

Uji Toksisitas Akut LC₅₀ Limbah Cair Tahu terhadap Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) dengan Metode *Renewal Test*

Senang Saadah^{1*}, Suci Pramadita², Jumiaty³

^{1,2,3}Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Jl. Jenderal Ahmad Yani, Kota Pontianak, Kalimantan Barat
E-mail: senangsaadahhh@gmail.com

* Corresponding Author

 <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i3.5354>

ARTICLE INFO

Article history

Received: 20 Jan 2026

Revised: 05 Feb 2026

Accepted: 21 Feb 2026

Kata Kunci:

LC₅₀, Limbah Cair Tahu, *Oreochromis Niloticus*, Uji Toksisitas Akut, Kualitas Air

Keywords:

LC₅₀, Tofu Wastewater, *Oreochromis Niloticus*, Acute Toxicity Test, Water Quality

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan Konsentrasi Letal 50% (LC₅₀) limbah tahu pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan menganalisis hubungan antara parameter kualitas air dan mortalitas ikan. Pengujian toksisitas akut dilakukan selama 96 jam menggunakan metode uji peremajaan dengan ikan nila sebagai organisme uji. Percobaan terdiri dari beberapa konsentrasi limbah tahu, dan larutan uji diperbarui setiap 24 jam. Data mortalitas dicatat dan dianalisis menggunakan perangkat lunak Minitab untuk menentukan nilai LC₅₀. Hasil menunjukkan bahwa nilai LC₅₀ 96 jam adalah 8,545%, sedangkan nilai Satuan Toksisitas Akut (TUa) adalah 11,70, menunjukkan bahwa limbah tahu menunjukkan toksisitas akut yang tinggi. Analisis kualitas air menunjukkan Kebutuhan Oksigen Biologis (BOD) sebesar 871,62 mg/L, Kebutuhan Oksigen Kimia (COD) sebesar 2.149,66 mg/L, Total Padatan Tersuspensi (TSS) sebesar 947,82 mg/L, pH 4,08, dan konsentrasi amonia 3,81 mg/L, yang semuanya melebihi standar kualitas air yang ditetapkan. Peningkatan konsentrasi air limbah dikaitkan dengan tingkat kematian ikan nila yang lebih tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa air limbah tahu yang tidak diolah berpotensi menurunkan kualitas air secara signifikan dan menimbulkan risiko serius bagi organisme akuatik, menekankan perlunya pengolahan air limbah yang tepat sebelum dibuang ke lingkungan.

*This study aimed to determine the Lethal Concentration 50% (LC₅₀) of tofu wastewater on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and to analyze the relationship between water quality parameters and fish mortality. Acute toxicity testing was conducted for 96 hours using the renewal test method with Nile tilapia as the test organism. The experiment consisted of several concentrations of tofu wastewater, and the test solution was renewed every 24 hours. Mortality data were recorded and analyzed using Minitab software to determine the LC₅₀ value. The results showed that the 96-hour LC₅₀ value was 8.545%, while the Toxicity Unit Acute (TUa) value was 11.70, indicating that tofu wastewater exhibited high acute toxicity. Water quality analysis revealed Biological Oxygen Demand (BOD) of 871.62 mg/L, Chemical Oxygen Demand (COD) of 2,149.66 mg/L, Total Suspended Solids (TSS) of 947.82 mg/L, pH of 4.08, and ammonia concentration of 3.81 mg/L, all of which exceeded the established water quality standards. Increased wastewater concentration was associated with higher mortality rates of Nile tilapia. These findings indicated that untreated tofu wastewater had the potential to significantly degrade water quality and posed serious risks to aquatic organisms, emphasizing the need for proper wastewater treatment prior to environmental discharge.*



This is an open access article under the CC-BY-SA license.



How to Cite: Senang Saadah, et al (2026). Uji Toksisitas Akut LC₅₀ Limbah Cair Tahu terhadap Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) dengan Metode *Renewal Test*, 4(3) 21533-21541. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i3.5354>

PENDAHULUAN

Industri tahu merupakan salah satu sektor industri rumah tangga yang berkembang pesat di

Indonesia, baik di wilayah perkotaan maupun pedesaan. Perkembangan industri ini tidak hanya memberikan kontribusi terhadap pemenuhan kebutuhan pangan masyarakat, tetapi juga menimbulkan permasalahan lingkungan, khususnya terkait dengan pengelolaan limbah cair yang dihasilkan selama proses produksi. Sebagian besar pelaku industri tahu masih membuang limbah cair secara langsung ke saluran drainase atau badan air tanpa melalui proses pengolahan yang memadai. Limbah cair tahu mengandung bahan organik dalam jumlah tinggi, seperti protein sebesar 40–60%, karbohidrat 25–50%, lemak sekitar 10%, serta padatan tersuspensi dan terlarut lainnya, yang berpotensi menurunkan kualitas perairan apabila dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan terlebih dahulu (Nasik, 2015, p. 42).

Pembuangan limbah cair tahu secara langsung ke badan air dapat menyebabkan peningkatan beban pencemar organik di perairan, yang berdampak pada penurunan kualitas fisik, kimia, dan biologis air. Peningkatan kandungan bahan organik akan meningkatkan kebutuhan oksigen biologis dan kimia, sehingga dapat menurunkan kadar oksigen terlarut dan mengganggu keseimbangan ekosistem perairan. Selain itu, limbah cair tahu juga mengandung padatan tersuspensi yang dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam perairan, mengganggu proses fotosintesis organisme akuatik, serta menimbulkan bau tidak sedap yang berdampak pada estetika lingkungan (Herlambang, 2005, p. 21). Salah satu industri tahu yang beroperasi di Kota Pontianak terletak di Jalan Adi Sucipto, Pontianak Tenggara. Industri ini mengolah ratusan kilogram kedelai setiap hari dan menghasilkan limbah cair dalam jumlah besar sebagai hasil samping proses pencucian, perebusan, pengepresan, pencetakan, hingga pengemasan produk tahu. Limbah cair yang dihasilkan sebagian kecil dimanfaatkan kembali, sementara sisanya dibuang langsung ke drainase dan bermuara ke perairan umum. Kondisi ini berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan apabila tidak dilakukan pengelolaan limbah yang tepat.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa limbah cair tahu memiliki karakteristik pencemar yang tinggi dan cenderung melebihi baku mutu yang ditetapkan. Penelitian Nurliansyah (2016, p. 57) menunjukkan bahwa limbah cair tahu di Pontianak memiliki nilai BOD sebesar 542,37 mg/L, COD sebesar 1.329,52 mg/L, dan pH 6,1. Chan (2016, p. 33) melaporkan nilai COD limbah cair tahu sebesar 2.266,67 mg/L dengan pH 6,1 dan suhu 31°C. Sementara itu, Nurlina (2015, p. 48) melaporkan nilai TSS sebesar 312 mg/L, BOD sebesar 1.211,5 mg/L, dan COD sebesar 2.018,5 mg/L. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa karakteristik limbah cair tahu masih melampaui baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah. Limbah cair tahu yang dibuang tanpa pengolahan dapat menimbulkan dampak ekologis yang serius terhadap organisme perairan. Kandungan bahan organik yang tinggi dapat menyebabkan stres fisiologis, gangguan pernapasan, serta kematian organisme akuatik akibat menurunnya kadar oksigen terlarut. Selain itu, kondisi pH yang cenderung asam dan tingginya kandungan amonia dapat bersifat toksik bagi ikan dan organisme perairan lainnya. Dampak tersebut tidak hanya mengancam kelangsungan hidup biota perairan, tetapi juga berpotensi mengganggu aktivitas masyarakat yang memanfaatkan perairan sebagai sumber perikanan dan kebutuhan sehari-hari.

Uji toksisitas akut merupakan salah satu pendekatan dalam kajian toksikologi perairan yang digunakan untuk menilai tingkat bahaya suatu limbah terhadap organisme hidup. Uji ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi limbah yang dapat menyebabkan kematian 50% organisme uji dalam waktu tertentu, yang dinyatakan sebagai nilai Lethal Concentration 50% (LC50). Nilai LC50 dapat digunakan sebagai indikator awal untuk mengevaluasi potensi toksisitas suatu limbah dan sebagai dasar dalam penentuan strategi pengelolaan limbah cair sebelum dibuang ke lingkungan. Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji toksisitas limbah cair tahu terhadap organisme perairan. Wulandari (2016, p. 64) melaporkan bahwa nilai LC50 limbah cair tahu terhadap *Daphnia magna* sebesar 3,56% menggunakan metode uji statis selama 48 jam, serta menunjukkan bahwa peningkatan nilai BOD, COD, TSS, amonia, dan suhu diikuti oleh meningkatnya tingkat kematian organisme uji. Hardiono (2014, p. 52) juga melakukan uji toksisitas limbah tahu terhadap ikan nila menggunakan metode statis dan menemukan bahwa karakteristik pH dan oksigen terlarut berpengaruh terhadap nilai LC50. Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut menggunakan metode uji statis, sehingga fluktuasi kualitas metode uji selama pengujian belum sepenuhnya terkontrol.

Metode renewal test dipandang lebih representatif dalam menggambarkan kondisi perairan yang menerima limpasan limbah secara kontinu, karena media uji diganti secara berkala untuk menjaga stabilitas kualitas air selama pengujian. Penggunaan metode ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai toksisitas akut limbah cair tahu terhadap organisme perairan. Selain itu,

penelitian mengenai toksisitas akut limbah cair tahu dengan metode renewal test terhadap ikan nila di wilayah Kota Pontianak masih relatif terbatas. Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dipilih sebagai organisme uji karena merupakan salah satu spesies ikan yang banyak ditemukan dan dibudidayakan oleh masyarakat di sekitar perairan penerima limbah. Ikan nila juga direkomendasikan sebagai organisme uji oleh Environmental Protection Agency (EPA) karena memiliki toleransi yang relatif tinggi terhadap kondisi lingkungan yang kurang baik, mudah dipelihara di laboratorium, serta memiliki persebaran yang luas (Zunita, 2012, p. 39). Dengan menggunakan ikan nila sebagai hewan uji, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran yang relevan mengenai dampak limbah cair tahu terhadap biota perairan lokal. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai LC₅₀ limbah cair tahu terhadap ikan nila menggunakan metode renewal test serta menganalisis hubungan antara parameter kualitas air, meliputi BOD, COD, TSS, DO, amonia, pH, dan suhu, terhadap tingkat kematian ikan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai tingkat toksisitas limbah cair tahu, serta menjadi bahan pertimbangan dalam upaya pengelolaan dan pengendalian pencemaran lingkungan perairan akibat aktivitas industri tahu.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental skala laboratorium yang bertujuan untuk menguji toksisitas akut limbah cair tahu terhadap organisme perairan. Penelitian dilaksanakan di belakang Workshop Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura untuk kegiatan aklimatisasi, uji pendahuluan, dan uji lanjutan, sedangkan analisis parameter kualitas air dilakukan di Laboratorium Kualitas dan Kesehatan Lahan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura. Sampel limbah cair tahu diambil dari pabrik tahu yang berlokasi di Jalan Adi Sucipto, Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Kalimantan Barat, menggunakan metode grab sampling. Subjek penelitian adalah ikan nila (*Oreochromis niloticus*) berumur ±40 hari dengan panjang 3–5 cm dan berat rata-rata 2,5 gram, yang diperoleh dari tambak ikan Dinas Perikanan Provinsi Kalimantan Barat dan digunakan sebagai organisme uji. Parameter kualitas air yang diamati meliputi pH, suhu, oksigen terlarut (DO), Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), dan amonia.

Uji toksisitas akut dilakukan selama 96 jam menggunakan metode renewal test yang terdiri atas uji pendahuluan (range finding test) dan uji lanjutan (definitive test). Pengujian dilakukan pada beberapa variasi konsentrasi limbah cair tahu serta satu perlakuan kontrol, dengan tiga kali pengulangan dan sepuluh ekor ikan pada setiap wadah uji. Larutan uji diganti setiap 24 jam untuk menjaga kestabilan kualitas air. Data utama berupa jumlah kematian ikan dicatat secara periodik dan digunakan untuk menghitung persentase mortalitas. Nilai Lethal Concentration 50% (LC₅₀) ditentukan menggunakan analisis probit dengan bantuan perangkat lunak Minitab. Data parameter kualitas air dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 guna menilai tingkat pencemaran dan kaitannya dengan tingkat kematian ikan nila.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Limbah Cair Tahu

Limbah cair tahu yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari proses penggilingan hingga proses penggumpalan tahu. Secara umum, limbah cair tahu dihasilkan dari aktivitas pencucian kedelai, pencucian peralatan, pemasakan, serta larutan sisa perendaman kedelai. Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik tahu tempat pengambilan sampel mencapai ±1200 liter per hari dengan karakteristik fisik berwarna putih keruh dan mengandung kadar bahan organik serta protein yang tinggi. Proses pembuatan tahu meliputi tahapan perendaman dan penggilingan kedelai, perebusan bubur kedelai, proses penggumpalan menggunakan bahan asam (*catu*), pencetakan, hingga produk tahu siap jual. Penambahan bahan asam pada proses penggumpalan berpotensi menghasilkan limbah cair yang bersifat asam dan berbahaya apabila dibuang langsung ke lingkungan tanpa pengolahan terlebih dahulu.

Karakteristik limbah cair tahu yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), pH, dan amonia. Hasil analisis karakteristik limbah cair tahu disajikan pada Tabel 1 dan dibandingkan dengan baku mutu air limbah berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 tentang Baku Mutu

Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Kedelai serta Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 03 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Kawasan Industri.

Tabel 1. Nilai Karakteristik Limbah Cair Industri Tahu

Parameter	Satuan	Sampel	Baku Mutu
BOD	mg/L	871,62	150*
COD	mg/L	2.149,66	300*
TSS	mg/L	947,82	200*
Amonia	mg/L	3,81	20**
pH	–	4,08	6–9**

Keterangan:

* Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014

** Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 03 Tahun 2010*

Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa nilai BOD, COD, TSS, dan pH limbah cair tahu melebihi baku mutu yang telah ditetapkan, sedangkan parameter amonia masih berada di bawah baku mutu air limbah kawasan industri. Nilai BOD sebesar 871,62 mg/L menunjukkan tingginya kandungan bahan organik yang mudah terurai secara biologis, sedangkan nilai COD sebesar 2.149,66 mg/L mengindikasikan tingginya kandungan bahan organik dan anorganik yang memerlukan oksigen dalam proses oksidasi kimia. Tingginya nilai BOD dan COD mencerminkan potensi pencemaran yang serius terhadap badan air penerima, karena dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut (DO) yang dibutuhkan oleh organisme akuatik. Hal ini sejalan dengan pendapat Oktafiansyah (2015) yang menyatakan bahwa parameter BOD dan COD merupakan indikator utama tingkat pencemaran air oleh bahan organik.

Nilai TSS sebesar 947,82 mg/L juga jauh melebihi baku mutu yang ditetapkan. Tingginya padatan tersuspensi dalam limbah cair tahu dapat menghambat penetrasi cahaya matahari ke dalam perairan, sehingga mengganggu proses fotosintesis fitoplankton dan tumbuhan air lainnya. Kondisi tersebut berdampak pada penurunan suplai oksigen terlarut dan dapat mengganggu kehidupan biota perairan, khususnya ikan, karena partikel tersuspensi berpotensi menyumbat insang (Oktafiansyah, 2015). Selain itu, nilai pH limbah cair tahu yang bersifat asam (pH 4,08) menunjukkan kondisi yang tidak sesuai bagi kehidupan organisme akuatik. Perubahan pH yang ekstrem dapat menyebabkan gangguan metabolisme, menurunkan pertumbuhan, meningkatkan stres, serta meningkatkan kerentanan ikan terhadap penyakit (Hikmat, 2002 dalam Pramleonita et al., 2018).

Meskipun nilai amonia limbah cair tahu sebesar 3,81 mg/L masih berada di bawah baku mutu air limbah kawasan industri, nilai tersebut belum memenuhi standar kualitas air untuk pertumbuhan ikan nila berdasarkan SNI 7550 (2009), yang menetapkan kadar amonia <0,02 mg/L. Konsentrasi amonia yang melebihi ambang toleransi dapat bersifat toksik bagi organisme akuatik karena mengganggu kemampuan darah dalam mengikat oksigen, sehingga berpotensi menyebabkan gangguan pertumbuhan hingga kematian ikan (Royan et al., 2019). Tingginya karakteristik pencemar pada limbah cair tahu dalam penelitian ini disebabkan oleh tidak adanya sistem pengolahan limbah cair di pabrik tahu, sehingga limbah dibuang langsung ke saluran drainase dan badan air penerima. Oleh karena itu, diperlukan pengujian lebih lanjut berupa uji toksisitas akut menggunakan organisme uji ikan nila untuk mengetahui dampak langsung limbah cair tahu terhadap kelangsungan hidup organisme perairan.

Uji Toksisitas Akut

Uji toksisitas akut dilakukan selama 96 jam dengan memaparkan limbah cair tahu pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Parameter yang diamati meliputi tingkat mortalitas dan perubahan fisiologis organisme uji untuk menentukan nilai LC50 serta Toxicity Unit Area (TUa). Metode pengujian yang digunakan adalah renewal test, yaitu penggantian larutan uji dengan konsentrasi yang sama setiap 24 jam selama periode pengujian. Uji toksisitas dilaksanakan secara bertahap, meliputi tahap aklimatisasi, uji pendahuluan, dan uji lanjutan.

Aklimatisasi Hewan Uji

Tahap awal penelitian diawali dengan aklimatisasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) selama tiga hari untuk mencegah stres dan infeksi bakteri pada hewan uji (Sahuri, 2017). Selama masa aklimatisasi, ikan diberi pakan, diaerasi, serta dilakukan pengukuran pH dan suhu air setiap hari. Hasil pengukuran

pH dan suhu selama aklimatisasi disajikan pada [Tabel 4.2]. Nilai pH air berkisar antara 7,4–7,5 dan suhu stabil pada 30°C. Nilai tersebut masih berada dalam kisaran optimal bagi kehidupan ikan nila sesuai dengan SNI 7550 (2009), yaitu pH 6,5–8,5 dan suhu 25–32°C. Selama masa aklimatisasi terjadi kematian ikan sebanyak 15 ekor dari total 350 ekor (4%). Persentase kematian tersebut masih berada di bawah ambang batas yang diperbolehkan (<10%) menurut US EPA (2000), sehingga ikan dinyatakan layak digunakan untuk pengujian selanjutnya. Kematian ikan pada tahap ini diduga disebabkan oleh stres akibat penyesuaian terhadap lingkungan baru (Rohmani, 2014).

Tabel 2. Pengukuran pH dan Suhu pada Saat Aklimatisasi

No	Hari	pH	Suhu (°C)	Kematian (ekor)
1	Ke-1	7,4	30	0
2	Ke-2	7,5	30	4
3	Ke-3	7,5	30	11
Jumlah				15

Uji pendahuluan

Uji Pendahuluan (*Range Finding Test*)

uan dilakukan untuk menentukan kisaran konsentrasi ambang bawah dan ambang atas limbah cair tahu yang bersifat toksik terhadap ikan nila. Pengujian dilakukan selama 96 jam dengan variasi konsentrasi 0%, 6,25%, 12,5%, 25%, dan 50%, sesuai rekomendasi US EPA. Setiap perlakuan menggunakan 10 ekor ikan nila dengan tiga kali pengulangan (triplo). Selama pengujian, ikan tidak diberi pakan dan tidak diaerasi. Hasil uji pendahuluan menunjukkan bahwa konsentrasi 25% dan 50% menyebabkan kematian 100% ikan nila, sehingga tidak digunakan pada uji lanjutan. Konsentrasi yang menyebabkan kematian mendekati 50% berada pada kisaran 6,25%–12,5%. Persentase kematian ikan nila selama uji pendahuluan ditampilkan pada [Tabel 3]. Tidak ditemukan kematian pada kelompok kontrol, sehingga kematian ikan pada perlakuan lain dapat dipastikan disebabkan oleh paparan limbah cair tahu dan bukan oleh faktor eksternal.

Tabel 3. Persentase Kematian Ikan Nila pada Uji Pendahuluan Setelah 96 Jam

Konsentrasi Uji (%)	Jumlah Kematian Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Persentase Kematian (%)
0 (Kontrol)	0	0	0	0
6,25	2	3	2	23
12,5	3	5	7	50
25	10	10	10	100
50	10	10	10	100

Uji Lanjutan

Uji lanjutan dilakukan untuk menentukan nilai LC_{50} limbah cair tahu terhadap ikan nila. Perlakuan dilakukan dengan empat variasi konsentrasi, yaitu 0%, 7,5%, 9,5%, dan 11,5%, yang diperoleh dari hasil uji pendahuluan. Setiap perlakuan menggunakan 10 ekor ikan nila dengan tiga kali pengulangan. Hasil uji lanjutan menunjukkan bahwa konsentrasi 9,5% dan 11,5% mampu menyebabkan kematian ikan mendekati dan melebihi 50% dalam waktu 96 jam, sedangkan konsentrasi 7,5% menyebabkan kematian rata-rata 43%. Data persentase kematian ikan nila pada uji lanjutan disajikan pada [Tabel 4.4].

Tabel 4. Persentase Kematian Ikan Nila pada Uji Lanjutan Setelah 96 Jam

Konsentrasi Uji (%)	Jumlah Kematian Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Persentase Kematian (%)
0 (Kontrol)	0	0	0	0
7,5	3	5	5	43
9,5	5	7	6	60
11,5	7	9	7	77

Perubahan Morfologi dan Perilaku Ikan Nila

Ikan nila yang terpapar limbah cair tahu menunjukkan perubahan morfologi berupa perubahan warna tubuh, insang memudar, serta munculnya lendir berlebih. Perubahan tersebut disajikan pada [Gambar 4.2]. Ikan pada bak kontrol tidak menunjukkan perubahan morfologi yang signifikan.



Gambar 1. Perubahan Morfologi Ikan Nila Setelah Paparan Limbah Cair Tahu

Selain perubahan morfologi, ikan juga menunjukkan perubahan perilaku seperti berenang tidak teratur, berkumpul di permukaan air, kehilangan keseimbangan, hingga akhirnya mati. Gejala ini mengindikasikan stres dan gangguan respirasi akibat paparan bahan toksik (Novita, 2015; Putra, 2015).

Konsentrasi Kematian (LC₅₀) dan Toxicity Unit Area (TUa)

Nilai LC50 96 jam dihitung menggunakan metode probit dengan bantuan perangkat lunak Minitab versi 2019. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh nilai LC50 sebesar 8,545%, yang berarti pada konsentrasi tersebut limbah cair tahu mampu menyebabkan kematian 50% ikan nila dalam waktu 96 jam. Nilai LC50 selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai Toxicity Unit Area (TUa) dan diperoleh nilai TUa sebesar 11,70. Berdasarkan klasifikasi toksisitas US EPA (2000), nilai tersebut menunjukkan bahwa limbah cair tahu bersifat toksik akut tinggi, yang berpotensi menurunkan kualitas perairan dan mengganggu kehidupan biota air (Herlambang, 2002).

Hubungan Karakteristik Limbah Cair Tahu terhadap Kematian Ikan Nila

Nilai pH limbah cair tahu selama pengujian berkisar antara 5,0–7,2. Hubungan pH dengan persentase kematian ikan nila disajikan pada [Tabel 5]. Nilai pH pada konsentrasi tinggi bersifat asam dan berada di bawah kisaran optimal untuk kehidupan ikan nila, sehingga menyebabkan stres dan peningkatan produksi lendir pada insang.

Tabel 5. Nilai pH Limbah Cair Tahu terhadap Kematian Ikan Nila

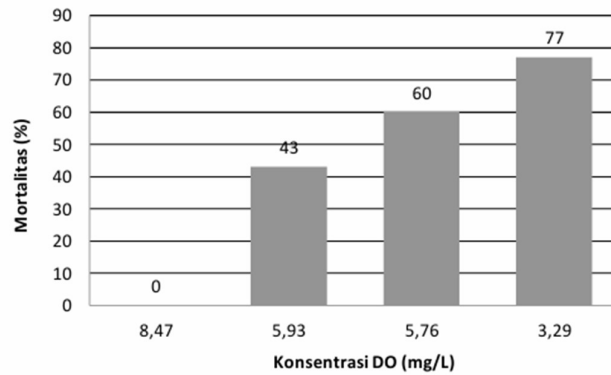
Konsentrasi Uji (%)	pH 24 jam	pH 48 jam	pH 72 jam	pH 96 jam	Persentase Kematian (%)
0 (Kontrol)	7,2	7,2	7,2	7,2	0
7,5	5,5	5,4	5,3	5,3	43
9,5	5,3	5,3	5,3	5,1	60
11,5	5,3	5,2	5,2	5,0	77

Nilai suhu selama pengujian berkisar antara 27–31°C dan masih berada dalam kisaran optimal untuk kehidupan ikan nila. Hubungan suhu dengan persentase kematian ikan nila disajikan pada [Tabel 4.6]. Dengan demikian, suhu bukan merupakan faktor utama penyebab kematian ikan nila.

Tabel 6. Nilai Suhu Limbah Cair Tahu terhadap Kematian Ikan Nila

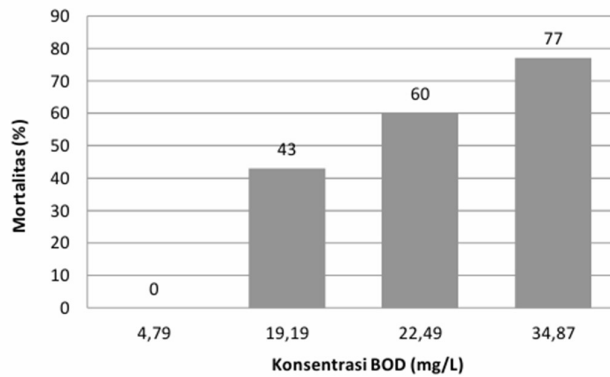
Konsentrasi Uji (%)	Suhu Pagi (°C)	Suhu Siang (°C)	Suhu Sore (°C)	Persentase Kematian (%)
0 (Kontrol)	27	29,5	30	0
7,5	27	30	30	43
9,5	27	30	30	60
11,5	28	30	31	77

Hubungan antara oksigen terlarut (DO) dengan mortalitas ikan nila disajikan pada [Gambar 2]. Semakin rendah nilai DO, semakin tinggi persentase kematian ikan nila. Kondisi ini dipengaruhi oleh tingginya kandungan bahan organik dalam limbah cair tahu.



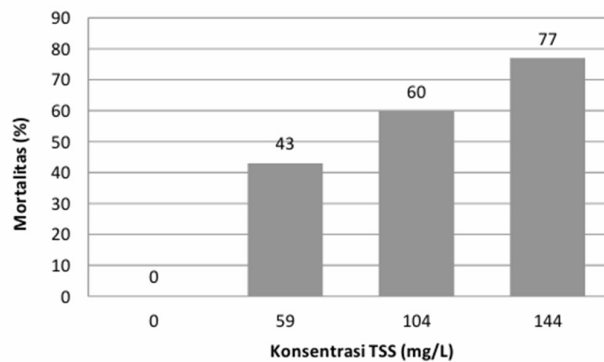
Gambar 2. Hubungan nilai BOD dan COD dengan mortalitas ikan

Hubungan nilai BOD dan COD dengan mortalitas ikan nila ditunjukkan pada [Gambar 3] dan [Gambar 4]. Semakin tinggi nilai BOD dan COD, semakin tinggi tingkat kematian ikan nila, yang menunjukkan bahwa limbah cair tahu termasuk dalam kategori pencemaran berat.



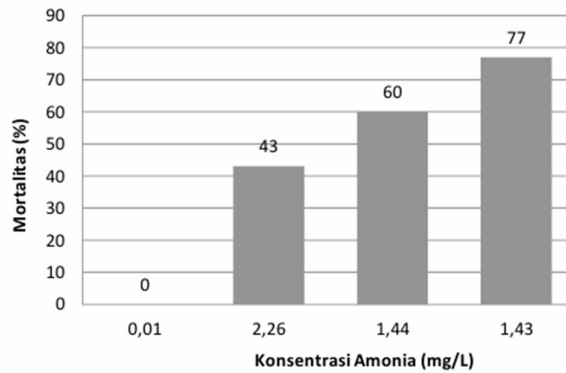
Gambar 3. Hubungan antara BOD terhadap mortalitas ikan nila

Hubungan antara nilai TSS dengan mortalitas ikan nila ditampilkan pada [Gambar 4.6]. Nilai TSS yang tinggi menyebabkan penyumbatan insang dan menghambat proses respirasi ikan.



Gambar 4. Hubungan Amonia terhadap Kematian Ikan Nila

Hubungan kadar amonia dengan mortalitas ikan nila disajikan pada [Gambar 5]. Nilai amonia yang melebihi baku mutu menyebabkan gangguan pengikatan oksigen oleh darah ikan dan meningkatkan tingkat kematian.



Gambar 5. Hubungan kadar amonia dengan mortalitas ikan nila

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa: Nilai LC_{50-96} jam limbah cair tahu terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diperoleh melalui analisis probit menggunakan perangkat lunak Minitab sebesar 8,545%. Nilai Toxicity Unit Acute (TUa) sebesar 11,70 menunjukkan bahwa limbah cair tahu tergolong dalam kategori toksik tinggi terhadap organisme perairan. Parameter suhu tidak berpengaruh terhadap kematian ikan nila selama pengujian. Mortalitas ikan nila dipengaruhi oleh karakteristik fisika-kimia limbah cair tahu, yaitu BOD, COD, TSS, amonia, dan pH. Hasil pengujian menunjukkan nilai BOD sebesar 871,62 mg/L, COD sebesar 2.149,66 mg/L, TSS sebesar 947,82 mg/L, amonia sebesar 3,81 mg/L, dan pH sebesar 4,08, yang secara umum menunjukkan kondisi kualitas air yang tidak mendukung kelangsungan hidup ikan nila dan berkontribusi terhadap meningkatnya tingkat kematian ikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak yang sudah berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan artikel ini.

REFERENSI

- Agung Tuhu, & Winata, H. S. (2010). Pengolahan air limbah industri tahu menggunakan teknologi plasma. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2(2), 19–28.
- APHA. (1995). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (19th ed.). Washington DC: American Public Health Association.
- Chan, A. A. (2016). Produksi biogas dan penyisihan COD dari limbah cair tahu. *Jurnal Mahasiswa Teknik Lingkungan UNTAN*, 1(1).
- Christin, F., Elystia, S., & Yenie, E. (2015). Uji toksisitas akut limbah cair tahu terhadap *Daphnia magna* dengan metode renewal test. *JOM FTEKNIK*, 2(2), 1–9.
- Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Hardiono, & Rahmawati. (2014). Uji LC_{50} limbah tahu terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Banjarbaru: Jurusan Kesehatan Lingkungan.
- Herlambang. (2005). Gas-gas dalam limbah cair tahu. Tesis. Universitas Diponegoro.
- Husni, H., & Esmiralda. (2012). Uji toksisitas akut limbah cair tahu terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* L.). Padang: Universitas Andalas.
- Nasik. (2015). Studi pengolahan limbah cair tahu menggunakan koagulan PAC. Skripsi. UIN Sunan Kalijaga.
- Nurliansyah, M. I. (2016). Efektivitas tanaman genjer dalam menurunkan BOD dan COD limbah cair tahu. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(1).
- Nurlina. (2015). Efektivitas penggunaan tawas dan karbon aktif pada pengolahan limbah cair tahu. Skripsi. Universitas Tanjungpura.
- Oktafiansyah, A. (2015). Analisis kesesuaian kualitas air Sungai Landak untuk budidaya perikanan.

Pontianak: UM Pontianak.

Pramleonita, M., Yulianti, N., Ridha, A., & Supriyono, E. W. (2018). Parameter fisika dan kimia air kolam ikan nila hitam (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan*, 8(1), 24–34.

SNI 7550. (2009). *Produksi ikan nila (Oreochromis niloticus)*. Jakarta: BSN.

U.S. Environmental Protection Agency. (2002). *Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters (5th ed.)*. Washington DC.

Wulandari, A. (2016). *Uji toksisitas limbah cair tahu terhadap Daphnia magna*. Skripsi. Universitas Tanjungpura.

Zunita, I. N. (2012). *Pengaruh pakan terhadap pertumbuhan ikan nila*. Universitas Diponegoro.