

**PENGARUH PENAMBAHAN *Cinnamomum burmanii* DALAM PAKAN UNTUK
PENCEGAHAN INFEKSI *Aeromonas hydrophila* PADA IKAN JAMBAL SIAM
(*Pangasius hypophthalmus*)**

Juniarty Manurung, Henni Syawal[#], dan Morina Riau waty

Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan, Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan,
Universitas Riau, Pekanbaru, Riau

(Naskah diterima: 15 Desember 2023; Revisi final: 22 Mei 2024; Disetujui publikasi: 22 Mei 2024)

ABSTRAK

Motile Aeromonas septicemia (MAS) merupakan penyakit yang disebabkan oleh *Aeromonas hydrophila* dan sering menyerang ikan jambal siam (*Pangasius hypophthalmus*). Kayu manis merupakan tanaman yang memiliki senyawa aktif, seperti minyak atsiri yang mengandung *cinnamaldehyde* dan berperan sebagai antibakteri. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui efektifitas penambahan larutan kayu manis dalam mencegah infeksi *A. hydrophila* penyebab penyakit MAS pada ikan jambal siam. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL), lima perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang diterapkan adalah sebagai berikut: Kn (kontrol negatif), Kp (kontrol positif), dan P1; P2; dan P3 penambahan larutan kulit kayu manis dengan dosis 15; 30; dan 45 mL kg⁻¹ pakan). Ikan (10 ± 2 cm) dipelihara dalam akuarium berukuran 40 x 30 x 30 cm³ dengan kepadatan 10 ekor per akuarium. Pada hari ke-32 pemeliharaan, ikan diuji tantang dengan menginfeksi *A. hydrophila* sebanyak 0,1 mL per ekor dengan kepadatan 10⁸ CFU mL⁻¹ yang dilakukan secara intramuskular. Ikan dipelihara selama 14 hari hingga hari ke-46. Parameter yang diamati adalah kadar kalsium, magnesium, dan fosfor dalam serum darah, aktivitas lisozim, tingkat kelulushidupan, dan *relative percent survival* 91,07 ± 7,78%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan larutan kayu manis yang terbaik adalah dosis 30 mL kg⁻¹ pakan yang ditandai dengan angka kelulushidupan pascauji tantang (93,33%) dan profil biokimia darah (kadar kalsium 9,33 mg dL⁻¹, magnesium 3,10 mg dL⁻¹, dan fosfor 3,93 mg dL⁻¹) serta aktivitas lisozim (285 unit mL⁻¹) tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan larutan kulit kayu manis pada pakan efektif untuk mencegah penyakit MAS pada ikan jambal siam.

KATA KUNCI: *Aeromonas hydrophila*; kayu manis; lisozim; mineral

ABSTRACT: *Effects of Cinnamomum burmanii Addition in Feed for Preventing Aeromonas hydrophila Infection in Siamese Catfish (Pangasius hypophthalmus)*

Motile Aeromonas septicemia (MAS) is a disease caused by *Aeromonas hydrophila* and often attacks Siamese catfish (*Pangasius hypophthalmus*). Cinnamon is a plant that has active compounds, such as essential oil which contains *cinnamaldehyde* and acts as an antibacterial. The aim of this study was to determine the effectiveness of cinnamon solution addition in preventing *A. hydrophila* infection which causes MAS disease in Siamese catfish. The study used an experimental trial consisting of five treatments with three replicates arranged in a

[#]Korespondensi: Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan, Jurusan Budidaya Perairan,
Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru, Riau
Email: henni.syawal@lecturer.unri.ac.id

completely randomized design (CRD), five treatments and three replications. The treatments applied were as follows: Nc (negative control), Pc (positive control), and (P1; P2; and P3 cinnamon bark solution addition at doses of 15; 30; and 45 mL kg⁻¹ feed). Fish (10 ± 2 cm) were reared in aquariums with a dimension of 40 x 30 x 30 cm³ at a density of 10 fish per aquarium. On the 32nd day of rearing, each fish were challenged with *A. hydrophila* through the injection of 0.1 mL solution containing *A. hydrophila* at a density of 108 CFU mL⁻¹ through intramuscular route. The fish were reared for 14 days until the 46th day. The parameters observed were levels of calcium, magnesium and phosphorus in blood serum, lysozyme activity, survival rate, and relative percent survival 91.07 ± 7.78%. The results of the study showed that the best addition of cinnamon solution was a dose of 30 mL kg⁻¹ feed, which was characterized by better post-challenge survival rate (93.33%) and blood biochemical profile (calcium level 9.33 mg dL⁻¹, magnesium 3.10 mg dL⁻¹, and phosphorus 3.93 mg dL⁻¹) and the highest lysozyme activity (285 units mL⁻¹). These findings showed that the addition of cinnamon bark solution to feed was effective in preventing MAS disease in Siamese catfish.

KEYWORDS: *Aeromonas hydrophila*; cinnamon; lysozyme; mineral

PENDAHULUAN

Ikan jambal siam (*Pangasius hypophthalmus*) adalah ikan yang umum dibudidayakan di Riau, tepatnya di Desa Koto Mesjid, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Saat ini, desa tersebut telah menjadi sentra budidaya ikan patin dengan luas usaha budidaya mencapai 62 Ha dan nilai produksi sebanyak 60 ton per hari (Novita, 2022).

Tingginya produksi ikan budidaya umumnya dilakukan dengan cara budidaya intensif, yang ditandai dengan padat tebar tinggi dan pemberian pakan yang banyak. Apabila kegiatan ini tidak terkontrol dengan baik, maka dapat menimbulkan masalah, yaitu munculnya berbagai penyakit sehingga menjadikan suatu kendala dalam kegiatan budidaya dan tidak jarang dapat menyebabkan kegagalan dalam produksi. Penyakit yang umumnya menyerang ikan jambal siam yaitu penyakit *motile Aeromonas septicemia* (MAS) yang disebabkan bakteri *Aeromonas hydrophila* (Rahmadona *et al.*, 2020). Bakteri *A. hydrophila* dianggap sebagai patogen oportunistik dengan mudah ditemukan dalam perairan yang kaya akan kandungan organik, sehingga dapat menurunkan kualitas air media budidaya. Kualitas air yang buruk dapat memicu meningkatnya jumlah patogen, seperti bakteri, parasit, jamur,

dan virus yang dapat memicu ikan menjadi stres dan mudah terinfeksi serta dapat menimbulkan kematian (Sugiani *et al.*, 2018).

Pengendalian MAS selama ini dilakukan dengan menggunakan bahan kimia atau antibiotik, namun penggunaan antibiotik yang tidak terkontrol dapat menyebabkan resistansi bakteri, residu antibiotik di dalam tubuh ikan, dan dapat mencemari perairan. Oleh karena itu, alternatif yang efektif dan ramah lingkungan perlu dicari. Salah satu bahan yang dapat digunakan adalah bahan alami seperti kayu manis (*Cinnamomum burmanii*). Kulit kayu manis memiliki zat bioaktif seperti flavonoid, saponin, tannin, alkaloid, polifenol, dan minyak atsiri yang memiliki kandungan *cinamaldehyde* yang dapat berperan sebagai antibakteri dan fungisidal (Mursyida & Wati, 2021).

Profil biokimia darah dan aktivitas lisozim merupakan parameter yang dipengaruhi oleh proses fisiologis di dalam tubuh maupun dari lingkungan hidup ikan (Hastuti & Subandiyono, 2015). Daya tahan ikan terhadap serangan penyakit dapat dilihat dari kandungan biokimia dalam serum ikan, seperti kadar kalsium, magnesium, dan fosfor (Syawal *et al.*, 2023). Kalsium merupakan makromineral yang memiliki peran dan fungsi penting bagi tubuh, baik pada sel, jaringan, organ, dan keseluruhan tubuh, sehingga ketika kadar kalsium dalam darah melebihi atau kurang dari kadar normal,

maka fungsi biokimia dalam tubuh ikan akan terganggu (Susanti *et al.*, 2016). Magnesium merupakan salah satu nutrisi paling penting untuk daya tahan tubuh dan berperan dalam tekanan darah (Novita *et al.*, 2019). Selanjutnya fosfor memiliki peran untuk pembentukan tulang dan gigi, metabolisme energi, transportasi asam lemak, sintesis fosfolipid, dan sintesis protein, sehingga ketika kadar fosfor melebihi atau kurang dari kadar normal yang dibutuhkan oleh ikan, maka akan menghambat metabolisme dan pertumbuhan ikan tersebut (Fitriyani *et al.*, 2020).

Enzim lisozim juga merupakan pertahanan nonspesifik yang berperan dalam mempertahankan tubuh ikan terhadap invasi suatu patogen. Aktivitas lisozim menyebabkan ikan mempunyai kemampuan yang tinggi untuk melawan penyakit yang disebabkan *A. hydrophila* (Hamka *et al.*, 2021).

Pemanfaatan kayu manis pada ikan sudah banyak diteliti, di antaranya pencegahan terhadap *Vibrio* sp. pada ikan bandeng (Mengi *et al.*, 2022), peningkatan produksi leukosit dan fagositosis ikan nila dengan pemberian kayu manis (Wulandari *et al.*, 2018), evaluasi kualitas daging ikan nila (Palupi *et al.*, 2020), pencegahan infeksi *A. hydrophila* pada ikan patin (Susanti *et al.*, 2021), dan menghambat aktivitas bakteri pada ikan lele (Parhusip & Lulu, 2019). Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penambahan larutan kayu manis dalam mencegah infeksi *A. hydrophila* penyebab penyakit MAS pada ikan jambal siam.

BAHAN DAN METODE

Metode Penelitian

Metode yang digunakan yaitu metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor berupa dosis penambahan larutan kulit kayu manis dalam pakan dengan lima perlakuan dan tiga kali ulangan sehingga terdapat 15 unit percobaan. Perlakuan yang digunakan mengacu kepada hasil uji LD₅₀ larutan kulit kayu manis terhadap ikan jambal

siam dengan perendaman selama 24 jam yaitu konsentrasi 3,47% (Septiana, 2022). Perlakuan yang diberikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Kn: Kontrol negatif (pemberian pakan tanpa larutan kulit kayu manis dan tanpa diuji tantang dengan *A. hydrophila*)
- Kp: Kontrol positif (pemberian pakan tanpa larutan kulit kayu manis dan diuji tantang dengan *A. hydrophila*)
- P1, P2, dan P3: Pakan diberi penambahan larutan kulit kayu manis dosis (15, 30, dan 45 mL kg⁻¹ pakan dan diuji tantang dengan *A. hydrophila*)

Ikan Uji

Ikan uji yang digunakan adalah benih ikan jambal siam berukuran 10 ± 2 cm dengan berat rata-rata 6 ± 1 g sebanyak 150 ekor yang diperoleh dari Jalan Kesehatan, Marpoyan Damai, Pekanbaru, Riau. Benih ikan uji sebelum dimasukkan ke wadah pemeliharaan terlebih dahulu diaklimatisasi dalam wadah berupa bak fiber volume 150 L selama 15 menit, kemudian dipindahkan ke dalam akuarium dan dilakukan adaptasi selama 7 hari sebelum diberi perlakuan. Penggunaan ikan uji pada eksperimen ini mengacu pada standar nasional berdasarkan Badan Standardisasi Nasional (2000) pada SNI:01-6483.4-2000.

Pembuatan Larutan Kulit Kayu Manis dan Penambahan pada Pakan

Kulit kayu manis yang digunakan diperoleh dari Pasar Tradisional Subrantas Pekanbaru, Pekanbaru, Riau. Kulit kayu manis dipotong dengan ukuran ± 3 cm kemudian dicuci, ditiriskan, dan dikeringkan di bawah sinar matahari selama ± 72 jam (sampai diperoleh bahan kering). Pengeringan kulit kayu manis berfungsi untuk menguapkan air dan menurunkan kadar senyawa toksik (Sunarno & Mas'adah, 2019). Setelah kering, kulit kayu manis dihaluskan dengan menggunakan *blender*. Selanjutnya bubuk kayu manis diayak

menggunakan ayakan (40 mesh = 0,420 mm) hingga berbentuk tepung. Larutan stok dari bubuk kulit kayu manis disiapkan dengan mencampurkannya dengan akuades dan perbandingan 1:4 (10 g bubuk kayu manis dilarutkan ke dalam 40 mL akuades). Campuran tersebut selanjutnya dipanaskan di atas *hot plate* selama ± 5 menit, sehingga didapatkan larutan yang homogen dan berbentuk seperti gel (Septiana, 2022).

Pakan uji yang digunakan adalah pelet apung FF-999 (kadar protein 35%). Penambahan larutan kulit kayu manis ke dalam pakan dilakukan melalui penyemprotan. Sebelum larutan disemprotkan ke pakan sesuai dosis perlakuan, larutan tersebut terlebih dahulu dilarutkan ke dalam 500 mL air bersih, kemudian disemprotkan ke pakan (pelet) dengan menggunakan *sprayer* secara merata. Metode ini merupakan modifikasi dari prosedur Syawal *et al.* (2019). Setelah itu pakan uji didiamkan selama ± 10 menit pada suhu ruang agar larutan meresap ke dalam pakan, selanjutnya pakan siap diberikan pada ikan.

Pemeliharaan Ikan Uji

Pemeliharaan ikan dilakukan selama 46 hari. Ikan dipelihara dalam akuarium berukuran 40 x 30 x 30 cm³ yang diisi air sebanyak 30 L dan dengan padat tebar 10 ekor per akuarium. Ikan uji diberi pakan uji sebanyak 5% dari biomassa ikan uji dan diberikan tiga kali sehari (pukul 08:00, 13:00, dan 18:00 WIB). Setiap 10 hari sekali dilakukan *sampling* bobot ikan, untuk menyesuaikan jumlah pakan yang diberikan (Darmawati *et al.*, 2020).

Uji Tantang dengan *Aeromonas hydrophila*

Uji tantang dilakukan pada hari ke-32 setelah pemeliharaan ikan dengan penambahan kayu manis pada pakannya. Sebelum diuji tantang, ikan dibius terlebih dahulu dengan minyak cengkeh pada dosis 0,1 mL L⁻¹ air selama ± 5 menit, kemudian ikan diinfeksi *A. hydrophila* dengan kepadatan 10⁸ CFU mL⁻¹ sebanyak 0,1 mL per ekor dengan cara penyuntikan secara

intramuskular, kecuali ikan pada perlakuan kontrol negatif (Kn) tidak diuji tantang dengan bakteri *A. hydrophila*. Setelah diuji tantang, ikan dipelihara selama 14 hari. Pengamatan terhadap gejala klinis dan kelangsungan hidup dilakukan pada akhir pengamatan.

Pengamatan Biokimia Darah dan Aktivitas Lisozim

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah biokimia serum (kalsium, magnesium, dan fosfor) dan aktivitas lisozim. Pengukuran parameter dilakukan tiga kali, yaitu di awal sebelum diberi perlakuan, kedua pada hari ke-30 pemeliharaan sebelum uji tantang, dan 14 hari pasca uji tantang (hari ke-46).

Darah ikan diambil tanpa diberi antikoagulan dengan menggunakan *syringe* 1 mL, pengambilan darah dilakukan di bagian *vena caudalis*, kemudian darah yang berada dalam *syringe* dimasukkan ke dalam *microtube* dan disentrifugasi dengan kecepatan 3.000 rpm selama 10 menit. Serum yang dihasilkan dipindahkan ke *microtube* baru sebanyak 10 μ L menggunakan *micropipette* dan ditambahkan 1 mL kit Calcium AS FS (Diagnostic Systems GmbH, Cat No. 1 1130 99 83 021) untuk mengukur kadar kalsium, kit Magnesium XL FS (Diagnostic Systems GmbH, Cat No. 1 4610 99 83 021) untuk mengukur kadar magnesium, dan kit phosphate FS (Diagnostic Systems GmbH, Cat No. 1 5211 99 83 920) untuk mengukur kadar fosfor. Nilai kalsium, magnesium, dan fosfor serum diukur menggunakan *photometer* (Microlab 300), dengan panjang gelombang 520 nm untuk kadar magnesium; 650 nm untuk kadar kalsium; dan 340 nm untuk kadar fosfor.

Metode yang digunakan untuk mengukur aktivitas lisozim mengikuti prosedur Novriadi *et al.* (2022), yaitu dengan menggunakan kit deteksi lisozim (Sigma-Aldrich, Cat No. LY0100) sesuai petunjuk dari produsen. Hasil aktivitas lisozim diinterpretasikan dengan terjadinya lisis sel *Micrococcus lysodeikticus*. Reaksi dilakukan pada suhu 25°C dan absorbansi pada panjang gelombang 450 nm diukur menggunakan spektrofotometer

ultraviolet atau *visible* (Perkin Elmer, Lambda XLS, USA).

Tingkat kelulushidupan ikan (*survival rate*), dihitung dengan rumus 1 berdasarkan Effendie (2002), yaitu:

$$SR = (Nt \times No^{-1}) \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Nt = Jumlah ikan yang hidup di akhir penelitian (ekor)

No = Jumlah ikan yang hidup di awal penelitian (ekor)

Perlindungan relatif (*relative percent survival*) dihitung menggunakan rumus 2 berdasarkan Indraswati *et al.* (2015), yaitu:

$$RPS = 1 - (\text{kematian ikan perlakuan yang diuji} / \text{tantang atau kematian ikan kontrol yang diuji} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Analisis Data

Data hasil penelitian yang meliputi biokimia darah, kalsium, magnesium, fosfor serta aktivitas lisozim, dan tingkat kelulushidupan ditabulasikan dalam bentuk tabel dan dianalisis dengan ANOVA. Apabila perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata $P < 0,05$ maka dilakukan uji lanjut Student Newman-Keuls untuk menentukan perbedaan dari masing-masing perlakuan.

HASIL DAN BAHASAN

Biokimia Darah

Hasil pengamatan biokimia darah ikan jambal siam selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan data pada Tabel 1 diketahui bahwa kadar kalsium dalam serum darah ikan jambal siam pada awal perlakuan relatif sama berkisar $5,63 \pm 0,06$ hingga $5,83 \pm 0,58$ mg dL⁻¹. Selama pemeliharaan 30 hari dengan penambahan kayu manis, perlakuan P3 menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) pada nilai kalsium serum darah ($9,76 \pm 0,40$ mg dL⁻¹) dibandingkan dengan perlakuan P2

dan P1 maupun kontrol positif dan negatif. Pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa dosis tinggi larutan kulit kayu manis yang diberikan, menghasilkan kadar kalsium serum ikan yang tinggi. Hal ini diduga karena kandungan metabolit sekunder pada kulit kayu manis mampu meningkatkan kadar kalsium serum ikan, namun kisaran ini masih dalam batas normal. Syawal *et al.* (2023) melaporkan bahwa kalsium serum ikan normal berkisar antara 8,6-10,30 mg dL⁻¹, sedangkan menurut Sharma *et al.* (2017) kalsium serum ikan dapat berkisar antara 5,4-13,5 mg dL⁻¹. Selanjutnya kadar kalsium serum ikan mas yang dipelihara pada media bersalininitas hingga 12 ppt dan diberi pakan dengan penambahan ramuan herbal yang difermentasi (suplemen herbal) berkisar antara 6,3-13,1 mg dL⁻¹ (Putra, 2023).

Kadar kalsium pascauji tantang pada perlakuan Kp mengalami penurunan, dikarenakan ikan mengalami infeksi akibat dilakukan uji tantang dengan *A. hydrophila*, sehingga menyebabkan terjadinya lisis pada sel darah merah dan berakibat terganggunya kadar kalsium dalam darah. Pada perlakuan yang diberi pakan dengan penambahan larutan kulit kayu manis dapat mempertahankan kadar kalsiumnya. Hal ini erat kaitannya dengan kandungan fitokimia, seperti minyak atsiri (*cinnamaldehyde*) dan asam sinamat yang terdapat pada kulit kayu manis berfungsi sebagai antimikroba, sehingga mampu menekan serangan *A. hydrophila* (Amirudin *et al.*, 2019). Demikian juga dengan hasil penelitian Susanti *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa adanya kandungan alkaloid, flavonoid, fenolik hidrokuinon, saponin, dan tannin yang terdapat pada larutan kulit manis dapat menghambat virulensi patogen *A. hydrophila* terhadap ikan patin. Menurut El-samad *et al.* (2002), kalsium berfungsi untuk mempertahankan ion yang terkandung dalam cairan ekstraseluler maupun intraseluler yang berperan untuk menjalankan fungsi biokimia. Kalsium merupakan makromineral yang memiliki peran dan fungsi penting bagi tubuh, baik pada tingkat sel, jaringan, organ, dan keseluruhan tubuh (Susanti *et al.*, 2016).

Tabel 1. Profil biokimia darah (kadar kalsium, magnesium, dan fosfor) ikan jambal siam yang disuplementasi dengan kayu manis pada awal pemeliharaan, 30 hari pemeliharaan, dan pascauji tantang dengan *Aeromonas hydrophila*.

Table 1. Blood biochemical profile (calcium, magnesium, and phosphorus levels) of Siamese catfish supplemented with cinnamon at initial day, day 30 of cultivation, and post-challenge with *Aeromonas hydrophila*

Periode pemeliharaan (hari) Culture period (day)	Perlakuan Treatments	Kalsium (mg/dL) Calcium (mg dL ⁻¹)	Magnesium (mg dL ⁻¹)	Fosfor (mg dL ⁻¹) Phosphorus (mg dL ⁻¹)
H-0	Kn	5,76 ± 0,38	2,26 ± 0,15	2,26 ± 0,15
	Kp	5,73 ± 0,51	2,23 ± 0,15	2,36 ± 0,15
	P1	5,63 ± 0,06	2,20 ± 0,10	2,30 ± 0,10
	P2	5,83 ± 0,58	2,33 ± 0,56	2,36 ± 0,15
	P3	5,66 ± 0,39	2,36 ± 0,15	2,33 ± 0,15
H-30	Kn	6,37 ± 0,15 ^a	2,56 ± 0,15 ^a	2,50 ± 0,10 ^a
	Kp	6,53 ± 0,21 ^a	2,53 ± 0,20 ^a	2,57 ± 0,15 ^a
	P1	7,53 ± 0,32 ^b	3,00 ± 0,26 ^b	2,93 ± 0,15 ^b
	P2	8,76 ± 0,25 ^c	3,33 ± 0,20 ^b	3,47 ± 0,15 ^c
	P3	9,76 ± 0,40 ^d	2,16 ± 0,15 ^a	2,37 ± 0,12 ^a
H-46 (H-14 pascauji tantang) D-46 (D-14 post-challenge test)	Kn	6,90 ± 0,26 ^b	2,36 ± 0,30 ^{ab}	2,57 ± 0,15 ^a
	Kp	5,20 ± 0,26 ^a	2,03 ± 0,21 ^a	2,20 ± 0,10 ^a
	P1	8,56 ± 0,30 ^c	2,66 ± 0,15 ^b	3,46 ± 0,15 ^b
	P2	9,73 ± 0,45 ^d	3,10 ± 0,20 ^c	3,93 ± 0,25 ^c
	P3	10,53 ± 0,70 ^e	1,93 ± 0,25 ^a	2,46 ± 0,15 ^a

Keterangan: *superscript* yang berbeda pada kolom dan periode pemeliharaan yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$)

Description: different superscripts in the same column and culture period indicate significantly different results ($P < 0.05$)

Ketika kadar kalsium dalam darah melebihi atau kurang dari kadar normal, maka fungsi biokimia dalam tubuh ikan akan terganggu.

Berdasarkan Tabel 1, diketahui kadar magnesium dalam darah ikan jambal siam pada awal penelitian berkisar 2,20-2,36 mg dL⁻¹. Kadar magnesium pada awal pemeliharaan ikan jambal siam tergolong rendah, namun masih dalam batas normal. Menurut Bojarski *et al.* (2021), magnesium normal ikan berkisar antara 2,11-3,45 mg dL⁻¹. Kadar magnesium pada ikan yang dipelihara pada salinitas yang berbeda dan diberi pakan diperkaya dengan ramuan herbal yang difermentasi berkisar antara 2,4-3,8 mg dL⁻¹ (Putra, 2023).

Kadar magnesium pada hari ke-30 pemeliharaan mengalami perubahan pada semua perlakuan. Terlihat bahwa pada

perlakuan P3 tidak berbeda nyata ($P > 0.05$) dengan kontrol positif dan negatif. Namun, bila dibandingkan dengan P1 dan P2 menunjukkan nilai yang berbeda nyata ($P < 0,05$). Penambahan larutan kayu manis dosis 45 mg kg⁻¹ tidak diikuti dengan peningkatan nilai magnesium dalam serum darah ikan jambal siam. Dosis larutan kayu manis 15 dan 30 mL kg⁻¹ pakan merupakan dosis yang sesuai untuk peningkatan kadar magnesium darah ikan. Kadar magnesium pada P3 tergolong tinggi, sehingga dapat menekan pembentukan magnesium pada serum darah pada ikan. Tamba *et al.* (2020) berpendapat bahwa kulit kayu manis memiliki kandungan *cinnamaldehyde* dan flavonoid serta eugenol yang diduga berperan sebagai antioksidan, sehingga dapat meningkatkan imunitas ikan. Selanjutnya Habiba *et al.* (2021) juga

menyatakan bahwa kayu manis mengandung vitamin, mineral, senyawa fenolik, dan minyak atsiri yang secara nyata berperan sebagai antibakteri, imunostimulan, dan antioksidan sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan, kesehatan, kekebalan, dan produktivitas ikan. Azima *et al.* (2018) menyatakan bahwa penambahan kulit kayu manis yang berlebihan harus dihindarkan pada pakan, karena adanya zat antinutrisi berupa tannin dan saponin yang dapat bersifat toksik pada ikan.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kadar magnesium tertinggi terjadi pada hari ke-14 pascauji tantang, tepatnya pada perlakuan P2. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian larutan kulit kayu manis dosis 30 mL kg⁻¹ pakan dapat meningkatkan kadar magnesium ikan jambal siam pascauji tantang. Pada P3 (dosis 45 mL kg⁻¹ pakan) merupakan penambahan dosis tertinggi larutan kulit kayu manis, sehingga terjadi penurunan kadar magnesium dalam serum akibat sifat toksik dari bahan tersebut yang berakibat terjadinya penurunan daya tahan tubuh untuk melawan invasi bakteri saat uji tantang (Wirawan *et al.*, 2018).

Ikan kontrol positif pascauji tantang menunjukkan kadar magnesium yang mengalami penurunan. Hal ini diduga disebabkan oleh serangan *A. hydrophila* yang diinfeksi pada ikan mengeluarkan toksin yang dapat merusak sistem imun dan kekebalan ikan yang ditunjukkan oleh penurunan kadar biokimia serum pada ikan. Menurut Hermawan *et al.* (2022), *A. hydrophila* memiliki toksin hemolisin yang berperan memecah berbagai sel jaringan pada tubuh ikan, sehingga menyebabkan sel jaringan terbuka dan merusak fungsinya. Hal ini juga didukung oleh Pratama *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa patogen *A. hydrophila* selain menyerap nutrisi dan merusak organ tubuh juga mengeluarkan toksin yang disebarkan ke seluruh tubuh melalui aliran darah sehingga menyebabkan terjadinya hemolisis dan pecahnya pembuluh darah.

Kadar fosfor ikan jambal siam berdasarkan Tabel 1 pada awal pemeliharaan berkisar 2,26-2,36 mg dL⁻¹. Menurut Syawal *et al.*

(2023), kondisi homeostatis normal pada ikan membutuhkan konsentrasi serum fosfor antara 2,5-4,5 mg dL⁻¹. Pada ikan mas yang dipelihara pada salinitas yang berbeda dan diberi pakan yang diperkaya dengan ramuan herbal yang difermentasi diperoleh kadar fosfor berkisar 2,2-6,8 mg dL⁻¹ (Putra, 2023). Selanjutnya pada penelitian Amin *et al.* (2011) dilaporkan bahwa kadar fosfor ikan lele berkisar 2,27-2,75 mg dL⁻¹. Dengan demikian kadar fosfor di awal pemeliharaan dalam kondisi normal. Selanjutnya kadar fosfor pada perlakuan P2 pada hari ke-30 pemeliharaan dan hari ke-14 pascauji tantang menunjukkan nilai tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini diduga karena pemberian larutan kulit kayu manis dengan dosis 30 mL kg⁻¹ pakan mampu mempertahankan kadar mineral di tubuh ikan pascauji tantang. Kulit kayu manis mengandung protein, karbohidrat, vitamin (A, C, K, dan B3), mineral seperti kalsium, zat besi, magnesium, mangan, fosfor, sodium, zinc, dan kolin (Amirudin *et al.*, 2019).

Adanya kandungan senyawa flavonoid yang terkandung dalam larutan kulit kayu manis dapat berfungsi sebagai antioksidan, antiinflamasi, dan antimikroba sehingga dapat membantu pemulihan ikan pascainfeksi atau ujitantang. Hal ini didukung oleh pendapat Wulandari *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa flavonoid dapat membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler dan merusak dinding sel bakteri.

Aktivitas Lisozim

Hasil pengamatan aktivitas lisozim ikan jambal siam dengan penambahan larutan kayu manis pada dosis berbeda dan pemeliharaan 30 hari dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa rata-rata nilai aktivitas lisozim ikan jambal siam pada awal pemeliharaan berkisar antara 216,67-218,00 unit μ L⁻¹. Pada 30 hari pemeliharaan nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan P2 sebesar 244,00 $\pm$ 3,60 unit mL⁻¹, sedangkan pascauji tantang nilai tertinggi diperoleh pada Kp sebesar 418 $\pm$ 2,64 unit μ L⁻¹. Tingginya

aktivitas lisozim pada ikan jambal siam yang tidak diberi larutan kulit kayu manis dan diuji tantang dengan *A. hydrophila* menandakan bahwa ikan tersebut dalam mengalami stres, namun nilai ini masih dalam kategori normal. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian (Kubilay & Uloköy, 2002) bahwa kelompok ikan yang tidak stres memiliki aktivitas lisozim terendah 140 unit μL^{-1} dan tertinggi 480 unit μL^{-1} , sedangkan pada kelompok ikan yang mengalami stres nilai aktivitas lisozim minimum 320 unit μL^{-1} dan tertinggi 980 unit μL^{-1} .

Peningkatan aktivitas lisozim 30 hari setelah pemeliharaan pada ikan yang diberi pakan dengan penambahan larutan kulit kayu manis mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi interaksi antara penambahan larutan kulit kayu manis pada pakan dengan sel imun ikan jambal siam. Diduga hal ini terjadi dikarenakan kandungan kulit kayu manis memiliki senyawa aktif yang dapat meningkatkan sel imun pada tubuh ikan, sehingga terjadi peningkatan aktivitas lisozim namun tidak melebihi batas normal. Pernyataan ini didukung oleh Sumartini *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa peningkatan aktivitas lisozim menunjukkan bahwa adanya interaksi antara zat yang masuk ke dalam tubuh ikan dengan sel imun ikan tersebut. Nilai tertinggi pascauji tantang adalah pada kontrol positif (Kp) yaitu sebesar 418 unit μL^{-1} . Hal ini diduga karena sistem imun pada tubuh ikan berusaha untuk melawan serangan bakteri yang diinfeksi dengan cara melepaskan enzim yang dapat melisis dinding sel bakteri atau membunuh bakteri tersebut. Lisozim merupakan enzim yang dapat memecahkan ikatan β -1,4 *glycosidic* antara *N-acetylmuramic acid* dan *N-acetylglucosamine* pada lapisan peptidoglikan dinding sel bakteri (Rahim *et al.*, 2021). Peningkatan aktivitas lisozim pada penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan sistem imun nonspesifik pada ikan jambal siam.

Peningkatan aktivitas lisozim terendah pada hari ke-14 pascauji tantang terjadi pada perlakuan yang diberikan penambahan larutan kulit kayu manis dosis 30 mL kg^{-1} pakan (P2),

yaitu sekitar 14 unit μL^{-1} . Hal ini membuktikan bahwa sistem imun pada ikan jambal siam yang diberi larutan kulit kayu manis dosis 30 mL kg^{-1} pakan sudah mampu meningkatkan pertahanan tubuh ikan, sehingga tidak perlu memproduksi kadar lisozim dalam jumlah yang tinggi. Menurut Rahim *et al.* (2021) bahwa lisozim memegang peranan penting dalam mekanisme pertahanan melawan infeksi penyakit sehingga ketika peningkatan aktivitas lisozim dalam tubuh ikan tinggi maka dapat dikatakan bahwa sistem imun ikan rendah. Lisozim adalah sistem pertahanan pertama pada ikan yang penting dalam melawan serangan mikroba. Lisozim melisis dinding sel bakteri Gram positif dan membunuh bakteri Gram negatif setelah komplemen dan enzim lainnya menghancurkan dinding sel terluar bakteri (Sumartini *et al.*, 2018).

Tingkat Kelulushidupan dan *Relative Percent Survival*

Tingkat kelulushidupan ikan jambal siam yang tertinggi pascauji tantang terdapat pada perlakuan penambahan larutan kulit kayu manis 30 mL kg^{-1} pakan yaitu sebesar 93,33%. Tingkat kelulushidupan ikan jambal siam disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan data tingkat kelulushidupan pada Tabel 3 terlihat bahwa perlakuan kontrol positif (Kp) memiliki tingkat kelulushidupan pascauji tantang dengan *A. hydrophila* sebesar 26,67%. Nilai ini adalah yang terendah apabila dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan pada perlakuan Kp tidak diberi larutan kulit kayu manis, sehingga daya tahan tubuh ikan rendah dan tidak mampu melawan serangan bakteri. Pada perlakuan dengan penambahan 30 mL kg^{-1} pakan (P2) diperoleh angka kelulushidupan yang tertinggi (93,33 %), sedangkan kelulushidupan ikan pada P3 (penambahan larutan kulit kayu manis 45 mL kg^{-1} pakan) adalah 43,33%. Rendahnya kelulushidupan pada P3 ini diduga karena tingginya konsentrasi bahan aktif yang terkandung di dalam larutan kulit manis yang

kemudian dapat bersifat toksik pada ikan. Hal ini sesuai dengan pendapat Ubaidillah *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa semakin tinggi dosis serbuk daun kayu manis yang diberikan ke ikan nila (*Oreochromis niloticus*) maka semakin rendah nilai kelulushidupannya.

Data tingkat perlindungan relatif atau *relative percent survival* (RPS) dari ikan jambal

siam setelah diuji tantang disajikan pada Tabel 4. Tingkat perlindungan yang dihasilkan dari perlakuan pemberian larutan kulit kayu manis yang tertinggi setelah diuji tantang dengan *A. hydrophila* diperoleh pada perlakuan penambahan 30 mL kg⁻¹ pakan yaitu sebesar 91,07%.

Tabel 2. Aktivitas lisozim ikan jambal siam yang disuplementasi dengan kayu manis pada awal pemeliharaan, 30 hari pemeliharaan, dan pascauji tantang dengan *Aeromonas hydrophila*.

Table 2. Lysozyme activity of Siamese catfish supplemented with cinnamon at initial day, day 30 of cultivation, and post-challenge with *Aeromonas hydrophila*

Perlakuan Treatments	Aktivitas lisozim (unit μL^{-1}) Lysozyme activity (unit μL^{-1})		
	Awal Initial	Hari ke-30 pemeliharaan Day 30 of cultivation	Hari ke-14 pascauji tantang Day-14 post-challenge test
Kn	216,67 $\pm$ 0,57	219,00 $\pm$ 1,00 ^b	218,67 $\pm$ 1,53 ^a
Kp	216,33 $\pm$ 1,53	219,33 $\pm$ 0,55 ^b	418,00 $\pm$ 2,64 ^e
P1	217,67 $\pm$ 1,53	222,00 $\pm$ 2,00 ^b	280,00 $\pm$ 7,93 ^c
P2	218,00 $\pm$ 1,73	244,00 $\pm$ 3,60 ^c	258,00 $\pm$ 2,00 ^b
P3	217,67 $\pm$ 1,53	210,00 $\pm$ 4,00 ^a	330,00 $\pm$ 6,25 ^d

Keterangan: *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P<0,05$)

Description: different superscripts in the same column indicate significantly different results ($P<0.05$)

Tabel 3. Tingkat kelulushidupan ikan jambal siam yang disuplementasi dengan kayu manis pada awal pemeliharaan, 30 hari pemeliharaan, dan pascauji tantang dengan *Aeromonas hydrophila*.

Table 3. Survival rate of Siamese catfish supplemented with cinnamon at initial day, day 30 of cultivation, and post-challenge with *Aeromonas hydrophila*

Perlakuan Treatments	Tingkat kelulushidupan (%) Survival rate (%)		
	Awal Initial	Hari ke-30 pemeliharaan Day 30 of cultivation	Hari ke-14 pascauji tantang Day 14 post-challenge test
Kn	100	100	100,00 $\pm$ 0,00 ^c
Kp	100	100	26,67 $\pm$ 5,77 ^a
P1	100	100	76,67 $\pm$ 15,27 ^b
P2	100	100	93,33 $\pm$ 5,77 ^{bc}
P3	100	100	43,33 $\pm$ 15,27 ^a

Keterangan: *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P<0,05$)

Description: different superscripts in the same column indicate significantly different results ($P<0.05$)

Tabel 4. Tingkat perlindungan relatif ikan jambal siam yang disuplementasi kayu manis pada dosis berbeda

Table 4. Relative percent survival of Siamese catfish supplemented with cinnamon at different doses

Perlakuan <i>Treatments</i>	Rata-rata kematian ikan <i>Fish mortality average</i>	Tingkat perlindungan relatif (%) <i>Relative percent survival (%)</i>
P1	2,33	68,25 ± 21,00
P2	0,67	91,07 ± 7,78
P3	5,67	23,21 ± 17,03

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan larutan kulit kayu manis pada pakan efektif untuk mencegah penyakit MAS pada ikan jambal siam. Dosis terbaik penambahan larutan kulit kayu manis pada pakan untuk pencegahan MAS pada ikan jambal siam adalah 30 mL kg⁻¹. Penambahan larutan kayu manis dengan dosis tersebut terbukti menghasilkan profil biokimia darah, aktivitas lisozim, tingkat kelulushidupan, dan RPS yang lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala dan staf Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan, Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada Kepala Laboratorium Balai Penelitian Veteriner Bukittinggi dan Laboratorium Kesehatan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor yang telah membantu dalam menganalisis sampel.

DAFTAR ACUAN

Amin, M., Jusadi, D., & Mokoginta, I. (2011). Penggunaan enzim fitase untuk meningkatkan ketersediaan fosfor dari sumber bahan nabati pakan dan pertumbuhan ikan lele (*Clarias* sp.). *Jurnal Saintek Perikanan*, 6(2), 52-60.

Amirudin, Z., Saleh., & Harnany, A. S. (2019). Formula *jelly drink* cincau hijau, pandan wangi dan kayu manis untuk menurunkan kadar gula darah penderita diabetes melitus. *Jurnal Litbang Kota Pekalongan*, 16, 81–95. <https://doi.org/10.54911/litbang.v16i0.99>

Azima, F., Muctadi, D., Zakaria, F. R., & Priosoeryanto, B. P. (2004). Potensi anti-hiperkolesterolemia ekstrak cassia vera (*Cinnamomum burmanni* Nees et Blumo). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 15, 145-153.

Badan Standardisasi Nasional. (2000). *SNI: 01-6483.4-2000. Produksi benih ikan siam (Pangasius hypophthalmus) kelas benih sebar*. Badan Standardisasi Nasional.

Bojarski, B., Socha, M., Drąg-Kozak, E, Rombel-Bryzek, A., Kapinos, S., Szała, L., Kondera, E., Ługowska, K., & Witeska, M. (2021). Does the site of blood collection in fish affect haematological and blood biochemical results. *Folia Biologica (Kraków)*, 69(2), 51-56. https://doi.org/10.3409/fb_69-2.07

Darmawati, Soadiq, S., & Nurfa. (2020). Pengaruh penambahan tepung rumput laut *Caulerpa* sp. dalam pakan terhadap pertumbuhan dan sintasan ikan bandeng (*Chanos chanos*). *OCTOPUS: Jurnal Ilmu Perikanan*, 9(2), 88-93. <https://doi.org/10.26618/octopus.v9i2.7072>

Effendie, M. I. (2002). *Biologi perikanan*. Yayasan Pustaka.

El-samad, H., Goff, J. P., & Khammash, M. (2002). Calcium homeostasis and parturient hypocalcemia: an integral feedback perspective. *Journal of Theoretical Biology*, 214(1), 17-29. <https://doi.org/10.1006/jtbi.2001.2422>

- Fitriyani, E., Nuraenah, N., & Deviarni I. M. (2020). Perbandingan komposisi kimia, asam lemak, asam amino ikan toman (*Channa micropeltes*) dan ikan gabus (*Channa striata*) dari Perairan Kalimantan Barat. *Manfish Journal*, 1(2), 71–82. <https://doi.org/10.31573/manfish.v1i02.121>
- Habiba, M. M., Hussein, E. E., Ashry, A. M., El-Zayat, A. M., Hassan, A. M., El-Shehawi, A. M., Sewilam, H., Doan, H. V., & Dawood, M. A. O. (2021). Dietary cinnamon successfully enhanced the growth performance, growth hormone, antibacterial capacity, and immunity of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Animals*, 11(7), 2128. <https://doi.org/10.3390/ani11072128>
- Hamka, M. S., Meryandini, A., Widanarni, & Kurniaji, A. (2021). Efek probiotik *Bacillus megaterium* PTB 1.4 dan *Pediococcus pentosaceus* E2211 terhadap respons imun dan kelangsungan hidup ikan lele (*Clarias* sp.) selama uji tantang *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(3), 567-577. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2021.005.03.9>
- Hastuti, S., & Subandiyono. (2015). Kondisi kesehatan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) yang dipelihara dengan teknologi biofloc. *Journal of Fisheries Science and Technology*, 10(2), 74–79. <https://doi.org/10.14710/ijfst.10.2.74-79>
- Hermawan, R., Kurniawan, A., & Syarif, A. F. (2022). Efektivitas herbal Canbat PT. Meddia Herbal terhadap infeksi *Aeromonas hydrophilla* pada ikan nila (*Oreochromis* sp.). *Journal of Aquatropica Asia*, 7(1), 34-42. <https://doi.org/10.33019/joaa.v7i1.3299>
- Indraswati, V. O., Supono, Saefulloh A., (2015). Suplementasi minyak ikan untuk peningkatan imunitas non spesifik udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) *Aquasains (Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumbetrdaya Perairan)*, 3(2), 273-278.
- Kubılay, A. & Uluköy, G. (2002). The Effects of acute stress on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turkish Journal of Zoology*, 26(2) 249-254.
- Mengi, L., Jasmanindar, Y., & Liufeto, F. C. (2022). Pencegahan infeksi bakteri *Vibrio* sp. pada ikan bandeng (*Chanos chanos*) dengan pemberian rebusan kayu manis (*Cinnamomum burmannii*). *Jurnal Vokasi Ilmu-Ilmu Perikanan (JVIP)*, 3(1), 9-13. <https://doi.org/10.35726/jvip.v3i1.746>
- Mursyida, E., & Wati, H. M. (2021). Aktivitas antibakteri ekstrak kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Publikasi Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya*, 8(2), 87–92. <https://doi.org/10.32539/v8i2.11952>
- Novita, H. (2022). Efek perendaman pada ikan jambal sam (*Pangasianodon hypophthalmus*) dalam larutan kulit nanas (*Ananas comosus*) terhadap gambaran leukosit [Skripsi, Universitas Riau]. Universitas Riau.
- Novita, R. A., Mutiyani M., Moviana Y., Isdiani, N., Nurrofawansri, A. Q. (2019). Peran smoothies kurma terhadap tekanan darah penderita prehipertensi. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 11(2), 1–12. <https://doi.org/10.34011/juriskesbdg.v11i2.648>
- Novriadi, R., Herawati, V. E., Prayitno, S. B., Windarto, S., Mertz, K., & Duy, H. N. (2022). Effect of fermented corn protein concentrate on growth performance, haemocyte counts, histological structure of hepatopancreas and intestinal condition of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Fish and Fisheries*, 2(2), 82 -93. <https://doi.org/10.1002/aff2.37>
- Palupi, T. R., Setiawati, M., Jusadi, D., Fauzi, I. A., & Wasjan. (2020). Evaluasi periode pemberian pakan mengandung daun kayu manis *Cinnamomum burmannii* terhadap kualitas daging ikan nila *Oreochromis niloticus*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(1), 178–185. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i1.31064>
- Parhusip, A. J. N., & Cynthia, L. J. (2019). Aplikasi ekstrak kulit kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) untuk menghambat aktivitas bakteri ikan lele (*Clarias batrachus*). *FaST-Jurnal Sains dan Teknologi*, 3(2), 66–84.

- Pratama, I., Talaha, R., Rijal, M. A., & SusyLOWATI, D. (2022). Respon pertumbuhan dan daya tahan tubuh benih ikan mas rajadanu (*Cyprinus carpio* L) yang diberi probiotik terhadap infeksi *Aeromonas hydrophila*. *Sainteks*, 19(1), 69-78. <https://doi.org/10.30595/sainteks.v19i1.13288>
- Putra, R. (2023). *Gambaran darah dan aspek fisiologis ikan mas (Cyprinus carpio) yang diberi pakan mengandung jamu fermentasi dan dipelihara pada salinitas berbeda* [Tesis, Universitas Riau]. Universitas Riau.
- Rahim, N., Wulan, S., & Zainuddin, E. N. (2021). Potensi ekstrak *Ulva reticulata* dalam meningkatkan aktivitas lisozim dan diferensiasi hemosit pada udang windu (*Penaeus monodon*). *Jurnal Aquafish Saintek*, 1(1), 1–9.
- Rahmadona, Z., Syawal, H., & Lukistyowati, I. (2020). Gambaran leukosit ikan jambal siam (*Pangasius hypophthalmus*) yang diberi pakan mengandung ekstrak daun bakau (*Rhizophora apiculata*) dan dipelihara dalam keramba. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 25(1), 79–87.
- Septiana, L. (2022). *Uji aktivitas antibakteri kayu manis (Cinnamomum burmanni) dalam menghambat pertumbuhan bakteri Aeromonas hydrophila* [Skripsi, Universitas Riau]. Universitas Riau.
- Sharma, M., Kaur, V. I., & Ansal, M. D. (2017). Physiological responses of freshwater ornamental fish koi carp, *Cyprinus carpio* (L.) in inland saline water: Growth and hematological changes. *Indian Journal of Ecology*, 44(4), 864–868.
- Sugiani, D., Purwaningsih, U., Andriyanto, S., Lusiastuti, A. M. (2018). Bakteri pada ikan gabus *Channa striata*, Semah *Tor spp.*, dan baung *Hemibagrus sp.*: identifikasi, virulensi, dan kerentanan terhadap beberapa antibiotik. *Jurnal Riset Akuakultur*, 13(4), 347–356. <http://dx.doi.org/10.15578/jra.13.4.2018.347-356>
- Sumartini, I., Widanarni, Yuhana, M., & Santika, A. (2018). Performa pertumbuhan dan respons imun ikan lele (*Clarias sp.*) dengan pemberian probiotik, prebiotik, dan sinbiotik. *Jurnal Riset Akuakultur*, 13(4), 329–336. <http://dx.doi.org/10.15578/jra.13.4.2018.329-336>
- Sunarno, & Mas'adah, S. M. (2019). Aplikasi suplemen dari kayu manis dan pegagan untuk peningkatan kadar hemoglobin dan jumlah eritrosit puyuh (*Coturnix coturnix australica*). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 4(1), 55–64. <https://doi.org/10.14710/baf.4.1.2019.55-64>
- Susanti, E., Wahjuningrum, D., Nuryati, S., & Setiawati, M. (2021). The effectiveness of cinnamon powder and cinnamon leaf extract to prevent *Aeromonas hydrophila* infection on striped catfish *Pangasianodon hypophthalmus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 20(2), 163–173. <https://doi.org/10.19027/jai.20.2.163-173>
- Susanti, N. N., Sukmawardani, Y., & Musfiroh, I. (2016). Analisis kalium dan kalsium pada ikan kembung dan ikan gabus. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 3(1), 26–30. <https://doi.org/10.24198/ijpst.v3i1.7913>
- Syahril, Soekendarsi, E., & Hasyim, Z. (2016). Perbandingan kandungan zat gizi ikan mujair (*Oreochromis mossambica*) Danau Universitas Hasanuddin Makassar dan ikan Danau Mawang Gowa. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 1(1), 1–7. <https://doi.org/10.20956/bioma.v1i1.989>
- Syawal, H., Lukistyowati, I., & Putra, R. (2023). Hematological and physiological characteristics of the common carp (*Cyprinus carpio*) reared in saline water and fed with fermented herbs. *AACL Bioflux*, 16(1), 299–306.
- Syawal, H., RiauWaty, M., Nuraini, & Hasibuan, S. (2019). Pemanfaatan pakan herbal (jamu) untuk meningkatkan produksi ikan budidaya. *DINAMISIA-Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 3, 188-193. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v3i0.2925>

- Tamba, J. T., Komariyah, S., & Faisal, T. M. (2020). Suplementasi tepung daun kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) konsentrasi berbeda pada pakan terhadap pertumbuhan ikan gabus (*Channa striata*). *Jurnal Perikanan Tropis*, 7(1), 35–44.
- Ubaidillah, M. F., Farikhah, Rahmawati, F. F. (2018). Pengaruh penambahan serbuk daun kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) pada pakan terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan Pantura*, 1(1), 40-49. <http://dx.doi.org/10.30587/jpp.v1i1.292>
- Wirawan, I. K. A., Suryani, S. A. M. P., & Arya, I. W. (2018). Diagnosa, analisis dan identifikasi parasit yang menyerang ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada kawasan budidaya ikan di Subak “Baru” Tabanan. *Gema Agro*, 23(1), 63-78. <https://doi.org/10.22225/ga.23.1.661.63-78>
- Wulandari, S., Jumadi, R., & Rahmawati, F. F. (2018). Efektivitas serbuk daun tanaman kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) terhadap diferensial leukosit dan aktivitas fagositosis ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diinfeksi *Streptococcus agalactiae*. *Jurnal Perikanan Pantura*, 1(1), 40-49. <https://doi.org/10.30587/jpp.v1i1.293>