

Hematologi Ikan Jambal Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) yang Diberi Pakan Mengandung Larutan Asam Jungga (*Citrus jambhiri* L.)

Hematology of Pangasianodon hypophthalmus Enriched Pellets Jungga Lime Solution (Citrus jambhiri L.)

Rosalinda Sihaloho^{1*}, Morina Riauwaty¹, Henni Syawal¹

¹Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan,
Universitas Riau, Pekanbaru 28293 Indonesia
email: rosalinda.sihaloho4147@student.unri.ac.id

(Diterima/Received: 14 September 2025; Disetujui/Accepted: 12 Oktober 2025)

ABSTRAK

Asam Jungga (*Citrus jambhiri* L.) berpotensi sebagai bahan tambahan pakan alami karena mengandung alkaloid, saponin, steroid, triterpenoid, tanin, flavonoid, dan vitamin C. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh dosis terbaik larutan asam jungga yang ditambahkan ke dalam pakan guna meningkatkan sistem imun non-spesifik ikan jambal siam dengan melihat jumlah eritrosit total, kadar hematokrit, kadar hemoglobin, jumlah leukosit total, aktivitas fagositosis, dan sintasan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus hingga Desember 2024. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor dengan lima perlakuan, yaitu: Kn (kontrol, tanpa asam jungga dan tanpa uji tantang), Kp (tanpa asam jungga, diuji tantang dengan *Aeromonas hydrophila*), serta tiga perlakuan dengan penambahan larutan jeruk jungga dalam pakan masing-masing dengan dosis 6,0 mL/kg (P1), 6,5 mL/kg (P2), dan 7,0 mL/kg (P3), yang semuanya diuji tantang dengan *A. hydrophila*. Masa pemeliharaan berlangsung selama 46 hari dalam wadah bervolume 35 L. Pengambilan sampel darah dilakukan sebanyak tiga kali, dosis terbaik diperoleh pada perlakuan P3 (7 mL/kg) dengan jumlah eritrosit total $294,08 \times 10^4$ sel/mm³, kadar hematokrit 37,67%, kadar hemoglobin 9,87 g/dL, jumlah total leukosit $10,67 \times 10^4$ sel/mm³, aktivitas fagositik 32,67%, dan tingkat kelangsungan hidup 93,33%. Parameter kualitas air selama penelitian meliputi suhu berkisar antara 26–29°C, pH 6–7,3, dan DO (oksigen terlarut) 4,6–5,2 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi dengan asam jungga secara signifikan meningkatkan parameter imun dan kelangsungan hidup pada ikan jambal siam.

Kata Kunci: Asam jungga, *Pangasianodon hypophthalmus*, Eritrosit, Hematokrit

ABSTRACT

Jungga acid (*Citrus jambhiri* L.) has potential as a natural feed additive because it contains alkaloids, saponins, steroids, triterpenoids, tannins, flavonoids, and vitamin C. The objective of this study was to determine the optimal dose of asam jungga solution to be added to feed in order to enhance the non-specific immune system of striped catfish by examining the total erythrocyte count, hematocrit level, hemoglobin level, total leukocyte count, phagocytosis activity, and survival rate. This study was conducted from August to December 2024. The method used was an experimental method with a completely randomized design (CRD) of one factor with five treatments, namely: Kn (control, without jungga acid and without challenge test), Kp (without citric acid, challenged with *Aeromonas hydrophila*), and three treatments with the addition of citric acid solution in the feed at doses of 6.0 mL/kg (P1), 6.5 mL/kg (P2), and 7.0 mL/kg (P3), all of which were challenged with *A. hydrophila*. The maintenance period lasted for 46 days in a 35 L container. Blood samples were taken three times, and the best dose was obtained in treatment P3 (7 mL/kg) with a total erythrocyte count of 294.08×10^4 cells/mm³, a hematocrit level of 37.67%, a hemoglobin level of 9.87 g/dL, a total leukocyte count of 10.67×10^4 cells/mm³, phagocytic activity of 32.67%, and a survival rate of

93.33%. Water quality parameters during the study included a temperature range of 26–29°C, pH 6–7.3, and DO (dissolved oxygen) 4.6–5.2 ppm. The results showed that supplementation with jungga acid significantly improved immune parameters and survival in striped catfish.

Keywords: Jungga lime, *Pangasianodon hypophthalmus*, Erythrocytes, Hematocrit

1. Pendahuluan

Ikan jambal siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) merupakan salah satu komoditas unggulan perikanan budidaya air tawar di Indonesia, khususnya di Provinsi Riau, karena memiliki rasa daging yang gurih, pertumbuhan yang cepat, respons baik terhadap pakan buatan, serta kandungan protein tinggi (23 – 28%) (Gaol *et al.*, 2024). Permintaan pasar yang terus meningkat mendorong pembudidaya menerapkan sistem budidaya intensif, namun hal ini berisiko menurunkan kualitas perairan dan meningkatkan stres pada ikan, yang dapat memicu serangan penyakit (Handayani *et al.* 2008).

Salah satu penyakit bakterial yang umum menyerang ikan jambal siam adalah *Motile Aeromonas Septicemia* (MAS) yang disebabkan oleh *Aeromonas hydrophila*, dengan gejala antara lain *exophthalmia*, pendarahan pada pangkal sirip, dan kematian massal hingga 100% dalam waktu singkat (Olga *et al.*, 2023). Penggunaan antibiotik sebagai upaya pengendalian penyakit berpotensi menimbulkan resistensi bakteri serta mencemari lingkungan (Pakpahan *et al.*, 2020), sehingga alternatif alami yang aman dan efektif menjadi sangat penting.

Asam jungga (*Citrus jambhiri* L.) diketahui mengandung vitamin C tinggi (70 mg/100 g), air (23,75%), dan abu (2,04%) (Howen *et al.*, 2021), serta memiliki potensi sebagai antibakteri dan imunostimulan dan minyak atsirinya (Sembiring *et al.*, 2019). Pemberian bahan alami seperti asam jungga dapat menjadi solusi alternatif untuk meningkatkan daya tahan tubuh ikan tanpa menimbulkan efek negatif. Selain itu, parameter hematologi seperti total eritrosit, hematokrit, hemoglobin, leukosit, dan aktivitas fagositosis dapat digunakan sebagai indikator kesehatan dan respon imun ikan terhadap perlakuan tersebut (Hastuti & Subandiono, 2015)

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus sampai Desember 2024 bertempat di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau.

2.2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yaitu dosis penambahan larutan asam jungga dalam pakan, yang terdiri dari lima taraf perlakuan. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali, sehingga total terdapat 15-unit percobaan. Adapun perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

Kn (Kontrol negatif)	: Pakan tanpa larutan asam jungga dan tidak diujitantang <i>A. hydrophila</i> ,
Kp (Kontrol positif)	: Pakan tanpa larutan asam jungga dan diujitantang <i>A. hydrophila</i> ,
P1	: Pakan dengan penambahan larutan asam jungga dosis 6,0 mL/kg, diujitantang <i>A. hydrophila</i> ,
P2	: Pakan dengan penambahan larutan asam jungga dosis 6,5 mL/kg, diujitantang <i>A. hydrophila</i> ,
P3	: Pakan dengan penambahan larutan asam jungga dosis 7,0 mL/kg, diujitantang <i>A. hydrophila</i> .

Penentuan dosis perlakuan didasarkan pada hasil uji LD₅₀ sebelumnya terhadap larutan buah jeruk purut pada ikan patin dengan metode perendaman selama 24 jam, yaitu sebesar 0,791% (Sihombing, 2019).

Prosedur

Pembuatan Larutan Asam Jungga

Pembuatan larutan asam jungga dilakukan dengan cara mempersiapkan asam jungga yang sudah matang dengan ciri berwarna hijau kekuningan, kemudian buah dicuci bersih

dengan air mengalir, setelah itu dikering anginkan. Buah yang sudah bersih kemudian dipotong membujur, kemudian diperas menggunakan pemeras jeruk yang sebelumnya sudah dicuci dengan akuades setelah itu disaring dengan kertas *Whatman*. Hasil perasan dalam 100g asam jungga menghasilkan 36,8 mL setelah disaring dengan menggunakan kertas saring *Whatman* nomor 42 menjadi 20 mL.

Ujitantang *A. hydrophila*

Ikan jambal siam diujitantang pada hari ke-32 dengan *A. hydrophila* kepadatan 10^8 CFU/mL sebanyak 0,1 mL/ekor dengan penginfeksian secara *intramuscular* menggunakan *syringe* ukuran 1 mL. Sebelum diinfeksi, ikan dibius dahulu menggunakan minyak cengkeh sebanyak 0,1 mL/L air dengan tujuan membius ikan. Setelah itu ikan dikembalikan ke akuarium dan dipelihara selama 14 hari.

Pengambilan Darah Ikan

Sebelum darah ikan diambil, terlebih dahulu dibius dengan minyak cengkeh sebanyak 0,1 mL/L dalam 5 L air. Kemudian

disiapkan *syringe* ukuran 1 mL dan tabung *ependorf*, kemudian dibasahi dengan EDTA 10% agar darah tidak membeku. Pengambilan darah dilakukan dibagian *vena caudalis*, menggunakan *syringe* dengan sudut kemiringan 45° , kemudian darah yang berada dalam *syringe* dimasukkan ke dalam *tabung ependorf*. Pengambilan darah sebanyak 3 kali, yaitu sebelum diberi perlakuan, hari ke-30 dan 14 hari pasca ujitan dengan *A. hydrophila*.

Parameter yang Diukur

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah gejala klinis ikan setelah diinfeksi *A. hydrophila*, total eritrosit, nilai hematokrit, kadar hemoglobin, total leukosit, aktivitas fagositosis, kelulushidupan ikan, dan kualitas air.

3. Hasil dan Pembahasan

Gejala Klinis Ikan Jambal Siam

Gejala klinis ikan jambal siam pascaujitantang dengan *A. hydrophila* meliputi perubahan pada permukaan tubuh, mata, sirip, pergerakan, dan nafsu makan ikan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Gejala klinis ikan jambal siam hari Ke-14 pascaujitantang dengan *A. hydrophila*

Perlakuan	Gejala Klinis				
	Pergerakan	Nafsu Makan	Permukaan Tubuh	Mata	Sirip
Kn	- Aktif	- Normal	- Warna tubuh cerah	- Cembung	- Utuh
Kp	- Pasif - Berenang didasar wadah	- Menurun	- Hemoragi - Mukus berlebih - Warna tubuh pucat - Perut gembung - <i>Ulcer</i> bekas suntikan melebar	- Cekung	- Punggung Geripis
P ₁	- Pasif - Berenang didasar wadah	- Menurun	- Hemoragi - Mukus berlebih - <i>Ulcer</i> bekas suntikan melebar	- Cekung	- Anal Geripis
P ₂	- Pasif	- Menurun	- Hemoragi - Mukus berlebih	- Cekung	- Punggung Geripis
P ₃	- Aktif	- Normal	- Mukus berlebih	-Cembung	- Utuh

Berdasarkan hasil pengamatan gejala klinis pascaujitantang hari ke-14, ikan pada kontrol negatif (Kn) menunjukkan kondisi sehat karena tidak diberi perlakuan uji tantang. Sebaliknya, ikan pada kontrol positif (Kp) yang tidak diberi pakan mengandung larutan asam jungga mengalami gejala klinis seperti gerakan lambat, nafsu makan menurun, hemoragi, sirip

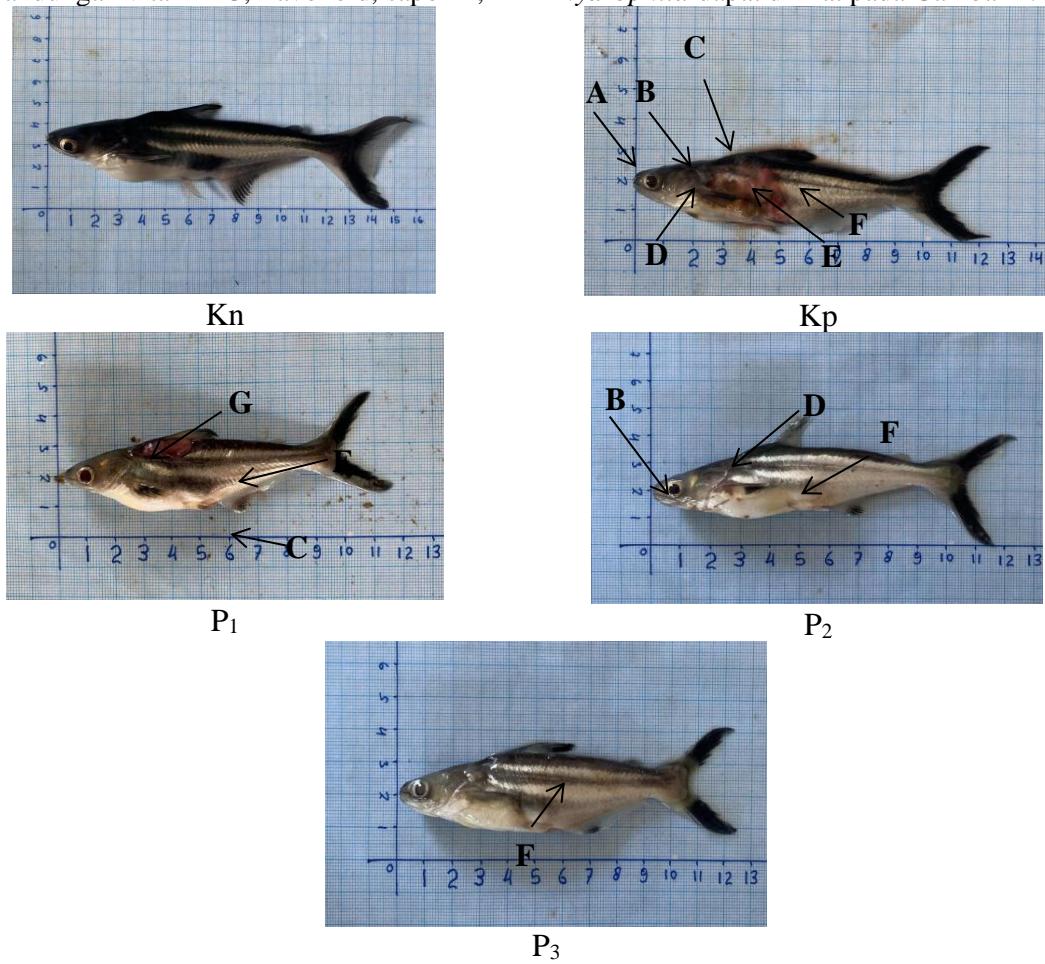
geripis, mukus berlebih, mata cekung, warna tubuh pucat, dan luka pada area injeksi. Gejala ini berkaitan dengan toksin *A. hydrophila* seperti aerolisin dan hemolisin yang bersifat sitolitik dan hemolitik, sehingga dapat merusak jaringan inang (Farag *et al.*, 2021).

Ikan yang diberi pakan mengandung larutan asam jungga pada dosis berbeda (P₁,

P2, dan P3) menunjukkan tingkat keparahan gejala yang bervariasi. Pada P1 (6,0 mL/kg), *ulcer* masih tampak jelas dan parah, sedangkan pada P2 (6,5 mL/kg) *ulcer* mulai membaik tetapi gejala seperti mata cekung dan hemoragi masih ditemukan. Hal ini diduga akibat asupan senyawa bioaktif yang tidak optimal karena penurunan nafsu makan dan berenang tidak normal. Gejala-gejala tersebut sejalan dengan Farag *et al.* (2021), yang melaporkan gejala khas infeksi *A. hydrophila* seperti nafsu makan ikan menurun dan perilaku berenang tidak normal.

Perlakuan P3 (7,0 mL/kg) menunjukkan perbaikan signifikan, dengan gejala yang lebih ringan dan luka bekas injeksi mulai sembuh dalam tiga hari. Efek positif ini diduga berasal dari kandungan vitamin C, flavonoid, saponin,

dan alkaloid dalam larutan asam jungga yang berperan sebagai imunostimulan dan antibakteri. Selain itu, peningkatan produksi mukus pada tubuh ikan menunjukkan respons imun non-spesifik yang penting dalam menghambat pertumbuhan patogen (Hasibuan *et al.* 2021). Meskipun *ulcer* masih ditemukan pada semua perlakuan yang diujitantang, keparahannya berkaitan dengan efektivitas respons imun ikan terhadap infeksi bakteri serta faktor lingkungan seperti bakteri masuk melalui kulit yang terluka dikarenakan padat tebar ikan yang mengakibatkan ikan sering kontak fisik satu sama lain, ini yang dapat memperparah kerusakan epitel dan mempermudah infeksi. Gejala klinis ikan jambal siam yang terlihat pascaujitantang *A. hydrophila* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Gejala klinis ikan jambal siam pascaujitantang dengan *A. hydrophila*.

Keterangan: A = Warna mata buram, B = Hemoragi/ bercak merah, C = Sirip geripis, D = Perut gembung, E= Warna tubuh pucat, F= Mukus/ lendir berlebih, G = *Ulcer*/ borok.

Total Eritrosit Ikan Jambal Siam

Total eritrosit awal pemeliharaan, setelah pemeliharaan selama 30 hari dengan pemberian pakan yang diberi larutan asam

jungga, dan pascaujitantang dengan *A. hydrophila*. Adapun total eritrosit ikan jambal siam selama penelitian disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2, total eritrosit ikan jambal siam pada awal pemeliharaan berada pada kisaran $148,00 - 151,16 \times 10^4$ sel/mm³, yang masih tergolong dalam batas normal. Nilai tersebut mencerminkan kondisi fisiologis ikan yang stabil selama masa adaptasi. Menurut Hartika *et al.* (2014), kisaran normal total eritrosit ikan secara umum berkisar antara 2.000.000 - 3.000.000 sel/mm³, sejalan dengan pernyataan Daniel *et al.* (2018) bahwa total

eritrosit ikan jambal siam berkisar antara $1-3 \times 10^6$ sel/mm³. Selama 30 hari pemeliharaan, terjadi peningkatan total eritrosit pada semua perlakuan, yang diduga disebabkan oleh pertambahan ukuran tubuh ikan. Zissalwa *et al.* (2020) menyatakan bahwa jumlah eritrosit dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti spesies, umur, ukuran, status gizi, aktivitas, dan kondisi lingkungan.

Tabel 2. Total eritrosit ikan jambal siam

Perlakuan	Total Eritrosit ($\times 10^4$ sel/mm ³)		
	H-0	H-30	H-46
Kn	148,00	$187,22 \pm 1,19^a$	$191,97 \pm 0,32^b$
Kp	148,78	$187,42 \pm 3,99^a$	$103,87 \pm 2,04^a$
P ₁	149,21	$231,91 \pm 3,04^b$	$249,52 \pm 0,39^c$
P ₂	150,42	$235,52 \pm 1,06^b$	$251,92 \pm 3,71^c$
P ₃	151,16	$258,36 \pm 1,82^c$	$294,08 \pm 1,58^d$

Setelah dilakukan uji tentang menggunakan *A. hydrophila*, total eritrosit ikan pada perlakuan Kp mengalami penurunan drastis hingga mencapai $103,87 \pm 2,04 \times 10^4$ sel/mm³. Rendahnya jumlah eritrosit pada perlakuan ini disebabkan oleh infeksi *A. hydrophila* yang menghasilkan eksotoxin hemolis berupa aerolysis. Toxin ini mampu menghancurkan sel darah merah (eritrosit) sehingga mengakibatkan terjadinya hemolisis, gangguan fungsi transportasi oksigen, serta pendarahan (Lase *et al.*, 2022). Kerusakan organ tubuh dan jaringan pembentuk darah, seperti ginjal dan limfa, juga berkontribusi terhadap menurunnya jumlah eritrosit.

Sebaliknya, perlakuan P3 menunjukkan total eritrosit tertinggi pascaujitang, yaitu sebesar $294,09 \times 10^4$ sel/mm³. Peningkatan ini diduga kuat dipengaruhi oleh kandungan bioaktif dalam larutan asam jungga, terutama vitamin C dan flavonoid. Senyawa-senyawa tersebut diketahui mampu meningkatkan daya tahan tubuh, mempercepat proses regenerasi

jaringan, serta merangsang organ pembentuk darah untuk meningkatkan produksi eritrosit. Herawati (2011) menyatakan bahwa flavonoid dapat mendukung fungsi organ penghasil darah, sedangkan Kurniawan (2019) menambahkan bahwa vitamin C, minyak atsiri, tannin, dan flavonoid dapat merangsang limfa dan ginjal untuk meningkatkan sintesis sel darah baru sebagai upaya pemulihan jaringan yang rusak.

Hematokrit Ikan Jambal Siam

Nilai hematokrit merupakan presentasi volume eritrosit dalam darah ikan, dilakukan untuk melihat perubahan nilai hematokrit ikan pada awal pemeliharaan, setelah dilakukan pemeliharaan selama 30 hari dengan pemberian pakan yang diberi larutan asam jungga dan pascaujitang dengan *A. hydrophila*. Adapun nilai hematokrit ikan jambal siam selama penelitian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Hematokrit Ikan Jambal Siam

Perlakuan	Nilai hematokrit (%)		
	H-0	H-30	H-46
Kn	25	$30,33 \pm 0,57^a$	$30,67 \pm 0,58^b$
Kp	25	$30,33 \pm 0,57^a$	$26,33 \pm 0,58^a$
P ₁	26	$32,67 \pm 0,57^b$	$33,00 \pm 1,00^c$
P ₂	27	$33,33 \pm 0,57^c$	$33,67 \pm 0,58^c$
P ₃	27	$35,47 \pm 1,15^d$	$37,67 \pm 0,58^d$

Berdasarkan Tabel 3, nilai hematokrit ikan jambal siam pada awal pemeliharaan berada pada kisaran 25–27%. Setelah 30 hari pemeliharaan dengan perlakuan pemberian pakan yang ditambah larutan asam jungga, nilai hematokrit meningkat menjadi 30,33–35,47%. Nilai ini masih dalam kisaran normal sebagaimana dinyatakan oleh Ridwan *et al.* (2020) bahwa persentase hematokrit ikan sehat di Pekanbaru berkisar antara 15–40%, serta menurut Hasibuan *et al.* (2021), ikan air tawar dikatakan sehat apabila nilai hematokritnya berada dalam kisaran 22–60%.

Penurunan nilai hematokrit pada Kp disebabkan oleh infeksi *A. hydrophila* tanpa adanya dukungan dari larutan asam jungga. Infeksi ini menyebabkan ketidakseimbangan antara aktivitas bakteri patogen dan kemampuan sistem imun ikan. Aktivitas bakteri yang lebih dominan menyebabkan lemahnya daya tahan tubuh, dan kondisi ini ditandai dengan penurunan nilai hematokrit sebagai indikasi anemia. Anemia pada ikan dapat menghambat pertumbuhan akibat menurunnya transportasi oksigen dan nutrisi ke seluruh jaringan tubuh. Maryani *et al.* (2021) menyatakan bahwa rendahnya jumlah eritrosit dalam darah diikuti oleh penurunan nilai hematokrit. Hal ini diperkuat oleh Hasibuan *et al.* (2021) menyebutkan adanya hubungan korelatif antara eritrosit, hematokrit, dan hemoglobin, di mana peningkatan jumlah eritrosit sejalan dengan meningkatnya nilai hematokrit dan hemoglobin.

Sebaliknya, peningkatan nilai hematokrit tertinggi pada P3 menunjukkan bahwa pemberian pakan dengan larutan asam jungga efektif dalam meningkatkan imunitas non-spesifik ikan jambal siam. Peningkatan ini berkaitan erat dengan peningkatan jumlah eritrosit serta keberadaan senyawa bioaktif dalam larutan asam jungga, seperti flavonoid dan vitamin C. Senyawa tersebut diketahui mampu merangsang organ pembentuk darah seperti ginjal dan limfa untuk meningkatkan produksi sel darah merah. Lase *et al.* (2022) menyebutkan bahwa flavonoid memiliki mekanisme antibakteri melalui denaturasi protein dan kerusakan membran sel bakteri, yang secara tidak langsung mendukung kestabilan fungsi fisiologis ikan. Selain itu, vitamin C berperan penting dalam menjaga homeostasis darah serta mendukung metabolisme. Fajriani *et al.* (2017) menambahkan bahwa vitamin C juga berfungsi sebagai antioksidan dan membantu sintesis kolagen serta penyerapan zat besi, yang berkontribusi terhadap perbaikan dan pembentukan sel darah baru.

Hemoglobin Ikan Jambal Siam

Kadar hemoglobin awal pemeliharaan, setelah pemeliharaan selama 30 hari dengan pemberian pakan yang diberi larutan asam jungga, dan pascaujitantang dengan *A. hydrophila*. Adapun kadar hemoglobin ikan jambal siam selama penelitian disajikan pada Tabel 4

Tabel 4. Kadar Hemoglobin Ikan Jambal Siam

Perlakuan	Kadar Hemoglobin g/dL		
	H-0	H-30	H-46
Kn	8,10	8,37 ± 0,58 ^a	8,50 ± 0,10 ^b
Kp	8,15	8,40 ± 0,00 ^a	6,60 ± 0,17 ^a
P ₁	8,23	9,00 ± 0,10 ^b	9,23 ± 0,06 ^c
P ₂	8,30	9,17 ± 0,15 ^c	9,33 ± 0,06 ^c
P ₃	8,40	9,37 ± 0,58 ^d	9,87 ± 0,12 ^d

Berdasarkan tabel 4, kadar hemoglobin ikan jambal siam pada awal pemeliharaan berada dalam kisaran normal, yaitu 8,10–8,40 g/dL. Setelah diberi pakan yang diperkaya larutan asam jungga selama 30 hari, kadar hemoglobin meningkat menjadi 8,37–9,37 g/dL. Nilai ini masih dalam batas fisiologis normal sebagaimana dinyatakan oleh Hasibuan *et al.* (2021), yaitu 8–13 g/dL untuk ikan jambal siam yang sehat, serta dalam rentang

normal ikan air tawar menurut Dopongtonung (2008), yakni 6–10 g/dL. Hal ini menunjukkan bahwa suplementasi larutan asam jungga dapat mendukung kondisi fisiologis ikan yang sehat dan optimal.

Setelah dilakukan uji tantang dengan *A. hydrophila*, kadar hemoglobin ikan jambal siam bervariasi antara 6,60–9,87 g/dL. Perlakuan terbaik ditunjukkan oleh P3 dengan kadar hemoglobin tertinggi (9,87 ± 0,17 g/dL),

sedangkan kadar terendah ditemukan pada kontrol negatif (Kp), yaitu $6,60 \pm 0,17$ g/dL. Rendahnya kadar hemoglobin pada Kp diduga akibat infeksi bakteri tanpa perlindungan dari larutan asam jungga, yang menyebabkan stres fisiologis dan kerusakan jaringan, sehingga menurunkan jumlah eritrosit dan hemoglobin (Safratilofa, 2016). Selain itu, Maryani *et al.* (2021) bahwa rendahnya kadar hemoglobin menyebabkan penurunan kapasitas pengangkutan oksigen, metabolisme tubuh, dan aktivitas ikan, yang terlihat dari perilaku lemah dan pasif.

Peningkatan kadar hemoglobin pada perlakuan P3 diduga berkaitan dengan kandungan senyawa bioaktif dalam larutan asam jungga, seperti flavonoid, tanin, dan vitamin C. Menurut Hasibuan *et al.* (2021), flavonoid dan tanin bersifat antioksidan dan mampu melindungi hemoglobin dari proses

oksidasi. Lase *et al.* (2022) menambahkan bahwa flavonoid bersifat lipofilik, memiliki efek antibakteri, dan mampu mengurangi peradangan akibat infeksi. Kandungan vitamin C juga penting karena membantu penyerapan zat besi, unsur utama dalam pembentukan hemoglobin (Rifanji, 2020). Lavabeta *et al.* (2015) menyatakan bahwa kadar hemoglobin yang tinggi penting untuk mendukung fungsi pengangkutan oksigen ke seluruh tubuh dan menjaga metabolisme sel agar tetap aktif.

Total Leukosit Ikan Jambal Siam

Total leukosit awal pemeliharaan, setelah pemeliharaan selama 30 hari, dengan pemberian pakan yang diberi larutan asam jungga, dan pascaujitantang dengan *A. hydrophila*. Adapun Total leukosit ikan jambal siam selama penelitian disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Total Leukosit Ikan Jambal Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*)

Perlakuan	Total Leukosit (x 10 ⁴ sel/mm ³)		
	H-0	H-30	H-46
Kn	7,10	7,39 ± 0,65 ^a	7,50 ± 0,10 ^a
Kp	7,15	7,38 ± 0,22 ^a	9,13 ± 0,06 ^b
P ₁	7,24	8,11 ± 0,05 ^b	9,51 ± 0,06 ^c
P ₂	7,31	8,24 ± 0,22 ^b	9,68 ± 0,23 ^c
P ₃	7,35	9,02 ± 0,70 ^c	10,67 ± 0,15 ^d

Berdasarkan Tabel 5, total leukosit ikan jambal siam pada awal pemeliharaan berada dalam kisaran $7,10\text{--}7,35 \times 10^4$ sel/mm³, masih termasuk dalam batas normal menurut Sarjito & Haditomo (2017), yakni $2\text{--}15 \times 10^4$ sel/mm³, serta sesuai dengan laporan Phu *et al.* (2016) yang menyebutkan kisaran $6,95\text{--}11,9 \times 10^4$ sel/mm³. Setelah 30 hari pemeliharaan dengan pemberian pakan yang diperkaya larutan asam jungga, terjadi peningkatan jumlah leukosit pada perlakuan P1, P2, dan P3. Peningkatan ini diduga dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti stres ringan, aktivitas fagositosis, dan kandungan bioaktif dalam asam jungga yang memicu respons kekebalan tubuh.

Setelah uji tantang dengan *A. hydrophila*, total leukosit meningkat menjadi $7,50\text{--}10,67 \times 10^4$ sel/mm³. Perlakuan Kn menunjukkan jumlah leukosit terendah karena tidak mendapat tantangan bakteri, sedangkan P3 menunjukkan jumlah tertinggi dan masih dalam batas normal. Peningkatan jumlah leukosit merupakan indikator adanya infeksi dan upaya tubuh dalam melawan patogen

melalui sistem kekebalan nonspesifik. Lestari (2021) juga menyebutkan bahwa peningkatan leukosit mencerminkan keberhasilan sistem imun dalam merespons infeksi. Hasil statistik menunjukkan pengaruh nyata dari pemberian larutan asam jungga terhadap jumlah leukosit, dengan P3 menunjukkan perbedaan nyata dibandingkan perlakuan lain.

Peningkatan jumlah leukosit pada perlakuan P1, P2, dan P3 berkaitan erat dengan kandungan senyawa imunostimulan seperti flavonoid dan vitamin C dalam larutan asam jungga. Flavonoid dapat meningkatkan produksi serta aktivitas fagositik leukosit (Putranto *et al.*, 2019), sedangkan vitamin C berperan sebagai antioksidan yang mendukung pembentukan dan stabilitas sel darah putih (Puspitowati *et al.*, 2022). Kombinasi senyawa ini meningkatkan daya tahan tubuh ikan terhadap stres dan infeksi. Sebaliknya, rendahnya leukosit pada kontrol tanpa perlakuan menunjukkan lemahnya sistem imun, sebagaimana dijelaskan oleh Fauzan *et al.*

(2017), yang membuat ikan lebih rentan terhadap serangan bakteri patogen.

Aktivitas Fagositosis Ikan Jambal Siam

Aktivitas fagositosis awal pemeliharaan, setelah pemeliharaan selama 30 hari, dengan

pemberian pakan yang diberi larutan asam jungga, dan pascaujitang dengan *A. hydrophila*. Adapun aktivitas fagositosis ikan jambal siam selama penelitian disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Aktivitas Fagositosis Ikan Jambal Siam

Perlakuan	Aktivitas fagositosis (%)		
	H-0	H-30	H-46
Kn	19,00	21,33 ± 0,57 ^a	22,67 ± 0,58 ^b
Kp	19,70	21,66 ± 1,53 ^a	17,67 ± 0,58 ^a
P ₁	21,23	22,66 ± 0,57 ^{ab}	25,00 ± 1,00 ^c
P ₂	20,00	24,33 ± 1,53 ^b	26,00 ± 1,00 ^c
P ₃	21,44	26,67 ± 1,15 ^c	32,67 ± 1,55 ^d

Berdasarkan Tabel 6, aktivitas fagositosis ikan jambal siam pada awal pemeliharaan menunjukkan kisaran antara 19,00–21,44%. Setelah 30 hari pemeliharaan dengan pemberian pakan mengandung larutan asam jungga, nilai tersebut meningkat menjadi 21,33–24,33%. Sementara itu, setelah dilakukan uji tantang dengan *A. hydrophila*, aktivitas fagositosis ikan berkisar antara 17,67–32,67%, yang masih berada dalam rentang normal menurut Lestari *et al.* (2021), yaitu 19,00–36,33%. Penurunan nilai fagositosis pascaujitang pada perlakuan Kp (17,67 ± 0,58%) diduga karena tidak adanya asupan senyawa imunostimulan dari larutan asam jungga, sehingga fagosit kurang optimal dalam merespon keberadaan patogen. Selain itu, lisis sel darah akibat stres atau infeksi juga dapat mengganggu fungsi fagositik leukosit (Wulandari *et al.*, 2018).

Sebaliknya, peningkatan signifikan terjadi pada perlakuan P3 (32,67±1,55%), yang mendapatkan dosis tertinggi larutan asam jungga. Larutan ini diyakini mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid dan asam askorbat yang mampu menstimulasi kerja sel fagosit, khususnya makrofag dan neutrofil, dalam mengenali dan menghancurkan mikroorganisme asing. Purbomartono *et al.* (2020) menyatakan bahwa peningkatan indeks fagositosis erat kaitannya dengan jumlah total leukosit serta proporsi sel imun seperti limfosit, monosit, dan neutrofil. Hal ini mengindikasikan bahwa pemberian larutan asam jungga secara optimal dapat memperkuat sistem pertahanan tubuh ikan, terutama melalui peningkatan fagositosis.

Peningkatan aktivitas fagositosis pada dosis tertinggi menunjukkan efektivitas senyawa bioaktif sebagai imunostimulan alami. Syaieba *et al.* (2019) menegaskan bahwa peningkatan fagositosis mencerminkan sistem imun yang lebih siap dalam menghadapi patogen, sementara Rosnizar *et al.* (2017) menambahkan bahwa flavonoid dapat meningkatkan kecepatan dan efektivitas respon fagosit terhadap mikroorganisme, baik intraseluler maupun ekstraseluler.

Kelulushidupan Ikan Jambal Siam

Kelulushidupan yaitu tingkat kelulushidupan ikan dalam proses budaya dari mulai awal ikan ditebar hingga akhir pemeliharaan. Awal ikan ditebar dengan menggunakan pakan yang diberi larutan asam jungga, dan akhir pemeliharaan setelah ujitan 14 hari dengan pemberian pakan yang sama. Faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya kelulushidupan ikan adalah faktor biotik antara lain kompetitor, kepadatan populasi, umur, dan kemampuannya beradaptasi dengan lingkungannya. Adapun kelulushidupan ikan jambal siam selama penelitian disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Tingkat Kelulushidupan Ikan Jambal Siam

Perlakuan	Tingkat Kelulushidupan (%)	
	Awal	Akhir (14 Hari Pascaujitang)
Kn	100	100,00 ± 0,00 ^d
Kp	100	23,33 ± 5,77 ^a
P ₁	100	70,00 ± 10,00 ^b
P ₂	100	83,33 ± 5,77 ^c
P ₃	100	93,33 ± 5,77 ^{cd}

Berdasarkan Tabel 7, menunjukkan bahwa pemberian pakan yang diperkaya dengan larutan asam jungga memberikan pengaruh signifikan terhadap kelulushidupan ikan jambal siam pascaujitang dengan *A. hydrophila*. Perlakuan terbaik diperoleh pada P3 dengan tingkat kelulushidupan sebesar $93,33 \pm 5,77\%$, sedangkan perlakuan kontrol positif (Kp) menunjukkan kelulushidupan terendah, yaitu $23,33 \pm 5,77\%$. Sementara itu, kontrol negatif (Kn) yang tidak diberi uji tantang menunjukkan kelulushidupan mencapai 100%.

Peningkatan kelulushidupan pada ikan yang diberi perlakuan larutan asam jungga berkaitan erat dengan kandungan senyawa aktif dalam larutan tersebut, seperti vitamin C dan flavonoid, yang diketahui memiliki sifat imunostimulan dan antibakteri. Vitamin C berperan sebagai antioksidan, meningkatkan daya tahan tubuh, membantu pembentukan kolagen, serta mempercepat proses penyembuhan luka (Ridwan *et al.*, 2020). Selain itu, flavonoid berfungsi sebagai antioksidan yang mampu menetralkan radikal bebas dan meningkatkan kemampuan fagositik leukosit dalam merespon infeksi (Alif *et al.*, 2021).

Larutan asam jungga diketahui mengandung vitamin C sebesar 70 mg/100 g bahan (Mohammed *et al.* 2013) serta berbagai senyawa fitokimia seperti alkaloid, saponin, steroid, triterpenoid, tanin, dan flavonoid (Irwan *et al.*, 2017). Kandungan minyak atsiri dalam buah ini juga dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri, antitumor, antifungal, dan antiinflamasi (Howen, 2021), sehingga mendukung peranannya dalam meningkatkan sistem imun ikan terhadap infeksi bakteri patogen.

Kualitas Air

Kualitas air dapat mempengaruhi kondisi kesehatan ikan jika kondisi air tidak sesuai dengan kebutuhan ikan. Parameter kualitas air yang diukur yaitu meliputi suhu, pH, dan oksigen terlarut (DO). Adapun kisaran kualitas air ikan jambal siam selama penelitian disajikan pada Tabel 8.

Berdasarkan Tabel 8, kualitas air selama penelitian masih berada dalam kisaran normal untuk mendukung pertumbuhan ikan jambal siam (*Pangasianodon hypophthalmus*). Suhu air selama penelitian berkisar antara 26–29 °C,

yang masih tergolong optimal. Menurut Syawal *et al.* (2020), suhu ideal untuk pemeliharaan ikan jambal siam berkisar antara 27–31 °C. Suhu berperan penting dalam mengatur metabolisme dan aktivitas fisiologis ikan. Kordi *et al.* (2010) menyatakan bahwa suhu ideal berada pada kisaran 27–30 °C, sedangkan menurut Wangni *et al.* (2019), suhu rendah dapat menyebabkan penurunan nafsu makan dan meningkatkan kerentanan terhadap penyakit. Sebaliknya, suhu tinggi dapat menimbulkan gangguan pernapasan dan bahkan menyebabkan kerusakan insang secara permanen.

Tabel 8. Kisaran Kualitas Air Jambal Siam
Kisaran Parameter Kualitas Air

Parameter	Awal	Akhir	Baku Mutu*
Suhu (°C)	26	28-29	25 – 32
pH	6-6,8	6,9-7,0	6,5 – 8
DO (ppm)	4,6-4,7	5,1-5,2	>3

Sumber: SNI (2014)

Parameter pH selama penelitian berkisar antara 6,0–7,0, yang masih dalam batas toleransi ikan jambal siam. Zissalwa *et al.* (2020) menyebutkan bahwa kisaran pH optimal untuk pemeliharaan ikan jambal siam adalah 6,1–6,8, sementara Syaieba *et al.* (2019) menyatakan bahwa ikan ini mampu mentoleransi pH antara 5,2–7,0. Derajat keasaman (pH) memengaruhi keseimbangan ionik dan kondisi fisiologis ikan. pH yang terlalu rendah dapat menurunkan kandungan oksigen terlarut, meningkatkan aktivitas pernapasan, serta menurunkan nafsu makan, sehingga pertumbuhan terganggu dan ikan lebih rentan terhadap infeksi bakteri maupun parasit (Syawal *et al.*, 2020).

Sementara itu, oksigen terlarut (DO) selama penelitian berada pada kisaran 4,6–5,2 ppm. Nilai ini masih dalam rentang optimal menurut Kurniawan *et al.* (2019), yang menyatakan bahwa kisaran DO ideal untuk ikan jambal siam adalah 4–6,5 ppm. Oksigen terlarut merupakan salah satu parameter kualitas air paling krusial karena berperan langsung dalam proses respirasi dan metabolisme ikan. Kadar DO yang cukup memungkinkan ikan menjalani proses fisiologis secara normal, sementara kadar yang terlalu rendah dapat menyebabkan stres, menurunkan efisiensi pakan, dan meningkatkan risiko kematian. Dengan demikian, suhu,

pH, dan oksigen terlarut selama penelitian telah memenuhi syarat sebagai media yang layak untuk budidaya ikan jambal siam.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa pemberian pakan yang diberi larutan asam jungga berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap gambaran hematologi ikan jambal siam dengan dosis terbaik terdapat pada perlakuan P₃ (Pakan yang mengandung larutan asam jungga dengan dosis 7,0 mL/kg) dengan total eritrosit 294,0 x 10⁴ sel/mm³, kadar hemoglobin 9,87 g/dL, nilai hematokrit 37,67%, total leukosit 10,67 x 10⁴ sel/mm³ dan aktivitas fagositosis 32,67% dengan tingkat kelulusidupan 93,33%. Kualitas air berkisar suhu 26 - 29 °C, pH 6 - 7,3, dan DO 4,6 – 5,2 ppm.

Daftar Pustaka

- Alif, A., Syawal, H., & Riauwaty, M. (2021). Histopatologi Hati dan Usus Ikan Jambal Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) yang Diberi Pakan Mengandung Ekstrak Daun *Rhizophora apiculata*. *Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 9(2): 153-162.
- Daniel, N., Muralidhar, A.P., Srivastava, P. P., Jain, K.K., Prasad, K. P., Anandan, R., & Manish, J. (2018). Influence of Vitamin C on Hematology of *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) Juveniles during Pre and Post-Challenge With *Aeromonas hydrophila* (Chester, 1901). *Fishery Technology*, 55(18): 120-127.
- Dopongtonung, A. (2008). *Gambaran Darah Ikan Lele (Clarias sp.) yang Berasal dari Daerah Laladan Bogor*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 36 hlm.
- Fajriani, A., Hastuti, S., & Sarjito, S. (2017). Pengaruh Serbuk Jahe pada Pakan terhadap Profil Darah, Pertumbuhan dan Kelulusidupan Ikan Patin (*Pangasianodon* sp.). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(4): 39-48.
- Farag, M.R., Alagawany, M., Taha, H.S., Ismail, T.A., Khalil, S.R., & Abou-Zeid, S.M. (2021). Immune Response and Susceptibility of Nile Tilapia Fish to *Aeromonas hydrophila* Infection Following the Exposure to Bifenthrin and/or Supplementation with *Petroselinum crispum* Essential Oil. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 216, 112205.
- Fauzan, M., Rosmaidar, S., Zuhrawati, Z., Muttaqien, Azhar. (2017). Pengaruh Tingkat Paparan Timbal (Pb) terhadap Profil Darah Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner JIMVET*, 01(4):702-708.
- Gaol, D. P. L., Riauwaty, M., & Syawal, H. (2024). Histopatologi Insang Ikan Jambal Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) yang Terinfeksi *Aeromonas hydrophila* dan Diobati dengan Larutan Kulit Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*). *Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 12(1): 21-29.
- Handayani, W., & Haribowo, A.S. (2008). *Buku Ajar Asuhan Keperawatan pada Klien dengan Gangguan Sistem Hematologi*. Salemba Medika. Jakarta. 160 hlm.
- Hartika, R., Mustahal, M., & Putra, A.N. (2014). Gambaran Darah Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Penambahan Dosis Probiotik yang Berbeda dalam Pakan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 4(4): 256-267.
- Hasibuan, Y.P., Henni, S., & Iesje, L. (2021). Gambaran Darah Merah Ikan Jambal Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) yang diberi Pakan Mengandung Jamu Fermentasi untuk Mencegah Penyakit Motile *Aeromonas Septicemia*. *Jurnal Ruaya*. 9(1): 2541 – 3155.
- Hastuti, S., & Subandiyono, S. (2015). Kondisi Kesehatan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang Dipelihara dengan Teknologi Bioflok. *Jurnal Saintek Perikanan*, 10(2): 74-79.
- Herawati, N. (2011). Potensi Antioksidan Ekstrak Kloroform Kulit Batang Tumbuhan Mangrove (*Sonneratia alba*). *Jurnal Chemica*, 12(1): 9-13
- Howen M. (2021). *Perbandingan Efektivitas Sari Buah Jeruk Jungga (Citrus jambhiri L.) dan Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia) dalam Mengurangi Mikroba pada Ikan Mas (Cyprinus carpio) Mentah*. Universitas Sumatera Utara. Medan.

- Irwan, A., Mustikasari, K., & Ariyani, D. (2017). Pemeriksaan Pendahuluan Kimia Daun, Kulit dan Buah Limau Kuit: Jeruk Lokal Kalimantan Selatan. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*, 11(2): 71-79.
- Kordi, M.G.H. (2010). *Budidaya Ikan Patin di Kolam Terpal*. Lily Publiser. Yogyakarta. 98 hlm.
- Kurniawan, A.J. (2019). *Profil Hematologis Ikan Lele Dumbo (Clarias gariepinus) Yang Dipelihara dengan Sistem Bioflok*. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru,
- Lase, L.H., Iesje, L., & Syawal, H. (2022). Efektivitas Pemberian Pakan Mengandung Larutan Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) Fermentasi Terhadap Gambaran Eritrosit dan Pertumbuhan Ikan Jambal Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Jurnal Akuakultur Sebatin*, 2(2): 63-77.
- Lavabeta, A.R.R., Hidayaturrahmah, M., & Budi, H.S. (2015). Profil Darah Ikan Timpakul (*Periophthalmodon schlosseri*) dari Muara Sungai Barito Kalimantan Selatan. *Bioscientiae*, 12(1): 78-89.
- Lestari, J., Syawal, H., & Riauwaty, M. (2021). Diferensiasi Leukosit Ikan Jambal Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) yang diberi Pakan Mengandung Jamu Fermentasi. *Jurnal Ruaya: Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmu Perikanan dan Kelautan*, 9(1). 1-8.
- Maryani, M., Rozik, M., Nursiah, N., & Pudjirahaju, A. (2021). Gambaran Aktivasi Sistem Imun Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) terhadap Pemberian Daun Sangkareho (*Callicarpa longifolia* Lam.) Melalui Pakan. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 6(2): 74-81.
- Mohammed, A. M. H., Ibrahim, M. A., Omran, A. A., Mohamed, E. M., & Elsheikh, S. E. (2013). Minerals Content, Essential Oils Composition and Physicochemical Properties of *Citrus jambhiri* Lush. (*Rough lemon*) from the Sudan. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy*, 9(1): 25-30.
- Olga, S.A., Ririen, K.R., & Alna, C. (2023). Manajemen Pakan Bervaksin untuk Melindungi Patin Siam dari Motile *Aeromonas Septicemia* pada Pokdakan Usaha Bersama. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 4(1): 67-74.
- Pakpahan, P., Syawal, H., & Riauwaty, M. (2020). Pengaruh Pemberian Kurkumin pada Pakan terhadap Pengobatan Ikan Jambal Siam (*Pangasiodon hypophthalmus*) yang terinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 25(3): 224-231.
- Phu, T. M., Ha, N. T. K., Tien, D. T. M., Tuyen, T. S., & Huong, D.T. (2016). Effect of Beta-Glucans on Hematological, Immunoglobulins and Stress Parameters of Striped Catfish (*Pangasianodon Hypophthalmus*) Fingerling. *Can Tho University Journal of Science*, 4(1): 105-113.
- Purbomartono, C., Aditya, Y., Mulia, D.S., Wuliandari, J.R., & Husin, A. (2021). Respon Imun Non-spesifik Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) yang diberi β-glukan melalui Diet Pakan. *Sainteks*, 17(2): 115-124.
- Puspitowati, D., Lukistyowati, I., & Syawal, H. (2022). Gambaran Leukosit Ikan Jambal Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) yang diberi Pakan Mengandung Larutan Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) Fermentasi. *Jurnal Akuakultur Sebatin*, 3(1): 78-92.
- Putranto, W.D., Denny, S., & Eva, P. (2019). Gambaran Darah Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Diberi Pakan Terfortifikasi Ekstrak Cair Daun Salam (*Syzygium polyanthum*). *Journal of Aquatropica Asia*, 4(2): 22-28.
- Ridwan, M., Lukistyowati, I., & Syawal H. (2020). Hematologi Eritrosit Ikan Patin Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) yang Diberi Pakan dengan Penambahan Larutan Biji Mangga Harumanis (*Mangifera indica* L.). *Jurnal Ruaya*, 8(2): 114-121.
- Rifanji J. (2020). *Penggunaan Tepung Jahe (Zingiber officinale var. Amarum) pada Pakan Ikan Patin (Pangasianodon sp.) untuk mengobati Infeksi Aeromonas hydrophila*. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya. 25 hlm.
- Rosnizar, R., Maulida, S., Eriani, K., & Suwarno, S. (2017). Potensi Ekstrak Daun Flamboyan (*Delonix regia*)

- terhadap Peningkatan Aktivitas dan Kapasitas. *Bioleuser*, 1(3): 104–115.
- Safratilofa, S. (2016). Uji Daya Hambat Ekstrak Daun Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*) terhadap Bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 16(1): 98-103.
- Sarjito, N., & Haditomo, A.H.C. (2017). Pemberian Ekstrak Bawang Putih dalam Pakan sebagai Imunostimulan terhadap Kelulushidupan dan Profil Darah Ikan Patin (*Pangasianodon* sp.). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(3): 234-241.
- Sembiring, H.B. (2018). Aktivitas Antibakteri dan Antioksidan Minyak Atsiri Daun Asam Jungga (*Citrus jambhiri* L.). *Jurnal Chimica et Natura Acta*, 6(1): 19-24.
- Sihombing, J.M.A. (2019). *Sensitivitas Perasan Buah Jeruk Purut (Citrus hystrix) terhadap Bakteri Aeromonas hydrophila*. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru.
- Syaieba, M., Lukistyowati, I., & Syawal, H. (2019). Description of Leukocyte of Siam Patin Fish (*Pangasianodon hypophthalmus*) That Feed by Addition of Harumanis Mango Seeds (*Mangifera indica* L.). *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 2(3): 235-246.
- Syawal, H., Effendi, I., & Kurniawan, R. (2020). Pengaruh Pemberian Suplemen Herbal dan Padat Tebar Berbeda terhadap Laju Pertumbuhan Ikan Jambal Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) (Sauvage, 1878). *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 20(2): 143-153.
- Wangni, G. P., Sugeng, P., & Sumantriyadi. (2019). Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Patin Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) pada Suhu Media Pemeliharaan yang Berbeda. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 14(2): 21-28.
- Wulandari, S., Jumadi, R., & Rahmawati, F. F. (2018). Efektivitas Serbuk Daun Tanaman Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*) terhadap Diferensial Leukosit dan Aktivitas Fagositosis Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Diinfeksi *Streptococcus agalactiae*. *Jurnal Perikanan Pantura (JPP)*, 1(1): 40-49.
- Zissalwa, F., Syawal, H., & Lukistyowati, I. (2020). Profil Eritrosit Ikan Jambal Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) yang Diberi Pakan Mengandung Ekstrak Daun Mangrove (*Rhizophora apiculata*) dan di Pelihara dalam Keramba. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 25(1): 70-78