan adalah suatu proses banyak-tingkat dalam sebuah sistem pencernaan, setelah ingesti dari bahan mentah. Pencernaan dibagi menjadi aktivitas mekanik dan kimia.

Pencernaan dibagi menjadi lima proses terpisah:

1. Ingesti: Menaruh makanan di mulut
2. Pencernaan mekanik: Mastikasi, penggunaan gigi untuk merobek dan menghancurkan makanan, dan menyalurkan ke perut.
3. Pencernaan kimiawi: Penambahan kimiawi (asam, 'bile', enzim, dan air) untuk memecah molekul kompleks menjadi struktur sederhana
4. Penyerapan: Gerakan nutrisi dari sistem pencernaan ke sistem sirkulasi dan 'lymphatic capillaries' melalui osmosis, transport aktif yang tidak dicerna dari 'tract' pencernaan melalui defekasi.

Alat pencernaan pada ikan terdiri dari saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan. Umumnya saluran pencernaan ikan meliputi segmen-segmen sebagai berikut: mulut, rongga mulut, faring, esofagus, lambung, pilorus, usus, rektum, dan anus (Affandi *et al.*, 2005).

Kemampuan benih ikan Nila Gesit mencerna makanan sangat bergantung kepada kelengkapan organ pencernaan termasuk ketersediaan enzim pencernaannya. Aktivitas enzim pencernaan bervariasi menurut umur ikan, fisiologis, dan musim. Aktivitas enzim pencernaan ikan (Protease, lipase dan karbohid) berkorelasi positif dengan kebiasaan makan ikan (herbivora, karnivora, omnivora dan planktivora). Produksi enzim protease dipengaruhi oleh faktor waktu produksi enzim. Waktu produksi yang sesuai akan menghasilkan aktivitas enzim maksimum. Suganthi dkk. (2013) melaporkan bahwa spesies *Bacillus licheniformis* menghasilkan aktivitas enzim maksimum pada waktu produksi 24 jam.

Aktivitas enzim pencernaan bervariasi menurut jenis ikan. Pada *Scophthalmus maximus* aktivitas enzim protease mulai terlihat pada umur 2 dan 3 hari, sedangkan lipase baru ditemukan pada hari ke-15. Demikian juga pada ikan *Osphronemus gouramy* aktivitas protease lebih cepat dibandingkan dengan lipase dan amylase. Kemampuan ikan dalam mencerna makanan bergantung pada kelengkapan organ serta ketersediaan enzim pencernaan (Fitriyanti, 2011). Selain hal tersebut, daya cerna ikan juga dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu umur ikan, suhu air, ukuran, jenis pakan, sifat kimia air, frekuensi pemberian pakan, sifat kimia dan fisika pakan, kandungan gizi pakan, serta macam dan jumlah enzim yang terdapat dalam saluran

pencernaan. Aktivitas enzim pencernaan adalah suatu indikator yang baik untuk menentukan kapasitas pencernaan, ketika saat aktivitas tinggi dapat diindikasikan secara fisiologis larva siap untuk memproses pakan dari luar (Glawlicka et al., 2000).

Aktivitas enzim terus meningkat dengan semakin meningkatnya umur benih ikan nila, kecuali aktivitas enzim lipase dan tripsin tampak menurun mulai benih berumur 30 hari dan peningkatan relatif terbesar aktivitas enzim α -amilase dan lipase terjadi pada saat benih berumur 10 hari, sedangkan aktivitas enzim tripsin terjadi pada umur 15 hari sampai umur 35 hari. Sedangkan aktivitas enzim protease terus meningkat dengan bertambahnya umur benih ikan nila, meskipun terjadi penurunan aktivitas enzim protease pada umur 15 hari dengan kisaran panjang total 7,45-8,00 mm dari aktivitas enzim protease awal sekitar 0,0315 menjadi 0,0135, atau terjadi penurunan perubahan relatif sekitar minus 66,25%. Tetapi pada umur 20 hari dengan kisaran panjang total 10,51-12,10 mm, terjadi peningkatan aktivitas enzim protease dari 0,0315 pada umur 5 hari meningkat menjadi 0,0495, atau terjadi perubahan relatif sekitar 266,67%.

C. Enzim

1. Definisi Enzim

Enzim adalah biokatalisator organik yang dihasilkan organisme hidup di dalam protoplasma, yang terdiri atas protein atau suatu senyawa yang berikatan dengan protein. Prinsip kerja enzim berlangsung dalam dua tahap. Pada tahap pertama, enzim bergabung dengan substrat membentuk kompleks enzim substrat. tahap kedua, kompleks enzim-substrat terurai menjadi produk dan enzim bebas. Enzim akan mempercepat reaksi kimia dengan cara menempel pada substrat dan keseluruhan proses reaksi akan stabil dan menghasilkan kompleks enzim substrat (Arafat *et al*, 2015).

Enzim bekerja secara spesifik pada substrat yang kebanyakan terdapat di dalam bahan pakan baik berupa protein dan selulosa yang kesemuanya merupakan bentuk molekul besar yang tidak bisa diserap dan digunakan secara langsung. Supaya dapat diserap dan digunakan langsung, maka molekul-molekul besar tersebut harus dipecah menjadi beberapa molekul sederhana yang mudah diserap dan digunakan oleh ikan. Pemecahan molekul ini akan dipercepat oleh adanya enzim spesifik, namun tidak semua hewan

mampu menghasilkan enzim-enzim yang diperlukan (Bhat dan Hazlewood, 2001).

Salah satu upaya untuk mengurangi senyawa amoniak, nitrit, dan sulfida yang disebabkan oleh sisa-sisa pakan dan kotoran Ikan nila yaitu dengan memberikan enzim pada pakan ikan, karena enzim berperan dalam menghidrolisis senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana yang siap untuk diserap, sehingga dapat memaksimalkan daya cerna ikan terhadap pakan. Pemberian enzim pada pakan selain memaksimalkan daya cerna ikan juga mempengaruhi kualitas air, karena sisa metabolisme yang dikeluarkan akan berdampak terhadap kualitas air. Enzim yang digunakan adalah enzim kompleks yang mengandung protease, lipase, amilase, pepsin, tripsin, dan kemotripsin, pada pakan ikan dalam dosis yang sudah ditentukan untuk memaksimalkan proses pencernaan. Pemberian enzim pada pakan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pencernaan ikan sehingga feses yang dihasilkan menjadi minimal (Hasanah *et al.*, 2017).

Enzim memegang peranan penting dalam proses pencernaan makanan maupun proses metabolisme zat-zat makanan dalam tubuh. Fungsi enzim adalah mengurangi energi aktivasi, yaitu energi yang diperlukan untuk mencapai status transisi (suatu bentuk dengan tingkat energi tertinggi) dalam suatu reaksi kimiawi. Suatu reaksi yang dikatalisis oleh enzim mempunyai energi aktivasi yang lebih rendah, dengan demikian membutuhkan lebih sedikit energi untuk berlangsungnya reaksi tersebut. Enzim mempercepat reaksi kimiawi secara spesifik tanpa pembentukan hasil samping dan bekerja pada larutan dengan keadaan suhu dan pH tertentu. Aktivitas enzim dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti konsentrasi enzim, konsentrasi substrat, suhu dan pH (Pelczar dan Chan, 2005).

Enzim merupakan katalisator pilihan yang diharapkan dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan dan pemborosan energi karena reaksinya tidak membutuhkan energi, bersifat spesifik dan tidak beracun. Enzim telah dimanfaatkan secara luas pada berbagai industri produk pertanian, kimia dan industri obat-obatan. Tiga sifat utama dari biokatalisator adalah menaikkan kecepatan reaksi, mempunyai kekhususan dalam reaksi dan produk serta kontrol kinetik (Akhdiya, 2003).

Enzim dapat diperoleh dari makhluk hidup seperti hewan, tumbuhan dan mikroorganisme. Beberapa contoh enzim protease yang bersumber dari tumbuhan yaitu bromelin dari nanas, papain dari pepaya, lisozim dari putih

telur. Meskipun banyak sumber dapat menghasilkan enzim yang berasal dari hewan dan tumbuhan, namun pemanfaatan mikroorganisme sebagai sumber enzim lebih banyak diminati, karena enzim dari mikroorganisme dapat dihasilkan dalam waktu yang sangat singkat, mudah diproduksi dalam skala besar, proses produksi bisa dikontrol, kemungkinan terkontaminasi oleh senyawa-senyawa lain lebih kecil, dan dapat diproduksi secara berkesinambungan dengan biaya yang relatif rendah

Enzim sebagai suatu senyawa yang berstruktur protein baik murni maupun protein yang terikat pada gugus non protein, memiliki sifat yang sama dengan protein lain yaitu :

- a. Dapat terdenaturasikan oleh panas,
- b. Terpresipitaskan atau terendapkan oleh senyawa-senyawa organik cair seperti etanol dan aseton juga oleh garam-garam organik berkonsentrasi tinggi seperti ammonium sulfat,
- c. Memiliki bobot molekul yang relatif besar sehingga tidak dapat melewati membran semi permeabel atau tidak dapat terdialisis

Enzim yang diisolasi dari sumber alamnya dapat dipakai secara *in vitro* untuk penelitian secara rinci reaksi-reaksi yang dikatalisis. Laju reaksi dapat diubah dengan mengubah parameter-parameternya seperti pH, suhu dan dengan mengubah secara kualitatif maupun kuantitatif komposisi ion dari mediana atau dengan mengubah ligand selain substrat atau koenzim.

Molekul-molekul enzim merupakan katalis yang sangat efisien dalam mempercepat perubahan substrat menjadi produk-produk akhir. Satu molekul enzim tunggal dapat melakukan perubahan sebanyak seribu molekul substrat per detik. Kenyataan ini sekaligus menjelaskan bahwa molekul enzim tidak dikonsumsi ataupun mengalami perubahan selama proses reaksi berlangsung. Namun demikian ada beberapa hal yang perlu diperhatikan bahwa enzim tidak stabil aktivitasnya dan dapat berkurang atau bahkan menghilang oleh berbagai pengaruh baik kondisi fisik maupun kimia seperti suhu, pH, dan lain sebagainya (Pelczar dan Chan, 2005).

Laju katalisis enzim dapat dipengaruhi dengan mencolok bahkan hanya dengan perubahan-perubahan kecil dalam lingkungan kimianya dan di dalam batasan fisiologisnya, dan perubahan-perubahan ini jelas berperan dalam pengontrolan dan pengaturan sistem enzim yang saling berhubungan yang diperlukan untuk sel-sel kehidupan.

2. Enzim Protease

Enzim Protease mengacu pada sekelompok enzim yang berfungsi untuk menghidrolisis protein. Enzim protease juga disebut dengan enzim proteolitik atau 12 proteinase. Protease menguraikan protein menjadi molekul yang lebih kecil, dimana setiap enzim protease memiliki kemampuan berbeda dalam menghidrolisis ikatan peptida (Hafsah, 2007).

Enzim protease adalah enzim yang berperan dalam proses pencernaan protein dalam tubuh. Dalam sistem pencernaan ikan, protein dari pakan tidak langsung diserap tetapi didegradasi terlebih dahulu oleh enzim protease menjadi asam amino atau peptida kemudian diserap tubuh. Proses degradasi protein ini terjadi di lambung dan usus, sementara penyerapan makanan terjadi di usus. Selain untuk degradasi protein nutrisi, protease juga diperlukan dalam sejumlah reaksi biokimia tubuh seperti mekanisme patogenitas, proses koagulasi darah, proses sporulasi, diferensiasi, sejumlah proses pasca translasi protein, dan mekanisme ekspresi protein ekstra seluler (Yamin *et al.*, 2008).

Protease adalah enzim yang menghidrolisis ikatan peptida pada molekul protein yang menghasilkan peptida atau asam amino. Protein terdiri atas molekul asam amino yang bervariasi jumlahnya, berkisar antara 10 sampai ribuan yang berfungsi sebagai unit penyusun polimer protein yang terangkai melalui ikatan peptida. Protein yang memiliki lebih dari 10 asam amino disebut polipeptida, sedangkan istilah protein ditujukan bagi polimer asam amino dengan jumlah di atas 100 (Noviasari, 2013).

Protease merupakan satu diantara tiga kelompok enzim komersial yang diperdagangkan dengan nilai mencapai 60% total penjualan enzim yang aplikasinya sebagai katalisator hayati, digunakan didalam industri pangan, detergen dan kulit. Protease memegang peran utama didalam fungsi hayati, mulai dari tingkat sel, organ sampai organisme, yaitu dalam melangsungkan reaksi metabolisme, fungsi regulasi dan reaksi-reaksi yang menghasilkan sistem berantai (cascade) untuk menjaga homeostatis maupun kondisi patofisiologis abnormal serta proses kematian sel terencana (Baehaki *et al*, 2011).

Menurut Rachmawati dan Hutabarat (2006) bahwa enzim protease sebagai suplemen enzim pakan dibutuhkan untuk membantu penyerapan dan pemanfaatan nutrisi yang dihambat oleh zat anti nutrisi. Menurut Chung (2001), enzim protease dalam pakan dapat menaikkan penyerapan nutrisi dan

mengatur ekskresi nutrient (seperti fosfor, nitrogen, dan mineral) serta dapat menghidrolisa asam fitat (cadangan unsur fosfat) dalam pakan ikan menjadi inositol dan asam fosfat. Dengan terurainya asam fitat ini, maka proses-proses metabolisme seperti pemecahan protein dan mineral kompleks dalam tubuh dapat berjalan dengan baik (Rachmawati dan Istyanto, 2014).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Unit Pembenihan Rakyat Ainun Mutiara Maros dan Laboratorium Nutrisi Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan (BRPBAPP) Kabupaten Maros pada bulan Juni sampai dengan Agustus 2021. Populasi merupakan wilayah generalisasi yang terdiri atas objek/subjek yang mempunyai kuantitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2009).

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh benih ikan nila gesit yang terdapat pada unit wadah waring kolam air tawar di Unit Pembenihan Rakyat Ainun Mutiara Maros. Adapun jumlah populasi ikan yang digunakan adalah 500 ekor pada kelompok dengan pemberian pakan alami dan 500 ratus ekor pada kelompok dengan pemberian pakan buatan. Sampel pada percobaan ini digunakan untuk memperoleh gambaran dari populasi. Menurut Bailey (dalam Prasetyo, 2006) "Sampel merupakan bagian dari populasi yang ingin diteliti. Oleh karena itu sampel harus dilihat sebagai suatu gambaran populasi dan bukan populasi itu sendiri". Berdasarkan kutipan diatas, pengambilan sampel yang dilakukan pada penelitian ini dengan menggunakan teknik pengacakan sederhana (simple random sampling). Teknik acak sederhana merupakan metode yang memungkinkan kesempatan yang sama pada seluruh ikan nila dalam populasi agar dipilih sebagai sampel. Dengan metode ini, hasil dari suatu penelitian dapat digunakan untuk memprediksi kemungkinan yang terjadi dalam populasi. Selain itu, teknik acak sederhana digunakan karena populasi ikan dalam penelitian ini tergolong homogen dengan jumlah yang tidak banyak (kurang dari 1000). Prasetyo (2006), menyatakan bahwa "Teknik acak sederhana dapat dipakai jika populasi dari suatu penelitian bersifat homogen dan tidak banyak jumlahnya"

Sampel pada penelitian ini adalah benih ikan nila gesit yang diambil setiap kelompok sebanyak 50 ekor pada setiap minggu (selama 3 minggu) dengan mengamati enzim protease, di BRPBAPP Kabupaten Maros. Jadi

selama 3 minggu, benih ikan nila gesit yang dijadikan sampel berjumlah 300 ekor. Wadah yang digunakan pada saat pemeliharaan benih ikan nila gesit yaitu waring yang berukuran panjang 2 m X lebar 1 m dan tinggi 1 meter sebanyak 2 unit, pemberat batu serasi sebanyak 2 biji per waring dan selang serasi 2 buah per waring. Bahan yg digunakan yaitu benih ikan nila sebanyak 500 per waring yang diambil dari indukan yang berada di UPR Ainun mutiara desa Bontomarannu kecamatan moncongloe kabupaten maros. Wadah yang digunakan pada saat pemeliharaan benih ikan nila gesit yaitu waring yang berukuran panjang 2 m X lebar 1 m dan tinggi 1 meter sebanyak 2 unit, pemberat batu serasi sebanyak 2 biji per waring dan selang serasi 2 buah per waring. Bahan yg digunakan yaitu benih ikan nila sebanyak 500 per waring yang diambil dari indukan yang berada di UPR Ainun mutiara desa Bontomarannu kecamatan moncongloe kabupaten maros. Benih yg sudah disiapkan dari bak penetasan dipindahkan ke dalam wadah/waring yang telah disiapkan terlebih dahulu secara perlahan lahan. Benih ikan yang sudah ditebar ke dalam wadah sebanyak 500 ekor per waring diberi pakan 3 (tiga) kali dalam sehari (pagi, siang, sore). Pada setiap wadah pemeliharaan (waring) dilengkapi dengan sirkulasi oksigen untuk menjaga agar kadar oksigen dalam media pemeliharaan terpenuhi sesuai standar pemeliharaan dan pertumbuhan ikan nila gesit. Untuk memperoleh data parameter kualitas air dilakukan sampling pengukuran kualitas air diantaranya pH dan suhu. Pengambilan benih ikan nila gesit secara sampling sebanyak 50 ekor setiap wadah pada hari 7, 14 dan 21. Sampel benih ikan nila gesit masing masing ditimbang dan dirata-ratakan beratnya, kemudian dikemas kedalam kantong plastik lalu ditambahkan oksigen dan diikat, setelah pengemasan selesai benih ikan nila gesit dibawa ke Laboratorium nutrisi BRPBAPP untuk dilakukan pengujian aktivitas enzim protease.

Cara Pengukuran Enzim Protease

Benih ikan yang telah disiapkan, dibedah lalu diadakan pengambilan usus untuk dianalisa enzim proteasenya. Sebelum dianalisa sampel usus benih ikan dimasukkan dalam tabung reaksi lalu ditambahkan dengan larutan buffer borat sebanyak 1 ml, substrat casein sebanyak 1 ml, HCl 0,05 mg/ml dan enzim dalam CaCl₂ 0,2 ml, lalu diinkubasi pada wadah shaker water bath dengan suhu 37 oC selama 10 menit, setelah diinkubasi selama 10 menit ditambahkan dengan larutan TCA 0,1 mol sebanyak 3 ml dan ditambahkan dengan aquades 0,2 ml lalu didiamkan pada suhu 37 oC selama 10 menit, kemudian sampel

disentrifus dengan kecepatan rotasi 3500rpm selama 10 menit, sampel yang telag disentrifus ditambahkan dengan Filtrat sebanyak 1,5 ml, Na₂CO₃ sebanyak 5 ml dan Folin sebanyak 1 ml, setelah penambahan semua bahan kedalam sampel lalu didiamkan pada suhu 37 oC selama 20 menit, kemudian membaca absorbannya pada Panjang gelombang 550 nm.

Analisis Data

Data aktivitas enzim protease dianalisis menggunakan spss versi 25,0 for windows, untuk mendapatkan perbedaan aktivitas enzim protease usus ikan nila antar, kelompok yang diberi pakan buatan dengan kelompok pakan alami, selanjutnya untuk mengetahui adanya korelasi antara aktivitas enzim protease terhadap pertumbuhan benih ikan nila diuji regresi.

1. Aktivitas Enzim Protease

Pada Pengukuran Aktivitas enzim protease kami menggunakan metode Bergmeyer dan Grassi (1983) dengan memanfaatkan substrat kasein dan sebagai standar tirosin, hal ini dilakukan dengan mengukur tingkat kemampuan enzim dalam menghidrolisis protein sampai menghasilkan tirosin, pengukuran ini dilaksanakan dengan menggunakan alat spektrofotometer dengan panjang gelombang 550 nm.

$$U = \frac{Act - Abl}{Ast - Abl} \times \frac{P}{T}$$

Keterangan:

U = Unit aktivitas enzim protease

Act = Nilai absorban contoh

Abl = Nilai absorban blanko

Ast = Nilai absorban standar

P = Faktor pengenceran

T = Waktu inkubasi dalam menit

2. Laju Pertumbuhan Relatif

Laju pertumbuhan Relatif benih ikan nila dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut berdasarkan rumus Effendi (1997) yaitu:

$$LPR = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t_1 - t_0} \times 100\%$$

Keterangan:

LPR = Laju pertumbuhan Relatif (%/hari),

W_t = Berat akhir (g),

W₀ = Berat Awal (g),

t_1 = Waktu Akhir (hari),
 t_0 = Waktu Awal (hari).

3. Uji t (Uji Parsial)

Menurut Sugiyono (2009) Uji t (Uji Parsial) adalah solusi sementara untuk rumusan masalah, yaitu terkait hubungan antara dua variabel atau lebih. Rancangan hipotesis pengujian yang digunakan untuk memperoleh hasil korelasi dari kedua variabel yang diukur pada penelitian.

Menurut Kuncoro (2013) menyatakan bahwa uji-t pada penelitian ini memiliki tujuan untuk dapat mengetahui seberapa besar pengaruh satu variabel bebas secara individual dalam menerangkan variabel terikat. Apabila signifikansi nilai t terhitung $\leq 0,05$ maka variabel bebas berpengaruh secara parsial terhadap variabel terikat. Uji t dimanfaatkan pada pengujian tingkat signifikan terhadap pengaruh variabel independen secara parsial terhadap variabel dependen. pengujian dilakukan dengan cara membandingkan t hitung dengan t tabel (Santoso, 2013). Dengan ketentuan jika t hitung $>$ t tabel dan nilai signifikan $< 0,05$ ($\alpha : 5\%$), maka variabel independen secara parsial berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen. Mengadakan pengujian bahwa hipotesa yang diajukan diterima atau ditolak maka digunakan rumus t hitung sebagai berikut : $t = \frac{b}{S_b}$ Dimana : t : thitung b : koefisien regresi Sb: Standar Error dari Variabel Independen Jika : thitung $<$ t tabel, maka H_0 ditolak thitung $>$ t tabel, maka H_0 diterima.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, didapatkan hasil rata-rata aktivitas enzim protease pada usus ikan nila Gesit sebagai berikut:

Tabel 1. Rata-rata aktivitas enzim protease pada ikan nila gesit selama penelitian.

Hari Pemeliharaan	Aktivitas Enzim Protease (μ /mL/Menit)	
	I	II
7	0.0416	0.0493
14	0.0493	0.0686
21	0.0627	0.0800

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa laju pertumbuhan relatif ikan nila selama penelitian pada Kelompok I dan Kelompok II. Laju pertumbuhan relatif pada hari ke 7 didapatkan sebesar 0.5714 % pada Kelompok I dan

0.8571% pada Kelompok II. Selanjutnya pada hari ke- 14 didapatkan laju pertumbuhan relatif sebesar 1.1428 % pada Kelompok I dan 1.4286 % pada Kelompok II. Sementara pada hari ke - 21 didapatkan laju pertumbuhan relative sebesar 2.0000% pada Kelompok I dan 2.5714% pada Kelompok II.

Berdasarkan hasil pengukuran aktivitas enzim protease pada benih ikan nila gesit memperlihatkan adanya perbedaan antara benih ikan nila tanpa pemberian pakan buatan dengan benih ikan nila yang diberikan pakan buatan. Ikan nila yang diberi pakan buatan selama pemeliharaan, menunjukkan aktivitas enzim protease dalam usus ikan nila lebih besar dibandingkan dengan benih ikan nila yang dipelihara tanpa pemberian pakan buatan. Pemberian pakan buatan dengan kandungan protein yang optimal mengakibatkan enzim protease pada sistem pencernaan ikan menjadi lebih aktif, sehingga proses penguraian protein menjadi asam amino yang dapat diserap oleh darah tersedia dan dapat digunakan sebagai bahan pembangun dan energi untuk pertumbuhan ikan nila gesit, sedangkan pada benih ikan tanpa pemberian pakan buatan memperlihatkan aktivitas enzim protease lebih kecil dibandingkan dengan yang diberi pakan buatan.

Rendahnya kandungan protein pada pakan alami yang dimakan oleh benih ikan berpengaruh terhadap aktivitas enzim protease pada usus ikan nila. Pertumbuhan ikan erat kaitannya dengan ketersediaan protein dalam pakan, karena protein merupakan sumber energi bagi ikan dan protein juga merupakan nutrisi yang sangat dibutuhkan oleh ikan untuk pertumbuhan. (Anggraeni dan Nurlita, 2013).

Selanjutnya ditambahkan oleh Syahrir et al., (2020) bahwa proses pencernaan protein seperti rantai berjalan, yaitu setelah pakan dari lambung masuk ke usus diikuti oleh produksi enzim protease dan pada akhirnya terjadi peningkatan cairan usus guna menjaga keseimbangan cairan dalam usus pada tingkat yang optimum untuk pencernaan. Proses tersebut menunjukkan bahwa produksi enzim protease dipengaruhi oleh pakan yang masuk ke usus. Selanjutnya Fujaya (2004) menyatakan bahwa enzim protease yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh banyaknya protein yang terdapat dalam pakan. Kandungan protein dalam pakan berpengaruh terhadap terproduksinya enzim protease didalam sel-sel eksokrin pankreas yang kemudian diteruskan ke usus.

Peningkatan kadar protein di usus sampai pada batas tertentu akan meningkatkan ekspresi enzim regulatori dalam menyintesis enzim protease

dan sebaliknya sintesis akan menurun disaat substrat berkurang. Keberadaan protein pakan nampaknya berperan dalam mengaktifkan ekspresi enzim-enzim yang berperan dalam sintesis enzim protease. Perubahan cairan usus berhubungan dengan masuknya pakan dari lambung ke usus, produksi enzim protease oleh pankreas dan tubuh ikan berupaya dalam menjaga keseimbangan cairan dalam usus. Kondisi fisiologis yang sesuai sangat diperlukan untuk memberikan suasana terbaik bagi aktivitas enzim protease dalam mencerna pakan untuk memenuhi kebutuhan energinya, sebagian besar pakan digunakan untuk proses metabolisme dan sisanya digunakan untuk beraktivitas lain seperti pertumbuhan hidup dan aktivitas enzim pencernaan ikan nila (Syahrir et al., 2020).

Enzim protease diproduksi oleh pankreas untuk mencerna protein dari pakan menjadi peptida atau asam amino agar dapat diserap oleh sel-sel enterosit yang terdapat pada dinding sebelah dalam usus. Jumlah enzim protease yang disalurkan ke usus tergantung pada produksi enzim protease dari pankreas. Produksi enzim protease ini sangat dipengaruhi oleh jumlah protein dalam pakan, sehingga secara tidak langsung kandungan protein pakan berperan bagi terekspresinya enzim protease pada sel-sel eksokrin pancreas yang akan disalurkan ke usus (Syahrir et al., 2020).

Hal ini sesuai dengan Rachmawati, D., & Hutabarat, J. (2006), bahwa enzim protease sebagai suplemen enzim pakan dibutuhkan untuk membantu penyerapan dan pemanfaatan nutrisi yang dihambat oleh zat anti nutrisi. Menurut Chung (2021) dalam Siregar, R. A. S. (2020), enzim protease dalam pakan dapat menaikkan penyerapan nutrisi dan mengatur ekskresi nutrisi (seperti fosfor, nitrogen, dan mineral) serta dapat menghidrolisa asam lemak (cadangan unsur fosfat) dalam pakan ikan menjadi inositol dan asam fosfat. Menurut Siregar, R. A. S. (2020), bahwa terurainya zat anti nutrisi asam lemak ini, maka proses-proses metabolisme seperti pemecahan protein dan mineral kompleks dalam tubuh dapat berjalan dengan baik.

Pada penelitian sebelumnya Syahrir et al., (2020) aktivitas enzim protease pada ikan nila dilokasi kolam budidaya air tawar dengan rata-rata aktivitas enzim protease sebesar: $0,017a \pm 0,003$ U/mL/menit. Hal tersebut disebabkan oleh lingkungan budidaya kolam air tawar diduga memiliki kebutuhan protein pakan yang lebih tinggi untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangannya. Pada penelitian Surianti et al., (2021) diperoleh hasil Aktivitas enzim tertinggi pada pakan dengan pemberian dedak padi

terfermentasi 20%, yaitu enzim protease (0.184 u/mL) dan enzim amilase (0.553 u/mL) dan aktivitas enzim protease dan amilase terendah pada perlakuan pemberian pakan dedak padi terfermentasi yaitu pakan D (kontrol).

Laju Pertumbuhan Relatif

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, didapatkan hasil persentasi laju pertumbuhan relatif benih ikan nila gesit sebagai berikut:

Tabel 2. Laju Pertumbuhan Relatif ikan nila gesit selama penelitian

Hari Pemeliharaan	Laju Pertumbuhan Relatif (%)	
	I	II
7	0,5714	0,8571
14	1,1428	1,4286
21	2.0000	2,5714

Berdasarkan Tabel 2 diatas menunjukkan bahwa laju pertumbuhan relatif ikan nila selama penelitian pada Kelompok I dan Kelompok II. Laju pertumbuhan relatif pada hari ke 7 didapatkan sebesar 0.5714 % pada Kelompok I dan 0.8571% pada Kelompok II. Selanjutnya pada hari ke- 14 didapatkan laju pertumbuhan relatif sebesar 1.1428 % pada Kelompok I dan 1.4286% pada Kelompok II. Sementara pada hari ke - 21 didapatkan laju pertumbuhan relative sebesar 2.0000% pada Kelompok I dan 2.5714% pada Kelompok II.

Gambaran yang dapat diperoleh dari data yang terdapat pada penelitian ini menunjukkan bahwa ikan dengan pemberian pakan buatan menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik jika dibandingkan dengan ikan tanpa pemberian pakan buatan, dimana ikan dengan pemberian pakan memiliki pertumbuhan yang lebih baik setiap minggunya. Hal ini diduga karena aktivitas enzim protease pada benih ikan nila gesit dengan pemberian pakan buatan jauh lebih baik jika dibandingkan dengan ikan tanpa pemberian pakan buatan. Enzim protease pada system pencernaan ikan nila gesit mampu mencerna protein lebih baik sehingga protein yang terserap untuk pertumbuhan lebih maksimal. Hal ini sesuai dengan pendapat Yamin et al., (2008) bahwa Enzim protease adalah enzim yang berperan dalam proses pencernaan protein dalam tubuh.

Dalam sistem pencernaan ikan, protein dari pakan tidak langsung diserap tetapi didegradasi terlebih dahulu oleh enzim protease menjadi asam

amino atau peptida kemudian diserap tubuh. Proses degradasi protein ini terjadi di lambung dan usus, sementara penyerapan makanan terjadi di usus. Selain untuk degradasi protein nutrisi, protease juga diperlukan dalam sejumlah reaksi biokimia tubuh seperti mekanisme patogenisitas, proses koagulasi darah, proses sporulasi, diferensiasi, sejumlah proses pasca translasi protein, dan mekanisme ekspresi protein ekstra seluler. Selanjutnya oleh Marzuqi dan Anjusary (2013) menyatakan bahwa Protein dalam jumlah yang optimum akan bersinergi dengan pertumbuhan ikan apabila kebutuhan untuk pemeliharaan tubuh telah terpenuhi. Aktivitas enzim protease ikan nila yang dipelihara cukup baik dalam memanfaatkan sumber energi pakannya.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Noviana et al (2014) diperoleh hasil $1.52 \pm 0.36a$ pada perlakuan A, $2.03 \pm 0.23a$ pada perlakuan B, $3.20 \pm 0.19b$ pada perlakuan C, $2.77 \pm 0.28b$ pada perlakuan D, pada perlakuan E sebesar $2.57 \pm 0.08b$, hasil tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan pada ikan nila dengan perlakuan memperoleh hasil lebih baik jika dibandingkan dengan kontrol. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Irawati dan Rachmawati (2015) diperoleh hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan enzim papain dalam pakan buatan memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap peningkatan pertumbuhan relatif, protein efisiensi rasio, efisiensi pemanfaatan pakan dan tidak berpengaruh ($P > 0,05$) terhadap kelulushidupan. Dosis papain: 2,38%, 2,34%, 2,33%, 2,72% mampu menghasilkan laju pertumbuhan relatif, protein efisiensi rasio, efisiensi pemanfaatan pakan dan net protein utilization optimal masing-masing sebesar 1,84%/hari, 2,38%, 71,6%, 0,804% untuk benih nila hitam. Kedua penelitian terdahulu menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara ikan nila dengan perlakuan dan Control.

Hubungan Antara Aktivitas Enzim Protease dengan Laju Pertumbuhan Relatif

Berdasarkan hasil rata rata aktivitas protease dengan laju pertumbuhan benih ikan nila gesit pada kelompok dengan pakan alami.

Tabel 3. Hubungan Antara Aktivitas Enzim Protease dengan Laju pertumbuhan Benih Ikan Bila Gesit Kelompok I (Tanpa Pemberian Pakan Buatan).

Hari Pemeliharaan	Aktivitas Enzim Protease ($\mu\text{mL}/\text{Menit}$)	Laju Pertumbuhan Relatif (%)
7	0,5714	0,8571
14	1,1428	1,4286
21	2.0000	2,5714

Pada pengukuran hari ke 7 aktivitas enzim protease dan laju pertumbuhan ikan nila kelompok I di peroleh hasil untuk aktivitas enzim protease dengan nilai $0.0416 \mu\text{mL}/\text{Menit}$ dengan laju pertumbuhan 0.5714% dimana pada hari ke 7 diperoleh persamaan regresi $Y = -2,207 + 67,289 (0,0416), Y = 0,5922$. Selanjutnya pada pengukuran yang dilakukan pada minggu kedua (hari ke 14) untuk ikan pada kelompok I, pengukuran aktivitas enzim menunjukkan besaran $0.0493 \mu\text{mL}/\text{Menit}$ dan untuk laju pertumbuhannya sebesar 1.1428% dimana pakan pengukuran ini diperoleh persamaan regresi $Y = -2,207 + 67,289 (0,0493), Y = 1,1103$. Pada pengukuran hari ke 21 hubungan antara aktivitas enzim dan laju pertumbuhan ikan nila gesit diperoleh aktivitas enzim sebesar $0.0627 \mu\text{mL}/\text{Menit}$ sedangkan laju pertumbuhannya sebesar 2.0000% dengan persamaan regresi $Y = -2,207 + 67,289 (0,0627), Y = 2,2012$.

Tabel 4. Hubungan Antara Aktivitas Protease dengan Laju Pertumbuhan Relatif Benih Ikan Nila Gesit pada Kelompok II (pemberian pakan buatan).

Hari Pemeliharaan	Aktivitas Enzim Protease ($\mu\text{mL}/\text{Menit}$)	Laju Pertumbuhan Relatif (%)
7	0.0493	0.8571
14	0.0686	1.4286
21	0.0800	2.5714

Pengukuran pertama dilakukan pada hari ke 7 untuk mengukur aktivitas enzim protease dan laju pertumbuhan relatif ikan nila kelompok II diperoleh

hasil untuk aktivitas enzim protease dengan nilai $0.0493 \mu\text{/mL/Minit}$ dengan laju pertumbuhan 0.8571% persamaan regresi $Y = 1,882 + 53,073 (0,0493)$, $Y = 0,7345$. Selanjutnya pada hari ke 14, aktivitas enzim protease dengan nilai $0.0686 \mu\text{/mL/Minit}$ dan laju pertumbuhan relatif sebesar 1.1428% dengan persamaan regresi $Y = -1,882 + 53,073 (0,0686)$, $Y = 1,7588$. Pada hari ke 21 diperoleh aktivitas enzim sebesar $0.0800 \mu\text{/mL/Minit}$, laju pertumbuhan sebesar 2.5714% dengan persamaan regresi $Y = -1,882 + 53,073 (0,0800)$, $Y = 2,3638$.

PENUTUP

Berdasarkan data hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa tidak ada perbedaan signifikan enzim protease pada usus benih ikan nila gesit antara pemberian pakan buatan dengan pemberian pakan alami. Sedangkan korelasi antara aktivitas enzim protease dengan laju pertumbuhan relatif pada benih ikan nila gesit yang diberikan pakan buatan dengan tanpa pemberian pakan buatan memiliki tingkat hubungan yang sangat kuat.

REFERENSI

- Anggraeni, N. M., & Abdulgani, N. (2013). Pengaruh pemberian pakan alami dan pakan buatan terhadap pertumbuhan ikan betutu (*Oxyeleotris marmorata*) pada skala laboratorium. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2(2), E197-E201.
- Akbar, C. A., Sukanto, S., & Rukayah, S. (2014). Kualitas Pakan Fermentatif Berbahan Kulit Ubi Kayu Dengan Inokulan Mep+ Untuk Kultur Ikan Nila Gesit (*Oreochromis Niloticus L.*). *Scripta Biologica*, 1(2), 141-145..
- Chung, T.K. 2001. Sustaining Livestock Production and Enviroment Food and Agriculture Asia Pasific Development. Singapore. 52-54. [www./suaqcenter.com/Communications/iosiana_agriculture/a_q_mag/44-3-article/enzyme.asp](http://www.suaqcenter.com/Communications/iosiana_agriculture/a_q_mag/44-3-article/enzyme.asp). 6 pp.
- Devani, V & Basriati, S. 2015. Optimasi kandungan nutrisi pakan ikan buatan dengan menggunakan multi objective (Goal) programming model. *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*
- Fujaya Y. 2004. *Fisiologi Ikan (dasar pengembangan teknik perikanan)*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Irawati, D., & Rachmawati, D. (2015). Performa Pertumbuhan Benih Ikan Nila Hitam (*Oreochromis Niloticus Bleeker*) Melalui Penambahan Enzim

- Papain Dalam Pakan Buatan. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(1), 1-9.
- Kuncoro, M. (2013). *Metode Riset Untuk Bisnis & Ekonomi..* Jakarta: Penerbit Erlangga Eksternal Terhadap Pergerakan Indeks Harga Saham Gabungan Di Bursa Efek Indonesia Periode 2012-2016. *Jurnal Ilmu Manajemen*, 7(1), 113-123.
- Marzuqi, M., & Anjusary, D. N. (2013). Nutrient digestibility feed with different levels of protein and lipid on coral rock grouper (*Epinephelus corallicola*) juvenile. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(2).
- Mulyani, I. (2016). Identifikasi Aktivitas Enzim Pencernaan Benih Ikan Sidat (*Anguilla Bicolor Bicolor*) Pada Wadah Terkontrol (Doctoral dissertation, Bogor Agricultral University (IPB)).
- Nurhayati, N., Thaib, A., & Adli, M. (2018). Aplikasi Limbah Kulit Singkong tanpa Fermentasi dan Fermentasi Sebagai Penyusun Ransum Pakan terhadap Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*).
- Prasetyo, B. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif : Teori dan Aplikasi*. Raja Grafindo Persada : Jakarta.
- Rachmawati, D., & Hutabarat, J. (2006). Efek Ronozyme P dalam pakan buatan terhadap pemanfaatan pakan dan pertumbuhan ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*). *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 11(4), 193-200.
- Rojtinnakorn, J., Rittiplang, S., Tongsir, S., & Chaibu, P. (2012, June). Tumeric extract inducing growth biomarker in sand goby (*Oxyeleotris marmoratus*). In *Proceedings of the 2nd International Conference on Chemical, Biological and Environment Sciences (ICCEBS 2012)*, Bali (pp. 41-43).
- Santoso, S. (2013). *Statistika ekonomi plus aplikasi SPSS*. Ponorogo: Umpo Press. ISSN, 2614-5502.
- Siregar, R. A. S. (2020). Pengaruh Pemberian Enzim Komersial dalam Pakan yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*).
- Sugiyono, M. P. P., & Kuantitatif, P. (2009). *Kualitatif, dan R&D*, Bandung: Alfabeta. Cet. VII.
- Surianti, Fitriatul Muaddama, Wahyudi, Sri Wahyuni Firman (2021). Pengaruh konsentrasi dedak padi terfermentasi menggunakan *Lactobacillus sp.* dalam pakan buatan terhadap kinerja pertumbuhan dan aktivitas enzim

- ikan nila, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 21(1), 11-22.
- Syahrir, M., Kantun, W., & Cahyono, I. (2020). Kinerja Enzim Pencernaan Ikan Nila Salin (*Oreochromis niloticus*) Berdasarkan Lingkungan Budidaya. *Gorontalo Fisheries Journal*, 3(1), 42-55.
- Yamin, M., Palinggi, N. N., & Syah, R. (2008). Aktivitas enzim protease dalam lambung dan usus ikan kerapu macan setelah pemberian pakan. *Media akuakultur*, 3(1), 40-44.

Chapter 3

Gambaran Histologi Organ Insang dan Hati Pada Berbagai Umur Ikan Nila (*O. niloticus*) Yang Dipapar Logam Pb (NO₃)₂

Zulkarnain Musada¹, Erni Indrawati², Sri Mulyani³, Zulkifli Maulana⁴

^{1,2,3} Program Studi Budidaya Perairan, Program Pascasarjana,

⁴Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Bosowa

Email: zoelgie89@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang bertujuan mengetahui pengaruh umur ikan terhadap akumulasi logam Pb (NO₃)₂ dengan konsentrasi 25 ppm pada organ insang dan hati, gambaran histologi organ insang dan hati, dan pengaruh logam Pb (NO₃)₂ terhadap sintasan yang dilaksanakan selama 7 (tujuh) hari. Populasi yang digunakan adalah ikan Nila (*O. niloticus*) berumur 1 bulan, 2 bulan, dan 3 bulan. Sampel yang digunakan yaitu organ insang dan hati adalah ikan Nila (*O. niloticus*) berumur 1 bulan, 2 bulan, dan 3 bulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai akumulasi logam Pb (NO₃)₂ pada organ insang tertinggi pada perlakuan A (umur 1 bulan) 16,06 ppm dan pada organ hati perlakuan C (umur 3 bulan) 51,18 ppm. Pengamatan histologi pada organ insang berupa edema, fusi lamela, kongesti, dan nekrosis. Sedangkan pada organ hati berupa melano macrophages center (MMC), hyperemia dan vakuola. Logam Pb (NO₃)₂ berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap sintasan ikan Nila (*O. niloticus*).

Kata kunci: Logam Pb (NO₃)₂, ikan Nila (*O. niloticus*), histologi organ insang dan hati

PENDAHULUAN

Timbal merupakan logam berat dengan lambang Pb yang berasal dari bahasa latin yaitu pumbum. Timbal sebagai logam berat beracun dan berbahaya serta banyak ditemukan sebagai pencemar yang cenderung mengganggu kelangsungan hidup organisme perairan (Palar, 2002). Logam berat terlarut dalam badan perairan pada konsentrasi tertentu akan menjadi

sumber racun bagi organisme di perairan. Pencemaran logam berat diduga dapat memicu kerusakan secara struktural dan fungsional pada berbagai organ ikan. Salah satu organ yang sensitif terhadap pencemaran adalah insang dan hati. Dengan begitu Pb mudah terikat dengan protein di dalam jaringan tubuh sehingga mengganggu berbagai fungsi fisiologis, menurunkan sistem kekebalan tubuh, sampai terjadinya mortalitas (Darmono, 1995).

Senyawa toksik timbal (Pb) merupakan logam berat bersifat toksik terhadap tumbuhan, hewan dan manusia (Purnomo, 2007) yang paling banyak menimbulkan dampak pencemaran. Logam ini di dalam perairan dapat ditemukan dalam bentuk terlarut dan kelarutannya di dalam air cukup rendah sehingga dalam keadaan normal kadar timbal di dalam air relatif sedikit. Namun dalam kasus pencemaran, kandungan logam ini dapat naik dan terabsorpsi ke dalam tubuh ikan melalui respirasi pada insang, rantai makanan sampai masuk ke saluran cerna, atau melalui kulit.

Insang adalah organ respirasi yang langsung berhubungan dengan air, sehingga apabila air mengandung zat pencemar maka akan mengakibatkan kerusakan pada insang dan organ-organ yang berhubungan dengan insang (Yuniar, 2009). Insang pada ikan memiliki permukaan yang luas sehingga dengan masuknya senyawa toksik ke dalam insang dapat menyebabkan keracunan, karena bereaksinya kation senyawa tersebut dengan fraksi tertentu dari lendir insang. Kondisi ini menyebabkan proses metabolisme dari insang menjadi terganggu (Sudarmadi, 1993). Senyawa toksik logam seperti Pb telah menyebabkan kerusakan pada insang ikan Belanak (*Mugil cephalus*) berupa edema sel epitel, lepasnya epitel dari jaringan dibawahnya dan hiperplasia yang menyebabkan dua lamela sekunder bersatu (Ningrum, 2006).

Organ hati sangat rentan mengalami kerusakan akibat pengaruh zat kimia dan sering menjadi sasaran utama dari efek racun zat kimia (Yuniar, 2009). Sehingga dengan adanya zat toksik, dapat mempengaruhi struktur histologi hati (Loomis, 1978). Hati yang tercemar zat toksik logam berat akan mengakibatkan patologis hati seperti pembengkakan sel, pembendungan darah (kongesti), hemoragi dan nekrosis (Darmono, 2001). Kerusakan pada hati juga diteliti oleh Ningrum (2006) dimana kerusakan akibat paparan logam Pb pada hati ikan Belanak (*Mugil cephalus*) berupa edema, inti piknotik, pelebaran sinusoid, karyorheksis dan degenerasi lemak.

Perubahan pada tingkat sel maupun tingkat jaringan baik secara morfologi maupun secara fisiologi merupakan dasar analisis histologi

(Solehadin, 2003). Analisa histopatologi dapat digunakan untuk mengetahui gambaran kesehatan ikan melalui perubahan struktur yang terjadi pada organ yang menjadi target utama dari bahan pencemar seperti insang, hati, dan daging (Dutta, 1996).

Akibat kerusakan jaringan pada ikan, maka analisa histologi dapat menjadi parameter yang sangat sensitif dan menjadi sangat penting didalam menentukan perubahan struktur sel yang terjadi di organ dalam seperti ginjal, hati dan gonad (Dutta, 1996 *dalam* Khaisar, 2005). Histologi merupakan cabang ilmu biologi anatomi yang mempelajari tentang susunan struktur sel-sel yang memiliki fungsi fisiologi yang sama tersusun menjadi satu jaringan yang kompleks. Saat terjadi perubahan dalam struktur sel akibat terkena penyakit, bakteri, adanya substansi berbahaya seperti logam berat, maupun karena terjadinya perubahan faktor fisika (suhu) dan kimia (salinitas, pH atau DO) lingkungan, hal tersebut menunjukkan bahwa telah terjadi atau bahkan sedang berlangsung perubahan pada kondisi lingkungan dimana ikan tersebut berada (Khaisar, 2006).

Penelitian yang dilakukan Fatikhah (2014) terhadap ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus* Var.) mengalami perubahan struktur mikroanatomi insang yang dipapar timbal asetat pada konsentrasi 259,51 ppm, 291,94 ppm, dan 324,38 ppm selama 96 jam terjadi kerusakan berupa edema, fusi lamela, hiperplasia, *epithelial lifting*, dan nekrosis. Rauzatul, dkk (2017) mengatakan bahwa pengaruh paparan timbal terhadap histopatologis hati ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan dosis 25,06 mg/l menyebabkan kerusakan degenerasi dan nekrosis yang berat pada sel hepatosit hati ikan Nila (*Oreochromis niloticus*).

KAJIAN LITARATUR

A. Logam Berat

Logam berat adalah unsur-unsur kimia dengan bobot jenis lebih besar dari 5 g/cm³, terletak di sudut kanan bawah sistem periodik, mempunyai afinitas yang tinggi terhadap unsur S dan bernomor atom 22 sampai 92 dari perioda 4 sampai 7 (Berniyanti, 2020). Sebagian logam berat seperti timbal (Pb), kadmium (Cd) dan merkuri (Hg) merupakan zat pencemar yang berbahaya. Afinitas yang tinggi terhadap unsur S menyebabkan logam ini menyerang ikatan belerang dalam enzim, sehingga enzim bersangkutan menjadi tidak aktif. Gugus karboksilat (-COOH) dan amina (-NH₂) juga

bereaksi dengan logam berat. Kadmium, timbal dan tembaga terikat pada sel-sel membran yang menghambat proses transformasi melalui dinding sel. Logam berat juga mengendapkan senyawa fosfat biologis atau mengakatalis pengurainya (Berniyanti, 2020).

Berdasarkan sifat kimia dan fisiknya, maka tingkat atau daya racun logam berat terhadap hewan air dapat diurutkan (dari tinggi ke rendah) sebagai berikut; merkuri (Hg), kadmium (Cd), seng (Zn), timah hitam (Pb), krom (Cr), nikel (Ni) dan kobalt (Co) (Waji dkk, 2019).

Pencemaran logam berat terhadap alam lingkungan merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan logam tersebut oleh manusia. Pada awal digunakannya logam sebagai alat, belum diketahui pengaruh pencemaran pada lingkungan. Proses oksidasi dari logam yang menyebabkan perkaratan sebetulnya merupakan tanda-tanda adanya hal tersebut di atas. Tahun demi tahun ilmu kimia berkembang dengan cepat dan dengan mulai ditemukannya garam logam (HgNO_3 , PbNO_3 , HgCl , CdCl_2), karena diperjual-belikannya garam tersebut untuk industri, maka tanda-tanda pencemaran lingkungan mulai timbul (Erfandy, 2013).

Logam berat merupakan unsur pencemar perairan yang bersifat toksik dan harus terus diwaspadai keberadaannya. Penyebab utama logam berat menjadi bahan pencemar berbahaya yaitu logam berat tidak dapat dihancurkan (*non degradable*) oleh organisme hidup di lingkungan dan terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara absorpsi dan kombinasi (Muslimah, 2015).

Logam berat yang masuk ke dalam perairan akan mengalami paling tidak tiga proses; yaitu pengendapan, adsorpsi dan absorpsi oleh organisme-organisme perairan. Apalagi konsentrasi logam berat lebih besar dari daya larut terendah komponen yang terbentuk antara logam dan anion yang ada dalam air seperti *carbonat*, *hidroksil* atau *clorida*, maka logam tersebut akan diendapkan. Kebanyakan logam berat mempunyai daya larut yang tinggi (kecuali Fe yang sangat mudah mengendap). Kebanyakan tingginya daya larut logam inilah yang sangat membahayakan kehidupan organisme perairan (Angraeni dan Dewi, 2017).

Selain diendapkan, logam berat dapat pula dipindahkan dari badan air melalui proses adsorpsi (ikatan). Partikel-partikel bahan tertentu seperti *hydrates ferric oxide*, *hydrated mangane oxyde*, *clay mineral*, dan bahan-bahan

organik yang terkandung dalam perairan dapat mengadsorpsi (mengikat) logam-logam berat. Logam berat dalam air dapat pula dipindahkan dari badan air melalui absorpsi (penyerapan) oleh organisme air, baik secara langsung maupun tidak langsung melalui rantai makanan. Absorpsi secara langsung biasanya melalui bagian-bagian tubuh seperti insang, hati dan dinding usus adalah lebih berbahaya dibandingkan melalui rantai makanan. Kondisi ini akan memungkinkan terjadinya penumpukan logam berat di dalam jaringan tubuh organisme pada setiap tropik level (Nurchayo, 2018).

Organisme akuatik pada tingkat tropik level rendah seperti alga, *phytoplanton*, dan invertebrata yang bersifat *filter-feeding*, akumulasi logam berat berasal dari dalam kolom air. Sedangkan spesies yang berada pada tingkat tropik level yang tinggi seperti ikan akumulasi logam berat berasal dari dua sumber, yaitu berasal dari bioakumulasi dari jaringan tubuh organisme yang dimakan dan penyerapan secara langsung dari dalam kolom air (Muslimah, 2015).

Secara umum ikan yang besar dan dewasa memiliki kadar logam berat dalam tubuhnya lebih tinggi, hal ini disebabkan mereka merupakan spesies yang besar dengan tingkat tropik level yang tinggi pula. Namun demikian kadar konsentrasi logam berat dalam jaringan tubuh ikan berbeda dalam setiap spesies dan tergantung pula pada perbedaan jenis pakan, laju metabolik dan laju pertumbuhannya (Handayani dan Ririn, 2015).

Secara umum pengaruh logam berat, atas daya racunnya terhadap organisme air (ikan, udang-udangan, dan kerang) dapat dibagi menjadi dua, yaitu pengaruh racun yang bersifat *lethal* atau mematikan dan pengaruh *sublethal*. Pengaruh yang bersifat mematikan (*lethal*) biasanya diekspresikan sebagai *median lethal concentration* atau LC_{50} , yaitu konsentrasi yang dibutuhkan untuk membunuh 50 % dari pada organisme uji dalam kurun waktu tertentu, seperti 24, 48 atau 96 jam. Konsentrasi *lethal* tersebut berbeda bagi setiap organisme dan jenis logam berat. Sedangkan *sublethal*, yaitu pengaruh yang terjadi pada organisme tanpa mengakibatkan kematian pada organisme tersebut. Pengaruh *sublethal* ini dapat dibedakan atas tiga macam, yaitu; 1) menghambat pertumbuhan, perkembangan, dan reproduksi, 2) menyebabkan terjadinya perubahan morfologi, dan 3) mengubah tingkah laku dari organisme (Angraeni dan Dewi, 2017).

1. Timbal (Pb)

Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang terjadi secara alami yang tersedia dalam bentuk biji logam dan juga dalam percikan gunung

berapi, dan bisa juga diperoleh di alam (WHO, 2007). Karena meningkatnya aktivitas manusia, seperti pertambangan dan peleburan, penggunaan dalam bahan bakar minyak, dan masih banyak lagi digunakan dalam pembuatan produk lainnya, sehingga timbal telah meningkat dalam 300 tahun terakhir (NHMRC, 2009). Timbal yang masuk ke dalam perairan dapat berasal dari limbah buangan industri kimia, industri percetakan, industri yang menghasilkan logam dan cat (Dewi, 2012).

Secara alami logam Pb masuk ke badan perairan melalui pengkristalan logam Pb di udara dengan bantuan air hujan. Di samping itu, proses korosifikasi pada batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin, juga merupakan salah satu jalur sumber logam Pb akan masuk ke dalam badan perairan. Selanjutnya, dijelaskan lagi bahwa badan perairan yang telah kemasukan senyawa atau ion-ion Pb, menyebabkan jumlah logam Pb yang ada dalam badan perairan melebihi konsentrasi yang semestinya, sehingga mengakibatkan kematian bagi organisme perairan tersebut (Patang, 2018).

Timbal di perairan sangat berbahaya bagi kehidupan organisme. Hal ini disebabkan oleh sifat logam yang sulit didegradasi, sehingga logam berat mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan sulit untuk dihilangkan (Anggraini, 2007). Penurunan berat badan yang disertai dengan gangguan sistem pernapasan dan pencernaan diakibatkan oleh efek kronis. Sedangkan kerusakan sel darah merah, penurunan kandungan hemoglobin, serta gangguan sistem saraf pusat dan tepi diakibatkan oleh efek akut. Timbal dapat terikat di beberapa jaringan seperti insang, hati, limpa, otak dan sumsum tulang (Rahayu dkk, 2017).

2. Toksisitas Timbal terhadap Ikan

Pengaruh timbal yang masuk ke dalam tubuh ikan dapat mengakibatkan fungsi hematologi, sistem saraf pusat, dan ginjal. Sedangkan gejala awal akibat keracunan timbal ditandai dengan berkurangnya jumlah eritrosit dalam darah sehingga menyebabkan anemia. Kelainan sistem saraf pusat diakibatkan oleh keracunan timbal organik. Sedangkan kelainan sel darah merah diakibatkan oleh keracunan timbal anorganik (Rahmi, 2020).

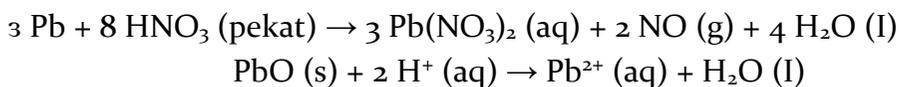
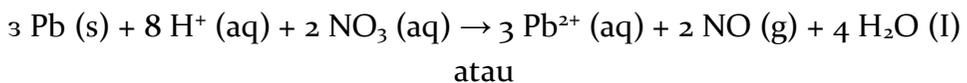
Ciri-ciri ikan yang terakumulasi polutan timbal memiliki tingkat pergerakan yang sangat aktif, aktivitas respirasi meningkat, kehilangan keseimbangan, kerusakan saluran pernapasan (*bronchi*), insang dan kulit tertutup oleh membran mucus yang mengalami pembekuan, hemolisis dan kerusakan pada eritrosit (Tasykal dan Aini, 2015).

Paparan timbal dalam waktu yang lama dalam tubuh, bukan hanya ditemukan pada insang saja melainkan juga ditemukan pada saluran pencernaan, liver dan otot. Paparan timbal selama 2 jam dengan konsentrasi 7,7 mg/l dapat menimbulkan efek racun pada ikan *rainbow trout*. Sedangkan pada ikan *cryprinidonts* efek tersebut terlihat setelah terpapar selama 12 jam pada konsentrasi 3,0 mg/l. sama halnya belut juga mengalami kematian setelah terpapar timbal selama 21 hari pada konsentrasi 3,0 mg/l (Tasykal dan Aini, 2015).

3. Timbal (II) Nitrat

Timbal yang larut dalam air adalah timbal asetat ($\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$), timbal klorat $\text{Pb}(\text{ClO}_3)_2$, timbal stearat $\text{Pb}(\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2)$ dan timbal nitrat $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Timbal (II) nitrat merupakan senyawa anorganik yang memiliki rumus kimia $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ yang memiliki berat molekul 331,23 g/mol dan meleleh pada 270°C . Timbal (II) nitrat umumnya kristal tidak berwarna atau berbentuk bubuk putih, dibandingkan dengan garam timbal lainnya, maka garam timbal ini sangat mudah larut dalam air. Timbal (II) bersifat racun terhadap manusia, hewan dan merupakan oksidator (Rahmi, 2020).

Cara membuat timbal nitrat adalah melarutkan logam Pb pada larutan asam nitrat dengan melarutkan PbO dalam asam nitrat (Sugiarto & Kristian, 2004).



B. Histologi

Histologi adalah ilmu yang mempelajari tentang struktur jaringan secara detail menggunakan mikroskop pada sediaan jaringan yang dipotong tipis, salah satu dari ilmu biologi. Histologi dapat juga disebut sebagai ilmu anatomi mikroskopis. Putri dkk (2019), histologi merupakan cabang ilmu biologi anatomi yang mempelajari tentang susunan struktur sel-sel yang memiliki fungsi fisiologi yang sama tersusun menjadi satu jaringan yang kompleks. Saat terjadi perubahan dalam struktur sel akibat terkena penyakit, bakteri, adanya substansi berbahaya seperti logam berat, maupun karena terjadinya perubahan faktor fisika (suhu) dan kimia (salinitas, pH dan DO) lingkungan, hal tersebut menunjukkan bahwa telah terjadi atau bahkan sedang

berlangsung perubahan pada kondisi lingkungan dimana ikan tersebut berada. Analisa histologi dapat menjadi parameter yang sangat sensitif dan menjadi sangat penting di dalam menentukan perubahan struktur sel yang terjadi di organ dalam seperti ginjal, hati dan gonad (Khaisar, 2006)

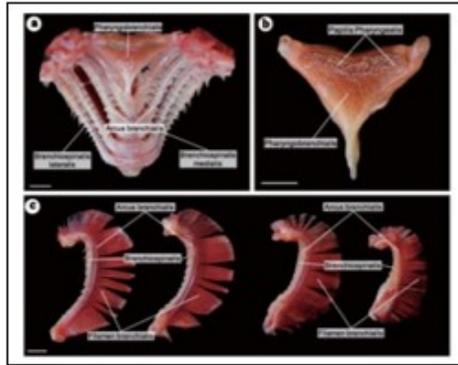
Kondisi akut menggambarkan sel yang mengalami kerusakan dalam waktu singkat namun bersifat mematikan (*lethal*), kondisi membran sel akan pecah sehingga isi sel seluruhnya akan terlarut, terjadi pada sejumlah grup sel. Sedangkan pada kondisi kronis, sel mengalami kerusakan dalam cukup lama dan bersifat *sub-lethal*, inti sel dan sitoplasma akan sangat mengkusut. Gangguan lainnya dalam tubuh dapat berupa gangguan metabolisme sel, gangguan sirkulasi dan radang (Khaisar, 2006).

1. Organ Insang Ikan dan Histologinya

Insang atau *branchia* merupakan organ pernapasan yang digunakan oleh ikan untuk melakukan proses pernapasan yaitu pengambilan oksigen dan pelepasan karbon dioksida. Setiap ikan memiliki insang pada bagian kanan dan kiri dari faring. Kebanyakan ikan bertulang sejati memiliki empat pasang insang, namun ada yang sampai enam pasang (Made, 2015).

Insang ikan terdiri dari filamen insang atau *hemibranchia* atau *gill filament*, berwarna merah, terdiri atas jaringan lunak dengan bentuk menyerupai sisir dan melekat pada lengkung insang. Tiap satu lembaran insang terdiri dari sepasang filamen dan pada setiap filamen mengandung banyak lapisan tipis yang disebut lamela. Filamen mengandung pembuluh darah kapiler yang memungkinkan oksigen (O_2) berdifusi masuk dan karbondioksida (CO_2) berdifusi keluar (Made, 2015).

Pada ikan bertulang sejati insang ditutupi oleh tutup insang yang disebut operculum. Tulang lengkung insang atau *archus branchialis* atau *gill arch*, merupakan tempat melekatnya filamen dan tapis insang, berwarna putih, dan memiliki saluran darah yaitu arteri afferent dan arteri efferent yang memungkinkan darah keluar masuk ke dalam insang. Tapis insang atau *gill rakers*, berupa sepasang deretan batang tulang rawan yang pendek dan bergerigi, melekat pada bagian depan dari lengkung insang dan memiliki fungsi untuk menyaring air pernapasan. Pada ikan-ikan herbivora pemakan plankton, tapis insang biasanya rapat dan ukurannya panjang serta berfungsi sebagai penyaring makanan.



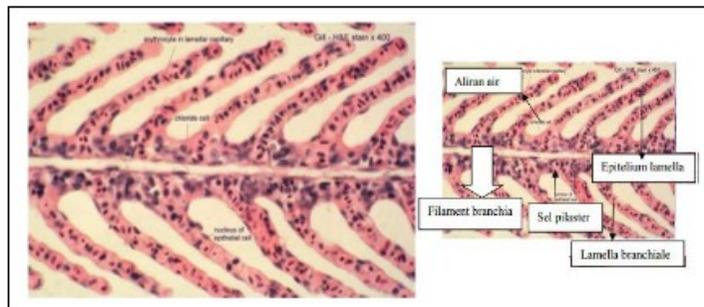
Gambar 2.1. Morfologi insang Ikan Nila (*O. niloticus*). Insang tampak dorsal (a), rahang *pharyng* tampak dorsal (b), insang tampak lateral (c). Skala Bar 0,5 cm. (Sumber: Ernita, dkk. 2020).

Luas permukaan epitel dari insang menyerupai luas dari permukaan kulit, bahkan pada sebagian besar spesies ikan luas permukaan epitel insang ini jauh melebihi kulit, sehingga insang memiliki peran penting dalam proses hemostatis. Insang ikan memiliki lapisan epitel yang tipis berguna untuk efisiensi pertukaran gas yaitu penyerapan oksigen dan pelepasan karbondioksida. Selain mempermudah pertukaran gas, lebarnya sel epitel dapat mempermudah masuknya bibit penyakit dan meningkatkan resiko iritasi. Selain itu, insang memiliki fungsi untuk mengatur pertukaran garam dan air serta berfungsi dalam ekskresi produk-produk limbah nitrogen, terutama amonia. Kerusakan ringan pada struktur insang ikan mengakibatkan gangguan dalam osmoregulasi dan kesulitan bernapas (Hardi dan Handayani, 2016).

Lengkung insang terdiri dari lamela primer. Masing-masing lamela primer memiliki lamela sekunder yang terletak tegak lurus terhadap lamela primer. Lengkungan insang ditutupi oleh jaringan epidermal dan mengandung banyak sel-sel mukosa. Pada lamela primer terdapat sel klorid. Sel-sel klorid ini paling banyak ditemukan pada basal (proksimal) dari lamela (Tahang, 2018)

Sel ini berfungsi dalam transportasi ion dan detoksifikasi. Pertukaran gas terjadi di seluruh permukaan lamela sekunder terutama melalui pertukaran antara darah dan air yang berasal dari lingkungan. Permukaan lamela sekunder terdiri dari sel squamosa yang saling tumpang tindih, biasanya satu lapisan didukung dan dipisahkan oleh sel pilar dengan ketebalan 9-10 μm . sel-sel pilar memiliki fungsi utama sebagai penyokong membran basal penyusun

pembuluh darah. Sel ini mengandung sel kontraktil mirip amuba yang berfungsi menahan aliran darah yang memiliki tekanan tinggi dari aorta ventral (Mulyani dkk, 2014). Permukaan epitel pipih memiliki mikrovili yang berfungsi untuk membantu lendir pada kutikula dalam mengurangi infeksi dan abrasi serta memiliki peran penting dalam mengatur pertukaran gas, air, dan ion. Ketebalan gabungan dan kutikula, epitel pernapasan, dan flensa sel pilar berkisar 0,5-4 μm , ini merupakan total jarak difusi untuk pertukaran pernapasan. Sel goblet ditemukan tersebar di antara sel-sel epitel skuamosa lamela insang, serta dalam daerah basal dari lamela tersebut (Khusnah, 2021).



Gambar 2.2. Histologi lamela primer serta sel-sel penyusun, diantaranya darah merah, sel epitel, dan sel klorid (Sumber : *Fish Histology and Histopathology*, 2007 dalam Sudiasti, 2011 dan Made, 2015).

Saputra (2003) menyatakan lapisan epitel insang yang tipis dan berhubungan langsung dengan lingkungan luar mengakibatkan insang berpeluang besar mengalami paparan oleh bahan pencemar yang ada di perairan. Kerusakan sekecil apapun dapat mengakibatkan terganggunya fungsi insang sebagai pengatur osmose dan kesulitan bernapas. Pembendungan aliran darah akibat trauma fisik, zat pencemar, maupun gangguan sistem sirkulasi pada lamela akan mengakibatkan edema atau pembengkakan sel di sekitar pembuluh darah yang terlihat dari perluasan jaringan antara pembuluh darah dengan lapisan epitel lamela primer.

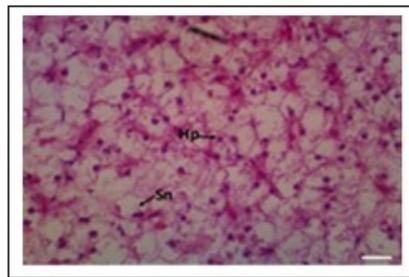
Pembendungan dan edema akan mengurangi efisiensi difusi gas dan dapat berakibat fatal seperti kematian. Difusi gas terganggu karena luas permukaan serap pada lamela sekunder insang akan menyempit (Holle, *et al.* 2001). Edema sering terjadi akibat pemaparan polutan-polutan yang berasal dari bahan kimia, seperti logam berat (Ploeksic, *et al.* 2010). Metalloid, pestisida, dan penggunaan bahan-bahan terapeutik (formalin dan H_2O_2) yang berlebihan (Ersa, 2008).

Edema, fusi lamela, dan hiperplasia pada insang ikan dapat diakibatkan oleh panas dan polusi (asam, ammonia, logam berat dan pestisida) yang menyebabkan perubahan struktur sel klorid. Edema dan diikuti oleh lepasnya epitel dari lamela sekunder yang mengakibatkan terganggunya fungsi epitel sebagai penangkap gas terlarut (Saputra, 2013).

Hiperplasia terjadi disertai dengan peningkatan jumlah sel-sel mucus di dasar lamela dan mengakibatkan fusi lamela. Ruang interlamela yang merupakan saluran air dan ruang produksi mucus dapat tersumbat akibat hiperplasia sel epitel yang berasal dari filamen primer sehingga seluruh ruang intralamela diisi oleh sel-sel yang baru. Hiperplasia dapat mengakibatkan penebalan jaringan epitel di ujung filamen atau penebalan jaringan yang terletak di dekat dasar lamela (Mulyani dkk, 2014),

2. Organ Hati Ikan dan Histologinya

Hati merupakan organ terbesar pada tubuh ikan yang terletak dibagian sisi perut, dalam rongga *pelitoneal* dan melingkupi *vincera*. Hati memiliki seperti huruf U dan berwarna merah kecoklatan. Struktur utama hati ialah sel hati atau hepatosit. Hepatosit (sel parenkim hati) berperan utama dalam metabolisme. Sel-sel ini terletak sinusoid yang berisi darah dan saluran empedu. Sel kupffer merupakan monosit atau makrofag dan memiliki fungsi utama menelan bakteri dan benda asing dalam darah. Sehingga hati merupakan salah satu organ utama pertahanan agen toksik (Damayanti, 2010).



Gambar 2.3. Kondisi histologi hati ikan Nila. (Hp=hepatosit, VS=vena sentralis, dan Sd=sinusoid) (Sumber : Alifia dan Djawad, 2003).

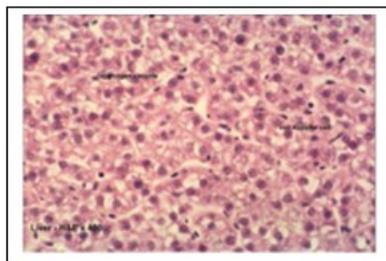
Subandiyono dan Hastuti (2010), mengatakan bahwa hati mampu mensintesis atau menyimpan nutrien yang terserap, memproduksi cairan empedu, dan sebagai pembuangan beberapa produk limbah dari darah. Berdasarkan fungsinya, hati merupakan organ yang paling banyak mengakumulasi zat toksik yang masuk dalam tubuh sehingga dapat mudah terkena efek toksik.

Suatu toksikan dalam hati akan dihentikan (nonaktif) oleh enzim-enzim dalam hati, namun apabila toksikan masuk secara terus menerus, besar kemungkinan hati akan jenuh terhadap toksikan (tidak mampu mendektoksifikasi toksik lagi), sehingga metabolisme dalam hati akan menurun. Apabila metabolisme terganggu, maka proses dektoksifikasi menjadi kurang efektif dan menyebabkan senyawa metabolit bereaksi dengan unsur sel, sehingga memicu kematian sel.

Terdapat zat toksik dalam tubuh ikan yang mempengaruhi struktur histologi hati ikan sehingga dapat mengakibatkan kelainan histologi hati yaitu pembengkakan sel, nekrosis atau kematian sel, fibrosis dan serosis. Pembengkakan sel hati ditandai dengan adanya vakuola atau ruang-ruang kosong akibat pembengkakan hepatosit yang menyebabkan penyempitan sinusoid. Hal tersebut terjadi karena muatan elektrolit di luar dan di dalam sel berada dalam keadaan tidak seimbang.

Ketidakstabilan sel dalam memompa ion Na^+ keluar dari sel menyebabkan peningkatan masuknya cairan dari ekstraseluler ke dalam sel sehingga sel tidak mampu memompa ion natrium yang cukup. Keadaan tersebut akan berakibat sel membengkak sehingga sel keluar dan kemudian terjadi kematian sel atau nekrosis. Kematian sel yang terus berlanjut akan berakibat fokal nekrosis.

Fokal nekrosis ditandai dengan hilangnya struktur jaringan, daerah nekrosis dikelilingi zona pendarahan atau hemoragik. Adanya nekrosis menyebabkan respon peradangan pada jaringan yang masih hidup di sekitar daerah nekrosis. Peradangan ditandai dengan adanya jendolan darah serta jaringan berwarna merah karena banyaknya eritrosit yang keluar dari pembuluh darah. Respon peradangan ini bertujuan untuk pemulihan serta menekan agen nekrosis.



Gambar 2.4. Histologi hati ikan dengan pewarnaan HE
(Sumber : *Fish Histology and Histopathology*,
2007 dalam Made R.K, 2015).

Hal ini akibat sel-sel mengalami nekrosis tidak mampu di absorpsi oleh sel fagosit sehingga dapat melarutkan unsur-unsur sel sehingga dapat mengeluarkan enzim sitolitik. Respon peradangan dilakukan dengan cara regenerasi sel-sel hilang, pembentukan jaringan ikat serta terjadi emigrasi leukosit ke daerah nekrosis. Tetapi, apabila hati terus terpapar zat toksik maka akan menyebabkan sel kehilangan kemampuan dalam regenerasi sehingga akan memicu terjadinya fibrosis (Setyowati dkk, 2010).

Menurut Setyowati, dkk. (2010), fibrosis ditandai oleh kolagen yang tebal, dimana serabut kolagen berperan dalam menyokong sinusoid dan hepatosit. Jika fibrosis meluas ke semua bagian hati maka akan terjadi sirosis (pemadatan organ hati) yang menyebabkan kegagalan fungsi hati sehingga dapat menyebabkan kematian. Hal itu disebabkan terjadinya hipertensi vena porta yang akan mengganggu aliran darah sehingga menghambat asupan nutrisi dan pertukaran oksigen. Menurut Darmono (1995), kerusakan hati dibagi menjadi tiga bagian yaitu ringan yang ditandai dengan perlemakan dan pembengkakan sel. Kerusakan sedang ditandai dengan kongesti dan hemoragi, dan kerusakan berat ditandai dengan kematian sel atau nekrosis.

C. Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) sangat dikenal oleh masyarakat penggemar air tawar. Ikan Nila merupakan jenis ikan pendatang yang diintroduksi ke Indonesia. Ikan ini tergolong ikan pemakan segala atau omnivora (mengkonsumsi hewan dan tumbuhan), sehingga ikan ini mudah dibudidayakan.

Produksi ikan Nila di Indonesia menduduki urutan ketiga untuk ikan kolam air tawar setelah ikan Mas dan Tawes (Marliani, 2014). Ikan Nila sangat cocok dipelihara di perairan tenang, kolam, maupun reservoir. Ikan Nila disukai masyarakat karena memiliki tekstur daging yang kesat dan rasa yang lezat serta harga yang terjangkau (Susanti dkk, 2011).

Ikan Nila memiliki bentuk tubuh yang memanjang, ramping dan relatif pipih. Ikan Nila bersifat herbivora, omnivora dan pemakan plankton. Sifat penting lain dari ikan Nila adalah pertumbuhan relatif cepat dibandingkan ikan jenis lainnya (Selmi dkk, 2019).



Gambar 2.5. Ikan Nila (*O. niloticus*),

(Sumber : Musada, 2020).

Berikut kedudukan taksonomi ikan Nila :

Filum	: Chordata
Subfilum	: Craniata
Superkelas	: Gnathostomata
Kelas	: Actinopterygii
Subkelas	: Neopterygii
Divisi	: Teleostei
Subdivisi	: Euteleostei
Superordo	: Acanthopterygii
Seri	: Percomorpha
Ordo	: Perciformes
Subordo	: Labroidei
Famili	: Cichlidae
Subfamili	: Pseudocrenilabrinae
Genus	: Oreochromis
Spesies	: <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758).

Ikan Nila merupakan genus ikan yang dapat hidup dalam kondisi lingkungan yang memiliki toleransi tinggi terhadap kualitas air yang rendah, sering kali ditemukan hidup normal pada habitat-habitat yang ikan dari jenis lain tidak dapat hidup (Husain dkk, 2014). Bentuk badan ikan Nila ialah pipih ke samping memanjang, mempunyai garis vertikal pada badan sebanyak 9-11 buah, sedangkan garis-garis pada sirip berwarna merah berjumlah 6-12 buah. Mata kelihatan menonjol dan relatif besar dengan bagian tepi mata berwarna putih (Arifin & Kurniasih, 2016).

D. Kualitas Air

1. Suhu

Suhu dapat mempengaruhi aktivitas-aktivitas penting ikan seperti pernapasan, pertumbuhan dan reproduksi, Oktafiansyah (2015). Suhu tinggi dapat mempengaruhi kandungan oksigen terlarut dan mempengaruhi selera makan ikan. Suhu air mempunyai pengaruh besar terhadap pertukaran zat atau metabolisme makhluk hidup di perairan. Selain berpengaruh terhadap pertukaran zat, suhu juga berpengaruh terhadap kadar oksigen yang terlarut dalam air. Semakin tinggi suhu suatu perairan semakin cepat pula perairan itu mengalami kejenuhan oksigen (Magfirah dkk, 2015). Oktafiansyah (2015) mengatakan bahwa suhu optimum 28°C - 30°C ikan akan dicapai pada pagi dan sore hari. Meskipun ikan dapat beraklimatisasi pada suhu yang relatif tinggi, tetapi pada suatu derajat tertentu kenaikan dapat menyebabkan kematian.

2. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut sangat penting untuk kehidupan ikan dan hewan air lainnya untuk bernafas dan proses metabolisme tubuh. Konsentrasi oksigen di perairan dipengaruhi oleh difusi dari udara, aliran air yang masuk, hujan, proses asimilasi tumbuh-tumbuhan hijau, pengambilan oksigen oleh organisme benthos dan plankton serta adanya oksidasi kimiawi dalam perairan Oktafiansyah (2015). Kehilangan oksigen di perairan dapat disebabkan oleh proses respirasi organisme yang ada di perairan seperti benthos, zooplankton dan phytoplankton (pada malam hari), difusi ke udara dan reaksi kimiawi dalam proses perombakan bahan organik yang terdapat di perairan, Supono (2015).

3. Derajat Asam (pH)

Menurut Arid (2020) air yang baik untuk budidaya adalah netral atau sedikit alkalis dengan pH antara 7,0-8,0. Sedangkan Pramleonita dkk (2018) mengemukakan bila pH air kolam sekitar 6,5-9,0 pada waktu tertentu adalah kondisi yang baik untuk produksi ikan. Apabila selama 24 jam pH air tidak mengalami perguncangan yang terlalu besar air kolam tersebut dinyatakan baik. Derajat keasaman air yang berkisar antara 4,0-6,5 menyebabkan pertumbuhan ikan menjadi lambat, sedangkan pH di bawah 4 dan di atas 11 merupakan titik asam dan alkalis yang mematikan (Supono, 2015).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan selama 7 (tujuh) hari di Laboratorium Nutrisi Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Bosowa.

Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dalam dua tahapan yaitu tahap persiapan dan tahap pelaksanaan. Tahap persiapan meliputi; persiapan wadah, hewan uji dan materi Pb (NO₃)₂. Tahap pelaksanaan meliputi; perlakuan hewan uji, pengambilan sampel organ insang dan hati, dan pengujian sampel pada laboratorium.

Analisis Data

Data ditabulasi dan dianalisis menggunakan ANOVA *One-way* untuk mengetahui pengaruh umur hewan uji terhadap akumulasi logam Pb (NO₃)₂, pengaruh umur hewan uji terhadap kerusakan jaringan pada organ insang dan hati, serta sintasan ikan Nila (*O. Niloticus*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Akumulasi Logam Pb (NO₃)₂ Pada Insang

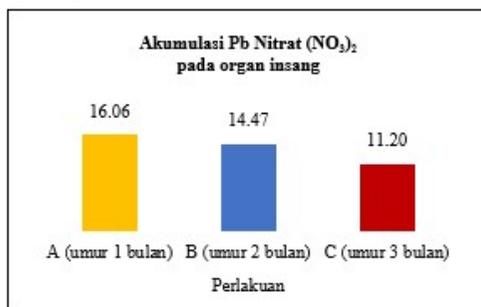
Hasil rata-rata nilai akumulasi logam Pb (NO₃)₂ dengan konsentrasi 25 ppm pada organ insang ikan Nila (*O. niloticus*) dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Rata-rata nilai akumulasi Pb (NO₃)₂ pada organ insang ikan Nila (*O. niloticus*).

Perlakuan	Akumulasi Pb (NO ₃) ₂ (ppm)	Penelitian Sebelumnya	
A	16,06	Febi & Yulia (2019)	14,68
B	14,47	Agustiana <i>et al.</i> (2019)	17,17
C	11,20		

Besarnya nilai akumulasi perlakuan A (umur 1 bulan) dibandingkan dengan perlakuan B dan perlakuan C, disebabkan karena ikan yang berumur satu bulan membutuhkan energi yang lebih besar daripada ikan yang berumur lebih dari 1 bulan (umur 2 bulan dan 3 bulan) sehingga aktivitas metabolisme lebih besar. Menurut Lu (1995) dalam Fatikhah (2014) bahwa ikan berumur muda 1,5-10 kali lebih rentan terpapar logam berat dibandingkan ikan dewasa, karena defisiensi berbagai enzim detoksifikasi, selain itu organ belum

berfungsi secara optimum. Hasil analisis ragam (Anova) menunjukkan bahwa umur ikan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap akumulasi logam Pb (NO_3)₂ pada organ insang ikan Nila (*O. niloticus*). Rata-rata nilai akumulasi logam Pb (NO_3)₂ pada organ insang setiap perlakuan dapat diurutkan berdasarkan umur ikan Nila (*O. niloticus*) yang berbeda yaitu 1 bulan > 2 bulan > 3 bulan.



Gambar 1. Rata-rata nilai akumulasi logam Pb (NO_3)₂ pada organ insang Ikan Nila (*O. niloticus*).

Adanya akumulasi logam Pb (NO_3)₂ pada organ insang disebabkan karena insang merupakan organ yang pertama kali menerima zat-zat yang masuk ke dalam tubuh, secara tidak langsung logam Pb (NO_3)₂ yang terlarut dalam air akan masuk ke dalam tubuh biota melalui insang. Menurut Edwar *et al.* (2015) pengaruh konsentrasi logam Pb (NO_3)₂ dapat diadsorpsi oleh insang sebagai titik kontak pertama untuk polutan dalam air.

Akumulasi Logam Pb (NO_3)₂ Pada Hati

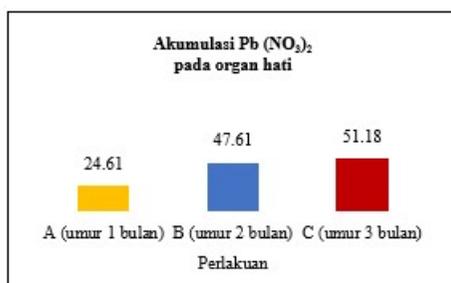
Hasil rata-rata nilai akumulasi logam Pb (NO_3)₂ dengan konsentrasi 25 ppm pada organ hati ikan Nila (*O. niloticus*) dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Rata-rata nilai akumulasi Pb (NO_3)₂ pada organ insang ikan Nila (*O. niloticus*).

Perlakuan	Akumulasi Pb Nitrat (NO_3) ₂ (ppm)	
	Penelitian Sebelumnya	
A	24,61	Yusdinar (2011) 49,83
B	47,61	Suryani <i>et al.</i> (2018) 50,65
C	51,18	

Besarnya nilai akumulasi perlakuan C (umur 3 bulan) dibandingkan dengan perlakuan A dan perlakuan B, disebabkan karena organ hati ikan yang berumur tiga bulan sudah rentan dalam mendetoksifikasi bahan toksik daripada ikan yang berumur kurang dari 3 bulan (umur 1 bulan dan 2 bulan). Menurut Budiman dkk. (2012) bobot ikan berpengaruh besar terhadap nilai akumulasi timbal pada hati ikan. Hasil analisis ragam (Anova) menunjukkan

bahwa umur ikan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap akumulasi logam Pb (NO_3)₂ pada organ hati ikan Nila (*O. niloticus*). Rata-rata nilai akumulasi logam Pb (NO_3)₂ pada organ hati setiap perlakuan dapat diurutkan berdasarkan umur ikan Nila (*O. niloticus*) yang berbeda yaitu 3 bulan > 2 bulan > 1 bulan.



Gambar 2. Rata-rata nilai akumulasi logam Pb (NO_3)₂ pada organ hati Ikan Nila (*O. niloticus*).

Adanya perbedaan nilai akumulasi logam Pb (NO_3)₂ setiap perlakuan, disebabkan respon dari organ hati, dimana akumulasi logam Pb (NO_3)₂ pada sistem pencernaan terjadi karena air yang mengandung logam berat masuk melalui mulut secara osmosis atau bersamaan ketika ikan mengambil makanan. Menurut Yilmaz (2009) besarnya nilai akumulasi Pb Nitrat (NO_3)₂ pada organ hati ikan dapat disebabkan karena hati merupakan organ yang aktif dalam mengambil dan menyimpan logam. Akumulasi logam yang tertinggi biasanya dalam organ detoksikasi (hati) dan ekskresi (ginjal).

Histologi Pada Organ Insang

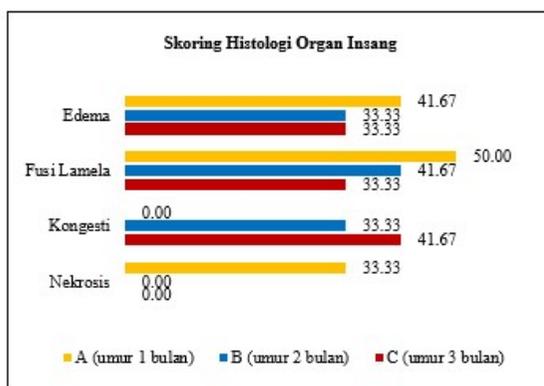
Hasil gambaran histologi organ insang ikan Nila (*O. niloticus*) dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Hasil pengamatan histologi pada organ insang ikan Nila (*O. niloticus*).

Perlakuan	Ulangan	Histologi Organ Insang			
		Edema	Fusi Lamela	Kongesti	Nekrosis
A	A ₁	1	3	0	1
	A ₂	3	1	0	2
	A ₃	1	2	0	1
B	B ₁	2	2	1	0
	B ₂	1	2	2	0
	B ₃	1	1	1	0
C	C ₁	1	1	1	0
	C ₂	2	1	1	0
	C ₃	1	2	3	0

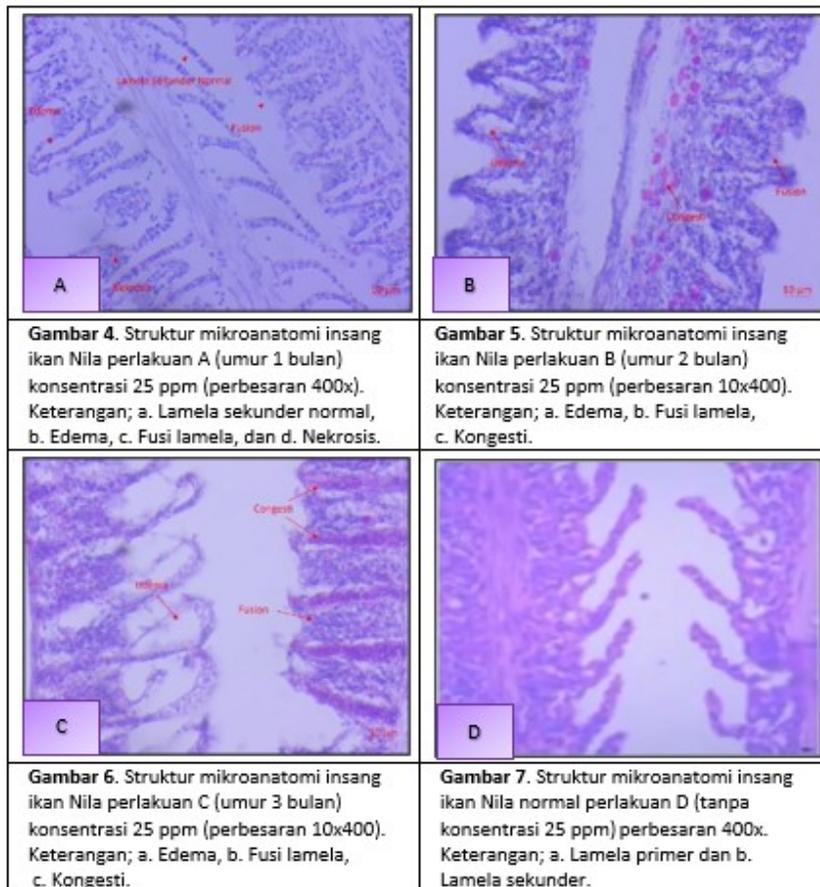
Terjadinya gambaran histologi organ insang pada perlakuan A, B, dan C kemungkinan disebabkan adanya kontak langsung antara zat toksik yaitu logam Pb (NO_3)₂ terhadap ikan Nila (*O. niloticus*). Menurut Nanang (2013) terjadinya kerusakan insang dari edema sampai ke tingkat nekrosis sebagai bentuk adaptasi sel untuk bertahan hidup akibat pengaruh dari bahan toksik, seperti bahan kimia dan logam berat.

Kerusakan edema perlakuan A, B, dan C tidak ada bedanya, karena terjadi di semua hewan uji dan berada pada lamela sekunder. Begitu pula dengan kerusakan fusi lamela yang terjadi pada lamela sekunder. Kerusakan kongesti hanya terjadi pada perlakuan B dan perlakuan C, namun terdapat perbedaan pada tempat kerusakannya. Perlakuan B terjadi pada lamela primer dan perlakuan C pada lamela sekunder.



Gambar 3. Rata-rata nilai akumulasi logam Pb (NO_3)₂ pada organ hati Ikan Nila (*O. niloticus*).

Sedangkan kerusakan nekrosis hanya terjadi pada perlakuan A. Yolanda *et al.* (2017) menambahkan bahwa paparan timbal dengan konsentrasi 25,06 mg/l pada ikan Nila dapat menyebabkan edema, nekrosis, hiperplasia lamela sekunder, dan fusi lamela pada insang.



Kerusakan edema perlakuan A, B, dan C (Gambar 4-6), disebabkan masuknya logam $Pb(NO_3)_2$ pada organ insang ikan Nila (*O. niloticus*) yang menyebabkan sel bersifat iritatif sehingga sel akan membengkak (Rennika *et al.*, 2013). Edema adalah pembengkakan sel yang diakibatkan masuknya logam $Pb(NO_3)_2$ pada organ insang atau penimbunan cairan secara berlebihan di dalam jaringan tubuh, di tandai dengan membran basal mulai meregang lepas, sel lacuna menyempit sehingga menyebabkan insang mengalami defisiensi fungsi dan kesulitan dalam proses pernafasan serta metabolisme tubuh mulai terganggu (Fitriawan *et al.*, 2011).

Ersa (2008) edema mengakibatkan penebalan jaringan epitel diujung filamen yang memperlihatkan bentuk seperti pemukul bisbol (*clubbing distar*). Penelitian Ida dkk. (2022) terjadi kerusakan insang ikan Nila yang terkontaminasi timbal (Pb) berupa edema lamela sekunder, hiperlasia, dan fusi lamela sekunder.

Kerusakan fusi lamela perlakuan A, B, dan C yang dipapar logam Pb (NO_3)₂ dengan konsentrasi 25 ppm (Gambar 4-6), terlihat adanya perlekatan antar lamela sekunder, maka kemungkinan akan menyebabkan luas permukaan insang dalam melakukan proses respirasi berkurang. Lamela sekunder sebagai bagian dari insang yang mempunyai peran penting, yaitu sebagai alat respirasi, osmoregulasi dan ekskresi yang sensitif terhadap perubahan fisik dan kimia lingkungan perairan dan mudah mengalami kerusakan akibat adanya pencemar di lingkungan meskipun dalam konsentrasi rendah (Yoon *et al.*, 2016).

Selain itu, fusi lamela diakibatkan adanya lendir yang berlebih pada insang sehingga menutup lamela sekunder. Lendir berlebih ini merupakan salah satu respon dari kelenjar mukus untuk melindungi organ insang dari Pb (NO_3)₂ yang masuk dalam bentuk ion ke dalam insang. Lendir berlebih akan menghambat pengambilan oksigen dari air. Fusi lamella juga merupakan level kerusakan berat karena fusi lamela merupakan kerusakan tahap lanjutan dari kerusakan hiperplasia (Utami *et al.*, 2017). Penelitian Titin dan Trianik (2015) insang ikan Nila yang terpapar timbal mengalami kerusakan fusi lamela sekunder dan kongesti lamela primer dan sekunder.

Sementara kerusakan kongesti (Gambar 5-6) hanya terjadi pada perlakuan B dan perlakuan C ditandai dengan benjolan kemerahan pada lamela primer dan lamela sekunder. Kerusakan kongesti disebabkan respon dari insang akibat logam Pb (NO_3)₂, sehingga terjadi peningkatan jumlah darah berlebih dalam pembuluh darah yang berujung pada kapiler darah membengkak.

Kongesti pada tingkat yang paling berat menyebabkan pembuluh darah pecah atau keluar dari sirkulasi kardiovaskuler (arteri, vena, dan kapiler), yang akhirnya akan mengakibatkan sel mati atau nekrosis disebabkan oleh trauma, agen-agen biologis (virus, bakteri, jamur, dan parasit), agen-agen kimia (Wikiandy dkk., 2013). Penelitian Arindina *et al.*, (2013) terjadi kerusakan pada insang hati ikan Patin akibat logam timbal (Pb) berupa edema, hiperplasia, kongesti, dan fusi lamela.

Kerusakan nekrosis organ insang ikan Nila (*O. niloticus*) hanya terjadi pada perlakuan A (Gambar), hal ini disebabkan imunitas dari hewan uji berumur 1 bulan sangat rentan terhadap bahan toksik logam Pb (NO_3)₂ yang terlihat dari rata-rata nilai akumulasi (Tabel 1). Nekrosis yang terjadi pada perlakuan A adalah nekrosis pada jaringan lamela sekunder, yang

menunjukkan rusaknya lamela sekunder sehingga bentuknya sudah tidak sempurna. Magfirah dkk. (2015) jika edema terjadi secara terus menerus akan berakibat kematian sel (nekrosis), karena sel kehilangan kemampuan untuk memperbaiki kerusakan yang ada. Penelitian Suci *et al.*, (2017) paparan timbal dengan konsentrasi berbeda mengakibatkan kerusakan insang ikan Nila berupa edema, hiperplasia lamela sekunder, kongesti, fusi lamela dan nekrosis.

Pada perlakuan D (tanpa konsentrasi 25 ppm) tampak normal (Gambar 7) ditandai lamela primer dan lamela sekunder dengan bentuk dan ukuran yang normal. Lamela primer bentuknya tipis, berupa dua garis melengkung ke belakang dan saling berhubungan. Lamela sekunder berbentuk setengah lingkaran mengelilingi semua bagian dari lamela primer Arindina *et al.*, (2013).

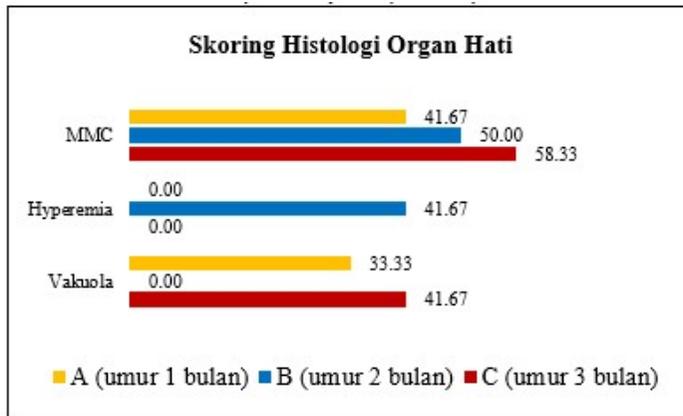
Histologi Pada Organ Hati

Hasil gambaran histologi organ hati ikan Nila (*O. niloticus*) dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil pengamatan histologi pada organ insang ikan Nila (*O. niloticus*).

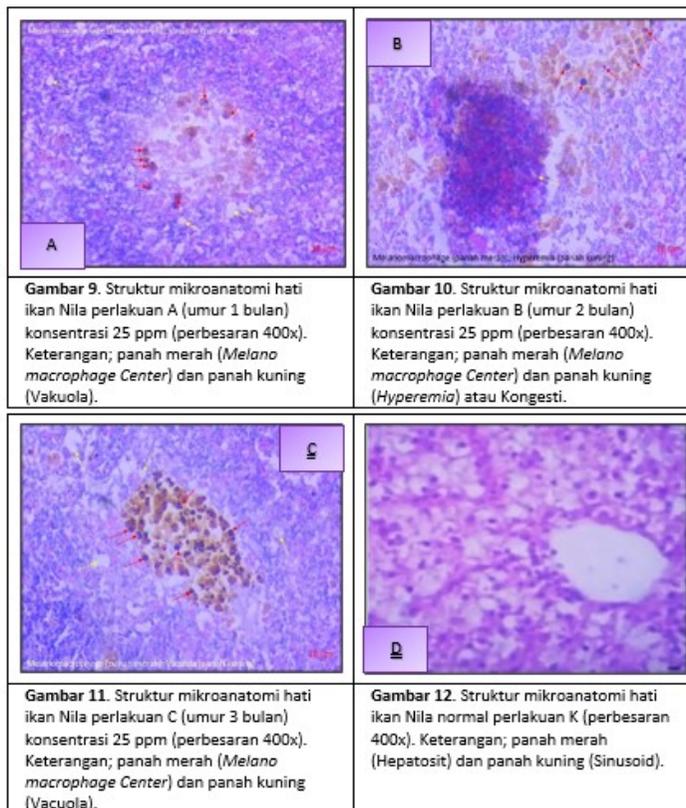
Perlakuan	Ulangan	Histologi Organ Hati		
		MMC	Hyperemia	Vakuola
A	A ₁	2	0	2
	A ₂	1	0	1
	A ₃	2	0	1
B	B ₁	1	2	0
	B ₂	2	2	0
	B ₃	3	1	0
C	C ₁	3	0	2
	C ₂	3	0	1
	C ₃	1	0	2

Kelainan yang teridentifikasi pada organ hati ikan Nila (*O. niloticus*) perlakuan A, B, dan C disebabkan adanya bahan toksik logam Pb (NO₃)₂ terhadap hewan uji. Masuknya zat toksik dapat menyebabkan penurunan aktivitas enzim untuk detoksifikasi racun. Hal tersebut mengakibatkan hepatosit mengalami gangguan fungsi dan perubahan struktur (Damayanti, 2010).



Gambar 4. Rata-rata nilai akumulasi logam Pb (NO₃)₂ pada organ hati Ikan Nila (*O. niloticus*).

Kerusakan organ hati ikan Nila (*O. niloticus*) perlakuan A, B, dan C yang diakibatkan bahan toksik dalam hati akan mengganggu kerja enzim-enzim biologis, serta mempengaruhi struktur histologis hati (Damayanti, 2010). Jika toksikan masuk secara terus menerus, besar kemungkinan hati akan jenuh terhadap toksikan, sehingga metabolisme dalam hati akan menurun.



Kerusakan *Melano macrophages Center* (MMC) perlakuan A, B, dan C (Gambar 9-11) disebabkan masuknya logam Pb (NO₃)₂ yang diakumulasi oleh organ pencernaan ikan Nila (*O. niloticus*) yaitu hati. Ersu (2008), MMC menandakan adanya peradangan yaitu kumpulan makrofag akibat respon perlindungan diri melawan invasi benda asing. Aktivitas makrofag pada organ hati merupakan biomarker histologis atas adanya kontaminan (Kalaiyarasi *et al.*, 2017). Penelitian Arindina *et al.*, (2013) kerusakan hati ikan Patin akibat logam (Pb) meliputi MMC, degenerasi lemak, dan nekrosis. Shobikhuliatul dan Sri (2018) pada hati ikan Lele yang terpapar Pb terjadi *Melano magrophages Center* (MMC) ditandai bagian yang meradang, terdapat sekumpulan makrofag disekitarnya.

Kerusakan vakuola pada perlakuan A dan perlakuan C (Gambar 9-11), terlihat ruang-ruang kosong pada sitoplasma dari sel adanya vakuola yang tampak membesar sehingga mendesak nukleus ke tepi sel (degenerasi hidrofili). Vakuola juga ditandai hepatosit membengkak yang menyebabkan penyempitan sinusoid dan sitoplasma tampak keruh. Kondisi ini memicu terjadinya pembengkakan sel akibat penimbunan air dalam sel hati (Jannah *et al.*, 2017). Endang (2015) efek toksik timbal (Pb) pada hati ikan Bandeng dengan konsentrasi 0,15 ppm terjadi kerusakan berupa vakuola. Heri dkk. (2021) kerusakan struktur histologi organ hati ikan Gelodok akibat timbal berupa kongesti pembuluh darah dan vakuola.

Kerusakan berupa hiperemia atau kongesti akibat kontaminasi logam (NO₃)₂ perlakuan B (Gambar 10) akibat buntutnya pembuluh darah yaitu karena terpapar oleh agen kimia seperti logam Pb Nitrat (NO₃)₂. Hiperemia merupakan kerusakan sel hati akibat peningkatan jumlah darah dan vasodilatasi pembuluh darah dengan munculnya reaksi peradangan setelah perubahan struktur biokimia sel oleh logam berat (Alifia, 2003). Triadayani *et al.*, (2010) kerusakan hati ikan Nila yang dipapar logam Pb dengan konsentrasi 0,10 ppm yaitu hemoragi dan kongesti. Endang (2015) efek toksik timbal (Pb) dengan konsentrasi 3,98 ppm pada ikan Bandeng mengakibatkan kerusakan hati berupa kongesti.

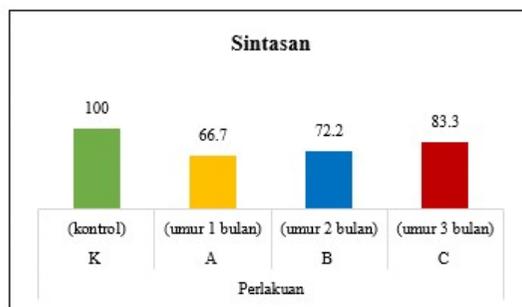
Perlakuan K (tanpa konsentrasi 25 ppm) tidak terdapat kerusakan pada organ hati (Gambar 12). Hal ini terlihat struktur organ hati yang masih lengkap dan belum mengalami perubahan. Jaringan hati ikan Nila (*O. Niloticus*) terlihat normal, hepatosit jelas dengan inti atau nukleus berbentuk bulat,

posisi sentralis dan sinusoid tampak jelas. Selain itu terlihat vena sentralis sebagai pusat lobulus tampak berbentuk bulat dan kosong.

Hati sebagai organ vital berfungsi bertanggungjawab mendetoksifikasi zat-zat berbahaya menjadi zat-zat tidak berbahaya, namun kemampuan detoksifikasi tersebut terbatas (Varsha dkk., 2013).

Sintasan

Hasil penelitian menunjukkan terjadi beragam nilai sintasan ikan Nila (*O. niloticus*) dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Rata-rata nilai akumulasi logam Pb (NO_3)₂ pada organ hati Ikan Nila (*O. niloticus*).

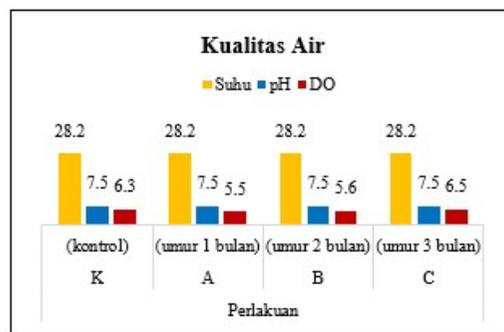
Sintasan ikan Nila (*O. niloticus*) menunjukkan bahwa terjadi keselarasan dengan rata-rata nilai akumulasi logam Pb (NO_3)₂ pada organ insang dan hati (Gambar 1-2) serta gambaran histologi pada organ insang dan hati (Gambar 3-8), artinya nilai sintasan yang diperoleh disebabkan oleh logam Pb (NO_3)₂ dan gambaran histologi organ insang dan hati. Nilai sintasan setiap perlakuan memperlihatkan bahwa masa pemeliharaan ikan Nila (*O. niloticus*) masih tergolong baik. Hal ini didukung oleh (Shofura *et al.*, 2018) tingkat sintasan >50% tergolong baik, sintasan 30-50% tergolong sedang, dan sintasan <50% tergolong tidak baik. Hasil analisis ragam (Anova) menunjukkan bahwa logam Pb Nitrat (NO_3)₂ berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap sintasan ikan Nila (*O. Niloticus*).

Dari pengamatan kondisi air pada wadah perlakuan A, B dan C, dimana terlihat menjadi keruh dan berbusa. Sehingga diduga kematian disebabkan konsentrasi logam Pb (NO_3)₂ telah melampaui batas toleransi dari ikan Nila (*O. niloticus*) yang mengalami gangguan dalam menyerap oksigen. Penyerapan logam Pb (NO_3)₂ dalam tubuh ikan Nila (*O. niloticus*) secara terus menerus melalui organ insang memberikan dampak kerusakan pada organ insang sehingga menimbulkan kematian. (Rennika *et al.*, 2013).

Logam Pb (NO_3)₂ merupakan logam nonesensial dalam kadar tinggi pada jaringan menyebabkan efek neorotosik sehingga ikan mengalami perubahan tingkah laku, penurunan laju pertumbuhan, dan kelangsungan hidup. Respon ikan Nila terhadap toksisitas logam Pb (NO_3)₂ yaitu ikan Nila (*O. niloticus*) menjadi hiper aktif, dan berusaha untuk melompat keluar kolam dikarenakan iritasi kulit, gangguan respirasi, kehilangan keseimbangan, megap-megap, melakukan gerakan yang tiba-tiba cepat, berputar-putar, berenang mundur, akumulasi mucus yang berlebihan, dan berakhir dengan kematian (Guedenon *et al.*, 2012).

Kualitas Air

Hasil pengukuran parameter kualitas air selama 7 hari pemeliharaan ikan Nila (*O. niloticus*) dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 6. Rata-rata nilai akumulasi logam Pb (NO_3)₂ pada organ hati Ikan Nila (*O. niloticus*).

Gambar 6 di atas menunjukkan bahwa, suhu air setiap perlakuan relatif sama yaitu 28,2°C, sehingga ikan Nila (*O. niloticus*) dapat hidup cukup baik. Magfirah dkk, (2015) konsentrasi logam berat terakumulasi dengan meningkatnya suhu lingkungan. Suhu sangat berperan dalam proses metabolisme di dalam tubuh ikan Nila (*O. niloticus*), peningkatan suhu mampu menurunkan daya tahan tubuh terhadap racun atau benda asing dari luar (Oktafiansyah, 2015).

pH air setiap perlakuan stabil yaitu pada pH 7,5. Oktafiansyah (2015) kenaikan nilai pH di perairan akan di ikuti dengan penurunan kelarutan logam berat, sehingga logam berat cenderung mengendap. Nilai pH dalam air wadah perlakuan dilengkapi penggunaan aerasi yang digunakan selama penelitian dapat menstabilkan nilai pH.

Oksiget terlarut (DO) setiap perlakuan berkisar antara 5,5 mg/l sampai 6,5 mg/l. Oktafiansyah (2015) ambang batas untuk oksigen terlarut kurang dari

20 mg/l. Supono (2015) oksigen terlarut merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kadar logam berat pada organisme air. Rendahnya kadar oksigen terlarut akan berakibat lajunya respirasi organisme air. Ikan akan memompa air lebih cepat, sehingga logam Pb (NO_3)₂ yang masuk ke dalam tubuh juga semakin banyak dan akan bertambahnya akumulasi dalam organ ikan Nila (*O. niloticus*).

PENUTUP

Hasil penelitian menunjukkan bahwa umur ikan Nila (*O. niloticus*) yang berumur 1 bulan lebih besar terakumulasi logam Pb (NO_3)₂ pada organ insang. Pada organ hati, ikan berumur 3 bulan lebih banyak mengakumulasi logam Pb (NO_3)₂. Ikan Nila (*O. niloticus*) yang dipapar logam Pb (NO_3)₂ dengan konsentrasi 25 ppm mengakibatkan kerusakan pada organ insang berupa edema, fusi lamela, kongesti, dan nekrosis. Pada organ hati berupa *Melano macrophages Center* (MMC), vakuola, dan hyperemia. Logam Pb (NO_3)₂ dengan konsentrasi 25 ppm berpengaruh nyata terhadap sintasan ikan Nila (*O. niloticus*).

REFERENSI

- Arindina Azzahwaani Mutiara, Ike Rustikawati, Titin Herawati. 2013. Akumulasi Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Serta Kerusakan Pada Insang, Hati, dan Daging Ikan Patin (*Pangasius sp.*) Di Waduk Saguling. Jurnal Perikanan dan Kelautan, Vol.4.
- Damayanti, F.N. 2010. Pengaruh Pencemaran Logam Berat terhadap Kondisi Histologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus Linn*) dalam Keramba Jaring Apung Di Blok Jangari Waduk Cirata. Skripsi. Universitas Padjadjaran. Jatinangor.
- Darmono.1995. Logam Dalam Sistem Biologi Mahluk Hidup. UI-Press: Jakarta.
- Desak Wira Triana Wandari, L Wayan Restu, Endang Wulandari Suryaningtyas. 2018 Studi Histopatologi Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Ditinjau Dari Kadar Ammonia (NH_3) Di Danau Batur Bali. Jurnal Metamorfosa. Udayana University.
- Ersa, I.M. 2008. Gambaran Histopatologi Insang, Usus, dan Otot Pada Ikan Mujair (*Oreochromis mossabicus*) di Daerah Cimpea, Bogor. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Fatikhah, A. M. M. 2014. Uji Toksisitas dan Perubahan Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus* Var.) Yang Dipapar Timbal Asetat. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang. Semarang
- Hoole, D., D. Bucke, P. Burgess dan I. Welby. 2001. *Disease of Carp and Other Cyprinid Fishes*. Blackwell Sciense Ltd: United Kingdom.
- Magfirah, M., Adhar, S., & Ezraneti, R. (2015). Efek surfaktan terhadap pertumbuhan, kelangsungan hidup dan struktur jaringan insang benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 2(2), 90-96.
- Rahayu, N. I., Rosmaidar, R., Hanafiah, M., Karmil, T. F., Helmi, T. Z., & Daud, R. (2017). Pengaruh paparan timbal (Pb) terhadap laju pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 1(4), 658-665.
- Rauzatul Jannah, Rosmaidar, Nazaruddin, Winaruddin, Ummu Balqis, dan T. Armansyah. 2017. Pengaruh Paparan Timbal (Pb) Terhadap Histopatologis Hati Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *JIMVET*. 01(4):742-748. Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala.
- Suparjo, M. N. 2010. Kerusakan Jaringan Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Akibat Deterjen. Jurusan Saintek Perikanan. Vol 5 (2) hal1-7.
- Tridayani, A. E., R. Aryawati, dan G. Diansyah. 2010. Pengaruh Logam Timbal (Pb) Terhadap Jaringan Hati Ikan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*). *Maspari Journal*. 01(1): 42-47.
- Zulkarnain Musada. 2020. Status Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Di Sungai Tallo Menggunakan Bioindikator Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Yang Di Kultur Di Keramba Jaring Apung. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Bosowa. Makassar.