

Spirulina sebagai Pengganti Artemia untuk Meningkatkan Produksi Larva Ikan Patin *Pangasius hypophthalmus*

(Spirulina as a Substitute for Artemia to Increase the Production of *Pangasius hypophthalmus* Catfish Larvae)

Cecilia Eny Indriastuti¹, Dian Eka Ramadhani^{1*}, Muhammad Agung Zaim Adzkiya², Andri Hendriana¹, Imza Hermawan³

(Diterima Juni 2023/Disetujui Agustus 2024)

ABSTRAK

Penyediaan benur yang berkualitas dan cukup untuk produksi sangat ditentukan oleh manajemen pemeliharaan selama stadium larva. Penelitian ini bertujuan mendapatkan perlakuan terbaik pakan alami berupa *Spirulina* sp. dan *Artemia* sp. sebagai suplemen pakan guna meningkatkan performa pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup larva ikan patin. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri atas 4 perlakuan pakan dan 3 ulangan: A (*Artemia* sp. 100%), B (*Artemia* sp. 100% dan *Spirulina* sp. 100%), C (*Artemia* sp. 50% dan *Spirulina* sp. 50%), dan D (*Spirulina* sp. 100%). Larva patin dengan kepadatan 50 ekor/L dipelihara dalam akuarium diberi pakan sesuai dengan perlakuan. Kepadatan *Spirulina* sp. yang diberikan adalah 10^4 – 10^5 sel/mL dipertahankan sampai hari ke-7 sesuai dengan perlakuan. Parameter yang diukur meliputi performa pertumbuhan yang meliputi laju pertumbuhan spesifik (SGR), kelangsungan hidup (SR), pertumbuhan panjang mutlak (PPM), dan analisis enzim pencernaan larva (amilase, lipase, dan protease). Data dianalisis menggunakan *one way-analysis of variance* dan dilanjutkan dengan Duncan's Multiple Range Test dengan selang kepercayaan 95% menggunakan SPSS versi 22.0. Hasilnya menunjukkan bahwa pemberian *Spirulina* sp. menghasilkan SGR, SR, PPM, aktivitas enzim amilase, lipase, dan protease yang lebih baik dibandingkan kontrol (pemberian *Artemia* sp. 100%). Perlakuan terbaik dihasilkan oleh perlakuan *Spirulina* sp. 100%.

Kata kunci: *Artemia* sp., enzim pencernaan, larva ikan patin, *Spirulina* sp.

ABSTRACT

The provision of quality and sufficient shrimp fry for production is largely determined by the management of maintenance during larval stadia. This study aims to obtain the best treatment of natural feed in the form of *Spirulina* sp. and *Artemia* sp. as feed supplements to improve the growth performance and survival rate of patin fish larvae. The experiment used a Complete Randomized Design consisting of 4 feed treatments and 3 replicates: A (*Artemia* sp. 100%), B (*Artemia* sp. 100% and *Spirulina* sp. 100%), C (*Artemia* sp. 50% and *Spirulina* sp. 50%), and D (*Spirulina* sp. 100%). The larvae with a density of 50 heads/L were kept in the aquarium and fed according to the treatment. The density of *Spirulina* sp. administered was 10^4 – 10^5 cells/mL maintained until day 7 according to the treatment. The parameters measured included growth performance, which included specific growth rate (SGR), survival (SR), absolute length growth (PPM), and analysis of larval digestive enzymes (amylase, lipase, and protease). The data were analyzed using *one way-analysis of variance* and continued with Duncan's Multiple Range Test with a 95% confidence interval using SPSS version 22.0. The results showed that the administration of *Spirulina* sp. produced better SGR, SR, PPM, amylase enzyme, lipase, and protease activities compared to the control (100% administration of *Artemia* sp.). The best treatment was given by 100% *Spirulina* sp. treatment.

Keywords: *Artemia* sp., digestive enzymes, patin fish larvae, *Spirulina* sp.

PENDAHULUAN

Ikan patin (*Pangasianodon hypophthalmus*) merupakan komoditas ikan konsumsi air tawar

¹ Program Studi Teknologi dan Manajemen Pembenuhan Ikan, Sekolah Vokasi, IPB University, Bogor 16153

² Program Studi Supervisor Jaminan Mutu Pangan, Sekolah Vokasi, IPB University, Bogor 16153

³ United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), Jl. MH Thamrin Kav 3 Kebon Sirih Menteng Jakarta Pusat DKI Jakarta, RT.2/RW.1, Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat 10250

* Penulis Korespondensi: E-mail: dianeka06@apps.ipb.ac.id

unggulan Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) karena pertumbuhan yang cepat dan dagingnya disukai masyarakat. Produksi ikan patin pada tahun 2017 adalah 319.967 ton, meningkat menjadi 384.310 ton pada tahun 2019 (KKP 2021). Seiring dengan pertambahan populasi penduduk, permintaan daging patin dari tahun ke tahun juga semakin meningkat. Produksi ikan ini mengarah ke intensifikasi guna memaksimalkan produksi budi daya. Intensifikasi sangat bergantung pada ketersediaan benih. Penyediaan benih yang berkualitas dan jumlahnya mencukupi untuk produksi sangat ditentukan oleh manajemen pemeliharaan saat stadium larva.

Pemeliharaan larva dalam usaha pembenihan ikan patin sering bermasalah pada tingkat kelangsungan hidupnya. Selain faktor lingkungan, tingkat kelangsungan hidup larva juga dipengaruhi oleh pakan. Periode kritis dalam daur hidup ikan patin adalah pada umur 0–15 hari (Hardjamulia *et al.* 1981). Kualitas induk, pakan, dan kondisi lingkungan berpengaruh besar pada tingginya tingkat kematian larva dan benih terutama pada masa kritisnya. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa kuantitas dan kualitas pakan merupakan faktor yang sangat penting dan berhubungan dengan perkembangan larva ikan (Pratiwy *et al.* 2023; Hamre *et al.* 2013).

Pakan awal pada larva ikan patin biasanya berupa pakan alami zooplankton *Artemia* sp., yang diberikan selama tiga hari dan dilanjutkan dengan pemberian cacing sutera *Tubifex* sp. sampai mencapai ukuran benih (hari ke-10). Namun, tingkat kematian larva sampai umur 14 hari masih tinggi, sampai 60–80% (Nguyen *et al.* 2013). Tambahan artemia selama tiga hari belum cukup meningkatkan stamina larva sehingga perlu disertai pemberian pakan alami *Spirulina* untuk memperpanjang larva mendapatkan pakan alami. *Spirulina* juga diharapkan dapat menjadi suplemen guna meningkatkan daya tahan larva sehingga mengurangi tingkat kematian larva ikan bandeng (Bahri *et al.* 2017) dan larva ikan bawal (Izwan *et al.* 2022). Penelitian lain melaporkan bahwa pemberian *Spirulina* 50% mampu meningkatkan tingkat kelangsungan hidup larva ikan nilam 7% (Yusuf *et al.* 2014).

Spirulina sp. adalah salah satu pakan alami golongan fitoplankton yang dapat diberikan pada larva patin yang memiliki nutrisi tinggi, yaitu kandungan protein 63–69%, karbohidrat 18–20%, dan lemak 2–3%. Tepung *Spirulina* sp. dapat digunakan sebagai bahan pakan ikan Cyprinidae, udang, dan pakan tambahan untuk larva ikan (Sukardi & Winanto 2011) tetapi pada pemeliharaan larva ikan patin belum pernah diujicobakan. Penelitian ini bertujuan

mendapatkan perlakuan terbaik pakan alami berupa *Spirulina* sp. dan *Artemia* sp. sebagai suplemen pakan guna meningkatkan fekunditas dan tingkat kelangsungan hidup larva ikan patin.

METODE PENELITIAN

Percobaan meliputi beberapa tahapan, yaitu penyiapan wadah dan media pemeliharaan, pemeliharaan hewan uji, dan pengukuran parameter uji. Pemeliharaan hewan uji dan pengukuran parameter uji, yaitu performa pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup larva ikan patin dilakukan di CV Tania Akuakultur, dan analisis enzim pencernaan di Laboratorium Nutrisi Ternak Perah, Departemen Ilmu dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, IPB University.

Pakan alami yang digunakan ialah zooplankton *Artemia* sp. Merk INVE, cacing sutera *Tubifex* sp., dan *Spirulina* sp. yang dikultur sampai hari ke 7–9 (fase stasioner) di Laboratorium Pakan Alami, Program Studi Teknologi dan Manajemen Pembenihan Ikan, Sekolah Vokasi IPB. Pupuk untuk kultur *Spirulina* sp. ialah Walne (Tabel 1).

Penyiapan Wadah dan Media Pemeliharaan

Penyiapan wadah meliputi pembersihan akuarium, pengeringan, pengisian air, pengaturan aerasi, dan pengecekan kualitas air sebelum digunakan. Sebanyak 12 akuarium masing-masing berukuran 60 x 40 x 40 cm³, dilengkapi dengan pemanas, dan volume air tawar 40 L, dan didisinfeksi menggunakan klorin dosis 30 mg/L dan Na-tiosulfat dosis 15 mg/L.

Pemeliharaan Hewan Uji dan Pemberian Pakan

Larva ikan patin umur 1 hari setelah menetas yang digunakan adalah kepadatan 50 ekor per L. Larva diberi pakan alami sesuai dengan perlakuan dengan frekuensi pemberian secara *ad libitum* (pakan selalu

Tabel 1 Komposisi Walne

Larutan A	Konstituen	Jumlah
Larutan A (1 mL per 1 L kultur)	FeCl ₂	0,8 g
	MnCl ₂ ·4H ₂ O	0,4 g
	H ₃ BO ₃	33,6 g
	Na ₂ EDTA	45 g
	NaI ₂ PO ₄ ·2H ₂ O	20 g
	NaNO ₃	100 g
Larutan B	Larutan B	1 mL
	Ditambahkan akuades hingga 1 L	Dipanaskan hingga larut
	ZnCl ₂	2,1 g
	CoCl ₂ ·6H ₂ O	2,0 g
	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ ·4H ₂ O	0,9 g
	CuSO ₄ ·5H ₂ O	2,0 g
Larutan C (0,1 mL per 1 L kultur)	HCl	10 mL
	Ditambahkan akuades hingga 0,1 L	Dipanaskan hingga larut
	Vitamin B1	0,2 g
Larutan E	Larutan E	25 mL
	Ditambahkan akuades hingga 0,2 L	
	Vitamin B12	0,1 g
	Ditambahkan akuades hingga 0,25 L	

tersedia di media pemeliharaan). Kepadatan *Spirulina* sp. 10^4 – 10^5 sel/mL dipertahankan sampai hari ke-7 sesuai dengan perlakuan. Media pemeliharaan disipon dan diganti 3 kali sehari. Perlakuan dalam penelitian ini ialah A (kontrol; 100% *Artemia* sp. dari total larva), B (kombinasi 100% *Artemia* sp. dan 100% *Spirulina* sp. dari total larva), C (kombinasi 50% *Artemia* sp. dan 50% *Spirulina* sp. dari total larva), dan D (100% *Spirulina* sp. dari total larva). Pakan alami *Spirulina* sp. diberikan sehari sekali, sedangkan pemberian pakan alami *Artemia* sp. sesuai dengan perlakuan diberikan tiga jam sekali secara *ad-libitum* di media pemeliharaan. Pemberian pakan alami *Spirulina* sp. dan *Artemia* sp. sesuai dengan perlakuan dihentikan pada hari ke-5. Pada hari ke-6 sampai ke-7 semua perlakuan mendapatkan pakan cacing *Tubifex* sp. segar yang dicacah, dan pada hari ke-8 sampai ke-15 pada semua perlakuan diberi pakan cacing *Tubifex* sp. utuh ukuran 1–2 cm secara *ad libitum*. Jumlah potongan cacing yang diberikan 10–15 potong individu/larva ikan patin.

Kualitas air berupa fisika dan kimia air diperiksa secara berkala. Kondisi suhu, pH, dan oksigen terlarut (*dissolved oxygen*, DO) dipantau setiap hari selama 15 hari periode pemeliharaan. Hasil pengukuran kualitas air pada media pemeliharaan larva yang disandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) pada parameter kualitas air pada pembenihan ikan patin disajikan pada Tabel 2.

Analisis Aktivitas Enzim Pencernaan

Organ untuk analisis aktivitas enzim pencernaan pada penelitian ini adalah larva umur 2 pekan (ukuran ±0,1–0,4 cm). Aktivitas enzim yang diukur pada penelitian ini adalah aktivitas amilase, lipase, dan protease.

Pengukuran Aktivitas Lipase (Borlongan 1990)

Larva segar (1 g) ditimbang dan diberi larutan bufer Tris (20 mM Tris HCl, 1 mM EDTA, 10 mM CaCl₂, pH 7,5) dengan nisbah 10%, lalu dimasukkan ke dalam tabung Eppendorf dan disentrifus selama 10 menit dengan kecepatan 12.000 rpm pada suhu 4°C. Supernatant dipisahkan untuk keperluan analisis enzim. Sebanyak 1,5 mL substrat lipase murni (minyak zaitun murni) dimasukkan ke dalam Erlenmeyer ukuran 100–125 mL, ditambahkan 1 mL Tris-HCl 0,1 M pH 8,0 dan 1 mL sampel, lalu dihomogenkan dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 6 jam. Selanjutnya ke dalam Erlenmeyer ditambahkan 3 mL etanol 95% (untuk menghentikan proses hidrolisis) dan dititrasi segera

dengan NaOH 0,01 N (menggunakan indikator timolftalein 0,9%). Aktivitas lipase dihitung sebagai berikut:

$$\text{Aktivitas lipase (U/mL/menit)} = \frac{\text{volume titrasi sampel} - \text{blanko}}{\text{mg protein (Bradford)}}$$

Pengukuran Aktivitas Amilase (Bergmeyer & Grassi 1983)

Larva segar (1 g) ditimbang kemudian ditambahkan larutan bufer Tris (20 mM Tris HCl, 1 mM EDTA, 10 mM CaCl₂, pH 7,5) dengan nisbah 10%, lalu dimasukkan ke dalam tabung Eppendorf dan disentrifus selama 10 menit dengan kecepatan 12.000 rpm pada suhu 4°C. Supernatant diambil untuk analisis enzim. Substrat yang digunakan dalam pengukuran ialah larutan pati 1% (dalam 20 mM natrium fosfat pH 6,9) yang mengandung 6,0 mM NaCl. Selanjutnya larutan pati diambil sebanyak 0,5 mL menggunakan pipet dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 0,5 mL sampel dan diinkubasi di penangas air selama 3 menit pada suhu 95°C. Sebanyak 0,5 mL larutan asam dinitrosalisilat (DNS) ditambahkan, kemudian campuran diinkubasi kembali selama 5 menit pada suhu 95°C. Absorbans diukur menggunakan spektrofotometer pada λ 540 nm. Aktivitas amilase ditetapkan sebagai berikut:

$$\text{Aktivitas amilase (U/mL/menit)} = \frac{\mu\text{mol maltosa yang dihasilkan}}{\text{mg enzim dalam campuran}} \times 3 \text{ menit}$$

Pengukuran Aktivitas Protease (Bergmeyer & Grassi 1983)

Larva ikan patin segar (1 g) diberi larutan bufer Tris (20 mM Tris HCl, 1 mM EDTA, 10 mM CaCl₂, pH 7,5) dengan nisbah 10%. Larutan dimasukkan ke dalam tabung Eppendorf dan disentrifus selama 10 menit dengan kecepatan 12.000 rpm pada suhu 4°C. Supernatant diambil untuk keperluan analisis enzim. Sebelum analisis, disiapkan tabung reaksi untuk blanko, standar, dan sampel (banyaknya tabung bergantung pada jumlah sampel). Selanjutnya dimasukkan 1 mL bufer fosfat 0,05 M pH 7,0 dan 1 mL larutan substrat kasein 20 mg/mL pH 7,0 ke dalam semua tabung reaksi. Kemudian sampel 0,2 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi sampel saja; 0,2 mL larutan standar tirosina 5 mmol/L ke dalam tabung reaksi sebagai standar, dan 0,2 mL ddH₂O ke dalam tabung reaksi sebagai blanko. Semua sampel diinkubasi pada suhu 37°C selama 10 menit dalam penangas air. Sebanyak 2 mL larutan TCA 0,1 M

Tabel 2 Kualitas air selama pemeliharaan larva ikan patin

Perlakuan	Kualitas Air			SNI		
	Suhu (°C)	pH	DO (mg/L)	Suhu (°C)	pH	DO (mg/L)
A	27,4–28,3	6,5–6,7	4,6–6,1	27,0–30,0	6,5–8,5	>5,0
B	27,3–28,6	6,5–6,4	5,4–6,3	27,0–30,0	6,5–8,5	>5,0
C	27,3–28,6	6,5–6,6	4,4–6,6	27,0–30,0	6,5–8,5	>5,0
D	27,2–28,6	6,6–6,7	4,6–6,7	27,0–30,0	6,5–8,5	>5,0

Keterangan: *SNI:01-6483.4-2000 tentang produksi benih ikan patin siam kelas benih sebar.

ditambahkan ke dalam semua tabung. Sebanyak 0,2 mL larutan CaCl₂ 2 mmol/L dimasukkan ke dalam tabung reaksi blanko dan standar, dan 0,2 mL ddH₂O ke dalam tabung sampel dan diinkubasi pada 37°C selama 10 menit dalam penangas air. Setelah inkubasi, sampel disentrifus dengan kecepatan 3.500 rpm selama 10 menit. Sebanyak 1,5 mL filtrat diambil dari setiap tabung reaksi dan ditambahkan 5 mL Na₂CO₃ 0,4 M ke dalam setiap tabung dan 1 mL reagen Folin Ciaocalteau (1:1), selanjutnya diinkubasi pada 37°C selama 10 menit dalam penangas air. Semua sampel diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada λ 578 nm.

Parameter Pengamatan

Pengamatan kinerja pertumbuhan meliputi laju pertumbuhan spesifik (*specific growth rate*, SGR), sintasan (*survival rate*, SR) (Nimrat *et al.* 2011), dan pertumbuhan panjang mutlak (PPM), yang ditetapkan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Survival (\%)} = \frac{\text{Jumlah larva patin yang hidup sampai akhir pemeliharaan}}{\text{Jumlah larva patin yang hidup pada awal pemeliharaan}} \times 100$$

$$\text{SGR (\%/hari)} = \frac{\ln W_2 - \ln w_1}{t_2 - t_1}$$

$$\text{PPM (cm)} = \text{Panjang akhir (cm)} - \text{Panjang awal (cm)}$$

Analisis Data

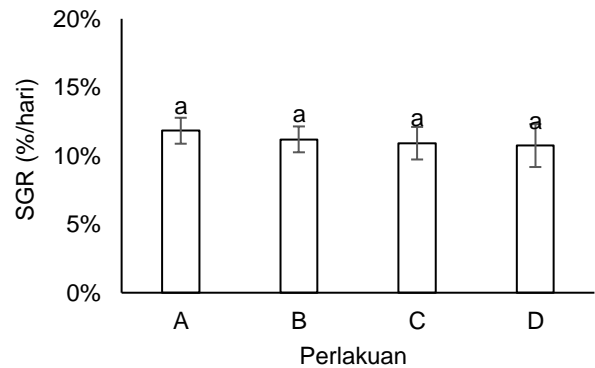
Data yang diperoleh ditabulasikan dalam Microsoft Excel 365. Data dianalisis menggunakan *one way-ANOVA (analysis of variance)* dan apabila terdapat perbedaan antar-perlakuan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test (DMRT)* dengan selang kepercayaan 95% menggunakan SPSS versi 22.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

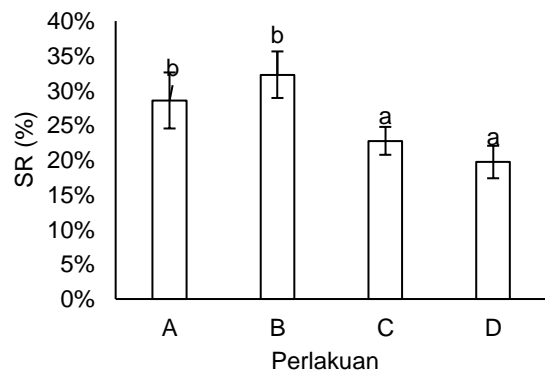
Performa Pertumbuhan

Performa pertumbuhan larva ikan patin yang diamati ialah SGR, SR, dan PPM pada umur 2 pekan (Gambar 1–3). Nilai SGR tidak berbeda nyata ($P>0,05$) antar-perlakuan. SR tertinggi dihasilkan pada perlakuan B 32,28% tetapi tidak berbeda nyata ($P>0,05$) dengan perlakuan A 28,47%. Perlakuan C tidak berbeda nyata dengan perlakuan D ($P>0,05$). Perlakuan A dan B berbeda nyata ($P<0,05$) dengan perlakuan C dan D. Hasil analisis ragam PPM menunjukkan bahwa perlakuan D menghasilkan nilai tertinggi (0,29 cm) tetapi tidak berbeda nyata ($P>0,05$) dengan perlakuan B dan C, walaupun berbeda nyata dengan perlakuan A. Nilai SGR tidak berbeda nyata antar-perlakuan, diduga karena pemanfaatan pakan alami *Spirulina* dan *Artemia* sp. mampu meningkatkan nilai SGR pada fase larva. Sebaliknya, larva yang diberi pakan *Spirulina* sp. dan *Artemia* sp. masing-masing 100% menghasilkan nilai PPM yang tidak berbeda nyata. Nilai PPM tersebut berbeda nyata dengan pemberian kombinasi 100% *Artemia* sp. dan

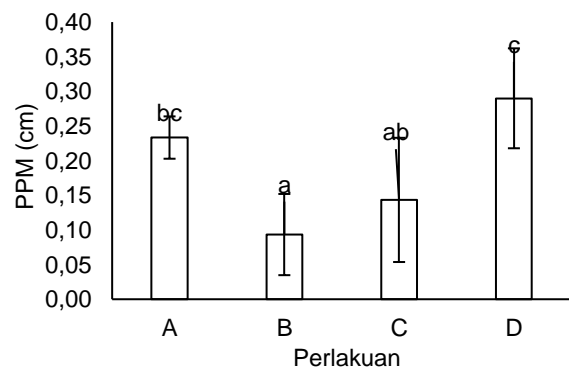
100% *Spirulina* sp. dalam satu perlakuan. Pemberian tunggal baik *Spirulina* sp. dan *Artemia* sp. 100% menghasilkan nilai PPM yang sama, diduga karena larva mampu memanfaatkan kandungan nutrisi pada pakan alami tersebut dan sesuai dengan kebutuhan nutrisinya. Sebaliknya, pemberian kombinasi 100% *Artemia* sp. dan 100% *Spirulina* sp. tidak memengaruhi



Gambar 1 SGR pada larva patin pada umur 2 pekan.



Gambar 2 SR pada larva patin pada umur 2 pekan.



Gambar 3 PPM pada larva patin pada umur 2 pekan. A (Kontrol; 100% *Artemia* sp. dari total larva), B (kombinasi 100% *Artemia* sp. dan 100% *Spirulina* sp. dari total larva), C (kombinasi 50% *Artemia* sp. dan 50% *Spirulina* sp. dari total larva), dan D (100% *Spirulina* sp. dari total larva).

PPM karena larva patin belum mampu mencerna sempurna nutrisi dari kedua pakan alami tersebut dan perkembangan enzim pencernaan larva baru mulai berkembang saat umur larva 1–3 hari.

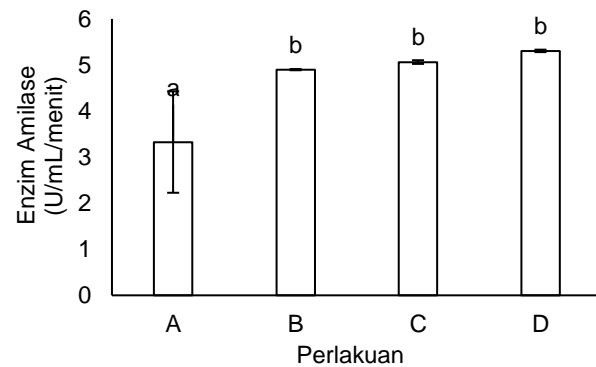
Menurut Robinson *et al.* (2006), kebutuhan nutrisi pada *cattfish* stadium larva hingga awal juvenil (hingga ukuran sekitar 1 g) membutuhkan protein sekitar 55% dan lemak 9% sebagai sumber energi utama untuk pertumbuhan. Protein yang terkandung di dalam *Spirulina* sp. adalah 55–70% bobot kering dengan kandungan lengkap seperti asam amino esensial (metionina, sistina, dan lisina) (Phang *et al.* 2000). Sementara, kandungan lemak dalam *Spirulina* ialah asam lemak takjenuh majemuk (*polyunsaturated fatty acids*, PUFA) sekitar 1,2–2,0% dari 5–6 total lemak terkandung dengan kandungan asam linolenat (36% dari total PUFA), asam linoleat (LA), asam stearidonat (SDA), asam eikosapentaenoat (EPA), asam dokosaheksaenoat (DHA), dan asam arakidonat (AA) (Habib *et al.* 2008). Sementara itu, kandungan nutrisi pada *Artemia* sp. ialah protein 49,7–62,5% dengan asam amino esensial 26,94–55,7%, dan lemak 9,4–19,5%. Dengan demikian, kandungan nutrisi *Spirulina* sp. dan *Artemia* sp. sesuai dengan kebutuhan nutrisi larva patin sehingga kedua pakan alami tersebut sama-sama berperan dalam meningkatkan pertumbuhan larva, baik yang masing-masing diberikan 100% maupun kombinasi 50% di antara keduanya.

SR tertinggi dijumpai pada perlakuan kombinasi *Artemia* sp. 100% dan *Spirulina* sp. 100%. Hal ini diduga karena lengkapnya nutrisi protein maupun kandungan asam lemak esensial pada *Spirulina* sp. sehingga mendukung kelangsungan hidup, pertumbuhan dan pemeliharaan sel-sel pada fase larva. Maulidiyanti *et al.* (2015) melaporkan bahwa tambahan *Spirulina* sp. 1–3 g/L pada pengayaan *Daphnia* sp. mampu mempertahankan SR larva ikan komet hingga 100% selama 15 hari masa pemeliharaan. Bahri *et al.* (2017) juga melaporkan bahwa pemberian serbuk *Spirulina* sp. 100% dengan pakan serbuk PSP pada larva ikan bandeng menghasilkan SR 53,8%, panjang akhir 16 mm, dan bobot total 14 mg lebih besar dibandingkan yang tidak diberi *Spirulina* sp.

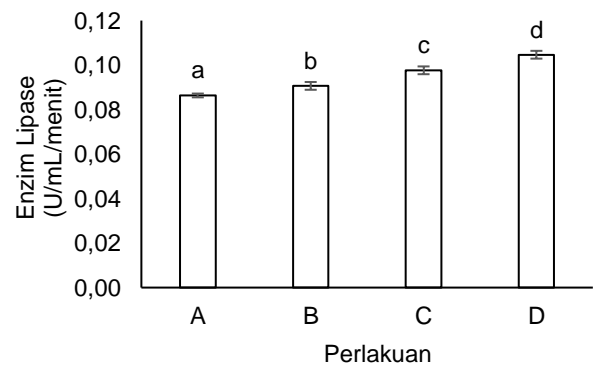
Aktivitas Enzim Pencernaan

Aktivitas enzim pencernaan larva patin umur 2 pekan, yang meliputi amilase, lipase, dan protease disajikan pada Gambar 4–6. Hasilnya menunjukkan bahwa aktivitas amilase tertinggi dihasilkan oleh perlakuan D 5,305 U/mL/menit dan berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan A. Aktivitas lipase dan protease tertinggi dihasilkan pada perlakuan D 0,146 U/mL/menit dan 0,697 U/mL/menit serta berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan A. Hasil pengukuran pada enzim pencernaan menunjukkan bahwa pemberian *Spirulina* sp. baik secara tunggal 100%, kombinasi 50% dan 100% menghasilkan nilai aktivitas amilase, lipase, dan protease yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian *Artemia* sp. secara tunggal (100%).

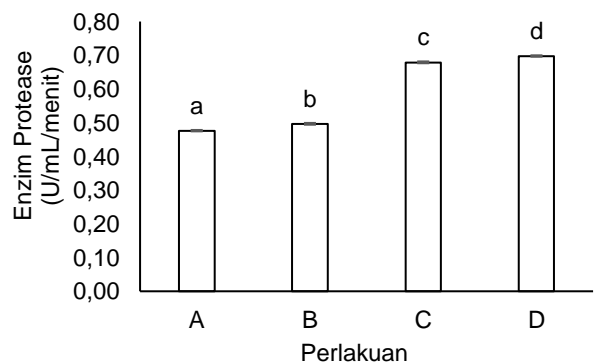
Ini menunjukkan bahwa aktivitas enzim pencernaan pada larva patin sudah terbentuk sejak hari pertama hingga umur 2 pekan. Sejalan dengan temuan Effendi *et al.* (2003) yang melaporkan bahwa larva patin umur 1 hari setelah menetas telah memiliki aktivitas protease dan lipase, sedangkan amilase belum terbentuk. Lapornya menyatakan bahwa aktivitas protease meningkat tajam pada larva umur 7 hari dan mulai menurun di atas umur 14 hari. Aktivitas lipase meningkat tajam pada larva umur 5 hari dan menurun



Gambar 4 Aktivitas amilase pada larva patin.



Gambar 5 Aktivitas lipase pada larva patin.



Gambar 6 Aktivitas protease pada larva patin. A (Kontrol; 100% *Artemia* sp. dari total larva), B (kombinasi 100% *Artemia* sp. dan 100% *Spirulina* sp. dari total larva), C (kombinasi 50% *Artemia* sp. dan 50% *Spirulina* sp. dari total larva), dan D (100% *Spirulina* sp. dari total larva).

di atas umur 14 hari. Selanjutnya, aktivitas amilase mulai terbentuk pada umur larva 2 hari dan menurun pada umur 5 hari, kembali meningkat pada umur 7 hari serta stasioner pada umur di atas 14 hari. Effendi *et al.* (2003) juga menyatakan bahwa perkembangan aktivitas enzim pencernaan pada larva ikan patin umumnya setelah umur larva 3 hari, kecuali aktivitas amilase.

Pemberian pakan alami *Artemia* sp. dan *Spirulina* sp. diduga mampu menginduksi sekresi protease dan lipase ke dalam saluran cerna. Perubahan enzim pada saluran cerna larva ikan yang cepat juga memicu pertumbuhan bobot larva ikan patin yang ditunjukkan oleh parameter PPM dan SGR. Tipe lipase yang diaktivasi oleh garam empedu merupakan yang terpenting bagi ikan (Tang *et al.* 2022).

Pankreas ikan akan menyintesis dan mensekresi lipase ke dalam saluran cerna, yang secara umum berfungsi pada kondisi pH basa dan menghidrolisis lemak hingga melepas asam lemak agar mudah diserap oleh enterosit usus (Bakke *et al.* 2011; Ronnestad *et al.* 2013). Pemberian tunggal *Spirulina* sp. 100% menghasilkan aktivitas lipase dan protease tertinggi di antara perlakuan lainnya. Hal ini mungkin berkaitan dengan peran *Spirulina* sp. yang mampu menginduksi sekresi lipase dan protease ke dalam saluran cerna. Pada saat perkembangan enzim pencernaan dalam saluran cerna larva ikan di umur 2 pekan, pertumbuhan panjang larva patin juga mulai melaju secara eksponensial. Namun, larva patin yang diberi perlakuan tersebut tidak memperlihatkan SR yang lebih baik dibandingkan dengan pemberian pakan *Artemia* sp. 100% dan kombinasinya dengan *Spirulina* sp. 100%. Perkembangan enzim pada larva ikan yang diberi pakan *Spirulina* sp. 100% mungkin memiliki koefisien pencernaan pakan yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya, sebagaimana ditunjukkan oleh parameter PPM. Apabila dipelihara sampai dengan ukuran konsumsi, kemungkinan larva akan tumbuh lebih cepat karena ada aktivitas enzim pencernaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol.

KESIMPULAN

Pemberian pakan secara tunggal berupa *Spirulina* sp. 100% menghasilkan nilai PPM, aktivitas amilase, lipase, dan protease tertinggi tetapi perlakuan tersebut menghasilkan nilai SR yang rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pemberian *Spirulina* sp. dan *Artemia* sp. pada semua perlakuan menghasilkan nilai SGR yang sama. Perlakuan terbaik yang dihasilkan pada penelitian ini ialah pemberian kombinasi pakan alami *Artemia* sp. 100% dan *Spirulina* sp. 100% yang mampu menghasilkan nilai SR tertinggi, aktivitas amilase, lipase, dan protease berbeda dengan kontrol, dan menghasilkan nilai SGR yang sama dengan perlakuan lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Sekolah Vokasi yang telah memberikan dana melalui program Hibah Sekolah Vokasi IPB University, dan kepada mahasiswa yang membantu penelitian, di antaranya Rivan Wahyu Krisnawan, Juliana, Risma Arafah Tunisa, Mukhlas Abdul Rohman, Billy Brilyan Anugrah, Elisa Fauziah, Yassar Ariq Pradian, Nadia Syafira, dan Muhammad Ridlo Firdaus.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakke AM, Glover C, Kroghdal A. 2011. Feeding, digestion and absorption of nutrients. Dalam: *Fish Physiology: The Multifunctional Gut of Fish*. Ed. Brauner MGA. London (UK): Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1546-5098\(10\)03002-5](https://doi.org/10.1016/S1546-5098(10)03002-5)
- Bahri S, Syaichudin M, Faidar, Haruna. 2017. Pengujian kombinasi pakan *Spirulina* dalam pemeliharaan larva ikan bandeng *Chanos chanos forsskal*. *Jurnal Perikanan Budidaya Air Payau*. 2: 80–87.
- Bergmeyer HU, Grossi M, Walter HE. 1983. Reagents for enzymatic analysis. Dalam: *Methods of Enzymatic Analysis: Volume 2: Samples, Reagents, Assessment of Results*. Bergmeyer HU (Ed.). Edisi ke-3. Wiley: 274–275.
- Borlongan IG. 1990. Studies on the digestive lipases of milkfish, *Chanos chanos*. *Aquaculture*. 89: 315–325. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(90\)90135-A](https://doi.org/10.1016/0044-8486(90)90135-A)
- Effendi I, Widanarni, Augustine D. 2003. Perkembangan enzim pencernaan larva ikan patin, *Pangasius hypophthalmus* sp. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 2(1): 13–20. <https://doi.org/10.19027/jai.2.13-20>
- Habib MAB, Parvin M. 2008. A review on culture, production and use of *Spirulina* as food for humans and feeds for domestic animals and fish. *Aquaculture Management and Conservation Service, FAO Fisheries and Aquaculture Department*. Rome, Italy (IT): 1034.
- Hamre K, Yufera M, Ronnestad I, Boglione C, Conceicao LEC, Izquierdo M. 2013. Fish larval nutrition and feed formulation: knowledge gaps and bottlenecks for advances in larval rearing. *Reviews in Aquaculture*. 5(1): 526–558. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2012.01086.x>
- Hardjamulia ATH. Prihadi, Subagya. 1981. Pembenihan ikan jambal siam (*Pangasius sutchi Fowler*) dengan suntikan ekstrak kelenjar hipofisa ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Bulletin Penelitian Perikanan*. 1(2): 183–190.

- Izwan, Yanto H, Lestari TP. 2022. Pengayaan *Daphnia* sp. dengan kadar tepung *Spirulina plantensis* yang berbeda terhadap pertumbuhan benih ikan bawal (*Colssoma macropomum*). *Borneo Akuatika*. 4(1): 18–26. <https://doi.org/10.29406/jba.v4i1.3890>
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2021. Produksi Perikanan. <https://statistik.kkp.go.id>. Maulidiyanti, Santoso L, Hudaidah S. 2015. Pengaruh pemberian pakan alami *Daphnia* sp. yang diperkaya dengan tepung *Spirulina* terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan komet (*Carassius auratus*). *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 4(1): 461–470.
- Nguyen PT, Bui TM, Nguyen TA. 2013. Developments in hatchery technology for striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Advances in Aquaculture Hatchery Technology*. 498–518. <https://doi.org/10.1533/9780857097460.3.498>
- Nimrat S, Boobthai T, Vuthiphandchai V. 2011. Effects of probiotic forms, compositions of and mode of probiotic administration on rearing of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) larvae and postlarvae. *Animal Feed Science and Technology*. 169: 244–258. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.07.003>
- Phang SM, Miah MS, Chu WL, Hashim M. 2000. *Spirulina* culture in digested sago starch factory waste water. *Journal of Applied Phycology*. 12: 395–400. <https://doi.org/10.1023/A:1008157731731>
- Pratiwy FM, Rosidah. 2023. Exploring the intricate relationship between food availability and feeding behaviour in fish larvae: A review. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 11(4): 1–14. <https://doi.org/10.22271/fish.2023.v11.i4a.2816>
- Robinson E, Li MH, Hogue CD. 2006. *Catfish nutrition: Nutrient requirements*. Department of Agriculture, Mississippi State University. Acts of Congress. USA. 2412.
- Rønnestad I, Yúfera M, Ueberschar B, Ribeiro L, Sæle Ø, Boglione C. 2013. Feeding behaviour and digestive physiology in larval fish: current knowledge, and gaps and bottlenecks in research. *Review in Aquaculture*. 5(1): 59–98. <https://doi.org/10.1111/raq.12010>
- Sukardi P, Winanto T. 2011. *Pakan Alami. Manfaat, Jenis dan Metode Kultur*. Purwokerto (ID): UPT Percetakan dan Penerbitan Universitas Jenderal Soedirman.
- Tang S, Liang X, He S, Zhang Y, Peng D, Feng H. 2021. Development of digestive enzymatic activity and gene expression during the early ontogeny of Chinese perch (*Siniperca chuatsi*). Belanda (ND): Research Square Company. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-141784/v1>
- Yusuf DH, Sugiharto, Gratiana EW. 2014. Perkembangan post-larva ikan nilam *Osteochilus hasselti* CV dengan Pola Pemberian Pakan Berbeda. *Scripta Biologica*. 1(3): 185–192. <https://doi.org/10.20884/1.sb.2014.1.3.40>