

Pengaruh Kepadatan Berbeda Terhadap Kinerja Produksi dan Kualitas Air Ikan Patin (*Pangasius Hypophthalmus*) Pada Media Bersalinitas 4 ppt

***Wildan Nurussalam, Eddy Supriyono, Lintang Sekar Ayuningtyas, dan Moh Burhanuddin Mahmud**

Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,

Institut Pertanian Bogor, Jawa Barat, Indonesia, 16680

*e-mail korespondensi: wildan0501@apps.ipb.ac.id

Abstract. *The use of isoosmotic media has been recommended as one of the efforts to reduce stress in fish kept in high stocking densities. Increases in stocking density should consider carrying capacity and water quality. One of the water quality parameters that can support the survival of catfish is maintenance in an isoosmotic condition with a salinity of 4 ppt. This study aims to analyze the effects of different densities on production performance, water quality, and physiological responses of Siamese catfish (*Pangasius hypophthalmus*) in media with a salinity of 4 ppt. The research was conducted using a completely randomized design with four density treatments (5 fish L⁻¹, 8 fish L⁻¹, 11 fish L⁻¹, and 14 fish L⁻¹) and three replications for each treatment. The results show that salinity of 4 ppt can support the life of catfish up to high densities with the best production performance at a stocking density of 14 fish L⁻¹.*

Keywords: *Density, pangasius, salinity, water quality*

Abstrak. Penggunaan media isoosmotik telah disarankan sebagai salah satu upaya untuk mengurangi stres pada ikan yang dipelihara dalam keadaan padat tebar yang tinggi. Peningkatan padat tebar harus mempertimbangkan carrying capacity dan kualitas air. Salah satu parameter kualitas air yang dapat mendukung keberlangsungan hidup ikan patin yakni dengan pemeliharaan pada keadaan isoosmotik dengan salinitas 4 ppt. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kepadatan berbeda terhadap kinerja produksi, kualitas air, dan respons fisiologi ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*) pada media bersalinitas 4 ppt. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan kepadatan (5 ekor L⁻¹, 8 ekor L⁻¹, 11 ekor L⁻¹, dan 14 ekor L⁻¹) dan tiga ulangan tiap perlakuan. Hasil menunjukkan bahwa salinitas 4 ppt mampu menopang kehidupan ikan patin hingga kepadatan tinggi dengan kinerja produksi terbaik pada padat tebar 14 ekor L⁻¹.

Kata kunci: Ikan patin, kepadatan, kualitas air, salinitas

PENDAHULUAN

Ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*) merupakan salah satu ikan konsumsi yang berpotensi memiliki nilai ekonomi tinggi. Permintaan masyarakat terhadap ikan patin siam terus meningkat, sehingga dibutuhkan ketersediannya. Upaya yang dapat dilakukan untuk memenuhi ketersediannya yakni dengan cara intensifikasi usaha budidaya. Periode 2019-2023 volume produksi ikan patin mengalami peningkatan setiap tahun. Hasil produksi ikan patin tahun 2023 mencapai 431.381 ton. Kenaikan volume produksi ikan patin menunjukkan bahwa ikan patin memiliki kontribusi yang signifikan terhadap sektor perikanan, sekaligus menjadi salah satu komoditas unggulan bagi masyarakat setempat (KKP 2023). Budidaya sistem intensif menjadi salah satu cara dalam meningkatkan hasil produksi (Islama *et al.* 2022). Tingginya permintaan masyarakat terhadap ikan patin menuntut peningkatan ketersediaan stok, sehingga dibutuhkan metode yang optimal untuk menghasilkan produksi yang maksimal.

Peningkatan produksi umumnya dicapai melalui budidaya sistem intensif, salah satu metodenya yakni dengan peningkatan tingginya padat tebar ikan per siklus dan penggunaan pakan komersial. Padat tebar menjadi salah satu variabel yang mempengaruhi pertumbuhan ikan. Padat tebar menggambarkan jumlah ikan per satuan volume air yang terdapat dalam wadah pemeliharaan per satuan luas (Islama *et al.* 2017). Daya dukung lingkungan atau carrying capacity ini sangat penting dalam sistem budidaya untuk menentukan kepadatan ikan yang optimal. *Carrying capacity* mengacu pada jumlah ikan maksimum yang dapat dipelihara dalam suatu sistem tanpa mengurangi kualitas air atau kesehatan ikan (Tidwell dan Allan 2001). Oleh karena itu, pengelolaan kepadatan yang baik sangat diperlukan untuk mengoptimalkan produksi dan mempertahankan kualitas lingkungan budidaya.

Kualitas lingkungan menjadi salah satu faktor yang berpengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan dan menentukan keberhasilan suatu kegiatan budidaya, salah satunya yakni salinitas (Isnaeni 2006). Media pemeliharaan bersalinitas 4 ppt menjadi kondisi yang mendekati isoosmotik bagi ikan patin (Hastuti *et al.* 2014). Isoosmotik yaitu keadaan seimbang tekanan osmotik cairan tubuh ikan dengan media lingkungan hidup ikan. Keadaan tersebut baik untuk proses metabolisme ikan dan energi yang dihasilkan dapat digunakan ikan dalam pertumbuhannya secara optimal (Andriyani dan Sumantriyadi 2017). Menurut Lesmono (2005), pemeliharaan ikan pada kondisi isoosmotik dapat

meningkatkan laju pertumbuhan, karena energi yang dipakai untuk osmoregulasi lebih sedikit, sehingga energinya dialihkan untuk meningkatkan pertumbuhannya.

Penggunaan media isoosmotik telah disarankan sebagai salah satu upaya untuk mengurangi stres pada ikan yang dipelihara dalam keadaan padat tebar yang tinggi (Silva dan Murgas 2014). Peningkatan padat tebar ikan harus mempertimbangkan *carrying capacity*, serta didukung dengan kualitas air yang optimal. Salah satu parameter kualitas air yang dapat mendukung keberlangsungan hidup ikan patin yakni dengan pemeliharaan pada keadaan isoosmotik dengan salinitas 4 ppt. Oleh karena itu, dilakukannya penelitian guna menentukan tingkat kepadatan yang optimal dalam budidaya ikan patin siam, yang tidak hanya mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan, tetapi juga mempertahankan kualitas lingkungan budidaya. Karena kepadatan mempengaruhi produktivitas budidaya terutama terkait biaya operasional. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh kepadatan berbeda pada penggunaan media bersalinitas 4 ppt terhadap performa produksi, kualitas air dan respons fisiologi pada benih ikan patin siam.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan Maret 2025. Lokasi penelitian berada di Laboratorium Lingkungan Basah, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Analisis kualitas air dilakukan di Laboratorium Lingkungan Kering Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Materi Uji

Penelitian menggunakan benih ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dengan ukuran panjang rata-rata $3,11 \pm 0,12$ cm dan rata-rata bobot $0,22 \pm 0,00$ g. Ikan diperoleh dari pembudidaya ikan patin di daerah Bogor, Jawa Barat. Salinitas diberikan dengan menggunakan garam krosok yang didapatkan dari toko Terang, Bogor. Proses pemberian salinitas menggunakan tandon air bersalinitas 4 ppt.

Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas empat perlakuan dengan tiga ulangan untuk masing-masing perlakuan. Perlakuan yang diberikan berupa Perlakuan K (Kepadatan 5 ekor L^{-1}), A (Kepadatan 8 ekor L^{-1}), B (Kepadatan 11 ekor L^{-1}), C (Kepadatan 14 ekor L^{-1}) semua perlakuan dipelihara pada salinitas 4 ppt.

Prosedur Penelitian

Persiapan Alat dan Bahan

Wadah pemeliharaan menggunakan 12 unit akuarium dengan ukuran $50 \times 30 \times 35$ cm³. Akuarium dibersihkan menggunakan air bersih. Volume yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 30 L menggunakan air yang telah dididapkan dalam tandon selama 3 hari. Pemeliharaan dilakukan secara *indoor*. Setiap akuarium dilengkapi dengan dua titik aerasi. Ikan patin diaklimatisasi dalam akuarium selama 7 hari. Ikan patin ditebar dengan kepadatan yang berbeda setiap perlakuannya yaitu kontrol/K (5 ekor L^{-1}), A (8 ekor L^{-1}), B (11 ekor L^{-1}), dan C (14 ekor L^{-1}). Penelitian menggunakan benih ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dengan ukuran panjang rata-rata $3,11 \pm 0,12$ cm dengan rata-rata bobot $0,22 \pm 0,00$ g. Pemeliharaan ikan patin dilakukan selama 30 hari, dengan pemberian pakan secara *at satiation* tiga kali sehari pada pukul 08.00, 13.00, dan 18.00 WIB. Pakan yang digunakan adalah pakan komersial PF-100 dan PF-200 yang dipilih karena kandungan dan ukuran yang sesuai untuk benih ikan patin. Sampling bobot dan panjang ikan dilakukan sebanyak enam kali selama periode pemeliharaan, dengan frekuensi pengambilan sampel sekali dalam seminggu. Bobot diukur menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g. Panjang total diukur menggunakan milimeter block dengan ketelitian 0,1 cm.

Pengelolaan Kualitas Air

Air bersalinitas 4 ppt diperoleh dari penggunaan garam krosok dengan jumlah 120 g pada setiap akuarium. Kualitas air dijaga dengan melakukan penyiponan serta pergantian air sebanyak 70% setiap tiga hari sekali. Kestabilan salinitas dijaga dengan mengukur salinitas menggunakan refraktometer setiap harinya. Kualitas air yang diukur selama masa pemeliharaan terdiri dari parameter *in situ* yaitu *potential hydrogen* (pH), *dissolved oxygen* (DO), salinitas dan suhu. Parameter *ex situ* diukur setiap seminggu sekali yang terdiri dari amonia, nitrit, nitrat, alkalinitas, kesadahan, CO₂ dan daya hantar listrik (DHL) air.

Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan data dilakukan selama masa pemeliharaan yakni selama 30 hari. Data yang dikumpulkan terdiri dari, kualitas air, kinerja produksi dan parameter respons stress. Kualitas air yang diukur selama masa pemeliharaan

terdiri dari parameter in situ yaitu *potential hydrogen* (pH), *dissolved oxygen* (DO), salinitas dan suhu. Parameter ex situ diukur setiap seminggu sekali yang terdiri dari amonia, nitrit, nitrat, alkalinitas, kesadahan, CO₂ dan daya hantar listrik air. Adapun data parameter respons stres yaitu glukosa darah dan tingkat konsumsi oksigen, serta daya hantar listrik (DHL) daging yang dilakukan sebelum dan setelah perlakuan.

Parameter Penelitian

Kinerja Produksi

a. Tingkat Kelangsungan Hidup

Tingkat kelangsungan hidup (TKH) guna melihat persentase tingkat hidup ikan selama periode pemeliharaan yakni perbandingan jumlah ikan yang hidup dari total ikan selama periode pemeliharaan. Tingkat kelangsungan hidup dihitung menggunakan rumus (Goddard 1996):

$$TKH = \frac{N_t}{N_0} \times 100$$

Keterangan:

TKH = Tingkat kelangsungan hidup (%)

N_t = Jumlah hewan uji pada akhir pemeliharaan (ekor)

N₀ = Jumlah hewan uji pada awal pemeliharaan (ekor)

b. Laju Pertumbuhan Mutlak Panjang

Laju pertumbuhan mutlak panjang (LPMP) merupakan rata-rata pertambahan panjang ikan per hari selama masa pemeliharaan. Nilai LPMP dapat dihitung menggunakan rumus (Goddard 1996):

$$LPMP = \frac{L_t - L_0}{t}$$

Keterangan:

LPMP = Laju pertumbuhan mutlak panjang (cm hari⁻¹)

L_t = Panjang rata-rata ikan pada akhir pemeliharaan (cm)

L₀ = Panjang rata-rata ikan pada awal pemeliharaan (cm)

t = Masa pemeliharaan (hari)

c. Laju Pertumbuhan Spesifik Panjang

Laju pertumbuhan spesifik panjang (LPSP) merupakan persentase panjang spesifik ikan selama masa pemeliharaan. Nilai LPSP dihitung menggunakan rumus (Goddard 1996):

$$LPSP = \frac{\ln L_t - \ln L_0}{t} \times 100$$

Keterangan:

LPSP = Laju pertumbuhan spesifik panjang (% hari⁻¹)

L_t = Panjang rata-rata ikan pada akhir pemeliharaan (cm)

L₀ = Panjang rata-rata ikan pada awal pemeliharaan (cm)

t = Masa pemeliharaan (hari) Laju Pertumbuhan Spesifik Panjang

d. Laju Pertumbuhan Mutlak Bobot

Laju pertumbuhan mutlak bobot (LPMB) merupakan persentase kenaikan bobot ikan per hari selama masa pemeliharaan. Nilai LPMB dihitung menggunakan rumus (Goddard 1996)

$$LPMB = \frac{W_t - W_0}{t}$$

Keterangan:

LPMB = Laju pertumbuhan mutlak bobot (g hari⁻¹)

W_t = Bobot rata-rata ikan pada akhir pemeliharaan (g)

W₀ = Bobot rata-rata ikan pada awal pemeliharaan (g)

t = Masa pemeliharaan (hari)

e. Laju Pertumbuhan Spesifik Bobot

Laju pertumbuhan spesifik bobot (LPSB) merupakan persentase bobot spesifik ikan per hari selama masa pemeliharaan. Nilai LPSB dapat dihitung menggunakan rumus (Goddard 1996):

$$\text{LPSB} = \frac{\text{Ln } W_t - \text{Ln } W_0}{t} \times 100$$

Keterangan :

LPSB = Laju pertumbuhan spesifik bobot (% hari⁻¹)

W_t = Bobot rata-rata ikan pada akhir pemeliharaan (g)

W₀ = Bobot rata-rata ikan pada awal pemeliharaan (g)

t = Masa pemeliharaan (hari)

f. Rasio Konversi Pakan

Rasio konversi pakan (RKP) merupakan perbandingan antara jumlah pakan yang dikonsumsi dan biomassa akhir ikan yang dihasilkan. Nilai RKP dapat dihitung menggunakan rumus (Goddard 1996):

$$\text{RKP} = \frac{F}{B_t + B_m - B_0}$$

Keterangan:

RKP = Rasio konversi pakan

F = Jumlah pakan yang dikonsumsi (g)

B_t = Biomassa ikan pada akhir pemeliharaan (g)

B_m = Biomassa ikan mati (g)

B₀ = Biomassa ikan pada awal pemeliharaan (g)

g. Koefisien Keragaman Panjang

Koefisien keragaman panjang (KKP) merupakan persentase dari simpangan baku variasi ukuran panjang ikan. Koefisien keragaman dapat dihitung dengan rumus (Steel dan Torie 1982):

$$\text{KK} = \frac{s}{y} \times 100$$

Keterangan:

KKP = Koefisien keragaman panjang (%)

s = Simpangan baku panjang

y = Rata-rata panjang

h. Koefisien Keragaman Bobot

Koefisien keragaman bobot (KKB) merupakan persentase dari simpangan baku variasi ukuran bobot ikan. Koefisien keragaman dapat dihitung dengan rumus (Steel dan Torie 1982):

$$\text{KK} = \frac{s}{y} \times 100$$

Keterangan:

KKB = Koefisien keragaman Bobot (%)

s = Simpangan baku bobot

y = Rata-rata bobot

Respons Stres

a. Glukosa Darah

Pengujian kadar glukosa dilakukan dua kali, yakni sebelum dan setelah dilakukannya perlakuan. Uji glukosa darah dilakukan menggunakan alat Easy touch GCU yang terdapat di Laboratorium Lingkungan Kering, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Sampel darah ikan patin diambil pada setiap ulangan, tiga ekor ikan patin dipilih secara acak untuk pengambilan sampel darah. Pengecekan dilakukan dengan menyayat bagian ekor menggunakan pisau steril.

b. Tingkat Konsumsi Oksigen

Pengujian tingkat konsumsi oksigen dilakukan untuk mengetahui besaran konsumsi oksigen pada ikan dalam keadaan normal (sebelum diberi perlakuan) dan setelah diberi perlakuan. Pengujian dilakukan menggunakan akuarium berukuran 15 × 15 × 15 cm³ dengan volume air 1 liter. Pengukuran dilakukan dengan cara menutup rapat bagian atas akuarium menggunakan styrofoam yang telah dibentuk menyesuaikan akuarium dengan lubang ditengahnya serta penutupnya guna memasukkan alat DO meter, sehingga tidak ada udara yang masuk. Pengukuran DO dilakukan selama enam jam, yang diukur secara berkala setiap jam. Hasil pengukuran DO kemudian dihitung menggunakan rumus tingkat konsumsi oksigen sebagai berikut (Liao dan Huang 1975).

$$TKO = \frac{V \times (DO_{to} - DO_{tt})}{W \times t}$$

Keterangan :

TKO = Tingkat konsumsi oksigen ($mTKO_2 \text{ g}^{-1}\text{jam}^{-1}$)

V = Volume air dalam wadah (L)

DO_{to} = Konsentrasi oksigen terlarut awal pengamatan (mg L^{-1})

DO_{tt} = Konsentrasi oksigen terlarut akhir pengamatan (mg L^{-1})

W = Bobot ikan (g)

t = Periode pengamatan (jam)

Kualitas Air

Kualitas air dilakukan selama masa pemeliharaan. Pengukuran dilakukan dengan metode dan alat yang diuraikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian

Parameter	Satuan	Alat ukur	Metode
Suhu	°C	DO meter	SNI 6989.23-2005
DO	mg L ⁻¹	DO meter	APHA, ed. 23rd 4500-OG,2017
pH		pH meter	APHA, ed. 23rd 4500-H+,2017
Salinitas	ppt	Refraktometer	Refractrometer
Amonia	mg L ⁻¹	Spektrofotometer	APHA, ed. 23rd 4500-NH3-C,2017
Nitrat	mg L ⁻¹	Spektrofotometer	APHA, ed. 23rd 4500-NO3-B,2017
Nitrit	mg L ⁻¹	Spektrofotometer	APHA, ed. 23rd 4500-NO2-B,2017
Alkalinitas	ppm CaCO ₃	Titrisasi	APHA, ed. 23rd 2320-B,2017
Kesadahan	ppm CaCO ₃	Titrisasi	APHA, ed. 23rd 2340-C,2017
CO ₂	mg L ⁻¹	Titrisasi	IK Titrimetric
DHL Air	mg dL ⁻¹	DHL meter	SNI 06-6989.1-2004
DHL Daging	mg dL ⁻¹	DHL meter	SNI 06-6989.1-2004

Analisis Usaha

Perhitungan biaya keuntungan pendederan ikan patin diasumsikan dengan satu siklus pendederan II yang terdiri atas 30 akuarium berukuran $50 \times 50 \times 50 \text{ cm}^3$ dengan volume air sebanyak 30 L. Pendederan II ikan patin dilakukan menggunakan padat tebar 5 ekor L⁻¹, 8 ekor L⁻¹, 11 ekor L⁻¹, dan 14 ekor L⁻¹. Komponen biaya yang diukur antara lain, biaya investasi, biaya tetap, biaya variabel, biaya total, total produksi, harga benih, penerimaan, keuntungan, BEP (Rp), BEP (unit), HPP, PP, dan R/C ratio. Asumsi peningkatan yang digunakan yakni 3 kali peningkatan.

Analisis Data

Data hasil penelitian diolah dan dianalisis menggunakan Microsoft Excel 2021 dan SPSS versi 27.0. Data melalui uji normalitas dan homogenitas, kemudian dilakukan analisis ragam (ANOVA) dengan selang kepercayaan 95% yang dilakukan untuk mengetahui beda nyata perlakuan terhadap parameter uji. Uji lanjut dilakukan dengan menggunakan uji lanjut Duncan untuk melihat perbedaan pada antar perlakuan.

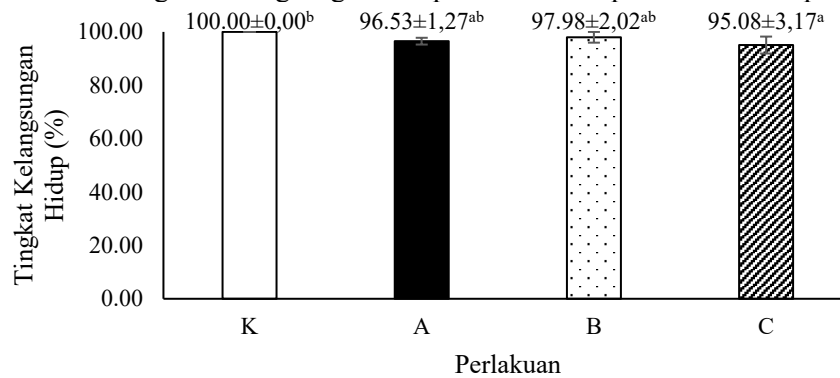
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kinerja Produksi

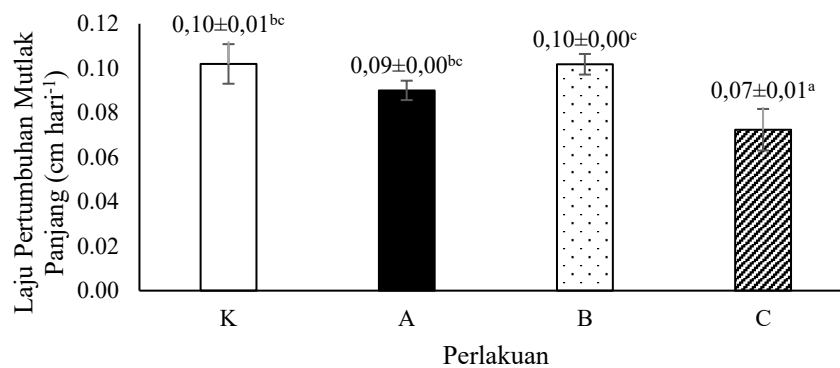
Tingkat kelangsungan hidup ikan patin selama masa pemeliharaan menunjukkan bahwa perlakuan K memiliki nilai tertinggi sebesar 100% dan nilai terendah pada perlakuan C sebesar $95,08 \pm 3,17\%$. Berdasarkan hasil uji anova,

nilai tingkat kelangsungan hidup pada perlakuan K berbeda nyata dengan perlakuan C namun, tidak berbeda nyata dengan perlakuan A dan B. Nilai tingkat kelangsungan hidup selama masa pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 1.



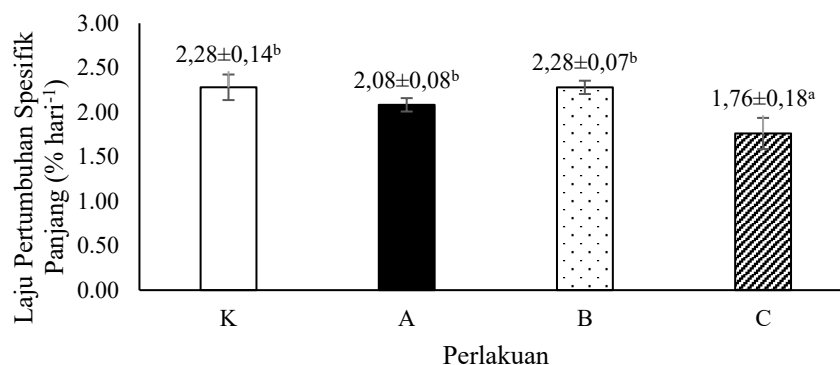
Gambar 1 Tingkat kelangsungan hidup ikan patin yang dipelihara selama 30 hari dengan kepadatan berbeda

Laju pertumbuhan mutlak panjang ikan patin selama pemeliharaan menunjukkan bahwa perlakuan C memiliki nilai terendah sebesar $0,07 \pm 0,01$ cm dan nilai tertinggi pada perlakuan K sebesar $0,10 \pm 0,01$ cm. Berdasarkan hasil uji anova, nilai laju pertumbuhan mutlak panjang pada perlakuan C berbeda nyata dengan perlakuan K, A, dan B. Nilai laju pertumbuhan mutlak panjang selama masa pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Laju pertumbuhan mutlak panjang ikan patin yang dipelihara selama 30 hari dengan kepadatan berbeda

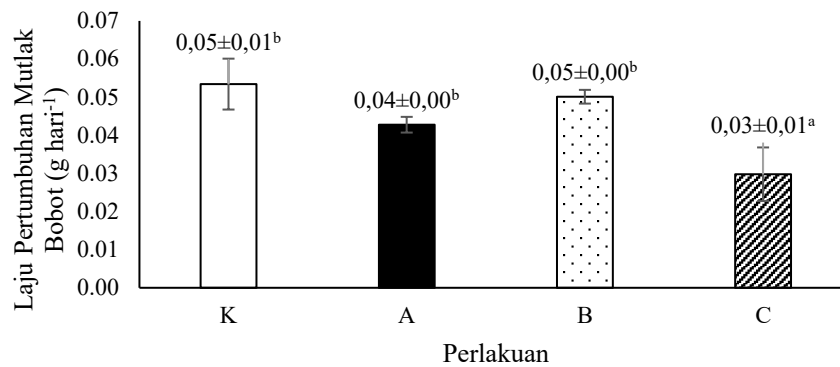
Laju pertumbuhan spesifik panjang ikan patin selama pemeliharaan menunjukkan bahwa perlakuan C memiliki nilai terendah sebesar $1,76 \pm 0,18\%$ dan nilai tertinggi pada perlakuan K sebesar $2,28 \pm 0,14\%$. Berdasarkan hasil uji anova, nilai laju pertumbuhan spesifik panjang pada perlakuan C berbeda nyata dengan perlakuan K, A, dan B. Nilai laju pertumbuhan spesifik panjang selama masa pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Laju pertumbuhan spesifik panjang ikan patin yang dipelihara selama 30 hari dengan kepadatan berbeda

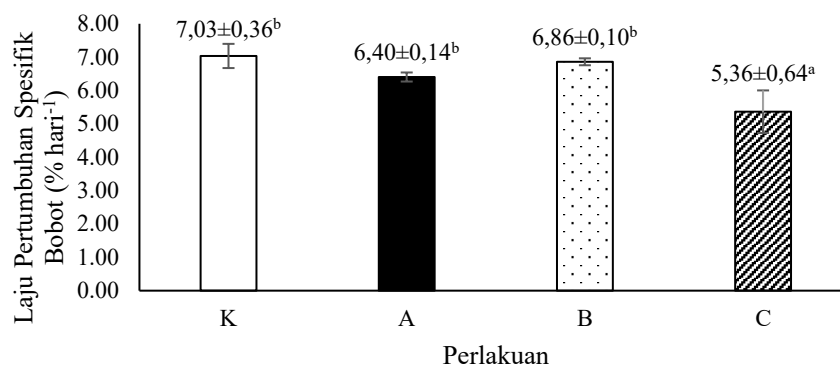
Laju pertumbuhan mutlak bobot ikan patin selama pemeliharaan menunjukkan bahwa perlakuan C memiliki nilai terendah sebesar $0,03 \pm 0,01$ g dan nilai tertinggi pada perlakuan K sebesar $0,05 \pm 0,01$ g. Berdasarkan hasil uji

anova, nilai laju pertumbuhan mutlak bobot pada perlakuan C berbeda nyata dengan perlakuan K, A, dan B. Nilai laju pertumbuhan mutlak bobot selama masa pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 4.



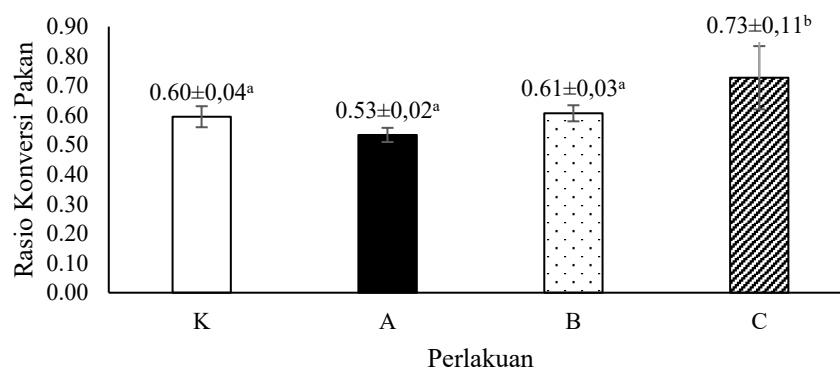
Gambar 4 Laju pertumbuhan mutlak bobot ikan patin yang dipelihara selama 30 hari dengan kepadatan berbeda

Laju pertumbuhan spesifik bobot ikan patin selama pemeliharaan menunjukkan bahwa perlakuan C memiliki nilai terendah sebesar $5,36 \pm 0,64\%$ dan nilai tertinggi pada perlakuan K sebesar $7,03 \pm 0,36\%$. Berdasarkan hasil uji anova, nilai laju pertumbuhan spesifik bobot pada perlakuan C berbeda nyata dengan perlakuan K, A, dan B. Nilai laju pertumbuhan spesifik bobot selama masa pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 5.



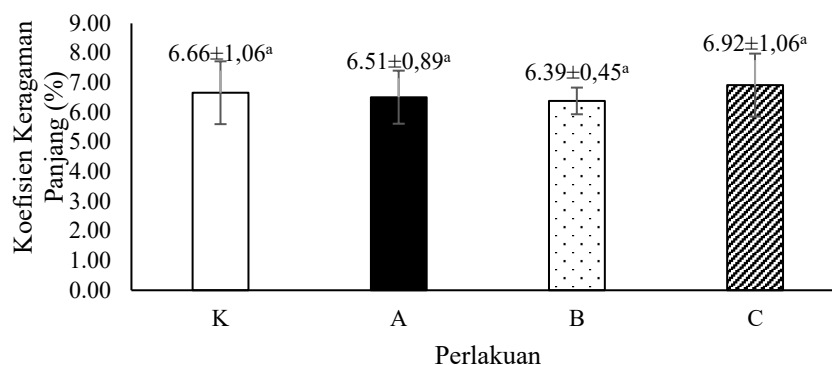
Gambar 5 Laju pertumbuhan spesifik bobot patin yang dipelihara selama 30 hari dengan kepadatan berbeda

Rasio konversi pakan ikan patin selama pemeliharaan menunjukkan bahwa perlakuan C memiliki nilai terbesar sebesar $0,73 \pm 0,11$ dan nilai terkecil pada perlakuan A sebesar $0,53 \pm 0,02$. Berdasarkan hasil uji anova, nilai rasio konversi pakan pada perlakuan C berbeda nyata dengan perlakuan K, A, dan B. Nilai rasio konversi pakan selama masa pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 6.



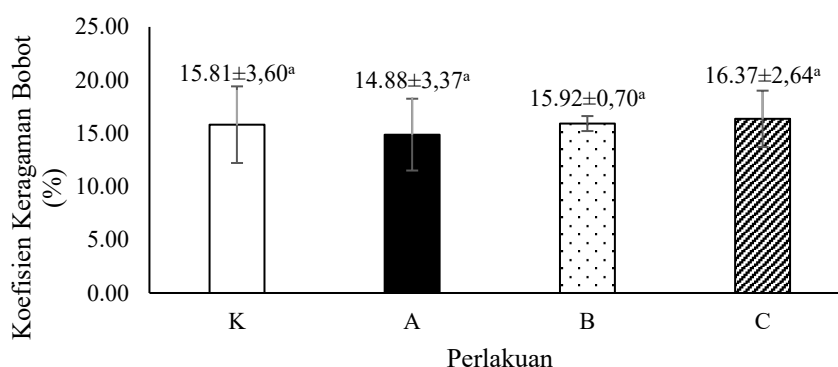
Gambar 6 Rasio konversi pakan ikan patin yang dipelihara selama 30 hari dengan kepadatan berbeda

Koefisien keragaman panjang ikan patin selama pemeliharaan menunjukkan bahwa perlakuan C memiliki nilai terbesar sebesar $6,92 \pm 1,06\%$ dan nilai terkecil pada perlakuan A sebesar $6,51 \pm 0,89\%$. Berdasarkan hasil uji anova, nilai koefisien keragaman panjang pada semua perlakuan tidak berbeda nyata. Nilai koefisien keragaman panjang selama masa pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Koeffisien keragaman panjang ikan patin yang dipelihara selama 30 hari dengan kepadatan berbeda

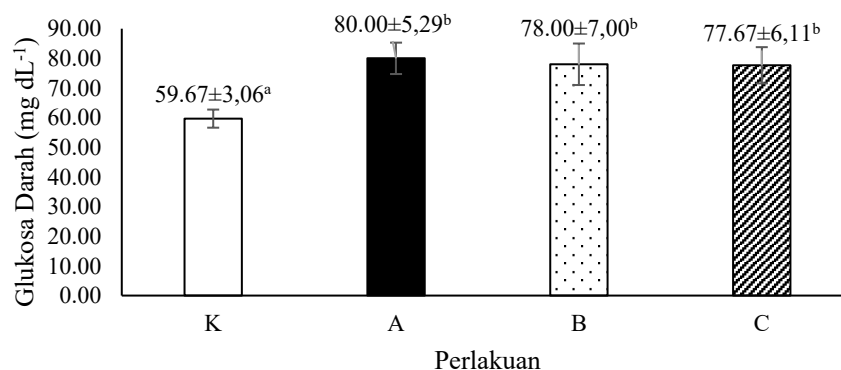
Koefisien keragaman bobot ikan patin selama pemeliharaan menunjukkan bahwa perlakuan K memiliki nilai terbesar sebesar $16,37 \pm 2,64\%$ dan nilai terkecil pada perlakuan A sebesar $14,88 \pm 3,37\%$. Berdasarkan hasil uji anova, nilai koefisien keragaman bobot pada semua perlakuan tidak berbeda nyata. Nilai koefisien keragaman panjang selama masa pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Koeffisien keragaman bobot ikan patin yang dipelihara selama 30 hari dengan kepadatan berbeda

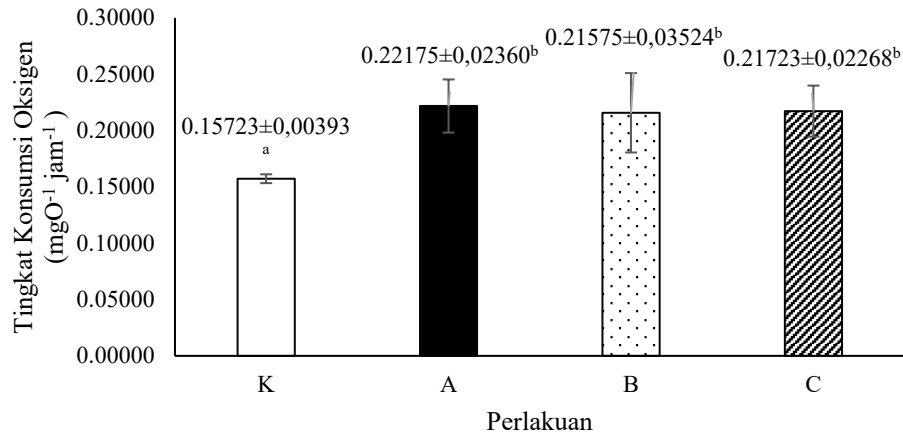
Respons Stres

Hasil pengukuran nilai rata-rata glukosa darah selama masa pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 9 Nilai terendah glukosa darah terdapat pada perlakuan K yang memiliki nilai sebesar $59,67 \text{ mg dL}^{-1}$ dan tertinggi pada perlakuan A yaitu sebesar $80,00 \text{ mg dL}^{-1}$. Berdasarkan hasil uji anova perlakuan K berbeda nyata dengan perlakuan A, B, dan C. Nilai glukosa darah selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 9.



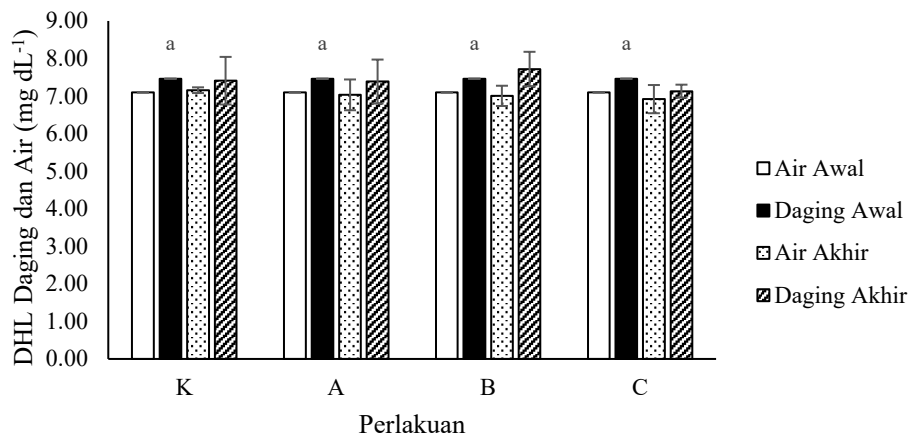
Gambar 9 Nilai glukosa darah ikan patin dengan kepadatan berbeda selama 30 hari pemeliharaan

Hasil pengukuran nilai rata-rata tingkat konsumsi oksigen selama masa pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 15. Nilai terendah tingkat konsumsi oksigen terdapat pada perlakuan K yang memiliki nilai sebesar $0,15723 \text{ mgO}^{-1}\text{jam}^{-1}$ dan tertinggi pada perlakuan A yaitu sebesar $0,22175 \text{ mgO}^{-1}\text{jam}^{-1}$. Berdasarkan hasil uji anova perlakuan K berbeda nyata dengan perlakuan A, B, dan C. Nilai tingkat konsumsi oksigen selama masa pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Nilai tingkat konsumsi oksigen ikan patin dengan kepadatan berbeda

Hasil pengukuran nilai rata-rata DHL daging selama masa pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 11 Nilai DHL daging berada direntang $7,13-7,72 \text{ mg dL}^{-1}$. Nilai terendah DHL daging terdapat pada perlakuan C yang memiliki nilai sebesar $7,13 \text{ mg dL}^{-1}$ dan tertinggi pada perlakuan B yaitu sebesar $7,72 \text{ mg dL}^{-1}$. Nilai DHL air berada direntang $6,92-7,16 \text{ mg dL}^{-1}$. Nilai terendah DHL air terdapat pada perlakuan A yang memiliki nilai sebesar $6,92 \text{ mg dL}^{-1}$ dan tertinggi pada perlakuan K yaitu sebesar $7,16 \text{ mg dL}^{-1}$. Nilai tingkat konsumsi oksigen selama masa pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Nilai DHL daging dan DHL air selama masa pemeliharaan ikan patin dengan kepadatan berbeda

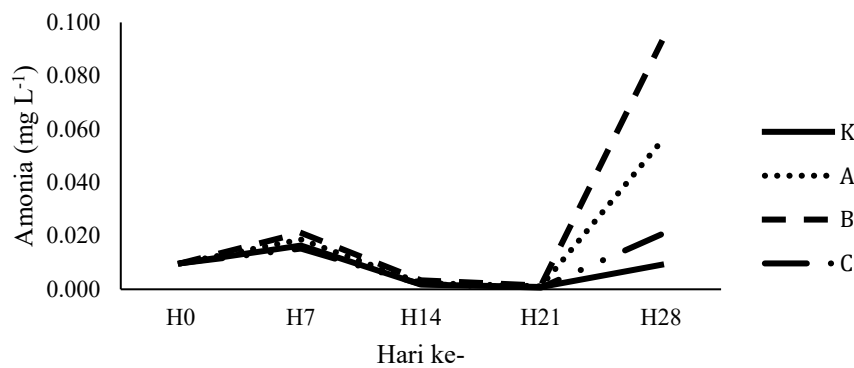
Kualitas Air

Pengukuran kualitas air harian suhu, DO, pH, dan salinitas. Hasil pengukuran kualitas air selama masa pemeliharaan disajikan pada tabel 3. Berdasarkan hasil uji kualitas air harian diperoleh rentang nilai kualitas air yang tidak beda nyata antar perlakuan pada setiap parameternya. Suhu berada direntang $26,4-29,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$, DO sebesar $4,8-8,4 \text{ mg L}^{-1}$, dan pH $5,6-8,2$.

Tabel 2 Hasil pengukuran kualitas air harian ikan patin yang dipelihara selama 30 hari dengan kepadatan berbeda

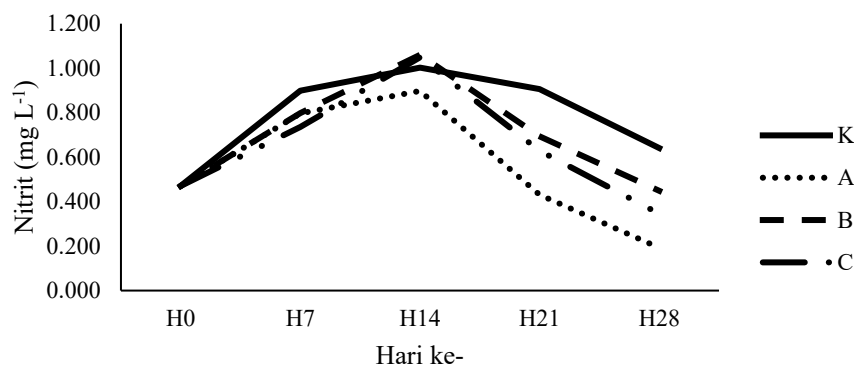
Parameter	Perlakuan				Kisaran Optimum (SNI 6483.4-2016)
	K	A	B	C	
Suhu (°C)	26,9-27,3	26,4-27,6	26,9-29,9	26,7-27,6	26-31
DO (mg L ⁻¹)	6-8,4	5,1-8,4	5,2-7,6	4,8-7,7	6-8
pH	6-7,9	5,9-7,9	6-8,2	5,6-7,9	≥3
Salinitas (ppt)	4	4	4	4	

Kandungan amonia berfluktuasi selama masa pemeliharaan. Kandungan amonia berada direntang 0,001–0,092 mg L⁻¹. Berdasarkan grafik (Gambar 9) kandungan amonia tertinggi terjadi pada hari ke-28 pada perlakuan K sebesar 0,092 ± 0,088 mg L⁻¹ dan nilai terendah terjadi pada hari ke-21 pada semua perlakuan. Kandungan amonia memiliki pola yang sama antar perlakuan dari awal hingga akhir pemeliharaan. Kandungan amonia selama pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 12.



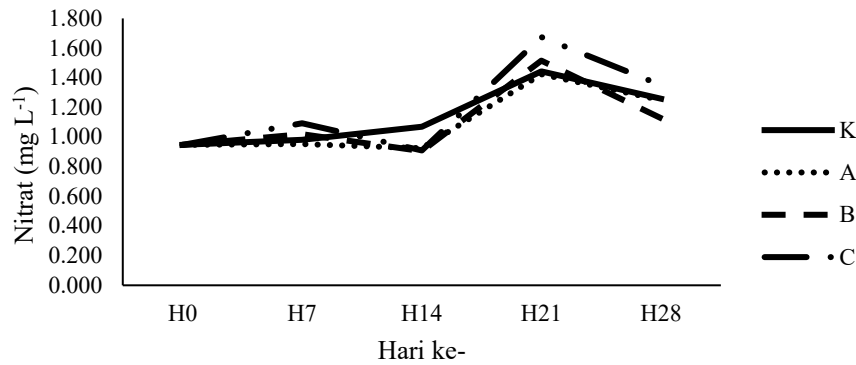
Gambar 12 Kandungan amonia media pemeliharaan ikan patin dengan kepadatan berbeda

Kandungan nitrit berada direntang 0,471–1,060 mg L⁻¹. Kandungan nitrit mengalami kenaikan yang signifikan pada hari ke-7 hingga hari ke-14 pada semua perlakuan. Kandungan tertinggi terjadi pada hari ke-14 sebesar 1,060 ± 0,035 mg L⁻¹ pada perlakuan B. Pada hari ke-21 hingga hari ke-28 mengalami penurunan kembali pada semua perlakuan. Kandungan nitrit selama pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 13.



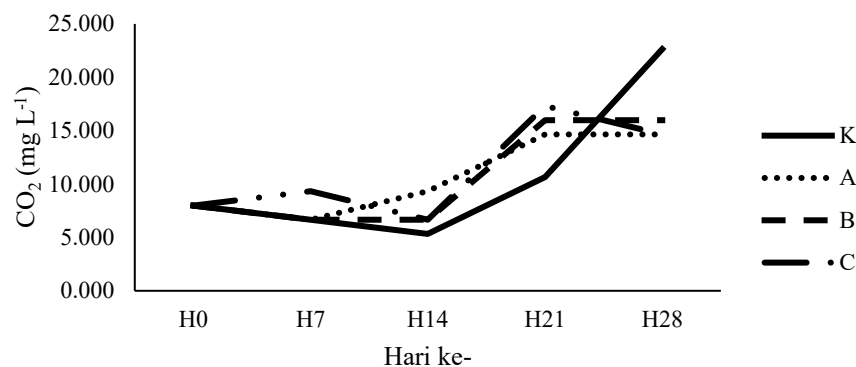
Gambar 13 Kandungan nitrit media pemeliharaan ikan patin dengan kepadatan berbeda

Kandungan nitrat berada direntang 0,947–1,674 mg L⁻¹. Kandungan nitrat mengalami kenaikan pada hari ke-21 pada semua perlakuan dengan kandungan tertinggi sebesar 1,674 ± 0,229 mg L⁻¹ pada perlakuan C, kemudian mengalami penurunan kembali pada hari ke-28 pada semua perlakuan dengan kandungan terendah sebesar 1,127 ± 0,164 mg L⁻¹ pada perlakuan B. Kandungan nitrat selama pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 14.



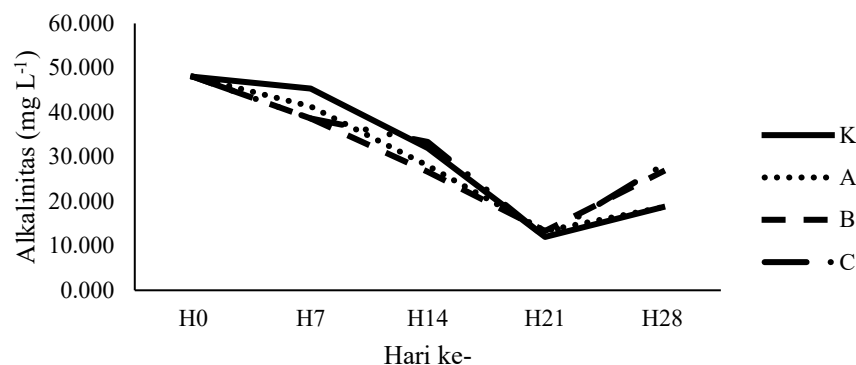
Gambar 14 Kandungan nitrat media pemeliharaan ikan patin dengan kepadatan berbeda

Kandungan CO₂ berfluktuasi selama masa pemeliharaan. Kandungan CO₂ berada direntang 5,327–22,639 mg L⁻¹. Berdasarkan grafik (Gambar 12) kandungan CO₂ tertinggi terjadi pada hari ke-28 pada perlakuan K sebesar 22,639 ± 9,227 mg L⁻¹ dan nilai terendah terjadi pada hari ke-14 pada perlakuan K sebesar 5,327 ± 2,307 mg L⁻¹. Kandungan CO₂ selama pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 15.



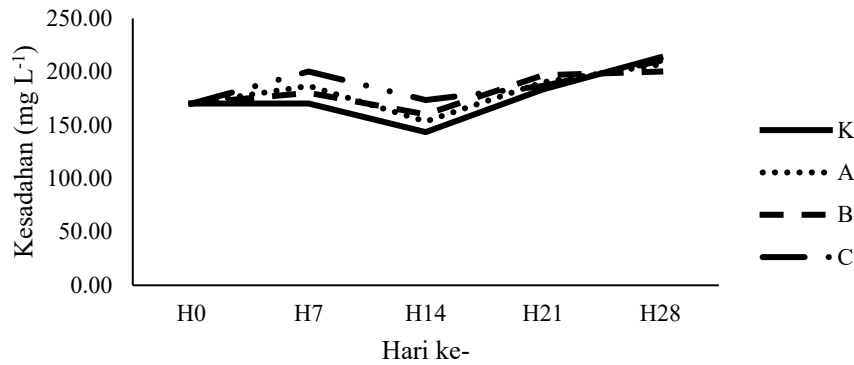
Gambar 15 Kandungan CO₂ media pemeliharaan ikan patin dengan kepadatan berbeda

Kandungan alkalinitas mengalami penurunan yang signifikan pada hari ke-7 hingga hari ke-21 pada semua perlakuan dengan nilai terendah 12,000 ± 0,000 mg L⁻¹ pada perlakuan K. Kandungan alkalinitas Kembali meningkat pada hari ke-28 pada semua perlakuan. Nilai tertinggi diperoleh perlakuan C sebesar 28,000 ± 4,000 mg L⁻¹. Kandungan alkalinitas selama pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 16.



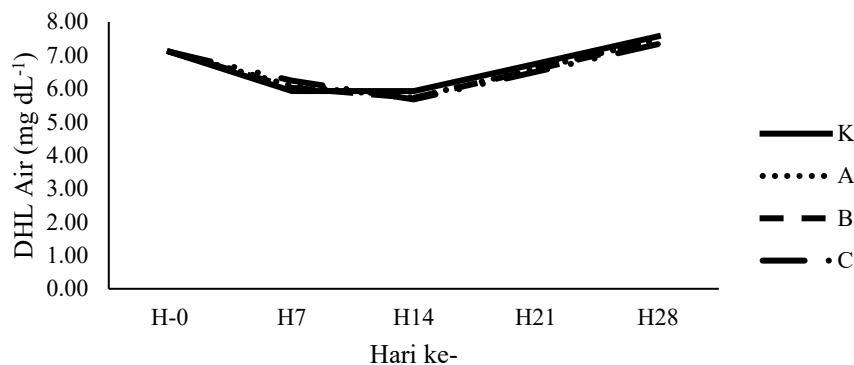
Gambar 16 Kandungan alkalinitas media pemeliharaan ikan patin dengan kepadatan berbeda

Kandungan kesadahan selama penelitian berkisar antara 143,48–213,55 mg L⁻¹. Kandungan kesadahan terendah terjadi pada hari ke-14 pada perlakuan K sebesar 143,48 ± 11,56 mg L⁻¹ dan tertinggi terjadi pada hari ke-28 pada perlakuan K sebesar 213,55 ± 23,12 mg L⁻¹. Berdasarkan grafik (Gambar 14) kandungan kesadahan pada setiap perlakuan memiliki pola yang sama dari awal hingga akhir pemeliharaan. Kandungan kesadahan selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17 Kandungan kesadahan media pemeliharaan ikan patin dengan kepadatan berbeda

Nilai DHL air selama masa pemeliharaan berkisar antara 5,68–7,57 mg dL⁻¹. Nilai DHL air terendah terjadi pada hari ke-14 pada perlakuan C sebesar 5,68 ± 0,04 mg dL⁻¹ dan tertinggi terjadi pada hari ke-28 pada perlakuan K sebesar 7,57 ± 0,15 mg dL⁻¹. Berdasarkan grafik (Gambar 15) nilai DHL air pada setiap perlakuan memiliki pola yang sama dari awal hingga akhir pemeliharaan. Nilai DHL air selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18 Nilai DHL air media pemeliharaan ikan patin dengan kepadatan berbeda

Analisis Usaha

Analisis usaha dilakukan pada akhir pemeliharaan dengan meninjau hasil akhir tingkat kelangsungan hidup dan pertambahan panjang. Keuntungan tertinggi diperoleh pada perlakuan C sebesar Rp 98.337.227 dengan penerimaan sebesar Rp 143.760.960 dan HPP Rp 94.790. Nilai R/C rasio tertinggi didapatkan pada perlakuan C dengan padat tebar 14 ekor L⁻¹ yakni sebesar 3,16 dengan *payback period* (PP) tercepat yaitu 0,68 tahun atau ± 8 bulan.

Tabel 3 Analisis biaya ikan patin pada media bersalinitas 4 ppt dengan kepadatan berbeda

Komponen	Perlakuan			
	K (5 ekor L ⁻¹)	A (8 ekor L ⁻¹)	B (11 ekor L ⁻¹)	C (14 ekor L ⁻¹)
Biaya investasi (Rp)	66.701.200	66.701.200	66.701.200	66.701.200
Biaya tetap (Rp)	40.702.920	40.702.920	40.702.920	40.702.920
Biaya variabel (Rp)	3.574.464	3.920.310	4.429.694	4.720.813
Biaya total (Rp)	44.277.384	44.623.230	45.132.614	45.423.733
Total produksi	180.000	278.006	388.001	479.203
Harga benih (Rp/ekor)	300	300	300	300
Ukuran Ikan	5-6	5-6	5-6	5-6
Penerimaan (Rp)	54.000.000	83.401.920	116.400.240	143.760.960
Keuntungan (Rp)	9.722.616	38.778.690	71.267.626	98.337.227
BEP (Rp)	43.588.187	42.710.530	42.313.178	42.084.901
BEP (Unit)	145.294	142.368	141.044	140.283
HPP (Rp)	245.985	160.512	116.321	94.790
PP	6,86	1,72	0,94	0,68
R/C	1,22	1,87	2,58	3,16

Pembahasan

Tingkat kelangsungan hidup menunjukkan persentase tingkat hidup ikan selama periode pemeliharaan yakni perbandingan jumlah ikan yang hidup dari total ikan selama periode pemeliharaan. Tingkat kelangsungan hidup semua perlakuan selama pemeliharaan masih tergolong tinggi karena berada diatas nilai 80% (SNI 2016). Tingkat kelangsungan hidup pada semua perlakuan tergolong tinggi, mengindikasikan bahwa pemeliharaan pada media bersalinitas 4 ppt mampu menopang kehidupan ikan patin, bahkan pada kepadatan yang tinggi hingga 14 ekor L⁻¹. Penurunan signifikan TKH pada perlakuan C dibanding K menunjukkan bahwa kepadatan 14 ekor L⁻¹ mulai memberikan tekanan pada TKH ikan. Tekanan pada ikan menjadi salah satu sumber stres sehingga mengakibatkan daya tahan tubuh ikan menurun dan menyebabkan kematian (Darmawan *et al.* 2016).

Pertumbuhan merujuk pada peningkatan ukuran tubuh organisme, baik dalam aspek panjang, massa, maupun volume, yang berlangsung dalam jangka waktu tertentu (Silvina *et al.* 2023). Hasil penelitian menunjukkan laju pertumbuhan panjang dan bobot pada perlakuan K berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan A, B, dan C. Perlakuan K dengan padat tebar terendah yakni 5 ekor L⁻¹ menghasilkan laju pertumbuhan panjang dan bobot tertinggi dibandingkan dengan perlakuan A, B, dan C. Kepadatan dapat memicu terjadinya kompetisi pakan antar ikan, sehingga pertumbuhan pada ikan menjadi lebih lambat. Dugaan tersebut sejalan dengan Tidwell dan Allan (2001) yang menerangkan bahwa kepadatan yang tinggi menyebabkan pertumbuhan menurun, yang diakibatkan oleh energi ikan yang semakin berkurang karena dialihkan untuk beradaptasi dengan lingkungannya dibandingkan untuk pertumbuhannya. Hal tersebut menunjukkan bahwa ruang gerak yang cukup menjadi faktor penting untuk pertumbuhan ikan. Perlakuan C memperoleh nilai pertumbuhan terendah dikarenakan terhambatnya pertumbuhan akibat tekanan lingkungan. Padat tebar merupakan salah satu variabel yang mempengaruhi pertumbuhan ikan (Islama *et al.* 2022). Hasil penelitian menunjukkan bahwa bukan hanya pertumbuhan absolut, tetapi efisiensi pertumbuhan relatif mengalami perlambatan yang cukup signifikan pada kepadatan tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian Hutabarat (2020) yang menerangkan bahwa padat tebar terendah memperoleh laju pertumbuhan panjang dan bobot tertinggi.

Berdasarkan hasil analisis statistik, nilai rasio konversi pakan pada perlakuan C berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan K, A, dan B. Peningkatan rasio konversi pakan seiring dengan meningkatnya padat tebar. Hal tersebut dikarenakan pakan yang dicerna oleh ikan dijadikan sebagai energi yang kemudian dimanfaatkan untuk pertahanan diri dari tekanan lingkungan, sehingga energi ikan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan menjadi berkurang (Nugroho *et al.* 2013). Efisiensi pemanfaatan pakan ditentukan oleh faktor kepadatan tebar, kondisi kualitas air, serta teknik pemberian pakan (Karimah *et al.* 2018). Tingkat kepadatan ikan yang tinggi berpotensi menimbulkan persaingan dalam memperoleh pakan, yang pada akhirnya dapat menghambat laju pertumbuhan ikan. Hal ini sejalan dengan Azhari *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa, tingginya padat tebar meningkatkan tingkat kompetisi antar ikan dalam pemanfaatan pakan dan ruang gerak, yang secara langsung memengaruhi laju pertumbuhan.

Berdasarkan hasil analisis statistik, nilai koefisien keragaman panjang dan bobot menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antar perlakuan. Koefisien keragaman panjang dan bobot antar perlakuan relatif rendah karena berada dibawah 20%. Hal tersebut sejalan dengan Baras *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa keragaman tergolong rendah apabila koefisien dibawah 20%. Semakin tinggi koefisien keragaman, semakin besar perbedaan antar individu dalam populasi tersebut terhadap karakternya (Darmawan dan Tahapari 2016). Padat tebar yang tinggi akan mengakibatkan perbedaan variasi pertumbuhan, hal tersebut terjadi karena persaingan dalam mendapatkan pakan dan ruang gerak (Dhewantara 2016).

Stres yang dialami ikan membuat peningkatan sekresi kortisol yang berlebih serta akan mengganggu metabolisme glukosa, sehingga akan mempengaruhi kadar glukosa darah (Novita *et al.* 2019). Glukosa darah menjadi salah satu indikator respons fisiologis ikan terhadap stress. Berdasarkan hasil analisis statistik, nilai glukosa darah perlakuan K berbeda nyata dengan perlakuan A, B, dan C. Kadar glukosa pada penelitian lebih rendah dari penelitian Sari *et al.* (2022) berkisar 64-88 mg dL⁻¹. Nilai glukosa darah pada penelitian ini masih dalam batas toleransi pemeliharaan ikan patin. Peningkatan glukosa darah seiring dengan meningkatnya TKO. Nilai TKO pada perlakuan K berbeda nyata dengan perlakuan A, B dan C. Meskipun media isoosmotik 4 ppt secara teoritis mengurangi beban energi osmoregulasi, penelitian ini mengindikasikan bahwa padat tebar ≥ 8 ekor L⁻¹ menunjukkan faktor stres akibat kompetisi ruang dan potensi penurunan kualitas air mikro menjadi lebih dominan. Efek negatif dari kepadatan tinggi ini terbukti mengalahkan manfaat fisiologis dan kondisi isoosmotik yang terlihat dari menurunnya laju pertumbuhan dan efisiensi pakan

Pemeliharaan ikan patin pada media bersalinitas 4 ppt menghasilkan kondisi yang mendekati isoosmotik, sehingga energi untuk osmoregulasi berkurang dan energi tersebut dapat dimanfaatkan untuk mendukung pertumbuhan (Hastuti *et al.* 2012). DHL daging yang dihasilkan tergolong stabil dengan rentang 7,387-7,720 mg dL⁻¹. Andriyani dan Sumantriyadi (2017) menjelaskan bahwa kondisi isoosmotik menjaga keseimbangan ionik dalam darah dan jaringan ikan, yang dapat dilihat dari nilai DHL daging yang stabil. Hal tersebut sesuai dengan penelitian ini yang membuat kondisi isoosmotik.

Suhu yang diperoleh berada direntang yang optimal sebesar 26,5-29,5°C. Menurut SNI (2016), suhu optimal ikan patin berada pada 26-31 °C. Oksigen terlarut menjadi salah satu faktor yang sangat penting dan mempengaruhi kehidupan ikan patin sehingga dibutuhkan dalam jumlah yang cukup. Kadar oksigen terlarut selama penelitian berada direntang 4,9–7,9 mg L⁻¹. Kadar DO tersebut masih dalam kisaran optimal. yaitu ≥ 3 mg L⁻¹ (SNI 2016). Berdasarkan hasil yang diperoleh selama pemeliharaan, pH air berkisar 5-8,2. Kadar pH yang baik untuk ikan patin berada direntang 6-8 (SNI 2016).

Berdasarkan grafik yang dihasilkan pada uji amonia, kadar amonia meningkat secara signifikan pada hari ke-28 pada semua perlakuan. Kadar amonia tertinggi diperoleh perlakuan C, yang diikuti dengan perlakuan B kemudian A. Peningkatan kadar amonia seiring dengan meningkatnya padat tebar, yang merupakan konsekuensi langsung dari tingginya total produksi limbah metabolik atau ekskresi ikan dan dekomposisi sisa pakan. Hal ini mengindikasikan bahwa laju produksi amonia pada system padat tebar ini telah melampaui kapasitas asimilasi oleh proses nitrifikasi alami. Hasil penelitian sejalan dengan penelitian Yusoff *et al.* (2024) yang menjelaskan bahwa peningkatan amonia yang terjadi pada masa pemeliharaan pada perlakuan padat tebar disebabkan oleh ketidakseimbangan antara produksi limbah yang dihasilkan dan kapasitas biofiltrasi alami. Kadar amonia yang baik bagi kelangsungan hidup ikan patin yakni $\leq 0,1$ mg L⁻¹ (SNI 2016). Kandungan nitrit mengalami kenaikan yang signifikan pada hari ke-7 hingga hari ke-14 pada semua perlakuan. Pada hari ke-21 hingga hari ke-28 mengalami penurunan kembali pada semua perlakuan. Puncak nilai nitrit tertinggi berada pada hari ke-14. Hal ini menjadi indikasi bahwa, terdapat gangguan proses nitrifikasi, khususnya pada tahap perubahan nitrit menjadi nitrat oleh bakteri *Nitrobacter*. Kadar nitrit pada perairan optimal memiliki nilai kurang dari 1 mg L⁻¹ (Effendi 2003; Safsafubun *et al.* 2023). Kadar nitrat mengalami peningkatan hingga hari ke-21, kemudian mengalami penurunan pada hari ke-28. Meskipun relatif tidak toksik, akumulasi nitrat dalam jangka panjang dapat mengganggu osmoregulasi dan menyebabkan stres kronis. Hal ini sejalan dengan Monsees *et al.* (2017) yang menjelaskan bahwa kadar nitrat dengan nilai lebih dari 500 mg L⁻¹ mengakibatkan kronisnya pertumbuhan dan kesehatan ikan.

Kandungan CO₂ berfluktuasi selama masa pemeliharaan. CO₂ meningkat tajam di hari ke-28. Peningkatan CO₂ menyebabkan penurunan pada pH yang mengganggu keseimbangan asam-basa darah ikan. Yusoff *et al.* (2024) menyebutkan bahwa CO₂ menjadi hal yang sangat penting dalam sistem padat tebar, karena memengaruhi efisiensi respirasi. Penurunan alkalinitas yang terjadi secara drastis dari hari ke-7 hingga hari ke-21 menunjukkan bahwa proses nitrifikasi tetap aktif meskipun dalam media bersalinitas. Nilai optimal alkalinitas di perairan berada direntang 50-150 mg L⁻¹ (Boyd 2020). Nilai Kesadahan yang dihasilkan menunjukkan fluktuasi yang kemudian meningkat di akhir pemeliharaan. Hal tersebut menunjukkan bahwa stabilitas ion Ca²⁺ dan Mg²⁺ menjadi peran penting dalam osmoregulasi dan kekuatan tulang ikan. Nagothu *et al.* (2024) menekankan bahwa kesadahan yang stabil mendukung pertumbuhan tulang dan mengurangi stres osmotik pada ikan air tawar dalam sistem semi-intensif. Nilai optimal kesadahan pada pemeliharaan organisme akuatik berada direntang 75-150 mg L⁻¹ (Boyd 2020).

Analisis usaha dilakukan pada akhir pemeliharaan dengan meninjau hasil akhir tingkat kelangsungan hidup dan pertambahan panjang. Keuntungan tertinggi diperoleh pada perlakuan C sebesar Rp 98.337.227 dengan penerimaan sebesar Rp 143.760.960 dan HPP Rp 94,790. Keuntungan yang lebih tinggi pada perlakuan C utamanya disebabkan oleh jumlah total individu ikan yang dapat dipanen persiklus lebih banyak, meskipun TKH lebih rendah dan pertumbuhan individu lebih lama. Nilai R/C rasio tertinggi didapatkan pada perlakuan C dengan padat tebar 14 ekor L⁻¹ yakni sebesar 3,16 dengan *payback period* (PP) tercepat yaitu 0,68 tahun atau ± 8 bulan.

KESIMPULAN

Jumlah ikan patin terbanyak yang dipelihara pada media bersalinitas 4 ppt diperoleh pada perlakuan C yakni dengan padat tebar 14 ekor L⁻¹. Peningkatan padat tebar secara signifikan memengaruhi respons fisiologis. Terlihat pada kadar glukosa darah dan tingkat konsumsi oksigen yang lebih tinggi pada padat tebar 8 ekor L⁻¹, 11 ekor L⁻¹, dan 14 ekor L⁻¹ dibanding dengan padat tebar 5 ekor L⁻¹, namun pada parameter kualitas air tidak menunjukkan perbedaan statistik yang konsisten antar perlakuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar LOMH, Gappar A, Christyandari DA. 2016. Konversi Nh₃ Dari Tan/Nh₃-N menggunakan kalkulator amonia. Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur. 14(1): 51-54.
- Andriyani W, Sumantriyadi S. 2017. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*) terhadap salinitas yang berbeda. Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan. 12(1): 48-55.
- Azhari A, Muchlisin ZA, Dewiyanti I. 2017. Pengaruh padat penebaran terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan seurukan (*Osteochilus vittatus*). 2(1): 12-19.
- Baras E, Raynaud T, Slembrouck J, Caruso D, Cochet C, Legendre M. 2011. Interactions between temperature and size on the growth, size heterogeneity, mortality and cannibalism in cultured larvae and juveniles of the Asian catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage). Aquaculture Research. 42(2): 260-276.

- Boyd CE. 2020. *Water Quality An Introduction Third Edition*. Cham(CH): Springer.
- Darmawan J, Tahapari E, Pamungkas W. 2016. Performa benih ikan patin siam *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) dan pasupati (*Pangasius sp.*) dengan padat penebaran yang berbeda pada pendederan sistem resirkulasi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 16(3): 243-250.
- Darmawan J, Tahapari E. 2017. Performa pertumbuhan, koefisien variasi, dan heterosis hasil persilangan Ikan Patin (*Pangasius sp.*) pada tahap pendederan II. *Jurnal Riset Akuakultur*. 12(1): 21-28.
- [DJPB] Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2023. *Laporan Kinerja Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Tahun 2023*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya.
- Effendi H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Bogor: IPB Press.
- Effendie MI. 1979. *Metode Biologi Perikanan*. Bogor (ID): Yayasan Dewi Sri.
- Effendie MI. 1997. *Biologi Perikanan*. Yogyakarta (ID): Yayasan Pustaka Nusatama
- Goddard S. 1996. *Feed Management in Intensive Aquaculture*. New York (US): Chapman and Hall Publisher.
- Hastuti YP, Faturrohman K, Nirmala K. 2014. Kalsium karbonat pada media bersalinitas untuk pertumbuhan benih ikan patin (*Pangasius sp.*). *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*. 5(2): 183-190.
- Hutabarat AC. 2020. Kinerja produksi ikan rasbora galaxy (*Danio margaritatus*) yang dipelihara pada padat tebar 2 sampai 5 ekor/L dan salinitas media 2g/L [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Islama D, Kurniawan R, Mahendra M, Rahmayanti F, Saputra F, Suriani M, Kel S. 2022. Kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan patin (*Pangasius djambal*) yang dipelihara pada sistem budikdamber dengan padat tebar berbeda. *Jurnal Perikanan Tropis*. 9(2): 139-149.
- Isnaeni H. 2006. *Fisiologi Hewan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Karimah U, Samidjan I. 2018. Performa pertumbuhan dan kelulushidupan ikan nila gift (*Oreochromis niloticus*) yang diberi jumlah pakan yang berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 7(1): 128-135.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2023. *Laporan tahunan direktorat produksi tahun 2013*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya.
- Lesmono DP. 2005. *Pengaruh Teknik Adaptasi Salinitas terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Patin (Pangasius sp) [Skripsi]*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Liao IC, Huang HJ. 1975. Studies on the respiration of economic prawns in taiwan. I. Oxygen Of Egg Up To Young Prawns Of *Penaeus monodon* Fab. *Fish Social Taiwan*. 4(1): 33-50.
- Monsees H, Klatt L, Kloas W, Wuertz S. 2017. Chronic exposure to nitrate significantly reduces growth and affects the health status of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) in recirculating aquaculture systems. *Aquaculture Research*. 48: 3482-3492.
- Nagothu SK, Bindu SP, Anitha G, Vincent S, Kumar OP. 2025. Advancing aquaculture: Fuzzy logic-based water quality monitoring and maintenance system for precision aquaculture. *Aquaculture International*. 33(1): 32.
- Novita RD, Nirmala K, Supriyono E, Ardi I. 2019. Efektivitas paparan spektrum cahaya lampu Light Emitting Diode (LED) terhadap pertumbuhan dan kualitas warna yuwana ikan badut, *Amphiprion percula* (Lacepede, 1802). *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 19(1): 127141.
- Nugroho A, Arini E, Elfitasari T. 2013. Pengaruh kepadatan yang berbeda terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada sistem resirkulasi dengan filter arang. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 2(3):94–100.
- Rinowati D, Hidayaturrehman H. 2021. Analisis glukosa ikan gelodok (*Periophthalmodon schlosseri*) di Perairan Desa Tanipah dan Desa Kuala Lupak, Barito Kuala Kalimantan Selatan. *Jurnal Pharmascience*. 8(1): 83-87.
- Safsafubun FR, Undap SL, Salindeho IRN, Pangemanan NPL, Watung JC, Pangkey H. 2023. Fluktuasi parameter kualitas air dan perkembangan flock pada budidaya ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan sistem bioflok di BPBAT Talelu. *e-Journal Budidaya Perairan*. 11(2): 213–226.
- Sari WP, Zaidy AB, Haryadi J, Krettiawan H. 2022. Pengaruh jenis filter dan kepadatan terhadap kadar glukosa darah dan pertumbuhan bobot benih *Pangasianodon hypophthalmus* pada sistem resirkulasi. *Clarias: Jurnal Perikanan Air Tawar*. 3(2): 1-10.
- Silvina S, Juliana J, Syamsuddin S. 2023. Pengaruh pemberian pakan il-28 k dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan gurami. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 11(3): 144-149.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2005. *Air dan air limbah – bagian 1: cara uji daya hantar listrik (DHL)*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2005. *Air dan air limbah – bagian 23: cara uji suhu dengan termometer*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2016. *Ikan patin siam (Pangasianodon hypophthalmus, Sauvage 1878) – bagian 4 : produksi benih*. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- Silva LD, Murgas LDS. 2014. The use of isosmotic solution as a strategy to reduce stress in fish farming. *Aquaculture*. 418: 71-76.

Steel RGD, Torrie JH. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistika. Jakarta: PT. Gramedia.

Tidwell JH, Allan GL. 2001. Fish as food: aquaculture's contribution. EMBO Reports. 2(11): 958-963.

Yusoff FM, Umi WA, Ramli NM, Harun R. 2024. Water quality management in aquaculture. Cambridge Prisms: Water. (2): 1-22.