

**PERILAKU HEWAN: RESPON GERAK RENANG IKAN NILA
(*Oreochromis niloticus* L) TERHADAP LIMBAH CAIR INDUSTRI KAIN
JUMPUTAN**

Nurhaliza Agustria¹, Susy Amizera^{2*}, Didi Jaya Santri³
Universitas Sriwijaya^{1, 2, 3}
susyamizera@fkip.unsri.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan pola gerak renang ikan nila (*Oreochromis niloticus* L) pada limbah cair industri jumputan dan mengidentifikasi pengaruh limbah cair tersebut terhadap perilaku ikan nila. Metode yang digunakan adalah penelitian kualitatif dengan pendekatan eksperimen. Pengamatan dilakukan terhadap pola gerak renang ikan nila pada kondisi air tanpa limbah (kontrol) dan dengan limbah cair industri jumputan selama 5 menit, dengan 4 kali pengulangan. Parameter kualitas air yang dianalisis meliputi pH, TDS, TSS, dan DO. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah cair industri jumputan tidak memenuhi standar baku mutu air, dengan parameter TSS dan TDS jauh di atas batas standar, serta DO di bawah standar yang ditetapkan. Sementara itu, pH masih berada dalam rentang baku mutu. Pola gerak renang ikan nila pada air limbah menunjukkan aktivitas yang lebih tinggi dan gerakan yang tidak teratur dibandingkan dengan ikan nila pada air kontrol. Simpulan, limbah cair industri jumputan berpengaruh signifikan terhadap pola gerak renang ikan nila, dengan indikasi peningkatan aktivitas dan gerakan yang tidak teratur.

Kata Kunci: Gerak Renang, Ikan Nila, Limbah Cair Jumputan

ABSTRACT

*This study aims to analyze the differences in swimming behavior of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L) exposed to batik dye industrial wastewater and to identify its effects on fish swimming patterns. The method used was a qualitative approach with experimental observation. The swimming behavior of Nile tilapia was observed in wastewater and control water conditions for 5 minutes, with four repetitions. Water quality parameters, including pH, TDS, TSS, and DO, were also analyzed. The results showed that the wastewater quality did not meet the regulatory standards, with TSS and TDS exceeding the limits and DO below the standard threshold, while pH was within the acceptable range. The swimming patterns of Nile tilapia in wastewater conditions were characterized by higher activity and irregular movements compared to control conditions. In conclusion, batik dye industrial wastewater significantly affects the swimming behavior of Nile tilapia, leading to increased activity and irregular movements.*

Keywords: *Swimming Behavior, Nile Tilapia, Batik Dye Wastewater*

PENDAHULUAN

Produksi kain jumputan menghasilkan limbah cair sebagai produk sampingan. Penggunaan pewarna sintetis dalam proses produksi dapat menimbulkan masalah yang signifikan, terutama terkait dampak lingkungan dari air limbah industri yang dihasilkan (Chairani et al., 2022). Sebagian besar pewarna sintetis sulit terurai dan dapat berdampak negatif terhadap lingkungan. Sebagai contoh, pewarna reaktif, jenis pewarna azo, cepat diserap oleh serat selulosa. Namun, pada konsentrasi tertentu atau dengan jenis pewarna azo tertentu, pewarna tersebut dapat bersifat toksik dan karsinogenik (Susmanto et al., 2020).

Menurut Widowaty et al. (2022), pembuangan limbah cair yang tidak terkelola dengan baik dari produksi kain jumputan telah menyebabkan perubahan kondisi tanah di daerah sekitar dan pencemaran sungai di sekitarnya, sehingga menyebabkan kerusakan lingkungan. Ketika limbah ini langsung dibuang ke badan air, maka dapat menyebabkan polusi visual dan membahayakan kesehatan kehidupan air. Selain itu, limbah yang menutupi permukaan air menghalangi penetrasi sinar matahari, sehingga mengancam ekosistem perairan (Nurlela, 2018).

Perubahan lingkungan sering kali dapat mengganggu habitat organisme air, termasuk ikan, yang menyebabkan pertumbuhan ikan terhambat (Siegers et al., 2019). Ikan sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan akuatik dan memainkan peran penting dalam menilai potensi dampak polusi (Zulfahmi et al., 2017). Salah satu jenis ikan yang sangat peka terhadap perubahan lingkungan adalah ikan nila. Ikan nila yang hidup di perairan yang tercemar akan mengalami keterbatasan atau bahkan kekurangan oksigen dan sinar matahari. Hal ini disebabkan oleh air limbah yang berwarna gelap dari industri jumputan yang dapat menghalangi sinar matahari untuk masuk ke dalam air (Inayah, 2016).

Perubahan kualitas air dapat menyebabkan ikan nila menunjukkan respons seperti variasi pembukaan operkulum dan perilaku berenang (Tanbiyaskur et al., 2018). Ketika ikan nila kekurangan oksigen, operkulum mereka akan bergerak lebih cepat, dan mereka akan berusaha mengambil udara dari permukaan air, yang menyebabkan berkurangnya tingkat aktivitas (Aliza, 2014).

Terkait dengan hal tersebut, menurut Wulansari dan Ardiansyah (2012), air yang tercemar berperan sebagai racun bagi kehidupan akuatik dengan menghambat kemampuan darah untuk mengikat oksigen, yang menyebabkan gangguan pernapasan, stres fisiologis, penurunan daya tahan tubuh, dan risiko kematian yang lebih tinggi pada ikan. Kondisi ini, yang dikenal sebagai hipoksia, menyebabkan stres pada ikan, sehingga mengganggu kemampuan berenang mereka (Sari et al., 2020). Sabullah et al. (2015) mencatat bahwa ikan yang terpapar logam kronis menunjukkan peningkatan konsumsi oksigen, penurunan kecepatan berenang, dan gangguan perilaku menghindar, yang mengakibatkan pola berenang yang tidak menentu dan tidak stabil.

Penelitian yang telah dilakukan, seperti yang dilakukan oleh Dwi dan Dalimin (2022), menunjukkan adanya penurunan frekuensi gerakan berenang ikan

nila akibat adanya limbah deterjen di dalam air. Hal ini mengindikasikan bahwa air yang tercemar dapat memengaruhi perilaku berenang ikan nila. Meskipun beberapa penelitian telah menggunakan ikan untuk mengevaluasi dampak limbah cair, penelitian yang secara khusus menggunakan ikan nila untuk menilai dampak limbah cair industri jumptan terhadap gerakan renang masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan gerakan renang ikan nila pada limbah cair dan mengidentifikasi dampak limbah cair industri jumptan terhadap perilaku renang ikan nila (*Oreochromis niloticus L*).

METODE PENELITIAN

Metode pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang meliputi 6 perlakuan dan 4 pengulangan dengan total unit percobaan yaitu 24 satuan percobaan. Bahan uji pada penelitian ini menggunakan ikan nila (*Oreochromis niloticus L*), yang digunakan berwarna merah. Perlakuan yang dilakukan antara lain:

Tabel 1. Perlakuan Penelitian

Perlakuan	Konsentrasi Limbah Cair Jumptan	Volume Air (liter)	Pengulangan			
			U1	U2	U3	U4
P0 (kontrol)	0%	9 liter	P0U1	P0U2	P0U3	P0U4
P1	20%	9 liter	P1U1	P1U2	P1U3	P1U4
P2	40%	9 liter	P2U1	P2U2	P2U3	P2U4
P3	60%	9 liter	P3U1	P3U2	P3U3	P3U4
P4	80%	9 liter	P4U1	P4U2	P4U3	P4U4
P5	100%	9 liter	P5U1	P5U2	P5U3	P5U4

Waktu dan tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pendidikan Biologi Kampus Ogan, Kota Palembang, Sumatera Selatan. Limbah air jumptan yang digunakan pada penelitian ini berasal dari sektor industri kain jumptan di daerah Kota Palembang, Sumatera Selatan. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan September – Desember 2023.

Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini digunakan untuk menunjang dan kebutuhan selama proses penelitian sebagai berikut:

Tabel 2. Alat dan Bahan yang Menunjang Penelitian

Alat	Jumlah	Keterangan
Jerigen 20 liter	1 buah	Media pengambilan limbah jumptan
Toples Plastik 10 liter	24 buah	Media pengamatan ikan nila
Gelas Kimia 100 ml	5 buah	Media untuk pengukuran pH, DO, TSS dan TDS
Kertas Saring	5 buah	Alat ukur TSS
Cawan Petri	5 buah	Alat ukur TSS

Alat	Jumlah	Keterangan
Corong Kaca	5 buah	Alat ukur TSS
Erlenmeyer	5 buah	Alat ukur TSS
Neraca Analitik	1 buah	Alat ukur TSS
Oven	1 buah	Alat ukur TSS
Penjepit Kayu	1 buah	Alat ukur TSS
DO meter	1 buah	Alat ukur DO
pH meter	1 buah	Alat ukur pH
TDS meter	1 buah	Alat ukur TDS
Bahan	Jumlah	Keterangan
Air Keran	9 liter	Air Kontrol
Limbah Cair Industri Jumputan	9 liter	Limbah (bahan pencemar)
Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	24 ekor	Hewan Uji

Prosedur penelitian

Penelitian ini menggunakan ikan nila berukuran 5-6 cm dengan jumlah wadah sebanyak 24 buah. Sebelum memulai penelitian, dilakukan uji kualitas air yang meliputi parameter pH, TDS, TSS, dan DO untuk memastikan kondisi awal limbah cair industri jumputan. Ikan nila diaklimatisasi terlebih dahulu di kondisi laboratorium selama 10 menit untuk menyesuaikan dengan lingkungan baru. Setelah proses aklimatisasi, ikan ditempatkan ke dalam masing-masing wadah yang berisi limbah cair dengan konsentrasi berbeda. Pengamatan gerak renang ikan nila dilakukan selama 5 menit dan diulang sebanyak 4 kali untuk setiap wadah. Hasil dari pengamatan ini akan dicatat pada kertas dengan parameter pengamatan yang telah ditentukan sebelumnya.

Pengamatan terhadap gerak renang ikan nila dilakukan berdasarkan beberapa parameter, yaitu: seperti tidak berenang, di mana ikan terlihat mengapung di permukaan air atau diam di dasar akuarium; berenang cepat ke permukaan air; berenang dengan pola tidak beraturan seperti naik turun; serta berenang dengan gerakan yang stabil.

Analisis data

Data hasil pengamatan gerak renang ikan nila akan dianalisis secara deskriptif. Menurut Nasution (2017), analisis deskriptif adalah metode statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan informasi yang telah terkumpul. Metode penelitian deskriptif menawarkan gambaran umum mengenai objek yang diteliti, seperti mengamati pergerakan setiap variabel penelitian, yang dapat direpresentasikan dalam bentuk tabel atau grafik.

HASIL PENELITIAN

Pengamatan terhadap gerak renang ikan nila pada perlakuan kontrol (P0) dan perlakuan yang diberi konsentrasi limbah cair industri jumputan (P1, P2, P3, P4, dan P5) disajikan dalam Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Hasil Pengamatan Gerak Renang Ikan Nila

Parameter		Gerak Renang Ikan Nila (per 5 menit)					
		P0	P1	P2	P3	P4	P5
5 Menit ke-1	U1	3	3	3	4	3	3
	U2	4	4	3	3	3	1*
	U3	4	3	3	1*	3	3
	U4	3	1*	3	4	1*	3
5 Menit ke-2	U1	3	3	3	4	1*	3
	U2	3	2	2	1*	3	1*
	U3	3	2	3	4	3	4
	U4	4	1*	3	4	4	2
5 Menit ke-3	U1	4	4	3	3	1*	1*
	U2	3	3	3	4	2	2
	U3	4	2	1*	1*	3	4
	U4	4	3	1*	1*	1*	3
5 Menit ke-4	U1	3	3	3	4	1*	1*
	U2	3	3	2	1*	3	2
	U3	3	3	1*	1*	1*	3
	U4	4	3	1**	1*	1**	1*
5 Menit ke-5	U1	3	3	3	4	3	2
	U2	4	3	4	1**	2	1**
	U3	4	3	1**	1**	4	2
	U4	4	1*	1**	1**	1**	1**

Keterangan: Pengamatan gerak renang ikan nila. Angka "1*" menandakan diam dipermukaan; angka "1**" menandakan diam di dasar akuarium; angka "2" menandakan berenang cepat ke permukaan; angka "3" menandakan berenang tidak beraturan; angka "4" menandakan berenang stabil.

Gerakan berenang ikan nila menunjukkan perubahan yang signifikan setiap menitnya. Perubahan perilaku ini merupakan respon dari berbagai rangsangan atau sinyal yang dipengaruhi oleh perubahan lingkungan. Hasil pengamatan menunjukkan adanya variasi yang tidak konsisten pada pola berenang ikan nila, kemungkinan disebabkan oleh polutan yang terdapat pada limbah industri jumputan. Selain itu, faktor eksternal seperti pencahayaan, suara, dan getaran di lingkungan sekitar juga dapat mempengaruhi perubahan pola berenang ikan nila.

Pengamatan terhadap gerak renang ikan nila menunjukkan bahwa ikan nila yang terpapar berbagai konsentrasi air limbah industri jumputan menunjukkan perilaku yang berbeda dibandingkan dengan perlakuan kontrol yang hanya diberi air keran. Pada perlakuan kontrol P0, ikan nila berenang naik turun secara konsisten dan stabil, dengan pola renang yang stabil dari menit pertama hingga menit kelima. Sebaliknya, ikan nila yang terpapar air limbah industri jumputan menunjukkan pola renang yang bervariasi dan berubah-ubah pada semua perlakuan, ulangan, dan menit. Pada ulangan keempat dan menit kelima, ikan nila cenderung diam di dasar perairan, sedangkan pada ulangan pertama dan lima menit awal, ikan nila bergerak aktif ke atas dan ke bawah. Hal ini mengindikasikan bahwa air limbah industri jumputan mempengaruhi gerak renang ikan nila.

PEMBAHASAN

Berdasarkan data pada Tabel 3, pola gerak renang ikan nila berubah dari waktu ke waktu. Awalnya, ikan nila bergerak aktif namun tidak beraturan, terkadang berenang cepat di permukaan air, dan akhirnya mengendap di dasar wadah. Fenomena ini teramati pada perlakuan dengan berbagai konsentrasi limbah industri jumptan, yang mengindikasikan adanya perubahan kondisi lingkungan dibandingkan sebelumnya.

Pada menit pertama pengamatan, ikan nila dalam semua perlakuan cenderung menunjukkan perilaku berenang stabil atau aktif berenang cepat ke permukaan. Perlakuan kontrol (P0) memperlihatkan bahwa ikan sebagian besar berenang stabil, menunjukkan kondisi yang tidak memicu stres. Pada menit kedua, ikan dalam perlakuan P1 dan P2 mulai menunjukkan peningkatan aktivitas berenang tidak beraturan, yang menunjukkan adanya stres atau rangsangan dari perlakuan tersebut. Sementara itu, ikan dalam perlakuan P3 hingga P5 masih mempertahankan perilaku berenang cepat dan stabil.

Pada menit ketiga, ikan dalam perlakuan P1 dan P2 terus menunjukkan aktivitas tidak beraturan yang dominan, sedangkan ikan dalam perlakuan kontrol (P0) tetap stabil. Perlakuan P3 hingga P5 masih menunjukkan kombinasi antara berenang cepat ke permukaan dan stabil, tetapi mulai ada tanda-tanda perubahan. Pada menit keempat, ikan dalam perlakuan P1 dan P2 mulai menunjukkan perilaku diam di permukaan air, mengindikasikan adanya peningkatan stres atau kelelahan. Ikan dalam perlakuan P3 hingga P5 mulai diam di dasar akuarium, menunjukkan adaptasi atau reaksi terhadap perlakuan yang diberikan. Perubahan ini dapat terjadi, diduga karena faktor eksternal berupa getaran, suara, atau cahaya.

Pada menit kelima, ikan dalam perlakuan P0 tetap stabil, sementara ikan dalam perlakuan P1 dan P2 menunjukkan peningkatan jumlah ikan yang diam di permukaan air. Ikan dalam perlakuan P3 hingga P5 menunjukkan lebih banyak ikan yang diam di dasar akuarium, mengindikasikan adanya adaptasi atau kelelahan akibat perlakuan.

Ikan nila yang terpapar limbah industri jumptan menunjukkan respons yang berbeda, mengalami perubahan pada pola berenangnya. Awalnya, gerakan mereka menjadi tidak beraturan, kemudian berenang dengan cepat sebelum akhirnya mengendap di dasar. Perilaku ini sangat kontras dengan kelompok kontrol yang menunjukkan pola renang yang stabil dan konsisten. Oleh karena itu, perbedaan gerak renang ikan nila antara yang terpapar limbah industri jumptan dengan kelompok kontrol menunjukkan bahwa gerak renang tetap stabil pada kondisi kontrol, namun berubah ketika terpapar limbah.

Perbedaan gerakan renang ikan nila dapat dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi kondisi fisiologis ikan, seperti kesehatan insang, fungsi sistem saraf, fungsi otot, metabolisme energi, dan respons endokrin. Kesehatan ikan dan kemampuan beradaptasi terhadap stres juga merupakan faktor internal. Faktor eksternal meliputi kualitas air, tingkat polusi, suhu, pH, keberadaan

bahan kimia beracun, dan elemen lingkungan seperti pencahayaan, suara, dan getaran di sekitar habitat ikan. Kedua jenis faktor ini memainkan peran penting dalam pola dan efisiensi berenang ikan nila di lingkungannya.

Berkaitan dengan hal tersebut, perubahan pola gerak renang ikan nila merupakan respons terhadap rangsangan dari luar. Perilaku ini terjadi ketika ikan merasakan adanya rangsangan dan bereaksi terhadap rangsangan tersebut (Zainuri, 2019). Pergerakan organisme atau sel sering dikategorikan sebagai taksis atau kinesis. Taksis merupakan gerakan terarah dalam menanggapi rangsangan tertentu, seperti kemotaksis sebagai reaksi terhadap sinyal kimia. Sebaliknya, kinesis melibatkan perubahan kecepatan atau frekuensi belokan tanpa arah tertentu dalam menanggapi rangsangan (Burton & Burton, 2018).

Perubahan gerak renang ikan juga dapat diakibatkan oleh hipoksia, di mana kekurangan oksigen menyebabkan stres sehingga mengganggu kemampuan berenang (Sari et al., 2020). Menurut Sabullah et al. (2015), ikan yang terpapar logam kronis menunjukkan peningkatan konsumsi oksigen, penurunan kecepatan berenang, dan gangguan perilaku menghindar. Perilaku berenang mereka menunjukkan pola yang tidak stabil dengan gerakan yang tidak teratur.

Hasil pengamatan secara keseluruhan menunjukkan bahwa berbagai perlakuan memengaruhi pola gerak renang dan perilaku ikan nila secara berbeda. Pada perlakuan kontrol, ikan berenang dengan stabil tanpa rangsangan tambahan, sedangkan perlakuan lainnya memicu stres atau perubahan perilaku, seperti aktivitas berenang yang tidak teratur, berdiam diri di permukaan air, atau tetap berada di dasar akuarium.

Dalam jangka panjang, jika kondisi ini terjadi secara terus-menerus, dikhawatirkan ekosistem akuatik dapat terganggu karena ikan nila adalah salah satu spesies indikator kualitas lingkungan perairan. Perubahan perilaku seperti hipoksia atau stres yang berlebihan dapat mengurangi populasi ikan nila, memengaruhi keseimbangan rantai makanan, dan menurunkan produktivitas perikanan. Selain itu, pencemaran air oleh limbah cair berwarna dapat menghalangi penetrasi cahaya matahari ke dasar perairan, sehingga berdampak negatif pada fotosintesis tumbuhan air yang merupakan sumber oksigen utama di ekosistem tersebut.

SIMPULAN

Limbah cair industri kain jumputan dapat berdampak pada perilaku ikan nila melalui perubahan gerak renang yang lebih aktif dan tidak teratur pada menit-menit awal, yang akhirnya menjadi diam di dasar wadah. Hal ini menyebabkan adanya tanda-tanda kematian pada ikan jika terpapar limbah cair industri kain jumputan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliza, D. (2014). Gambaran perilaku dan insang ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang mengalami stres kepadatan. *Jurnal Medika Veterinaria*, 8(1), 80–83. <https://jurnal.usk.ac.id/JMV/article/download/3344/3136>

- Burton, D., & Burton, M. (2018). *Essential Fish Biology* (1st ed., Vol. 1). Britania Raya: Oxford University Press.
- Chairani, P., Yuliati, S., & Amin, J. M. (2022). Pengolahan limbah cair industri kain jumptan untuk menurunkan zat warna dengan menggunakan membran polysulfon secara ultrafiltrasi liquid. *Jurnal Kinetika*, 13(03), 26–30. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/article/view/5684/2360>
- Dwi, A., & Dalimin, L. (2022). Pengaruh pencemaran limbah detergen terhadap ekosistem perairan. *Indonesian Journal of Science*, 3(1), 24–36. <https://doi.org/10.59897/jsi.v3i1.72>
- Inayah. (2016). Pengaruh detergen terhadap respon fisiologi, laju pertumbuhan, dan tingkat kelangsungan hidup benih ikan nila pada skala laboratorium. *Prosiding Seminar Nasional Kemaritiman dan Sumberdaya Pulau-Pulau Kecil*, 1(1), 44–50. <https://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/ksppk/article/view/447>
- Nasution, L. M. (2017). Statistik deskriptif. *Jurnal Hikmah*, 14(1), 49-50. <https://ejournal.staisumatera-medan.ac.id/index.php/hikmah/article/view/16>
- Nurlela. (2018). Pengolahan limbah cair industri kerajinan songket tradisional dengan adsorpsi menggunakan karbon aktif. *Journal Health and Science*, 3(2), 44-50.
- Sabullah, M., Ahmad, S. A., Shukor, M., Gansau, A., Syed, M., Sulaiman, M., & Shamaan, N. (2015). Heavy metal biomarker: Fish behavior, cellular alteration, enzymatic reaction, and proteomics approaches. *International Food Research Journal*, 22(2), 435–454. [http://www.ifrj.upm.edu.my/22%20\(02\)%202015/\(2\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/22%20(02)%202015/(2).pdf)
- Sari, I. P., Windiana, R., & Maizeli, A. (2020). Gerak operkulum dan gerak renang ikan mas (*Cyprinus carpio*) dalam perairan tercemar. *Prosiding Seminar Nasional Biologi Edukasi*, 292–298.
- Siegers, W. H., Prayitno, Y., & Sari, A. (2019). Pengaruh kualitas air terhadap pertumbuhan ikan nila nirwana (*Oreochromis sp.*) pada tambak payau. *The Journal of Fisheries Development*, 3(2), 95–104. <http://jurnal.uniyap.ac.id/index.php/Perikanan>
- Susmanto, P., Yandriani, Y., Dila, A. P., & Pratiwi, D. R. (2020). Pengolahan zat warna direk limbah cair industri jumptan menggunakan karbon aktif limbah tempurung kelapa pada kolom adsorpsi. *JRST (Jurnal Riset Sains dan Teknologi)*, 4(2), 77-87. <https://dx.doi.org/10.30595/jrst.v4i2.7309>
- Tanbiyaskur, Achadi, T., & Prasasty, G. D. (2018). Kelangsungan hidup dan kesehatan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada transportasi sistem tertutup dengan bahan anestesi ekstrak akar tuba. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 23(2), 23–30. <https://doi.org/10.24198/jaki.v8i2.44300>
- Widowaty, Y., Surwanti, A., & Pratiwi, B. (2022). Pencegahan pencemaran lingkungan akibat pembuangan limbah pembuatan kain celup jumptan. *Prosiding Seminar Nasional Program Pengabdian Masyarakat*, 487–494.

<https://prosiding.umy.ac.id/semnasppm/index.php/psppm/article/download/822/584/2716>

- Wulansari, F. D., & Ardiansyah. (2012). Pengaruh deterjen terhadap mortalitas benih ikan patin sebagai bahan pembelajaran kimia lingkungan. *EduSains*, 1(2), 1–20. <https://doi.org/10.23971/eds.v1i2.14>
- Zainuri. (2019). *Rekayasa dan Tingkah Laku Ikan* (1st ed.). Madura (ID): UTMPRESS.
- Zulfahmi, I., Muliari, M., & Akmal, Y. (2017). Indeks heptosomatik dan histopatologi hati ikan nila (*Oreochromis niloticus* Linnaeus 1758) yang dipapar limbah cair. *SEMEDI UNAYA*, 1(1), 301–314. <http://jurnal.abulyatama.ac.id/index.php/semdiunaya/article/view/214>