

Monitoring Kualitas Air Pada Eksperimen Toksisitas Lethal Dekok Daun Mimba (*Azadirachta indica*) Terhadap Ikan Wader Pari (*Rasbora argyrotaenia*)

Water Quality Monitoring in the Lethal Toxicity Experiment of Mimba Leaf Decoction (*Azadirachta indica*) on Silver rasbora (*Rasbora argyrotaenia*)

Dina Amiriyah^{1*)}, Ratna Djuniwati Lisminingsih^{2**)}, Husain Latuconsina^{3***)}

¹Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Malang, Indonesia

*)E-mail: dinaamiriyah03@gmail.com : **)Email: ratna.djuniwati@unisma.ac.id : ***)E-mail:

husainlatuconsina@unisma.ac.id

ABSTRAK

Monitoring kualitas air pada eksperimental toksisitas bertujuan untuk memastikan bahwa parameter kualitas air pada berbagai perlakuan dan ulangan cenderung homogen, sehingga dapat memenuhi tujuan penelitian untuk eksperimental dari suatu bahan serta konsentrasi terhadap hewan uji. Penelitian ini bertujuan memonitoring parameter kualitas air pada eksperimental dekok daun mimba (*Azadirachta indica*) terhadap ikan wader pari Ikan wader pari (*Rasbora argyrotaenia*). Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) terdiri atas lima perlakuan konsentrasi (0, 225, 253, 284, dan 300 mg/L). Parameter kualitas air yang diamati meliputi suhu, pH, dan oksigen terlarut (DO), dianalisis menggunakan uji ANOVA. Hasil penelitian menunjukkan suhu berkisar 24–25°C, pH 7,03–7,47, dan DO 4,07–4,60 mg/L. Uji ANOVA menunjukkan perbedaan signifikan pada parameter suhu dan DO antarperlakuan, sedangkan pH relatif stabil dan kondisi netral. Secara keseluruhan, seluruh parameter kualitas air yang diukur masih berada dalam kisaran yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) 8228-4:2022, sehingga kondisi media uji dinilai layak untuk mendukung kelangsungan hidup *R. argyrotaenia* selama penelitian berlangsung. Dengan demikian, faktor kualitas air bukan merupakan penyebab utama respons ikan terhadap perlakuan, melainkan lebih dipengaruhi oleh konsentrasi dekok daun mimba yang diujikan.

Kata kunci: Dekok Daun Mimba (*Azadirachta Indica*), Kualitas Air, *Rasbora Argyrotaenia*, Toksisitas.

ABSTRACT

Monitoring water quality in toxicity experiments aims to ensure that the water quality parameters in various treatments and replications tend to be homogeneous, so that it can fulfill research objectives for experiments on a substance and its concentration on test animals. This research aims to monitor water quality parameters in experimental nimba leaf decoction (*Azadirachta indica*) on wader ray fish. Silver rasbora (*Rasbora argyrotaenia*). The research used an experimental method with a completely randomized design (CRD) consisting of five concentration treatments (0, 225, 253, 284, and 300 mg/L). The water quality parameters observed included temperature, pH and dissolved oxygen (DO), analyzed using the ANOVA test. The results showed temperatures ranging from 24–25°C, pH 7.03–7.47, and DO 4.07–4.60 mg/L. The ANOVA test showed significant differences in temperature and DO parameters between treatments, while the pH was relatively stable and conditions were neutral. Overall, all water quality parameters measured were still within the range that met the Indonesian National Standard (SNI) 8228-4:2022, so that the condition of the test media was considered suitable to support the survival of *R. argyrotaenia* during the research. Thus, water quality factors are not the main cause of fish response to treatment, but are more influenced by the concentration of nimba leaf decoction tested.

Keywords: nimba leaf decoction (*Azadirachta indica*), water quality, *Rasbora argyrotaenia*, Toxicity.

*) Dina Amiriyah¹, Program Studi Biologi FMIPA UNISMA, Jln. MT Haryono 193, Malang 65144, Telp./081215227066 and e-mail: dinaamiriyah03@gmail.com

**) Ratna Djuniwati Lisminingsih², Program Studi Biologi FMIPA UNISMA, Jln. MT Haryono 193, Malang 65144, Telp./081230997033 and E-mail: ratna.djuniwati@unisma.ac.id

***Husain Latuconsina³, Program Studi Biologi FMIPA UNISMA, Jln. MT Haryono 193, Malang 65144, Telp./081234217595 and E-mail: husainlatuconsina@unisma.ac.id

Pendahuluan

Toksistas adalah suatu kondisi yang mencerminkan keberadaan efek toksik pada suatu bahan, baik yang diberikan sebagai dosis tunggal maupun dalam bentuk campuran beberapa bahan. Penentuan derajat pengujian toksistas merupakan salah satu cara untuk mengetahui tingkat bahaya suatu bahan atau senyawa kimia. Melalui uji tersebut, dapat teramati berbagai pengaruh yang ditimbulkan terhadap organisme uji, seperti terhambatnya laju pertumbuhan, tingginya mortalitas, adanya perubahan perilaku, kelainan pada fungsi organ tubuh, hingga gangguan fisiologis lain yang mungkin muncul [1]. Suatu zat kimia dikatakan bersifat toksik apabila memiliki kemampuan menimbulkan kerusakan pada organisme, baik melalui penggunaan langsung maupun keberadaannya sebagai residu di lingkungan. Efek racun ini dapat muncul baik dari bahan tunggal maupun dari campuran beberapa senyawa kimia. Guna mengukur besarnya tingkat toksistas tersebut, diperlukan uji toksistas yang bertujuan untuk menetapkan dosis atau konsentrasi yang berpotensi menimbulkan efek merugikan pada organisme uji [2].

Azadirachta indica, atau yang lebih dikenal sebagai tanaman Mimba, merupakan salah satu tumbuhan berkhasiat obat yang tergolong dalam famili Meliaceae. Spesies ini memiliki asal-usul dari anak benua India dan dapat berkembang dengan baik di wilayah beriklim tropis. Di wilayah Indonesia, keberadaan pohon Mimba yang di Bali kerap disebut intaran paling banyak ditemukan di pulau tersebut dengan jumlah populasi diperkirakan mencapai 500.000 batang. Selain di Bali, tanaman ini juga tersebar di Pulau Lombok dengan estimasi populasi berkisar antara 250.000 hingga 300.000 pohon [3]. Berbagai jenis senyawa bioaktif dapat ditemukan pada bagian batang, daun, hingga biji tanaman ini. Pada bagian daun, misalnya, terkandung sejumlah senyawa seperti sitosterol, hyperoside, nimbolide, quercetin, quercitrin, rutin, azadirachtin, serta nimbine [4]. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh [5] mengungkapkan bahwa di dalam tanaman mimba terdapat kandungan senyawa golongan alkaloid, steroid, flavonoid, saponin, dan tanin yang terbukti mampu menekan pertumbuhan bakteri jenis *Salmonella* maupun *E. coli*. Hasil kajian [6] juga menunjukkan bahwa ekstrak yang berasal dari daun mimba memiliki kemampuan sebagai antioksidan dan penggunaan mimba sebagai insektisida.

Organisme yang hidup di perairan tawar, khususnya di sungai, cenderung mudah terpapar berbagai bahan pencemar seperti residu pupuk maupun insektisida, dan ikan menjadi salah satu kelompok biota yang paling rentan terhadap kondisi tersebut. Ikan wader pari (*Rasbora argyrotaenia*) tercatat sebagai salah satu spesies yang turut terdampak oleh penggunaan pestisida di lingkungan perairan. Karena karakteristiknya yang sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan serta peka terhadap paparan senyawa toksik, spesies ini memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai hewan uji dalam pengujian toksistas maupun sebagai bioindikator tingkat pencemaran suatu perairan [7].

Sebagai salah satu spesies asli (endemik), keberadaan ikan wader pari umumnya tersebar luas di berbagai habitat seperti lahan persawahan, saluran irigasi, hingga aliran sungai [8]. Populasi ikan ini

pun masih cukup mudah dijumpai di sungai-sungai yang dimanfaatkan warga sekitar untuk berbagai aktivitas harian. Di samping fungsinya sebagai sumber protein hewani yang bernilai ekonomis bagi masyarakat, keberadaan wader pari juga memegang peranan penting dalam menjaga kestabilan ekosistem perairan, mengingat tingkat kepekaannya terhadap fluktuasi kualitas lingkungan. Sifat sensitif terhadap zat pencemar inilah yang menjadikan ikan tersebut kerap dipilih sebagai organisme uji dalam berbagai riset toksisitas guna mengevaluasi pengaruh pencemaran terhadap biota air [9].

Kualitas air merupakan salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan kegiatan budidaya perikanan. Kondisi perairan yang baik akan mendukung proses pertumbuhan, kesehatan, serta meningkatkan tingkat kelangsungan hidup ikan. Sebaliknya, penurunan kualitas air dapat menghambat pertumbuhan dan meningkatkan risiko kematian ikan. Oleh karena itu, pengelolaan kualitas air menjadi aspek penting dalam sistem budidaya perikanan. Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian dekok daun mimba terhadap kualitas air pada ikan wader pari [10].

Material dan Metode

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan wader pari (*Rasbora argyrotaenia*), air tanah, dan dekok daun mimba (*Azadirachta indica*). Alat yang digunakan sebagai berikut ember, DOmeter, pH meter, termometer, aerator, alat tulis, gelas ukur, kamera digital, saringan, kompor, pengaduk, pisau, chopper, dan panci.

Metode

Jenis penelitian yang dilakukan merupakan penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen. Metode eksperimen yaitu penelitian yang dilakukan untuk mengetahui hasil pengaruh pemberian dekok daun mimba terhadap kualitas air pada ikan wader pari.

Cara kerja

1. Persiapan Wadah

Penelitian ini menggunakan 15 wadah berupa akuarium atau ember yang masing-masing diisi 5 liter air. Sebelum digunakan, seluruh wadah dicuci menggunakan air sabun, dibilas dengan air bersih, kemudian dikeringkan hingga siap digunakan. Jumlah wadah tersebut disesuaikan dengan rancangan penelitian yang terdiri atas empat perlakuan dan satu kontrol, masing-masing dengan tiga ulangan. Penggunaan tiga ulangan mengacu pada [11] yang menyatakan bahwa replikasi diperlukan untuk menggambarkan variasi data dan menghasilkan analisis statistik yang valid. Setiap wadah diisi 10 ekor ikan wader pari (*Rasbora argyrotaenia*), sesuai dengan ketentuan minimal penggunaan biota uji dalam penelitian toksisitas [12]

2. Aklimatisasi Ikan Uji

Aklimatisasi dilakukan untuk menyesuaikan ikan uji dengan kondisi media pemeliharaan sekaligus mengurangi risiko stres akibat perubahan lingkungan. Seluruh ikan wader pari (*Rasbora argyrotaenia*) diaklimatisasi di dalam bak uji selama 24 jam sebelum perlakuan. Selama proses tersebut, ikan tidak diberi pakan sesuai pedoman EPA (2016) guna mencegah penurunan kualitas air akibat sisa pakan dan feses yang dapat meningkatkan kadar amonia, sehingga kondisi media tetap stabil dan hasil pengujian lebih akurat.

3. Pembuatan Dekok Daun Mimba

Dekok daun mimba (*Azadirachta indica*) dibuat dengan metode perebusan untuk memperoleh senyawa aktif. Daun mimba segar dicuci menggunakan air mengalir, dipotong kecil-kecil, kemudian dihaluskan menggunakan *chopper* agar proses ekstraksi lebih optimal. Selanjutnya, daun direbus pada suhu $\pm 90\text{--}100^\circ\text{C}$ selama 30 menit sambil diaduk sesekali. Jumlah daun yang digunakan disesuaikan dengan konsentrasi perlakuan.

Setelah perebusan, dekok didinginkan pada suhu ruang dan disaring menggunakan kain penyaring untuk memisahkan ampas dari filtrat. Filtrat yang diperoleh digunakan sebagai larutan uji, kemudian diaplikasikan ke dalam wadah percobaan yang masing-masing berisi 5 L air sesuai dengan konsentrasi perlakuan, konsentrasi yang dipakai yaitu 0 mg/L, 225 ml/L, 253 mg/L, 284 mg/L, dan 300 mg/L.

4. Pengukuran Parameter Kualitas Air

Pada penelitian ini parameter yang diukur yaitu suhu, pH, dan kadar oksigen terlarut (DO). Dimana pada pengukuran DO menggunakan alat DOmeter, dan untuk pH menggunakan alat pH meter.

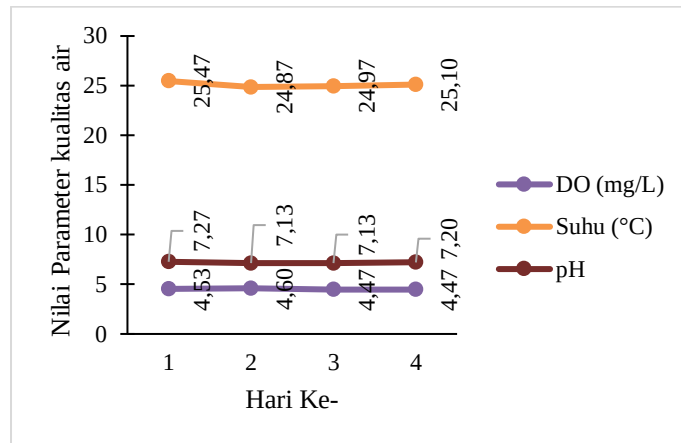
5. Analisis data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) 5 perlakuan dengan 3 kali ulangan. Hasil pengukuran parameter kualitas air dekok daun mimba (*Azadirachta indica*) pada ikan wader pari (*Rasbora argyrotaenia*) menggunakan uji ANOVA dengan Microsoft Excel.

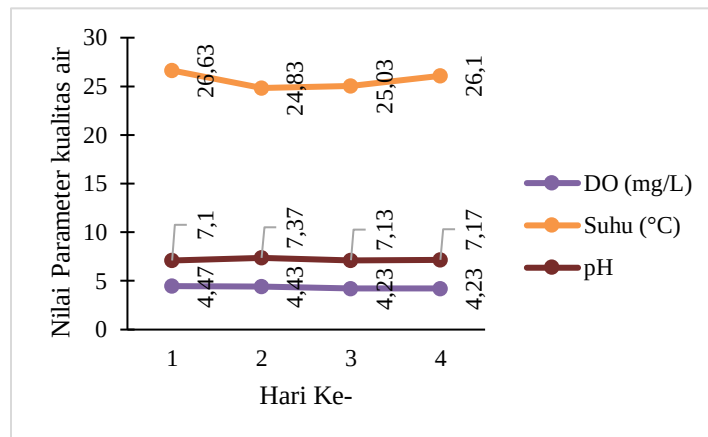
Hasil dan Diskusi

Hasil Penelitian

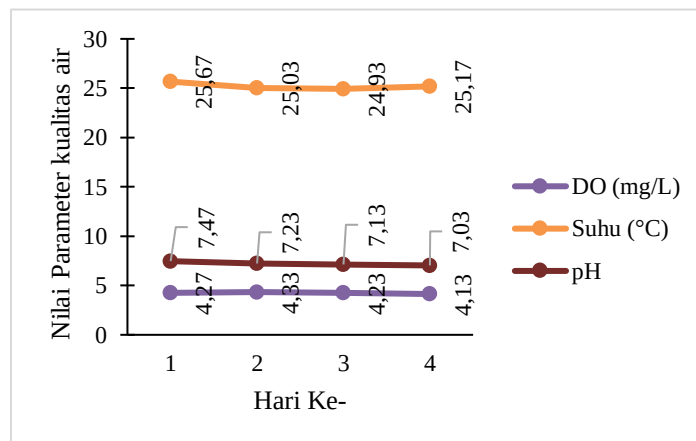
Hasil penelitian kualitas air pada setiap perlakuan dapat dilihat pada gambar grafik 1, 2, 3, 4, dan 5 dibawah ini. Pada penelitian ini parameter kualitas air yang diukur dan diamati adalah suhu, pH, dan DO, dimana untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan ditunjang oleh kualitas air yang merupakan peranan yang sangat penting.



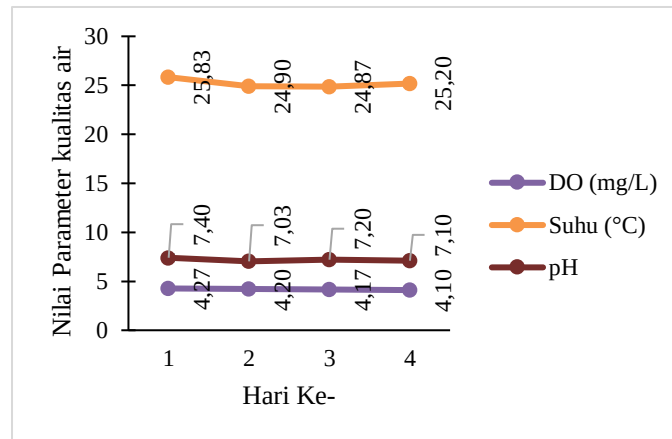
Gambar 1. Grafik Hasil Pengukuran Kualitas Air Pada Konsentrasi 0 mg/L(Kontrol) Selama Empat Hari Pengamatan



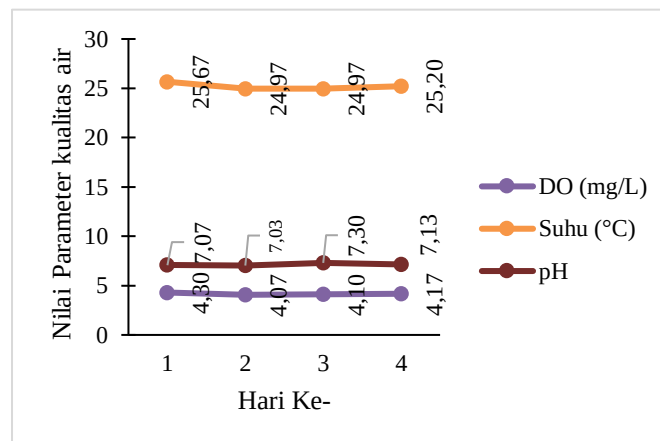
Gambar 2. Grafik Hasil Pengukuran Kualitas Air Pada Konsentrasi 225 mg/L Selama Empat Hari Pengamatan



Gambar 3. Grafik Hasil Pengukuran Kualitas Air Pada Konsentrasi 253 mg/L Selama Empat Hari Pengamatan



Gambar 4. Grafik Hasil Pengukuran Kualitas Air Pada Konsentrasi 284 mg/L Selama Empat Hari Pengamatan



Gambar 5. Grafik Hasil Pengukuran Kualitas Air Pada Konsentrasi 300 mg/L Selama Empat Hari Pengamatan

Hasil rata-rata dari pengukuran kualitas air selama penelitian eksperimental sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kualitas air

Parmater Kualitas Air	kisaran	Rata-rata ± SD	SNI 8228-4:2022
Suhu (°C)	24 – 25°C	25,17 ± 0,31	25-30
pH	7, 03 – 7, 47	7,18 ± 0,12	6-9
DO (mg/L)	4,07 – 4,60	4,29 ± 0,15	>3

Berdasarkan hasil uji ANOVA, parameter suhu dan oksigen terlarut (DO) menunjukkan perbedaan yang signifikan antar perlakuan, sedangkan nilai pH tidak mengalami perubahan yang berarti dan tetap berada pada kondisi netral. Suhu dan DO berkaitan dengan perbedaan aktivitas fisiologis ikan, kondisi lingkungan selama pemeliharaan, serta pengaruh konsentrasi dekok daun mimba terhadap media uji. Suhu merupakan faktor penting yang memengaruhi kondisi perairan karena berperan dalam berbagai proses fisika, kimia, dan biologi. Kenaikan suhu dapat meningkatkan aktivitas metabolisme dan respirasi ikan sehingga kebutuhan oksigen bertambah, namun pada saat yang sama kemampuan air melarutkan oksigen menjadi lebih rendah [13].

Suhu termasuk salah satu faktor yang penting dalam habitat perairan, karena organisme akuatik umumnya mampu mentoleransi variasi suhu tertentu. Selain berperan dalam menentukan sirkulasi dan stratifikasi air, suhu juga menjadi parameter fisika yang berpengaruh besar terhadap penyebaran, kelimpahan, dan mortalitas biota akuatik. Pada penelitian ini, suhu perairan yang terukur berkisar antara 24–25°C, di mana *Rasbora* sp. terlihat sangat aktif pada kondisi tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa kisaran suhu 24–25°C dan *Rasbora* sp. terpantau cukup aktif pada kondisi tersebut, yang mengindikasikan bahwa rentang suhu tersebut masih sesuai bagi kelangsungan hidup kelompok ikan ini [14].

Kisaran rata-rata pH air yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu antara 7,03 hingga 7,47. pH merupakan indikator konsentrasi ion H⁺ dalam air, dengan ketentuan: perairan bersifat asam bila pH < 7, netral bila pH = 7, dan basa bila pH > 7. Nilai pH memberikan pengaruh yang besar terhadap organisme akuatik yang hidup di dalamnya. Hasil pengukuran pada penelitian ini masih tergolong dalam kisaran normal, mengingat kehidupan ikan nilam pada umumnya memerlukan pH pada rentang 7–8 [15].

Oksigen terlarut termasuk parameter paling krusial dalam kegiatan budidaya ikan. Ketersediaan oksigen berasal antara lain dari proses difusi udara turut dipengaruhi oleh suhu, naiknya suhu umumnya diikuti penurunan kadar oksigen, dan berlaku pula sebaliknya. Hasil dari kadar oksigen terlarut (DO) dari penelitian ini adalah kisaran 4, 07 sampai 4, 60. Pada penelitian ini DO masih rendah karena

penggunaan aerasi masih kurang mencukupi dalam pemeliharaan lingkungan, sehingga kebutuhan oksigen belum terpenuhi sepenuhnya. Fungsi biologis pertumbuhan ikan tidak terlepas dari oksigen untuk kehidupan organisme di dalam air [16].

Oksigen sangat penting untuk respirasi, mikroorganisme yang ada di air, dan juga metabolisme ikan. Terdapat korelasi positif yang kuat antara nilai oksigen terlarut (6, 54 – 7, 56 mg/L) dengan melimpahnya ikan di Teluk Ambon Dalam pada ekosistem padang lamun perairan Tanjung Tiram. Kualitas air dalam budidaya ikan sangat penting jika mengalami penurunan, maka ikan akan mengalami kekebalan tubuh yang menurun dan mudah terserang kelainan serta mudah terkena stres. Karena itu perlu dilakukan pengendalian kualitas air untuk menjaga daya dukung lingkungan serta mendukung sintasan dan pertumbuhan produk budidaya perikanan [17].

Pengukuran parameter kualitas air pada penelitian ini juga mencakup DO dan suhu, yang keduanya turut memberikan pengaruh terhadap setiap perlakuan yang diberikan. Perbedaan nilai suhu dan DO dapat mempengaruhi kondisi fisiologis, metabolisme, dan respon stres ikan sehingga memberikan pengaruh terhadap hasil penelitian. Suhu merupakan faktor lingkungan yang sangat mempengaruhi aktivitas metabolisme ikan. Kondisi suhu yang terlalu ekstrem, baik terlalu tinggi maupun terlalu rendah, dapat menyebabkan perubahan pada laju respirasi, tingkat konsumsi oksigen, dan aktivitas enzim pada tubuh ikan. Selain itu, suhu yang kurang optimal berisiko memicu stres pada ikan, menurunkan nafsu makannya, serta menghambat proses pertumbuhannya [18]. Penelitian [19] menunjukkan bahwa parameter suhu dan DO memiliki hubungan yang berpengaruh pada proses pertumbuhan maupun kematian ikan mas (*Cyprinus carpio*) di antara berbagai faktor lingkungan, suhu tergolong sebagai faktor utama yang berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan, DO juga berperan dalam mendukung proses respirasi dan kelangsungan hidup ikan.

Syarat mutu kualitas air budidaya ikan air tawar ditetapkan dalam standar nasional Indonesia (SNI) nomor 8228 bagian 4 tahun 2015 yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Syarat Mutu Kualitas Air Budidaya Ikan Air Tawar

Wadah/ Jenis Ikan	Parameter Kualitas Air					Nomor SNI
	Suhu °c	Kecerahan (cm)	pH	Oksigen Terlarut	Amoniak (NH3)	
Kolam air tenang						
Nila	25-32	30-40	6,5-8,5	Min.3	Maks.0,02	SNI 7550
Mas	25-32	25-60	6-8	Min.4	Maks.1	SNI 7875
Lele	25-32	25-50	6,5-8,5	Min.4	Maks.0,01	SNI 01- 6484.5
Gurame	25-32	40-60	6,5-8,5	Min.2	-	SNI 01-7241

Patin pasupati	27-31	30-40	6,5-8,5	Min.3	Maks.0,01	SNI 7551
Patin siam	24-30	20-30	6-8,5	Min.3	-	SNI 8001
Papuyu	26-31	-	5-7	Min.2	Maks.0,1	SNI 8002
Udang galah	24-30	20-40	6,5-8,5	Min.3	-	SNI 7999
Kolam Air Deras						
Nila	22-32	-	6,5-7,5	-	-	SNI 8124
Kolam Jaring Apung (KJA)						
Nila	25-30	65-80	6,5-8,6	Min.5	Maks.0,02	SNI 01-6495.1
Mas strain majalaya	25-30	-	6,5-8,5	Min.3	Maks.0,02	SNI 8123
Mas	25-30	65-80	6,5-8,6	Min.5	Maks.0,02	SNI 6494
patin	27-32	>30	6,5-8,6	Min.3	Maks.0,01	SNI 7471.4

Tabel 2 menunjukkan bahwa setiap jenis ikan air tawar memiliki kisaran toleransi yang berbeda-beda terhadap lima parameter utama kualitas air, yaitu suhu, kecerahan, pH, oksigen terlarut (DO), dan amoniak (NH_3). Perbedaan ini mencerminkan karakteristik fisiologis masing-masing spesies serta jenis wadah budidaya yang digunakan (kolam air tenang, kolam air deras, dan kolam jaring apung/KJA). Kualitas air merupakan parameter yang sangat menentukan keberhasilan budidaya, sebab air merupakan media hidup ikan dan kualitas air yang sesuai kebutuhan ikan akan menunjang pertumbuhan serta kelangsungan hidupnya [20].

Kualitas air yang layak akan memberikan suasana yang nyaman bagi pergerakan ikan sekaligus mendukung pertumbuhan secara optimal sehingga mampu memberikan produktivitas tinggi pada kolam, sementara proses pembenihan yang berada pada kondisi kualitas air buruk menyebabkan pertumbuhan ikan terganggu bahkan berujung kematian kondisi yang sering terjadi pada tahap pendederan akibat sisa pakan buatan yang menumpuk di dalam air kolam sehingga menurunkan kualitas air dan meningkatkan kandungan amoniak [21].

Kesimpulan

Parameter kualitas air selama penelitian meliputi suhu, pH, dan oksigen terlarut (DO) masih memenuhi standar mutu air budidaya ikan air tawar sesuai SNI 8228-4:2022. Dengan demikian, faktor

kualitas air bukan merupakan penyebab utama respons ikan terhadap perlakuan, melainkan lebih dipengaruhi oleh konsentrasi dekok daun mimba yang diujikan.

Daftar Pustaka

- [1] Hodgson, E. and Levi, P., (2000), *A Textbook of Modern Toxicology, Second Ed.*, McGraw-Hill Companies Inc, Singapore, 292-294.
- [2] Yolanda, S. Rosmaidar, Nazaruddin, Armansyah, T., Balqis, U. Dan Fahrimal, Y., (2017). Pengaruh paparan timbal (pb) teradap histopatologis ingsan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah Maasiswa Eteriner*, 1(4), 736-741.
- [3] Lestari, N.W., Safutri, W., Safitri, O.S. (2025). Narrative Riview: Potensi Terapeutik Dan Fitokimia Daun Mimba (*Azadirachta Indica*) Dalam Pengobatan Tradisional. *Journal Pharmacy Aisyah* 4 (1), 51-58. <https://orcid.org/0009-0002-1284-924X>
- [4] Asif, M. 2012. Antimicrobial Potential of *Azadirachta indica* Against Pathogenic Bacteria and Fungi. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1(4), pp.78±83. E-ISSN: 2278-4136.
- [5] Susmitha, S., Ranganayaki, P., Vijayaragavan, R. (2013). Phytochemical extraction and antimicrobial properties of *azadirachta indica* (neem). *Global Journal of Pharmacology*, 7(3), pp.316±320.
- [6] Balaji, G. & Cheralathan, M., (2015). Experimental investigation of antioxidant effect on oxidation stability and emissions in a methyl ester of neem oil fueled DI diesel engine. *Renewable Energy*, 74(x), pp.910±916. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2014.09.019>.
- [7] Arrusyda, M., & Retnoaji, B. (2022). Pengaruh Koloid Nanoperak Terhadap Perkembangan Embrio Ikan Wader Pari (*Rasbora lateristriata*, Bleeker, 1854). *Berita Biologi*, 21(2), 111-118.
- [8] Sentosa, A. A., & Djumanto. (2010). Habitat Pemijahan Ikan Wader Pari (*Rasbora lateristriata*) Di Sungai Ngancah, Kabupaten Kulonprogo. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 10(1), 55-63
- [9] Raharjeng, Anita Rrestu Puji, *et al.* (2022) “Pengaruh Chlorpyrifos Terhadap Perkembangan Embrio Ikan Wader Pari.” *Berkala Ilmiah Niologi*. 13 (2): 21-31

- [10] Siegers, W. H., Prayitno, Y. and 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.
- [11] Zar, J. H. (1999). *Biostatistical Analysis* (4th Ed). Prentice Hall.
- [12] Hoffman, D. J. (Ed.). (2003). *Handbook Of Ecotoxicology (2nd Ed)*. Lewis Publishers.
- [13] Effendi, H. (2003). Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Kanisius
- [14] Fatmawati. (2019). *Azadirachta indica. Juss (mimba)*. Blog Laela Tulusyriyah, 15 Juli 2024.
- [15] Crook DA, Gillanders BM. (2013). Age and growth. In: Humphries P, Walker K (ed) Ecology of Australian Freshwater Fishes. CSIRO Publishing, Australia. pp. 195- 221.
- [16] Latuconsina, H. (2020). *Ekologi Perairan Tropis: Prinsip Dasar Pengelolaan Sumber Daya Hayati Perairan*. Edisi Ketiga. UGM Press. Yogyakarta. 284 hal.
- [17] Latuconsina, H. (2020). *Ekologi Ikan Perairan Tropis: Biodiversitas, Adaptasi, Ancaman dan Pengelolaannya*. Yogyakarta. Gajah Mada University Press.
- [18] Pigafetta, A., Harteman, E., & Wulandari, L. (2019). Efek Kualitas Air pada Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) yang Dibudidayakan dalam Kolam Tanah Mineral. *Jurnal Perikanan Tropis* , 14(2).
- [19] Goi, AD, & Nasrul, M. (2025). Pengaruh Kualitas Air terhadap Pertumbuhan dan Kesehatan Ikan Budidaya. *Jurnal Pendidikan Mosikolah*, 4(1), 743–750.
- [20] Monalisa, S. S., Djauhari, R., Catarina, S., & Wirabakti, M. C. (2022). Kinerja pertumbuhan ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) pada media tanpa penggantian air dengan penambahan daun pepaya (*Carica papaya* L). *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 7(1), 13–20.
- [21] Sugianti, E. P., & Hafiludin. (2022). Manajemen kualitas air pada pembenihan ikan lele mutiara (*Clarias gariepinus*) di Balai Benih Ikan (BBI) Pamekasan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 3(2), 32–36.