

Efektifitas Ekstrak Daun Sirih terhadap Penanggulangan Penyakit Bakterial *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

(Effectiveness of Betel Leaf Extract in Controlling The Bacterial Disease *Aeromonas hydrophila* in Tilapia (*Oreochromis niloticus*))

Zulfiani^{1*}, Mariyam¹, Muhammad Ansar¹, Darsiani¹, Dewi Yuniati¹, Nurul Mutmainnah²

¹Program Studi Akuakultur, Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Sulawesi Barat

²Program Studi Budidaya Perairan, Universitas Muhammadiyah Parepare

*Corresponding author: zulfiani@unsulbar.ac.id

A B S T R A C T

The cultivation of Nile tilapia often experiences high mortality rates due to disease. The primary disease commonly affecting the fish is bacterial, specifically *Motile Aeromonas Septicemia* (MAS) caused by the bacterium *Aeromonas hydrophila*. One of the efforts to address this issue is the use of natural materials with antimicrobial properties that are environmentally friendly. This study aims to determine the effectiveness of betel leaf extract in treating Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) infected with *Aeromonas hydrophila*. The study was conducted using a completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 3 repetitions. The treatments involved the addition of betel leaf extract to the feed at concentrations of A = control, B = 0.3 mL/100 g of feed, C = 0.6 mL/100 g of feed, and D = 0.9 mL/100 g of feed. Observed parameters included survival rate (SR), clinical symptom observations, and water quality. The results showed that the highest survival rate was found in treatment B at 70 %, followed by treatment D at 33.33 %, C at 30.00 %, and the lowest in treatment A at 26.66 %. Based on the research findings, it can be concluded that the optimal concentration of betel leaf extract as an antibacterial agent is 0.3 mL per 100 g of feed, with an average survival rate of 70 %. Additionally, this concentration results in the fastest recovery of clinical symptoms compared to other treatments.

Keywords: *Aeromonas hydrophila*, Betel Leaf Extract, Nile Tilapia

A B S T R A K

Budidaya ikan nila sering kali mengalami tingkat kematian yang tinggi akibat penyakit. Penyakit utama yang umum menyerang ikan ini adalah penyakit bakteri, khususnya *Motile Aeromonas Septicemia* (MAS) yang disebabkan oleh bakteri *Aeromonas hydrophila*. Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan memanfaatkan bahan alami yang memiliki sifat antimikroba dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan efektivitas ekstrak daun sirih dalam mengobati ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang terinfeksi *Aeromonas hydrophila*. Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan melibatkan penambahan ekstrak daun sirih pada pakan dengan konsentrasi A = kontrol, B = 0,3 mL/100 g pakan, C = 0,6 mL/100 g pakan, dan D = 0,9 mL/100 g pakan. Parameter yang diamati meliputi tingkat kelangsungan hidup (*Survival Rate*/SR), pengamatan gejala klinis, dan kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup tertinggi ditemukan pada perlakuan B sebesar 70 %, diikuti oleh perlakuan D sebesar 33,33 %, perlakuan C sebesar 30,00 %, dan terendah pada perlakuan A sebesar 26,66 %. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa konsentrasi ekstrak daun sirih yang terbaik sebagai antibakteri adalah 0,3 mL/100 g pakan dengan rata-rata kelangsungan hidup sebesar 70 %, dan proses penyembuhan gejala klinis yang paling cepat dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Kata Kunci: *Aeromonas hydrophila*, ekstrak daun sirih, nila

1. Pendahuluan

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan ikan air tawar dengan potensi produksi yang signifikan. Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun 2024, rata-rata produksi perikanan budidaya ikan nila terus mengalami peningkatan sejak tahun 2020 – 2023 sebesar 5,43 % dengan jumlah produksi pada tahun 2023 sebesar 1.368.542 ton [4]. Seiring dengan produksi yang terus meningkat, beberapa kendala ditemukan dalam pelaksanaannya, seperti pertumbuhan lambat, tingkat kelangsungan hidup rendah, dan kematian yang disebabkan penyakit [7]. Munculnya penyakit pada ikan umumnya merupakan hasil interaksi kompleks atau tidak seimbang antara tiga komponen dalam ekosistem perairan, yaitu inang (ikan yang lemah), patogen yang ganas, dan kualitas lingkungan yang memburuk [22]. Azhar *et al.* [2], menyatakan bahwa patogen bakterial adalah jenis patogen yang sering menjadi kendala pada budidaya ikan nila. Salah satu jenis penyakit bakterial yang sering menyerang ikan nila adalah penyakit MAS (*Motile Aeromonas Septicemia*) yang disebabkan oleh bakteri *Aeromonas hydrophila*. Gejala yang ditunjukkan oleh ikan nila yang terkena penyakit akibat infeksi bakteri biasanya berupa kehilangan nafsu makan, bercak merah dan luka-luka pada permukaan tubuh, pendarahan pada insang, perut membesar berisi cairan, sisik dan sirip ekor lepas, dan jika dilakukan pembedahan akan terlihat pembengkakan serta kerusakan pada hati, ginjal dan limpa ikan [1, 17].

Salah satu upaya meningkatkan imun dan penanggulangan penyakit, dilakukan pemberian antibiotik sebagai pengobatan infeksi bakteri *A. hydrophila* namun upaya tersebut juga menimbulkan dampak negatif. Penggunaan antibiotik dalam jangka waktu lama akan berdampak negatif, diantaranya dapat menimbulkan resistensi terhadap bakteri, memerlukan biaya yang cukup mahal, dan dapat mencemari lingkungan [23]. Salah satu cara aman digunakan adalah dengan memanfaatkan tanaman obat-obatan bahan alami yang berfungsi sebagai anti mikroba yang ramah lingkungan [10]. Salah satu bahan alami yang dapat digunakan adalah daun sirih

Daun sirih dapat digunakan sebagai antibakteri untuk mencegah infeksi bakteri *A. hydrophila* karena mengandung 4,2% minyak atsiri [11]. Selain minyak atsiri hasil fitokimia mengandung senyawa flavanoid, alkaloid, terpenoid, steroid, saponin, fenol, dan tanin [13]. Senyawa terpenoid berpotensi sebagai anti bakteri karena berfungsi untuk merusak dinding sel bakteri yang dapat menyebabkan lisis, mengubah permeabilitas membran sitoplasma sehingga menyebabkan kebocoran nutrisi dari dalam sel, menyebabkan terjadinya denaturasi protein sel dan menghambat kerja enzim di dalam sel [12].

Beberapa penelitian yang telah dilakukan terkait penggunaan ekstrak daun sirih, yaitu pada ikan gurame dan ikan patin [5, 6]. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan ekstrak daun sirih (*Piper betle* L) kedalam pakan terhadap penanggulangan penyakit bakterial *Aeromonas hydrophila* pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan mengetahui dosis yang optimal untuk menanggulangi penyakit tersebut.

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama 40 hari pada bulan Agustus sampai September 2023 di SMK Negeri Rea Timur, Kecamatan Binuang, Kabupaten Polewali Mandar, Provinsi Sulawesi Barat.

2.2. Prosedur Penelitian

Persiapan Ikan Uji

Sampel larva ikan uji yang digunakan adalah ikan nila dengan ukuran 4-6 cm berumur 2 bulan yang berasal dari SMK-PP Rea Timur. Sebelum dilakukan pengujian terlebih dahulu dilakukan aklimatisasi dan dilanjutkan dengan pemeliharaan selama 7 hari untuk menyesuaikan lingkungan dalam wadah dan menstabilkan kondisi ikan agar tidak terinfeksi bakteri lain sebelum di uji tantang. Wadah yang digunakan berupa toples *sealware* volume 16 L dan diisi air dengan volume 10 L. Jumlah tebar masing-masing wadah terdiri dari 10 ekor/wadah sebanyak 12

buah. Ikan diberi pakan pelet sebanyak tiga kali sehari sampai kondisinya benar-benar stabil dengan nafsu makan tinggi dan tidak terjadi kematian.

Pembuatan Ekstrak Daun Sirih

Pada pembuatan ekstrak daun sirih (*Piper betle* L), bagian tanaman yang diambil adalah daun yang masih segar. Daun di cuci terlebih dahulu dengan air mengalir dan dikeringkan dibawah sinar matahari hingga kering yang ditandai daun mudah dipatahkan. Setelah kering, daun diblender sampai menjadi tepung dan diayak dengan menggunakan saringan. Serbuk daun sirih diekstrak menggunakan metode maserasi. Pembuatan filtrat dari serbuk daun sirih mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Rachmawaty *et al.* [18], serbuk daun sirih dimasukkan kedalam erlenmeyer, kemudian dicampur dengan etanol 90 %, lalu di tutup menggunakan *aluminium foil* dan dibiarkan selama lima hari untuk memperoleh filtrat ekstrak daun sirih. Hasil filtrat ditambah akuades 10% dan dilarutkan menggunakan *stirrer* kemudian diaplikasikan pada pakan pelet.

Pencampuran Ekstrak Daun Sirih pada Pakan

Pakan komersil dan ekstrak daun sirih ditimbang terlebih dahulu kemudian ekstrak ditambah akuades sebanyak 10 % dari bobot pakan dan dilarutkan menggunakan *stirrer* selanjutnya dimasukkan ke dalam botol spray kemudian disemprotkan pada pakan sambil diaduk hingga merata dengan menggunakan kedua tangan hingga homogen. Pakan dikering-anginkan selama satu hari, setelah kering pakan dimasukkan kedalam toples lalu disimpan didalam ruangan yang kering

Penyuntikan Bakteri Aeromonas hydrophila ke Ikan Uji

Bakteri *Aeromonas hydrophila* berasal dari Fakultas Kedokteran Universitas Negeri Malang. Ikan nila yang telah melewati proses aklimatisasi selanjutnya diuji tantang oleh bakteri *Aeromonas hydrophila* dengan cara di suntik. Metode penyuntikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah intramuskular, yaitu pada lima sisik kebelakang dan dua sisik kebawah pada bagian sirip punggung, ikan

disuntik dengan bakteri *Aeromonas hydrophila* sebanyak 0,1 mL.

Pemberian Pakan Pasca Uji Tantang

Ikan yang telah diuji tantang dilakukan pengadaptasian selama 24 jam tanpa diberi pakan. Pada hari kedua, ikan diberi pakan yang telah dicampurkan dengan ekstrak daun sirih dengan konsentrasi 0,3 mL, 0,6 mL, dan 0,9 mL. Pemberian pakan diberikan sebanyak 3 % dari bobot tubuh ikan dengan frekuensi pemberian pakan sebanyak tiga kali sehari, yakni pada pagi, siang dan sore hari. Ikan yang telah diuji tantang diberikan ekstrak daun sirih pada setiap perlakuan, pemberian pakan mulai diamati pada hari kedua sampai hari ke-15. Hal ini dilakukan agar kondisinya benar-benar stabil dengan nafsu makan yang tinggi dan tidak terjadi kematian.

2.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini didesain menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas 4 perlakuan dan 3 kali ulangan yaitu: A = kontrol atau tanpa pemberian ekstrak daun sirih, B = ekstrak daun sirih 0,3 mL/100 g pakan, C = ekstrak daun sirih 0,6 mL/100 g pakan, D = ekstrak daun sirih 0,9 mL/100 g pakan.

2.4. Variabel yang Diamati

Pengamatan Gejala Klinis

Pengamatan gejala klinis dilakukan setiap 4 hari pasca uji tantang selama 15 hari. Meliputi tingkah laku, respon makan dan refleks gerak, serta abnormalitas (*dropsy* dan peradangan).

Survival Rate (SR)

Kelangsungan hidup ikan dilakukan pasca ikan nila diinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* dengan menghitung jumlah ikan yang mati sampai hari ke-15 pasca uji tantang. Tingkat kelangsungan hidup ikan dihitung dengan formula 2 yang dikemukakan oleh Paradhiba *et al.* [14].

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan:

SR = Tingkat kelangsungan hidup (%)
Nt = Jumlah ikan nila yang hidup sampai akhir pemeliharaan (ekor)
N0 = Jumlah ikan nila pada awal pemeliharaan (ekor)

2.5. Analisis Data

Pengamatan gejala klinis dianalisis secara deskriptif, sedangkan variabel kelangsungan hidup dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dengan bantuan *software* SPSS untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Jika terdapat pengaruh perlakuan terhadap organisme uji maka dilanjutkan dengan uji W-Tukey [20].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengamatan Gejala Klinis

Ikan nila yang diamati menunjukkan gejala klinis yang ditandai adanya perubahan bentuk fisik, tingkah laku, dan kurangnya nafsu makan pasca penyuntikan bakteri *A. hydrophila*. Patogenitas diamati secara visual dengan memperhatikan gejala klinis yang tampak setiap hari setelah penyuntikan sampai akhir masa pemeliharaan kurun waktu 15 hari.

Hasil pengamatan gejala klinis pada Tabel 1 menunjukkan terjadi peradangan yang ditandai adanya warna kemerahan yang tampak menyebar ke tubuh ikan. Radang merupakan gejala yang timbul akibat adanya patogen yang masuk kedalam inang dan menyebabkan infeksi. Gejala yang nampak adalah berupa pembengkakan pada permukaan tubuh, luka pada bekas suntikan dan timbulnya bercak merah [5]. Penyuntikan yang dilakukan secara intramuskular akan menunjukkan gejala serangan yang tampak dari luar berupa borok pada kulit yang menembus ke arah daging [6].

Tabel 1. Pengamatan gejala klinis setelah penyuntikan bakteri *Aeromonas hydrophila*

Perlakuan	Hari ke-3	Hari ke-7	Hari ke-11	Hari ke-15
A				
B				
C				
D				

Sumber: Data primer hasil penelitian (2023). A = kontrol atau tanpa pemberian ekstrak daun sirih, B = ekstrak daun sirih 0,3 mL/100 g pakan, C = ekstrak daun sirih 0,6 mL/100 g pakan, D = ekstrak daun sirih 0,9 mL/100 g pakan.

Perubahan tingkah laku ikan nila pasca penyuntikan, yaitu nafsu makan menurun, berenang menyendiri disertai gerakan yang tidak aktif. Menurut Haryani *et al.* [8], perubahan tingkah laku pasca penyuntikan, yaitu posisi renang ikan menjadi miring karena kehilangan keseimbangan dalam tubuh. Sedangkan gejala klinis secara morfologi yang teramati pada semua perlakuan pengujian, yaitu *inflamasi* yang dicirikan dengan

pembengkakan dan luka pada bekas suntikan serta pembengkakan bola mata (*exophthalmia*). Pada hari ke 3 pasca penyuntikan, ikan nila semua perlakuan menunjukkan gejala lendir berlebih, peradangan, sirip ekor geripis, dan sisik terkelupas dan terjadi kerusakan daging. Hal ini sesuai dengan pernyataan Khaerani *et al.* [9], gejala klinis yang ditimbulkan pasca infeksi yaitu adanya peradangan pada bekas suntikan, hingga berkembang menjadi borok.

Hari ke-7 perlakuan A mengalami gejala peradangan berlanjut menjadi borok yang ciri-cirinya sisik terkelupas serta daging yang rusak pada tubuh ikan. Sedangkan perlakuan B, C dan D mengalami gejala borok sedang. Pada hari ke-11 luka ikan nila pada perlakuan A membesar dan menyebabkan kematian pada ikan. Hal ini dikarenakan tidak adanya kandungan antibakteri pada pakan perlakuan A sehingga penyebaran bakteri *A. hydrophila* meningkat [7]. Pada perlakuan C dan D ikan nila masih mengalami borok sedangkan perlakuan B gejala borok mulai mengecil. Proses penyembuhan luka pada sebagian ikan uji mulai terjadi pada hari ke-9 sampai hari ke-15 untuk perlakuan B (0,3 mL), C (0,6 mL), D (0,9 mL). Proses pemulihan ditandai dengan adanya daging ikan mulai tertutupi jaringan-jaringan baru bekas luka pasca infeksi bakteri *A. Hydrophila* [16].

Adanya penambahan ekstrak daun sirih dengan konsentrasi yang berbeda pada pakan memberikan hasil yang lebih baik, ditinjau dari diameter luka yang lebih sempit serta proses penyembuhannya yang relatif lebih cepat dibandingkan tanpa pemberian ekstrak daun sirih. Hal ini menunjukkan bahwa sistem imun pada ikan tersebut bekerja sebagai akibat adanya pemberian imunostimulan pada pakan yang termakan dan masuk kedalam tubuh ikan [15]. Pemberian konsentrasi tersebut, diduga mampu meningkatkan produk jaringan limfomeiloid untuk menghasilkan sel-sel darah dan meningkatkan respon imun ikan terhadap serangan patogen [3]. Peningkatan daya tahan tubuh ikan diduga karena adanya senyawa alkaloid yang dibawah aliran darah menuju sel-sel tubuh, akibatnya sel-sel tersebut menjadi lebih aktif, sehat dan terjadi perbaikan struktur serta bersifat detoksifikasi yang mampu menetralkan racun yang dihasilkan oleh bakteri *A. Hydrophila* [19].

Kemampuan antibakteri pada daun sirih dipengaruhi oleh kandungan senyawa metabolit sekunder flavonoid. Flavonoid yang berperan sebagai antibakteri melalui mekanisme kerusakan membran sel [19]. Mekanisme antibakteri pada flavonoid mempengaruhi proses enzimatik bakteri dengan cara menginaktivkan enzim enzim pada sel mikroba. Proses lain yang tidak kalah penting dalam proses antibakteri adalah kinerja tanin dengan merusak dinding sel

karena sifatnya yang lipofilik. Mekanisme antibakteri dari ekstrak daun sirih juga ditunjukkan oleh senyawa metabolit sekunder saponin yang memiliki sifat bakterisida, mengganggu kestabilan sitoplasma sel sehingga dapat menyebabkan kematian pada bakteri [24].

Berdasarkan hasil pengobatan ikan nila dengan ekstrak daun sirih diperoleh hasil terbaik pada perlakuan B dengan konsentrasi 0,3 mL/ 100 g pakan, ditinjau dari diameter luka yang lebih sempit serta proses penyembuhan yang relatif lebih cepat dari perlakuan lainnya. Karena kandungan ekstrak daun sirih 0,3 mL/ 100 g pakan bekerja lebih optimal dibandingkan dengan perlakuan lainnya, hal ini dikarenakan kandungan flavonoid dapat mengurangi peradangan dan meningkatkan sistem imun ikan sehingga efektif diberikan pada ikan yang terserang penyakit bakteri *A. hydrophila*. Senyawa flavonoid berfungsi sebagai antibakteri karena dapat mengganggu fungsi dinding sel bakteri melalui pembentukan kompleks dengan protein ekstraseluler dan menghambat motilitas bakteri [21].

3.2. Survival Rate (SR)

Pencampuran ekstrak daun sirih dengan dosis berbeda selain dapat mengobati infeksi bakteri *A. hydrophila* pada benih ikan nila juga akan berdampak pada kelangsungan hidupnya. Kelangsungan hidup ikan uji dipengaruhi oleh dosis ekstrak daun sirih pada pencampuran pakan. Pemeliharaan benih ikan nila yang terinfeksi bakteri *A. hydrophila* selama 15 hari dengan pencampuran ekstrak daun sirih pada pakan dengan dosis yang berbeda, menghasilkan tingkat kelangsungan hidup yang berbeda pada setiap perlakuannya. Tingkat kelangsungan hidup benih ikan nila yang terinfeksi bakteri *A. hydrophila* selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan ekstrak daun sirih ke dalam pakan menunjukkan adanya pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kelangsungan hidup ikan nila. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan A tidak berbeda nyata pada perlakuan C dan D, tetapi berbeda nyata pada perlakuan B.

Tabel 2. Rataan tingkat kelangsungan hidup ikan nila

Perlakuan	Kelangsungan hidup (%) $\pm$ SD
A (Kontrol)	26,66 $\pm$ 15,27 ^a
B (ekstrak daun sirih 0,3 mL/100 g pakan)	70,00 $\pm$ 10,00 ^b
C (ekstrak daun sirih 0,6 mL/100 g pakan)	30,00 $\pm$ 10,00 ^a
D (ekstrak daun sirih 0,9 mL/100 g pakan)	33,33 $\pm$ 20,81 ^a

Keterangan: Superskrip pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$).

Tabel 2, menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup tertinggi terdapat pada perlakuan B dengan tingkat kelangsungan hidup 70 %, selanjutnya diikuti oleh perlakuan D dengan jumlah 33,33 %, C sebanyak 30 %, dan yang terendah terdapat pada perlakuan A 26,66 %. Tingginya tingkat kematian pada perlakuan A disebabkan karena bakteri *A. hydrophila* yang terdapat pada perlakuan A tidak diberikan campuran ekstrak daun sirih kedalam pakan. Hal ini mengakibatkan pertumbuhan bakteri *A. hydrophila* tersebut semakin berkembang sehingga menyebabkan banyak ikan uji mengalami kematian [11].

Berdasarkan hasil pengamatan kelangsungan hidup ikan uji diketahui bahwa pemberian ekstrak daun sirih dengan konsentrasi 0,3 mL/100 g pakan adalah perlakuan terbaik dibandingkan dengan konsentrasi 0,6 mL/100 g pakan dan 0,9 mL/100 g pakan, dengan nilai kelangsungan hidup sebesar 30 % dan 33,33 %. Hal ini diduga bahwa dosis yang paling rendah mampu meningkatkan tingkat kelangsungan hidup ikan. Hal tersebut dikarenakan toksisitas bahan yang semakin meningkat seiring dengan peningkatan dosis suatu bahan. Daun sirih mengandung bahan aktif berupa alkaloid. Senyawa alkaloid diduga memiliki efek negatif yaitu dapat bersifat racun bagi ikan. Namun demikian, alkaloid pada jumlah tertentu dapat bekerja secara sinergis dengan senyawa lainnya, sehingga tidak bersifat racun bagi ikan [5].

Pemberian ekstrak daun sirih dapat mempertahankan kehidupan benih ikan nila, hal ini dikarenakan kandungan kavicol dan alkaloid yang dapat menanggulangi penyerangan penyakit pada benih ikan nila. Selain itu, beberapa senyawa seperti flavonoid, terpenoid dan tanin, diduga sebagai bahan aktif yang berperan sebagai imunostimulan dan antibakteri [19].

4. Kesimpulan

Konsentrasi ekstrak daun sirih terbaik adalah sebesar 0,3 mL/100 g pakan dengan rata-rata kelangsungan hidup sebesar 70 %, dan proses penyembuhan gejala klinis yang paling cepat dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Daftar Pustaka

- [1] Azhar, F., Junaidi, M., Mukhlis, A. dan Scabra, A.R. 2020. Penanggulangan penyakit MAS (*Motile Aeromonas Septicemia*) pada ikan nila menggunakan ekstrak temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb). *Jurnal Abdi Insani Universitas Mataram*. 7, 3 (2020), 320–324. DOI: <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v7i3.282>.
- [2] Azhar, F., Scabra, A.R. dan Lestari, D.P. 2022. Penanggulangan penyakit bakterial pada ikan nila menggunakan ekstrak daun sirih (*Piper betle* L.) di Desa Gontoran Lombok Barat. *Jurnal Pepadu*. 3, 2 (2022), 287–291. DOI: <https://doi.org/10.29303/pepadu.v3i2.2483>.
- [3] Bintang, Y.E.F., Listiowati, E., Kasprijo dan Dadiono, M.S. 2024. Perendaman ekstrak daun sirih terhadap nilai kelulushidupan dan profil darah ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *MAIYAH*. 3, 3 (2024), 163–173.
- [4] Data statistik produksi perikanan ikan nila. 2024: 2024. <https://portaldata.kkp.go.id/portals/data-statistik/layer1>.
- [5] Farisi, S., Dewantoro, E. dan Prasetyo, E. 2020. Efektivitas ekstrak daun sirih (*Piper betle* L.) sebagai anti bakteri dalam meningkatkan kelangsungan hidup ikan gurame (*Osphronemus gouramy*) yang diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. Fakultas Perikanan dan

- Ilmu Kelautan.
- [6] Haliman, R.W. 1993. *Gejala Klinis dan Gambaran Darah Ikan Lele Dumbo (Clarias sp.) Dewasa yang Disuntik dengan Bakteri Aeromonas hydrophila (Sel Utuh) Galur Virulen Lemah secara Intramuskuler*. IPB University.
- [7] Hambali, Dewantoro, E. dan Prasetyo, E. 2019. Efektivitas ekstrak daun mengkudu (*Morinda citrifolia*) sebagai pengobatan ikan jelawat (*Leptobarbus hoevenii*) yang diinfeksi dengan bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Borneo Akuatika*. 1, 2 (2019), 58–69. DOI: <https://doi.org/10.29406/jba.v1i2.1820>.
- [8] Haryani, A., Grandiosa, R., Dwi Buwono, I. dan Santika, A. 2012. Uji efektivitas daun pepaya (*Carica papaya*) untuk pengobatan infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* pada ikan mas koki (*Carassius auratus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3, 3 (2012), 213–220.
- [9] Khaerani, L.R., Prayitno, S.B. dan Haditomo, A.H.C. 2018. Pengaruh perendaman ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) untuk mengobati infeksi *Aeromonas hydrophila* pada ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 7, 1 (2018), 99–106.
- [10] Laoli, D., Susanti, N.M., Tillah, R., Telaumbanua, B.V., Zebua, R.D., Dawolo, J., Zebua, O. dan Zega, A. 2024. Efektivitas bahan alami sebagai agen antimikroba dalam pengobatan penyakit ikan air tawar: Tinjauan literatur. *Zoologi: Jurnal Ilmu Peternakan, Ilmu Perikanan, Ilmu Kedokteran Hewan*. 2, 2 (2024), 84–97. DOI: <https://doi.org/10.62951/zoologi.v2i2.66>.
- [11] Meriyanti, M., Rachimi, R. dan Prasetyo, E. 2020. Efektivitas ekstrak daun sirih (*Piper betle* L.) terhadap kelangsungan hidup ikan jelawat (*Leptobarbus hoevenii*) yang diinfeksi dengan bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Borneo Akuatika*. 2, 1 (2020), 20–29. DOI: <https://doi.org/10.29406/jba.v2i1.1983>.
- [12] Nurjannah, I., Mustariani, B.A.A. dan Suryani, N. 2022. Skrining fitokimia dan uji antibakteri ekstrak kombinasi daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) dan kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai zat aktif pada sabun antibakteri. *SPIN Jurnal kimia & Pendidikan Kimia*. 4, 1 (2022), 23–36.
- [13] Pangesti, R.D., Cahyono, E. dan Kusumo, E. 2017. Perbandingan daya antibakteri ekstrak dan minyak *Piper betle* L. terhadap bakteri *Streptococcus mutans*. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 6, 3 (2017), 270–278.
- [14] Paradhiba, A.M., Suhermansyah, S. dan Mukti, R.C. 2023. Enlargement of tilapia (*Oreochromis niloticus*) in swift water ponds at the Bedegung Fish Seed Center, Muara Enim, South Sumatera. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*. 10, 2 (2023), 111–114. DOI: <https://doi.org/10.29103/aa.v10i2.9784>.
- [15] Prasetyo, E., Hasan, H. dan Chana, W.N. 2017. Pengaruh serbuk lidah buaya (*Aloe vera*) terhadap patogenitas ikan jelawat (*Leptobarbus hoevenii*) yang diuji tantang bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Ruaya: Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmu Perikanan dan Kelautan*. 5, 2 (2017), 35–45. DOI: <https://doi.org/10.29406/rya.v5i2.721>.
- [16] Prasetyo, E., Raharjo, E.I. dan Agustian, L. 2022. Pengaruh ekstrak asam humat tanah gambut sebagai immunostimulan terhadap tingkat kesembuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Ruaya: Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmu Perikanan dan Kelautan*. 10, 1 (2022), 30–44.
- [17] Pusparani, R., Widyorini, N. dan Jati, O.E. 2021. Analisis total bakteri *Aeromonas* sp. pada ikan nila

- (*Oreochromis niloticus*) di wilayah keramba jaring apung (KJA) dan non-KJA Rawa Pening. *Jurnal Pasir Laut*. 5, 1 (2021), 9–16. DOI: <https://doi.org/10.14710/jpl.2021.31885>.
- [18] Rachmawaty, F.J., Akhmad, M.M., Pranacipta, S.H., Nabila, Z. dan Muhammad, A. 2018. Optimasi ekstrak etanol daun sirih merah (*Piper crocatum*) sebagai antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. *Mutiara Medika: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*. 18, 1 (2018), 13–19.
- [19] Sadih, H.H., Cahyadi, A.I. dan Windria, S. 2022. Kajian potensi daun sirih hijau (*Piper betle* L) sebagai antibakteri. *Jurnal Sain Veteriner*. 40, 2 (2022), 128–138.
- [20] Steel, R.G.D. dan Torrie, J.H. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistika (Pendekatan Biometrik). *Jakarta: Gramedia Pustaka Utama*. (1993).
- [21] Sujana, K.V., Katja, D.G. dan Koleangan, H.S.J. 2024. Aktivitas antibakteri ekstrak dan fraksi kulit batang *Chisocheton* sp. (C.DC) harms terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Chemistry Progress*. 17, 1 (2024), 87–96.
- [22] Sumsanto, M., Yanuhar, U. dan Maizar, A. 2019. Efek pemberian deltamethrin terhadap ekspresi CD4 pada ikan koi (*Cyprinus carpio*) yang terinfeksi *Myxobolus* sp. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*. 15, 2 (2019), 94–98.
- [23] Un, H., Salosso, Y. dan Jasmanindar, Y. 2021. Pengobatan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang terinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophyla* dengan menggunakan madu dengan frekuensi yang berbeda. *Jurnal Akuatik*. 4, 2 (2021), 23–30.
- [24] Vifta, R.L., Wansyah P., M.A. dan Hati, A.K. 2017. Aktivitas antibakteri salep ekstrak etanol daun sirih hijau (*Piper betle* L.) terhadap infeksi bakteri *Staphylococcus aureus*. *Kartika: Jurnal Ilmiah Farmasi*. 5, 2 (2017), 56–61. DOI: <https://doi.org/10.26874/kjif.v5i2.129>.