

Efek Subletal Limbah Batik terhadap Aktivitas Enzim *Serum Glutamat Pyruvat Transaminase* pada Serum Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Umi Hani'ah*, Hernayanti, Sorta Basar Ida Simanjuntak

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman
Jalan dr Suparno 63 Purwokerto 53122
*email: umihaniah528@gmail.com.

Rekam Jejak Artikel:

Diterima : 23/09/2019
Disetujui : 20/01/2020

Abstract

Batik waste contains dangerous metals including Cr, Cu, Zn, and Mn. Batik waste produced from the textile industry is generally non-biodegradable inorganic compound, which can cause pollution especially the aquatic environment. Metals that enter in the form of these ions will be bound by blood proteins (Metalotionin), called the M+Mt bond. The bond is stable and not easily separated, thus triggering the formation of free radicals. Free radicals will cause lipid peroxidation reactions that can damage the liver, resulting in an increase in the levels of the SGPT enzyme which is a parameter of impaired liver function. Tilapia (*Oreochromis niloticus*) is considered a bioindicator for aquatic toxicology studies and environmental monitoring, is adaptable in all environmental conditions, and has high commercial value. This research was conducted experimentally with a Completely Randomized Design (CRD). Treatment of Naphthol Batik waste concentration: 17% v/v, 34% v/v, 51% v/v, and control exposed for 48 hours. Data analysis used the Anova test with a confidence level of 95% and followed by the Duncan test. The results of this study indicate that the sublethal effect of batik waste on SGPT enzyme activity in serum Tilapia (*O. niloticus*) is directly proportional. The results of the calculation of the average SGPT enzyme activity for 48 hours in the control treatment 6.17 ± 0.98 U/L, concentration of 17% v/v which is 11.67 ± 1.51 U/L, concentration of 34% v/v which is 17.67 ± 1.51 U/L, and concentration of 51% v/v which is 121.83 ± 1.9 U/L. Anova analysis ($\alpha = 0.05$) obtained the calculated F value ($199.552 > F$ table (4.30)). Duncan's test results showed that the treatment of batik waste with a concentration of 51% v/v for 48 hours, most had an impact on the decline in SGPT enzyme function.

Key Words : Batik Waste; SGPT Enzyme; Sublethal; Tilapia.

Abstrak

Limbah batik mengandung logam berbahaya diantaranya adalah Cr, Cu, Zn, dan Mn. Limbah batik yang dihasilkan dari industri tekstil umumnya merupakan senyawa anorganik *non-biodegradable*, yang dapat menyebabkan pencemaran terutama lingkungan perairan. Logam yang masuk dalam bentuk ion akan diikat oleh protein darah (Metalotionin), disebut ikatan M+Mt. Ikatan tersebut bersifat stabil dan tidak mudah lepas, sehingga memicu pembentukan radikal bebas. Radikal bebas akan menimbulkan reaksi peroksidasi lipid yang dapat merusak hati, sehingga terjadi peningkatan kadar enzim SGPT yang merupakan parameter gangguan pada fungsi hati. Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dianggap sebagai bioindikator untuk studi toksikologi perairan dan monitoring lingkungan, mudah beradaptasi di segala kondisi lingkungan, dan memiliki nilai komersial yang tinggi. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan perlakuan konsentrasi limbah batik Naftol 17% v/v, 34% v/v, 51% v/v, dan kontrol yang dipaparkan selama 48 jam. Analisis data menggunakan uji Anova dengan taraf kepercayaan 95% dan dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa efek subletal limbah batik terhadap aktivitas enzim SGPT pada serum ikan Nila (*O. niloticus*) nilainya berbanding lurus. Hasil perhitungan rerata aktivitas enzim SGPT selama 48 jam pada perlakuan kontrol $6,17 \pm 0,98$ U/L, konsentrasi 17% v/v yaitu $11,67 \pm 1,51$ U/L, konsentrasi 34% v/v yaitu $17,67 \pm 1,51$ U/L, dan konsentrasi 51% v/v yaitu $121,83 \pm 1,9$ U/L. Analisis Anova ($\alpha = 0,05$) didapatkan nilai F hitung ($199,552 > F$ tabel (4,30)). Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan limbah batik dengan konsentrasi 51% v/v selama 48 jam, paling berdampak terhadap penurunan fungsi enzim SGPT.

Kata Kunci : Enzim SGPT; Ikan Nila; Limbah Batik; Subletal.

PENDAHULUAN

Industri batik merupakan salah satu penghasil limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan, zat warna yang dimiliki limbah batik tergolong tinggi dan mengandung bahan-bahan sintetik yang sukar

larut atau sukar diuraikan. Limbah batik yang dihasilkan dari industri batik umumnya merupakan senyawa anorganik non-biodegradable, yang dapat menyebabkan pencemaran terutama lingkungan perairan (Suprihatin, 2014). Industri batik

menghasilkan limbah cair yang dihasilkan paling banyak dari proses pewarnaan batik yang mengandung logam berat seperti Cr, Zn, dan Cu (Ayu, 2014).

Paparan limbah batik dapat menurunkan enzim-enzim fungsional diantaranya yaitu, SGOT (Serum Glutamat Oxaloasetat Transaminase) dan SGPT (Serum Glutamat Pyruvat Transaminase) (Giannini *et al.*, 2005). Enzim SGPT merupakan enzim yang banyak ditemukan pada sel hati, ditemukan dalam jumlah sedikit pada otot jantung, ginjal, serta otot rangka (Kee, 2007). Enzim SGOT berada paling banyak pada sel parenkim hati, sel darah, sel jantung, dan sel otot. Kerusakan sel hati akan menyebabkan meningkatnya kadar enzim fungsional di dalam serum darah, dengan mekanisme melepaskan enzim dari sel hati menuju sirkulasi darah. Meningkatnya kadar enzim SGPT umumnya disebabkan oleh sel-sel hati yang mengandung enzim transaminase mengalami nekrosis (Sadikin, 2002).

Masuknya bahan pencemar berupa kandungan logam berat industri batik yang berasal dari zat warna batik sangat merugikan bagi lingkungan, terutama bagi biota perairan (Boyd, 1990). Logam berat berbahaya bagi lingkungan karena bersifat persisten, bioakumulatif, toksik, dan sulit terurai di dalam lingkungan (Huheey *et al.*, 1993). Proses pewarnaan kain batik dengan pewarna sintetis akan menghasilkan sisa limbah Naftol yang tidak larut dalam air (Laksono, 2012). Pencemaran limbah batik Naftol yang mengandung ion Zn akan masuk ke dalam tubuh ikan melalui insang. Kandungan ion Zn yang terakumulasi di dalam jaringan mampu menurunkan proses fisiologis atau metabolisme sel (Palar, 2008).

Keberadaan ion Zn dalam jaringan dapat memicu pembentukan radikal bebas dengan melepaskan O₂- dan OH-, yang mampu memicu kerusakan pada enzim SGPT (Tyastuti *et al.*, 2016). Radikal bebas akan menimbulkan reaksi peroksidasi lipid yang dapat merusak sel atau jaringan hati, sehingga terjadi peningkatan kadar enzim SGPT (Kasmiyati & Sucahyo, 2014). Peroksidasi lipid paling banyak ditemukan di membran sel terutama dalam bentuk asam lemak tak jenuh (Powers & Jackson, 2008). Radikal bebas mengikat asam lemak tak jenuh di membran yang dapat menyebabkan peroksidasi lipid, penurunan fluiditas, dan penurunan aktivitas enzim. Sehingga memicu kerusakan protein darah (Metalotionin) yang akhirnya menyebabkan inaktivasi sel dan kematian sel (Ayyanna *et al.*, 2018).

Toksistas subletal merupakan suatu rangsangan dibawah kadar yang langsung mematikan, tetapi sudah ada respon fisiologis (Hodgson, 2004). Efek subletal pada serum ikan Nila dapat terlihat dari peningkatan aktivitas enzim SGPT, yang merupakan enzim pertanda kerusakan hati. Ikan Nila (*O. niloticus*) merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang direkomendasikan oleh EPA

(Environmental Protection Agency) sebagai hewan uji. Hal tersebut dikarenakan ikan nila memenuhi penyebarannya cukup luas, banyak dibudidayakan, mempunyai kemampuan yang peka dalam mentoleransi lingkungan dan mudah dipelihara pada skala laboratorium (Radiopoetra, 1996). Sehingga perlu digali lebih lanjut tentang pengaruh efek subletal dari konsentrasi limbah batik yang berbeda terhadap aktivitas enzim SGPT serum ikan Nila (*O. niloticus*). Dengan demikian penelitian ini diharapkan memberikan informasi tentang deteksi dini pencemaran lingkungan akibat limbah batik dan bahaya bahan tersebut biota perairan.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai Juni 2019 di Stasiun Percobaan Program Studi D3 Pengelolaan Sumberdaya Perikanan, Laboratorium Ekotoksikologi, dan Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Bahan yang digunakan pada penelitian, yaitu ikan Nila (*O. niloticus*) yang diambil dari Balai Benih Ikan Jalan Raya Baturaden Dusun II Pandak Banyumas, sebanyak 96 ekor dengan rerata panjang tubuh $13,5 \pm 0,75$ cm dan rata-rata berat tubuh $47,26 \pm 10,34$ g, pakan ikan dengan kadar protein 33%, reagen SGPT, limbah batik yang diambil dari Jalan Pesarean Kebutuh Sokaraja Banyumas dengan konsentrasi limbah batik yang digunakan untuk uji subletal (17% v/v, 34% v/v, 51% v/v, dan kontrol), air tanah, Kalium permanganat (PK), akuades, pH universal, dan tissue. Alat yang digunakan meliputi ember diameter 46,5 cm dengan tinggi 23 cm, aerator, selang/fuso, batu aerasi, jala saring, spektrofotometer UV-VIS, kuvet, spuit injeksi ukuran 1 mL, sentrifugator, gelas ukur 500 mL, timbangan analitik, tabung eppendorf, mikropipet dan tip, vortex, gelas ukur 10 mL, erlenmeyer, tabung reaksi, milimeter block, dan vacutainer EDTA 3 mL.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Nilai LC50 96 jam limbah batik terhadap ikan Nila (*O. niloticus*) yaitu sebesar 67,61% v/v (Lumban & Ridwan, 2016), sehingga konsentrasi limbah batik yang digunakan untuk uji subletal yaitu 17% v/v, 34% v/v, 51% v/v, dan kontrol, setiap konsentrasinya terdiri dari 4 ekor ikan dan masing-masing konsentrasinya 6 ulangan sehingga terdapat 24 unit percobaan.

Variabel yang diamati terdiri dari variabel bebas, variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian adalah konsentrasi limbah batik dan waktu pemaparan. Variabel terikat pada penelitian adalah aktivitas enzim SGPT. Parameter yang diukur adalah aktivitas enzim Serum Glutamat Pyruvat Transamina pada serum darah ikan Nila menggunakan metode kinetik enzimatik sesuai.

IFCC (International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine).

Uji Subletal

Limbah batik Naftol dibuat terlebih dahulu sesuai konsentrasi limbah batik untuk uji subletal. Limbah batik dengan konsentrasi 17% v/v dicampurkan 1,7 L limbah batik Naftol dengan 8,3 L air tanah. Konsentrasi limbah batik 34% v/v dicampurkan 3,4 L limbah batik Naftol dengan 6,6 L air tanah. Konsentrasi 51% v/v dicampurkan 5,1 L limbah batik Naftol dengan 4,9 L air tanah. Sedangkan, perlakuan kontrol menggunakan air tanah sebanyak 10 L, kemudian setiap ember dimasukkan 4 ekor ikan Nila dengan rerata panjang tubuh $13,5 \pm 0,75$ cm dan rerata berat tubuh $47,26 \pm 10,34$ g yang setiap hari diberi pakan pelet. Uji subletal dilakukan dalam kurun waktu 24-48 jam, dalam setiap kurun waktunya dilakukan pengambilan darah dengan spuit injeksi untuk pengujian aktivitas enzim SGPT.

Pengambilan Darah Ikan Nila (*O. niloticus*)

Darah ikan Nila diambil pada bagian jantung ikan menggunakan spuit injeksi ukuran 1 mL, kemudian darah ditempatkan dalam vacutainer EDTA 3 mL. Teknik yang digunakan dalam pengambilan darah pada ikan Nila yaitu teknik cardiac puncture. Teknik ini biasa digunakan untuk pengambilan sampel darah ikan berukuran besar (>10 cm). Kemudian darah ikan Nila dipindahkan ke tabung eppendorf menggunakan mikropipet untuk dilakukan sentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 6.000 rpm, sehingga didapatkan serum berwarna kekuningan pada bagian atas tabung eppendorf.

Pengukuran Kadar SGPT (Serum Glutamat Pyruvat Transaminase)

Pengukuran kadar SGPT menggunakan reagen SGPT terdiri dari: reagen 1 yaitu (Tris pH 7,15 sebanyak 100 mmol/L, L-alanine sebanyak 500 mmol/L, LDH atau Lactate dehydrogenase sebanyak ≥ 1700 μ /L); dan reagen 2 yaitu (2-oxoglutarate sebanyak 15 mmol/L, NADH sebanyak 0,18 mmol/L). Dicampurkan bagian reagen 1 dengan reagen 2 dengan perbandingan 4 : 1, diambil 100 μ L monoreagen, kemudian ditambahkan serum SGPT 1.000 μ L kemudian homogenkan menggunakan vortex. Dibaca absorbansi sampel dengan spektrofotometer UV-VIS dengan panjang gelombang 340 nm pada menit ke-1, 2, dan 3 (Sardini, 2007). Pengukuran enzim SGPT adalah sebagai berikut :

$$\text{Pengukuran SGPT} = \frac{\Delta A1 + \Delta A2}{2} \times 1905 \text{ U/L}$$

$$\Delta A1 = A2 - A1$$

$$\Delta A2 = A3 - A2$$

Keterangan :

A1 = nilai absorbansi sampel pada menit ke-1

A2 = nilai absorbansi sampel pada menit ke-2

A3 = nilai absorbansi sampel pada menit ke-3

Pengukuran pH dengan mencelupkan kertas indikator universal pada air tanah dan limbah batik Naftol yang akan diukur nilai pH. Diamati perubahan warna yang terjadi, dan dibandingkan perubahan warna dengan warna standar pada indikatornya.

Analisis Data

Kadar enzim Serum Glutamat Pyruvat Transaminase pada ikan Nila (*O. niloticus*) dianalisis menggunakan uji Anova dengan taraf kepercayaan 95%. Selanjutnya dilakukan uji lanjut dengan uji Duncan untuk mengetahui konsentrasi limbah batik manakah yang paling berpengaruh terhadap peningkatan aktivitas enzim SGPT.

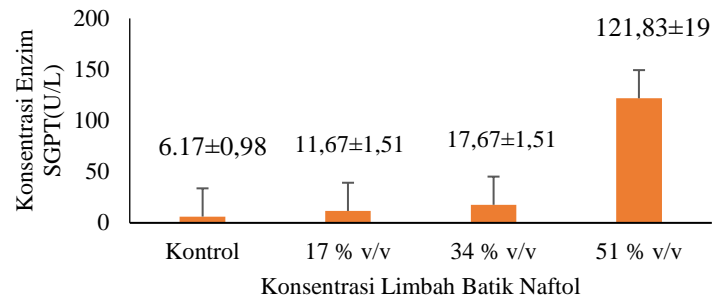
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, untuk mengetahui efek subletal limbah batik terhadap nilai aktivitas enzim Serum Glutamat Pyruvat Transaminase pada serum ikan Nila (*O. niloticus*) selama 48 jam pemaparan. Uji subletal dilakukan untuk mengevaluasi paparan limbah batik yang dapat menurunkan fungsi fisiologis pada ikan Nila (*O. niloticus*) (Husni & Esmiralda, 2012),.

Toksisitas merupakan suatu keadaan yang menandakan adanya efek toksik suatu bahan atau senyawa kimia yang menimbulkan kerusakan pada bagian atau permukaan tubuh. Uji toksisitas digunakan untuk mempelajari pengaruh suatu bahan kimia toksik atau bahan pencemar terhadap organisme tertentu (Deisy, 2010). Toksisitas subletal merupakan suatu rangsangan di bawah kadar yang langsung mematikan, tetapi sudah ada respon fisiologis (Hodgson, 2004).

Indikator efek subletal pada penelitian ini adalah meningkatnya kadar enzim SGPT serum ikan Nila yang dipaparkan limbah batik Naftol. Menurut Sacher (2004), enzim SGPT merupakan enzim yang berkaitan dengan kerusakan hati, dimana aminotransferase mengkatalisis satu gugus amino antara alanine dan asam α -ketoglutarat membentuk asam oksaloasetat dan asam piruvat. Menurut Sadikin (2002), enzim SGPT banyak ditemukan di dalam hati dan ditemukan dalam jumlah sedikit pada otot jantung, ginjal, serta otot rangka.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi limbah batik yang dipaparkan semakin tinggi pula kadar enzim Serum Glutamat Pyruvat Transaminase serum ikan Nila (*O. niloticus*) (Gambar 1). Efek subletal pada aktivitas enzim SGPT nilainya berbanding lurus, artinya semakin tinggi konsentrasi toksikan maka aktivitas enzim SGPT juga semakin meningkat (Andriani & Hartini, 2017).



Gambar 1. Rerata Uji Subletal Limbah Batik 48 Jam terhadap Aktivitas Enzim SGPT

Berdasarkan uji subletal 48 jam pada Gambar 1. menunjukkan bahwa rerata konsentrasi enzim SGPT pada perlakuan kontrol, 17% v/v, dan 34% v/v terjadi peningkatan aktivitas enzim secara berkala, namun pada perlakuan 51% v/v konsentrasi enzim SGPT meningkat tajam dibandingkan dengan ketiga perlakuan sebelumnya. Menurut Sadikin (2002), lonjakan enzim SGPT yang sangat drastis dari konsentrasi 34% v/v ke konsentrasi 51% v/v terjadi karena konsentrasi yang digunakan diatas nilai LC_{50} (dapat mematikan 50% dari organisme hidup). Peningkatan konsentrasi enzim SGPT pada ikan Nila (*O. niloticus*) terjadi akibat pelepasan enzim intraseluler ke ekstraseluler ketika terjadi kerusakan sel atau jaringan. Kenaikan konsentrasi enzim SGPT dalam serum dapat disebabkan oleh sel-sel yang mengandung enzim *transaminase* mengalami nekrosis, sehingga enzim tersebut masuk ke dalam peredaran darah yang mengakibatkan terjadinya peningkatan kadar ALT. Menurut Speicher *et al.* (2008), peningkatan aktivitas enzim SGPT lebih tinggi dibandingkan aktivitas enzim SGOT pada kerusakan akut, hal ini disebabkan enzim SGPT merupakan enzim yang hanya terdapat pada sel hati, sebaliknya enzim SGOT terdapat pada sel parenkim hati, sel darah, sel jantung, dan sel otot.

Rentang konsentrasi enzim SGPT pada perlakuan kontrol 5 U/L-7 U/L. Konsentrasi normal enzim SGPT pada ikan Nila (*O. niloticus*) adalah $5,60 \pm 2,07$ U/L. Sehingga konsentrasi pada perlakuan kontrol relatif normal, sedangkan pada perlakuan konsentrasi limbah batik 17% v/v; 34% v/v dan 51% v/v konsentrasi enzim SGPT melebihi ambang batas normal selama pemaparan 48 jam.

Berdasarkan pengamatan 48 jam secara morfologi terhadap ikan Nila (*O. niloticus*) terjadi perubahan morfologi setelah dipaparkan limbah batik. Sebelum dipaparkan limbah batik ikan Nila berenang aktif, bukaan mulut dan operculumnya masih normal. Setelah dipaparkan limbah batik ikan Nila bergerak tidak beraturan cenderung bergerak ke atas dan ke bawah, membuka dan menutupnya operculum semakin cepat, ikan juga mengalami kehilangan keseimbangan yang ditandai dengan tubuhnya miring dan gerakan renang tidak menentu, sering terjadi ikan melompat keluar dari bak percobaan, ikan bergerak lambat dan mendekati

aerator. Menurut Martini (2001), ikan Nila (*O. niloticus*) yang terkena racun atau bahan pencemar dapat diketahui dari gerakannya yang hiperaktif, menggelepar, mengalami kelumpuhan dan kemudian mati. Secara klinis hewan yang terpapar racun atau bahan pencemar memperlihatkan gejala stress apabila dibandingkan dengan perlakuan kontrol, ditandai dengan menurunnya nafsu makan, gerakannya kurang stabil, dan cenderung berada di dasar permukaan bak penampung.

Ikan Nila (*O. niloticus*) yang terpapar bahan pencemar pada konsentrasi letal dapat berdampak kematian, sedangkan dalam konsentrasi subletal akan menyerap bahan aktif tersebut melalui permukaan tubuh, membran insang, dan difusi (Taufik & Setiadi, 2012). Widayati *et al.* (2011), ikan Nila (*O. niloticus*) dapat menunjukkan reaksi terhadap perubahan fisik air maupun terhadap adanya senyawa pencemar yang terlarut dalam batas konsentrasi tertentu. Reaksi yang dimaksud antara lain adanya perubahan aktivitas pernapasan, aktivitas dan gerakan renang, warna tubuh ikan dan sebagainya. Menurut Shahzad *et al.* (2018), logam Zn memiliki potensi untuk menginduksi perubahan histopatologis pada organ organisme akuatik. Logam Zn dalam jumlah yang tinggi akan terakumulasi pada jaringan dan terjadi perubahan biokimia pada ikan Nila (*O. niloticus*).

Berdasarkan analisis Anova dengan tingkat signifikan $\alpha=0,05$ konsentrasi enzim SGPT antar perlakuan yang dipapar limbah batik Naftol selama 48 jam berbeda nyata ($F_{hitung} (199,552) > F_{tabel} (4,30)$). Hasil uji Duncan didapatkan bahwa perlakuan limbah batik dengan konsentrasi 51% v/v selama 48 jam paling berdampak terhadap penurunan fungsi aktivitas enzim SGPT, sedangkan konsentrasi limbah batik 17% v/v, 34% v/v, dan kontrol efeknya relatif sama atau belum terlihat efek subletalnya karena konsentrasinya dibawah nilai LC_{50} .

Faktor-faktor lain yang menyebabkan kematian ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) diantaranya adalah salinitas yang tinggi, pH yang terlalu tinggi atau basa, cahaya matahari, pemeliharaan ikan, faktor biotik, dan juga pengambilan darah setiap harinya dari jantung ikan. Selain hal tersebut kurangnya aerasi yang dihasilkan dari aerator yang dikarenakan terbatasnya oksigen terlarut (DO) dalam air limbah. Kekurangan oksigen terlarut (DO) dalam air dapat

mengganggu pertumbuhan dan aktivitas gerak pada ikan, disamping itu oksigen diperlukan untuk mempercepat penguraian kotoran ikan, dengan jumlah aerasi yang kurang maka penguraian terhadap kotoran ikan menjadi lambat dan akhirnya akan mengendap sehingga membentuk amonia (NH_3) yaitu racun bagi ikan itu sendiri (Asfari'ah dkk., 2015).

Logam berat seperti Zn pada limbah batik masuk pada ikan melalui insang, permukaan tubuh, mekanisme osmoregulasi, dan penyerapan melalui pakan. Limbah batik dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan meningkatnya frekuensi pernapasan ikan dan oksigen terlarut (DO) meningkat (Mustofa, 2010). Limbah batik Naftol yang mengandung logam Zn akan masuk dalam bentuk ion dan diikat oleh protein darah Metalotionin, sehingga terjadi ikatan $\text{Zn}+\text{Mt}$. Ikatan tersebut bersifat stabil dan tidak mudah lepas, sehingga memicu pembentukan radikal bebas. Radikal bebas akan menimbulkan reaksi peroksidasi lipid yang dapat merusak hati, sehingga terjadi peningkatan aktivitas enzim SGPT yang merupakan parameter gangguan pada fungsi hati. Metalotionin dan aktivitas enzim SGPT dalam darah ikan yang terpapar Zn sejalan dengan akumulasi Zn (Ma'rifah *et al.*, 2019).

Hasil pengukuran faktor lingkungan khususnya pH pada air tanah dan limbah batik Naftol di Stasiun Percobaan Program Studi D3 Pengelolaan Sumberdaya Perikanan Fakultas Biologi didapatkan hasil sebagai berikut (Tabel 1).

Tabel 1. Faktor Lingkungan (pH) pada Air Tanah dan Limbah Batik Naftol

No	Parameter	pH
1	Air Tanah	7
2	Limbah Uji Subletal	8

Berdasarkan Tabel 1 pH air tanah yang digunakan sebagai aklimasi ikan Nila (*O. niloticus*) adalah 7. Menurut Kordi (2009), nilai pH air yang cocok digunakan (aklimasi ataupun pemeliharaan) ikan Nila adalah 6-8,5. Limbah batik yang mengandung Naftol pada uji subletal adalah 8 (bersifat basa). Menurut Hernayanti & Proklamasiningsih (2004), nilai pH limbah batik yang masih ditoleransi adalah 6-9. Menurut Sulaeman *et al.* (1996), limbah batik naftol bersifat alkalis atau basa ($\text{pH} > 7$).

Keadaan pH yang dapat mengganggu kehidupan ikan adalah pH yang terlalu rendah (sangat asam) atau pH terlalu tinggi (sangat basa). Setiap jenis ikan akan memperlihatkan respon yang berbeda terhadap perubahan pH dan dampak yang ditimbulkannya pun berbeda (Daelami, 2001). Keadaan pH yang sangat rendah akan menyebabkan mobilitas berbagai senyawa logam berat yang bersifat toksik semakin tinggi, yang dapat mengancam kelangsungan hidup organisme akuatik

terutama ikan. Sementara itu, pH yang terlalu tinggi akan menyebabkan keseimbangan antara amonium (NH_4) dan amonia (NH_3) dalam air akan terganggu dan bersifat toksik bagi organisme akuatik. Apabila pH tinggi maka kandungan oksigen terlarut (DO) akan bertambah akibatnya konsumsi oksigen menaik dan nafsu makan akan berkurang. Sedangkan, pada pH rendah kandungan oksigen akan berkurang akibatnya konsumsi oksigen menurun dan nafsu makan akan bertambah (Sary, 2006).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa Efek subletal limbah batik Naftol dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh terhadap peningkatan aktivitas enzim SGPT pada serum ikan Nila (*O. niloticus*). Konsentrasi limbah batik 51% v/v paling berpengaruh terhadap peningkatan aktivitas enzim SGPT pada serum ikan Nila (*O. niloticus*).

DAFTAR REFERENSI

- Andriani, R., & Hartini. 2017. Toksisitas Limbah Cair Industri Batik Terhadap Morfologi Sisik Ikan Nila Gift (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Sains Health*, 1(2), pp. 32-40.
- Asfari'ah, N., Alno, M., & Ridwanto, W. 2015. Uji Toksisitas Subletal dengan Menggunakan Piretroid Sintetik 0,10 ppm Terhadap Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Ekotoksikologi Perairan*, 1 (1), pp. 1-17.
- Ayu, M. 2014. Pengaruh Cekaman Kromium pada Limbah Cair Batik terhadap Pertumbuhan *Eichorniacrassipes* dan *Salvinia molesta*. *Jurnal Lentera Bio*, 3(1), pp. 67-69.
- Ayyanna, C., Banu, D.T., Hussain, G.R., Rani, D.S., Mohan, G.M., Khatoun, B.S., & Reddy, B.S. 2018. Evaluation of the Hepatoprotective and Antioxidant Activity of Ethanolic Extract of *Nerium indicum* Mill. Leaves Against Carbon Tetrachloride-Induced Hepatotoxicity in Albino Rats. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 9(4), pp. 1088-1095.
- Boyd. 1990. *Water Quality in Fish Ponds for Aquaculture*. Alabama: Auburn University of Alabama.
- Daelami, D.A.S. 2001. *Usaha Pembenihan Ikan Air Tawar*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Deisy. 2010. Uji Toksisitas Oli Bekas Terhadap Tanaman Kacang Hijau. *Skripsi*. Yogyakarta: Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Ahmad Dahlan.
- EPA (*Environmental Protection Agency*). 1998. *Condition of the Mid-Atlantic Estuaries*.

- Washington, DC, USA: Office of Research and Development.
- Giannini, E. G., Testa, R., & Savarino, V. 2005. Liver Enzyme Alteration: A Guide for Clinicians. *CMAJ*, 172(3), pp. 367-379.
- Hernayanti., & Proklamasingih, E. 2004. Fitoremediasi Limbah Cair Batik Menggunakan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes* L.) Sebagai Upaya Untuk Memperbaiki Kualitas Air. *Jurnal Pembangunan Pedesaan*, 4(3), pp. 1-8.
- Hodgson, E. 2004. *A Textbook of Modern Toxicology, 3rd Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Huheey, J.E., Keiter, E.A., & Keiter, R.L. 1993. *Inorganic Chemistry: Principles of Structure and Reactivity. Fourth Edition*. New York (US): Harper Collins Publisher.
- Husni, H., & Esmiralda, M.T. 2012. Uji Toksisitas Akut Limbah Cair Industri Tahu terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Lin). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 1(1), pp. 1-13.
- Kasmiyati, S., & Suchahyo. 2014. Deteksi Cekaman Oksidatif Akibat Toksisitas Krom pada *Sonchus oleraceus* L. Melalui Penentuan Spesies Oksigen Reaktif Secara Spektrofotometri dan Histokimia. *AGRIC*, 26(1), pp. 85-98.
- Kee, J.F. 2007. *Pedoman Pemeriksaan Laboratorium dan Diagnostik Edisi 6*. Jakarta: EGC.
- Kordi, K. 2009. *Budidaya Perairan*. Bandung: PT Citra Aditya Bakti.
- Laksono, S. 2012. *Pengolahan Biologis Limbah Batik dengan Media Biofilter*. Jakarta: UI Press.
- Lumban, T.F.D., & Ridwan, A. 2016. Uji Toksisitas Limbah Batik Terhadap Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Journal IPB*, 21(2), pp. 1-5.
- Ma'rifah, F., Saputri, R.M., Soegiarto, A., Irwan, B., & Putranto, T.W.C. 2019. The Change of Metallothionein and Oxidative Response in Gills of the *Oreochromis niloticus*. *Animals*, 9(6), pp. 353-360.
- Martini, K.S., 2001. Pengaruh Parameter BOD, COD, pH, Fenol, dan Coli pada Air Sungai terhadap Kualitas Air Sumur Disekitar Aliran Sungai Premulung Kota Surakarta. *Skripsi*. Surakarta : Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret.
- Mustofa. 2010. Kerusakan Jaringan Ikan Nila Akibat Kromium. *Skripsi*. Semarang: Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Jurusan Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro.
- Palar, H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Powers, S.K., & Jackson, M.J. 2008. Exercise-Induced Oxidative Stress: Cellular Mechanisms and Impact on Muscle Force Production. *Physiol Rev*, 88, pp. 76-83.
- Radiopoetra. 1996. *Kualitas Air untuk Ikan Hias Air Tawar*. Jakarta: Proyek Buku Terpadu.
- Sacher. 2004. *Tinjauan Klinis Hasil Pemeriksaan Laboratorium*. Jakarta: EGC.
- Sadikin, M. 2002. *Biokimia*. Jakarta : Widia Medika.
- Sardini, S. 2007. Penentuan Aktivitas Enzim GOT dan GPT dalam Serum dengan Metode Reaksi Kinetik Enzimatik Sesuai IFCC (International Federation Of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine). *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Fungsional Pengembangan Teknologi Nuklir I*, pp. 91-106.
- Sary. 2006. *Manajemen Kualitas Air*. Cianjur: Politeknik Vedca.
- Shahzad, K., Khan, N.M., Jabeen, F., Kosour, N., Shakoora, A., Sohail, M., & Ahmad, N. 2018. Toxicity of Zinc Oxide Nanoparticles in Tilapia (*Oreochromis niloticus*): Tissue accumulation, Oxidative Stress, Histopathology, and Genotoxicity. *Springer*, 1(2), pp. 1-31.
- Speicher, M.D., Carl, E., & Jack, W.S. 2008. *Pemilihan Uji Laboratorium yang Efektif*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Sulaeman., Lestari, K., & Sutadi., 1996. Pengolahan Limbah Cair Batik Proses Pencelupan Naphtol untuk Memperkecil Kadar Pencemar. *DKB*, 1(15), pp. 46-51.
- Suprihatin, H. 2014. Kandungan Organik Limbah Cair Industri Batik Jetis Sidoarjo dan Alternatif Pengolahannya. *Jurnal ARB*, 1(2), pp. 130-138.
- Taufik, I., & Setiadi, E. 2012. Toksisitas Serta Potensi Bioakumulasi dan Bioeliminasi Insektisida Endosulfan pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 7(1), pp. 131-143.
- Tyastuti, E.M., Parama, O.A., & Sunarto. 2016. Ekogenotoksisitas Limbah Cair Batik dan Efek Antimutagenik *Lemna Minor* Terhadap Eritrosit Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Bioeksperimen*, 2(2), pp. 119-129.
- Widayati, D.E., Aunurohim., & Abdulgani, N. 2011. Studi Histopatologi Insang Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) pada Konsentrasi Subletal Air Lumpur Sidoarjo. *Jurnal Ikhtologi Indonesia*, 18(2), pp. 71-81.