

Kinerja Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan pada Ikan Jelawat (*Leptobarbus hoevenii*) dengan Suplementasi Pektin Kulit Jeruk Mandarin (*Citrus reticulata*) dan *Lactobacillus plantarum*

Gerard Richard Desantos, Adi Susanto, *Agustina dan Komsanah Sukarti

Program Studi Akuakultur, Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman
Jl. Gunung Tabur No. 1. Kampus Gunung. Kelua Samarinda 76123, Indonesia

*e-mail korespondensi: agustina@fpik.unmul.ac.id

Abstract. This research was conducted to analyze and determine the best dose of pectin supplementation from orange peels (OPP) with *Lactobacillus plantarum* as a synbiotic in the diet for total length growth (TLG), absolute weight growth (AWG), specific growth rate (SGR), feed intake (FI), and feed utilization efficiency (FE). This research used an experimental method with a completely randomized design consisting of 4 treatments and 3 replicates. Each treatment was given a PKJ dose of 0 g/kg feed (P0), 5 g/kg¹ feed (P1), 10 g/kg feed (P2), and 15 g/kg feed (P3), and the addition of *L. plantarum* at a dose of 0.1 mL/g feed. Jelawat fish weighing 9-10 g were kept in container with 10 fish per container and fed to satiation with a frequency of twice a day for 30 days. The results showed that OPP + *L. plantarum* supplementation showed a significant effect on TLG, AWG, SGR, FI, and FE ($P < 0.05$). PKJ supplementation at a dose of 10 g/kg feed + 0.1 mL/g *L. plantarum* showed the best results with values of 2.21 cm (TLG), 5.07 g (AWG), 1.52% (SGR), 64.40 g (FI), and 78.72% (FE). Water quality is in the normal range, temperature 27–29.4 °C, pH 6.66–7.40, dissolved oxygen 6–7.2 mg/L and ammonia around 0.004–0.007 mg/L. Overall, the results showed that OPP + *L. plantarum* supplementation has the potential to improve growth and feed utilization in Hoven's Carp farming.

Keywords: feed efficiency, *Lactobacillus plantarum*, *Leptobarbus hoevenii*, mandarin orange, synbiotic

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan menentukan dosis terbaik melalui suplementasi pektin dari kulit jeruk (PKJ) dan *Lactobacillus plantarum* dalam pakan terhadap pertumbuhan panjang total (PPT), pertumbuhan berat mutlak (PBM), laju pertumbuhan spesifik (LPS), tingkat konsumsi pakan (TKP), dan efisiensi pemanfaatan pakan (EPP). Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan rancangan acak lengkap yang terdiri dari 4 perlakuan dan 3 ulangan. Masing-masing perlakuan diberikan dosis PKJ sebesar 0 g/kg pakan (P0), 5 g/kg pakan (P1), 10 g/kg pakan (P2), dan 15 g/kg pakan (P3), dan penambahan *L. plantarum* dengan dosis 0,1 mL/g pakan. Ikan jelawat dengan berat 9-10 g dipelihara sebanyak 10 ekor per bak kontainer dan diberi pakan secara *at satiation* dengan frekuensi 2 kali sehari selama 30 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi PKJ + *L. plantarum* menunjukkan pengaruh nyata terhadap PPT, PBM, LPS, TKP, dan EPP ($P < 0,05$). Suplementasi PKJ dengan dosis 10 g/kg pakan + 0,1 mL *L. plantarum* menunjukkan hasil terbaik dengan nilai 2,21 cm (PPT), 5,07 g (PBM), 1,52% (LPS), 64,40 g (TKP), dan 78,72% (EPP). Kualitas air berada pada kisaran normal, suhu 27–29,4 °C, pH 6,66–7,40, oksigen terlarut 6–7,2 mg/L dan amoniak sekitar 0,004–0,007 mg/L. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi PKJ + *L. plantarum* berpotensi untuk meningkatkan pertumbuhan dan pemanfaatan pakan pada budidaya ikan jelawat.

Kata Kunci: Efisiensi pakan, *Lactobacillus plantarum*, *Leptobarbus hoevenii*, jeruk mandarin, sinbiotik

PENDAHULUAN

Ikan jelawat (*Leptobarbus hoevenii*) merupakan ikan air tawar yang dapat ditemukan di perairan umum Indonesia. Menurut Prasetio *et al.* (2016), habitat ikan jelawat dapat ditemukan pada wilayah Kalimantan dan Sumatera. Ikan jelawat bahkan dapat ditemukan di beberapa wilayah Asia Tenggara yang meliputi Vietnam, Malaysia, Thailand, dan Kamboja (Cahyadi *et al.*, 2015). Nilai ekonomis yang tinggi dan banyak digemari masyarakat lokal maupun mancanegara menjadikan ikan jelawat memiliki potensi yang besar untuk dibudidayakan (Sonavel *et al.*, 2020).

Potensi budidaya yang besar pada ikan jelawat masih mengalami permasalahan dalam proses budidayanya. Menurut Susilo *et al.* (2022), salah satu permasalahan yang sering ditemukan dalam budidaya ikan jelawat yaitu nutrisi pakan yang kurang baik. Di sisi lain pertumbuhan ikan jelawat yang relatif lambat juga menjadi salah satu faktor permasalahan dalam proses budidayanya (Santoso *et al.*, 2018). Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan meningkatkan kualitas pakan dengan penambahan prebiotik dan probiotik dalam pakan.

Prebiotik merupakan bahan yang digunakan sebagai substrat hidup bakteri probiotik di dalam saluran pencernaan secara selektif sehingga menyebabkan perubahan baik komposisi maupun aktivitas mikroflora tertentu yang mampu meningkatkan daya cerna dan kesehatan inangnya (Roberfroid, 2007). Pektin menjadi salah satu

prebiotik alami yang dapat diperoleh dari limbah kulit buah-buahan, seperti apel, kiwi, pepaya, pisang, dan jeruk yang dapat digunakan sebagai sumber karbon berbiaya rendah untuk probiotik (Elshahed *et al.*, 2021). Pada penelitiannya, Duggal *et al.* (2024) menjelaskan bahwa kulit jeruk mandarin kinnow mengandung 18,57–30,59% pektin. Hasil temuan Van Doan *et al.* (2018) mengemukakan bahwa pemberian pektin dengan dosis 10 g/kg pakan memberikan hasil terbaik terhadap parameter pertumbuhan berat mutlak sebesar 14,49 g pada ikan nila selama 40 hari pemeliharaan.

Probiotik didefinisikan sebagai mikroorganisme hidup yang bermanfaat bagi inangnya dengan mengubah keseimbangan komunitas mikroba atau berinteraksi dengan inangnya untuk meningkatkan respons imun, perbaikan nutrisi, dan pemanfaatan pakan (Nayak, 2010). Di antara jenis probiotik, *Lactobacillus plantarum* merupakan jenis probiotik potensial dalam akuakultur (Van Doan *et al.*, 2019). Penelitian Van Doan *et al.* (2019) mengungkapkan bahwa pemberian *L. plantarum* pada ikan nila dengan dosis 10^8 CFU memberikan pengaruh nyata dan peningkatan terhadap parameter berat akhir sebesar 20,14 selama 30 hari pemeliharaan serta meningkatkan respons imun.

Penambahan pektin kulit jeruk sebagai prebiotik dan *L. plantarum* sebagai probiotik secara bersamaan pada ikan jelawat (*L. hoevenii*) belum dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini ingin mengkaji mengenai suplementasi pektin dari kulit jeruk mandarin dan *L. plantarum* terhadap kinerja pertumbuhan dan pemanfaatan pakan ikan jelawat.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 60 hari pada bulan Agustus – Oktober 2024 yang meliputi persiapan bahan, pemeliharaan, dan pengolahan data. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Organik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam sebagai tempat ekstraksi pektin dari kulit jeruk mandarin dan pemeliharaan ikan uji bertempat di Laboratorium Nutrisi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan saat proses ekstraksi pektin antara lain, ayakan, batang pengaduk, blender, gelas ukur, gelas beaker, hot plate, labu leher tiga, lumpang, pompa vakum, grinder, gunting, oven, pipet ukur, pH universal, termometer alkohol, timbangan digital, vortex mixer, dan wadah plastik. Adapun alat yang digunakan saat pemeliharaan ikan uji antara lain bak kontainer dengan ukuran 30 x 40 x 30 cm (12 buah), bak plastik sebagai wadah penampung air resirkulasi, paranet, media filter, pompa air, serok. Alat ukur kualitas air antara lain DO meter, pH meter, dan spektrofotometer.

Tabel 1. Formulasi pakan uji

Sumber Bahan Pakan	P0	P1	P2	P3
Tepung Ikan	21,50	21,50	21,50	21,50
Tepung Kedelai	25	25	25	25
Tepung Dedak	28	28	28	28
Minyak Ikan	2,8	2,8	2,8	2,8
Minyak Jagung	2,8	2,8	2,8	2,8
Vitamin dan Mineral Mix	3	3	3	3
Pektin	0	0,5	1	1,5
Coline Chlorida	2	2	2	2
CMC (Carboxymethyl Cellulose)	3	3	3	3
Filler	11,9	11,4	11,9	11,4
	100	100	100	100
Kadar Protein (%)	30,06	30,06	30,06	30,06
Kadar Lemak (%)	8,8	8,8	8,8	8,8
Kadar KH (%)	31,88	31,88	31,88	31,88
Energi (Kalori)	241,15	241,15	241,15	241,15
C/P (Calori/protein)	8,02	8,02	8,02	8,02

(Keterangan: Jumlah bahan baku dalam 100 g)

Bahan yang digunakan saat proses ekstraksi pektin antara lain Asam klorida (HCl) 37%, akuades 4 liter, es batu, etanol 96% sebanyak 3 liter, kertas saring 1 lembar, kulit jeruk mandarin 1 kg, benih ikan jelawat 9-10 g, air PDAM yang telah diaerasi dan diendapkan selama 7 hari. Serta bahan pakan berupa tepung ikan dengan kandungan protein 30,06% dengan campuran tepung dedak, tepung kedelai, tepung terigu, tepung dedak, minyak ikan, minyak jagung, vitamin dan mineral mix, pektin, coline clorida, CMC, filler (Tabel 1), deMann Rogosa Sharpe Broth (MRSB), isolat bakteri *Lactobacillus plantarum* dengan konsentrasi 10^8 CFU, dan putih telur.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif experimental dan rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini dijabarkan pada **Tabel 1**.

Tabel 2. Dosis pektin dan suspensi bakteri *Lactobacillus plantarum* (10^8 CFU/mL)

No.	Perlakuan	Pektin (g/kg pakan)	Suspensi <i>L. plantarum</i> (mL/g pakan)
1.	P0	0	0
2.	P1	5	0,1
3.	P2	10	0,1
4.	P3	15	0,1

Persiapan Wadah

Bak kontainer dicuci terlebih dahulu menggunakan sabun hingga bersih, kemudian bak kontainer dibilas dan dilap menggunakan kain bersih dan dibiarkan hingga kering selama \pm 24 jam. Bak kontainer lalu diisi air sebanyak 40 liter dan diaerasi selama 3 hari serta diberi label sesuai perlakuan.

Adaptasi Ikan

Bak penampungan diisi air dan diaerasi kemudian ikan dimasukkan ke dalam bak penampungan dan diberi pakan buatan yang telah ditambahkan pektin sebanyak 5 g. Pakan diberikan secara *ad satiation* sebanyak 2 kali sehari, ikan diadaptasikan selama 7 hari. Ikan dipelihara dengan sistem resirkulasi.

Persiapan *Lactobacillus plantarum*

Bakteri *L. plantarum* dikultur pada media MRSB kemudian diinkubasi pada suhu 36°C selama 24 jam. Sel bakteri yang tumbuh dipanen dengan cara disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. *L. plantarum* kemudian disuspensikan ke dalam larutan PBS sampai pada konsentrasi 10^8 CFU/mL

Persiapan Pektin Kulit Jeruk Mandarin (PKJ) dengan modifikasi dari penelitian (Latupeirissa *et al.*, 2019; Maulida *et al.*, 2023)

1. Persiapan Bahan Baku Pektin

Kulit jeruk mandarin dipotong hingga berukuran 2-4 cm dan dikeringkan di oven pada suhu 50°C selama \pm 15-30 menit. Kulit jeruk mandarin yang telah kering dihaluskan dengan menggunakan blender dan disaring untuk memisahkan tepung yang masih kasar dan halus. Kulit jeruk yang telah halus, lalu ditimbang sebanyak 50 g menggunakan timbangan analitik.

2. Ekstraksi Pektin

Serbuk kulit jeruk dimasukkan ke dalam labu leher tiga sebanyak 50 g, kemudian aquades sebanyak 375 mL ditambahkan dan dihomogenkan di atas hot plate. Selanjutnya larutan HCl 0,1 N ditambahkan sebanyak 275 mL dan ukur pH hingga mencapai 2 (pH diukur setelah 5 menit saat larutan HCl ditambahkan). Selanjutnya campuran kemudian dipanaskan dalam sistem tertutup (refluks) selama \pm 90 menit pada suhu 90°C . Hasil campuran yang telah dipanaskan kemudian didinginkan hingga mencapai suhu ruang dan disaring menggunakan kain serbet untuk memisahkan residu dan filtrat. Filtrat yang diperoleh dipanaskan kembali hingga volume filtrat menjadi setengahnya (50% dari volume total filtrat) dan didinginkan hingga mencapai suhu ruang.

3. Pengendapan dan Pencucian Pektin

Filtrat yang terbentuk dari hasil ekstraksi dimasukkan ke dalam gelas beker, lalu ditambahkan HCl pekat 37% sebanyak 2 mL per liter etanol dengan perbandingan (1:1,5), lalu diaduk hingga homogen. Filtrat lalu diendapkan selama 17 jam hingga membentuk gel. Gel pektin yang masih basah kemudian disaring menggunakan pompa vakum selama \pm 15-30 menit untuk memisahkan gel pektin dengan larutan etanol dan HCl pekat hasil pengendapan.

4. Pengeringan Pektin

Gel pektin yang sudah melalui penyaringan menggunakan pompa vakum, selanjutnya dikeringkan menggunakan oven pada suhu 40°C selama ±8 jam. Gel pektin yang telah kering kemudian dihaluskan dengan blender dan disaring dengan ayakan. Pektin kemudian disimpan dalam wadah kedap udara.

Pembuatan Pakan dan Pencampuran *Lactobacillus plantarum* pada pakan uji

Semua bahan baku pakan dicampur sesuai dengan perlakuan. Pencampuran bahan pakan dimulai dengan jumlah bahan pakan yang paling sedikit. Setelah semua bahan telah dicampur, air ditambahkan sebanyak 25–35% dari total bahan dan diaduk hingga merata, kemudian dilakukan pencetakan pelet. Setelah semua sudah dibentuk menjadi pelet, selanjutnya dilakukan pengeringan menggunakan oven hingga kering. Pakan yang telah kering selanjutnya disimpan pada wadah kedap udara.

Pakan uji disiapkan sebanyak 100 g setiap ulangan. Biakan *L. plantarum* sebanyak 10 mL kemudian ditambahkan dengan 2% putih telur. Campuran *L. plantarum* dan putih telur kemudian dihomogenkan dengan vortex mixer. Campuran kemudian disemprotkan sebanyak 0,1 mL/g pakan dan diaduk rata, lalu pakan disimpan dalam lemari pendingin untuk menjaga viabilitas bakteri sebelum digunakan.

Pemeliharaan Ikan

Ikan jelawat dipelihara selama 30 hari. Pemberian pakan dilakukan secara *at satiation* dengan frekuensi pemberian pakan sebanyak 2 kali pada pukul 08.00 untuk pakan dengan penambahan pektin kulit jeruk + *Lactobacillus plantarum* dan pukul 17.00 untuk pakan dengan penambahan pektin kulit jeruk. Pemberian pakan dilakukan selama 30 hari pemeliharaan. Pengambilan data pakan dilakukan pada awal penelitian (H0) dan akhir penelitian (H30). Penyiponan dilakukan 4 atau 6 hari sekali dengan mengganti 50% dari volume air total.

Analisis Pengumpulan Data

penelitian ini data utama terdiri dari 5 parameter, yaitu pertumbuhan panjang total, pertumbuhan berat mutlak, laju pertumbuhan spesifik, tingkat konsumsi pakan dan efisiensi pemanfaatan pakan serta kualitas air sebagai data penunjang.

Data Utama

1. Pertumbuhan Panjang Total

Menurut Effendie (1997) pertumbuhan panjang total dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\Delta L = L_t - L_o$$

Keterangan :

ΔL = Pertumbuhan panjang total (cm)

L_t = Panjang total rata-rata akhir (cm)

L_o = Panjang total rata-rata awal (cm)

2. Pertumbuhan Berat Mutlak

Menurut Hosseini *et al.* (2020) Pertumbuhan berat mutlak dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$W_m = W_t - W_o$$

Keterangan:

W_m = Pertumbuhan berat mutlak (g)

W_t = Berat ikan akhir penelitian (g)

W_o = Berat ikan awal penelitian (g)

3. Laju Pertumbuhan Spesifik

Menurut Hosseini *et al.* (2020) laju pertumbuhan spesifik dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{t} \times 100\%$$

Keterangan:

SGR : Specific Growth Rate (% /hari)

W_t : Berat ikan pada akhir penelitian (g)

W_o : Berat ikan pada awal penelitian (g)

t : Lama waktu penelitian (hari)

4. Tingkat Konsumsi Pakan

Menurut Pereira *et al.* (2007) menjelaskan bahwa tingkat konsumsi pakan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$TKP = F1 - F2$$

Keterangan :

TKP : Tingkat konsumsi pakan

F1 : Jumlah pakan awal (g)

F2 : Jumlah pakan akhir (g)

5. Efisiensi Pemanfaatan Pakan

Menurut NRC (2011) efisiensi pemanfaatan pakan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$EPP = \frac{Wt - Wo}{F} \times 100\%$$

EPP : Efisiensi pemanfaatan pakan (%)

Wt : Bobot total ikan uji pada akhir penelitian (g)

Wo : Bobot total ikan uji pada awal penelitian (g)

F : Jumlah pakan yang dikonsumsi selama penelitian (g)

Data Kualitas Air

Tabel 2. Parameter Kualitas Air

No	Parameter	Satuan	Pengukuran
1.	Oksigen Terlarut	mg/L	Seminggu sekali
2.	pH	-	Seminggu sekali
3.	Suhu	°C	Setiap hari
4.	Ammonia (NH ₃)	mg/L	Awal dan akhir penelitian

Analisis Data

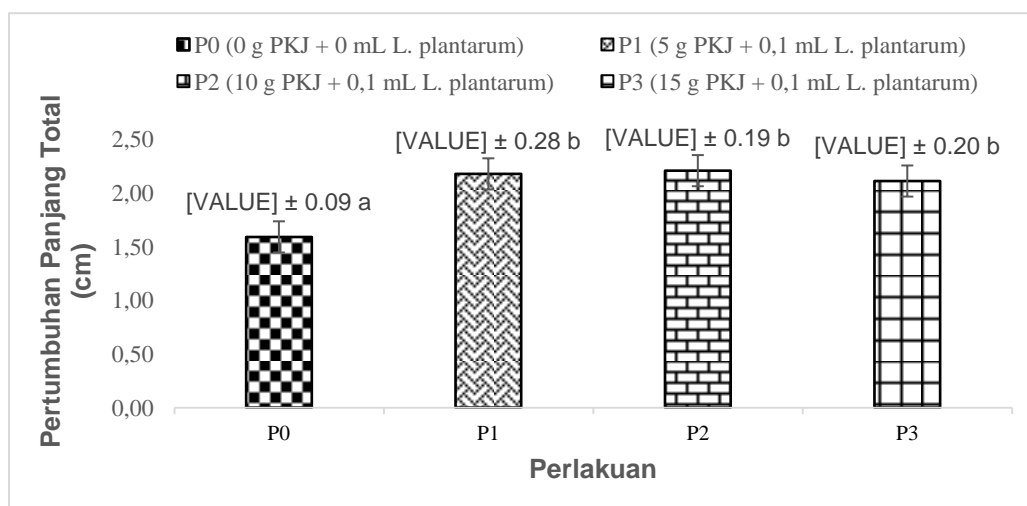
Data hasil penelitian yang meliputi pertumbuhan panjang total, pertumbuhan berat mutlak, laju pertumbuhan spesifik, efisiensi pemanfaatan pakan, dan tingkat konsumsi pakan diuji homogenitasnya dengan uji *Levene* lalu dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) dan di uji lanjut dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf kepercayaan 5%. Data kualitas air dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pertumbuhan Ikan Jelawat

a. Pertumbuhan Panjang Total (PPT)

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) pada **Gambar 1.** menunjukkan bahwa pemberian pektin kulit jeruk dan *Lactobacillus plantarum* terhadap pertumbuhan panjang total ikan jelawat memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$). Perlakuan dua (P2) menjadi perlakuan dengan pertumbuhan panjang total tertinggi yaitu 2,21 cm, diikuti P1 2,18 cm, P3 sebesar 2,11 cm, dan P0 (kontrol) 1,59 cm. Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa P1, P2, dan P3 tidak berbeda nyata antar perlakuan tetapi berbeda nyata dengan P0.

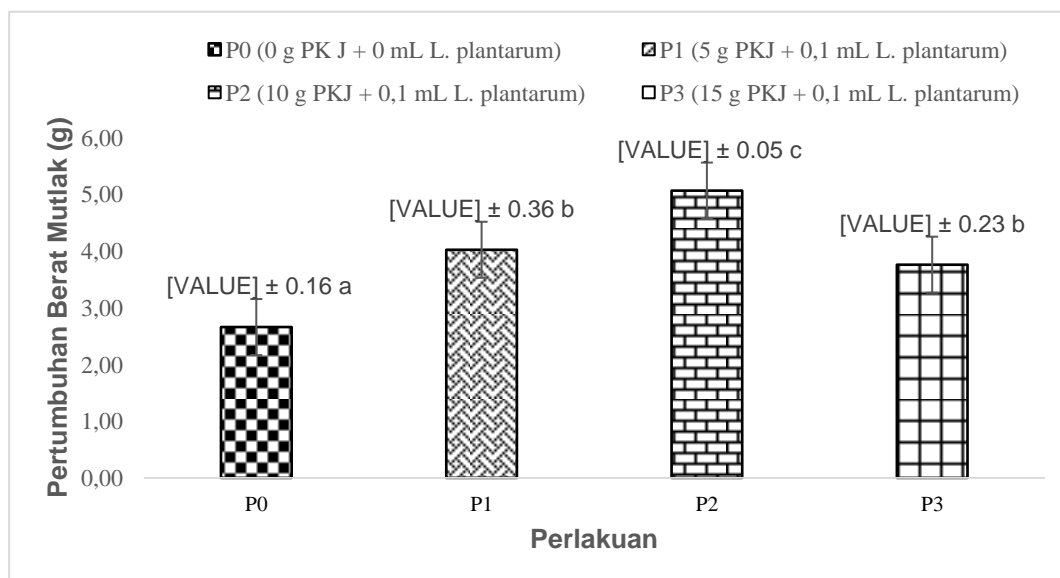


Gambar 1. Pertumbuhan Panjang Total Ikan Jelawat Selama 30 Hari Pemeliharaan

Penelitian ini menunjukkan terjadinya peningkatan pertumbuhan panjang total tertinggi pada P2 menunjukkan bahwa dosis tersebut mampu dimanfaatkan lebih baik melalui pakan sebagai sumber energi. Sejalan dengan hasil yang didapat, temuan Van Doan *et al.* (2019) menyatakan bahwa pemberian pemberian dosis (10 g/kg PKJ + 10^8 CFU/g *L. plantarum*) dalam pakan menunjukkan hasil yang signifikan terhadap pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) selama 30 hari pemeliharaan. Hal tersebut berkaitan dengan peran pektin yang mampu meningkatkan morfologi usus, yang pada akhirnya memperluas area penyerapan nutrisi (Gómez *et al.*, 2016). Perbaikan dan perluasan area pencernaan tentunya akan berdampak pada peningkatan kinerja pertumbuhan ikan. Sejalan dengan pemberian pektin yang mampu meningkatkan luas area pencernaan dan kinerja ikan, pemberian *L. plantarum* dalam pakan ikan juga menunjukkan hasil positif pada panjang total ikan. Mengutip pernyataan tersebut, penelitian yang dilakukan oleh Enferadi *et al.* (2018) bahwa pemberian *Lactobacillus plantarum* dalam pakan ikan memberikan hasil yang signifikan terhadap pertambahan panjang total ikan trout pelangi (*Oncorhynchus mykiss*).

b. Pertumbuhan Berat Mutlak (PBM)

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) pada **Gambar 2.** menunjukkan bahwa pemberian pektin kulit jeruk dan *Lactobacillus plantarum* terhadap pertumbuhan berat mutlak ikan jelawat memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$). Perlakuan dua (P2) menjadi perlakuan dengan pertumbuhan berat mutlak tertinggi yaitu 5,07 gcm, diikuti P1 4,02 g, P3 sebesar 3,76 g, dan P0 (kontrol) 2,66 g. Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa P1, dan P3 tidak berbeda nyata antar perlakuan tetapi berbeda nyata dengan P0 dan P2.



Gambar 2. Pertumbuhan Berat Mutlak Ikan Jelawat Selama 30 Hari Pemeliharaan

Efek pemberian PKJ dan *L. plantarum* dalam pakan terhadap parameter pertumbuhan berat mutlak pada perlakuan dua (P2) secara signifikan lebih tinggi dibanding perlakuan lain dengan nilai rata-rata 5,07 g ($P < 0,05$). Hal ini diduga kombinasi antara prebiotik dan probiotik pada pakan mampu meningkatkan pertumbuhan berat mutlak karena efek sinergis yang diberikan. Terbukti dalam penelitian Van Doan *et al.* (2019) bahwa kombinasi antara PKJ dan *L. plantarum* pada dosis yang sama menunjukkan hasil tertinggi terhadap parameter pertumbuhan berat mutlak dan memberikan perbedaan nyata dengan perlakuan kontrol atau tanpa pemberian PKJ dan *L. plantarum*.

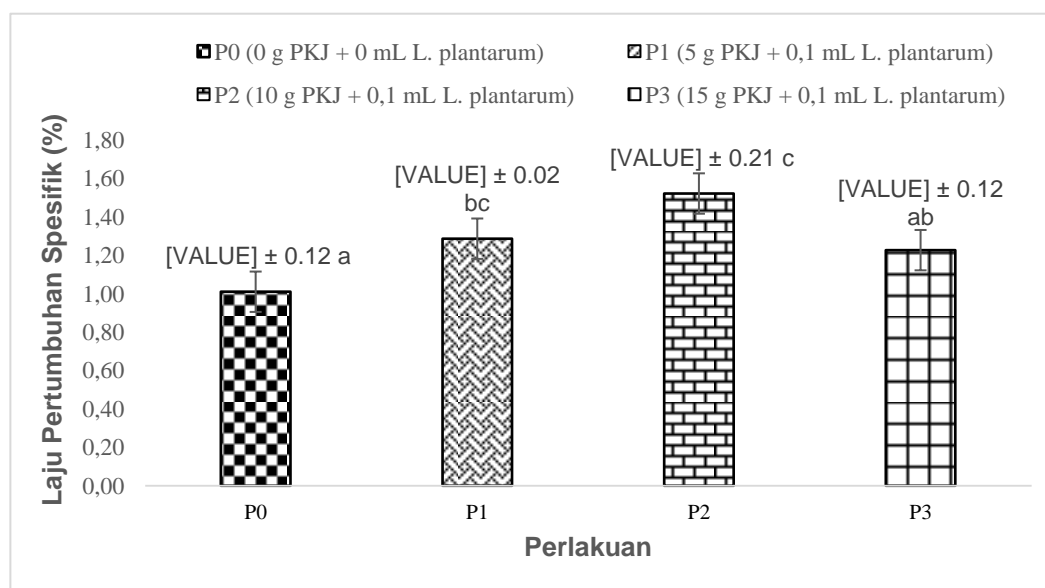
Terjadinya peningkatan bobot ikan berkaitan dengan penambahan pektin sebagai prebiotik yang mampu meningkatkan populasi bakteri baik. Diperkuat dengan hasil temuan Gómez *et al.* (2016) bahwa pektin dari kulit lemon beserta turunannya telah terbukti sebagai prebiotik potensial yang secara selektif mampu meningkatkan jumlah bakteri menguntungkan dalam usus sehingga menciptakan lingkungan usus yang lebih sehat dan mendukung pertumbuhan inang.

Probiotik yang ditambahkan ke dalam pakan dapat meningkatkan populasi bakteri dalam mukosa usus dan efektif sebagai promotor pertumbuhan. Dipertegas dengan pernyataan Stanton *et al.* (2005) bahwa pemberian probiotik dan prebiotik dapat merangsang produksi metabolit mikroba bioaktif, seperti vitamin dan peptida biologis yang berperan dalam meningkatkan proses pencernaan serta penyerapan nutrisi di

saluran usus inang, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap peningkatan pertumbuhan dan status kesehatan ikan.

c. Laju Pertumbuhan Spesifik (LPS)

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) pada **Gambar 3**, menunjukkan bahwa pemberian pektin kulit jeruk dan *Lactobacillus plantarum* terhadap laju pertumbuhan spesifik ikan jelawat memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$). Perlakuan dua (P2) menjadi perlakuan dengan laju pertumbuhan spesifik tertinggi yaitu 1,52%, diikuti P1 1,29%, P3 sebesar 1,23%, dan P0 (kontrol) 1,01%. Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa P2 tidak berbeda nyata dengan P1 tetapi berbeda nyata dengan P3 dan P0.

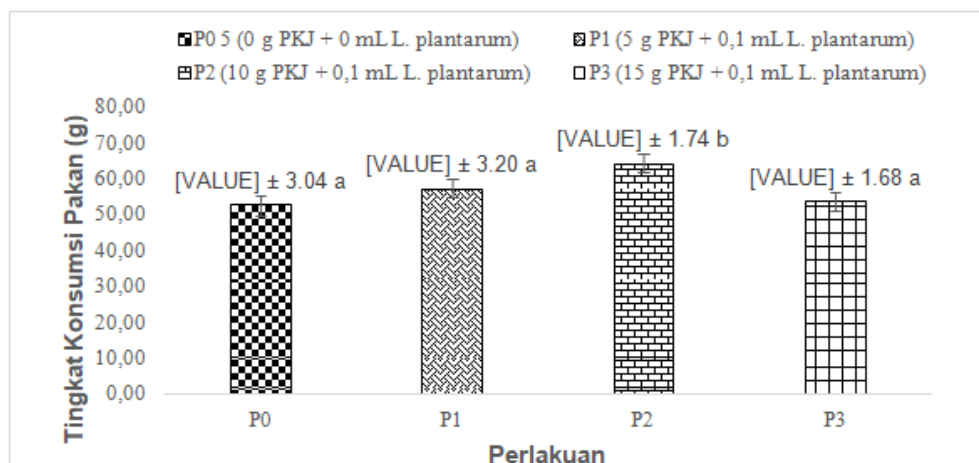


Gambar 3. Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Jelawat Selama 30 Hari Pemeliharaan

Hasil Penelitian ini menunjukkan pengaruh signifikan terhadap parameter laju pertumbuhan laju spesifik ikan jelawat. Terbukti pada perlakuan dua (P2) secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lain dengan nilai 1,52%. Laju pertumbuhan spesifik yang diperoleh sejalan dengan hasil temuan Van Doan *et al.* (2019) bahwa pemberian pakan dengan campuran pektin kulit jeruk dan *L. plantarum* dengan dosis (10 g/kg PKJ + 10^8 CFU/g *L. plantarum*) menghasilkan laju pertumbuhan spesifik terbaik dibandingkan dengan perlakuan lain selama 30 hari pemeliharaan. Penelitian Giri *et al.* (2013) menyatakan bahwa pemberian *L. plantarum* memberikan hasil yang signifikan terhadap performa pertumbuhan ikan mas besar india (*Labeo rohita*). Di sisi lain pemberian pektin kulit jeruk sebagai prebiotik juga memberikan pengaruh yang positif terhadap pertumbuhan laju spesifik ikan. Hal ini terbukti dalam temuan Hosseini *et al.* (2020) pemberian pektin kulit jeruk memberikan pengaruh positif dan menghasilkan pertumbuhan terbaik ikan mas (*Cyprinus carpio*)

2. Tingkat Konsumsi Pakan (TKP)

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) pada **Gambar 4**, menunjukkan bahwa pemberian pektin kulit jeruk dan *Lactobacillus plantarum* terhadap tingkat konsumsi pakan ikan jelawat memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$). Perlakuan dua (P2) menjadi perlakuan dengan tingkat konsumsi pakan tertinggi yaitu 64,40 g, diikuti P1 57,40 g, P3 sebesar 53,70, dan P0 (kontrol) 52,53 g. Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa P0, P1, P3 tidak berbeda nyata antar perlakuan tetapi berbeda nyata dengan P2.



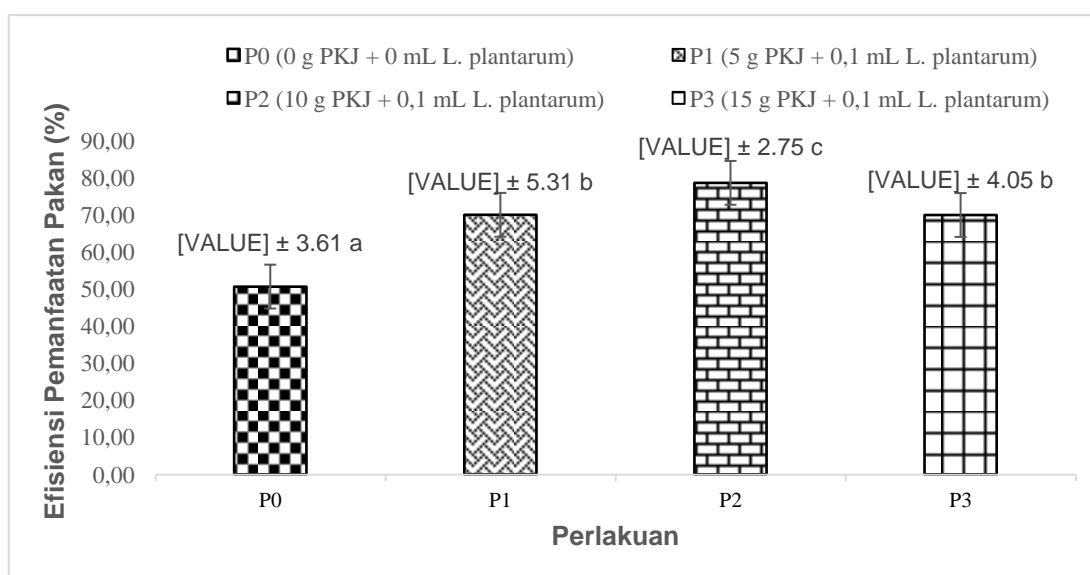
Gambar 4. Tingkat Konsumsi Pakan Ikan Jelawat Selama 30 Hari Pemeliharaan

Pada P2 menunjukkan hasil tingkat konsumsi pakan tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lain. Hal ini diduga karena bau aktraktan yang dihasilkan akibat adanya penambahan *L. plantarum* dalam pakan yang dapat memberikan aroma segar sehingga merangsang ikan untuk mendekati dan mengonsumsi pakan yang diberikan. Hal tersebut didukung oleh Afrianto dan Liviawaty (2005) yang menyatakan penggunaan aktraktan yang sesuai dapat meningkatkan nafsu makan ikan, yang pada akhirnya akan terjadi peningkatan konsumsi pakan.

Di sisi lain kondisi kesehatan akan sangat memengaruhi pola makan atau tingkat konsumsi pakan, ikan dalam kondisi status kesehatan yang baik akan memberikan input positif berupa nafsu makan yang tinggi. Hal tersebut sejalan dengan hasil temuan Hosseini *et al.* (2020); Van Doan *et al.* (2019); Van Doan *et al.* (2018) menjelaskan bahwa pemberian PKJ sebagai prebiotik dalam pakan ikan memberikan hasil yang signifikan terhadap status kesehatan ikan mas dan nila.

3. Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP)

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) pada Gambar 5. menunjukkan bahwa pemberian pektin kulit jeruk dan *Lactobacillus plantarum* terhadap efisiensi pemanfaatan pakan ikan jelawat memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$). Perlakuan dua (P2) menjadi perlakuan dengan efisiensi pemanfaatan pakan ikan jelawat tertinggi yaitu 78,72%, diikuti 70,10%, P3 sebesar 70,04%, dan P0 (kontrol) 50,71%. Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa P2 tidak berbeda nyata dengan P1 tetapi berbeda nyata dengan P3 dan P0.



Gambar 5. Efisiensi Pemanfaatan Pakan Ikan Jelawat Selama 30 Hari Pemeliharaan

Berdasarkan Gambar 5. dapat disimpulkan bahwa pada P2 menunjukkan nilai efisiensi pemanfaatan pakan terbaik. Nilai dari efisiensi pemanfaatan pakan merujuk pada kemampuan ikan dalam memanfaatkan

pakan secara optimal, yang berarti pakan yang diberikan pada ikan dapat dimanfaatkan seefisien mungkin dan meminimalisir pakan terbuang atau pakan yang tidak termakan ataupun pakan yang tidak tercerna dengan baik.

Hasil positif pada pemanfaatan pakan konsisten dengan temuan Salem *et al.* (2019) yang menemukan bahwa pemberian PKJ pada spesies ikan air tawar dapat meningkatkan pertumbuhan dan pemanfaatan nutrisi. Pemanfaatan nutrisi secara efisien menegaskan peran PKJ sebagai prebiotik dalam memanfaatkan nutrisi secara lebih efisien. Mengikuti pola yang sama, Salem dan Abdel-Ghany (2019) menjelaskan bahwa ikan nila yang diberikan dosis PKJ yang berbeda menunjukkan terjadinya peningkatan pertumbuhan dan pemanfaatan pakan yang baik pada ikan. Terjadinya peningkatan efisiensi pakan akibat penambahan PKJ dalam pakan ikan dapat disebabkan oleh beberapa cara kerja atau mekanisme, diantaranya: penambahan pektin akan membuat struktur usus menjadi lebih baik dan peningkatan asimilasi nutrisi serta pertumbuhan (Gómez *et al.*, 2016); senyawa bioaktif yang berperan sebagai promotor kinerja pertumbuhan (Oluremi *et al.*, 2007); menstimulasi sistem imun dan kinerja pertumbuhan dari keberadaan senyawa bioaktif yang mampu meningkatkan respons imun, status kesehatan, ketahanan terhadap penyakit, kinerja pertumbuhan dan pemanfaatan pakan (Van Doan *et al.*, 2018).

Parameter Kualitas Air

Kualitas air merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan selama penelitian. Kondisi kualitas air air harus tetap berada dalam kisaran optimal agar tidak menghambat proses metabolisme ikan dan kesehatan ikan. Parameter kualitas air yang diamati pada penelitian ini meliputi suhu, pH, oksigen terlarut, dan amonia (NH₃) dan dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kualitas Air

No.	Parameter Kualitas Air	Satuan	Kisaran	Kelayakan menurut Pustaka
1	Suhu	°C	27–29,4	25–31 ^a
2	Derajat Keasaman (pH)	-	6,66–7,40	5–7 ^a
3	Oksigen Terlarut	mg/L	6–7,2	5–7 ^a
4	Amonia (NH ₃)	mg/L	0,004–0,007	0,003–0,453 ^b

Keterangan: ^aSaputra *et al.* 2016; ^bPutri *et al.* 2021

Berdasarkan hasil pengukuran suhu pada media pemeliharaan ikan jelawat selama penelitian diperoleh data suhu berkisar 27–29,4°C dengan suhu terendah mencapai 27°C dan suhu tertinggi mencapai 29,4°C. Nilai suhu yang diperoleh menunjukkan berada pada kisaran normal dan berpengaruh baik terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan jelawat. Sesuai dengan temuan Saputra *et al.* (2016) bahwa suhu yang normal bagi ikan jelawat berada pada kisaran 25–31°C.

Berdasarkan hasil pengukuran pH pada media pemeliharaan ikan jelawat selama penelitian diperoleh data pH berkisar 6,66–7,40 dengan pH terendah sebesar 6,66 dan pH tertinggi mencapai 7,40. Nilai pH yang diperoleh masih normal dan sesuai terhadap nilai pH yang aman bagi ikan jelawat. Hal tersebut didukung oleh Saputra *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa nilai pH yang aman bagi ikan jelawat berada pada kisaran 5–7.

Berdasarkan hasil pengukuran oksigen terlarut pada media pemeliharaan ikan jelawat selama penelitian diperoleh data oksigen terlarut berkisar 6–7,2 mg/L. Kisaran nilai oksigen terlarut yang diperoleh masih mendukung pertumbuhan ikan jelawat sesuai dengan Saputra *et al.* (2016) bahwa oksigen terlarut yang sesuai agar ikan jelawat dapat tumbuh dengan baik berada pada kisaran 5–7 mg/L.

Berdasarkan hasil pengukuran amonia (NH₃) pada media pemeliharaan ikan jelawat selama penelitian diperoleh data oksigen terlarut berkisar 0,222–0,447 mg/L. Menurut Zonneveld *et al.* (1991) kadar amonia merupakan hasil produk metabolisme protein yang dapat menjadi racun jika dalam konsentrasi tinggi. Hasil temuan Boyd (1990) menjelaskan bahwa kadar amonia yang mendukung terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan jelawat berkisar 0,003–0,453 mg/L. Nilai amonia yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan kesesuaian terhadap kelangsungan dan pertumbuhan ikan jelawat.

KESIMPULAN

Suplementasi pektin kulit jeruk mandarin dan *Lactobacillus plantarum* memberikan hasil yang berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap pertumbuhan panjang total, pertumbuhan berat mutlak, laju pertumbuhan spesifik, tingkat konsumsi pakan, dan efisiensi pemanfaatan pakan ikan jelawat. Suplementasi pektin kulit jeruk mandarin dan *Lactobacillus plantarum* dengan dosis 10 g/kg pakan + 0,1 mL/g *L. plantarum* menghasilkan pertumbuhan panjang total, pertumbuhan berat mutlak, laju pertumbuhan spesifik, tingkat konsumsi pakan, dan efisiensi pemanfaatan pakan terbaik pada benih ikan jelawat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Hibah Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman tahun 2024. Terima kasih dan penghargaan disampaikan pula pada Ketua Laboratorium Nutrisi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan serta Laboratorium Kimia Organik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mulawarman, yang sudah memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, E. dan E. Liviawaty. 2005. Pakan Ikan. Kanisius Yogyakarta. 148 hlm.
- Cahyadi, R., I. Suharman dan Adelina. 2015. Utilization of Fermented Water Hyacinth (*Eichornia crassipes*) meal in the diets on Growth of Jelawat (*Leptobarbus hoevenii*). Laboratory of Fish Nutrition, Faculty of Fisheries and Marine Science, University of Riau.
- Duggal, M., Singh, D. P., Singh, S., Khubber, S., Garg, M., & Krishania, M. 2024. Microwave-assisted acid extraction of high-methoxyl kinnow (*Citrus reticulata*) peels pectin: Process, techno-functionality, characterization and life cycle assesment. Food Chemistry: Molecular Science. 9. 100213.
- Effendie, M. I. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusanara, Yogyakarta. 162 hal.
- Elshahed, M. S., Miron, A., Aprotosoai, A. C., & Farag, M. A. 2021. Pectin in diet: Interactions with the human microbiome, role in gut homeostasis, and nutrient-drug interactions. In Carbohydrate Polymers. 255:1–18.
- Gómez, B., Gullón, B., Yáñez, R., Schols, H., & 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.
- Giri, S.S., Sukumaran, V. and Oviya, M., 2013. Potential probiotic *Lactobacillus plantarum* VSG3 improves the growth, immunity, and disease resistance of tropical freshwater fish, *Labeo rohita*. Fish and Shellfish Immunology, 34, 660–666.
- Hosseini, S. M., Hoseinifar, S. H., Mazandarani, M., Paknejad, H., Van Doan, H., & 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.
- Latupeirissa, J., Fransina, E. G., & Tanasale, M. F. 2019. Ekstraksi dan karakterisasi pektin kulit jeruk manis kisar (*Citrus sp.*). Indonesian Journal of Chemical Research, 7(1), 61–68.
- Maulida, F. E. N., Alimuddin, A., & Erwin, E. 2023. Extraction and Characterization of Pectin from Lemon Lime Peel Waste (*Citrus amblycarpa*). Jurnal Kimia Mulawarman, 20(2), 56–63
- Nayak, S. K. 2010. Probiotics and immunity: a fish perspective. Fish & shellfish immunology, 29(1), 2-14.
- Oluremi, O. I. A., Ngi, J., & Andrew, I. A. 2007. Phytonutrients in citrus fruit peel meal and nutritional implication for livestock production. Livestock research for rural development, 19(7), 345-346.
- Prasetyo, E., E.I. Raharjo dan Ispandi. 2016. Pengaruh Padat Tebar Terhadap Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Jelawat (*Leptobarbus hoevenii*). Jurnal Ruaya. Vol. 4 No. 1: 1–9. ISSN: 2541–3155.
- Putri, F.F, Sugihartono, M, Ghofur, M. 2021. Glukosa Darah dan Kelangsungan Hidup Benih (*Leptobarbus Hoevenii*) dengan Kepadatan Berbeda Pada Sistem Resirkulasi. Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau, 6(2): 58-62.
- Salem, M. E. S., Abdel-Ghany, H. M., Sallam, A. E., El-Feky, M. M., & Almisherfi, H. M. 2019. Effects of dietary orange peel on growth performance, antioxidant activity, intestinal microbiota and liver histology of Gilthead sea bream (*Sparus aurata*) larvae. Aquaculture Nutrition, 25(5), 1087–1097.
- Salem, M., & Abdel-Ghany, H. M. 2018. Effects of dietary orange peel on growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. Aquaculture studies, 18(2), 127–134.
- Sonavel, N. P., & Diantari, R. 2020. Pengaruh tingkat pemberian pakan buatan terhadap performa ikan jelawat (*Leptobarbus hoevenii*). Jurnal Sains Teknologi Akuakultur, 3(1).
- Santoso B, Santoso L, Tarsim. 2018. Optimasi Pemberian Kombinasi Maggt *Hermetia Illucens* dengan Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Jelawat *Leptobarbus Hoevenii* (Bleeker, 1851). Berk Perikan Terubuk. 46(3):10–19.
- Saputra, Y. H., Syahrir, R. M., & Anugrah, A. B. 2016. Biologi Reproduksi Ikan Jelawat (*Leptobarbus hoevenii*, Bleeker 1851) Di Rawa Banjiran Sungai Mahakam Kecamatan Muarawis Kabupaten Kutai Tenggara Provinsi Kalimantan Timur. Jurnal Ilmu Perikanan Tropis, 21(2), 1–10.
- Stanton, C., Ross, R. P., Fitzgerald, G. F., & Van Sinderen, D. 2005. Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites. Current opinion in biotechnology, 16(2), 198–203.

- Susilo, Y., Rachimi, dan Farida. 2022. Pengaruh Penambahan Suplemen Viterna Plus Dengan Kadar yang Berbeda Pada Pakan Terhadap Laju Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Jelawat (*Leptobarbus hoevenii*). *Jurnal Ruaya: Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmu Perikanan dan Kelautan*. 10(2): 140–147.
- Van Doan, H., Hoseinifar, S. H., Elumalai, P., Tonghiri, S., Chitmanat, C., Jaturasitha, S., & Doolgindachbaporn, 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., Naraballoh, W., Jaturasitha, S., Tonghiri, S., Chitmanat, C., & 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