

BAB I

PENDAHULUAN UMUM

1.1 Latar Belakang

Wilayah Perairan Indonesia merupakan bagian penting dari kedaulatan negara yang mencakup perairan pedalaman, perairan kepulauan, dan laut territorial. Dengan lebih dari 17.500 pulau dan garis pantai yang panjangnya mencapai 81.000 km, Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan yang sebagian besar wilayahnya berupa lautan. Diperkirakan sekitar 62% dari total luas wilayah Indonesia terdiri atas laut dan perairan (Finaka, 2018). Wilayah ini memiliki potensi perikanan yang sangat besar, dengan total potensi perikanan tangkap mencapai 7,3 juta ton per tahun. Jumlah tersebut terdiri atas 6,4 juta ton dari laut dan 0,9 juta ton dari perairan umum seperti sungai, danau, dan waduk (Harmunanto et al., 2019). Potensi ini menjadikan sektor perikanan sebagai salah satu sumber daya alam yang sangat penting bagi perekonomian dan kesejahteraan masyarakat Indonesia, terutama bagi mereka yang tinggal di daerah pesisir dan sekitar perairan (Mardhani et al., 2025).

Perairan umum seperti sungai, danau, waduk, rawa, dan saluran irigasi merupakan habitat utama bagi berbagai jenis ikan air tawar. Beberapa jenis ikan yang sering ditemukan di perairan tersebut adalah betok, gabus, nila, dan mas (DKP, 2020). Pemanfaatan perairan umum untuk kegiatan penangkapan ikan memerlukan teknik serta alat tangkap yang disesuaikan dengan karakteristik masing-masing perairan. Alat tangkap yang sering digunakan dalam operasi penangkapan di perairan umum meliputi jaring insang, rawai, trammel net, dan pukat pantai (Anjar et al., 2022). Selain menggunakan alat tangkap tradisional, masyarakat juga kerap memanfaatkan bahan alami yang mengandung racun, seperti tanaman tuba (*Derris elliptica*), untuk membius ikan. Penggunaan tanaman tuba dalam praktik penangkapan ikan telah dikenal sejak lama. Namun, metode ini berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap keberlanjutan ekosistem perairan dan keanekaragaman hayati (Irawan et al., 2014).

Tanaman tuba merupakan tumbuhan merambat yang banyak ditemukan di Asia Tenggara, termasuk Indonesia. Secara tradisional, masyarakat adat memanfaatkan akar tanaman tuba sebagai alat bantu dalam kegiatan penangkapan ikan, dengan cara menumbuk akar tersebut dan mencampurkan ekstraknya ke dalam aliran sungai (Puspito et al., 2023). Senyawa aktif utama yang terkandung dalam tanaman ini adalah rotenon, yaitu senyawa isoflavonoid yang secara alami diproduksi oleh beberapa spesies tumbuhan dari famili *Fabaceae*. Praktik ini tidak hanya mencerminkan pengetahuan ekologis tradisional, tetapi juga menunjukkan pemanfaatan senyawa alami oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan subsistensi (Isman, 2006).

Rotenon berfungsi sebagai inhibitor respirasi seluler dengan cara menghambat kompleks I (*NADH:ubiquinone oksidoreduktase*) pada rantai transport elektron di mitokondria. Hambatan ini mengganggu proses produksi adenosin

trifosfat (ATP), yang merupakan molekul esensial bagi kelangsungan hidup sel, terutama pada organisme akuatik seperti ikan. Akibatnya, ikan yang terpapar senyawa ini mengalami hipoksia jaringan dan kehilangan kesadaran dalam waktu singkat, sehingga memudahkan proses penangkapan secara massal. Efektivitas rotenon dalam menyebabkan ketidaksadaran pada ikan menjadikannya senyawa yang sangat efisien dalam praktik perikanan tradisional (Ling, 2003).

Meskipun bersifat toksik, rotenon memiliki stabilitas kimia yang rendah di lingkungan terbuka. Senyawa ini mudah terurai melalui proses fotodegradasi akibat paparan cahaya matahari, oleh pengaruh suhu dan keberadaan oksigen terlarut dalam air. Proses dekomposisinya menghasilkan produk-produk yang relatif lebih aman, karena bersifat larut dalam air dan dapat dimetabolisme oleh tubuh vertebrata menjadi senyawa non-toksik. Oleh karena itu, penggunaan rotenon dalam jumlah terbatas dan dalam kondisi yang terkontrol cenderung tidak meninggalkan residu jangka panjang yang membahayakan lingkungan (Fajt & Grizzle, 1998).

Meskipun penggunaannya bersifat lokal dan proses degradasinya berlangsung cepat, penggunaan tanaman tuba tetap menimbulkan risiko ekologis yang signifikan. Rotenon bersifat non-selektif, sehingga tidak hanya berdampak pada ikan target, tetapi juga pada organisme non-target seperti ikan kecil, amfibi, dan invertebrata akuatik yang rentan terhadap perubahan kadar oksigen dan paparan racun. Studi menunjukkan bahwa aplikasi rotenon dapat menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati lokal dan mengganggu keseimbangan ekosistem akuatik. Oleh karena itu, penerapan metode ini, meskipun bersifat tradisional, tetap memerlukan pendekatan kehati-hatian serta evaluasi risiko yang cermat (B. Finlayson et al., 2010).

Penggunaan bahan beracun seperti tanaman tuba dalam aktivitas penangkapan ikan perlu mendapat perhatian serius karena dapat bertentangan dengan ketentuan hukum yang berlaku di Indonesia. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 45 Tahun 2009 tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2004 tentang Perikanan secara tegas melarang penggunaan bahan berbahaya, beracun, atau zat lain yang dapat merusak sumber daya ikan dan lingkungan perairan (Undang-Undang RI No. 45 Tahun 2009). Tanaman tuba yang mengandung rotenon dikenal efektif untuk membius ikan, namun penggunaannya tanpa pengawasan dapat merusak ekosistem akuatik, mengganggu biodiversitas, dan menurunkan kualitas air (Purbosari et al., 2019; Widianarko, 2001). Oleh karena itu, diperlukan regulasi yang lebih spesifik mengenai pemanfaatan tanaman ini, disertai dengan kajian ilmiah yang komprehensif untuk memahami dampak ekologis dan toksikologisnya secara menyeluruh. Penelitian lebih lanjut akan berkontribusi dalam perumusan kebijakan yang berkelanjutan guna menjaga kelestarian lingkungan perairan dan sumber daya ikan.

Salah satu langkah strategis yang perlu dilakukan adalah penelitian mengenai uji toksisitas ekstrak akar tuba (*Derris elliptica*) terhadap ikan nila dan pengaruhnya terhadap kualitas air. Penelitian ini penting untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai potensi dampak ekologis dari

penggunaan tanaman tuba sebagai bahan penangkap ikan. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat memberikan informasi ilmiah yang akurat bagi pemangku kebijakan dalam merumuskan regulasi terkait pemanfaatan bahan alami seperti tanaman tuba dalam praktik perikanan, sehingga tidak bertentangan ketentuan hukum yang berlaku dan tidak merusak kualitas lingkungan perairan. Pengujian toksisitas dan pemantauan kualitas air merupakan langkah penting dalam memastikan keberlanjutan dan pelestarian sumber daya perikanan di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh jumlah ekstrak akar tuba terhadap efektivitas proses pembiusan ikan nila yang dapat dihidupkan kembali?
2. Bagaimana pengaruh aplikasi ekstrak akar tuba terhadap akumulasi rotenon dalam tubuh ikan nila dan air media pembiusan?
3. Bagaimana hubungan antara jumlah ekstrak akar tuba yang digunakan dalam pembiusan ikan nila dan perubahan kualitas air yang terjadi?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis konsentrasi rotenon dari ekstrak akar tuba yang efektif digunakan untuk membius ikan nila yang dapat dihidupkan kembali.
2. Menganalisis akumulasi rotenon pada ikan nila dan air media pembiusan setelah aplikasi dengan ekstrak akar tuba.
3. Menganalisis hubungan antara konsentrasi ekstrak akar tuba yang digunakan dalam proses pembiusan ikan nila dan perubahan parameter kualitas air, meliputi BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), DO (*Dissolved Oxygen*), pH (*potential of Hydrogen*), TSS (*Total Suspended Solids*), dan TPC (*Total Plate Count*).

1.4 Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi penegak hukum dalam melakukan pembuktian terhadap kasus-kasus penangkapan ikan dengan menggunakan akar tuba.
2. Dapat memberikan pengalaman dan pengetahuan yang berharga bagi penulis dalam memperluas wawasan dan pengetahuan secara langsung sehubungan dengan penangkapan ikan dengan menggunakan akar tuba.

1.5 Kebaruan Penelitian

Penelitian ini mengambil topik uji toksisitas ekstrak akar tuba (*D. elliptica*) pada ikan nila dan pengaruhnya terhadap kualitas air. Ada tiga topik utama yang dapat dijadikan acuan dalam penelusuran literatur ilmiah yang digunakan sebagai dasar dalam penentuan kebaruan penelitian ini yakni: (1) konsentrasi rotenon dari ekstrak akar tuba yang efektif digunakan untuk menangkap/membius ikan nila

yang dapat dihidupkan kembali, (2) akumulasi kandungan rotenon pada ikan nila dan air media pembiusan setelah aplikasi dengan ekstrak akar tuba, (3) hubungan antara konsentrasi ekstrak akar tuba yang digunakan dalam proses pembiusan ikan nila dan perubahan parameter kualitas air, meliputi BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), DO (*Dissolved Oxygen*), pH (*potential of Hydrogen*), TSS (*Total Suspended Solids*), dan TPC (*Total Plate Count*).

Berdasarkan hasil penelusuran literatur ilmiah, telah dilakukan berbagai penelitian tentang penggunaan tanaman tuba sebagai racun untuk menangkap/membius ikan. Masing-masing studi tersebut memiliki karakteristik yang berbeda, baik dari segi jenis ikan uji, jenis pelarut yang digunakan, tahapan eksperimen, maupun metode yang diterapkan. Beberapa peneliti telah membahas penggunaan tanaman tuba sebagai racun atau agen pembius dalam penangkapan ikan. Salah satunya adalah studi oleh Oktarinaldi Irawan et al (2014) yang meneliti pengaruh jenis pelarut dan konsentrasi ekstrak akar tuba terhadap tingkat mortalitas ikan uji. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa ekstrak dari akar tuba yang dilarutkan dengan pelarut etanol, heksan dan akuades memiliki tingkat toksisitas yang berbeda. yang secara signifikan memengaruhi tingkat kematian ikan uji. Pelarut heksan menunjukkan tingkat toksisitas tertinggi dengan nilai LC₅₀-96 jam sebesar 3,83 mg/l dan nilai LC₅₀-96 jam, diikuti oleh pelarut etanol dengan nilai LC₅₀-96 jam sebesar 6,85 mg/l. Sementara itu, pelarut akuades dikategorikan tidak toksik karena pada konsentrasi tertinggi yang diuji, ikan masih dapat bertahan hidup. Lukman et al (2014) membahas pengaruh variasi konsentrasi akar tuba terhadap waktu kematian ikan nila. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi akar tuba segar sebesar 1 ppm menghasilkan waktu rata-rata kematian ikan yang paling lama, sedangkan konsentrasi 4 ppm menghasilkan waktu rata-rata kematian tercepat. Tobigo et al. (2017) mengevaluasi pengaruh pemberian ekstrak akar tuba terhadap durasi pembiusan ikan mas (*Cyprinus carpio*). Hasilnya menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis ekstrak akar tuba, semakin cepat waktu mulai terbius. Sebaliknya, semakin rendah dosis yang diberikan, semakin lama durasi anestesi pada benih ikan mas. Prasetyo et al (2017) meneliti pengaruh pemberian ekstrak akar tuba dengan dosis berbeda terhadap kelulushidupan benih ikan nila dalam sistem pengangkutan tertutup. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis optimal ekstrak akar tuba adalah 0,3 mL/L, dengan tingkat kelulushidupan tertinggi mencapai $70 \pm 0,03\%$. Prariska et al., (2017) membahas toksisitas ekstrak akar tuba pada ikan nila merah (*Oreochromis sp*), dan menentukan konsentrasi aman untuk menurunkan aktifitas metabolisme pada ikan. Penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak akar tuba, semakin tinggi tingkat kematian ikan uji, dengan angka kematian sebesar 77.1% pada konsentrasi 0,0036 ml/L, dan terendah sebesar 6,27% pada konsentrasi 0,0013 ml/L. Konsentrasi aman yang direkomendasikan berada di bawah nilai LC₅₀ 96 jam, yaitu 0,003 ml/L. (Efriadi et al., 2018) meneliti konsentrasi ekstrak akar tuba yang menyebabkan kematian 50% hewan uji (LC₅₀) dan waktu tengahan (LT₅₀) kematian benih ikan nila. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai LC₅₀ menurun seiring waktu, dari 0,549% pada 1 jam menjadi 0,142% pada 6 hingga 8 jam. Waktu

tengah letal (LT₅₀) dari ekstrak akar tuba adalah sebagai berikut LT₅₀ 0,26% tercapai dalam 4,619 menit, LT₅₀ 0,34% tercapai dalam 4,075 menit, LT₅₀ 0,44% tercapai dalam 2,393 menit, LT₅₀ 0,57% tercapai dalam 1,561 menit, LT₅₀ 0,74% tercapai dalam 1,102 menit, dan LT₅₀ 0,95% tidak menunjukkan hasil karena seluruh hewan uji mengalami kematian. Antoni (2019) membahas dosis yang efektif dan aman dari ekstrak akar tuba sebagai bahan pembiusa untuk transportasi tertutup benih ikan mas (*C. carpio*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis terbaik adalah 0,2 cc/liter air, yang menghasilkan tingkat kelulushidupan sebesar 100%. Handayani et al (2020) membahas pengaruh kombinasi dosis akar tuba dan saponin terhadap mortalitas ikan kakap putih dan pengaruh kombinasi dosis akar tuba dan saponin yang optimum terhadap mortalitas ikan kakap putih. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian akar tuba dan saponin dengan kombinasi dosis yang berbeda berpengaruh terhadap mortalitas ikan kakap putih dan dosis yang optimum adalah 25% akar tuba dan 75% saponin. Rahayaan et al (2020) membahas pengaruh ekstrak akar tuba (*Derris elliptica*) terhadap mortalitas benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan dosis yang berbeda terhadap waktu yang dibutuhkan dalam menentukan LC₅₀. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Pemberian ekstrak akar tuba memberikan pengaruh pada respon dan tingkah laku serta tingkat mortalitas benih ikan nila untuk menentukan LC₅₀ (lethal konsentration). (G. Puspito et al., 2023) membahas penentuan konsentrasi ekstrak akar tuba yang efektif untuk meracuni patin (*Pangasius pangasius*) dan hubungan antara waktu pingsan dan pulih patin berdasarkan konsentrasi ekstrak racun tuba. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa Konsentrasi ekstrak akar tuba terbaik untuk memingsankan patin adalah 80 ppm dengan waktu pingsannya selama 13,38 menit, atau bisa dikatakan lebih cepat dibandingkan dengan konsentrasi 45 ppm (15,47') dan 10 ppm (25,95'). Peracunan dengan konsentrasi ekstrak akar tuba 80 ppm juga menghasilkan waktu pulih 127 menit atau lebih lama dibandingkan dengan konsentrasi 45 ppm (110,73') dan 10 ppm (81,43').

Hasil penelusuran literatur ilmiah menunjukkan bahwa hingga saat ini belum ditemukan kajian yang secara khusus mengevaluasi uji toksisitas ekstrak akar tuba (*Derris elliptica*) terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*) serta pengaruhnya terhadap parameter kualitas air. Selain itu, belum terdapat penelitian yang membahas secara komprehensif mengenai: (1) konsentrasi rotenon dalam ekstrak akar tuba yang efektif digunakan untuk proses pembiusan atau penangkapan ikan nila dengan potensi untuk dihidupkan kembali; (2) akumulasi kandungan rotenon dalam tubuh ikan nila serta dalam media air setelah aplikasi ekstrak akar tuba; dan (3) hubungan antara konsentrasi ekstrak akar tuba yang digunakan dalam proses pembiusan dengan perubahan parameter kualitas air, termasuk BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), DO (*Dissolved Oxygen*), pH (*potential of Hydrogen*), TSS (*Total Suspended Solids*), dan TPC (*Total Plate Count*). Dengan demikian Kebaruan dalam penelitian ini terletak pada pendekatan kajian yang dilakukan secara simultan terhadap tiga aspek utama, yaitu: (1) efektivitas berbagai konsentrasi ekstrak akar tuba (*Derris elliptica*) dalam membius ikan nila secara aman dan reversibel, (2) akumulasi

senyawa aktif rotenon pada jaringan ikan maupun media air pembiusan, serta (3) dampak penggunaan ekstrak tersebut terhadap parameter kualitas air, mencakup aspek biologis, kimiawi, dan mikrobiologis perairan.

1.6 Kerangka Pemikiran

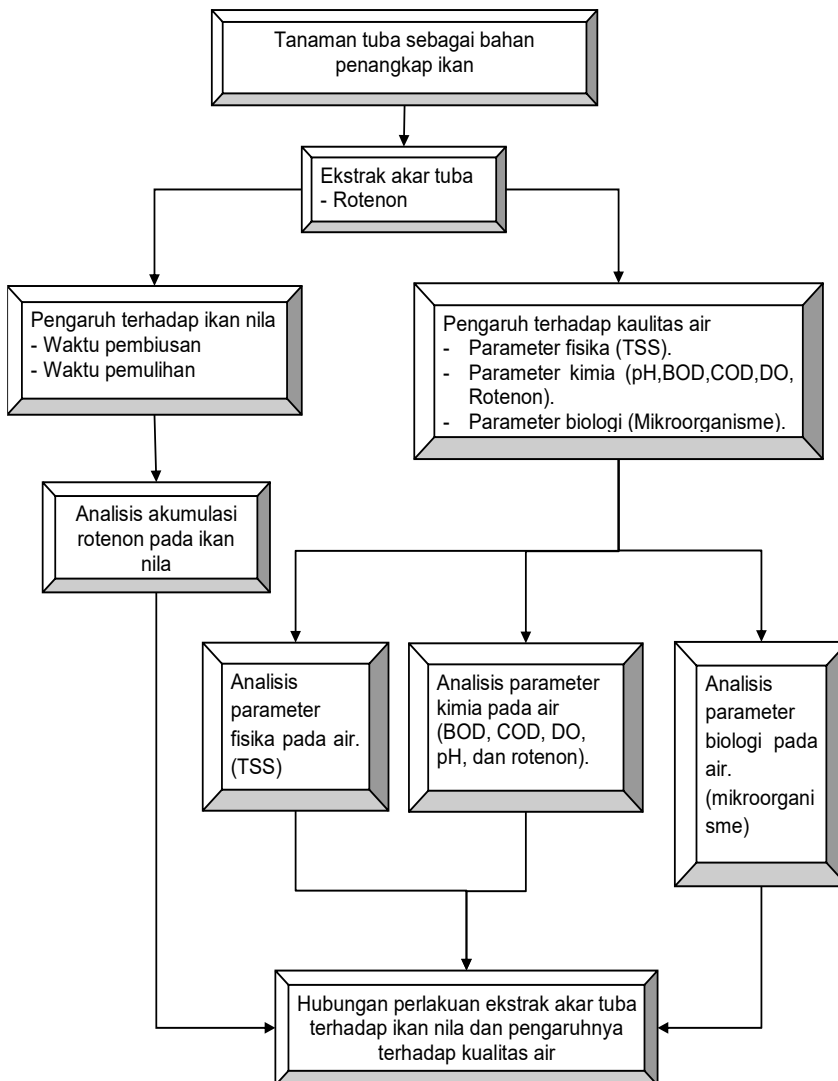
Kerangka pikir penelitian ini berawal dari data yang diperoleh dari Laboratorium Forensik Polda Sulawesi Selatan, yang menunjukkan bahwa praktik penangkapan ikan menggunakan alat penangkap memabukkan, seperti bom, sianida, dan tanaman tuba, masih terjadi hingga saat ini (Bidlabfor, 2023). Penggunaan bom dan sianida jelas bertentangan dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku karena dapat menyebabkan kerusakan serius pada ekosistem perairan dan terumbu karang (Subandi, 2004). Namun, meskipun telah diketahui bahwa bahan kimia berbahaya ini dapat merusak lingkungan perairan, penggunaan bahan alami yang mengandung racun, seperti tanaman tuba, masih digunakan oleh beberapa nelayan tradisional sebagai alternatif penangkapan ikan. Oleh karena itu, diperlukan studi lebih lanjut untuk menilai dampak penggunaan tanaman tuba, khususnya dalam kaitannya dengan keberlanjutan ekosistem perairan dan kualitas air.

Penelitian mengenai dampak penggunaan tanaman tuba sebagai bahan penangkap ikan masih sangat terbatas, meskipun telah ada beberapa studi yang mengeksplorasi penggunaannya (Purbosari et al., 2019). Penelitian ini memiliki tujuan utama untuk mengkaji secara komprehensif toksisitas ekstrak akar tuba terhadap ikan Nila (*Oreochromis niloticus*), yang merupakan salah satu spesies perikanan penting di ekosistem perairan tawar. Ekstrak akar tuba mengandung senyawa aktif seperti rotenon, yang dikenal memiliki sifat beracun dan dapat menyebabkan gangguan fisiologis serta kematian pada organisme akuatik. Oleh karena itu, analisis mendalam mengenai tingkat toksisitas zat ini penting untuk memahami dampak langsungnya terhadap ikan Nila, sebagai indikator biologis dari kualitas lingkungan perairan.

Selain itu, penelitian ini juga berfokus pada evaluasi dampak ekstrak akar tuba terhadap parameter kualitas air yang sangat krusial bagi keberlangsungan kehidupan akuatik, yakni kadar rotenon itu sendiri, BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), DO (*Dissolved Oxygen*), pH (*potential of Hydrogen*), TSS (*Total Suspended Solids*), dan TPC (*Total Plate Count*). Parameter-parameter ini berperan sebagai indikator ekologi yang menggambarkan kondisi fisik, kimia, dan biologi dari badan air yang terpapar toksin. Dengan demikian, penelitian ini berupaya mengungkap keterkaitan antara paparan toksik terhadap flora dan fauna akuatik serta perubahan kualitas lingkungan perairan secara simultan.

Pemahaman yang mendalam tentang interaksi antara ekstrak akar tuba dan ekosistem perairan akan memberikan kontribusi penting dalam upaya konservasi dan pengelolaan sumber daya perairan. Temuan penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah untuk merumuskan strategi mitigasi dan

regulasi penggunaan zat alami yang berpotensi berbahaya, sehingga dapat menjaga kelestarian ekosistem perairan serta mendukung keberlanjutan sektor perikanan dan biodiversitas. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya bertujuan pada aspek toksikologi, tetapi juga berperan dalam pengembangan ilmu pengelolaan lingkungan yang berwawasan ekosistem. Selengkapnya kerangka pikir penelitian seperti pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Kerangka pikir penelitian "Toksistas ekstrak akar tuba pada ikan nila dan pengaruhnya terhadap kualitas air"

1.7 Hipotesis

1. Toksisitas ekstrak akar tuba terhadap ikan nila berbanding lurus dengan konsentrasi ekstrak yang digunakan, sehingga semakin tinggi konsentrasi ekstrak akar tuba, semakin buruk dampaknya terhadap kelangsungan hidup ikan nila dan kualitas air.
2. Ekstrak akar tuba tidak menunjukkan toksisitas yang signifikan terhadap ikan nila dan tidak berpengaruh buruk terhadap kualitas air dalam konsentrasi yang diuji.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjar, M., Suyasa, N., & Dewi, ita junita puspa. (2022). Karakteristik Perikanan Tangkap di Kabupaten Pangandaran. *Agribisnis Perikanan*, 15(1), 226–238. file:///C:/Users/ASUS/Downloads/BACKGROUND PPT/karakteristik.pdf
- Antoni, R. (2019). *Pengaruh Penggunaan Ekstrak Akar Tuba (Derris elliptika Benth) Dengan Dosis Yang Berbeda Pada Pembiusan Benih Ikan Mas (Cyprinus carpio L) Dalam Transportasi Tertutup*.
- Bidlabfor. (2023). *Data Kasus Destruktive Fishing Bidlabfor Polda Sulsel 2019-2023* (pp. 1–2).
- DKP. (2020). *Profil Perikanan Tangkap*. 1. <https://dislautkan.kalbarprov.go.id/2020/08/06/profil-perikanan-tangkap/>
- Efriadi, H., Mutiara, D., & Emilia, I. (2018). Uji Toksisitas Akar Tuba (Derris eliptica) terhadap Mortalitas Benih Ikan Nila (Oreochromis sp). *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 15(1), 56. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v15i1.1783>
- Fajt, J. R., & Grizzle, J. M. (1998). Blood chemistry and histopathology of fish exposed to rotenone in the presence and absence of potassium permanganate. *Journal of Aquatic Animal Health*, 10(4), 361–371. [https://doi.org/10.1577/1548-8667\(1998\)010%3C0361:BCAHOF%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8667(1998)010%3C0361:BCAHOF%3E2.0.CO;2)
- Finaka, A. W. (2018). Indonesia Kaya Potensi Kelautan dan Perikanan. *Indonesiabaik.Id*, 1–5. <https://indonesiabaik.id/infografis>
- Finlayson, B., Somer, W., & Vinson, M. (2010). Rotenone Toxicity to Nontarget Aquatic Fauna. *A Review. North American Journal of Fisheries Management*, 30(3), 675–692. <https://doi.org/10.1577/M09-058.1%0A%0A>
- Handayani, L., Pranggono, H., & Linayati. (2020). *Pengaruh Pemberian Akar Tuba (Derris elliptica) Dan Saponin Dengan Kombinasi Dosis Yang Berbeda Terhadap Mortalitas Ikan Kakap Putih (Lates calcarifer)*. 19(1), 1–11.
- Harmunanto, D. H., Akil, A., & Ihsan. (2019). Potensi Perikanan Dalam Peningkatan Perekonomian. *Seminar Nasional Geomatika*, 3, 325. <https://doi.org/10.24895/sng.2018.3-0.972>
- Irawan, O., Efendi, E., & Ali, M. (2014). Efek Pelarut Yang Berbeda Terhadap Toksisitas Ekstrak Akar Tuba. *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*, 11(2), 1–6.
- Isman, M. B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51, 45–66. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146>
- Ling, N. (2003). Part 1. A Review Of The Use And Toxicity Of Rotenone For Fisheries Management Purposes. *Sciece for Conservation*, 211, 6–10.
- Lukman, Mulyana, & Mumpuni, F. S. (2014). Efektivitas Pemberian Akar Tuba (Derris elliptica) Terhadap Lama Waktu Kematian Ikan Nila (Oreochromis niloticus). *Jurnal Pertanian*, 5(1), 22–31.
- Mardhani, M., Syardiansah, S., Amilia, S., & Aswadi, K. (2025). Assessing the Contribution of Marine Fisheries to the Indonesian Economy. *Journal of Coastal and Ocean Sciences*, 6(1), 1–4. <https://doi.org/10.31258/jocos.6.01.1-4>
- Peraturan Pemerintah. (2022). *Peraturan Pemerintah Nomor 13 tahun 2022 tentang Penyelenggaraan Keamanan, Keselamatan, dan Penegakan Hukum di Wilayah Perairan Indonesia dan Wilayah Yurisdiksi Indonesia*. 133908.

- Prariska, D., Tanbiyaskur, & Azhar, M. H. (2017). Uji Toksisitas Ekstrak Akar Tuba (*Derris Elleptica*) Pada Ikan Nila Merah (*Oreochromis sp*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan Dan Budidaya Perairan*, 12(1), 41–48. <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/ikan/article/view/1413>
- Prasetyo, M. D. H., Desrina, & Yuniarti, T. (2017). Penggunaan Ekstrak Akar Tuba (*Derris elliptica*) Dengan Dosis Yang Berbeda Untuk Pembiusan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Dalam Pengangkutan Sistem Tertutup. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(3), 197–203. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jamt>
- Purbosari, N., Warsiki, E., Syamsu, K., & Santoso, J. (2019). Natural versus synthetic anesthetic for transport of live fish: A review. *Aquaculture and Fisheries*, 4(4), 129–133. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2019.03.002>
- Puspito, G., Wijayanti, H. D., & Purwangka, F. P. (2023). *Konsentrasi Ekstrak Akar Tuba (Derris Elleptica) Sebagai Racun Patin (Pangasius pangasius.) Concentration of Tuba (Derris Elliptica) Root Extract as Catfish (Pangasius Pangasius) Poison*. 7(1), 209–219.
- Qotrun A. (2018). Pengertian Kerangka Pemikiran: Cara Membuat dan Contoh. *Gramedia*. <https://www.gramedia.com/literasi/pengertian-kerangka-pemikiran/>
- 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*). 1(1), 48–57.
- Shahrul. (2021). *Derris elliptica (Wallich) Benth*. 1–6.
- Subandi, N. (2004). *Pengembangan Metode Penyidikan Ilmiah Untuk Pembuktian Kasus-kasus Penangkapan Ikan Dengan Bahan Peledak dan Sianida*. 1–2.
- Tobigo, D. T., Madinawati, & Mariana. (2017). Pengaruh Pemberian Ekstrak Akar Tuba (*Derris elliptica*) Terhadap Lama Waktu Pembiusan Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Agrisains*, 18(2), 84–88.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 45 Tahun 2009 tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2004 tentang Perikanan*. (n.d.).
- Usman, Fahrudin, Taba, P., & Suarhawan, I. G. (2023). *Potential of tuba plant root (Derris elliptica) as a vegetable pesticide ingredient: A review*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1253/1/012122>
- Widianarko, B. (2001). Rotenone: Environmental Toxicology and Its Application in Fisheries. *Jurnal Ekologi Lingkungan*, 3(1), 45–52.
- Wijayanti, Puspito, H. D., & Mustaruddin, G. (2019). *Konsentrasi Optimal Pemanfaatan Akar Derris elliptica untuk Penangkapan Patin (Pangasius pangasius)*. 10–11.

BAB II

ANALISIS KONSENTRASI ROTENON DARI EKSTRAK AKAR TUBA DAN UJI TOKSISITAS PADA IKAN NILA

Abstrak

Tanaman tuba diketahui mengandung senyawa kimia rotenon yang bersifat toksik dan secara tradisional digunakan oleh masyarakat sebagai bahan untuk menangkap ikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan rotenon dalam ekstrak akar tuba serta menguji toksisitasnya terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Proses ekstraksi dilakukan melalui metode perendaman dengan menggunakan pelarut kloroform, dan analisis konsentrasi rotenon dilakukan dengan instrumen GCMS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*). Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi rotenon dalam ekstrak akar tuba mencapai 228.775 mg/kg. Uji toksisitas terhadap ikan nila dilakukan dengan pemberian ekstrak akar tuba dalam variasi massa 0 gram (kontrol), 0,1 gram, 0,5 gram, 1 gram, 5 gram, dan 10 gram yang dilarutkan ke dalam 10 liter air. Parameter yang diamati meliputi waktu pembiusan, waktu pemulihan, dan tingkat kelangsungan hidup ikan nila. Pada perlakuan dengan massa 0,1 gram, ikan nila mengalami pembiusan namun masih dapat pulih. Sebaliknya, pada perlakuan dengan massa 0,5 gram hingga 10 gram, seluruh ikan nila tidak dapat bertahan hidup meskipun telah dipindahkan ke wadah pemulihan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan massa ekstrak akar tuba menyebabkan waktu pembiusan yang lebih cepat, tetapi menurunkan tingkat kelangsungan hidup ikan nila secara signifikan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa akar tuba yang berasal dari Dusun Damma, Desa Bonto Matinggi, Kecamatan Tompobulu, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan mengandung senyawa rotenon dengan konsentrasi 0,43% dan memiliki potensi toksik terhadap ikan nila. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi dalam pengelolaan dan pemanfaatan ekstrak akar tuba secara bijak sebagai bahan pembius ikan dalam kegiatan penangkapan tradisional.

Kata kunci: Ekstrak akar tuba, Rotenon, Toksisitas, Ikan nila

2.1 Pendahuluan

Produksi perikanan tangkap di Indonesia telah mengalami peningkatan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini terkait dengan peningkatan teknologi penangkapan ikan yang telah membantu nelayan meningkatkan efisiensi dan hasil tangkapan. Penggunaan alat tangkap modern seperti jaring insang, pukat, dan rawai memungkinkan nelayan menangkap ikan dalam jumlah yang lebih besar dan dengan lebih selektif (Bashir, et al., 2019).

Namun demikian, metode penangkapan ikan oleh nelayan masih sering dilakukan secara tradisional, termasuk penggunaan bahan peledak yang berbahaya. Selain itu, akar tuba (*Derris elliptica*) juga digunakan oleh nelayan sebagai racun alami untuk menangkap ikan (Brandt, 1984). Selanjutnya, Lukman et al. (2017) menyatakan bahwa akar tuba telah lama dikenal sebagai salah satu bahan alami yang digunakan dalam praktik penangkapan ikan secara tradisional. Menurut Irawan et al. (2014) tanaman ini berasal dari wilayah tropis Asia, termasuk

Indonesia, dan umumnya ditemukan tumbuh liar di semak-semak dekat tepi hutan, tepi sungai, dan kadang-kadang ditanam di kebun atau pekarangan. Lukman et al. (2014) membahas pengaruh variasi konsentrasi akar tuba terhadap waktu kematian ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi akar tuba segar sebesar 1 ppm menghasilkan waktu rata-rata kematian ikan yang paling lama, sedangkan konsentrasi 4 ppm menghasilkan waktu rata-rata kematian tercepat. Selanjutnya dinyatakan Lukman et al. (2017), akar tuba telah lama dikenal sebagai salah satu bahan alami yang digunakan dalam penangkapan ikan secara tradisional. Mekanisme penggunaannya, akar tuba yang segar ditumbuk dan dicampur dengan air, kemudian larutan ini disebar di area perairan yang dituju. Ikan yang terkena larutan ini akan mabuk dan mengapung ke permukaan, sehingga mudah untuk ditangkap.

Akar tuba mengandung senyawa kimia bernama rotenon yang bersifat toksik bagi ikan. Rotenon merupakan senyawa alami yang diperoleh dari ekstrak akar tanaman tuba yang telah lama digunakan oleh masyarakat tradisional sebagai bahan untuk menangkap ikan. Penggunaan rotenon dalam praktik perikanan dikenal dengan istilah "pancing tuba" (Supriyadi et al., 2020). Kandungan utama dari akar tuba adalah senyawa rotenon yang memiliki sifat insektisida dan piscisida yang kuat. Selain rotenon, akar tuba juga mengandung senyawa lain seperti deguelin, elliptone, dan toxikarol. Rotenon bekerja dengan menghambat rantai transport elektron dalam mitokondria, yang menyebabkan kematian pada organisme target (Prariska et al., 2017).

Rotenon dalam kaitannya sebagai racun ikan yaitu bekerja dengan menghambat proses respirasi seluler pada ikan, menyebabkan ikan mengalami kekurangan oksigen dan akhirnya mati (Puspito et al., 2023). Menurut Brandt (1984) rotenon pada dosis yang lebih rendah, menyebabkan ikan terbius sementara tanpa menyebabkan kematian permanen. Keefektifan penggunaan rotenon ini sangat bergantung pada konsentrasi yang digunakan dan durasi ikan terpapar zat tersebut (Budiarto, 2019).

Dalam pemanfaatan rotenon untuk menangkap ikan, terdapat dua hal penting yang perlu diperhatikan, yaitu efisiensi dalam penangkapan ikan dan kemungkinan membangkitkan kembali ikan yang tertangkap. Untuk itu, konsentrasi rotenon yang digunakan dalam proses penangkapan harus diatur dengan hati-hati, agar ikan yang tertangkap dapat bertahan hidup setelah dikeluarkan dari air yang terkontaminasi zat tersebut (Puspito et al., 2023).

Penggunaan rotenon dalam penangkapan ikan memiliki beberapa keunggulan, antara lain tidak meninggalkan residu berbahaya dalam lingkungan dan dapat terurai secara alami. Namun, penggunaan rotenon juga memiliki risiko, terutama terhadap spesies non-target dan ekosistem perairan secara keseluruhan, oleh karena itu, penting untuk mengetahui konsentrasi rotenon yang efektif namun tetap aman bagi lingkungan (Irawan et al., 2014).

Sebagai salah satu spesies ikan yang banyak dibudidayakan, ikan nila (*Oreochromis niloticus*) memiliki ketahanan tubuh yang cukup baik terhadap bahan kimia tertentu, termasuk rotenon, apabila dosisnya tepat. Namun, ketahanan

tersebut bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan, seperti suhu air dan pH, serta faktor lainnya seperti umur dan ukuran ikan (Oktavia et al., 2020). Ikan nila dipilih sebagai organisme uji karena merupakan salah satu ikan budidaya yang penting secara ekonomi dan memiliki toleransi yang baik terhadap berbagai kondisi lingkungan (Prariska et al., 2017).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ekstrak akar tuba memiliki tingkat toksisitas yang bervariasi tergantung pada metode ekstraksi dan jenis pelarut yang digunakan. Selain itu, nilai LC50 (*Lethal Concentration 50*) dari rotenon pada berbagai spesies ikan juga berbeda-beda, yang menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut untuk menentukan dosis yang tepat dan aman (Kardinan, 2000).

Selain itu, dalam konteks keberlanjutan penggunaan rotenon, penting untuk memahami dampaknya terhadap lingkungan. Penggunaan senyawa alami seperti rotenon dianggap lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan bahan kimia sintesis, namun tetap memiliki potensi dampak negatif, terutama jika digunakan dalam jumlah yang tidak tepat. Oleh karena itu, menurut Wang et al. (2018) selain mempertimbangkan efektivitas dalam menangkap ikan, harus mengevaluasi dampak penggunaan ekstrak akar tuba terhadap kualitas air dan organisme non-target di sekitar area penangkapan.

Penelitian terkait penggunaan rotenon untuk menangkap ikan telah banyak dilakukan, namun kebanyakan penelitian fokus pada aspek keberhasilan penangkapan ikan dan sedikit yang meneliti mengenai konsentrasi rotenon yang aman bagi kelangsungan hidup ikan setelah penangkapan. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa konsentrasi rendah rotenon (antara 0,02 hingga 0,1 mg/L) dapat menghasilkan efek bius pada ikan tanpa menyebabkan kematian permanen, yang memungkinkan ikan untuk dipulihkan kembali setelah dilakukan tindakan yang tepat (Fahri et al., 2021). Namun, batas konsentrasi yang aman ini bisa berbeda-beda tergantung pada kondisi spesifik, termasuk spesies ikan yang digunakan, yang memerlukan verifikasi lebih lanjut dalam penelitian ini.

Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi konsentrasi rotenon yang efektif dari ekstrak akar tuba dalam menangkap ikan nila, serta untuk mengevaluasi apakah ikan nila yang tertangkap dengan cara ini dapat hidup kembali setelah dipulihkan. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna bagi praktisi perikanan dan konservasi dalam mengoptimalkan penggunaan rotenon tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap ekosistem perairan.

2.2 Tujuan penelitian

1. Menganalisis konsentrasi rotenon dalam ekstrak akar tuba.
2. Menguji toksisitas ekstrak akar tuba terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*).

2.3 Manfaat penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan informasi ilmiah mengenai kadar rotenon dalam akar tuba serta tingkat toksisitasnya terhadap ikan nila.

2.4 Metode

2.4.1 Pengambilan sampel akar tuba

Akar tuba diperoleh dari sekitar hutan yang tumbuh secara liar yang berlokasi di Dusun Damma, Desa Bonto Matinggi, Kecamatan Tompobulu, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan.

2.4.2 Preparasi sampel akar tuba

Akar tuba yang diperoleh dibersihkan dengan air mengalir dan dipotong-potong kecil kemudian dihaluskan, selanjutnya serbuk akar tuba yang dihasilkan diekstraksi dengan cara menimbang 1 kg serbuk akar tuba, kemudian ditambahkan 2000 ml kloroform dan didiamkan selama 1 x 24 jam, setelah itu disaring dan filtratnya dimasukkan ke dalam gelas kimia sedangkan residu dari hasil penyaringan ditambahkan kembali kloroform sebanyak 1000 ml dan didiamkan selama 1 x 24 jam dan disaring kembali kemudian filtratnya digabung dengan hasil penyaringan pertama. Filtrat hasil ekstraksi diuapkan kloroformnya dengan evaporator hingga kering. Perlakuan tersebut diulang sebanyak 2 kali untuk mendapatkan ekstrak akar tuba yang lebih banyak untuk dijadikan bahan pembius dalam penelitian ini.

2.4.3 Penentuan kadar rotenon dari hasil ekstraksi akar tuba

2.4.3.1 Pembuatan larutan induk rotenon

Pembuatan larutan induk rotenon 1000 mg/L dilakukan dengan cara menimbang 0,1 g rotenon kemudian dilarutkan ke dalam 100 mL kloroform, selanjutnya dibuat deret standar 0 mg/L, 100 mg/L, 300 mg/L, 500 mg/L, 700 mg/L, dan 900 mg/L dengan menggunakan rumus pengenceran sebagai berikut:

$C1 \cdot V1 = C2 \cdot V2$	<p>V1 = Volume awal V2 = Volume akhir C1 = Konsentrasi awal C2 = Konsentrasi akhir</p>
-----------------------------	---

2.4.3.2 Pembuatan larutan standar rotenon

Pembuatan larutan standar dilakukan dengan mengencerkan larutan induk yang memiliki konsentrasi 1000 mg/L menggunakan pelarut kloroform hingga diperoleh lima tingkat konsentrasi, yaitu 100 mg/L, 300 mg/L, 500 mg/L, 700 mg/L, dan 900 mg/L. Untuk memperoleh larutan standar 100 mg/L, sebanyak 5 mL

larutan induk dipipet dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, kemudian ditambahkan kloroform hingga mencapai tanda batas volume, dan dihomogenkan. Larutan standar 300 mg/L dibuat dengan memipet 15 mL larutan induk ke dalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan dengan kloroform hingga volume akhir 50 mL dan dikocok hingga homogen. Selanjutnya, larutan standar 500 mg/L diperoleh dengan cara memipet 25 mL larutan induk ke dalam labu ukur 50 mL, ditambahkan kloroform hingga mencapai volume 50 mL, dan dihomogenkan. Untuk memperoleh larutan standar 700 mg/L, sebanyak 35 mL larutan induk dipipet ke dalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan dengan kloroform hingga tanda volume dan dihomogenkan. Terakhir, larutan standar 900 mg/L dibuat dengan memipet 45 mL larutan induk ke dalam labu ukur 50 mL, kemudian ditambahkan kloroform hingga mencapai volume akhir dan dikocok hingga homogen. Seluruh larutan disiapkan dalam kondisi bersih dan homogen sebelum digunakan dalam analisis lebih lanjut.

2.4.3.3 Pembuatan larutan sampel ekstrak akar tuba

Pembuatan larutan sampel ekstraksi akar tuba dengan cara menimbang 0,1 g ekstrak akar tuba kemudian ditambahkan 50 mL kloroform. larutan tersebut diidentifikasi senyawa rotenonnya dengan GCMS (*Gas Chromatography and Mass Spectroscopy*). Setelah itu ditentukan konsentrasinya menggunakan kurva kalibrasi larutan standar rotenon.

2.4.3.4 Identifikasi dan penentuan konsentrasi rotenon dengan GCMS

Identifikasi dan penentuan konsentrasi rotenon menggunakan GCMS (*Gas Chromatography and Mass Spectroscopy*) Agilent 8890 GC yang dikombinasikan dengan 5977B GC/MSD. Analisis dilakukan dengan menginjeksi larutan standar dan sampel ke dalam alat GCMS yang dilengkapi dengan kolom kapiler tipe HP-5MS. Parameter kromatografi diatur dengan suhu awal oven sekitar 80°C yang kemudian dinaikkan secara bertahap hingga mencapai 290°C. Helium digunakan sebagai gas pembawa. Deteksi senyawa dilakukan dengan spektrometri massa dengan menggunakan mode ionisasi elektron (*Electron Ionization/EI*) dan pemindaian pada rentang massa m/z 150-550. Identifikasi rotenon didasarkan pada perbandingan antara waktu retensi dan spektrum massa hasil analisis dengan standar rotenon murni atau dengan referensi dari database spektrum massa (Wiley). Penentuan konsentrasi rotenon dilakukan dengan menggunakan kurva kalibrasi yang diperoleh dari larutan standar rotenon. Konsentrasi dalam sampel dihitung berdasarkan luas area puncak (*peak area*) yang diperoleh dari kromatogram, dengan menggunakan persamaan regresi linear yang dihasilkan dari kurva kalibrasi tersebut.

2.4.4 Uji toksisitas ekstrak akar tuba pada ikan nila

Uji penentuan toksisitas ekstrak akar tuba yang dapat membius ikan nila sehingga mudah ditangkap untuk dihidupkan kembali dilakukan dengan menyiapkan 6 wadah berisi 10 L air, masing-masing diisi dengan ikan nila dengan berat rata-rata 150 – 200 g, didiamkan 1 x 24 jam kemudian ditambahkan ekstrak akar tuba dengan perlakuan sebagai berikut :

- Perlakuan 1 (P0) tanpa penambahan ekstrak akar tuba sebagai control.
- Perlakuan 2 (P1) ditambahkan 0,1 g ekstrak akar tuba.
- Perlakuan 3 (P2) ditambahkan 0,5 g ekstrak akar tuba.
- Perlakuan 4 (P3) ditambahkan 1 g ekstrak akar tuba.
- Perlakuan 5 (P4) ditambahkan 5 g ekstrak akar tuba.
- Perlakuan 6 (P5) ditambahkan 10 g ekstrak akar tuba.

Pengamatan terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dilakukan selama 24 jam untuk menentukan waktu yang diperlukan hingga ikan menunjukkan respons awal terhadap agen pembius. Ikan nila yang telah mengalami efek pembiusan dan menunjukkan respons berupa penurunan aktivitas serta mudah ditangkap kemudian dipindahkan ke dalam wadah pemulihan. Proses pemulihan diamati selama 24 jam untuk menentukan durasi yang diperlukan oleh ikan dalam mencapai kondisi fisiologis normal atau pulih sepenuhnya dari efek pembiusan.

2.4.5 Analisa data

Analisis kuantitatif senyawa rotenon pada larutan standar maupun sampel ekstrak akar tuba dilakukan menggunakan instrumen GC-MS. Penentuan konsentrasi rotenon didasarkan pada kurva kalibrasi yang diperoleh dari hubungan antara respons instrumen (luas area puncak) dan konsentrasi standar, yang dinyatakan dalam persamaan regresi linier $y = ax + b$. Pada persamaan tersebut, y merupakan sinyal instrumen, x merupakan konsentrasi analit, sedangkan a dan b masing-masing menunjukkan nilai kemiringan dan titik potong kurva, yang menggambarkan sensitivitas serta respons instrumen pada konsentrasi nol.

Konsentrasi rotenon dalam sampel kemudian dihitung dengan mensubstitusikan nilai y hasil pengukuran GC-MS ke dalam persamaan kurva kalibrasi untuk memperoleh nilai x (konsentrasi analit). Konsentrasi rotenon yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menentukan konsentrasi rotenon dalam sampel ekstrak akar tuba menggunakan persamaan:

$$\text{Konsentrasi rotenon} = \frac{\text{Konsentrasi hasil GCMS} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) \times \text{fb} \times \text{Volume Larutan (ml)}}{\text{Bobot sampel (mg)} \times 1000}$$

Setelah diketahui konsentrasi rotenon dalam ekstrak akar tuba, massa rotenon yang terkandung dalam ekstrak akar tuba dihitung dengan mengalikan massa ekstrak akar tuba dengan persentase konsentrasi rotenon yang diperoleh.

Nilai massa ini selanjutnya digunakan untuk menghitung persentase rotenon terhadap massa serbuk akar tuba menggunakan rumus:

$$\text{persen rotenon} = \frac{\text{massa rotenon}}{\text{massa serbuk akar tuba}} \times 100\%$$

Selain analisis kimia, dilakukan pula pengujian toksisitas ekstrak akar tuba terhadap ikan nila. Parameter yang diamati meliputi waktu pembiusan dan waktu pemulihan pada berbagai tingkat dosis ekstrak akar tuba. Data yang diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk grafik untuk menggambarkan hubungan antara dosis ekstrak dengan respons fisiologis ikan nila, sehingga dapat diamati pengaruh peningkatan dosis terhadap percepatan proses pembiusan maupun lamanya waktu pemulihan.

2.5 Hasil dan Pembahasan

2.5.1 Pengambilan sampel akar tuba

Sampel tanaman tuba diambil sekitar hutan yang tumbuh secara liar yang berlokasi di Dusun Damma, Desa Bonto Matinggi, Kecamatan Tompobulu, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan. seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Tanaman tuba

Keberadaan tanaman tuba (*Derris elliptica*) di wilayah tersebut sangat memungkinkan karena Desa Bonto Matinggi, yang terletak pada ketinggian 700 meter di atas permukaan laut (mdpl) (Marwanto, 2021), memiliki kondisi geografis yang mendukung pertumbuhan tanaman tersebut. Ketinggian ini umumnya memberikan iklim yang lebih sejuk dan kelembapan yang sesuai, dan kaya akan mineral dan memiliki struktur yang baik untuk pertumbuhan tanaman tuba (*Derris elliptica*) (Achmad & Hamzah, 2016). Hal ini sangat sesuai penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa tanaman tuba dapat tumbuh dengan baik di ketinggian antara 1 hingga 1500 mdpl (Widyawati, 2018).

2.5.2 Preparasi sampel akar tuba

Hasil preparasi sampel akar tuba ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 A. Akar tuba yang telah dicuci dengan air bersih, B. Akar tuba yang telah dipotong-potong kecil, C. Akar tuba dalam bentuk serbuk

Serbuk akar tuba yang telah diekstraksi dengan menggunakan pelarut kloroform selama 2 x 24 jam dan dikeringkan dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Hasil ekstraksi akar tuba

Penggunaan kloroform (CHCl_3) sebagai pelarut dalam proses ekstraksi rotenon dari akar tuba karena memiliki kelarutan yang tinggi, yaitu 472 g/L, yang menjadikannya lebih efektif dibandingkan pelarut organik lainnya (Jean-Claude et al., 2009). Hasil ekstraksi yang diperoleh dari 2 kg serbuk akar tuba adalah 37,3793 g.

2.5.3 Kadar rotenon dari hasil ekstraksi akar tuba

Luas puncak dari larutan standar rotenon dengan konsentrasi 100 mg/L, 300 mg/L, 500 mg/L, 700 mg/L, dan 900 mg/L diberikan pada Tabel 2.1

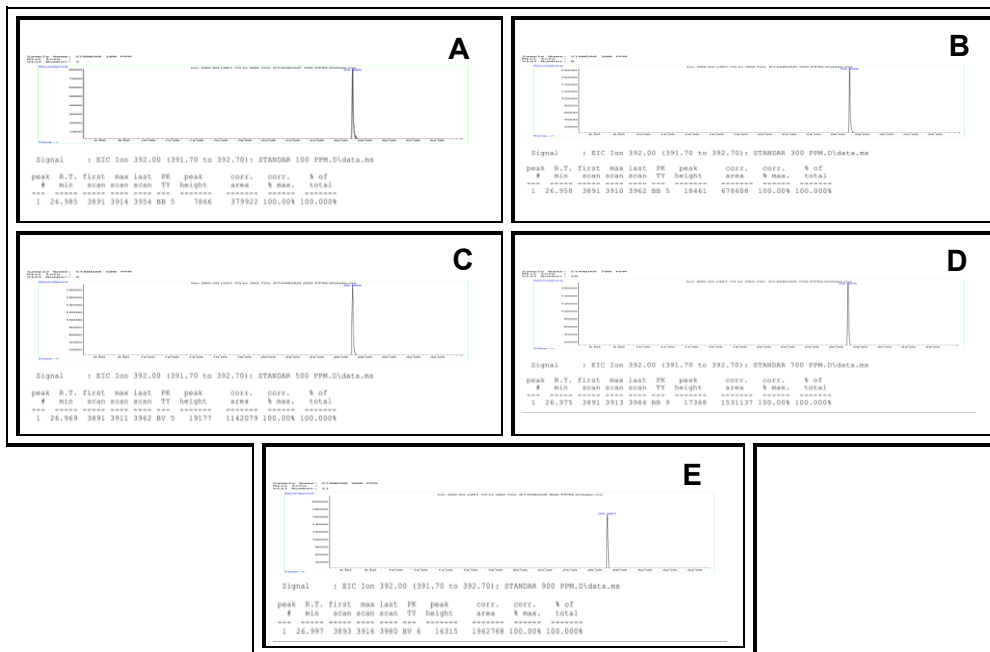
Tabel 2.1 Luas puncak standar rotenon

No.	Konsentrasi (mg/L)	luas puncak
1.	100	379922
2.	300	678608
3.	500	1142079
4.	700	1531137
5.	900	1962768

Hasil menunjukkan bahwa luas puncak meningkat dengan meningkatnya konsentrasi larutan standar rotenon karena dengan meningkatnya konsentrasi larutan standar, jumlah senyawa yang terinjeksikan semakin banyak yang

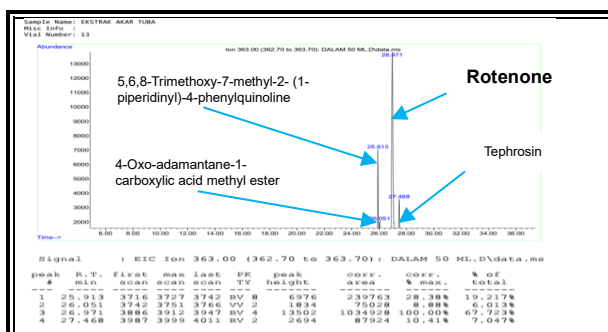
menghasilkan puncak yang semakin luas. Kurva konsentrasi larutan standar rotenon terhadap luas puncak disebut kurva kalibrasi yang digunakan untuk menentukan konsentrasi rotenon dalam ekstrak akar tuba.

Kromatogram standar rotenon dengan konsentrasi 100 mg/L, 300 mg/L, 500 mg/L, 700 mg/L, dan 900 mg/L ditunjukkan berturut-turut pada Gambar 2.4.



Gambar 2 4 A. Kromatogram larutan standar rotenon 100 mg/L, B. Kromatogram larutan standar rotenon 300 mg/L, C. Kromatogram larutan standar rotenon 500 mg/L, D. Kromatogram larutan standar rotenon 700 mg/L, E. Kromatogram larutan standar rotenon 900 mg/L

Kromatogram sampel dari ekstrak akar tuba diberikan pada Gambar 2.5.



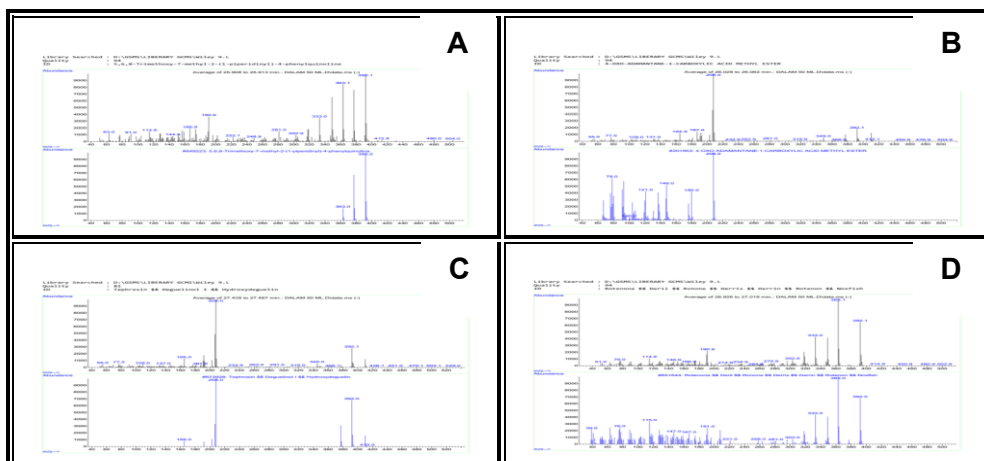
Gambar 2. 5 Kromatogram ekstrak kloroform dari akar tuba

Kromatogram yang diperoleh dari ekstrak kloroform dari akar tuba menunjukkan adanya 4 senyawa dengan waktu retensi dan luas puncak yang berbeda seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Senyawa dari ekstrak akar tuba yang terdeteksi pada GCMS

No	Nama senyawa	Waktu retensi (menit)	Luas puncak
1	5,6,8-trimetoksi-7-metil-2-(1-piperidinil)-4-fenilkuinolin	25,913	239.763
2	4-Oxo-adamantane-1-carboxylic acid methyl ester	26,051	75.028
3	rotenon	26,971	1.034.928
4	tephrosin	27,468	87.924

Gambar 2.5 dan Tabel 2.2 menunjukkan bahwa rotenon merupakan komponen utama ekstrak kloroform dari akar tuba dengan luas puncak tertinggi. Spektrum massa dari keempat senyawa diberikan berturut-turut pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 A. Spektrum massa senyawa 5,6,8-Trimethoxy-7-methyl-2-(1-piperidinyl)-4-phenylquinoline, B. Spektrum massa senyawa 4-Oxo-adamantene-1-carboxylic acid methyl ester, C. Spektrum massa senyawa tephrosin, D. Spektrum massa senyawa rotenon

Gambar 2.6. A menunjukkan hasil analisis spektrum massa dari ekstrak akar tuba pada waktu retensi 25,913 menit. Berdasarkan pencocokan dengan database spektrum massa Wiley 9, senyawa yang teridentifikasi pada puncak tersebut adalah 5,6,8-trimetoksi-7-metil-2-(1-piperidinil)-4-fenilkuinolin. Identifikasi ini didasarkan pada kesesuaian pola fragmen spektrum massa antara sampel dan referensi dalam database (McLafferty & Sons, 2010). Senyawa 5,6,8-trimetoksi-7-

metil-2-(1-piperidinil)-4-fenilkuinolin merupakan senyawa kimia kompleks yang termasuk dalam keluarga kuinolin dengan rumus kimia $C_{19}H_{23}N_3O_3$, yang dikenal karena aktivitas biologisnya yang beragam. Senyawa ini memiliki berbagai potensi terapeutik, di antaranya sebagai antikanker, antimikroba, dan antiinflamasi. Beberapa studi menunjukkan bahwa senyawa ini dapat menghambat pertumbuhan sel kanker dengan memodulasi jalur sinyal seluler yang terlibat dalam proliferasi sel (Suciati et al., 2016). Selain itu, penelitian juga mengindikasikan bahwa senyawa ini memiliki efek antimikroba yang signifikan terhadap berbagai patogen, termasuk bakteri dan jamur (Insuasty et al., 2019). Potensi antiinflamasi senyawa ini juga terbukti efektif dalam mengurangi peradangan, yang bermanfaat dalam pengobatan penyakit inflamasi (Zalnia et al., 2013). Dengan berbagai aktivitas biologis tersebut, senyawa ini berpotensi menjadi kandidat terapi untuk berbagai penyakit.

Gambar 2.6. B menunjukkan hasil analisis spektrum massa dari ekstrak akar tuba pada waktu retensi 26,051 menit. Berdasarkan pencocokan dengan database spektrum massa Wiley 9, senyawa yang teridentifikasi pada puncak tersebut adalah 4-Oxo-adamantane-1-carboxylic acid methyl ester. Identifikasi ini didasarkan pada kemiripan spektrum massa antara senyawa dalam ekstrak dan spektrum referensi dalam database (McLafferty & Sons, 2010). Senyawa metil ester asam 4-oksoadamantan-1-karboksilat juga ditemukan dalam ekstrak akar tuba. Senyawa ini memiliki rumus molekul $C_{12}H_{16}O_3$ dan berat molekul sekitar 208,25 g/mol. Senyawa metil ester asam 4-oksoadamantan-1-karboksilat menunjukkan potensi yang signifikan dalam berbagai aplikasi medis, termasuk pengobatan kanker, infeksi virus, dan diabetes. Penelitian yang dilakukan oleh Maharani & Fernandes, (2021) mengungkapkan bahwa senyawa ini memiliki sifat-sifat yang menjanjikan untuk digunakan dalam terapi medis, membuka peluang baru dalam pengembangan obat-obatan yang lebih efektif dalam mengatasi penyakit-penyakit tersebut.

Gambar 2.6. C menunjukkan hasil analisis spektrum massa dari ekstrak akar tuba pada waktu retensi 27,468 menit. Berdasarkan pencocokan spektrum dengan referensi dari database spektrum massa Wiley 9, senyawa yang teridentifikasi pada puncak tersebut adalah tefrosin. Identifikasi ini didasarkan pada kemiripan spektrum massa antara senyawa dalam ekstrak dan spektrum referensi dalam database (McLafferty & Sons, 2010). Senyawa tefrosin memiliki berbagai manfaat, baik dalam bidang kesehatan maupun pertanian. Dalam bidang pertanian, tefrosin berfungsi sebagai insektisida alami yang efektif untuk mengendalikan berbagai jenis hama, termasuk serangga dan ulat, tanpa merusak lingkungan (Ganesha et al., 2021). Selain itu, dalam pengobatan tradisional, tefrosin memiliki potensi sebagai antiparasit, yang dapat membantu mengatasi infeksi parasit pada kulit, seperti kudis (Murzen, 2021). Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa senyawa ini, yang termasuk dalam golongan flavonoid, memiliki sifat antiinflamasi yang dapat mengurangi peradangan dalam tubuh. Selain itu, senyawa ini berpotensi menurunkan risiko kanker, khususnya kanker payudara dan prostat, melalui kemampuannya melawan radikal bebas (Murzen, 2021). Lebih lanjut, tefrosin dianggap ramah lingkungan, karena sifatnya yang relatif aman bagi

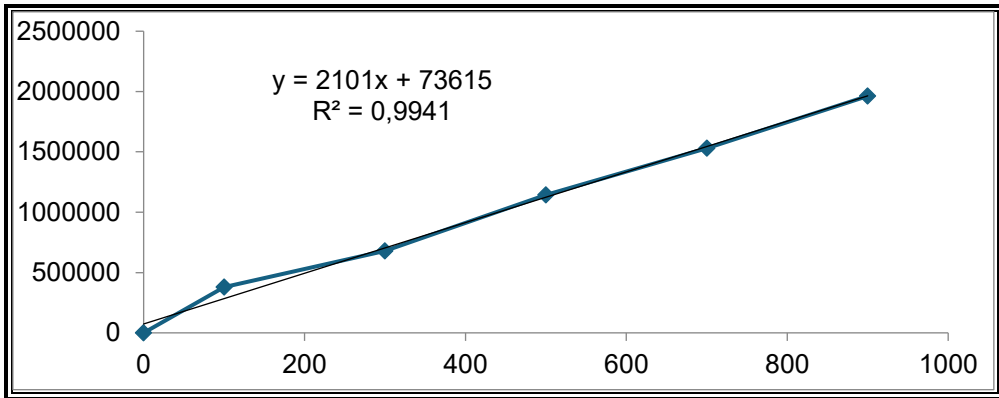
manusia dan hewan berdarah panas, menjadikannya bahan aktif yang ideal dalam produk-produk pengendalian hama dan penyakit yang ramah lingkungan (Hellen, 2023).

Pada Gambar 2.6. D ditampilkan hasil analisis spektrum massa dari ekstrak akar tuba pada waktu retensi 26,971 menit. Berdasarkan perbandingan dengan referensi yang terdapat dalam database spektrum massa Wiley 9, senyawa yang teridentifikasi pada puncak tersebut adalah rotenon. Identifikasi ini didukung oleh kemiripan pola fragmen ion dalam spektrum massa sampel dengan spektrum referensi, yang menunjukkan bahwa senyawa utama pada waktu retensi tersebut adalah rotenon (McLafferty & Sons, 2010).

Rotenon, yang terkandung dalam ekstrak akar tuba, memiliki berbagai manfaat dalam bidang pertanian dan perikanan, terutama sebagai biopestisida alami. Dalam pertanian, akar tuba digunakan secara luas sebagai alternatif pestisida ramah lingkungan. Salah satu aplikasi utamanya adalah pembuatan pestisida nabati, di mana senyawa aktif seperti rotenon berfungsi sebagai insektisida. Pelatihan di desa-desa, seperti di Sedahan Jaya, menunjukkan peningkatan pemahaman petani tentang pembuatan dan penggunaan pestisida nabati berbasis akar tuba, yang lebih aman bagi kesehatan manusia dan lingkungan dibandingkan pestisida kimia (Suci et al., 2023). Selain itu, ekstrak akar tuba terbukti efektif dalam mengendalikan berbagai hama tanaman, termasuk hama pada cabai dan kubis. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi tertentu dari ekstrak akar tuba dapat menurunkan intensitas serangan hama seperti *Plutella xylostella* dan *Spodoptera frugiperda* secara signifikan (Luyani et al., 2022). Penggunaan biopestisida dari akar tuba juga membantu menghasilkan produk pertanian yang bebas residu pestisida berbahaya, sehingga meningkatkan keamanan pangan (Hellen, 2023).

Dalam perikanan, akar tuba memiliki aplikasi penting dalam pengendalian hama ikan. Kandungan rotenon dalam akar tuba bersifat racun bagi ikan dan dapat digunakan untuk mengendalikan populasi hama di perairan. Meskipun penggunaannya harus hati-hati karena dapat berdampak pada ekosistem perairan, akar tuba menjadi solusi yang lebih aman dibandingkan bahan kimia sintetis yang lebih berbahaya (Akbar & Rustam, 2019). Selain itu, penggunaan akar tuba dalam pengendalian hama mendukung keberlanjutan ekosistem perairan dengan mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia yang dapat mencemari lingkungan (Hellen, 2023).

Berdasarkan hasil pengukuran larutan standar rotenon dengan menggunakan GCMS diperoleh kurva kalibrasi seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Kurva kalibrasi rotenon

Dari kurva kalibrasi standar rotenon pada Gambar 2.7, maka diperoleh konsentrasi rotenon berdasarkan perhitungan sebagai berikut:

$$y = 2101x + 73615$$

$$x = \frac{y - 73615}{2101}$$

$$x = \frac{1034928 - 73615}{2101}$$

$$x = 457,550$$

Jadi berdasarkan perhitungan diperoleh bahwa konsentrasi rotenon hasil pengukuran GCMS adalah 457,550 mg/L. Dari hasil tersebut dapat diketahui konsentrasi rotenon yang terkandung dalam 0,1 g ekstrak akar tuba dengan menggunakan rumus berikut :

$$\text{Konsentrasi rotenon dalam sampel} = \frac{\text{Konsentrasi hasil GCMS (mg/L)} \times \text{fb} \times \text{Volume Larutan (ml)}}{\text{Bobot sampel (mg)} \times 1000}$$

$$\text{Konsentrasi rotenon dalam sampel} = \frac{457,550 \text{ mg/L} \times 1 \times 50 \text{ ml}}{0,1 \text{ g} \times 1000}$$

$$\text{Konsentrasi rotenon dalam sampel} = \frac{457,550 \text{ mg} \times 1 \times 50 \text{ ml}}{0,0001 \text{ Kg} \times 1000 \text{ ml}}$$

$$\text{Konsentrasi rotenon dalam sampel} = \frac{22877,5 \text{ mg}}{0,1 \text{ Kg}}$$

$$\text{Konsentrasi rotenon dalam sampel} = 228775 \frac{\text{mg}}{\text{Kg}} = 22,8775\%$$

Massa rotenon yang terkandung dalam 37,3793 g ekstrak akar tuba dapat diperoleh dengan perhitungan seperti dibawah ini:

$$\text{massa rotenon} = \text{massa ekstrak akar tuba (g)} \times \text{konsentrasi rotenon (\%)}$$

$$\text{massa rotenon} = 37,3793 \text{ g} \times 22,8775 \%$$

$$\text{massa rotenon} = 37,3793 \text{ g} \times \frac{22,8775}{100}$$

$$\text{massa rotenon} = 8,5516 \text{ g}$$

Jadi massa rotenon yang terkandung didalam 37,3793 g ekstrak akar tuba adalah 8,5516 g.

Untuk penentuan persentase rotenon yang terkandung dalam akar tuba dapat ditentukan seperti dibawah ini :

$$\text{persen rotenon} = \frac{\text{massa rotenon}}{\text{massa serbuk akar tuba}} \times 100\%$$

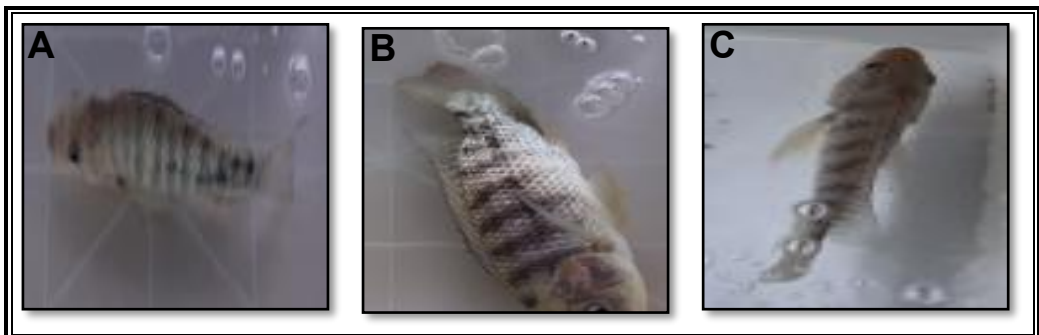
$$\text{persen rotenon} = \frac{8,5516 \text{ g}}{2000 \text{ g}} \times 100\%$$

$$\text{persen rotenon} = 0,43 \%$$

Berdasarkan perhitungan persentase rotenon yang terkandung dalam akar tuba menunjukkan bahwa kandungan rotenon dalam akar tuba (*Derris elliptica*) yang diperoleh dari Dusun Damma, Desa Bonto Matinggi, Kecamatan Tompobulu, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan adalah sebesar 0,43%, Ini memiliki relevansi dengan penelitian sebelumnya yang mencatat bahwa akar tuba merupakan sumber utama rotenon, dengan kandungan berkisar antara 0,3% hingga 12% (Irwan Zubairi et al., 2014).

2.5.4 Uji toksisitas ekstrak akar tuba pada ikan nila

Berdasarkan pengamatan pada perlakuan 2 (P1) dengan penambahan 0,1 g ekstrak akar tuba menghasilkan efek pembiusan terhadap ikan nila hingga mudah ditangkap dengan waktu rata-rata 43,45 menit, dan waktu pemulihan rata-rata 35,41 menit seperti pada Gambar 2.8.

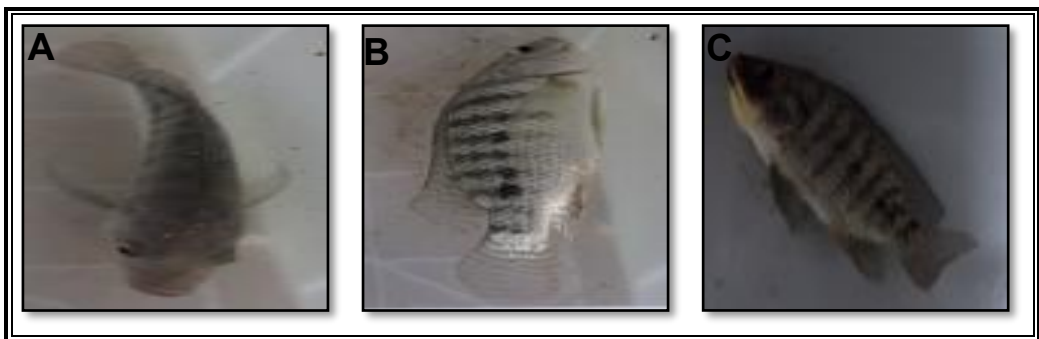


Gambar 2.8 Hasil pengamatan perlakuan 2 (P1) dengan penambahan 0,1 gram ekstrak akar tuba

Pada Gambar 2.8.A. ikan nila (*Oreochromis niloticus*) menunjukkan perilaku normal sebelum dilakukan proses pembiusan. Setelah penambahan

ekstrak akar tuba (*Derris elliptica*) sebanyak 0,1 gram ke dalam media, ikan menunjukkan gejala pembiusan, yang ditandai dengan hilangnya kemampuan berenang dan respons terhadap rangsangan, hingga akhirnya tidak dapat bergerak dan mudah ditangkap dalam waktu 43,45 menit, sebagaimana terlihat pada Gambar 2.8.B. Selanjutnya, ikan dipindahkan ke dalam wadah pemulihan yang berisi air bersih, dan setelah 35,41 menit, ikan mulai sadar kembali dan menunjukkan aktivitas berenang normal seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.8.C.

Perlakuan 3 (P2) dengan penambahan 0,5 g ekstrak akar tuba menghasilkan efek pembiusan terhadap ikan nila hingga mudah ditangkap dengan waktu rata-rata 29,39 menit dan tidak dapat dipulihkan setelah perlakuan seperti pada Gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Hasil pengamatan perlakuan 3 (P2) dengan penambahan 0,5 gram ekstrak akar tuba

Pada Gambar 2.9.A. ikan nila (*Oreochromis niloticus*) menunjukkan perilaku normal sebelum perlakuan pembiusan. Setelah penambahan ekstrak akar tuba (*Derris elliptica*) sebanyak 0,5 gram ke dalam media, ikan mulai menunjukkan gejala pembiusan yang ditandai dengan hilangnya kemampuan berenang secara normal dan berkurangnya respons terhadap rangsangan eksternal. Dalam waktu 29,39 menit, ikan mengalami imobilitas total dan menjadi mudah ditangkap, sebagaimana terlihat pada Gambar 2.9.B. Selanjutnya, ikan dipindahkan ke dalam wadah pemulihan yang berisi air bersih untuk mengamati kemungkinan pemulihan. Namun, hingga akhir periode pengamatan selama 24 jam, ikan tidak menunjukkan tanda-tanda pemulihan atau kehidupan, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.9.C.

Perlakuan 4 (P3) dengan penambahan 1 g ekstrak akar tuba menghasilkan efek pembiusan terhadap ikan nila hingga mudah ditangkap dengan waktu rata-rata 19,70 menit dan tidak dapat dipulihkan setelah perlakuan seperti pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Hasil pengamatan 4 (P3) dengan penambahan 1 gram ekstrak akar tuba

Pada Gambar 2.10.A. ikan nila (*Oreochromis niloticus*) menunjukkan perilaku normal sebelum perlakuan pembiusan. Setelah penambahan ekstrak akar tuba (*Derris elliptica*) sebanyak 1 gram ke dalam media, ikan mulai menunjukkan gejala pembiusan yang ditandai dengan hilangnya kemampuan berenang secara normal dan berkurangnya respons terhadap rangsangan eksternal. Dalam waktu 19,70 menit, ikan mengalami imobilitas total dan menjadi mudah ditangkap, sebagaimana terlihat pada Gambar 2.10.B. Selanjutnya, ikan dipindahkan ke dalam wadah pemulihan yang berisi air bersih untuk mengamati kemungkinan pemulihan. Namun, hingga akhir periode pengamatan selama 24 jam, ikan tidak menunjukkan tanda-tanda pemulihan atau kehidupan, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.10.C.

Perlakuan 5 (P4) dengan penambahan 5 g ekstrak akar tuba menghasilkan efek pembiusan terhadap ikan nila hingga mudah ditangkap dengan waktu rata-rata 11,76 menit dan tidak dapat dipulihkan setelah perlakuan seperti pada Gambar 2.11.

Pada Gambar 2.11.A. ikan nila (*Oreochromis niloticus*) menunjukkan perilaku normal sebelum perlakuan pembiusan. Setelah penambahan ekstrak akar tuba (*Derris elliptica*) sebanyak 5 gram ke dalam media, ikan mulai menunjukkan gejala pembiusan yang ditandai dengan hilangnya kemampuan berenang secara normal dan berkurangnya respons terhadap rangsangan eksternal. Dalam waktu 11,76 menit, ikan mengalami imobilitas total dan menjadi mudah ditangkap, sebagaimana terlihat pada Gambar 2.11.B. Selanjutnya, ikan dipindahkan ke dalam wadah pemulihan yang berisi air bersih untuk mengamati kemungkinan pemulihan. Namun, hingga akhir periode pengamatan selama 24 jam, ikan tidak menunjukkan tanda-tanda pemulihan atau kehidupan, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.11.C.



Gambar 2.11 Hasil pengamatan perlakuan 5 (P4) dengan penambahan 5 gram ekstrak akar tuba

Perlakuan 6 (P5) dengan penambahan 10 g ekstrak akar tuba menghasilkan efek pembiusan terhadap ikan nila hingga mudah ditangkap dengan waktu rata-rata 9,66 menit dan tidak dapat dipulihkan setelah perlakuan seperti pada Gambar 2.12.

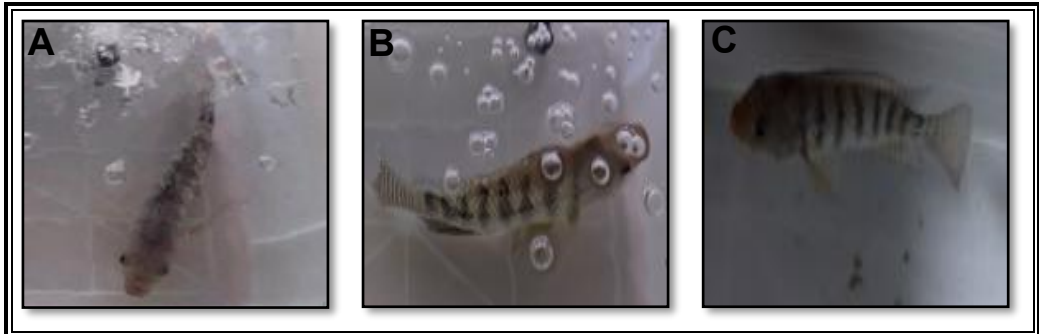


Gambar 2.12 Hasil pengamatan perlakuan 6 (P5) dengan penambahan 10 gram ekstrak akar tuba

Pada Gambar 2.12.A. ikan nila (*Oreochromis niloticus*) menunjukkan perilaku normal sebelum perlakuan pembiusan. Setelah penambahan ekstrak akar tuba (*Derris elliptica*) sebanyak 10 gram ke dalam media, ikan mulai menunjukkan gejala pembiusan yang ditandai dengan hilangnya kemampuan berenang secara normal dan berkurangnya respons terhadap rangsangan eksternal. Dalam waktu 9,66 menit, ikan mengalami imobilitas total dan menjadi mudah ditangkap, sebagaimana terlihat pada Gambar 2.12.B. Selanjutnya, ikan dipindahkan ke dalam wadah pemulihan yang berisi air bersih untuk mengamati kemungkinan pemulihan. Namun, hingga akhir periode pengamatan selama 24 jam, ikan tidak menunjukkan tanda-tanda pemulihan atau kehidupan, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.12.C.

Sedangkan pada perlakuan 1 (P0) yaitu tanpa penambahan ekstrak akar tuba, ikan nila tidak mengalami efek pembiusan dan tidak mengalami kematian dalam waktu 24 jam, Hal ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan yang diberikan

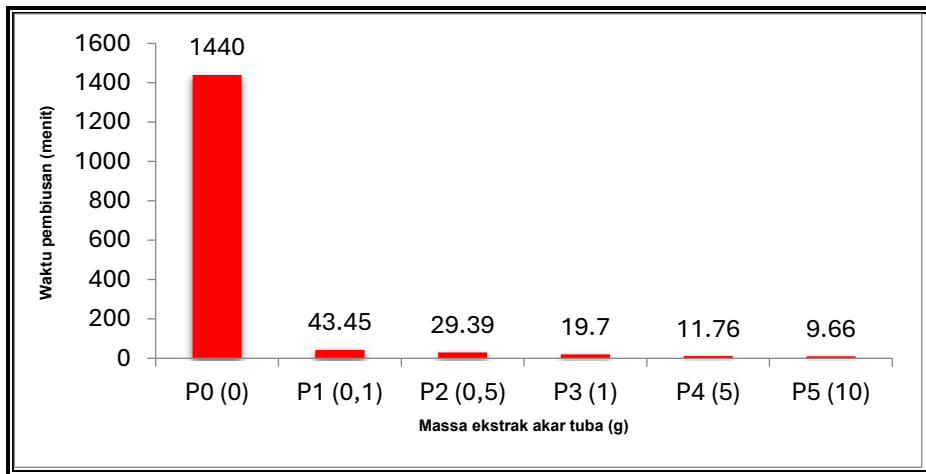
cukup mendukung bagi kelangsungan hidup ikan nila, seperti yang tunjukkan pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Hasil pengamatan perlakuan 1 (P0) tanpa penambahan ekstrak akar tuba

Pada Gambar 2.13, ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam media pembiusan dan media pemulihan tidak mengalami efek pembiusan dan juga tidak mengalami kematian dalam waktu 24 jam. Keadaan ini mengindikasikan bahwa kualitas air dalam media penelitian memenuhi syarat yang diperlukan untuk mendukung kehidupan ikan nila.

Setelah dilakukan pengamatan pengaruh ekstrak akar tuba terhadap waktu pembiusan diperoleh hasil seperti pada Gambar 2.14. Berdasarkan pengamatan pengaruh ekstrak akar tuba terhadap waktu pembiusan seperti pada Gambar 2.14, diperoleh hasil bahwa pada penambahan 0,1 g (P1), 0,5 g (P2), 1 g (P3), 5 g (P4), 10 g (P5), menghasilkan efek pembiusan yang cukup signifikan pada ikan nila. Setelah ditambahkan ekstrak akar tuba, ikan menjadi lebih mudah untuk ditangkap, yang menunjukkan bahwa senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak tersebut bekerja efektif dalam memberikan pengaruh terhadap ikan. Senyawa rotenon yang terdapat dalam ekstrak akar tuba terbukti dapat masuk ke dalam tubuh ikan melalui insang. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa insang ikan berfungsi sebagai saluran utama bagi zat berbahaya untuk memasuki tubuh melalui proses difusi (Widodo et al., 2020).



Gambar 2.14 Uji toksisitas ekstrak akar tuba terhadap waktu pembiusan

Setelah masuk melalui insang, senyawa rotenon dengan cepat diserap ke dalam aliran darah ikan. Proses difusi yang sangat cepat ini didorong oleh karakteristik insang yang memiliki permukaan luas serta kaya akan pembuluh darah, memungkinkan senyawa untuk lebih mudah masuk ke dalam sirkulasi darah (Dewi et al., 2021). Rotenon yang telah masuk ke dalam peredaran darah kemudian mempengaruhi sistem saraf pusat ikan. Senyawa ini bekerja dengan cara mengganggu transmisi impuls saraf, yang menyebabkan penurunan aktivitas saraf dan relaksasi otot, sehingga ikan mengalami kondisi pingsan (Lukman et al., 2014). Efek toksik ini terjadi karena rotenon menghambat saluran ion pada membran sel saraf, yang secara langsung mengganggu keseimbangan kationik dalam neuron. Proses ini berujung pada penurunan kemampuan ikan untuk merespons rangsangan eksternal (Rachmawati et al., 2019).

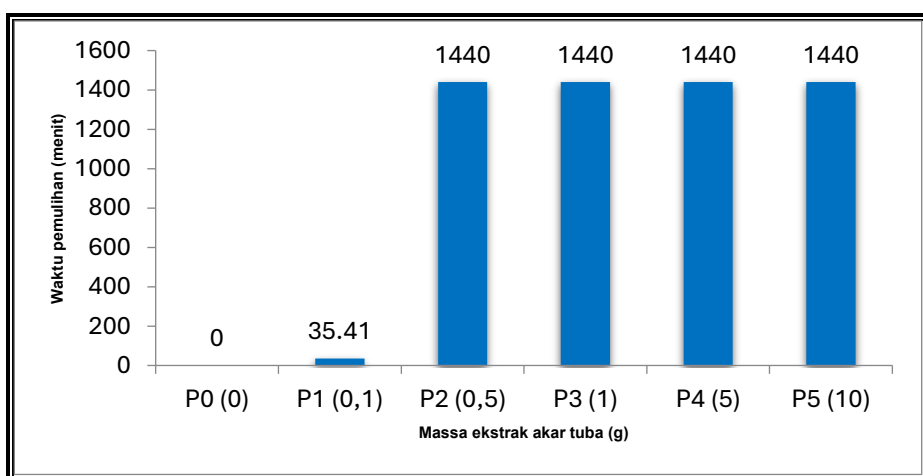
Hasil penelitian menunjukkan bahwa senyawa rotenon yang terkandung dalam ekstrak akar tuba (*Derris elliptica*) memiliki efek toksik terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Hal ini terlihat dari perlakuan kontrol (P0), yaitu tanpa penambahan ekstrak akar tuba, di mana tidak ditemukan gejala pembiusan maupun kematian ikan selama 24 jam pengamatan. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa media air dalam percobaan memiliki kualitas yang sesuai untuk mendukung kehidupan ikan nila. Parameter kualitas air seperti BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), DO (*Dissolved Oxygen*), pH, dan TSS (*Total Suspended Solids*) berada pada kisaran optimal sesuai standar untuk budidaya ikan air tawar. Menurut Effendi (2003), kadar DO yang baik untuk kehidupan ikan berkisar di atas 5 mg/L, pH antara 6,5–8,5, sementara nilai BOD dan COD yang rendah menunjukkan rendahnya kandungan bahan organik yang dapat membebani oksigen terlarut dalam air. Dengan demikian, tidak adanya efek negatif pada ikan nila dalam kontrol memperkuat kesimpulan bahwa kematian dan pembiusan yang terjadi pada perlakuan lainnya disebabkan oleh keberadaan senyawa aktif rotenon dalam ekstrak akar tuba.

Kualitas air sangat penting dalam mendukung kesehatan ikan dalam sebuah ekosistem akuakultur. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rahman et al., (2019), kualitas air yang buruk dapat menurunkan kelangsungan hidup ikan dan meningkatkan tingkat stres pada organisme akuatik. BOD yang tinggi menunjukkan tingkat pencemaran organik dalam air, yang dapat mempengaruhi tingkat oksigen terlarut dan meningkatkan kemungkinan keracunan pada organisme. Oleh karena itu, pengelolaan kualitas air yang tepat sangat diperlukan untuk menghindari dampak buruk terhadap kesehatan ikan (M. M. Rahman et al., 2019).

Selain itu, parameter COD dan DO berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem akuatik. COD mengukur jumlah zat organik dalam air yang dapat teroksidasi, sementara DO menunjukkan jumlah oksigen yang tersedia untuk pernapasan organisme akuatik. Penurunan kadar oksigen dapat menyebabkan kondisi hypoxia yang berbahaya bagi ikan (Wibowo & Haryanto, 2021). Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa kadar oksigen dalam air cukup tinggi agar ikan dapat bernapas dengan baik dan tetap sehat.

Parameter lain yang tidak kalah penting adalah pH dan TSS. pH air yang terlalu rendah atau tinggi dapat mempengaruhi metabolisme ikan dan menyebabkan stres. Sebagai contoh, menurut penelitian oleh Wijayanti et al., (2022), pH air yang tidak stabil dapat mengganggu proses fisiologis ikan, termasuk penyerapan makanan dan respirasi. TSS, di sisi lain, mengukur jumlah partikel terlarut dalam air yang dapat menghalangi akses ikan terhadap oksigen. Oleh karena itu, menjaga TSS dalam batas yang wajar sangat penting untuk memastikan ikan dapat bertahan hidup dalam lingkungan yang bersih dan sehat (Wijayanti et al., 2022).

Dan setelah dilakukan pengamatan terhadap pengaruh pemberian ekstrak akar tuba terhadap waktu pemulihan, diperoleh hasil sebagaimana ditampilkan pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15 Uji toksisitas ekstrak akar tuba terhadap waktu pemulihan

Gambar 2.15 menunjukkan hasil pengamatan terhadap ikan nila dalam wadah pemulihan. Ikan nila pada penambahan 0,1 g (P1) dapat pulih kembali dalam waktu rata-rata 35,41 menit. Hal ini menunjukkan bahwa proses pemulihan ikan setelah terpapar rotenon melibatkan mekanisme pengeluaran zat pembius yang ada dalam tubuh. Rotenon, yang digunakan sebagai racun ikan, menghambat fungsi sistem pernapasan ikan dengan mengikat enzim-enzim penting dalam mitokondria (Pingkan et al., 2017). Proses pemulihan melibatkan eliminasi atau pengeluaran senyawa ini dari tubuh ikan, yang memungkinkan mereka untuk kembali berfungsi normal (Zhang et al., 2018). Pada ikan, proses detoksifikasi ini biasanya memerlukan waktu tertentu, tergantung pada konsentrasi zat yang terpapar dan kondisi lingkungan tempat ikan dipulihkan (Mustafa et al., 2020).

Proses pemulihan yang terjadi pada ikan nila dapat dijelaskan dengan mekanisme difusi, di mana zat pembius seperti rotenon yang terlarut dalam darah ikan akan berpindah ke dalam air melalui insang. Difusi adalah proses perpindahan molekul dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah, yang dalam hal ini adalah pengeluaran zat racun dari tubuh ikan ke dalam air. Penelitian oleh Huang et al., (2020) menunjukkan bahwa difusi melalui insang merupakan salah satu cara utama bagi ikan untuk mengeluarkan zat berbahaya yang terlarut dalam tubuh. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa air dalam wadah pemulihan tetap bersih dan teroksigenasi agar proses ini dapat berlangsung efektif dan ikan dapat pulih dengan cepat.

Berbeda dengan penambahan 0,1 g (P1) yang tidak memberikan dampak fatal, pada penambahan 0,5 g (P2), 1 g (P3), 5 g (P4), dan 10 g (P5), ikan mengalami kerusakan yang bersifat irreversible. Rotenon, yang merupakan racun alami, bekerja dengan menghambat enzim penting dalam respirasi seluler, khususnya dengan mengganggu transportasi elektron dalam rantai respirasi, yang berujung pada penurunan produksi ATP (adenosin trifosfat) dan gangguan metabolisme energi (Lukman et al., 2014; Pingkan et al., 2017).

Kerusakan pada organ vital seperti ginjal dan hati menyebabkan ketidakmampuan ikan untuk mempertahankan keseimbangan internal, mengakibatkan kegagalan organ-organ tersebut. Penurunan fungsi ginjal dan hati memperburuk detoksifikasi dalam tubuh ikan, sehingga meningkatkan kerentanan terhadap stres akibat racun (Prariska et al., 2017). Selain itu, gangguan metabolisme yang dihasilkan dari paparan rotenon juga mengurangi kemampuan ikan untuk bertahan hidup dalam kondisi stres berat, menjadikannya lebih rentan terhadap kematian (Irawan et al., 2014b).

Paparan rotenon pada ikan menghambat proses respirasi seluler yang sangat vital. Respirasi seluler adalah proses di mana sel-sel ikan memperoleh energi dari oksigen, yang diperlukan untuk mendukung berbagai fungsi fisiologis. Rotenon menghambat proses ini dengan mempengaruhi transportasi elektron dalam mitokondria, khususnya dengan mengikat dan memblokir fungsi Kompleks I (NADH dehidrogenase) dalam rantai transpor elektron (ETC). Gangguan ini menyebabkan penurunan produksi adenosin trifosfat (ATP), yang merupakan

sumber energi utama dalam sel, sehingga mengganggu metabolisme energi ikan (Tjan, 2018).

Akibatnya, insang ikan tidak dapat berfungsi secara optimal untuk mentransfer oksigen ke darah, yang menyebabkan penurunan kadar oksigen dalam tubuh ikan (Lukman et al., 2014). Penurunan kadar oksigen ini berdampak pada sistem pernapasan ikan, yang akhirnya mengarah pada kegagalan sistem pernapasan dan kematian sel-sel tubuh. Gangguan dalam oksigenasi ini adalah salah satu faktor utama yang menyebabkan ikan tidak dapat bertahan hidup setelah terpapar dosis tinggi racun rotenon. Penelitian menunjukkan bahwa paparan rotenon dapat meningkatkan produksi radikal bebas dan menginduksi stres oksidatif, yang lebih lanjut merusak sel-sel dan jaringan ikan (Tjan, 2018).

Paparan rotenon pada ikan juga menyebabkan stres oksidatif. Stres oksidatif adalah kondisi yang terjadi ketika terdapat ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dan kemampuan tubuh untuk menetralkannya dengan antioksidan. Pada ikan yang terpapar rotenon, stres oksidatif terjadi karena kerusakan yang ditimbulkan oleh radikal bebas yang dihasilkan sebagai akibat dari gangguan respirasi seluler. Stres ini memperburuk kondisi fisiologis ikan, yang dapat dilihat dari perilaku abnormal seperti berenang liar atau kesulitan bernapas. Selain itu, ikan yang terpapar racun cenderung menunjukkan perubahan perilaku sebagai reaksi terhadap kerusakan organ dan gangguan metabolik. Stres ini dapat memicu respon fisiologis yang tidak efisien dalam memulihkan tubuh, sehingga ikan kesulitan untuk pulih bahkan setelah pengurangan paparan racun (Pingkan et al., 2017). Perubahan perilaku ini menunjukkan bahwa kondisi kesehatan ikan sudah dalam tahap yang sangat kritis.

Dosis racun rotenon yang lebih tinggi dapat mempercepat proses kematian ikan, di mana semakin tinggi konsentrasi racun, semakin cepat ikan kehilangan kesadaran dan akhirnya mati. Hal ini sejalan dengan prinsip dosis-efek, yang menyatakan bahwa efek toksik suatu zat akan semakin parah dengan meningkatnya dosis yang diberikan (Casarett & Doull, 2013). Pada dosis tinggi, rotenon menyebabkan penurunan tajam dalam ketersediaan energi bagi sel-sel tubuh ikan, terutama melalui penghambatan rantai transport elektron pada mitokondria, yang mengarah pada kegagalan fungsi vital dalam waktu singkat (Cabral et al., 2019; Lohner et al., 2001). Dengan demikian, ikan yang terpapar dosis tinggi racun ini tidak memiliki kesempatan untuk pulih dan akan mati dengan cepat setelah paparan, tanpa melalui proses pemulihan yang signifikan.

2.6 Keimpulan

1. Hasil analisis konsentrasi rotenon yang terkandung dalam akar tuba (*Derris elliptica*) yang berasal dari Dusun Damma, Desa Bonto Matinggi, Kecamatan Tombolulu, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan, sebesar 0,43%.

2. Uji toksisitas menunjukkan ekstrak akar tuba yang efektif digunakan untuk membius ikan 0,1 gram dengan waktu pembiusan 43,45 menit, dan pemulihan 35,41 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, A., & Hamzah, A. S. (2016). *Database Karst Sulawesi Selatan (Karst Database of South Sulawesi Province)*. 1–120.
- Agustina, V., & Mukti, R. C. (2022). Growth And Survival Of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) With Starved Periodically In Bedeng Munir Village, South Pagar Alam. *Aquasains*, 10(2), 1125. <https://doi.org/10.23960/aqs.v10i2.p1125-1130>
- Akbar, M. J., & Rustam, R. (2019). Uji Beberapa Konsentrasi Ekstrak Akar Tuba (*Derris elliptica* Benth) untuk Mengendalikan Larva Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros* Linnaeus) pada Tanaman Kelapa Sawit. *Jpt: Jurnal Proteksi Tanaman (Journal of Plant Protection)*, 3(2), 65. <https://doi.org/10.25077/jpt.3.2.65-74.2019>
- Akdfg. (2013). *Alaska Department of Fish and Game: Permafrost*. 2, 1–3. <http://www.adfg.alaska.gov/index.cfm?adfg=ecosystems.permafrost>
- Akinmoladun, F. I., et al. (2019). Toxicological effects of rotenone on aquatic organisms in the Nigerian water. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 68, 33–39.
- Alaftar, A. A. (2023). *Pengaruh Pemberian Ekstrak Akar Tuba (Derris elliptica) Dengan Dosis Yang Berbeda Terhadap Lama Waktu Kematian Ikan Gabus (Channa striata) Sebagai Hama Budidaya*. 5, 1–14. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558907/>
- Amirulloh, A. S. (2019). Effective Concentration (Ec50-1h) Of Extract Root Of Tuba (*Derris elliptica* Benth.) As Anesthetic Agent For Carp Fish (*Cyprinus carpio* Linn.) Closed Transportation System. *Sustainability (Switzerland)*, 11(1), 1–14. <http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y>
- Asib, N., & Omar, D. (2018). Genetic-relatedness of tuba plants from peninsular Malaysia and quantitative analysis of their rotenone. *International Journal of Botany*, 14(1), 36–42. <https://doi.org/10.3923/ijb.2018.36.42>
- Budiarto, D. (2019). Penggunaan Rotenon sebagai Bahan Penangkap Ikan pada Perikanan Tradisional di Indonesia. *Jurnal Teknologi Perikanan*, 10(2), 45–53.
- Burhanuddin Haji Nasir, I. P. S. A. (2024). *Efektivitas Ekstrak Akar Tuba Derris elliptica Benth Terhadap Walang Sangit Leptocoris acuta Thunberg (Hemiptera:Alydidae) Pada Tanaman Padi Oryza sativa*. 12984242.
- Cabral, R. E. ., Silva, D. R. ., & Oliveira, M. . (2019). Rotenone induces behavioral and biochemical alterations in fish: involvement of mitochondrial dysfunction and oxidative stress. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 67, 52–60.
- Chinnadurai, K., Prema, P., Veeramanikandan, V., Kumar, K. R., Nguyen, V. H., Marraiki, N., Zaghloul, N. S. S., & Balaji, P. (2022). Toxicity evaluation and oxidative stress response of fumaronitrile, a persistent organic pollutant (POP) of industrial waste water on tilapia fish (*Oreochromis mossambicus*). *Environmental Research*, 204(March), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112030>
- Dewi, P. S., Rahmawati, R., & Mulyani, T. (2021). Sistem peredaran darah ikan dan

- pengaruh zat terlarut pada efisiensi difusi di insang. *Jurnal Ilmu Perikanan*, 18(2), 89-95.
- Du, J., Jiang, F., Xu, S. S., Huang, Z. F., Chen, L. L., & Li, L. (2021). Tephrosin induces apoptosis of human pancreatic cancer cells through the generation of reactive oxygen species. *Journal of Cancer*, 12(1), 270–280. <https://doi.org/10.7150/JCA.50360>
- Dunia, E. (n.d.). *Sistem ekskresi*. 1–10.
- Dunia, E., Matinggi, B., & Dunia, E. (n.d.-a). *Bonto Matinggi , Tompobulu , Maros Kondisi geografis Topografi Sungai Orbitrasi Batas wilayah*. 1–11.
- Dunia, E., Matinggi, B., & Dunia, E. (n.d.-b). *Kondisi geografis Desa Bonto Matinggi , Kec. Tompobulu , Kab. Maros*. 1–11.
- Effective Concentration (EC50-1H) of Extract Root of Tuba (*Derris elliptica* Benth.) as Anesthetic Agent for Carp Fish (*Cyprinus carpio* Linn.) Closed Transportation System. (2019). *Sustainability (Switzerland)*, 11(1), 1–14. <http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y>
- Effendi Hendrayati. (2003). *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius.
- Eko Budiyanto, Arvana Rifki Aditya, dan A. Y. W. 2013. (2013). *Pemanfaatan Ekstrak Akar Tuba (Derris Elliptica) Sebagai Insektisida Ramah Lingkungan Untuk Mengendalikan Populasi Ulat Bulu (Lymantria Beatrix)*. 1–10.
- Elfianis, R. (2022). Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Cengkeh. *Agrotek.Id*, 1–5.
- Fahri, A. (2018). Pemanfaatan biopestisida akar tuba untuk pengendalian hama tanaman sayuran. *Penelitian Dan Pengembangan*, 1–80.
- Fahri, M., Zainuddin, A., & Soeprpto, W. (2021). Evaluasi Efektivitas Penggunaan Rotenon dalam Penangkapan Ikan di Perairan Air Tawar. *Jurnal Ilmu Perikanan*, 8(1), 15–21.
- Firdaus, S. R. Kusuma, Chilmawati, D., & Amalia, R. (2022). Pengaruh Ekstrak Daun Bantotan (*Ageratum conyzoides* L.) Sebagai Anestesi Terhadap Glukosa Darah dan Kelulushidupan Pada Transportasi *Osphronemus Gouramy* Stadia Pembesaran. *Sains Akuakultur Tropis*, 6(2), 165–176. <https://doi.org/10.14710/sat.v6i2.12740>
- Gamalael, C. G. (2006). *Pengaruh Penggunaan Anestesi Ekstrak Akar Tuba Crisyadi Ganda Gamalael*.
- Ganesha, R., Kustiati, & Yanti, A. H. (2021). *Dalam Mengendalikan Kecoak Jerman (Blattella germanica L.)*. 10, 87–91.
- Ginting, F. C. B., Siswanto, & Merdana, I. M. (2015). Uji Toksisitas Ekstrak Akar Tuba (*Derris Elliptica*) Secara Topikal pada Kulit Anjing Lokal. *Indonesia Medicus Veterinus*, 4(2), 97–103.
- Heinz, S., Freyberger, A., Lawrenz, B., Schladt, L., Schmuck, G., & Ellinger-Ziegelbauer, H. (2017). Mechanistic Investigations of the Mitochondrial Complex i Inhibitor Rotenone in the Context of Pharmacological and Safety

- Evaluation. *Scientific Reports*, 7(October 2016), 1–13.
<https://doi.org/10.1038/srep45465>
- Hellen Talahatu, S. M. S. P. (2023). *Dampak Biopestisida Akar Tuba (Derris elliptica) Dalam Pengendalian Hama Pada Tanaman*. 9–12.
- Hendriana, B. (2011). *Isolasi Dan Identifikasi Rotenon Dari Akar Tuba (Derris Elliptica)*.
- Heravi, M. M., & Zadsirjan, V. (2020). *RSC Adv.* , 2020, 10 , 44247-44311.
<https://doi.org/10.1039/D0RA09198G>
- Hodifa, V., & Mukti, R. C. (2023). Growth Performance Of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Seeds Through The Addition Of Papain Enzyme. *Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi Dan Budidaya Perairan*, 21(1), 249.
<https://doi.org/10.32663/ja.v21i1.3638>
- Huang, J., Li, Y., & Zhang, H. (2020). Mechanisms of rotenone detoxification in fish species. *Toxicology and Environmental Health Sciences*, 12(3), 157–168.
- Insuasty, D., Vidal, O., Bernal, A., Marquez, E., Guzman, J., Insuasty, B., Quiroga, J., Svetaz, L., Zacchino, S., Puerto, G., & Abonia, R. (2019). *Antimicrobial Activity of Quinoline-Based Hydroxyimidazolium Hybrids*. 1–11.
- Irawan, O., Efendi, E., & Ali, M. (2014). Efek Pelarut Yang Berbeda Terhadap Toksisitas Ekstrak Akar Tuba (*Derris elliptica*). *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*, 11(2), 1–6.
- Irwan Zubairi, S., Roji Sarmidi, M., & Abdul Aziz, R. (2014). Advances in Environmental Biology A Study of Rotenone from *Derris* Roots of Varies Location, Plant Parts and Types of Solvent Used. *AENSI Journals Adv. Environ. Biol*, 8(2), 445–449. <http://www.aensiweb.com/aeb.html>
- Isman, M. B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51, 45–66.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146>
- Jean-Claude Bradley, A. P. of C. at D. U., Cameron Neylon, Senior Scientist at the ISIS Pulsed Neutron Source, R. A. L., Southampton, and L. in C. B. at the S. of C. at the U. of, Rajarshi Guha, R. S. at the N. C. G. C., Antony Williams, Vice President of Strategic Development, C. at the R. S. of C., Bill Hooker, P. R. in M. B., Andrew Lang, P. of M. at O. R. U., Brent Friesen, A. P. of C. at D. U., And, & Tim Bohinski, David Bulger, Matthew Federici, Jenny Hale, Jenna Mancinelli, Khalid Mirza, Marshall Moritz, Daniel Rein, Cedric Tchakounte, and H. T. (2009). Open Notebook Science Challenge. *Techniques*, 1–73.
- Kaur, R., & Kumar, K. (2021). Synthetic and medicinal perspective of quinolines as antiviral agents. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 215, 1–69.
<https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2021.113220>
- Kaya, H., Hisar, O., Yilmaz, S., Gürkan, M., & Hisar, Ş. A. (2016). The effects of elevated carbon dioxide and temperature levels on tilapia (*Oreochromis mossambicus*): Respiratory enzymes, blood pH and hematological parameters. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 44(June), 114–119.
<https://doi.org/10.1016/j.etap.2016.05.003>

- Kristiani, Y. M. (2021). *Efektifitas Ekstrak Akar Tuba (Paraderis elliptica) Dengan Konsentrasi Yang Berbeda Untuk Pembiusan Benih Ikan Nila (Oreochromis niloticus) Dalam Pengangkutan Sistem Tertutup.*
- Lamadi, A., Mulis, M., & Usman, H. K. (2022). Stocking Density And Different Water Discharge on Red Tilapia Cultured Using a Recirculation System. *Agrikan Jurnal Agribisnis Perikanan*, 15(2), 410–419.
- Ling, N. (2003). Part 1. A Review Of The Use And Toxicity Of Rotenone For Fisheries Management Purposes. *Science for Conservation*, 211, 6–10.
- Lohner, T. ., Reash, R. ., Willet, V. ., & Rose, L. A. (2001). Assessment of tolerant sunfish populations (Lepomis sp.) inhabiting selenium-laden coal ash effluent streams. *Ecotoxicology*, 10(6), 285–303.
- Lu'mu. (2017). 9-Hexadecenoic acid, methyl ester,(Z)-, 9-Octadecenoic Acid (Z)-, Octadecanoic acid, methyl ester. In *Seminar Nasional Lembaga Penelitian UNM* (pp. 635–637).
- Lukman, Mulyana, & Mumpuni, F. S. (2014). Efektivitas Pemberian Akar Tuba (Derris elliptica) Terhadap Lama Waktu Kematian Ikan Nila (Oreochromis niloticus). *Jurnal Pertanian*, 5(1), 22–31.
- Luyani, Rosfiansyah, & Sopialena. (2022). Pengaruh Ekstrak Akar Tuba (Derris elliptica Roxb.) Terhadap Intensitas Serangan Serangga Vektor Virus Cabai Besar (Capsicum annum L.). *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Perlindungan Tanaman*, 1(November), 151–155. <https://semnas.bppf-unib.com/index.php/perlintan/article/view/14/7>
- Maharani, A. D., Susanti, S., & Reza, F. (2020). Kadar Senyawa Kimia Toksik dalam Darah Ikan Nila (Oreochromis niloticus) Saat Musim Up-Welling di Danau Maninjau, Sumatera Barat The Concentration of Toxic Chemical Substances in the Blood of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus) during Up-Welling Season i. *Jurnal Sain Veteriner*, 38(1), 25–30. <https://doi.org/10.22146/jvs.29322>
- Maharani, R., & Fernandes, A. (2021). Phytochemical profile and GC-MS of black betel leaves (Piper betle L.) from around KHDTK Labanan, Berau Regency (Indonesia). *Majalah Farmasi Dan Farmakologi*, 25(1), 11–14. <https://doi.org/10.20956/mff.v25i1.11966>
- Manufactory, C. A. S. (n.d.). *4-Oxadamantane-1-carboxylic acid methyl ester*. 9–10.
- Marwanto, S.Si., M. S. (2021). *Kecamatan Tompobulu Dalam Angka Tompobulu Subdistrict In Figures 2021.*
- McDaniel, T. J., Lansdell, T. A., Dissanayake, A. A., Azevedo, L. M., Claes, J., Odom, A. L., & Tepe, J. J. (2016). Substituted quinolines as noncovalent proteasome inhibitors. *Bioorganic and Medicinal Chemistry*, 24(11), 2441–2450. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2016.04.005>
- McLafferty, F. W., & Sons, J. W. (2010). *Wiley Registry of Mass Spectral Data.*
- Megumi, S. R. (2019). *Tuba , Biopestisida Andal Pembasmi Hama Tanaman dan Ikan Liar.* 1–14.
- Monica, D. P., Syaifudin, M., & Dwinanti, S. H. (2020). Penggunaan Ekstrak Akar

- Tuba (*Derris elliptica*) Dengan Dosis Yang Berbeda Dalam Pengangkutan Ikan Patin Sistem Tertutup. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 8(1), 58–69. <https://doi.org/10.36706/jari.v8i1.11164>
- Mumpuni, dan F. (2017). Effectiveness Of Tuba Root (*Derris elliptica*) IN Lengthening Mortality Time Of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pertanian, Volume 5 N(1)*, 22–31.
- Murzen, dr. R. F. (2021). *Pohon Tuba, Tanaman Beracun yang Bermanfaat bagi Tubuh*. 3–7.
- Mustafa, S., Sulaiman, R., & Ismail, A. (2020). Rotenone exposure and recovery dynamics in fish: Insights into detoxification mechanisms. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 39(5), 1281–1291.
- O'Rourke, S. M., et al. (2016). Rotenone as a piscicide: Ecological and toxicological effects in aquatic environments. *Environmental Pollution*, 218, 850–859.
- Ogeleka, D. F., Ogbomida, E. T., Tongo, I., Enuneku, A. A., Ikpesu, T. O., & Ezemonye, L. I. N. (2016). Impacts of acute exposure of industrial chemicals and pesticides on the survival of fish (*Tilapia guineensis*) and earthworms (*Aporrectodea longa*). *Journal of Xenobiotics*, 6(1), 1–14. <https://doi.org/10.4081/xeno.2016.5660>
- Oktavia, D., Gunawan, B., & Suryani, I. (2020). Studi Ketahanan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Terhadap Paparan Rotenon pada Berbagai Kondisi Lingkungan. *Jurnal Akuakultur Tropis*, 13(3), 100–107.
- Pade, S. wati, Suwetja, I. ketut, & Mentang, F. (2016). Studi Teknik Penanganan Ikan mas (*Cyprinus carpio*) Hidup dalam Wadah Tanpa Air. *Jurnal LPPM Bidang Sains Dan Teknologi*, 3(1), 34–43.
- Pattiasina, B. J., & Pattinasarany, A. Y. (2023). Efektivitas Durasi Induksi dan Sedatasi Minyak Cengkih dan Ekstrak Akar Tuba Terhadap Kelulusan Hidup Benih Ikan Nila *Oreochromis niloticus*. *Journal of Coastal and Deep Sea*, 1(1), 31–41. <https://doi.org/10.30598/jcdis.v1i1.11198>
- Pingkan, D., Sutrisno, R., & Kurniawan, D. (2017). The effects of rotenone exposure on the physiological response and behavior of fish species. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 36(8), 2167–2175.
- Pingkan, R. R., Puspito, G., & Zulfainarni, N. (2017). *Pembiusan Nila Dengan Racun Tuba : Efeknya Terhadap Waktu Pingsan Dan Pulih*. 2, 55–56.
- Prariska, D., Tanbiyaskur, & Azhar, M. H. (2017). Uji Toksisitas Ekstrak Akar Tuba (*Derris Elleptica*) Pada Ikan Nila Merah (*Oreochromis sp*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan Dan Budidaya Perairan*, 12(1), 41–48. <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/ikan/article/view/1413>
- Prasetyo, M. D. H., Desrina, & Yuniarti, T. (2017). Penggunaan Ekstrak Akar Tuba (*Derris elliptica*) Dengan Dosis Yang Berbeda Untuk Pembiusan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Dalam Pengangkutan Sistem Tertutup. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(3), 197–203. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jamt>

- Pratomo, B. (2018). Uji Variasi Konsentrasi Ekstrak Akar Tuba (*Derris Elliptica*) Dalam Pengendalian Hama Ulat Api (*Setothosea asigna*) Pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elais guineensis* Jacq.). *Agroprimatech. Universitas Prima Indonesia*, 1(2), 64–71.
- Prof. Dr. Weny J.A. Musa, M. S., Suleman Duengo, S.Pd., M. S., & Ahmad Kadir Kilo, S.Pd., M. S. (2014). Tumbuhan Tubile Sebagai Biopestisida. In *Penambahan Natrium Benzoat Dan Kalium Sorbat (Antiinversi) Dan Kecepatan Pengadukan Sebagai Upaya Penghambatan Reaksi Inversi Pada Nira Tebu*.
- Purbosari, N., Warsiki, E., Syamsu, K., & Santoso, J. (2022). The potential of *Eucheuma cottonii* extract as a candidate for fish anesthetic agent. *Aquaculture and Fisheries*, 7(4), 427–432. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2021.06.003>
- Putri, A. I., Hastuti, S., & Sarjito, S. (2022). Pengaruh penggunaan minyak pohon teh (*Melaleuca alternifolia*) sebagai bahan anestesi pada sistem transportasi terhadap profil darah dan tingkat kelulushidupan ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Sains Akuakultur Tropis*, 6(1), 54–64. <https://doi.org/10.14710/sat.v6i1.12846>
- Rachmawati, F., Nugraha, A. S., & Fitria, N. (2019). Studi toksikologi rotenon pada ikan nila: efek pada sistem saraf pusat. *Jurnal Toksikologi Perairan*, 12(1), 101–108.
- Rahayaan, T. P., Susanto, A., & Yuliana, A. (2020). Toxicity of rotenone on the internal organs and metabolism of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquatic Toxicology Journal*, 48(3), 189–195.
- Rahayu, T. D., Pratama, R. Y., & Sutrisno, J. (2020). Efektivitas ekstrak akar tuba (*Derris elliptica*) sebagai anestesi alami pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 11(2), 112–120. <https://doi.org/10.22219/jpk.v11i2.11894>
- Rahman, M. M., Karim, M. A., & Hossain, M. A. (2019). The impact of water quality parameters on the health of freshwater fish in aquaculture systems. *Journal of Aquaculture Research & Development*, 10(3), 45–58.
- Rahmawasih, R. (2017). Pengaruh Pemberian Ekstrak Akar Tuba untuk Mengendalikan Hama Kutu Daun *Aphis gossypii* pada Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *Jurnal Perbal*, 5(3), 41–48.
- Ridlayanti, A. (2016). *Proteksi Ekstrak Centella asiatica Pada Model Stunting Larva Zebrafish (Danio rerio) Yang Diinduksi Rotenon Melalui Peningkatan Ekspresi Bdnf*. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/158099>
- Riwandi, I., et al. (2022). Assessment of pesticide toxicity and environmental safety in aquaculture: The case of rotenone on *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Research*, 53(4), 1670–1684.
- Rizki, M., et al. (2018). Ecotoxicological risks of rotenone use in controlling invasive fish species. *Aquatic Toxicology*, 196, 55–63.
- Rudi Rismawanto, Rusli Rustam, & Desita Salbiah. (2023). Uji Beberapa Konsentrasi Ekstrak Tepung Akar Tuba (*Derris elliptica* Benth) Untuk Mengendalikan Hama Penggerek Tongkol Jagung *Helicoverpa armigera*

- Hubn. *Dinamika Pertanian*, 38(2), 145–154.
[https://doi.org/10.25299/dp.2022.vol38\(2\).11876](https://doi.org/10.25299/dp.2022.vol38(2).11876)
- Rudiyansyah Aisyah, L. D. (2019). Isolasi Dan Karakterisasi Senyawa Flavonoid Dari Fraksi Etil Asetat Batang Tumbuhan Senggani (*Melastoma Malabathricum* L.). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 8(2), 61–66.
- Rustam, R., & Rajani, R. (2022). Uji Beberapa Konsentrasi Ekstrak Akar Tuba (*Derris elliptica* Benth) Untuk Mengendalikan Hama Ulat Grayak (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) di Laboratorium. *AGROTEK: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*, 5(1), 24–33. <https://doi.org/10.33096/agrotek.v5i1.156>
- Salim, A., & Edidas. (2023). Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Bibit Ikan Nila Menggunakan Algoritma Decision Tree. *Jurnal Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika*, 11(2), 187–195.
<http://ejournal.unp.ac.id/index.php/voteknika/>
- Santi, I. S., Ardiani, F., Noviana, G., & Listianto, H. (2022). The effectiveness of tuba root (*Derris elliptica*) and gadung tuber (*Dioscorea hispida*) to control bagworm pests in oil palm. *Jurnal Cahaya Mandalika*, 4(1), 287–293.
- Sekewael, U., Leiwakabessy, F., Warella, J. C., Rahaweman, A. C., & Rumahlatu, D. (2024). Effectiveness of Tuba Root (*Derris elliptica*) on Histological Structure of Rabbit Fish Liver. 16(2), 309–319.
- Shiroma, L. S., Soares, M. P., Cardoso, I. L., Ishikawa, M. M., Jonsson, C. M., & Nascimento Queiroz, S. C. (2020). Evaluation of health and environmental risks for juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus*) exposed to florfenicol. *Heliyon*, 6(12), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05716>
- Shokova, E. A., & Kovalev, V. V. (2011). Ketoesters and ketoacids of the adamantane series: synthesis and transformations. *Russian Chemical Reviews*, 80(10), 927–951.
<https://doi.org/10.1070/rc2011v080n10abeh004177>
- Silalahi, M., Nisyawati, & Pandiangan, D. (2019). Medicinal plants used by the Batak Toba tribe in Peadundung Village, North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 20(2), 510–525. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200230>
- Sinaga, V. O. B., & Mukti, R. C. (2021). The Growth of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) with the Addition of Probiotics to Feed in Sakatiga Village, Indralaya District, Ogan Ilir Regency, South Sumatera. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 11(1), 90–96. <https://doi.org/10.20473/jafh.v11i1.26741>
- Siswanto;, Sulabda;, I. N., & Soma, I. G. (2016). Uji Alergi Ekstrak Akar Tuba Terhadap Kulit Anak Kucing Lokal. *Buletin Veteriner Udayana*, 8(2), 180–186.
- Soetjipto, W., Andriansyah, R., M.Kesos, R. A. Q. A., Setiadi, T., Susanto, H., Solah, A., Hasan, U., Khaerawati, U., Aryshandy, C., Moriansyah, L., Purnama, N. D., Wahyuni, S., Horida, E., & Kurnia, I. (2019). *Peluang Usaha Dan Investasi Nila* (M. M. . Indra Nurcahyo Sjarif, S.Si. (Ed.)).
- Soetopo, D., Karmawati, E., Trisawa, I. M., Wiratno, W., & Agency, I. (2022). *Pemanfaatan Akar Tuba (Derris Elliptica) Untuk Pengendalian Hama Dan Penyakit Tanaman Hortikultura Dan Perkebunan / Utilization of tuba roots (Derris elliptica) for the control of ... Volume 21 - Nomor 1 Juni 2022*

Perspektif. September. <https://doi.org/10.21082/psp.v21n1.2022.48-62>

- Sri Jayanthi, Elfrida, D. L. (2017). Pengaruh Akar Tuba (*Derris eliptica*) Sebagai Pestisida Organik Pembasmi Keong Sawah (*Ampullaria ampullaceae*) di Desa Tenggulun Kecamatan Tenggulun Kabupaten Aceh Tamiang. *Jurnal Jeumpa*, 4(2), 21–29.
- Suci, I. A., Irawan, G., & Rahayu, S. (2023). Pelatihan pembuatan Pestisida Nabati Akar Tubasebagai Alternatif Pestisida Ramah Lingkungan Di Desa Sedahan Jaya Kecamatan Sukadana Kabupaten Kayong Utara Training on Making Tuba Root Biopesticide as an Alternative of Eco-Friendly Pesticides in Sedahan Ja. *Jurnal JAMAS*, 1, 315–319.
- Suciati, D., Matsjeh, S., & Purwono, B. (2016). Effectiveness of Acid Base Catalysis in Hydrolysis of P-Methoxyphenylacetoneitrile. In *Prosiding Seminar Nasional Kimia* (Issue 62). www.mipa.unram.ac.id
- Summary, C. (n.d.). *Tephrosin*. 1–39.
- Supriyadi, R., Setyawan, A., & Anggraini, R. (2020). Potensi Ekstrak Akar Tuba sebagai Bahan Penangkap Ikan di Indonesia. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 15(4), 234-240.
- Susan J. Clearwater, C. W. H. and M. L. M. (2019). Overview of potential piscicides and molluscicides for controlling aquatic pest species in new zealand. *Science for Conservation*, 2019-Decem.
- Tanner, C. M., Kame, F., Ross, G. W., Hoppin, J. A., Goldman, S. M., Korell, M., Marras, C., Bhudhikanok, G. S., Kasten, M., Chade, A. R., Comyns, K., Richards, M. B., Meng, C., Priestley, B., Fernandez, H. H., Cambi, F., Umbach, D. M., Blair, A., Sandler, D. P., & Langston, J. W. (2011). Rotenone, paraquat, and Parkinson's disease. *Environmental Health Perspectives*, 119(6), 866–872. <https://doi.org/10.1289/ehp.1002839>
- Tjan, B. (2018). *Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Daun Kelor (Moringa Oleifera) Terhadap Kadar Malondialdehyde Dan Brain Derived Neurotrophic Factor Pada Larva Zebrafish (Danio Rerio) Stunting.*
- Ultiyati, N. (2021). *heksahidro-2h-xanten-1 menggunakan katalis ekstrak jeruk nipis dan lemon , serta uji aktivitasnya sebagai antioksidan.* 107901.
- Usman, Fahrudin, Taba, P., & Suarhawan, I. G. (2023). *Potential of tuba plant root (Derris elliptica) as a vegetable pesticide ingredient: A review.* <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1253/1/012122>
- Wang, Y., Liu, Z., & Zhang, J. (2018). The Environmental Impact of Rotenone on Non-Target Species in Freshwater Ecosystems. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 37(12), 3257–3265.
- Wibowo, B., & Haryanto, S. (2021). Water quality management for sustainable aquaculture: Impacts of COD and DO on fish health. *Environmental Science and Technology*, 15(1), 34–46.
- Widodo, D., Haryanto, H., & Nurhayati, I. (2020). Efek Rotenon terhadap metabolisme ikan dalam pengendalian populasi ikan invasif. *Jurnal Ekologi Perairan*, 11(3), 145-151.

- Widyawati. (2018). Pembuatan Pestisida Organik Dari Tanaman Tuba (*Derris elliptica*) Dengan Metode Ekstraksi Ultrasonik. *Energies*, 6(1), 1–8. <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1120700020921110>
- Wijayanti, A., Subianto, B., & Saputra, P. (2022). Effect of pH and TSS on fish metabolic rates and stress levels in aquaculture systems. *Aquatic Biology Journal*, 18(4), 120-134.
- Wynne, F., & Masser, M. P. (2010). Removing Fish from Ponds with Rotenone. *Southern Regional Aquaculture Center Publication*, 4101(4101), 1–4. <https://srac.tamu.edu/index.cfm/event/getFactSheet/whichfactsheet/219/>
- Yama, D. I. (2018). Keefektifan Termisida Nabati Berbahan Aktif Rotenone terhadap Mortalitas dan Perubahan Perilaku Hama Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus*) Danie Indra Yama. *Jurnal Citra Widya Edukasi*, 10(2), 109–116. http://journal.cwe.ac.id/index.php/jurnal_citrawidyaedukasi/article/view/57
- Zalnia, R. P., Sumaryati, S., & Purwati, E. (2013). Pengaruh Pemberian Probiotik *Weissella paramesenteroides* Isolat Dadiah sebagai Anti Diare pada Mencit (*Mus Musculus*). *Jurnal Kimia Unand*, 2(2303), 68–76. <http://scholar.unand.ac.id/id/eprint/7546>
- Zega, U. (2020). Identifikasi Jenis Ikan Air Tawar Di Sungai Yogi Kecamatan Fanayama. *Jurnal Education and Development*, 8(3), 139–143.
- Zhang, T., Wang, X., & Liu, Z. (2018). Rotenone exposure in aquatic organisms: Biochemical effects and detoxification. *Journal of Environmental Sciences*, 75, 55-64.
- Zubairi, S. I., Othman, Z. S., Sarmidi, M. R., & Abdul Aziz, R. (2016). Environmental friendly bio-pesticide rotenone extracted from *derris* sp.: A review on the extraction method, toxicity and field effectiveness. *Jurnal Teknologi*, 78(8), 47–69. <https://doi.org/10.11113/jt.v78.5942>