

Uji Toksisitas dan Organoleptik dari Limbah Cair Kelapa Sawit pada Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Nurhalena, Mardan Adijaya dan Bambang Kurniadi*

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Jurusan Budidaya Pertanian, Faperta Universitas Tanjungpura. Jln. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124.

*e-mail korespondensi: bambang.kurniadi@faperta.untan.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Diterima : 12 Oktober 2023
Disetujui : 20 Desember 2023
Terbit Online : 28 Mei 2024

Key Words:

Toxicity test
LC₅₀-96 hours
Toxicity Unit Area

ABSTRACT

Toxicity is the ability of a substance or chemical which, when exposed for a certain period, can cause damage to organisms. Factors that influence toxicity are composition, type, duration and frequency of exposure, recipient biota species and environmental characteristics. The results of this test describe the values LC₅₀-96 hours or LC₅₀-48 hours. The LC₅₀ value is the concentration at which the extract solution can cause population death of up to 50%. This study aims to determine the concentration of acute toxicity of liquid palm oil waste on tilapia fish seeds and its effect on the organoleptic properties of tilapia. This research was carried out from May to July 2023 at the Aquatic Resources Management Laboratory, Faculty of Agriculture, Tanjungpura University. The method used is a static method in acute toxicity tests to determine the death of 50% of the number of test organisms. This research was carried out in 4 stages, namely preparation, preliminary test, toxicity test and treatment test. The toxicity test data was then analyzed using probit analysis. The LC₅₀-96 hours value of palm oil liquid waste for the tilapia fish seed biota test is 4.88 mg/l. The LC₅₀-96 hours value obtained from probit analysis is used to determine the TUa (Toxicity Unit Area) value by converting the LC₅₀-96 hours value. The TUa value obtained was 20,49 indicating that the acute toxicity level of liquid palm oil waste causes acute toxicity.

PENDAHULUAN

Toksisitas adalah kemampuan suatu zat atau bahan kimia yang apabila dipaparkan dalam jangka waktu tertentu dapat menimbulkan kerusakan bagi organisme. Efek yang ditimbulkan dapat merusak fungsi fisiologis dan struktur (Megawati, 2015). Uji toksisitas merupakan uji hayati yang berguna untuk menentukan tingkat toksisitas dari suatu zat atau bahan pencemar dan digunakan juga untuk pemantauan rutin suatu limbah (Zulfahmi et al., 2017). Pengaruh merugikan yang paling penting dan mudah diamati bagi banyak spesies biota adalah kematian. Oleh karena itu, uji toksisitas akut yang paling umum dilakukan adalah uji letalitas akut. Pengujian umumnya dilakukan selama 96 jam (ikan, makroinvertebrata dan amphibia), namun untuk beberapa spesies yang sulit ditentukan mati atau tidaknya (daphnia dan midge larvae) terkadang cukup dilakukan dalam waktu 48 jam.

Hasil pengujian ini diekspresikan dalam nilai LC₅₀-96 jam atau LC₅₀-48 jam. Nilai LC₅₀ merupakan konsentrasi dimana larutan ekstrak mampu menyebabkan kematian populasi hingga 50%. Nilai LC₅₀ suatu biota dipengaruhi oleh jenis dan ukurannya serta bahan toksikan yang digunakan. Menurut Effendi (2003) polutan toksik dapat mengakibatkan kematian maupun

gangguan terhadap pertumbuhan, tingkah laku dan karakteristik morfologi berbagai organisme akuatik. Uji toksisitas bertujuan untuk menentukan besaran konsentrasi minimal suatu toksikan yang dapat menyebabkan terjadinya kematian (toksisitas akut) maupun kerusakan jaringan dan organ suatu biota (toksisitas kronis) (Muliari et al., 2019). Potensi limbah cair kelapa sawit yang besar dalam pencemaran lingkungan memberikan suatu alasan seberapa jauh limbah kelapa sawit ini bisa membahayakan kehidupan ikan nila yang telah menjadi ikan konsumsi bagi sebagian besar masyarakat. Mengetahui batas aman biologi limbah sangat penting bagi kehidupan ikan nila, karena dapat memberikan informasi penting bagi pembudidaya ikan nila pada daerah industri.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama 2 bulan yaitu bulan Mei sampai dengan Juli tahun 2023, di Laboratorium Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dalam uji toksisitas akut untuk penentuan kematian 50% dari jumlah organisme uji.

Alat – alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu wadah uji, hewan uji, dan bahan uji. Wadah untuk uji dengan total 12 akuarium berukuran 40 x 25 x 25 cm. Alat uji berupa aerator, stopwatch, kaca pembesar, DO meter, Termometer, dan pH meter. Bahan uji yang digunakan pada penelitian ini yaitu ikan nila, dan limbah cair sawit. Aquarium yang dibersihkan dan dicuci menggunakan air PDAM. Wadah yang sudah dicuci didiamkan selama 4 hari, kemudian diberi tanda sesuai dengan perlakuan yang akan digunakan. Air pencair larutan limbah digunakan air yang diambil dari air PDAM Fakultas Pertanian yang kemudian diendapkan selama 4 hari dan diberi aerator hingga air menjadi layak untuk digunakan untuk penelitian. Limbah cair kelapa sawit sebagai toksikan diperoleh dari salah satu pabrik pengolahan kelapa sawit yang berada di Kecamatan Sungai Kunyit Kabupaten Mempawah. Organisme uji dalam uji toksisitas akut dalam penelitian ini adalah ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dibeli di BBI Pontianak.

Analisis Data

Analisis data Uji Toksisitas Akut

Hasil uji toksisitas di tabulasi kemudian di analisis dengan menggunakan rumus metode probit untuk mendapatkan konsentrasi limbah cair yang mengakibatkan kematian ikan mencapai 50% selama 96 jam perlakuan. Pengamatan ikan ini menurut seri waktu yaitu : 24 jam; 48 jam; 72 jam; 96 jam (Yulianto 2012). Ikan uji yang telah mati segera dibuang tanpa pergantian ikan. Pengujian ini dilakukan terhadap 8 kelompok konsentrasi dan 1 kelompok kontrol, dimana deret tersebut terletak antara nilai ambang bawah dan ambang atas (Yulianto 2012). Penentuan konsentrasi tersebut adalah dengan menggunakan cara *Quantal Responses* menurut cara Finney (1978) diacu dalam Yulianto (2012):

$$\log \left(\frac{N}{n} \right) = k \log \left(\frac{a}{n} \right)$$

Keterangan :

N = konsentrasi ambang atas

n = konsentrasi ambang bawah

a = konsentrasi terkecil dalam deret konsentrasi akut

k = jumlah konsentrasi yang diujikan

Selanjutnya dapat dihitung konsentrasi a, b, c, d, dan e dengan rumus :

$$\frac{a}{n} = \frac{b}{a} = \frac{c}{b} = \frac{d}{c} = \frac{e}{d}$$

Keterangan :

n = konsentrasi ambang bawah

a = nilai konsentrasi terkecil dalam uji toksisitas akut, dan

b,c,d,e, = nilai konsentrasi yang diujikan pada uji toksisitas akut.

Data dianalisis dengan menggunakan Metode Probit (Finney (1978) diacu dalam Yulianto (2012)). Hubungan Nilai logaritma konsentrasi uji dengan persentasi mortalitas (dalam Nilai probit), merupakan fungsi linier: $Y = a + bX$. Nilai LC_{50-96} jam diperoleh dari Nilai anti log m. Nilai m merupakan Nilai X pada saat kematian sebesar 50%, sehingga fungsi liniernya adalah: $5 = a + bX$. Untuk menentukan Nilai a maupun b digunakan persamaan sebagai berikut:

$$b = \frac{\sum XY - \frac{1}{n}(\sum X)(\sum Y)}{\sum X^2 - \frac{1}{n}(\sum X)^2}$$

$$a = 1/n(\sum Y - b \sum x)$$

$$m = \frac{5 - a}{b}; \rightarrow LC50 - 96 \text{ jam} - \text{anti log } m$$

Keterangan :

Y = Nilai probit mortalitas hewan uji

X = Logaritma konsentrasi uji

a = Konstanta

b = Slope

m = Nilai X pada Y = 5 (Nilai probit 50% mortalitas hewan uji)

n = jumlah konsentrasi uji.

Nilai probit yang didapatkan digunakan untuk mendapatkan nilai *Toxicity Unit area* (TUa) dimana untuk menentukan nilai TUa digunakan rumus :

$$TU_a = \frac{1}{LC50} \times 100\%$$

Data Hasil Organoleptik

Nilai organoleptik dari ikan nila (*Oreochromis niloticus*) didapat dari hasil penilaian terhadap mata, insang, tekstur, dan bau setelah diberikan toksikan. Ikan dibawa ke Laboratorium untuk dilakukan penelitian organoleptik dengan mencatat penilaian yang sudah diamati secara visual. Penilaian dilakukan pada 0 hari, 2 hari dan 4 hari. Dalam keadaan utuh sampel ikan disajikan sesudah diberi nomor kode.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Limbah

Limbah cair pabrik kelapa sawit atau *palm oil mill effluent* (POME) merupakan produk samping proses pengolahan tandan buah segar kelapa sawit untuk menghasilkan *crude palm oil* (CPO) yang berpotensi menimbulkan pencemaran pada ekosistem perairan (Nursanti, 2013; Zulfahmi, et al. 2021). Proses pengolahan minyak kelapa sawit (CPO) akan menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang besar (Nasution, 2004).

Karakteristik limbah cair pabrik kelapa sawit yang digunakan berwarna putih keruh, berminyak, dan memiliki bau menyengat, terdiri dari padatan terlarut dan tersuspensi berupa koloid dan residu minyak. Hasil pengukuran

BOD, COD, dan TSS pada air limbah sawit kolam 8 yang dianalisis di Laboratorium Kualitas dan Kesehatan Lahan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. uji parameter sampel limbah sawit

No	Parameter	Alat/Metode	Hasil	Kadar paling tinggi (Baku mutu air limbah) (mg/l)
1	BOD5	Winkler Azide	44,84 mg/l	100 mg/l
2	COD	Closed Reflux	225 mg/l	350 mg/l
3	TSS	Gravimetrik	8,5 mg/l	250 mg/l

Nilai BOD, COD, dan TSS yang telah dilakukan yaitu 44,84 mg/l, 225 mg/l dan 85 mg/l. Limbah yang dibuang langsung ke sungai sebagian akan mengendap, terurai secara perlahan, mengkonsumsi oksigen terlarut, menimbulkan kekeruhan, dan mengeluarkan bau yang sangat tajam. Faktor-faktor ini diduga penyebab benih ikan nila stress, hampir mati (*sub-lethal*) dan terjadinya kematian terutama pada konsentrasi tinggi. Konsentrasi COD dan TSS yang tinggi merupakan parameter potensial yang menyebabkan kematian organisme (Zulfahmi et al., 2023).

Pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 7 mei 2023 di pabrik limbah kelapa sawit yang berada di Sungai Kunyit. Hasil uji karakteristik limbah sawit dibandingkan dengan baku mutu air limbah. Baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan industri minyak sawit dapat terlihat bahwa kadar BOD paling tinggi yang diperbolehkan adalah 100 mg/L. Kadar COD paling tinggi yang diperbolehkan adalah 350 mg/L. Jika hasil pengukuran BOD dan COD melebihi batas maksimal yang tertera pada Tabel 1, maka limbah cair tidak diperbolehkan dialirkan ke perairan bebas. Namun, jika nilai BOD dan COD berada dalam di bawah nilai tersebut, maka limbah cair aman untuk dialirkan atau dibuang ke perairan. Pada tabel 1 dapat dilihat hasil pengukuran sampel BOD, COD, dan TSS yang jika dibandingkan dengan baku mutu air limbah, limbah cair kelapa sawit masuk ke

dalam kategori aman untuk dialirkan ke perairan bebas.

Uji Pendahuluan

Berdasarkan hasil uji pendahuluan yang telah dilakukan pada 7 konsentrasi dan 1 kontrol didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil uji pendahuluan

No	Konsentrasi Limbah ml/L	Parameter		
		DO (% saturasi)	Suhu (°C)	pH
1	kontrol	18.9	27.1	7.9
2	2	17.8	27.1	7.6
3	4	18.7	27	7.6
4	6	17.8	26.9	7.8
5	8	17.7	26.9	8.1
6	10	17.8	26.9	8.4
7	20	16.7	27	8.4
8	30	10.5	26.9	8.5

Hasil uji pendahuluan menunjukkan konsentrasi yang digunakan pada penelitian yaitu kontrol, 2, 4, 6, 8, 10, 20 dan 30 mg/l. Berdasarkan hal tersebut konsentrasi yang digunakan dalam uji pendahuluan adalah konsentrasi yang lebih kecil dari konsentrasi terkecil pada standar USEPA tahun 2002 yaitu 1%; 2%; 3%; dan 4%.

Tabel 3. Persentase kematian ikan uji

Perlakuan	Konsentrasi ml/L	Jumlah ikan awal percobaan (ekor)	Σ Mortalitas ikan pada jam ke			
			12	24	36	48
A1	0	10	0	0	0	0
A2	0	10	0	0	0	0
B1	1	10	0	0	0	0
B2	1	10	0	0	0	0
C1	2	10	0	0	0	0
C2	2	10	0	0	0	0
D1	4	10	1	1	0	1

Perlakuan	Konsentrasi ml/L	Jumlah ikan awal percobaan (ekor)	Σ Mortalitas ikan pada jam ke			
			1	2	3	4
D2	4	10	1	1	1	0
E1	6	10	1	2	1	0
E2	6	10	1	1	2	1
F1	8	10	3	2	2	0
F2	8	10	4	1	1	0
G1	10	10	4	1	2	1
G2	10	10	3	3	0	2
H1	20	10	6	4	0	0
H2	20	10	5	5	0	0
I1	30	10	7	3	0	0
I2	30	10	9	1	0	0

Persentase rata-rata kematian ikan uji yang didapatkan dari pengamatan 1 dan pengamatan 2 pada uji pendahuluan selama 96 jam dapat dilihat pada Tabel 3. Pada ikan yang diberikan konsentrasi A1, A2, B1, B2, C1, C2 tidak terdapat kematian, hal itu dikarenakan pada konsentrasi kecil ikan tidak mengalami kematian. Ikan mengalami kematian pada konsentrasi D1 dan D2 dengan total kematian 3 ikan. Konsentrasi E1 dan E2 dengan total kematian 4 dan 5 ikan, F1 dan F2 dengan total 7 dan 6 ikan, G1 dan G2 dengan total 8 ikan, dan H1 dan H2 dengan kematian 10 ikan. Hal itu dikarenakan semakin besar konsentrasi yang diberikan, maka semakin besar juga kematian yang disebabkan.

Hasil Uji Toksisitas Akut

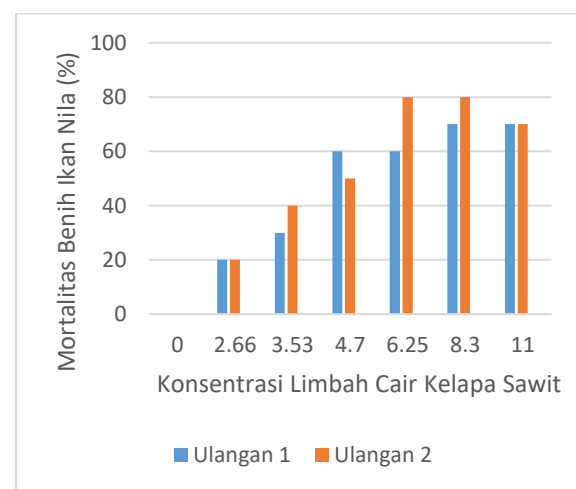
Setelah dilakukan uji pendahuluan, didapatkan 6 konsentrasi dan 1 kontrol untuk uji toksisitas akut yang akan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil uji toksisitas

Perlakuan (ml/L)	Mortalitas Benih Ikan Nila %		
	Ulangan (persentasi kematian %)		Rata-Rata %
Kontrol	1	2	0
2.66	20	20	20.0
3.53	30	40	35.0
4.7	60	50	55.0
6.25	60	80	70.0
8.3	70	80	75.0
11	70	70	70.0

Dari tabel diatas menunjukkan Kelangsungan hidup benih Ikan Nila yang tertinggi yaitu pada perlakuan 8.3 ml/L. Pada ulangan pertama persentase mortalitas benih

ikan nila pada perlakuan 8.3 ml/L dan 11 ml/L yaitu sama-sama 70%.



Gambar 1. Mortalitas benih ikan nila

Berdasarkan grafik diatas menunjukkan bahwa tingkat kematian ikan selama 96 jam pengujian searah dengan level konsentrasi limbah sawit yang dipaparkan. Di mana semakin tinggi konsentrasi ekstrak limbah sawit maka semakin banyak pula ikan uji yang mati dengan kematian hingga (75,0%).

Hasil Uji Perlakuan

Berdasarkan hasil analisis probit didapatkan konsentrasi limbah pada batas LC₅₀ yaitu 4,88. Nilai konsentrasi tersebut digunakan untuk uji perlakuan selama 96 jam dan disajikan pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil uji perlakuan

Waktu Pajanan	% Konsentrasi Limbah	Suhu Limbah Sawit			DO
		(°C)	pH	Rata-rata	
24 jam	kontrol	7.5	7.2	6.3	
	4.88	7.2	7.4	6.2	
48 jam	kontrol	7.4	7.3	6.3	
	4.88	7.2	7.1	6	
72 jam	kontrol	7.3	6.9	6.4	
	4.88	7.1	6.9	6.2	
96 jam	kontrol	7.5	7.1	6.5	
	4.88	7.3	7.3	6.2	

Uji perlakuan adalah uji yang digunakan untuk mengetahui pengaruh limbah cair sawit pada konsentrasi limbah pada batas LC₅₀. Konsentrasi yang digunakan yaitu 4,88 ml/L yang didapatkan dari hasil analisis probit. Uji perlakuan dilakukan selama 96 jam dengan 2 kali pengulangan serta 1 kontrol.

Tabel 6. Mortalitas ikan pada uji perlakuan

Perlakuan	Konsentrasi mL/L	Jumlah benih ikan awal	Σ Mortalitas ikan pada jam ke			
			12	24	36	48
A1	0	10	0	0	0	0
B1	4.88	10	0	2	2	1
B2	4.88	10	0	2	1	2

Tabel 6 menunjukkan mortalitas ikan pada uji perlakuan. Pada uji perlakuan konsentrasi yang digunakan yaitu 1 konsentrasi dari nilai LC₅₀ dan 1 kontrol. Dapat dilihat bahwa pada ikan kontrol tidak menunjukkan adanya kematian sedangkan pada perlakuan B1 dan B2 pada konsentrasi 4.88 menunjukkan kematian hingga 50%.

Nilai probit yang didapatkan digunakan untuk mendapatkan nilai *Toxicity Unit area* (TU_a) dimana untuk menentukan nilai TU_a digunakan rumus :

$$TU_a = \frac{1}{LC_{50}} \times 100\%$$

Sehingga didapatkan nilai Tu_a limbah cair kelapa sawit :

$$TU_a = \frac{1}{4,88} \times 100\% = 20,49$$

Adapun klasifikasi toksisitas akut (USEPA, 2002) dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini,

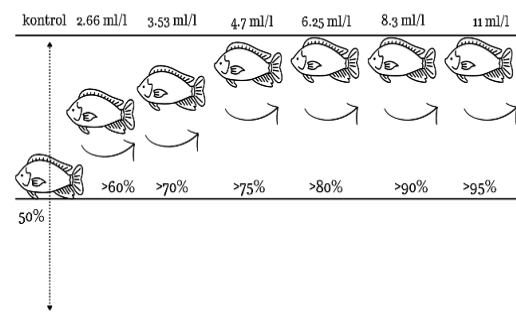
Tabel 7. Klasifikasi toksisitas akut (USEPA, 2002)

No	Tingkat Toksisitas Akut	Nilai TU _a
1	Tidak menyebabkan toksisitas akut	TU _a < 0,4
2	Kecil menyebabkan toksisitas akut	0,4 < TU _a < 1
3	Menyebabkan toksisitas akut Besar	1 ≤ TU _a < 100
4	menyebabkan toksisitas akut	10 ≤ TU _a < 100

Pada tabel 7 nilai TU_a yang didapatkan yaitu 20,49 menunjukkan tingkat toksisitas akut limbah cair kelapa sawit besar menyebabkan toksisitas akut. Nilai toksisitas akut limbah cair kelapa sawit yang tinggi ini dapat mengakibatkan terganggunya kehidupan biotik perairan, turunnya kualitas air perairan, menimbulkan gangguan terhadap keindahan (gangguan estetika) yang berupa rasa tidak nyaman dan menimbulkan bau (Destya et al, 2016). Hasil yang didapatkan pada penelitian tersebut dengan nilai TU_a 10,22 menunjukkan bahwa limbah cair kelapa sawit pada outlet UPL PT. X masuk dalam kategori besar menyebabkan toksisitas akut.

Hasil Uji Organoleptik

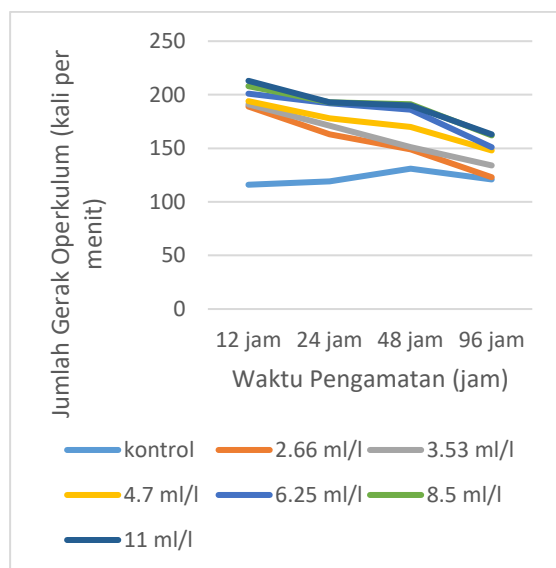
Berdasarkan hasil uji organoleptik ditampilkan ilustrasi pergerakan tingkah laku ikan pada akuarium saat pengamatan yang disajikan pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Tingkah laku ikan pada akuarium

Gambar 2. menunjukkan pada ikan kontrol pergerakannya normal, umumnya ikan berada di tengah dan bergerak ke atas ke bawah sebanyak

50%. Pada ikan yang mengandung konsentrasi limbah sawit 2.66 ml/l bergerak ke atas, ke bawah dan ke tengah, tetapi >60% pergerakannya cenderung ke atas. Limbah 3.53 ml/l pergerakannya cenderung ke atas >70%, konsentrasi 4,7 ml/l cenderung ke atas >75%, konsentrasi 6.25 ml/l cenderung ke atas >80%, konsentrasi 8.3 ml/l pergerakannya >90% ke atas dan pada konsentrasi 11 ml/l cenderung ke atas sebanyak 95%.



Gambar 3. Pergerakan operculum

Berdasarkan analisis pergerakan operculum antara ikan kontrol dan ikan yang diberikan perlakuan 2.66 ml/l, 3.53 ml/l, 4.7 ml/l, 6.25 ml/l, 8.5 ml/l dan 11 ml/l menunjukkan perubahan yang sangat signifikan pada jam 24, 48, 72, dan 96 jam. Dapat dilihat pada jam ke-12 untuk perlakuan yang diberikan konsentrasi, pergerakan operculum ikan sangat cepat, pada jam ke-24 dan jam ke-48 terlihat operculum semakin melambat, dan pada jam ke-96 terlihat ikan semakin bergerak beraturan. Namun, semakin besar konsentrasi yang diberikan maka semakin cepat pula pergerakannya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa nilai LC_{50} limbah cair kelapa sawit untuk biota uji benih ikan nila adalah 4, 88 ml/l. Nilai TU_a yang didapatkan yaitu 20,49 menunjukkan tingkat toksisitas akut limbah cair kelapa sawit benar menyebabkan toksisitas akut. Konsentrasi yang aman untuk konsentrasi limbah cair kelapa sawit dianjurkan di bawah nilai LC_{50-96} jam sebesar 4,88 ml/ L. Dampak paparan limbah cair sawit pada uji organoleptik terhadap benih ikan nila yaitu hiperaktif serta kehilangan keseimbangan. Tubuh ikan nila juga mengeluarkan lendir karena

sekresi mukus yang berlebihan serta mengalami depigmentasi (kepuccatan).

DAFTAR PUSTAKA

- Destya, Q, Elystia, S, dan Yenie E. (2016). Uji Toksisitas Akut Limbah Cair Kelapa Sawit Terhadap Ikan Patin (*Pangasius sp.*) dengan Metode *Renewal Test*. *Jom FTEKNIK* 3 (2) : 1-9.
- Effendi H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Kanisius.
- Megawati, I. A., Zulfikar, A., & Melani, W. R. (2015). Uji toksisitas detergen terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Skripsi*, 1-10.
- Muliari, M., Zulfahmi, I., & Akmal, Y. (2019). Ekotoksikologi Akuatik. Bogor: IPB Press.
- Nursanti, I. (2013). Karakteristik Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Pada Proses Pengolahan Anaerob dan Aerob. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari* 13 (4) : 67-73.
- Nasution.D.Y. 2004. Pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit yang berasal dari kolam akhir (final pond) dengan proses koagulasi melalui elektrolisis. *Jurnal Sains Kimia*. 8(2): 38-40
- Yulianto B. 2012. Uji Toksisitas Akut. Semarang :Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro.
- Zulfahmi, I, Muliari, dan Mawaddah, I. (2017). Toksisitas Limbah Cair Kelapa Sawit Terhadap Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Linneus 1758) dan Ikan Banden (*Chanos chanos* Froskal 1755). *Agricola* 7 (1) : 44-55.
- Zulfahmi, Ilham, Ravika Nila Kandi, Feizia Huslina, Lina Rahmawati, Muliari Muliari, Kizar Ahmed Sumon, and Mohammad Mahmudur Rahman. 2021. 'Phytoremediation of Palm Oil Mill Effluent (POME) Using Water Spinach (*Ipomoea Aquatica* Forsk)'. *Environmental Technology & Innovation* 21:101260.
- Zulfahmi, Ilham, Sayyid Afdhal El Rahimi, Saed Dedi Suherman, Almunawarah Almunawarah, Arif Sardi, Kamaliah Helmi,

Badratun Nafis, Adli Waliul Perdana, Khalisah Huwaina Adani, Ihdina Alfi Admaja Nasution, Kizar Ahmed Sumon, and Mohammad Mahmudur Rahman. 2023. 'Acute Toxicity of Palm Oil Mill Effluent on Zebrafish (*Danio Rerio* Hamilton-

Buchanan, 1822): Growth Performance, Behavioral Responses and Histopathological Lesions'. *Chemosphere* 340:139788