

Morfometrik Sistem Pencernaan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Dipapar Limbah Cair Kelapa Sawit

Digestive System Morphometrics of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Exposed to Palm Oil Mill Effluent

**Yusrizal Akmal^{*)}, Cut Mutia Sena Devi¹, Muliari¹, Rindhira Humairani¹,
Ilham Zulfahmi²**

^{*)} Email: drh.yusrizal.akmal.msi@gmail.com

¹⁾ Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian, Universitas Almuslim, Jalan Almuslim, Kabupaten Bireuen, Aceh 24261

²⁾ Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh, 23111

ABSTRAK

Limbah cair adalah salah satu dampak negatif dari industri pengolahan kelapa sawit yang dapat menimbulkan gangguan terhadap ekosistem perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kondisi morfometrik sistem digesti ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar limbah cair kelapa sawit. Penelitian dilaksanakan pada April sampai Juli 2020. Ikan nila berukuran panjang 4-7 cm dengan bobot rata-rata 3-8 gram dengan jumlah ikan setiap perlakuan sebanyak 160 ekor. Tahapan penelitian meliputi pemeliharaan ikan, pemberian limbah cair kelapa sawit, dan pengamatan morfometrik sistem pencernaan. Ikan dipaparkan limbah cair kelapa sawit dengan konsentrasi 0 mL.L-1, 47 mL.L-1, 70,4 mL.L-1, dan 94 mL.L-1 selama 64 hari. Analisis dilakukan terhadap *Gastro Somatic Index* (GaSI), *Intestine Somatic Index* (ISI), *Relative Gut Lengths* (RGL), *Relative Intestine Lengths* (RIL), dan *Hepato Somatic Index* (HSI). Hasil penelitian menunjukkan limbah cair kelapa sawit dapat mempengaruhi morfometrik sistem pencernaan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Paparan limbah cair kelapa sawit dengan konsentrasi 94 mL.L-1 juga berpengaruh terhadap GaSI sebesar 2,40%, ISI sebesar 5,49%, dan RIL sebesar 549,11%. Pada perlakuan pada konsentrasi limbah cair kelapa sawit sebesar 70,4 mL.L-1 mempengaruhi HSI sebesar 1,70%. Namun, paparan limbah cair kelapa sawit tidak mempengaruhi RGL. Kandungan limbah cair kelapa sawit dapat mengganggu metabolisme sel lambung, usus serta hati, selain itu tingginya konsentrasi limbah dapat merusak lapisan lambung dan usus sehingga terjadinya penurunan nafsu makan.

Kata kunci: morfometrik; sistem pencernaan; limbah cair; kelapa sawit; *Oreochromis niloticus*.

ABSTRACT

Liquid waste is one of the negative impacts of the oil palm processing industry, which can disrupt aquatic ecosystems. This study aims to describe the morphometric conditions of the digestion system of tilapia (*Oreochromis niloticus*) exposed to palm oil wastewater. The study was conducted from April to July 2020. Tilapia measuring 4-7 cm in length with an average weight of 3-8 grams with 160 fish per treatment. The stages of the research included raising fish, giving oil palm liquid waste, and observing the morphometric digestion system. Fish were exposed to oil palm wastewater with concentrations of 0 mL.L-1, 47 mL.L-1, 70.4 mL.L-1, and 94 mL.L-1 for 64 days. The analysis was carried out on the *Gastro Somatic Index* (GaSI), *Intestine Somatic Index* (ISI), *Relative Gut Lengths* (RGL), *Relative Intestine Lengths* (RIL), and *Hepato Somatic Index* (HSI). The results showed that palm oil wastewater could affect the morphometric digestion of tilapia (*Oreochromis niloticus*). Palm oil wastewater with a concentration of 94 mL.L-1 also affected the GAS of 2.40%, the ISI of 5.49%, and RIL of 549.11%. In the treatment, the concentration of oil palm liquid waste was 70.4 mL. L-1 affected the HSI by 1.70%. However, exposure to palm oil wastewater does not affect RGL. The content of palm oil liquid waste can disrupt the metabolism of the stomach, intestinal,

and liver cells. The high concentration of waste can damage the lining of the stomach and intestines, resulting in decreased appetite.

Keywords: *morphometric; digestive system; palm oil waste; Oreochromis niloticus.*

I. PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) merupakan komoditas perkebunan yang cukup penting dalam sebuah pembangunan daerah. Transaksi berupa ekspor dan impor di Indonesia adalah kegiatan ekonomi yang penting karena menjadi sumber pendapatan devisa, mampu menciptakan kesempatan kerja ataupun membuat lapangan pekerjaan, dan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat dalam proses pengelolaan produksi (Hajar, *et al.*, 2020). Produk minyak kelapa sawit digunakan untuk industri penghasil minyak goreng, minyak industri, bahan bakar, industri kosmetik, dan farmasi. Luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia tahun 2005 seluas 4.520.600 ha, dan terjadi peningkatan yang cukup besar pada tahun 2010 yaitu menjadi 8.430.027 ha (BPS, 2011).

Jumlah produksi kelapa sawit di Indonesia setiap tahun terus mengalami peningkatan. Luas area perkebunan kelapa sawit di Provinsi Aceh mencapai 233.430 Ha dengan produksi 455.184 ton/tahun, sedangkan di Kabupaten Bireuen luas area 3.109 Ha dengan produksi 3.602 ton/tahun (BKPM, 2015). Limbah cair kelapa sawit memiliki potensi sebagai bahan pencemar lingkungan. Kelapa sawit memiliki kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), dan padatan tersuspensi yang tinggi (Chan, *et al.*, 2013). Limbah cair kelapa sawit mengandung sekitar 4000 mg.L⁻¹ minyak dan lemak, 50.000 mg.L⁻¹ COD, 18.000 mg.L⁻¹ padatan tersuspensi (Ahmad, *et al.*, 2003). Kandungan BOD dalam limbah cair kelapa sawit antara 21.500–28.500 mg.L⁻¹, COD antara 45.000–65.000 mg.L⁻¹, dan *Total Suspended Solid* (TSS) berkisar antara 15.660 –23.560 mg.L⁻¹ (Wong, *et al.*, 2009). Sedangkan kandungan minyak dan lemak pada limbah cair kelapa sawit menurut Ahmad, *et al.* (2003) mencapai 4000 mg.L⁻¹ dengan pH antara 3.4 –4.7 (Belo, *et al.*, 2013).

Salah satu dampak negatif yang ditimbulkan dari industri limbah cair kelapa sawit, paparan limbah cair kelapa sawit dapat menyebabkan penurunan konsentrasi estradiol dan testosteron pada ikan nila. Terjadinya penurunan hormon mengakibatkan penurunan kandungan lemak total pada gonad ikan (Muliari, *et al.*, 2019). Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu spesies ikan yang sangat berpeluang terkontaminasi limbah cair kelapa sawit. Hal ini disebabkan oleh karakteristik seperti distribusinya yang luas dilingkungan perairan dan tersedia pada berbagai stadia sepanjang musim (Zulfahmi, *et al.*, 2014). Selain itu, ikan ini juga mudah diaklimatisasikan pada kondisi laboratorium dan memiliki nilai komersial yang tinggi, sehingga dinilai sangat cocok untuk dijadikan hewan uji toksisitas.

Ikan nila telah digunakan secara luas sebagai hewan uji dalam rangka menganalisis efek berbagai polutan terhadap kondisi biometrik, fisiologi, histopatologi, dan hormon (Zulfahmi, *et al.*, 2014; Dewi, *et al.*, 2020; Supriyono dan Nirmala, 2017; Muliari, *et al.*, 2020a). Oleh karena itu, ikan nila dewasa dapat digunakan sebagai biomarker kesehatan ekosistem lingkungan (Guevarra, *et al.*, 2020). Upaya mengkaji lebih dalam dan komperhensif toksisitas limbah cair kelapa sawit terhadap organisme akuatik khususnya ikan

masih sangat perlu dilakukan. Hal ini disebabkan karena perairan Indonesia terutama perairan daratan sangat rentan terkontaminasi limbah cair kelapa sawit. Selain itu limbah rumah tangga dan pertanian turut memberikan dampak negatif terhadap kesuburan perairan (Akmal, *et al.*, 2021). Paparan limbah cair kelapa sawit menyebabkan abnormalitas dan malformasi larva ikan nila (Muliari, *et al.*, 2020b). Disamping itu, kajian toksisitas subkronik limbah sebagai uji praklinik dilakukan untuk mengidentifikasi ciri fisik maupun organ yang diberikan senyawa uji secara berulang dalam waktu tertentu, yaitu selama 28 atau 90 hari (Casarett, *et al.*, 2001).

Namun demikian, kesehatan ikan nila juga dapat mencerminkan status kesehatan lingkungan akuatik secara keseluruhan. Perubahan fisiologi dan morfologi pada ikan dapat diakibatkan oleh paparan polutan dan pemicu stres di lingkungan pada tingkat kronis dan sublethal (Zulfahmi dan Akmal, 2020). Kontaminasi polutan dalam tubuh organisme akuatik terutama ikan dapat terjadi melalui penetrasi kulit, pernapasan, serta konsumsi makanan yang sudah terkontaminasi (Hidayah, *et al.*, 2014). Kajian terhadap perubahan parameter biometrik biota uji serta tingkat gangguan fisiologis dan kerusakan jaringan yang termasuk warna tubuh, sistem pencernaan seperti lambung, hati, dan usus ikan nila untuk memantau kesehatan ekosistem perairan (Nehemia, *et al.*, 2012). Paparan limbah yang terpapar di lingkungan perairan mempengaruhi sistem pencernaan pada ikan (Dane dan Sisman, 2020). Bahan pencemar yang masuk kedalam tubuh organisme dapat menyebabkan terakumulasinya dalam jaringan, terutama di organ-organ pencernaan yang sensitif terhadap pencemaran lingkungan perairan. Ini akan menyebabkan organ-organ tersebut mengalami kerusakan (Siregar, *et al.*, 2012). Ikan nila memiliki lambung dan usus yang kecil dan berpola sirkuler. Panjang usus pada ikan nila sekitar 4 hingga 6 kali panjang tubuh. Pada perpanjangan tersebut, usus menyediakan permukaan yang luas untuk mencerna dan menyerap nutrisi (Tengjaroenkul, 2000).

Kajian kondisi biometrik ikan telah banyak digunakan untuk mendeteksi dan menganalisis efek negatif polutan terhadap kesehatan ikan (Zulfahmi, *et al.*, 2017). Karakteristik morfometrik ikan tidak hanya dipengaruhi oleh faktor genetiknya, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Akmal, *et al.*, 2019). Selain itu perbedaan karakteristik habitat dan perilaku makan dan jenis ikan memiliki kaitan erat dengan variasi bentuk beberapa organ anatomi (Ernita, *et al.*, 2020). Beberapa faktor lingkungan yang mempengaruhi karakteristik morfologi ikan adalah temperatur, salinitas, oksigen terlarut, radiasi, kedalaman air, kecepatan arus, dan ketersediaan makanan (Antonucci, *et al.*, 2012). Secara patologi anatomi, perubahan-perubahan yang terjadi pada organ ikan akibat paparan polutan cenderung mudah untuk diamati dan dapat disajikan dalam waktu yang cepat (Fanta, *et al.*, 2003). Perubahan secara patologi anatomi yang dikaitkan dengan kesehatan ikan telah banyak dilaporkan diantaranya *Carassius auratus auratus* (Kismiyati, *et al.*, 2016). Cahyani, *et al.* (2016) juga menjelaskan umur, jenis kelamin, makanan, dan lingkungan hidup, mempengaruhi pengukuran morfometrik. Walaupun demikian, sejauh ini, kajian terkait toksisitas limbah cair kelapa sawit terhadap kondisi morfometrik sistem digesti ikan nila masih belum diungkap. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kondisi morfometrik sistem digesti ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar limbah cair kelapa sawit.

II. METODE PENELITIAN

Waktu penelitian ini dilaksanakan mulai bulan April sampai Juli 2020. Ikan nila yang digunakan pada penelitian ini memiliki bobot total $\pm 3-8$ gram dengan panjang total mencapai $\pm 4-7$ cm. Tahapan penelitian meliputi pemeliharaan ikan, pemberian limbah cair kelapa sawit dilakukan di Laboratorium Basah Akuakultur Universitas Almuslim. Pengamatan morfometrik sistem pencernaan dilakukan di Laboratorium MIPA Universitas Almuslim Bireuen Aceh.

Limbah cair kelapa sawit yang digunakan berasal dari pabrik kelapa sawit PT Syaukath Sejahtera yang berlokasi di Gampong Cot Jabet Kecamatan Geurugok, Kabupaten Bireuen. Ikan uji yang diperoleh dari pemancingan Puspa Gading di wilayah Bireuen Aceh. Jumlah ikan setiap perlakuan sebanyak 160 ekor, dengan total ikan nila sebanyak 640 ekor dalam 4 perlakuan.

Tahapan pemberian limbah cair kelapa sawit yaitu masing-masing perlakuan diberikan dosis yang berbeda-beda, perlakuan A (0 mL.L^{-1} limbah cair kelapa sawit), perlakuan B (47 mL.L^{-1}), perlakuan C ($70,4 \text{ mL.L}^{-1}$), dan perlakuan D (94 mL.L^{-1}). Wadah pemeliharaan berukuran $60 \times 40 \times 30$ cm dengan volume air sebanyak 32 liter, diberi aerasi dan pencahayaan. Masa aklimatisasi berlangsung selama tujuh hari. Selanjutnya pemaparan limbah cair kepala sawit dengan konsentrasi berbeda, setiap perlakuan ke dalam wadah pemeliharaan sudah diisi air sekitar 20 liter selama 64 hari. Pemberian pakan ikan berupa pelet sebanyak 3% dari bobot tubuh ikan dengan frekuensi pemberian pakan 3 kali sehari yaitu pukul 08.00, 12.00, 16.00 WIB serta dilakukan penyiponan selama 2 hari sekali saat pemeliharaan.

1. Analisis morfometrik

Ikan uji setelah masa pemaparan selesai dipindahkan dari wadah pemeliharaan dan dianestesi dengan perendaman menggunakan minyak cengkeh dengan konsentrasi 3 ml/10 L. Organ pencernaan ikan dipisahkan menggunakan alat bedah, kemudian diletakkan dalam wadah. Pengukuran organ pencernaan menggunakan kaliper (jangka sorong) dengan ketelitian 0,01 mm dimulai lambung sampai anus. Setiap organ ditimbang menggunakan timbangan digital 0,01 g. Pengukuran parameter sistem pencernaan berupa bobot tubuh ikan, lambung, dan hati, usus, sedangkan pengukuran panjang diukur adalah lambung, usus, hati, serta tubuh ikan. Setiap data sistem pencernaan didokumentasikan menggunakan kamera digital (Canon EOS 400D Japan).

Parameter pengamatan pada penelitian ini adalah GaSI (*Gastro Somatic Index*) dalam % untuk mengetahui hubungan antara berat lambung dengan berat ikan, juga dapat membantu kondisi makan ikan agar tidak berlebihan. Hubungan antara berat lambung, berat ikan dihitung berdasarkan Persamaan 1 (Bhatnagar dan Karamchandani, 1970).

$$\text{GaSI} = \frac{\text{BL (gr)}}{\text{BT (gr)}} \times 100\% \text{ ----- (1)}$$

BL adalah berat lambung ikan (g) dan BT adalah berat tubuh (g)

Parameter ISI (*Intestine Somatic Index*) dalam %, untuk mengetahui hubungan antara berat usus dengan berat ikan. Perhitungan ISI dengan persamaan 2 (Wu, *et al.* 2011).

$$ISI = \frac{BU \text{ (gr)}}{BT \text{ (gr)}} \times 100\% \text{ ----- (2)}$$

BU adalah berat usus ikan(g) dan BT adalah berat tubuh ikan (g).

Parameter RGL (*Relative Gut Lenghts*) dalam % untuk memahami kolerasi ukuran panjang lambung keseluruhan. Perhitungan RGL berdasarkan Persamaan 3 (Bhatnagar dan Karamchandani, 1970).

$$RGL = \frac{PL \text{ (cm)}}{PT \text{ (cm)}} \times 100\% \text{ ----- (3)}$$

PL adalah panjang lambung (cm) dan PT merupakan panjang total tubuh ikan (cm).

Parameter RIL (*Relative Intestine Lenghts*) untuk mengetahui panjang usus secara keseluruhan. RIL dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 4 (Wu, *et al.* (2011).

$$RIL = \frac{PU \text{ (cm)}}{PT \text{ (cm)}} \times 100\% \text{ ----- (4)}$$

PU adalah panjang usus (cm) dan PT merupakan panjang total tubuh ikan (cm).

Parameter HSI (*Hepato Somatic Index*) yaitu nilai kuantitatif yang dapat menggambarkan pertambahan bobot hati seiring dengan perkembangan lambung dan usus ikan. Selanjutnya HSI dengan persamaan 5 menurut Wootton, *et al.* (1978).

$$HSI = \frac{Wh}{W} \times 100\% \text{ ----- (5)}$$

Wh merupakan bobot hati (g), dan W adalah Bobot tubuh ikan (g)

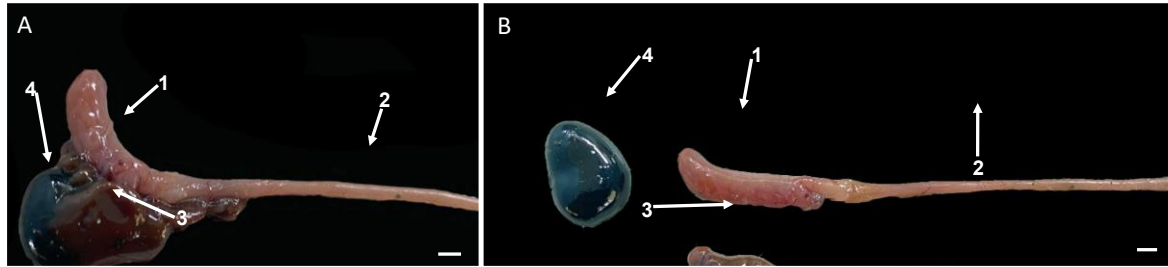
Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk nilai rata-rata dan standar deviasi. Analisis data terhadap parameter GaSI, ISI, RGL, RIL, dan HSI antar perlakuan dilakukan menggunakan analisis varian satu arah (*one way-anova*) pada selang kepercayaan 95%. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 22 versi Windows.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. *Gastro Somatic Index (GaSI)*

Hasil pengukuran GaSI pada perlakuan pemberian limbah kelapa sawit cair sebesar 94 mL.L⁻¹ menunjukkan nilai GaSI tertinggi yaitu 2,40%, sedangkan pada perlakuan pemberian limbah kelapa sawit cair sebesar 47 mL.L⁻¹ menunjukkan nilai terendah yaitu 1,45%. Perlakuan pemberian limbah kelapa sawit cair sebesar 94 mL.L⁻¹ meningkat akibat dosis limbah cair kelapa sawit yang diberikan lebih tinggi dibandingkan yang lain, maka ikan pada perlakuan pemberian limbah kelapa sawit cair sebesar 94 mL.L⁻¹ membuat lambung ikan nila mengalami pembengkakan, dan warna lambung pucat tidak segar (Gambar 1).

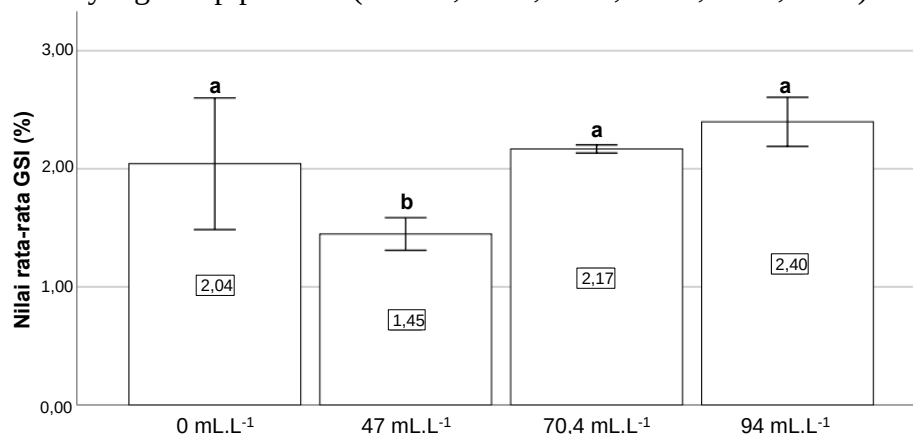
Hasil uji anova menunjukan bahwa pada pemberian paparan limbah cair kelapa sawit memiliki konsentrasi yang berbeda, maka menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap GaSI ikan nila, dengan $F_{hit} (7,013) \geq F_{sig} (0,006)$. Pada uji lanjut Beda Nyata Terkecil terhadap pengukuran GaSI bahwa pemberian limbah kelapa sawit cair sebesar 47 mL.L⁻¹ menunjukan perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan (Gambar 2).



Gambar 1. Morfologi sistem pencernaan ikan nila *insitu* (A), Morfologi setiap organ pencernaan (B) di akhir masa pemaparan (64 hari) limbah cair kelapa sawit. Ket: Lambung mengalami pembengkakan (1), perubahan warna usus (2), hati mengalami pembengkakan (3), dan peningkatan akumulasi cairan empedu (4). Skala bar: 2 mm.

Lambung ikan yang terpapar limbah cair kelapa sawit akan mengalami kerusakan berupa terjadinya pembengkakan yang menyebabkan nilai GaSI meningkat. Peningkatan nilai GaSI terjadi karena adanya limbah cair kelapa sawit dengan konsentrasi yang cukup tinggi dan melebihi toleransi tubuh ikan. Sel mukosa yang ada di seluruh permukaan lambung akan mensekresi lendir yang berlebih dan akan menutupi seluruh permukaan lambung. Kondisi seperti ini membuat ikan kehilangan nafsu makan karena proses pencernaannya (Ezraneti dan Windarti, 2015).

Walaupun terjadi peningkatan nilai GaSI pada ikan yang dipapar polutan, perilaku makannya malah menunjukkan peningkatan intensitas makan yang tinggi (Quang, *et al.*, 2018). Menurut Kurbah dan Bhuyan (2018), penurunan nilai GaSI disebabkan oleh beberapa faktor, seperti tidak tersedianya bahan makanan. Selain itu faktor abiotik seperti suhu dan kekeruhan (Abbas, 2010). Limbah cair kelapa sawit akan menyebabkan air menjadi keruh sebesar 74,7 NTU yang disebabkan oleh kandungan COD, BOD, dan padatan tersuspensi yang tinggi sehingga dapat menurunkan kesuburan suatu perairan dan akan berpengaruh pada organisme yang hidup perairan (Irawati, *et al.*, 2011; Chan, *et al.*, 2013).

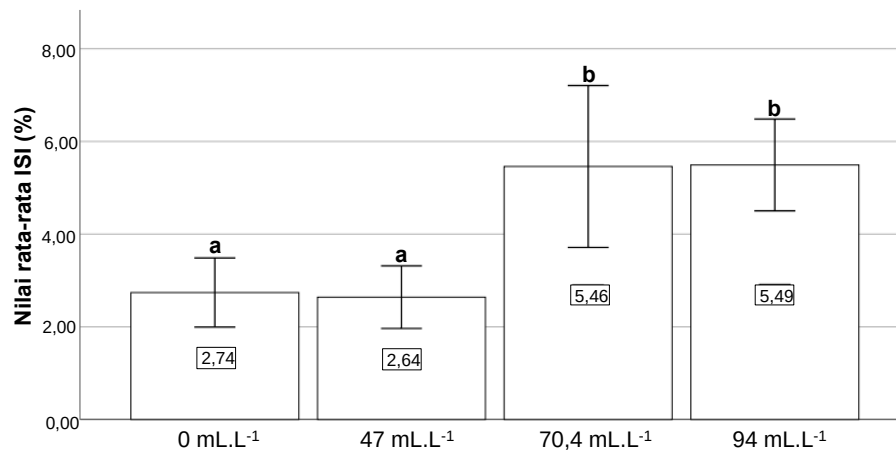


Gambar 2. Nilai rata-rata *Gastro Somatic Index* ikan nila yang dipapar limbah cair kelapa sawit berbagai konsentrasi di akhir masa pemaparan (64 hari).

2. *Intestine Somatic Index* (ISI)

Nilai ISI pada perlakuan pemberian limbah kelapa sawit cair sebesar 94 mL.L⁻¹ menunjukkan nilai ISI tertinggi yaitu 5,49%, sedangkan nilai rata-rata terendah terdapat pada perlakuan pemberian limbah kelapa sawit cair sebesar 47 mL.L⁻¹ yaitu 2,64% (Gambar 3).

Perlakuan pemberian limbah kelapa sawit cair sebesar 94 mL.L⁻¹ meningkat akibat dosis limbah cair kelapa sawit yang diberikan lebih tinggi di bandingkan yang lain, maka ikan pada perlakuan pemberian limbah kelapa sawit cair sebesar 94 mL.L⁻¹ mengalami penurunan nafsu dan terdapat banyak kotoran di dalam ususnya serta mengalami perubahan warna sangat pucat. Hasil uji anova menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap ISI ikan nila, $F_{hit} (8,217) \geq F_{sig} (0,003)$. Pada uji lanjut BNT terhadap pengukuran berat usus secara keseluruhan pada ikan nila menunjukkan bahwa perlakuan pemberian limbah kelapa sawit cair sebesar 70,4 mL.L⁻¹ dan 94 mL.L⁻¹ menunjukkan perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan.



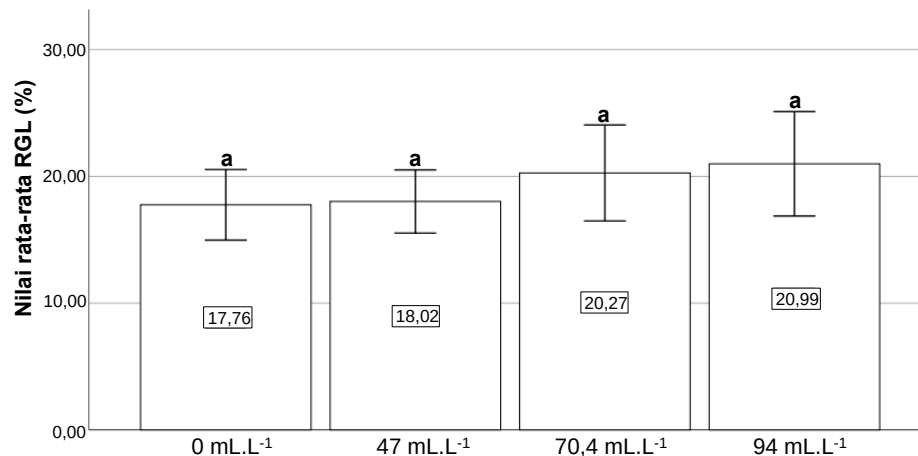
Gambar 3. Nilai rata-rata *Intestine Somatic Index* ikan nila yang dipapar limbah cair kelapa sawit berbagai konsentrasi di akhir masa paparan (64 hari).

Pada ikan yang terpapar limbah cair kelapa sawit, ususnya akan mengalami kerusakan. Hal ini terlihat dari hasil pengamatan yang menunjukkan warna yang pucat dan banyak terdapat kotoran. Ini menyebabkan nilai ISI meningkat (Gambar 3). Peningkatan nilai ISI terjadi karena limbah cair kelapa sawit dengan konsentrasi yang cukup tinggi dan melebihi toleransi tubuh ikan. Aktivitas enzim usus diduga menurun setelah masuknya paparan limbah cair kelapa sawit. Salah satu pemicu penurunan enzim adalah terjadinya peningkatan stress oksidatif yang diakibatkan paparan zat berbahaya seperti hidroperoksida, nitrit dan nitrat, logam berat, polutan organik yang persisten, serta mikotoksin (Surai dan Fisinin, 2015). Nilai ISI pada ikan yang diberikan suplementasi pakan tepung daun kelor terjadi peningkatan pada masa pemeliharaan diikuti dengan peningkatan indeks stres (Elabd, *et al.*, 2019). Sebaliknya penurunan nilai ISI disebabkan oleh beberapa faktor, seperti penghambatan pergerakan dinding usus dan berkurangnya permeabilitas kapiler dalam rongga perut. Penghambatan pergerakan dinding usus menyebabkan penurunan laju ekskresi, berupa buangan ikan (Suwandi, *et al.*, 2012).

3. *Relative Gut Lengths (RGL)*

Pemberian limbah kelapa sawit cair sebesar 94 mL.L⁻¹ menunjukkan nilai tertinggi RGL sebesar 20,99%, sedangkan perlakuan pemberian limbah kelapa sawit cair sebesar 0 mL.L⁻¹ menunjukkan nilai rata-rata terendah sebesar 17,76% (Gambar 4). Perlakuan pemberian limbah kelapa sawit cair sebesar 94 mL.L⁻¹ meningkat akibat dosis limbah cair

kelapa sawit sangat besar. Akibatnya, kondisi ukuran morfometrik ikan nila berbeda-beda dan tidak seragam karena ikan tersebut mengalami penurunan nafsu makan. Hasil uji anova menunjukkan bahwa pada pemberian paparan limbah cair kelapa sawit dengan konsentrasi yang berbeda menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap RGL ikan nila, $F_{hit} (0,921) \geq F_{sig} (0,460)$.

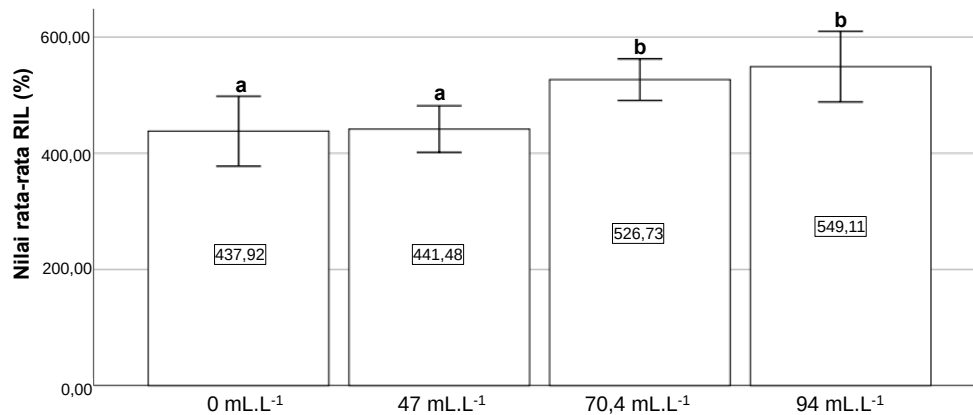


Gambar 4. Nilai rata-rata *Relative Gut Lengths* (RGL) ikan nila yang dipapar limbah cair kelapa sawit berbagai konsentrasi di akhir masa pemaparan (64 hari).

RGL pada ikan nila yang terpapar limbah cair kelapa sawit akan mengalami kerusakan lapisan mukosa dan epital kolumnar. Berdasarkan penelitian Ghanbahadur dan Ghanbahadur, (2012), kerusakan pada lambung ikan yang terpapar oleh endosulphan dan phosphamidon menyebabkan terjadinya kerusakan epitel kolumnar, nekrosis sel sub mukosa, hipertrofi, serta pendarahan lamina propia. Menurut, Fariedah, *et al.* (2017) nilai RGL dapat dijadikan indikator kebiasaan makanan ikan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata panjang usus relatif ikan nila pada setiap perlakuan mencapai 2 kali sampai 3 kali panjang total tubuh ikan. Panjang usus ikan sangat dipengaruhi oleh filogeni, umur ikan, jenis makanan yang dikonsumsi serta kondisi fisiologis ikan (Muliari, *et al.*, 2019).

4. *Relative Intestine Lengths* (RIL)

Nilai RIL pada perlakuan pemberian limbah kelapa sawit cair sebesar 94 mL.L⁻¹ menunjukkan nilai RIL tertinggi yaitu 549,11%, sedangkan nilai rata-rata terendah terdapat pada perlakuan pemberian limbah kelapa sawit cair sebesar 0 mL.L⁻¹ yaitu 437,92% (Gambar 5). Hasil uji anova menunjukkan bahwa pada pemberian paparan limbah cair kelapa sawit dengan konsentrasi yang berbeda menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap RIL ikan nila, $F_{hit} (5,172) \geq F_{sig} (0,016)$. Peningkatan RIL pada perlakuan pemberian limbah kelapa sawit cair sebesar 94 mL.L⁻¹ yang diakibatkan oleh paparan limbah cair kelapa sawit yang diberikan lebih tinggi dibandingkan yang lain, maka ikan pada perlakuan pemberian limbah kelapa sawit cair sebesar 94 mL.L⁻¹ mengalami penurunan nafsu makan akibat kualitas air yang buruk sehingga terganggu metabolisme pencernaan dilambung (Gambar 5).



Gambar 5. Nilai rata-rata *Relative Intestine Lengths* (RIL) ikan nila yang dipapar limbah cair kelapa sawit berbagai konsentrasi di akhir masa paparan (64 hari).

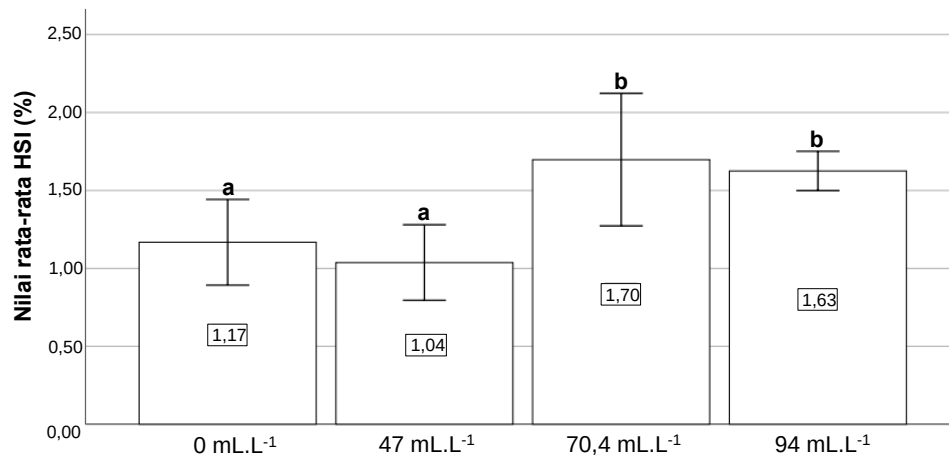
Nilai RIL yang tinggi pada ikan nila yang terpapar limbah cair kelapa sawit akan mengalami kerusakan sehingga nilai RIL meningkat. Ini menunjukkan bahwa terganggunya mekanisme fisiologis dalam mengatur penyerapan makanan (Pyle, *et al.*, 2005). Paparan limbah cair kelapa sawit berdampak negatif terhadap panjang usus dan beberapa bagian mengalami pembengkakan. Beberapa hasil penelitian tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap panjang usus akibat penambahan minyak cengkeh dalam pakan (Pratiwi, *et al.*, 2017) dan ikan mas (Silvianti, *et al.*, 2017).

5. *Hepato Somatic Index* (HSI)

Berdasarkan hasil penelitian pada perlakuan pemberian limbah kelapa sawit cair sebesar 70,4 mL.L⁻¹ menunjukkan nilai HSI tertinggi yaitu 1,70%, sedangkan nilai rata-rata terendah terdapat pada perlakuan pemberian limbah kelapa sawit cair sebesar 47 mL.L⁻¹ yaitu 1,04% (Gambar 6). Perlakuan pemberian limbah kelapa sawit cair sebesar 70,4 mL.L⁻¹ terjadi peningkatan karena hati mengalami pembengkakan akibat paparan limbah cair kelapa sawit, dan warna hati pucat serta tidak segar (Gambar 1). Hasil uji anova menunjukan bahwa pada pemberian paparan limbah cair kelapa sawit dengan konsentrasi yang berbeda, menunjukan pengaruh berbeda nyata terhadap HSI ikan nila, $F_{hit} (5,210) \geq F_{sig} (0,016)$.

Peningkatan nilai HSI terjadi karena terjadi kerusakan pada bagian hati. Hinton dan Lauren (1990) menyatakan bahwa tingginya nilai HSI terjadi akibat pembengkakan sel hati yang merupakan bagian integral adaptasi terhadap kerusakan sel akibat paparan polutan. Selain itu, turunnya aktivitas enzim yang berada didalam hati akan menyebabkan terganggunya proses metabolisme di dalam hati. Ini berdampak pada turunnya bobot hati. Organ hati sangat sensitif terhadap paparan dari berbagai toksikan yang berada di lingkungan perairan. Organ ini dapat menunjukan gejala perubahan fisiologis dan biokimiawi yang muncul akibat paparan toksikan yang berada di lingkungan perairan (Zulfahmi, *et al.*, 2014). Kerusakan jaringan hati semakin bertambah seiring dengan meningkatnya konsentrasi limbah cair kelapa sawit pada media pemeliharaan (Zulfahmi, *et al.*, 2017). Peningkatan nilai HSI mencerminkan respon adaptif terhadap stres yang diakibatkan akumulasi polutan (Barisic, *et al.*, 2018). Kerusakan hati ditandai dengan hipertrofi. Hiperplasia degenerasi sel hepatosit yang terkait dengan aktivitas detoksifikasi yang meningkat sebagai respons

terhadap adanya senyawa toksik (Pereira dan Kuch, 2005). Tamad, *et al.* (2011) menyatakan bahwa degenerasi merupakan kerusakan sel karena toksik yang dapat menyebabkan pembengkakan atau edema hepatosit. Utomo, *et al.* (2012) menyatakan bahwa degenerasi parenkimatosus merupakan degenerasi paling ringan yang ditandai dengan adanya pembengkakan dan kekeruhan sitoplasma. Semakin tinggi konsentrasi polutan, berakibat pada semakin meningkatnya proses vakuolisasi pada sel hati. Ini akan menyebabkan inti sel hati mengalami pembesaran (Zulfahmi, *et al.*, 2015).



Gambar 6. Nilai rata-rata *Hepato Somatic Index* (HSI) ikan nila yang dipapar limbah cair kelapa sawit berbagai konsentrasi di akhir masa paparan (64 hari).

IV. KESIMPULAN

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar limbah cair kelapa sawit mempengaruhi morfometrik sistem pencernaan. Paparan limbah cair kelapa sawit dengan konsentrasi 94 mL.L⁻¹ berpengaruh terhadap *Gastro Somatic Index* (GaSI) sebesar 2,40%, *Intestine Somatic Index* (ISI) sebesar 5,49%, *Relative Intestine Lengths* (RIL) sebesar 549,11%. Pada perlakuan dengan konsentrasi limbah cair kelapa sawit 70,4 mL.L⁻¹ mempengaruhi *Hepato Somatic Index* (HSI) sebesar 1,70%. Disamping itu, paparan limbah cair kelapa sawit tidak mempengaruhi *Relative Gut Lengths* (RGL). Kandungan limbah cair kelapa sawit dapat mengganggu metabolisme sel lambung, usus, dan hati. Tingginya konsentrasi limbah dapat merusak lapisan lambung dan usus sehingga terjadinya penurunan nafsu makan. Penelitian lanjut diperlukan dalam mengkaji paparan limbah cair kelapa sawit terhadap enzim pencernaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Laboratorium Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Almuslim yang telah memfasilitasi terlaksananya penelitian ini.

REFERENSI

Abbas, A. 2010. Food and feeding habits of freshwater catfish, (Bleeker) *Eutropiichthys*

- vacha*. Indian Journal of Scientific Research 1(2): 83-86.
- Ahmad, A.L., S. Ismail, dan S. Bhatia. 2003. Water recycling from palm oil mill effluent (POME) using membrane technology. *Desalination* 157(1-3), 87-95.
- Akmal, Y., F. Saifuddin, dan I. Zulfahmi. 2019. Karakteristik Morfometrik Dan Studi Osteologi Ikan Keureling. *Prosiding Biotik* 5(1): 579-587.
- Akmal, Y., R. Humairani, M. Muliari, H. Hanum, dan I. Zulfahmi. 2021. Phytoplankton community as bioindicators in aquaculture media Tilapia (*Oreochromis niloticus*) exposed to detergent and pesticide waste. *Akuatikisile: Jurnal Akuakultur, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil* 5(1): 7-14.
- Antonucci, F., C. Boglione, V. Cerasari, E. Caccia, dan C. Costa. 2012. External shape analyses in *Atherina boyeri* (Risso, 1810) from different environments. *Italian journal of zoology* 79(1): 60-68.
- Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM), 2015. Rencana Strategis Badan Koordinasi Penanaman Modal Tahun 2015-2019.
- Badan Pusat Statistik Indonesia (BPS), 2011. Statistik Kelapa Sawit Indonesian (*Indonesian Oil Palm Statistics*). Jakarta.
- Barisic, J., V.F. Marijic, T. Mijosek, R. Coz-Rakovac, Z. Dragun, N. Krasnici, dan M. Erk. 2018. Evaluation of architectural and histopathological biomarkers in the intestine of brown trout (*Salmo trutta* Linnaeus, 1758) challenged with environmental pollution. *Science of the total environment* 642: 656-664.
- Bello, M.M., M.M. Nourouzi, L.C. Abdullah, T.S. Choong, Y.S. Koay, dan S. Keshani. 2013. POME is treated for removal of color from biologically treated POME in fixed bed column: applying wavelet neural network (WNN). *Journal of Hazardous*
- Bhatnagar, G. K., & Karamchandani, S. J. (1970). Food and feeding habits of *Labeo fimbriatus* (Bloch) in river Narbada near Hoshangabad (MP). *J. Inland Fish. Soc. India*, 2, 30-50.
- Cahyani, N., D.T.F. Lumbanbatu, dan Sulistiono. 2016. Residu logam berat Pb, Hg, Cd, dan Cu pada daging ikan rejung (*Sillago sihama*) di Estuari Sungai Donan, Cilacap, Jawa Tengah. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 19(3): 267–76.
- Casarett, L., C. Klaassen, dan J. Doull. 2001. *Toxicology: the basic science of poisons* McGraw-Hill Medical Pub.
- Chan, Y.J., C. Mei-Fong, dan L. Chung-Lim. 2013. Optimization of palm oil mill effluent treatment in an integrated anaerobic-aerobic bioreactor. *Sustainable Environment Research* 23(3): 153-170.
- Dane, H., dan Sisman, T. 2020. A morpho-histopathological study in the digestive tract of three fish species influenced with heavy metal pollution. *Chemosphere* 242: 125212.
- Dewi, P.A., S. Rudiyaniti, dan W.T. Taufani. 2020. Analisis konsentrasi limbah Rumah Pemotongan Unggas (RPU) terhadap pertumbuhan dan indeks fisiologi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) Skala Laboratorium. *Management of Aquatic Resources Journal (Maquares)* 9(1): 8-14.
- Elabd, H., E. Soror, A. El-Asely, E. Abd El-Gawad, dan A. Abbass. 2019. Dietary supplementation of Moringa leaf meal for Nile tilapia *Oreochromis niloticus*: Effect

- on growth and stress indices. *The Egyptian Journal of Aquatic Research* 45(3): 265-271.
- Ernita, E., R. Faumi, Y. Akmal, M. Muliari, dan I. Zulfahmi. 2020. Perbandingan Secara Anatomi Insang Ikan Keureling (*Tor tambroides*), Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dan Ikan Nila, (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Veteriner* 21(2): 234-246.
- Ezraneti, R., dan Windarti. 2015. Histologi lambung benih ikan kakap putih (*Lates calcarifer* bloch) yang terpapar merkuri nitrat [Hg (NO₃)₂] dengan konsentrasi berbeda. *Acta Aquatica* 2(1): 66-69.
- Fanta, E., F.S.A. Rios, S. Romão, A.C.C. Vianna, dan S. Freiburger. 2003. Histopathology of the fish *Corydoras paleatus* contaminated with sublethal levels of organophosphorus in water and food. *Ecotoxicology and environmental safety* 54(2): 119-130.
- Fariedah, F., N.R. Buwono, dan R.S. Ayudya. 2017. Kebiasaan makan ikan janjan *Pseudapocryptes elongatus* di Kali Mireng Kabupaten Gresik pada Nopember-Januari. *Journal of Aquaculture and Fish Health* 6(2): 88-93.
- Ghanbahadur, A., dan G. Ghanbahadur. 2012. Histopathological effect of organochloride endosulfan on intestine and stomach of larvivorous fish *Rasbora daniconius*. *DAV Int J Sci* 1(2): 126-127.
- Guevarra, R.D., M.G. Paraso, dan M.S. Lola. 2020. Biomarker evaluation in nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to assess the health status of aquaculture areas in the Seven Lakes of San Pablo. *Philippine Journal of Science* 149(3-a): 833-840.
- Hajar, S., A.A. Novany, A.P. Windarto, A. Wanto, dan E. Irawan. 2020. Penerapan K-Means Clustering pada ekspor minyak kelapa sawit menurut negara tujuan. In *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (Sainteks)*. 1(1): 314-318.
- Hidayah, A.M., P. Purwanto, dan T.R. Soeprbowati. 2014. Biokonsentrasi faktor logam berat Pb, Cd, Cr dan Cu pada ikan nila (*Oreochromis niloticus* Linn.) di karamba Danau Rawa Pening. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi* 16(1): 1-9.
- Hinton, D. E., dan U. D. Lauren. 1990. Liver structural alterations accompanying chronic toxicity in fishes: potential biomarkers of exposure. In *Preprints of Papers Presented at National Meeting, Division of Water, Air and Waste Chemistry, American Chemical Society*; (USA) 28: 8909236-).
- Irawati, U., U.B.L. Utami, dan H. Muslima. 2011. Pengolahan limbah cair sasirangan menggunakan filter arang aktif cangkang kelapa sawit berlapis kitosan setelah koagulasi dengan FeSO₄. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia* 5(1): 34-44.
- Kismiyati, K., L. Sulmartiwi, dan S.O. Mahanani. 2016. Patologi Anatomi ikan komet (*Carassius auratus auratus*) akibat infestasi *Argulus japonicus* jantan dan betina pada derajat infestasi yang berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 8(2): 84-93.
- Kurbah, B.M., dan R.N. Bhuyan. 2018. Analysis of feeding behaviour and gastro-somatic index (GaSI) during different phases of breeding cycle of *Monopterus albus* (Hamilton, 1822) from Meghalaya, India. *Journal of Applied and Natural Science* 10(4): 1187-1191.
- Muliari, M., I. Zulfahmi, Y. Akmal, N.W.K. Karja, C. Nisa, dan K.A. Sumon. 2019. Effects of palm oil mill effluent on reproductive hormone of female nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (linnaeus 1758). *Adv. Anim. Vet. Sci*, 7(11), 1035-1041.

- Muliari, M., I. Zulfahmi, Y. Akmal, N.W.K. Karja, C. Nisa, K.A. Sumon, dan M.M. Rahman. 2020b. Toxicity of palm oil mill effluent on the early life stages of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758). *Environmental Science and Pollution Research* 27: 30592-30599.
- Muliari, M., Y. Akmal, I. Zulfahmi, N.W. Karja, C. Nisa, M. Mahyana dan R. Humairani. 2020a. Effect of exposure to palm oil mill effluent on reproductive impairment of male Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758). In *E3S Web of Conferences* 151: 01022.
- Nehemia, A., J.D. Maganira, dan C. Rumisha. 2012. Length-Weight relationship and condition factor of tilapia species grown in marine and fresh water ponds. *Agriculture and Biology Journal of North America*. 3(3): 117-124.
- Pereira, M.D.S., dan B. Kuch. 2005. Heavy metals, PCDD/F and PCB in sewage sludge samples from two wastewater treatment facilities in Rio de Janeiro State, Brazil. *Chemosphere* 60(7): 844-853.
- Pratiwi, N., D. Jusadi, dan S. Nuryati. 2017. Pemanfaatan minyak cengkeh *Syzygium aromaticum* untuk meningkatkan efisiensi pakan pada ikan patin *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1876). *Jurnal Iktiologi Indonesia* 16(3): 233-242.
- Pyle, G.G., J.W. Rajotte, dan P. Couture. 2005. Effects of industrial metals on wild fish populations along a metal contamination gradient. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 61(3): 287-312.
- Quang, D.M., T.T. Lam, dan N.T.K. Tien. 2018. The relative gut length and gastro-somatic indices of the mudskipper *Periophthalmodon septemradiatus* (Hamilton, 1822) from the Hau River. *VNU Journal of Science: Natural Sciences and Technology*, 34(3): 75-83.
- Silvianti, T., D. Jusadi, dan S. Nuryati. 2017. Penambahan minyak cengkeh *Syzygium aromaticum* dalam pakan untuk memperbaiki kinerja pertumbuhan ikan mas *Cyprinus carpio* Linnaeus 1758. *Jurnal Iktiologi Indonesia* 16(2): 211-225.
- Siregar, Y.I., A. Zamri, dan H. Putra. 2012. Penyerapan timbal (Pb) pada sistim organ Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L). *Jurnal Ilmu Lingkungan* 6(01): 44-51.
- Supriyono, E., dan K. Nirmala. 2017. Toksisitas moluskisida niklosamida terhadap pertumbuhan dan kondisi histopatologi juwana ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Iktiologi Indonesia* 13(1): 77-84.
- Surai, P.F., dan V.I. Fisinin. 2015. Antioxidant-prooxidant balance in the intestine: applications in chick placement and pig weaning. *Journal of Veterinary Science & Medicine* 3(1): 66-84.
- Suwandi, R., R. Nugraha, dan W. Novila. 2012. Penurunan metabolisme ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada proses transportasi menggunakan ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava* var. *pyrifer*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 15(3): 252-260.
- Tamad, F.S.U., Z.S. Hidayat, dan H. Sulistyo. 2011. Gambaran histopatologi tikus putih setelah pemberian jinten hitam dosis 500mg/kgBB, 1000mg/kgBB, dan 1500mg/kgBB selama 21 hari (subkronik). *Mandala of Health* 5(3): 1-5.
- Tengjaroenkul, B. 2000. Ontogenic morphology and enzyme activities of the intestinal tract of the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Doctoral dissertation, Virginia Tech).

- Utomo, Y., A. Hidayat, M. Dafip, dan F.A. Sasi. 2012. Studi histopatologi hati mencit (*Mus musculus* L.) yang diinduksi pemanis buatan. *Jurnal Mipa* 35(2): 122-129.
- Wong, F.P., J. Nandong, dan Y. Samyudia. 2009. Optimised treatment of palm oil mill effluent. *International Journal of Environment and Waste Management* 3(3-4): 265-277.
- Wootton, R.J., G. W. Evans, dan , L. Mills. 1978. Annual cycle in female three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* L.) from an upland and lowland population. *Journal of Fish Biology* 12(4): 331-343.
- Wu, P., L. Feng, S.Y. Kuang, Y. Liu, J. Jiang, K. Hu, dan X. Q. Zhou. 2011. Effect of dietary choline on growth, intestinal enzyme activities and relative expressions of target of rapamycin and eIF4E-binding protein2 gene in muscle, hepatopancreas and intestine of juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). *Aquaculture* 317(1-4): 107-116.
- Zulfahmi, I., A. Ridwan dan T.F.L.Djamar. 2015. Perubahan struktur histologis insang dan hati ikan nila (*Oreochromis niloticus* Linnaeus 1758) yang terpapar merkuri. *Jurnal Edukasi dan Sains Biologi* 4(1): 25- 31.
- Zulfahmi, I., dan Y. Akmal. 2020. *Ekotoksikologi Akuatik*. PT Penerbit IPB Press.
- Zulfahmi, I., M. Muliari, dan I.Mawaddah. 2017. Toksisitas limbah cair kelapa sawit terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus* Linneus 1758) dan ikan bandeng (*Chanos chanos* Froskall 1755). *Agricola* 7(1): 44-55.
- Zulfahmi, I., R. Affandi, dan D.T.L. Batu. 2014. Kondisi biometrik ikan nila, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) yang terpapar merkuri. *Jurnal Iktiologi Indonesia* 14(1): 37-48.