

PROFIL HEMATOLOGIS DAN BAKTERI ASAM LAKTAT PADA IKAN HOVEN (*Leptobarbus hoevenii*) YANG DIBERI PAKAN PEKTIN DARI KULIT JERUK MANDARIN

Hematological Profile and Lactic Acid Bacteria in Hoven's Carp (*Leptobarbus hoevenii*) Fed with Pectin from Mandarin Orange Peel

Nayla Ananda Riefard¹, Agustina Agustina², Ricko Reynalta^{3*}

^{1,2,3}Program Studi Akuakultur, Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman, Kota Samarinda, Indonesia

Disubmit: 11 Juli 2025; Direvisi: 9 Agustus 2025; Diterima: 2 Oktober 2025

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan menentukan dosis terbaik melalui suplementasi pektin dari kulit jeruk dalam pakan terhadap parameter hematologi (kadar hemoglobin, kadar hematokrit, total eritrosit, total leukosit, limfosit, monosit dan neutrofil) dan jumlah bakteri asam laktat dalam usus ikan jelawat. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan 3 ulangan dengan masing-masing perlakuan diberi dosis pektin dari kulit jeruk sebesar 0 (P0), 5 (P1), 10 (P2) dan 15 g/kg pakan (P3). Ikan jelawat dengan ukuran 9-10 cm dipelihara sebanyak 10 ekor per wadah berisi air 40 L dan diberi pakan secara at satiation dengan frekuensi pemberian sebanyak 2 kali sehari selama 30 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pakan yang ditambahkan pektin dari kulit jeruk dapat meningkatkan parameter hematologi dan jumlah bakteri asam laktat dalam usus ikan jelawat. Penambahan pektin dari kulit jeruk dengan dosis 5 g/kg pakan menunjukkan hasil terbaik dengan kadar hemoglobin 8,33%, kadar hematokrit 45,07%, total eritrosit $3,05 \times 10^6$ sel/mm³, total leukosit $3,19 \times 10^4$ sel/mm³, monosit 10,32%, neutrofil 5,32% dan jumlah bakteri asam laktat $6,93 \times 10^4$ CFU/mL. Pada limfosit menunjukkan dosis pektin dari kulit jeruk 15 g/kg pakan tertinggi dengan nilai 89,27%. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan pektin dari kulit jeruk dapat meningkatkan parameter hematologi dan jumlah bakteri asam laktat dalam usus ikan jelawat namun masih dalam kisaran normal untuk ikan jelawat.

Kata kunci: Ikan jelawat; Kulit jeruk; Parameter hematologi; Pektin

ABSTRACT: This study aims to analyze and determine the optimal dose of pectin supplementation from orange peel in feed on hematological parameters (hemoglobin level, hematocrit level, total erythrocytes, total leukocytes, lymphocytes, monocytes, and neutrophils) and the number of lactic acid bacteria in the intestines of hoven's carp. This study used a completely randomized design with 4 treatments and 3 replicates, with each treatment receiving pectin doses from orange peel at 0 (P0), 5 (P1), 10 (P2), and 15 g/kg of feed (P3). Hoven's carp, measuring 9-10 cm, were kept in groups of 10 fish in 40 L of water and fed to satiation twice daily for 30 days. The results showed that feed supplemented with pectin from orange peel could improve hematological parameters and the number of lactic acid bacteria in the intestines of hoven's carp. The addition of pectin from orange peel at a dose of 5 g/kg feed yielded the best results, with hemoglobin levels of 8,33%, hematocrit levels of 45,07%, total erythrocytes at $3,05 \times 10^6$ cells/mm³, total leukocytes at $3,19 \times 10^4$ cells/mm³, monocytes at 10,32%, neutrophils at 5,32%, and the number of lactic acid bacteria at $6,93 \times 10^4$ CFU/mL. Lymphocytes peaked at the highest pectin dose of 15 g/kg feed, reaching 89,27%. Overall, the results demonstrate that the utilization of pectin from citrus peel can enhance hematological parameters and increase the number of lactic acid bacteria in the intestines of Hoven's carp, while remaining within the normal range for this species of carp.

Keywords: Hoven's Carp; Orange peel; Hematology parameters; Pectin

*corresponding author

Email : ricko.reynalta@fpik.unmul.ac.id

Recommended APA Citation :

Riefard, N.A., Agustina, A., Reynalta, R. (2025). Profil Hematologis dan Bakteri Asam Laktat pada Ikan Hoven (*Leptobarbus hoevenii*) yang diberi Pakan Pektin dari Kulit Jeruk Mandarin. *J.Aquac.Indones.* 5(1): 30-45. <http://dx.doi.org/10.46576/jai.v5i1.7196>

PENDAHULUAN

Ikan Jelawat (*Leptobarbus hoevenii*) tergolong dalam ikan endemik Indonesia yang tersebar pada beberapa sungai di Pulau Sumatera dan Kalimantan (Sonavel *et al.*, 2020). Tingginya permintaan pasar dan nilai ekonominya menjadikan spesies ini sangat diminati, tidak hanya dalam negeri tetapi juga diminati pasar regional seperti Malaysia dan Brunei. Hal ini menjadikan ikan jelawat sebagai komoditas bernilai strategis, sehingga meningkatkan minat investasi dan pengembangan sektor perikanan.

Kendala utama dalam budidaya ikan, baik pada fase pembenihan maupun pembesaran adalah munculnya penyakit yang dipicu oleh kondisi kualitas air yang buruk dan penggunaan pakan ikan yang tidak berkualitas. Hakim dan Rizky (2020) melaporkan bahwa produksi ikan air tawar di Indonesia masih menghadapi berbagai hambatan, seperti penurunan kualitas air, kualitas pakan yang tidak berkualitas, dan menurunnya kesehatan ikan. Peningkatan output budidaya dapat dicapai melalui pemantauan lingkungan yang cermat, pengendalian mutu air, pemilihan benih unggul, serta penyediaan pakan berkualitas tinggi.

Pengelolaan kesehatan ikan dalam akuakultur semakin mendapatkan perhatian, terutama dalam upaya meningkatkan produktivitas dan kualitas ikan. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah penggunaan prebiotik yang dapat berkontribusi secara signifikan terhadap kesehatan ikan. Seperti yang dilakukan Dawood *et al.* (2015) menunjukkan bahwa prebiotik dapat dianggap sebagai suplemen makanan yang bermanfaat untuk meningkatkan aktivitas mikrobiota dalam saluran cerna ikan, meningkatkan enzim pencernaan, respons kekebalan tubuh dan meningkatkan ketahanan terhadap stress.

Penggunaan pektin sebagai prebiotik memiliki potensi untuk meningkatkan kesehatan ikan, terutama melalui pengaruhnya terhadap hematologi dan jumlah bakteri asam laktat. Pektin dapat ditemukan pada sayur-sayuran dan buah-buahan, seperti jeruk. Limbah yang dihasilkan dari buah jeruk termasuk ampas, kulit, dan biji saat ini belum dimanfaatkan secara maksimal. Kulit jeruk selain diolah menjadi manisan, juga dapat dilakukan ekstrak terhadap kandungan pektinnya, dengan persentase kandungan pektin sekitar 30% (Perina *et al.*, 2007). Pektin memiliki sifat larut dalam air, sehingga mampu mendukung pergerakan usus dan kesehatan saluran pencernaan. Hal ini dapat meningkatkan penyerapan nutrisi dan performa pertumbuhan ikan (Chen *et al.*, 2020).

Pektin yang berperan sebagai prebiotik, berpotensi meningkatkan kesehatan ikan melalui modulasi parameter hematologi dan proliferasi bakteri asam laktat.

Sumber pektin meliputi sayur dan buah, seperti jeruk. Limbah jeruk termasuk ampas, kulit, dan biji yang merupakan dari industri jus di Indonesia masih belum dimanfaatkan secara optimal. Kulit jeruk selain dapat diolah menjadi manisan, mengandung pektin sebesar 30 % (Perina *et al.*, 2007). Pektin dapat larut dalam air, sehingga dapat memperbaiki motilitas usus serta kesehatan saluran pencernaan, yang pada akhirnya meningkatkan penyerapan nutrisi dan performa pertumbuhan ikan (Chen *et al.*, 2020).

Kondisi Kesehatan ikan dapat diketahui melalui gambaran hematologinya. Parameter hematologi, seperti jumlah sel darah merah, sel darah putih, kadar hemoglobin, dan hematokrit memberikan wawasan penting tentang kondisi kesehatan dan respon fisiologis ikan terhadap lingkungan dan stress. Dawood dan Koshio (2016) menyebutkan bahwa suplementasi prebiotik berpengaruh pada jumlah sel darah. Aktivitas prebiotik mempengaruhi sistem imun bawaan melalui dua cara, yaitu merangsang sistem imun secara langsung dan meningkatkan pertumbuhan bakteri menguntungkan.

Kulit jeruk mengandung senyawa yang berfungsi sebagai substrat bagi pertumbuhan bakteri asam laktat dan berperan dalam proses pencernaan pada usus ikan. Bakteri asam laktat dapat mengaktifkan sistem imun ikan dengan meningkatkan produksi antibodi dan aktivitas sel-sel imunitas. Beberapa strain bakteri asam laktat (BAL) diketahui mampu melindungi ikan dari patogen usus melalui produksi senyawa antimikroba, seperti asam organik, hidrogen peroksida, bakteriosin, dan karbon peroksida (Ringø *et al.*, 2020).

Penelitian pemanfaatan pektin dari kulit jeruk sudah pernah dilakukan, menurut Li *et al.* (2021) pektin dari kulit jeruk juga mengandung antioksidan dan nutrisi tambahan yang bermanfaat bagi kesehatan ikan, mendukung sistem kekebalan tubuh dan kesehatan ikan secara keseluruhan. Prebiotik yang digunakan berasal dari produk samping pertanian, seperti kulit jeruk telah terbukti menjanjikan (Ho *et al.*, 2017). Hal ini diperkuat Duggal *et al.* (2024) bahwa pektin dari kulit jeruk mandarin dapat mencapai 18,57–30,59%. Namun, sampai saat ini belum ada penelitian tentang pengaruh penambahan pektin dari kulit jeruk mandarin terhadap gambaran hematologi dan jumlah bakteri asam laktat dalam usus ikan jelawat. Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini, diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai mekanisme kerja pektin dari kulit jeruk mandarin terhadap kondisi Kesehatan ikan jelawat dan mikrobiota di ususnya.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus hingga Desember 2024 meliputi beberapa tempat di Universitas Mulawarman, yakni: Laboratorium Kimia Organik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam sebagai tempat ekstraksi pektin; Laboratorium Nutrisi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan sebagai tempat persiapan pakan uji beserta pemeliharaan; Laboratorium Biologi,

Pusat Penelitian Lingkungan Hidup dan Sumber Daya Alam sebagai tempat pengujian parameter hematologi dan jumlah bakteri asam laktat; dan Laboratorium Sistem dan Teknologi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan sebagai tempat pengujian kualitas air.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah oven, blender, grinder, ayakan, timbangan analitik dan digital, bak plastik, aerator, alat reflux, gelas ukur, gelas beker, Erlenmeyer, labu leher 3, pompa vakum, pompa air, alat mengukur hemoglobin, alat mengukur hematokrit, alat mengukur eritrosit dan leukosit, alat mengukur differensial leukosit, alat perhitungan bakteri asam laktat dan alat mengukur kualitas air. Sementara bahan yang digunakan adalah ikan jelawat, kulit jeruk mandarin, pektin, air, HCL, etanol, larutan antikoagulan, Turk's, Hayem, metanol, aquades, giemsa, MRSA, tepung ikan, tepung kedelai, selulosa, tepung dedak, minyak jagung, vitamin mineral mix, coline chloride, CMC.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan yang masing-masing diulang 3 kali. Pada tiap perlakuan diberi pakan yang telah ditambahkan pektin dari kulit jeruk dengan dosis pektin sebesar 0 g/kg pakan (P0), 5 g/kg pakan (P1), 10 g/kg pakan (P2) dan 15 g/kg pakan (P3).

Prosedur Penelitian

1. Persiapan pektin

Pektin yang digunakan berasal dari kulit jeruk mandarin dengan modifikasi dari penelitian Latupeirissa *et al.* (2019); Maulida *et al.* (2023). Kulit jeruk mandarin yang telah kering dihaluskan menggunakan blender, kemudian diayak untuk memisahkan partikel yang halus dan kasar. Tepung kulit jeruk yang halus dimasukkan ke dalam labu leher tiga sebanyak 50 g campurkan dengan aquades 375 mL kemudian dihomogenkan di atas hot plate. Larutan HCl 0,1 N ditambahkan sebanyak 275 mL hingga pH mencapai 2. Larutan tersebut kemudian direfluks dengan suhu 80°C selama 90 menit, selanjutnya dinginkan pada suhu ruang. Hasil campuran yang telah didinginkan disaring menggunakan kain serbet untuk memisahkan residu dan filtrat. Filtrat yang didapatkan dimasukkan ke dalam gelas beker lalu dipanaskan kembali di hot plate hingga volume filtrat menjadi setengahnya dan didinginkan hingga mencapai suhu ruang. Filtrat yang sudah dingin ditambahkan HCl pekat sebanyak 2 mL per liter etanol dengan perbandingan (1:1,5), lalu diaduk hingga homogen. Filtrat tersebut diendapkan selama 17 jam hingga membentuk gel. Gel pektin yang terbentuk disaring dengan menggunakan pompa vakum selama ±15–30 menit untuk memisahkan gel pektin dengan larutan etanol dan HCl pekat hasil pengendapan, kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven

bersuhu 40°C selama ± 8 jam. Gel pektin yang telah kering dihaluskan dengan grinder dan disaring dengan ayakan, kemudian disimpan di dalam wadah tertutup.

2. Pembuatan pakan uji

Semua bahan dicampur dari jumlah bahan yang dosisnya paling sedikit hingga seluruhnya tercampur rata seperti vitamin mineral mix, CMC, minyak ikan, minyak jagung dan pektin. Pektin ditambahkan sesuai dengan dosis yang telah ditentukan sesuai dengan komposisi bahan setiap perlakuan. Bahan kering dimasukkan seperti tepung ikan, tepung kedelai, tepung dedak dan filler. Air ditambahkan sebanyak 25–35% dari total bahan formulasi dan diaduk hingga tercampur. Pelet dikeringkan lalu dimasukkan ke dalam toples dan diberikan kode sesuai perlakuan.

3. Pemeliharaan ikan

Wadah pemeliharaan ikan dicuci terlebih dahulu menggunakan sabun, dibilas hingga bersih dan dikeringkan sebelum ditempatkan sesuai tata letak perlakuan. Air sebanyak 40 L disiapkan dan diaerasi sebelum digunakan. Ikan diadaptasikan selama 7 hari dan diberi pakan buatan, lalu masing-masing 10 ekor ikan dimasukkan ke dalam wadah pemeliharaan. Berat dan panjang ikan diukur sebelum dimasukkan ke dalam wadah. Ikan jelawat ditebar pada wadah sebanyak 10 ekor tiap wadah. Ikan jelawat dipelihara selama 30 hari dengan pemberian pakan sesuai perlakuan sebanyak 2 kali sehari secara *at satiation*. Pergantian air dan penyiponan dilakukan apabila air pada akuarium terlihat keruh dan kotor.

Populasi dan Sampel

Populasi dari penelitian ini adalah ikan jelawat yang berukuran 9-10 cm sebanyak 120 ekor dan dibagi ke dalam wadah masing-masing ulangan 10 ekor. Sampel yang diambil meliputi awal dan akhir penelitian dengan pengambilan meliputi darah ikan dan usus ikan.

Pengumpulan Data

1. Kadar Hemoglobin

Pengukuran kadar hemoglobin mengacu pada Wedemeyer dan Yasutake (1977). Tabung haemometer sahli diisi dengan larutan HCl 0,1 N hingga mencapai angka 10. Tabung ini ditempatkan diantara 2 tabung dengan warna standar. Darah ikan diambil menggunakan pipet sahli sebanyak 0,02 mL. Bagian dari ujung pipet dibersihkan dan darah dimasukkan ke dalam tabung haemometer sahli. Tabung tersebut kemudian didiamkan selama 3 menit. Akuades ditambahkan menggunakan pipet tetes secara perlahan dan dihomogenkan dengan gelas pengaduk sampai warnanya sama dengan warna standar. Kadar hemoglobin dinyatakan dalam g/dL.

2. Kadar Hematokrit

Perhitungan kadar hematokrit menggunakan modifikasi dari metode Wintrobe (2010), tabung kapiler dicentrifuge selama 5 menit dengan kecepatan 12.000 rpm (rotasi per menit).

$$\text{Kadar Hct} = \frac{\text{bagian yang berwarna merah (cm)}}{\text{seluruh bagian isi tabung (cm)}} \times 100\%$$

3. Total Eritrosit

Metode perhitungan total eritrosit mengacu pada metode Blaxhall dan Daisley (1973).

$$\text{Jumlah Eritrosit} = \text{jumlah sel eritrosit terhitung} \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$$

4. Total Leukosit

Metode perhitungan total leukosit mengacu pada metode Blaxhall dan Daisley (1973).

$$\text{Jumlah Leukosit} = \text{jumlah sel leukosit terhitung} \times 50 \text{ sel/mm}^3$$

5. Differensial Leukosit

Diferensial leukosit diperiksa dengan menggunakan metode Blaxhall dan Daisley (1973).

$$\begin{aligned} (\%) \text{Limfosit} &= \frac{\text{komponen sel limfosit}}{\text{total leukosit}} \times 100\% \\ (\%) \text{Monosit} &= \frac{\text{komponen sel monosit}}{\text{total leukosit}} \times 100\% \\ (\%) \text{Neutrofil} &= \frac{\text{komponen sel neutrofil}}{\text{total leukosit}} \times 100\% \end{aligned}$$

6. Jumlah bakteri asam laktat

Perhitungan bakteri asam laktat dengan modifikasi dari penelitian Bukhari *et al.* (2020). Ikan dibelah pada bagian perut untuk diambil usus ikan sebanyak 1 g dan dibilas menggunakan akuades. Selanjutnya, 1 mL akuades ditambahkan ke sampel usus dan digerus menggunakan lumpang mortar. Hasil dari gerusan dipindahkan ke dalam tabung steril yang berisi 9 mL akuades lalu dihomogenkan. Proses pengenceran berseri dilakukan secara bertahap dimulai dari 10^{-1} hingga 10^{-3} . Pengenceran dilakukan dengan mengambil 1 mL suspensi dan menambahkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 mL akuades. Proses ini diulang hingga seri pengenceran sampai 10^{-3} .

$$\text{Jumlah bakteri (\%)} = \text{jumlah koloni} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}}$$

7. Kualitas air

Pengukuran kualitas air seperti pH menggunakan pH meter dan oksigen terlarut menggunakan DO meter seminggu sekali, amoniak dilakukan hari ke-0 dan ke-30 secara komposit, sedangkan suhu dilakukan setiap hari menggunakan termometer pada pagi dan sore.

Analisis Data

Data dari hasil penelitian seperti kadar hemoglobin, kadar hematokrit, total eritrosit, total leukosit, dan jumlah bakteri asam laktat diuji dulu homogenitasnya dengan menggunakan uji *Levene* lalu dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dengan tingkat kepercayaan 95%. Hasil yang memberikan pengaruh nyata diuji lanjut menggunakan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada tingkat kepercayaan 95% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan yang digunakan. Parameter kualitas air disajikan secara deksriptif dalam bentuk tabel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Hematologi

Hasil pengamatan parameter hematologi terbagi menjadi beberapa bagian yaitu: kadar hemoglobin, kadar hematokrit, total eritrosit, total leukosit dan diferensial leukosit. Hasil pengamatan parameter hematologi ikan jelawat yang dipelihara selama 30 hari dilakukan pengamatan pada hari ke-0 dan 30 tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil penelitian parameter hematologi

Perlakuan	Hari ke-	Rata-rata						
		HB (g/dL)	HCT (%)	TE (x10 ⁶ sel/mm ³)	TL (x10 ⁴ sel/mm ³)	LIM (%)	MON (%)	NEU (%)
P0	0	2,00	17,65	1,34	1,97	80,36	7,14	3,57
	30	4,00 ^a	25,55 ^a	2,24 ^a	2,66 ^a	87,48 ^{bc}	8,67 ^b	3,85 ^a
P1	0	3,00	20,48	1,98	2,23	75,00	9,62	3,85
	30	8,33 ^b	45,07 ^b	3,05 ^b	3,19 ^a	84,35 ^a	10,32 ^b	5,32 ^b
P2	0	3,00	23,46	1,71	2,30	84,29	10,00	5,71
	30	6,67 ^b	45,01 ^b	2,90 ^b	3,01 ^a	85,67 ^{ab}	9,78 ^b	4,54 ^{ab}
P3	0	3,00	19,05	1,60	2,10	84,48	8,62	5,17
	30	6,00 ^{ab}	38,29 ^b	2,58 ^b	2,71 ^a	89,27 ^c	6,01 ^a	4,72 ^{ab}

Kadar hemoglobin pada ikan jelawat yang dipelihara menggunakan pakan dengan penambahan beberapa dosis pektin yang dianalisis sidik ragam (ANOVA) memberikan pengaruh yang nyata pada hari ke-30 ($P < 0,05$) dan disajikan pada Tabel 1. Kadar hemoglobin tertinggi ditunjukkan pada perlakuan pakan dengan penambahan pektin 5g/kg (P1) sebesar 8,33 g/dL, diikuti perlakuan pakan dengan penambahan pektin 10g/kg (P2) sebesar 6,67g/dL, perlakuan pakan dengan

penambahan pektin 15 g/kg (P3) sebesar 6,00 g/dL, dan kadar hemoglobin terendah terdapat pada perlakuan pakan tanpa penambahan pektin (P0) sebesar 4,00 g/dL. Yuni *et al.* (2019) melaporkan bahwa kadar hemoglobin ikan jelawat berada pada kisaran $5,40 \pm 1,04$ g/dL. Hal ini diduga kenaikan kadar hemoglobin disebabkan oleh adanya kandungan pektin yang digunakan dalam pakan. Selain itu, peningkatan kadar hemoglobin dalam darah mampu mempercepat distribusi nutrisi dan oksigen ke seluruh jaringan tubuh, sehingga dapat mendukung kelangsungan hidup serta pertumbuhan ikan (Muntasiroh, 2020). Jiang *et al.* (2016) melaporkan bahwa pektin berkontribusi pada morfologi usus yang mampu meningkatkan kemampuan penyerapan nutrisi. Hal serupa diungkapkan Hoseinifar *et al.* (2016) yang menunjukkan bahwa pektin dapat meningkatkan nafsu makan pada ikan.

Penambahan dosis pektin kulit jeruk mandarin berbeda pada pakan yang dianalisis sidik ragam (ANOVA) memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar hematokrit pada ikan jelawat pada hari ke-30 ($P < 0,05$) dan disajikan pada Tabel 1. Kadar hematokrit pada ikan jelawat setelah 30 hari, nilai tertinggi ditunjukkan pada perlakuan pakan dengan penambahan pektin 5g/kg (P1) sebesar 45,07%, diikuti perlakuan pakan dengan penambahan pektin 10g/kg (P2) sebesar 45,01%, perlakuan pakan dengan penambahan pektin 15 g/kg (P3) sebesar 38,29%, dan kadar hematokrit terendah terdapat pada perlakuan pakan tanpa penambahan pektin (P0) sebesar 25,55%. Penyerapan nutrisi yang diserap dengan baik dari pakan, berkat dukungan pektin terhadap mikrobiota usus dalam mempercepat produksi sel darah merah, sehingga meningkatkan kadar hematokrit. Hal ini sejalan dengan Gómez *et al.* (2016) yang menunjukkan bahwa pektin memberikan efek positif pada morfologi usus dan memperluas area penyerapan nutrisi. Selain itu, pemberian pakan yang mengandung pektin pada ikan nila menunjukkan peningkatan aktivitas dan enzimatis antioksidan ketahanan terhadap stress oksidatif pada ikan nila (Vicente *et al.*, 2018 dalam Hosseini *et al.*, 2020).

Dosis pektin kulit jeruk mandarin berbeda pada pakan yang dianalisis sidik ragam (ANOVA) memberikan pengaruh yang nyata terhadap total eritrosit pada ikan jelawat hari ke-30 ($P < 0,05$) dan disajikan pada Tabel 1. Nilai total eritrosit tertinggi ditunjukkan pada perlakuan pakan dengan penambahan pektin 5g/kg (P1) sebesar $3,05 \times 10^6$ sel/mm³, diikuti perlakuan pakan dengan penambahan pektin 10g/kg (P2) sebesar $2,90 \times 10^6$ sel/mm³, perlakuan pakan dengan penambahan pektin 15 g/kg (P3) sebesar $2,58 \times 10^6$ sel/mm³, dan total eritrosit terendah terdapat pada perlakuan pakan tanpa penambahan pektin (P0) sebesar $2,24 \times 10^6$ sel/mm³. Yuni *et al.* (2019) melaporkan total eritrosit ikan jelawat berada pada kisaran $9,28 \pm 1,38 \times 10^5$ sel/mm³. Nilai total eritrosit selama penelitian lebih tinggi diduga pada pemeliharaan ikan jelawat diberi pakan menggunakan kandungan pektin. Salem *et al.* (2019) melaporkan bahwa pemberian pektin dalam pakan pada ikan air tawar meningkatkan asimilasi nutrisi. Pektin sebagai serat larut dapat mendukung kesehatan usus ikan, meningkatkan penyerapan nutrisi penting seperti zat besi yang diperlukan untuk produksi eritrosit. Temuan ini sejalan dengan Ismaini *et al.* (2022)

yang menegaskan bahwa peran zat besi dalam proses oksidasi-reduksi seluler yang mendasari pembentukan eritrosit.

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa ikan jelawat yang dipelihara dengan dosis pakan yang ditambahkan pektin dari kulit jeruk mandarin tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap total leukosit pada ikan jelawat hari ke-30 ($P>0,05$) dan disajikan pada Tabel 1. Total leukosit tertinggi ditunjukkan pada perlakuan pakan dengan penambahan pektin 5g/kg (P1) sebesar $3,19 \times 10^4$ sel/mm³, diikuti pada perlakuan pakan dengan penambahan pektin 10g/kg (P2) sebesar $3,01 \times 10^4$ sel/mm³, perlakuan pakan dengan penambahan pektin 15 g/kg (P3) sebesar $2,71 \times 10^4$ sel/mm³ dan total leukosit terendah ditunjukkan pada perlakuan pakan tanpa penambahan pektin (P0) sebesar $2,66 \times 10^4$ sel/mm³. Peningkatan jumlah sel darah putih memperbesar proporsi neutrofil, monosit, dan limfosit yang tinggi, yang mengindikasikan aktivasi respons kekebalan bawaan utama pada ikan terhadap patogen (Harikrishnan, 2020). Van Doan *et al.* (2019) melaporkan bahwa suplementasi pektin dari kulit jeruk meningkatkan respon imun bawaan, ketahanan penyakit dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dibudidayakan dalam sistem bioflok. Lebih lanjut Van Doan *et al.* (2018) menyatakan bahwa senyawa bioaktif dari pektin dapat merangsang sistem kekebalan tubuh ikan, memperbaiki status kesehatan ikan, meningkatkan efisiensi pakan, dan meningkatkan laju pertumbuhan pada ikan.

Pemberian dosis pektin berbeda pada pakan yang dianalisis sidik ragam (ANOVA) memberikan pengaruh nyata terhadap persentase limfosit ikan jelawat pemeliharaan hari ke-30 ($P<0,05$) dan disajikan pada Tabel 1. Persentase limfosit tertinggi ditunjukkan pada perlakuan pakan dengan penambahan pektin 15 g/kg (P3) memiliki nilai tertinggi sebesar 89,27%, diikuti perlakuan pakan tanpa penambahan pektin (P0) sebesar 87,48%, perlakuan pakan dengan penambahan pektin 10g/kg (P2) sebesar 85,67%, dan nilai terendah ditunjukkan perlakuan pakan dengan penambahan pektin 5g/kg (P1) sebesar 84,35%. Van Doan *et al.* (2018) melaporkan bahwa pektin mengandung senyawa bioaktif yang mampu merangsang sistem kekebalan tubuh, sehingga dapat meningkatkan respon imun. Hal ini diperkuat Ginting *et al.* (2021) bahwa peningkatan persentase limfosit merupakan indikator keberhasilan sistem imunitas non spesifik.

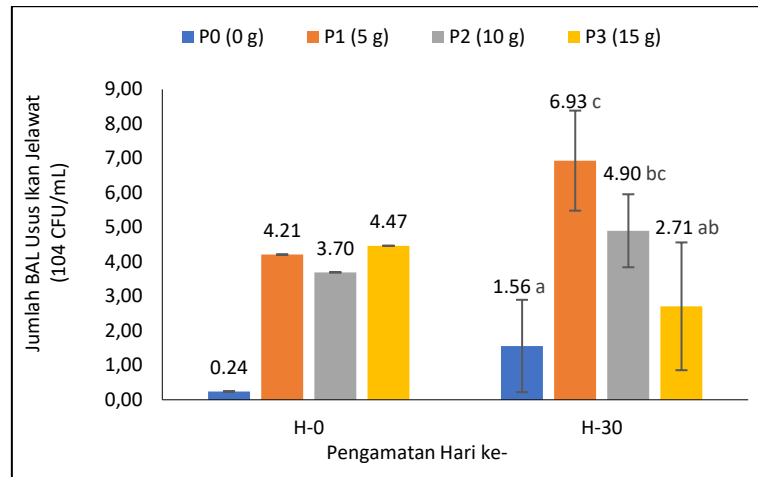
Penambahan dosis pektin kulit jeruk mandarin berbeda pada pakan yang dianalisis sidik ragam (ANOVA) memberikan pengaruh nyata terhadap persentase monosit ikan jelawat hari ke-30 ($P<0,05$) dan disajikan pada Tabel 1. Persentase monosit tertinggi ditunjukkan perlakuan pakan dengan penambahan pektin 5g/kg (P1) sebesar 10,32%, diikuti perlakuan pakan dengan penambahan pektin 10g/kg (P2) sebesar 9,78%, perlakuan pakan tanpa penambahan pektin (P0) dengan nilai 8,67%, dan persentase terendah ditunjukkan perlakuan pakan dengan penambahan pektin 15 g/kg (P3) sebesar 6,01%. Penurunan persentase monosit pada perlakuan pakan dengan penambahan pektin 10g/kg (P2) dan pektin 15 g/kg (P3) diduga karena rendahnya aktivitas monosit sebagai fagosit. Hal ini sejalan dengan Rahma

et al. (2015) yang melaporkan bahwa fungsi monosit yaitu sebagai makrofag dan tidak terjadinya peningkatan aktivitas fagositosis apabila tidak ada infeksi yang masuk ke dalam tubuh. Peningkatan persentase monosit dalam penelitian ini dikaitkan dengan kemampuan pektin untuk memperkuat proses fagositosis. Van Doan *et al.* (2018) menyatakan bahwa pektin dari kulit jeruk secara signifikan dapat merangsang respon imun non-spesifik serta meningkatkan imunitas terhadap penyakit ikan nila.

Persentase neutrofil ikan jelawat yang diberikan pakan dengan penambahan pektin dari kulit jeruk mandarin setelah dianalisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan hasil berpengaruh nyata ($P < 0,05$), serta disajikan pada Tabel 1. Persentase neutrofil tertinggi ditunjukkan pada perlakuan pakan dengan penambahan pektin 5g/kg (P1) sebesar 5,32%, diikuti perlakuan pakan dengan penambahan pektin 10g/kg (P2) sebesar 4,54%, perlakuan pakan dengan penambahan pektin 15 g/kg (P3) sebesar 4,72%, dan persentase neutrofil terendah ditunjukkan perlakuan pakan tanpa penambahan pektin (P0) sebesar 3,85%. Penurunan persentase neutrofil pada perlakuan pakan dengan penambahan pektin 10g/kg (P2) dan pektin 15 g/kg (P3) dapat dijelaskan melalui proses autolisis neutrofil setelah berhasil menekan infeksi mikroba atau partikel asing dalam tubuh ikan (Rustikawati, 2012). Sebaliknya, persentase neutrofil mengalami peningkatan pada perlakuan pakan tanpa penambahan pektin (P0) dan perlakuan pakan dengan penambahan pektin 5g/kg (P1) diduga sel neutrofil yang masih aktif dalam menekan infeksi dari mikroba. Pektin berpotensi memodulasi sistem kekebalan tubuh, sehingga meningkatkan jumlah neutrofil dalam tubuh ikan. Hal ini diperkuat pernyataan Utami (2013) bahwa neutrofil meningkat sebagai respon terhadap rangsangan imunologis sebagai respon adanya infeksi di dalam tubuh. Selain itu, Rajapaksha *et al.* (2020) melaporkan bahwa pektin memiliki efek signifikan dalam menyembuhkan luka dan menstimulasi sistem imun pada ikan zebra.

Jumlah Bakteri Asam Laktat (BAL)

Penggunaan pakan dengan dosis pektin kulit jeruk mandarin yang berbeda yang dianalisis sidik ragam (ANOVA) memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah bakteri asam laktat ikan jelawat hari ke-30 ($P < 0,05$). Jumlah bakteri asam laktat pada usus ikan jelawat pada hari ke-0 hingga hari ke-30 menunjukkan bahwa rata-rata jumlah bakteri asam laktat berkisar $0,24 \times 10^4 - 6,93 \times 10^4$ CFU/mL. Selama periode 30 hari, sebagian besar perlakuan pakan dengan penambahan pektin dari kulit jeruk mandarin mengalami peningkatan jumlah bakteri asam laktat. Jumlah bakteri asam laktat tertinggi ditunjukkan pada perlakuan pakan dengan penambahan pektin 5g/kg (P1) sebesar dengan nilai $6,93 \times 10^4$ CFU/mL. Jumlah bakteri asam laktat selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Jumlah bakteri asam laktat usus ikan jelawat selama penelitian

Pemanfaatan pektin pada pakan mampu mempengaruhi jumlah bakteri asam laktat pada usus ikan jelawat. Hal ini diduga karena pektin sebagai serat larut yang berperan sebagai prebiotik untuk mendukung pertumbuhan bakteri asam laktat di usus ikan jelawat. Ringø *et al.* (2014) menyatakan bahwa prebiotik tidak tercerna oleh ikan tetapi dapat dimetabolisme oleh mikrobiota usus, sehingga suplementasi prebiotik yang ditambahkan dalam pakan ikan dapat meningkatkan jumlah bakteri menguntungkan di saluran pencernaan ikan. Jiang *et al.* (2016) dalam Hosseini *et al.* (2020) melaporkan bahwa pektin mampu memperbaiki struktur usus yang berkontribusi pada penyerapan nutrisi yang lebih baik yang nanti akan meningkatkan pertumbuhan dan respon imun ikan. Peningkatan jumlah bakteri asam laktat dengan adanya suplementasi pektin diduga mampu meningkatkan respon imunitas ikan jelawat. Sementara itu, Cui *et al.* (2022) mengingatkan bahwa dosis yang digunakan untuk prebiotik harus berada pada level sedang, karena konsentrasi yang tinggi dapat berbahaya bagi ikan.

Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur selama 30 hari penelitian meliputi suhu, pH, DO dan amonia. Hasil pengukuran dari masing-masing parameter selama penelitian terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kisaran rata-rata nilai kualitas air selama penelitian

Parameter Kualitas Air			
Suhu (°C)	DO (mg/L)	pH	Amonia (mg/L)
27 – 29,9	5,7 – 6,7	5,54 – 6,34	0,035 – 0,156

Hasil pengukuran suhu pada pemeliharaan ikan jelawat selama 30 hari berada pada kisaran 27–29,9°C. Nilai suhu ini masih berada dalam kisaran yang optimal untuk pemeliharaan ikan jelawat. Menurut Darmayanti *et al.* (2018), ikan jelawat menunjukkan pertumbuhan secara optimal pada suhu 25–37°C. Suhu yang berada pada kisaran optimal berperan secara signifikan dalam meningkatkan proses

metabolisme ikan, sehingga dapat meningkatkan laju pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup ikan.

Konsentrasi oksigen terlarut selama pemeliharaan ikan jelawat berada pada kisaran 5,7–6,7 mg/L, yang masih berada dalam kisaran optimal bagi budidaya ikan jelawat. Sonavel *et al.* (2020) melaporkan bahwa nilai optimal oksigen terlarut untuk ikan jelawat berada pada kisaran 3,59–9,65 mg/L. Oksigen terlarut berperan penting dalam mendukung metabolisme, mendukung pertumbuhan dan kesehatan bagi ikan, sehingga ketersediaan oksigen terlarut yang memadai menjadi faktor penentu tingkat kelangsungan hidup ikan.

Nilai pH pada pemeliharaan ikan jelawat berada pada kisaran 5,54–6,34, yang masih berada pada kisaran normal. Menurut Rusliadi *et al.* (2015) menyatakan pH yang mendukung untuk kelangsungan hidup ikan jelawat berkisar antara 5,5–6. Mempertahankan pH yang tepat menjadi sangat penting dalam budidaya ikan jelawat untuk menstabilkan ekosistem perairan, sekaligus mendukung kesehatan dan pertumbuhan ikan jelawat.

Konsentrasi amonia terlarut pada pemeliharaan ikan jelawat berada pada kisaran 0,035 – 0,156 mg/L, yang masih berada dalam batas aman bagi ikan jelawat. Prihartono (2006) melaporkan bahwa nilai kritis konsentrasi amonia terlarut di lingkungan budidaya adalah 0,6 mg/L. Amonia dapat bersifat toksik bagi ikan di perairan, khususnya dalam bentuk NH_3 yang mudah diserap oleh tubuh ikan dan mengganggu proses metabolisme ikan (Wahyuningsih dan Gitarama, 2020).

KESIMPULAN

Penambahan pektin dari kulit jeruk mandarin sebesar 5 g/kg pakan memberi pengaruh yang nyata terhadap gambaran hematologi dan meningkatkan jumlah bakteri asam laktat dalam usus, sehingga mampu meningkatkan sistem imun ikan jelawat.

DAFTAR PUSTAKA

- Blaxhall, P.C., and Daisley, K.W. 1973. Routine Haematological Methods for Use with Fish Blood. *Journal of Fish Biology*, 5: 771-781.
- Bukhari, A., Sartini, dan Rahmiati. 2018. Isolasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Saluran Pencernaan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan Kemampuannya dalam Menghambat *Staphylococcus aureus* dan *Shigella* sp. *Jurnal Ilmiah Biologi UMA*, 2 (1): 23-31.
- Chen, J., Yang, L., and Zhang, Y. 2020. Impact of Pectin on Digestive Health and Growth Performance in Fish. *Fish Physiology and Biochemistry*, 46 (5): 1567-1580.
- Cui, X., Zhang, Q., Zhang, Q., Zhang, Y., Chen, H., Liu, G., and Zhu, L. 2022. Research Progress of the Gut Microbiome in Hybrid Fish. *Microorganisms*, 10 (891): 1-21.

- Darmayanti, E., Raharjo, I., dan Farida. 2018. Sistem Resirkulasi Menggunakan Kombinasi Filter yang Berbeda terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Jelawat (*Leptobarbus hoevenii*, Blkr). *Jurnal Ruaya*, 6 (2): 2541-3155.
- Dawood, M.A., Koshio, S., Ishikawa, M., and Yokoyama, S. 2015. Interaction Effects of Dietary Supplementation of Heat-Killed *Lactobacillus plantarum* and β -glucan on Growth Performance, Digestibility and Immune Response of Juvenile Red Sea Bream, *Pagrus major*. *Fish & Shellfish Immunology*. 45 (1): 33-42.
- Dawood, M.A., and Koshio, S. 2016. Recent Advances in the Role of Probiotics and Prebiotics in Carp Aquaculture: A Review. *Aquaculture*, 454: 243-251.
- Duggal, M., Singh, D.P., Singh, S., Khubber, S., Garg, M., and Krishania, M. 2024. Microwave-Assisted Acid Extraction of High-Methoxyl Kinnow (*Citrus reticulata*) Peels Pectin: Process, Techno-Functionality, Characterization and Life Cycle Assessment. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, 9:100-213.
- Ginting, K.D., Riauaty, M., dan Syawal, H. 2021. Diferensiasi Leukosit Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang Diberi Pakan Mengandung Kunyit (*Curcuma domestica*, Val.) dan Diinfeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 9 (2): 116-125.
- Gómez, B., Gullón, B., Yáñez, R., Schols, H., and Alonso, J.L. 2016. Prebiotic Potential of Pectins and Pectic Oligosaccharides Derived from Lemon Peel Wastes and Sugar Beet Pulp: A Comparative Evaluation. *Journal of Functional Foods*, 20: 108-121.
- Hakim, Z., dan Rizky, R. 2020. Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ikan Mas Menggunakan Metode Certainty Factor di UPT Balai Budidaya Ikan Air Tawar dan Hias Kabupaten Pandeglang Banten. *Jurnal Teknik Informasi Unis*. 7(2): 164–169.
- Harikrishnan, R., Thamizharasan, S., Devi, G., Van Doan, H., Kumar, T.T.A., Hoseinifar, S.H., and Balasundaram, C. 2020. Dried Lemon Peel Enriched Diet Improves Antioxidant Activity, Immune Response and Modulates Immuno-Antioxidant Genes in *Labeo rohita* Against *Aeromonas sorbia*. *Fish Shellfish Immunology*, 106: 675-684.
- Hoseinifar, S.H., Ringø, E., Masouleh, A.S., and Esteban, M.Á. 2016. Probiotic, Prebiotic and Synbiotic Supplements in Sturgeon Aquaculture: A Review. *Reviews in Aquaculture*, 8: 89-102.
- Hosseini, S.M., Hoseinifar, S.H., Mazandarani, M., Paknejad, H., Van Doan, H., and El-Haroun, E.R. 2020. The Potential Benefits of Orange Peels Derived Pectin on Serum and Skin Mucus Immune Parameters, Antioxidant Defence and Growth Performance in Common Carp (*Cyprinus carpio*). *Fish Shellfish Immunology*, 103:17-22.
- Ho, Y.Y., Lin, C.M., and Wu, M.C. 2017. Evaluation of The Prebiotic Effects of Citrus Pectin Hydrolysate. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25 (3): 550-558.

- Ismaini, N., Lumbessy, S. Y., dan Lestari, D. P. 2022. Profil Darah Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Pemberian Pakan dengan Fortifikasi Tepung Rumput Laut *Eucheuma cottonii*. *Intek Akuakultur*, 6 (2) :179-194.
- Jiang T., Gao, X., Wu, C., Tian, F., Lei, Q., and Bi, J. 2016. Apple-Derived Pectin Modulates Gut Microbiota, Improves Gut Barrier Function, and Attenuates Metabolic Endotoxemia in Rats with Diet-Induced Obesity. *Nutrients*, 8 (3): 126.
- Latupeirissa, J., Fransina, E. G., dan Tanasale, M. F. 2019. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin Kulit Jeruk Manis Kisar (*Citrus* sp.). *Indonesian Journal of Chemical Research*, 7 (1): 61-68.
- Li, Y., Huang, H., and Xu, S. 2021. Nutritional Benefits of Orange Peel Pectin in Aquaculture. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69 (12): 3412-3420.
- Maulida, F.E.N., Alimuddin, A., dan Erwin, E. 2023. Extraction and Characterization of Pectin from Lemon Lime Peel Waste (*Citrus amblycarpa*). *Jurnal Kimia Mulawarman*, 20 (2): 56–63.
- Muntasiroh, S., Purbomartono, C., dan Mulia, D.S. 2020. Kombinasi Ekstrak Rumput Laut Cokelat (*Padina* sp.) dan Vitamin C Melalui Pakan terhadap Imun Non-Spesifik Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Sainteks*, 17 (1): 7-17.
- Perina, I., Satiriani, S., Soetaredjo, F. E., dan Hindarso, H. 2007. Ekstraksi Pektin dari Berbagai Macam Kulit Jeruk. *Widya Teknik*, 6 (1): 1-10.
- Prihartono, E.R. 2006. *Permasalahan Goerami dan Solusinya*. Penebar Swadaya. 82 hal.
- Rahma, F.W., Mahasri, G., dan Surmartiwi, L. 2015. Pengaruh Pemberian Ekstrak *Sargassum* sp. dengan Pelarut Metanol pada Pakan terhadap Jumlah Eritrosit dan Differensial Leukosit Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 7 (2): 213-218.
- Rajapaksha, D.C., Edirisinghe, S.L., Nikapitiya, C., Dananjaya, S.H.S., Kwun, H.J., Kim, C.H., and De Zoysa, M. 2020. *Spirulina maxima* Derived Pectin Nanoparticles Enhance The Immunomodulation, Stress Tolerance, and Wound Healing in Zebrafish. *Marine Drugs*, 18 (11): 556.
- Ringø, E., Dimitroglou, A., Hoseinifar, S.H., and Davies, S.J. 2014. Prebiotics in Finfish: An Update. *Aquaculture Nutrition: Gut Health, Probiotics and Prebiotics*: 360-400.
- Ringø, E., Van Doan, H., Lee, S.H., Soltani, M., Hoseinifar, S.H., Harikrishnan, R., and Song, S.K. 2020. Probiotics, Lactic Acid Bacteria and Bacilli: Interesting Supplementation for Aquaculture. *Journal of Applied Microbiology*, 129 (1): 116-136.
- Rusliadi, Putra. I., dan Syafriyandi. 2015. Pemeliharaan Benih Ikan Jelawat (*Leptobarbus hoevenii* Blkr) dengan Padat Tebar yang Berbeda pada Sistem Resirkulasi dan Akuaponik. *Berkala Perikan Terubuk*, 43 (2): 1–13.

- Rustikawati, I. 2012. Efektivitas Ekstrak *Sargassum* sp. terhadap Diferensiasi Leukosit Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Diinfeksi *Streptococcus iniae*. *Jurnal Akuatika*, 3 (2): 125-134.
- Salem, M.E.S., Abdel-Ghany, H.M., Sallam, A.E., El-Feky, M.M., and Almisherfi, H.M. 2019. Effects of Dietary Orange Peel on Growth Performance, Antioxidant Activity, Intestinal Microbiota and Liver Histology of Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) Larvae. *Aquaculture Nutrition*, 25: 1087–1097.
- Sonavel, N., Sapto D, dan Diantari, R. 2020. Pengaruh Tingkat Pemberian Pakan Buatan terhadap Performa Ikan Jelawat (*Leptobarbus hoevenii*). *Jurnal Sains Teknologi Akuakultur*, 3 (1): 52–65.
- Utami, D. T., Prayitno, S. B., Hastuti, S., dan Santika, A. 2013. Gambaran Parameter Hematologis pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Diberi Vaksin DNA *Streptococcus iniae* dengan Dosis yang Berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2 (4): 7-20.
- Van Doan. H., Hoseinifar, S.H., Elumalai, P., Tongsiri, S., Chitmanat, C., and Jaturasitha, S. 2018. Effects of Orange Peels Derived Pectin on Innate Immune Response, Disease Resistance and Growth Performance of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Cultured Under Indoor Biofloc System. *Fish & Shellfish Immunology*, 80: 56-62.
- Van Doan. H., Hoseinifar, S.H., Naraballohb, H., Jaturasitha, S., Tongsiri, S., Chitmanat, C., and Ringø, E. 2019. Dietary Inclusion of Orange Peels Derived Pectin and *Lactobacillus plantarum* for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Cultured Under Indoor Biofloc Systems. *Aquaculture*, 508: 98-105.
- Vicente. I.S., Fleuri, L.F., Carvalho, P.L., Guimaraes, M.G., Naliato, R.F., Müller, H.D.C., Sartori, M.M., Pezzato, L.E., and Barros, M.M. 2018. Orange Peel Fragment Improves Antioxidant Capacity and Haematological Profile of Nile Tilapia Subjected to Heat/Dissolved Oxygen-Induced Stress. *Aquaculture*, 50: 80–92.
- Wahyuningsih, S., dan A.M. Gitarama. 2020. Amonia pada Sistem Budidaya Ikan. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 5 (2): 112-125
- Wedemeyer, G.A., dan Yasutake, W.T. 1977. Clinical Methods for The Assessment of The Effects of Environmental Stress on Fish Health. *Department of the Interior, Fish and Wildlife Service*, 89: 1-17.
- Wintrobe, 2010. *Wintrobe's Clinical Hematology*, 10th ed. Vol. 2. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins. p1852.
- Yuni, K.P., Hasan, H., dan Prasetyo, E. 2019. Studi Hematologi Ikan Semah (*Tor douronensis*), Jelawat (*Leptobarbus hoeveni*), Tengadak (*Barbonymus schwanenfeldi*), Biawan (*Helostoma temmincki*), dan Botia (*Chromobotia macracanthus*). *Jurnal Ruaya*, 7 (1): 65-69