

# Analisis Karakteristik dan Tingkat Pencemaran Air Limbah Industri Tahu Serta Uji Toksisitas LC50 Terhadap Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) di Kabupaten Karawang

Nazhifa Izzatul Muslimah, Rendy Rifki Ramadhan, Zaina Nandini Maulid, Azka Rahmat Mujadi, Haratul Roby Al Mukaromah, Naufal Zahran Qaniurizqi

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jawa Barat

\*Koresponden email: nazhifaizzatul278@gmail.com

Diterima: 20 Oktober 2025

Disetujui: 27 Oktober 2025

## Abstract

This study was conducted to identify the characteristics of liquid waste produced by the tofu industry and to assess its toxicity level to tilapia (*Oreochromis niloticus*). The study used a completely randomised design (CRD) with five variations in waste concentration, namely 0%, 3%, 6%, 9%, and 12%, each with three replicates, resulting in a total of 150 test fish. The parameters observed included fish mortality, temperature, pH, and test media conditions during observation. The results showed that the water temperature was relatively stable in the range of 26.5–28.7°C, while the pH value fluctuated between 4.36 and 9.66 as the waste concentration increased. The percentage of fish mortality increased from 0% in the control treatment to 73% at the highest concentration. Based on the probit analysis results, an LC<sub>50</sub> value of 9.4% was obtained, indicating that tofu wastewater has a fairly high level of toxicity and has the potential to pollute the aquatic environment if it is not treated before disposal.

**Keywords:** *tofu wastewater, tilapia, lc50, toxicity, water quality*

## Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik limbah cair yang dihasilkan oleh industri tahu serta menilai tingkat toksisitasnya terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Penelitian menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima variasi konsentrasi limbah, yaitu 0%, 3%, 6%, 9%, dan 12%, masing-masing dengan tiga kali ulangan sehingga total ikan uji yang digunakan berjumlah 150 ekor. Parameter yang diamati meliputi tingkat kematian ikan, suhu, pH, serta kondisi media uji selama pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu perairan relatif stabil pada kisaran 26,5–28,7°C, sedangkan nilai pH mengalami fluktuasi antara 4,36 hingga 9,66 seiring peningkatan konsentrasi limbah. Persentase mortalitas ikan meningkat dari 0% pada perlakuan kontrol menjadi 73% pada konsentrasi tertinggi. Berdasarkan hasil analisis probit, diperoleh nilai LC<sub>50</sub> sebesar 9,4%, yang mengindikasikan bahwa limbah cair tahu memiliki tingkat toksisitas cukup tinggi dan berpotensi mencemari lingkungan perairan apabila tidak diolah sebelum dibuang.

**Kata Kunci:** *limbah cair tahu, ikan nila, lc50, toksisitas, kualitas air*

## 1. Pendahuluan

Tahu merupakan salah satu kuliner tradisional Indonesia yang populer dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Makanan ini mengandung asam amino dengan Tingkat pencernaan yang tinggi. Harganya yang terjangkau membuat tahu sering dipilih sebagai menu harian. Kondisi ini mendorong pesatnya pertumbuhan industri tahu, yang tersebar di berbagai daerah dengan metode produksi tradisional (Hikmah et al., 2019). Tahu Adalah salah satu jenis makanan tradisional Indonesia yang banyak digemari oleh Masyarakat karena rasanya yang enak, dapat diolah menjadi berbagai jenis olahan masakan dan harganya terjangkau. Seiring peningkatan jumlah penduduk dan taraf perekonomian Masyarakat, jumlah unit usaha mikro kecil dan menengah (UMKM) di berbagai daerah telah meningkat (Hardiono & Rahmawati, 2014).

Proses produksi tahu Menghasilkan dua jenis limbah utama, yaitu limbah padat dan cair. Limbah padat berupa ampas tahu umumnya masih dapat dimanfaatkan Kembali menjadi bahan makanan lain, pakan ternak, atau pupuk. Namun, limbah cair yang dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan, dan pencetakan tahu jarang dimanfaatkan Kembali dan biasanya langsung dibuang ke lingkungan sehingga berpotensi mencemari badan air (Pagoray et al., 2021).

Limbah cair dari industri tahu mengandung konsentrasi tinggi senyawa organik, meliputi protein, lipid, dan karbohidrat. Karakteristik limbah ini menunjukkan Tingkat pencemaran yang signifikan dengan nilai BOD mencapai 5000–10000 mg/L, COD berkisar 7000–10000 mg/L, serta pH rendah 4–5 (Cahyani

dkk., 2021). Jika dibuang langsung ke perairan, kandungan organik tinggi dapat menciptakan kondisi anaerobic yang Menghasilkan ammonia, karbon dioksida, asam asetat, hydrogen sulfida, dan metana, yang bersifat toksik bagi organisme akuatik (Mulyani, S. 2021).

Pencemaran dari limbah cair tahu berdampak pada menurunnya kualitas air, menyebabkan bau, blooming alga, bahkan mortalitas organisme perairan. Limbah cair juga dapat menjadi sumber penyakit, Meningkatkan populasi nyamuk, serta menurunkan estetika lingkungan (Wisudawati et al., 2019). Tingginya volume limbah cair yang dihasilkan berpotensi melampaui daya dukung lingkungan apabila tidak dilakukan pengolahan (Kaswinarni, 2007). Selain dampak negative, limbah cair tahu juga memiliki kandungan organik yang dapat dimanfaatkan. Kandungan zat organik meliputi 0,1% karbohidrat, 0,42% protein, 0,13% lemak, 4,55% Fe, 1,74% fosfor, dan 98,8% air, sehingga berpotensi dijadikan suplemen bagi ikan untuk meningkatkan kualitas serta ketahanan terhadap penyakit (Nurman et al., 2022).

Untuk menilai sejauh mana efek limbah cair terhadap organisme akuatik, diperlukan pengujian toksisitas. Uji toksisitas akut merupakan metode pemantauan biologis untuk mengetahui apakah suatu limbah dalam berbagai konsentrasi bersifat mematikan bagi organisme uji. Hasilnya dinyatakan dengan nilai LC50 (Ayu & Roosmini, 2014; Tyas, Batu, & Affandi, 2016).

Ikan memiliki sensitivitas tinggi terhadap perubahan lingkungan sehingga sering digunakan sebagai bioindikator kualitas perairan. *Oreochromis niloticus* (ikan nila) banyak digunakan dalam biomonitoring kualitas air, sedangkan *Cyprinus carpio* (ikan mas) merupakan salah satu organisme uji yang direkomendasikan oleh USEPA. Sensitivitas ikan terhadap pencemaran dapat diamati melalui perubahan fisiologis, perilaku, jaringan, hingga kematian (Rahayaan, Aris, & Malan, 2020; Harbowo, 2011).

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 23 Juni-28 Juni 2025 di ruang penelitian mandiri di wilayah Adiarsa, Karawang Timur. Penelitian ini dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) sebagai metode utama. Pemilihan rancangan ini dilakukan karena mampu memberikan kondisi yang setara antar perlakuan, sehingga perbedaan yang muncul dapat dibandingkan secara lebih obyektif. Penelitian tersusun dengan lima perlakuan, yaitu satu kontrol tanpa limbah dan empat perlakuan dengan konsentrasi limbah tahu sebesar 3%, 6%, 9%, dan 12%. Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali dengan wadah berupa akuarium berkapasitas 500 mL media uji. Uji dilakukan melalui dua tahap, yaitu uji pendahuluan untuk memastikan stabilitas media dan organisme, serta uji toksisitas dengan penambahan limbah cair tahu sesuai konsentrasi perlakuan.

Media disusun dengan mencampurkan air limbah dan air bersih hingga total volume tetap 500 mL pada setiap akuarium. Untuk perlakuan dengan konsentrasi 3%, media terdiri atas campuran 150 mL limbah cair tahu dengan 4850 mL air bersih. Perlakuan dengan konsentrasi 6% menggunakan 300 mL limbah cair tahu yang dicampur dengan 4700 mL air bersih. Pada perlakuan 9%, digunakan campuran 450 mL limbah cair tahu dan 4550 mL air bersih. Sementara itu, pada perlakuan terakhir dengan konsentrasi 12%, media disusun dari 600 mL limbah cair tahu yang ditambahkan ke dalam 4400 mL air bersih. Penyesuaian ini dimaksudkan untuk menjaga kesetaraan kondisi antar perlakuan sehingga perbedaan yang muncul benar-benar mencerminkan pengaruh variasi konsentrasi limbah terhadap kelangsungan hidup ikan nila.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### Aklimatisasi

Tahap aklimatisasi hewan uji dilakukan untuk memberikan waktu terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*) agar dapat beradaptasi dengan kondisi akuarium. Aklimatisasi dilakukan selama 24 jam dengan menggunakan air bersih dari kran sebagai media pemeliharaan. Selama proses tersebut dilakukan pemantauan kualitas air dengan air dengan parameter suhu dan pH pada dua interval waktu, yaitu pukul 08.00 dan 12.00. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu air tetap stabil pada 28°C, sedangkan nilai pH berada pada kisaran netral, yaitu 6,87-7,11, yang masih sesuai untuk mendukung kehidupan ikan nila.

Jumlah ikan yang digunakan pada awal aklimatisasi adalah 250 ekor dengan ukuran relatif seragam. Pemantauan mortalitas dilakukan secara berkala, yaitu pada pukul 08.00 dan 15.00 WIB. Berdasarkan hasil pengamatan, pada pukul 08.00 tidak ditemukan kematian, namun pada pukul 15.00 tercatat kematian sebanyak 16 ekor. Dengan demikian, total mortalitas selama periode aklimatisasi adalah 16 ekor atau sekitar 6,4% dari keseluruhan ikan uji. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar ikan dapat beradaptasi dengan baik terhadap lingkungan baru. Setelah dikurangi mortalitas tersebut, jumlah ikan yang digunakan untuk tahap uji toksisitas selanjutnya adalah 234 ekor.

### Uji Toksisitas

Uji toksisitas dilakukan untuk mengetahui tingkat ketahanan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) terhadap paparan air limbah industri tahu serta menentukan nilai LC50. Konsentrasi limbah yang digunakan

pada penelitian ini terdiri dari 0%, 3%, 6%, 9%, dan 12%. Total ikan uji yang digunakan sebanyak 150 ekor dengan ukuran relatif seragam. Ikan dibagi ke dalam 15 bak uji dengan kepadatan 10 ekor per bak, dan setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali (3 ulangan). Selama periode pengujian, ikan diamati terhadap respon fisiologis dan mortalitas yang terjadi pada masing-masing konsentrasi

**Tabel 1.** Data Keseluruhan Mortalitas Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) pada Berbagai Konsentrasi Air Limbah Industri Tahu

Konsentrasi (%)	% Kematian	Mortalitas	Total
0	0%	0	30
3	17%	5	30
6	30%	9	30
9	53%	16	30
12	73%	22	30

Hasil pengujian menunjukkan peningkatan jumlah kematian seiring dengan bertambahnya konsentrasi limbah. Pada kontrol tidak ditemukan kematian, sedangkan mortalitas pada konsentrasi 3%, 6%, 9%, dan 12% berturut-turut sebesar 17%, 30%, 53%, dan 73%. Pola mortalitas ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi konsentrasi limbah maka akan semakin besar tingkat kematian ikan. Data mortalitas tersebut kemudian digunakan dalam analisis probit untuk menentukan nilai LC50 yang menjadi indikator tingkat toksisitas limbah cair tahu terhadap ikan nila.

**Tabel 2.** Hasil Pengukuran Suhu dan pH Air Limbah Industri Tahu pada Uji Toksisitas Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*)

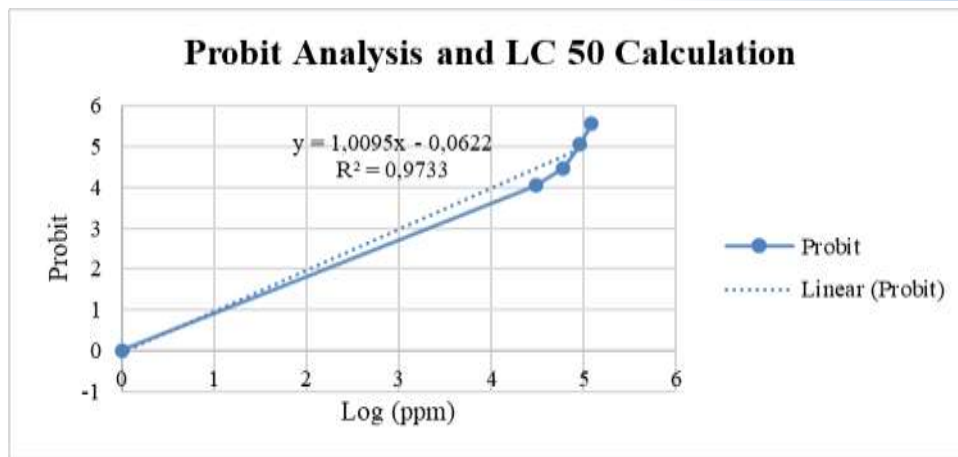
Konsentrasi (%)	Parameter	
	Suhu	pH
0	27 - 28,7	6,87 - 9
3	26,5 - 28,5	5,92 - 9,66
6	27 - 28,7	5,1 - 9,2
9	26,5 - 28	4,66 - 9
12	27,5 - 28	4,36 - 8,87

Selain mortalitas, selama uji toksisitas juga diukur suhu dan pH pada tiap konsentrasi limbah. Suhu media uji relatif stabil pada kisaran 26,5–28,7°C sehingga masih sesuai dengan toleransi ikan nila. Sebaliknya, nilai pH menunjukkan fluktuasi yang semakin ekstrem seiring peningkatan konsentrasi, dari 6,87–9,00 pada kontrol hingga 4,36–8,87 pada konsentrasi 12%. Perubahan pH yang tajam ini diduga menambah tekanan lingkungan terhadap ikan dan berkontribusi pada meningkatnya mortalitas pada konsentrasi limbah yang lebih tinggi.

### Analisis Probit

Dalam penelitian ini dilakukan uji toksisitas limbah cair industri tahu terhadap ikan nila (*Oreochromis Niloticus*) dengan pendekatan analisis probit. Hasil uji per bak ulangan menunjukkan adanya variasi nilai LC50 antar perlakuan. Pada bak ulangan pertama diperoleh nilai LC50 sebesar 8,9%, sedangkan pada bak ulangan kedua nilai LC50 lebih tinggi yaitu 13%. Sementara itu, bak ulangan ketiga kembali menunjukkan nilai LC50 sebesar 8,9%. Variasi ini menunjukkan adanya perbedaan tingkat sensitivitas ikan uji terhadap limbah, meskipun secara umum masih berada dalam kisaran yang relatif berdekatan.

Analisis probit keseluruhan kemudian dilakukan dengan menggabungkan data mortalitas dari ketiga ulangan. Berdasarkan perhitungan, mortalitas ikan meningkat seiring kenaikan konsentrasi limbah, dengan kematian terendah pada konsentrasi 3% yaitu 17% dan tertinggi pada konsentrasi 12% yaitu 73%. Hasil transformasi ke dalam nilai probit menghasilkan persamaan regresi dengan koefisien determinasi  $R^2 = 0,9733$ , yang menunjukkan bahwa model regresi yang digunakan memiliki tingkat keakuratan yang sangat baik dalam menggambarkan hubungan antara konsentrasi limbah dan respon mortalitas ikan.



**Gambar 1.** Kurva Analisis Probit Mortalitas Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) pada Uji Toksisitas Limbah Cair Tahu

Kurva probit yang dihasilkan memperlihatkan garis hubungan yang cenderung linier dengan distribusi data mortalitas yang mengikuti pola konsentrasi respon. Artinya, peningkatan konsentrasi limbah berbanding lurus dengan peningkatan mortalitas ikan. Dari grafik, titik potong pada probit 5 dilakukan untuk menentukan nilai LC50 yaitu konsentrasi yang menyebabkan kematian 50% populasi ikan. Berdasarkan persamaan regresi, nilai LC50 yang diperoleh adalah sekitar 9,4% atau setara dengan 94.000 ppm. Nilai ini mengindikasikan bahwa limbah cair tahu memiliki potensi toksik yang cukup tinggi terhadap ikan nila, karena pada konsentrasi di bawah 10% saja sudah mampu menyebabkan kematian setengah populasi uji. Dengan demikian, kurva probit tidak hanya menunjukkan nilai LC50, tetapi juga menggambarkan hubungan konsentrasi limbah dengan tingkat mortalitas ikan. Nilai LC50 sebesar 9,4% mengindikasikan bahwa limbah cair tahu memiliki tingkat toksisitas cukup tinggi terhadap ikan nila dan berpotensi menimbulkan risiko serius bagi ekosistem perairan jika tidak dikelola dengan baik.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa limbah cair industri tahu memiliki karakteristik yang berpotensi mencemari perairan, ditunjukkan oleh fluktuasi pH yang signifikan dan tingginya tingkat mortalitas ikan nila pada konsentrasi perlakuan. Suhu media uji relatif stabil pada kisaran yang sesuai dengan toleransi ikan nila, namun pH semakin bervariasi pada konsentrasi tinggi sehingga memperburuk kondisi fisiologis ikan. Mortalitas meningkat seiring kenaikan konsentrasi dan hasil analisis probit menunjukkan nilai LC50 sebesar 9,4%. Dengan demikian, limbah cair tahu terbukti bersifat toksik terhadap ikan nila dan perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan agar tidak menimbulkan dampak negatif terhadap ekosistem perairan.

#### 5. Referensi

- [1] Ayu, A. T., & Roosmini, D. (2014). Uji toksisitas akut pada IPAL terpadu kawasan industri tekstil terhadap *Daphnia magna* di Dayeuhkolot. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 20(2), 109–119. <https://doi.org/10.5614/jtl.2014.20.2.2>
- [2] Cahyani, D., Novita, N., & Rachmawati, R. (2021). Pengolahan limbah tahu dan potensinya. *Proceeding of Chemistry Conferences*, 6, 88–92. Universitas Sebelas Maret. <https://jurnal.uns.ac.id/pcc/article/download/55086/pdf>
- [3] Harbowo, B. (2011). Uji toksisitas limbah cair terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) sebagai bioindikator pencemaran perairan. Universitas Sebelas Maret
- [4] Hikmah, S. F., Rahman, A., Kholiq, I. N., & Andriani, Z. Z. D. (2019). Teknologi Pengolahan Limbah Industri Tahu sebagai Upaya Pengembangan Usaha Kecil Menengah (UKM). *Jurnal Istiqro*, 5(1), 53–71.
- [5] Rajagukguk, K. (2020). Pengolahan limbah cair tahu menjadi biogas menggunakan reaktor biogas portabel. *Quantum Teknika: Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 1(2), 63-71.
- [6] Mulyani, S. (2021). Identifikasi masalah dan pengolahan limbah cair pabrik tahu. *Repository Universitas Muhammadiyah Mataram*. <https://repository.ummat.ac.id/6835/3/COVER-BAB%20III.pdf>
- [7] Nurman, S., Hasyim, H., & Wahyuni, R. (2017). Pemanfaatan limbah cair tahu sebagai bahan tambahan pakan ikan. Universitas Khairun. <https://digilib.unkhair.ac.id/3536>
- [8] Pagoray, H., Sulistyawati, S., & Fitriyani, F. (2021). Limbah cair industri tahu dan dampaknya terhadap kualitas air dan biota perairan. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 9(1), 53-65.

- [9] Ariyanto, R., Hadiwidodo, M., & Sudarno, S. *Pengaruh Ukuran Media Adsorben dan Konsentrasi Aktivator H<sub>2</sub>so<sub>4</sub> terhadap Efektifitas Penurunan Logam Berat Besi (Fe), Seng (Zn), dan Warna Limbah Cair Industri galvanis Menggunakan Arang Sabut Kelapa (Studi Kasus PT. Cerahsempurna–Semarang)* (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- [10] Rahayaan, F. A., Aris, M., & Malan, S. (2020). Uji LC50 (lethal concentration 50) ekstrak kasar akar tuba (*Derris elliptica*) terhadap benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Universitas Khairun Ternate. Hemyscyllium*, 1(1), 48-57.
- [11] Anita, A. (2016). *Uji toksisitas akut (LC50-96 Jam) dari limbah cair industri tekstil batik terhadap ikan mas (cyprinus carpio linn) pada bak-bak percobaan* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- [12] Tyas, N. M., Batu, D. T. F. L., & Affandi, R. (2016). Uji toksisitas letal Cr<sup>6+</sup> terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 21(2), 128-132.
- [13] Wisudawati, N., Yuliawati, E., Rosyidah, M., & Hastarina, M. (2019). Dampak dan pemanfaatan limbah cair pabrik tahu menjadi pupuk organik cair. *Jurnal Abdimas Musi Charitas*, 3(1), 59–63