

Jurnal of Fish Nutrition
VOLUME 4, NOMOR 2, Desember 2024
<https://doi.org/10.29303/jfn.v4i2.5103>

**OPTIMALISASI PERTUMBUHAN DAN KELANGSUNGAN
HIDUP BENIH IKAN BANDENG (*Chanos chanos*) MELALUI
SUPLEMENTASI MINYAK ZAITUN PADA PAKAN KOMERSIL**

**OPTIMIZING GROWTH AND SURVIVAL OF MILKFISH
(*CHANOS CHANOS*) FRY BY OLIVE OIL
SUPPLEMENTATION IN COMMERCIAL FEED**

Herni Putriani¹, Salnida Yuniarti Lumbessy¹, Alis Mukhlis^{1*}

¹Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian, Universitas Mataram

*email:alismukhlis@unram.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh suplementasi minyak zaitun pada pakan komersial terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan bandeng (*Chanos chanos*). Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan lima perlakuan dan tiga ulangan: kontrol tanpa penambahan minyak (A), minyak ikan 1 ml/30 g pakan (B), minyak zaitun 0,5 ml/30 g pakan (C), minyak zaitun 1 ml/30 g pakan (D), dan minyak zaitun 1,5 ml/30 g pakan (E). Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi minyak zaitun berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ($p < 0,05$). Perlakuan D (minyak zaitun 1 ml/30 g pakan) menunjukkan performa terbaik dengan pertumbuhan bobot mutlak 0,40 g, pertumbuhan bobot relatif 366,7%, laju pertumbuhan bobot spesifik harian 3,48%/hari, dan persentase pertumbuhan panjang relatif 172,2%. Perlakuan ini menghasilkan tingkat kelangsungan hidup tertinggi 86,7%. Nilai-nilai tersebut secara signifikan lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, termasuk suplementasi minyak ikan. Temuan ini menunjukkan bahwa suplementasi minyak zaitun pada dosis 1 ml/30 g pakan dapat mengoptimalkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan bandeng secara efektif, serta berpotensi menjadi alternatif berkelanjutan pengganti minyak ikan dalam formulasi pakan akuakultur.

Kata kunci: *Chanos chanos*, alternatif minyak ikan, performa pertumbuhan, minyak zaitun, tingkat kelangsungan hidup

ABSTRACT

This study aims to evaluate the effect of olive oil supplementation in commercial feed on the growth and survival rate of milkfish (*Chanos chanos*) fry. The research used a Completely Randomized Design with five treatments and three replications: control

without oil addition (A), fish oil 1 ml/30 g feed (B), olive oil 0.5 ml/30 g feed (C), olive oil 1 ml/30 g feed (D), and olive oil 1.5 ml/30 g feed (E). The results showed that olive oil supplementation significantly affected growth and survival ($p < 0.05$). Treatment D (olive oil 1 ml/30 g feed) demonstrated the best performance with absolute weight growth of 0.40 g, relative weight growth of 366.7%, specific daily weight growth rate of 3.48%/day, and relative length growth percentage of 172.2%. This treatment resulted in the highest survival rate of 86.7%. These values were significantly higher compared to other treatments, including fish oil supplementation. These findings indicate that olive oil supplementation at a dose of 1 ml/30 g feed can effectively optimize the growth and survival of milkfish fry, and has the potential to become a sustainable alternative to fish oil in aquaculture feed formulations.

Keywords: *Chanos chanos*, fish oil alternative, growth performance, olive oil, survival rate

PENDAHULUAN

Ikan bandeng (*Chanos chanos*) merupakan salah satu komoditas perikanan yang memiliki nilai ekonomis penting di Indonesia dan Asia Tenggara. Spesies ini telah menjadi target budidaya utama karena kemampuan adaptasinya yang tinggi terhadap perubahan salinitas (0-158 ppt) (Crear, 1980) dan suhu (di atas 8,5 °C hingga di bawah 42,7 °C) (Lim *et al.*, 2002). Dalam perspektif budidaya, ikan bandeng menunjukkan potensi unggul dengan karakteristik pertumbuhan optimal dan siklus produksi efisien yang memungkinkan panen dua kali per tahun (Handayani *et al.*, 2019). Dalam upaya pengembangan budidaya ikan bandeng, fase pembenihan menjadi tahap kritis yang menentukan keberhasilan produksi, dimana tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih menjadi faktor utama yang perlu dioptimalkan.

Optimalisasi nutrisi pakan menjadi salah satu tantangan utama dalam pembenihan ikan bandeng. Data (FAO, 2020) menunjukkan bahwa pertumbuhan produksi akuakultur dengan pakan mencapai 69,5% dari total produksi akuakultur global pada tahun 2018. Berdasarkan proyeksi International Fishmeal and Fish Oil Organisation (IFFO, 2020), kebutuhan pasokan bahan baku pakan akuakultur diperkirakan akan mencapai 30 juta ton pada tahun 2030. Hal ini mengindikasikan adanya peningkatan permintaan dan penggunaan pakan dalam industri akuakultur secara substansial. Meskipun pakan komersil telah dirancang untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dasar, namun tidak semua pakan komersil dapat memenuhi kebutuhan nutrisi spesifik seperti omega-3 yang sangat dibutuhkan oleh ikan laut, termasuk ikan bandeng (*Chanos chanos*).

Industri akuakultur telah mengalami transformasi dalam praktik pemberian pakan, beralih dari pakan tradisional seperti ikan rucah dan campuran dedak/bungkil menuju pakan pelet kompon berkualitas tinggi (Salin *et al.*, 2018). Secara konvensional, industri pakan akuakultur menggunakan tepung ikan dan minyak ikan yang sebagian besar bersumber dari ikan tangkapan liar dan sebagian kecil dari hasil samping pengolahan ikan (Hamid, 2021; Mitra, 2021; Tacon *et al.*, 2011). Praktik ini kini menimbulkan dilema terutama disebabkan oleh permintaan yang tinggi dan pasokan yang terbatas yang mengakibatkan kenaikan harga selain ketergantungan pada stok ikan liar untuk memproduksi kedua bahan tersebut (FAO, 2020; Salin *et al.*, 2018).

Upaya pencarian bahan alternatif pengganti minyak ikan telah menjadi fokus global dalam industri pakan akuakultur. Industri ini mulai mengevaluasi dan menggunakan bahan berbasis tanaman/pertanian seperti minyak zaitun untuk mendukung pertumbuhan akuakultur (Kari *et al.*, 2022; Napier *et al.*, 2020; Salin *et al.*, 2018). Penggunaan bahan berbasis tanaman/pertanian ini dinilai lebih ekonomis, ramah lingkungan, dan memiliki kandungan nutrisi yang lebih baik dibandingkan beberapa sumber hewani (Dawood *et al.*, 2021; Hamid, 2021; Malcorps *et al.*, 2019; Mandal *et al.*, 2010).

Penggunaan produk samping minyak zaitun dalam pakan ikan pertama kali dilaporkan pada tahun 2004 untuk ikan lele Afrika (Yilmaz *et al.*, 2004). Tocher *et al.* (2019) mengungkapkan bahwa minyak zaitun memiliki potensi sebagai sumber lemak nabati dalam pakan ikan karena kandungan asam lemak tak jenuh tunggal (MUFA) yang tinggi, terutama asam oleat (C18:1n-9). Studi Mesa-Rodriguez *et al.* (2018) memperlihatkan bahwa substitusi parsial minyak ikan dengan minyak zaitun hingga 50% tidak memberikan efek negatif terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan laut.

Turchini *et al.* (2010) melaporkan bahwa penggunaan minyak zaitun dalam pakan ikan dapat memodifikasi profil asam lemak pada daging ikan, dengan peningkatan kandungan asam oleat yang menguntungkan bagi kesehatan konsumen. Penelitian mengenai pemanfaatan minyak zaitun dalam pakan ikan bandeng (*Chanos chanos*) relatif masih terbatas. Berdasarkan temuan-temuan tersebut di atas, penelitian mengenai suplementasi minyak zaitun pada pakan komersil perlu dilakukan untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan bandeng (*Chanos chanos*).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama 45 hari dari November hingga Desember 2022 di Laboratorium Produksi dan Reproduksi, Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk mengkaji pengaruh perlakuan yang diberikan secara terkontrol. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan, sehingga terdapat 15 unit percobaan. Perlakuan yang diuji adalah penambahan minyak ikan dan minyak zaitun dengan rincian sebagai berikut:

- Perlakuan A (kontrol): Pakan komersial tanpa penambahan minyak
- Perlakuan B: Penambahan minyak ikan 1 ml/30 g pakan
- Perlakuan C: Penambahan minyak zaitun 0,5 ml/30 g pakan
- Perlakuan D: Penambahan minyak zaitun 1 ml/30 g pakan
- Perlakuan E: Penambahan minyak zaitun 1,5 ml/30 g pakan

Persiapan Penelitian

Persiapan Wadah Penelitian

Pemeliharaan ikan dilakukan dalam 15 unit kontainer berkapasitas 45 L. Sebelum digunakan, kontainer dibersihkan menggunakan deterjen, dibilas dengan air tawar, dan dikeringkan pada suhu ruang. Setiap kontainer dilengkapi dengan sistem aerasi dan disusun sesuai dengan rancangan acak lengkap.

Media pemeliharaan menggunakan air laut dengan salinitas 33-34 ppt yang diambil dari perairan pantai Meninting, Lombok Barat. Air laut diendapkan selama 1-2 hari, kemudian disaring menggunakan filter kapas dan diaerasi selama 24 jam sebelum digunakan. Pakan yang digunakan adalah pakan komersial Hi-Pro Vit T781-2 produksi PT. Central Panganpertiwi, Karawang. Sebanyak 1,5 kg pakan dihaluskan dan diayak menggunakan saringan berukuran 100 mesh. Perlakuan pakan terdiri dari kontrol (A), penambahan 10 ml minyak ikan per 300 g pakan (B), serta penambahan minyak zaitun dengan dosis 5, 10, dan 15 ml per 300 g pakan (C, D, dan E).

Benih ikan bandeng berumur 20 hari sebanyak 750 ekor didistribusikan ke dalam 15 wadah pemeliharaan dengan kepadatan 50 ekor per wadah. Sebelum penimbangan bobot awal, benih diaklimatisasi selama 1 jam dan dipuasakan selama 24 jam.

Pelaksanaan Penelitian

Wadah penelitian diisi dengan air laut sebanyak 17 liter per wadah. Sistem aerasi dipasang dan dioperasikan secara kontinyu untuk menjaga kestabilan kandungan oksigen terlarut dalam air. Setelah masa aklimatisasi pada saat persiapan, dilakukan seleksi hewan uji berdasarkan kriteria pergerakan aktif dan respons refleks terhadap stimuli eksternal. Sebanyak 50 ekor sampel yang memenuhi kriteria seleksi ditimbang menggunakan timbangan digital dengan tingkat ketelitian 0,01 g untuk memperoleh data rata-rata bobot awal. Penebaran hewan uji dilakukan dengan kepadatan 3 ekor/L atau setara dengan 50 ekor per wadah pemeliharaan.

Pengukuran bobot tubuh dilakukan setiap 10 hari menggunakan timbangan digital (ketelitian 0,01 g). Bersamaan dengan pengukuran bobot, dilakukan pengukuran panjang total menggunakan kertas milimeter. Data rata-rata bobot dan panjang tubuh pada awal penelitian digunakan sebagai ukuran standar untuk semua perlakuan, dengan pengukuran akhir dilaksanakan pada hari terakhir masa percobaan untuk mengetahui pertumbuhan.

Pakan buatan yang telah disiapkan sesuai perlakuan diberikan dengan dosis 3% dari bobot tubuh total dan jumlahnya disesuaikan setiap 10 hari berdasarkan hasil sampling pertumbuhan. Frekuensi pemberian pakan dilakukan tiga kali sehari pada pukul 08.00, 13.00, dan 17.00 WITA. Untuk menjaga kualitas air, penyiponan dilaksanakan setiap tiga hari sekali dan dilakukan sebelum pemberian pakan pagi hari.

Parameter kualitas air yang meliputi suhu, pH, oksigen terlarut (DO), dan salinitas diamati secara berkala setiap 3 hari. Pengukuran suhu dilakukan tiga kali sehari yaitu pada pagi hari sebelum pergantian air, pukul 12:00, dan pukul 17:00 WITA. Pengukuran oksigen terlarut (DO) dilaksanakan dua kali sehari yaitu pada pagi hari sebelum pergantian air dan pukul 17:00 WITA. Pengukuran pH dilakukan satu kali sehari yaitu sebelum dilakukan penyiponan untuk memantau kestabilan tingkat keasaman air pemeliharaan.

Parameter Penelitian

Parameter Pertumbuhan Bobot

Parameter pertumbuhan bobot yang diamati dalam penelitian ini meliputi pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan relatif, dan laju pertumbuhan spesifik harian. Pertumbuhan bobot mutlak dan relatif ditentukan dengan menggunakan rumus menurut Effendie (1997), sedangkan laju pertumbuhan spesifik harian ditentukan dengan menggunakan rumus yang diturunkan dari Huisman (1976)

Pertumbuhan bobot mutlak adalah selisih antara bobot akhir dengan bobot awal pemeliharaan, sedangkan pertumbuhan relatif menunjukkan persentase penambahan bobot dibandingkan dengan bobot awal. Pengukuran pertumbuhan bobot mutlak dan relatif dilakukan menggunakan rumus masing-masing sebagai berikut:

$$M = Wt - Wo$$

$$R = ((Wt - Wo)/Wo) \times 100\%$$

Keterangan: M = Pertumbuhan bobot mutlak (g); R = Pertumbuhan relatif (%); Wt = Bobot ikan pada akhir pemeliharaan (g); Wo = Bobot ikan pada awal pemeliharaan (g).

Laju pertumbuhan spesifik harian menunjukkan persentase penambahan bobot atau panjang ikan per hari. Perhitungan menggunakan rumus :

$$S = ((Wt : Wo)^{1/t} - 1) \times 100\%$$

Keterangan: S = Laju pertumbuhan bobot spesifik harian (%/hari); Wt = Bobot ikan pada akhir pemeliharaan (g); Wo = Bobot ikan pada awal pemeliharaan (g) t = Lama waktu pemeliharaan (hari).

Parameter Pertumbuhan Panjang

Sama dengan pertumbuhan bobot, parameter pertumbuhan panjang yang diamati meliputi pertumbuhan panjang mutlak, pertumbuhan panjang relatif, dan laju pertumbuhan panjang spesifik harian. Pertumbuhan panjang mutlak dan relatif ditentukan dengan menggunakan rumus menurut Effendie (1997), sedangkan laju pertumbuhan panjang spesifik harian ditentukan dengan menggunakan rumus yang diturunkan dari Huisman (1976)

Pertumbuhan panjang mutlak adalah selisih antara panjang akhir dengan panjang awal pemeliharaan, sedangkan pertumbuhan panjang relatif menunjukkan persentase penambahan panjang dibandingkan dengan panjang awal. Pengukuran pertumbuhan panjang mutlak dan relatif dilakukan menggunakan rumus masing-masing sebagai berikut:

$$M = Lt - Lo$$

$$R = ((Lt - Lo)/ Lo) \times 100\%$$

Keterangan: M = Pertumbuhan panjang mutlak (cm); R = Pertumbuhan panjang relatif (%); Lt = Panjang ikan pada akhir pemeliharaan (cm); Lo = Panjang ikan pada awal pemeliharaan (cm).

Laju pertumbuhan spesifik harian menunjukkan persentase penambahan panjang benih per hari. Perhitungan menggunakan rumus :

$$S = ((Lt : Lo)^{1/t} - 1) \times 100\%$$

Keterangan: S = Laju pertumbuhan panjang spesifik harian (%/hari); L_t = Panjang ikan pada akhir pemeliharaan (cm); L_o = Panjang ikan pada awal pemeliharaan (cm); t = Lama waktu pemeliharaan (hari).

Tingkat Kelangsungan Hidup

Tingkat kelangsungan hidup atau Survival Rate (SR) menunjukkan persentase ikan yang hidup selama masa pemeliharaan. Perhitungan menggunakan rumus menurut Effendie (1997), sebagai berikut:

$$SR = (N_t/N_o) \times 100\%$$

Keterangan: SR = Tingkat kelangsungan hidup (%); N_t = Jumlah ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor); N_o = Jumlah ikan yang hidup pada awal pemeliharaan (ekor).

Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis secara statistik dan deskriptif. Parameter pertumbuhan yang meliputi pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, dan laju pertumbuhan spesifik, serta tingkat kelangsungan hidup dianalisis menggunakan analisis ragam (Analysis of Variance, ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Sebelum dilakukan uji ANOVA, dilakukan uji normalitas dan homogenitas untuk memastikan data terdistribusi normal dan homogen. Apabila hasil uji ANOVA menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$), maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Data parameter kualitas air yang meliputi suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan nilai optimal berdasarkan literatur untuk mendukung pembahasan hasil penelitian.

HASIL

Kandungan Nutrisi Bahan Baku Pakan

Penelitian ini menggunakan tiga jenis bahan baku pakan yaitu pakan komersil Hi-Pro-Vite, minyak zaitun, dan minyak ikan. Kandungan nutrisi bahan baku pakan dan minyak zaitun disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Kandungan nutrisi pakan komersil Hi-Pro-Vite 781-2^{*)}

Parameter	Kandungan (%)
Protein	31-33
Lemak	3-5
Serat kasar	4-6
Abu	10-13
Kadar air	11-13

^{*)} Data dari PT. Central Panganpertiwi (2023) tentang kandungan gizi pakan komersil Hi-Pro-Vite 781-2 - Makanan Lele Masa Awal Produksi, PT. Central Panganpertiwi, Karawang, Indonesia.

Tabel 2. Kandungan nutrisi minyak zaitun per 100 ml*)

Parameter	Kandungan
Energi total	822 kkal
Lemak total	91,3 g
Lemak jenuh	13,9 g
Lemak tidak jenuh tunggal (MUFA)	68,3 g
Lemak tidak jenuh ganda (PUFA)	9,1 g
Protein	0 g
Karbohidrat	0 g
Gula	0 g
Garam	0 g

*) Data kandungan gizi diperoleh dari label informasi nilai gizi produk minyak zaitun Filippo Berio (Filippo Berio, 2023, Italia)

Pertumbuhan Bobot Benih

Pertumbuhan bobot mutlak

Hasil pengamatan pertumbuhan bobot mutlak benih ikan bandeng selama 45 hari pemeliharaan menunjukkan bahwa perlakuan D (penambahan minyak zaitun 1 ml/30 g pakan) menghasilkan pertumbuhan tertinggi sebesar 0,40 g dalam waktu 45 hari. Pertumbuhan terendah terjadi pada perlakuan E (penambahan minyak zaitun 1,5 ml/30 g pakan) sebesar 0,20 g. Secara keseluruhan, urutan pertumbuhan bobot mutlak dari yang tertinggi adalah perlakuan D (0,40 g), B (0,27 g), C (0,23 g), A (0,22 g), dan E (0,20 g).

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan minyak zaitun berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap pertumbuhan bobot mutlak benih ikan bandeng. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan bahwa perlakuan D berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya (Tabel 3).

Tabel 3. Parameter pertumbuhan bobot dan panjang benih ikan bandeng (*Chanos chanos*) selama 45 hari pemeliharaan dengan penambahan minyak zaitun dan minyak ikan pada pakan komersil

Parameter Pertumbuhan	Perlakuan ¹⁾				
	A	B	C	D	E
Bobot					
• Bobot mutlak (g)	0,22 ^{ab}	0,27 ^c	0,23 ^b	0,40 ^d	0,20 ^a
• Bobot relatif (%)	190,91 ^{ab}	245,45 ^c	205,85 ^b	366,70 ^d	178,79 ^a
• LPSH (%/hari) ²⁾	2,47 ^{ab}	2,79 ^c	2,52 ^b	3,48 ^d	2,30 ^a
Panjang					
• Panjang mutlak (cm)	1,68 ^a	1,75 ^a	1,71 ^a	2,98 ^b	1,72 ^a

• Panjang relatif (%)	96,84 ^a	101,71 ^a	103,72 ^a	172,20 ^b	103,35 ^a
• LPPSH (%/hari) ³⁾	1,52 ^a	1,57 ^a	1,59 ^a	2,25 ^b	1,59 ^a

Keterangan: ¹⁾ Perlakuan: A = Kontrol (tanpa penambahan minyak); B = Minyak ikan 1 ml/30 g pakan; C = Minyak zaitun 0,5 ml/30 g pakan; D = Minyak zaitun 1 ml/30 g pakan; E = Minyak zaitun 1,5 ml/30 g pakan ²⁾ LPSH = Laju Pertumbuhan Spesifik Harian ³⁾ LPPSH = Laju Pertumbuhan Panjang Spesifik Harian ⁴⁾ Nilai yang diikuti huruf superscript berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)

Pertumbuhan bobot relatif

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan berat relatif benih ikan bandeng (*Chanos chanos*) tertinggi diperoleh pada perlakuan D (penambahan minyak zaitun 1 ml/30 g pakan) sebesar 366,7% selama 45 hari masa pemeliharaan. Perlakuan lainnya secara berurutan adalah perlakuan B (penambahan minyak ikan 1 ml/30 g pakan) sebesar 245,45%, perlakuan C (penambahan minyak zaitun 0,5 ml/30 g pakan) sebesar 205,85%, perlakuan A (kontrol) sebesar 190,91%, dan terendah pada perlakuan E (penambahan minyak zaitun 1,5 ml/30 g pakan) sebesar 178,79%.

Analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi penambahan minyak zaitun dan minyak ikan pada pakan komersil berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap pertumbuhan berat relatif benih ikan bandeng. Hasil uji Beda Nyata Terkecil (BNT) mengonfirmasi bahwa perlakuan D memberikan hasil tertinggi dan berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Tabel 3).

Laju pertumbuhan bobot spesifik harian

Laju pertumbuhan berat spesifik harian (LPSH) benih ikan bandeng tertinggi dicapai oleh perlakuan D (penambahan minyak zaitun 1 ml/30 g pakan) sebesar 3,48%/hari selama 45 hari pemeliharaan. Nilai LPSH pada perlakuan lainnya secara berurutan adalah perlakuan B (penambahan minyak ikan 1 ml/30 g pakan) sebesar 2,79%/hari, perlakuan C (penambahan minyak zaitun 0,5 ml/30 g pakan) sebesar 2,52%/hari, perlakuan A (kontrol) sebesar 2,47%/hari, dan terendah pada perlakuan E (penambahan minyak zaitun 1,5 ml/30 g pakan) sebesar 2,30%/hari.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi penambahan minyak zaitun dan minyak ikan pada pakan komersil berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap LPSH benih ikan bandeng. Uji BNT mengonfirmasi bahwa perlakuan D menghasilkan LPSH tertinggi dan berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Tabel 3).

Pertumbuhan Panjang Tubuh Benih

Pertumbuhan Panjang Mutlak

Hasil pengamatan pertumbuhan panjang mutlak benih ikan bandeng (*Chanos chanos*) selama 45 hari pemeliharaan menunjukkan variasi antar perlakuan. Pertumbuhan panjang mutlak tertinggi diperoleh pada perlakuan D (penambahan minyak zaitun 1 ml/30 g pakan) sebesar 2,98 cm. Perlakuan lainnya secara berurutan adalah perlakuan B (minyak ikan 1 ml/30 g pakan) sebesar 1,75 cm, perlakuan E (minyak zaitun 1,5 ml/30 g pakan) sebesar 1,72 cm, perlakuan C (minyak zaitun 0,5 ml/30 g pakan) sebesar 1,71 cm, dan terendah pada perlakuan A (kontrol) sebesar 1,68 cm.

Analisis varian (ANOVA) menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi penambahan minyak zaitun dan minyak ikan pada pakan komersil memberikan

pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) terhadap pertumbuhan panjang mutlak benih ikan bandeng. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) mengonfirmasi bahwa perlakuan D menghasilkan pertumbuhan panjang mutlak tertinggi (2,98 cm) dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 3).

Pertumbuhan Panjang Relatif

Pengamatan pertumbuhan panjang relatif menunjukkan pola serupa dengan pertumbuhan panjang mutlak. Perlakuan D mencapai pertumbuhan tertinggi sebesar 172,2%, diikuti perlakuan C (103,72%), perlakuan E (103,35%), perlakuan B (101,71%), dan terendah pada perlakuan A (96,84%) selama 45 hari pemeliharaan.

Hasil ANOVA menunjukkan pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) dari perbedaan konsentrasi minyak zaitun dan minyak ikan terhadap pertumbuhan panjang relatif. Uji BNT mengkonfirmasi keunggulan perlakuan D (172,2%) yang berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 3).

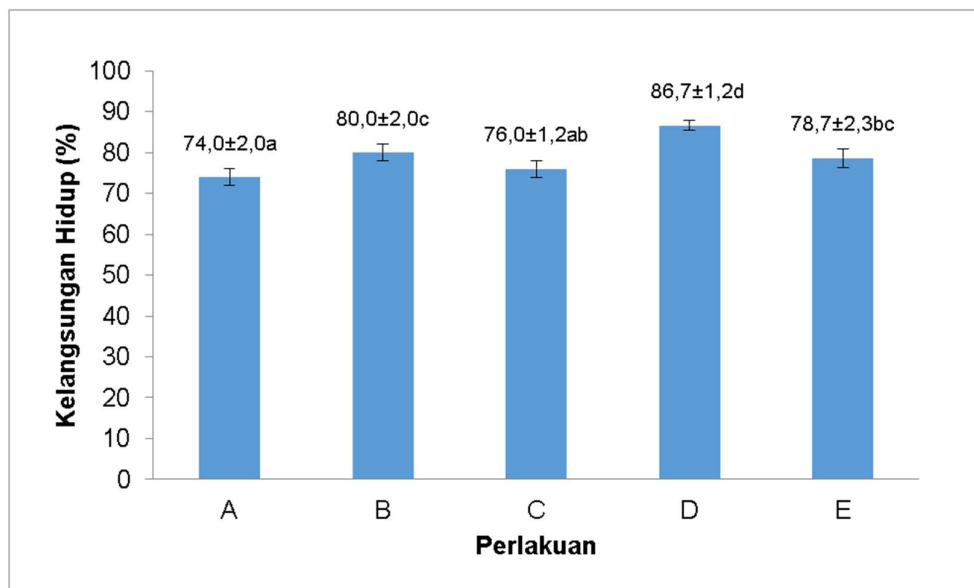
Laju Pertumbuhan Panjang Spesifik Harian

Laju pertumbuhan panjang spesifik harian tertinggi ditemukan pada perlakuan D sebesar 2,25%/hari, diikuti perlakuan C dan E (masing-masing 1,59%/hari), perlakuan B (1,57%/hari), dan terendah pada perlakuan A (1,52%/hari) selama masa pemeliharaan.

Analisis statistik menggunakan ANOVA menunjukkan pengaruh signifikan ($P < 0,05$) dari perbedaan konsentrasi minyak zaitun dan minyak ikan terhadap laju pertumbuhan panjang spesifik harian. Uji BNT mengonfirmasi bahwa perlakuan D memberikan hasil tertinggi (2,25%/hari) dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 3).

Tingkat Kelangsungan Hidup

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup benih ikan bandeng (*Chanos chanos*) selama 45 hari pemeliharaan bervariasi antar perlakuan (Gambar 1). Perlakuan D (penambahan minyak zaitun 1 ml/30 g pakan) menghasilkan tingkat kelangsungan hidup tertinggi sebesar 86,7%. Perlakuan lainnya menunjukkan hasil yang lebih rendah, yaitu perlakuan B (penambahan minyak ikan 1 ml/30 g pakan) sebesar 80,0%, perlakuan E (penambahan minyak zaitun 2 ml/30 g pakan) sebesar 78,7%, perlakuan C (penambahan minyak zaitun 0,5 ml/30 g pakan) sebesar 76,0%, dan perlakuan A (kontrol) dengan nilai terendah sebesar 74,0%.



Gambar 1. Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) pada Berbagai Perlakuan Pakan Komersil dengan Penambahan Minyak Zaitun yang Berbeda. Keterangan : A. Tanpa penambahan minyak zaitun/minyak ikan; B. Kontrol, penambahan minyak ikan 1 ml/30 g pakan; C-E. Penambahan minyak zaitun 0,5 ml/30 g pakan, 1,0 ml/30 g pakan, dan 1,5 ml/30 g pakan; Garis vertikal pada balok merupakan nilai standar deviasi sedangkan huruf mentertai angka menandakan perbedaan signifikan antar perlakuan.

Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA), penambahan minyak zaitun dan minyak ikan dengan konsentrasi berbeda pada pakan komersil memberikan pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) terhadap tingkat kelangsungan hidup benih ikan bandeng. Hasil uji Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan bahwa perlakuan D (penambahan minyak zaitun 1 ml/30 g pakan) menghasilkan tingkat kelangsungan hidup tertinggi (86,7%) dan berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Gambar 1). Hasil ini mengindikasikan bahwa penambahan minyak zaitun pada konsentrasi optimal dapat meningkatkan kelangsungan hidup benih ikan bandeng selama masa pemeliharaan.

Parameter Kualitas Air

Hasil pengukuran parameter kualitas air pada pemeliharaan juvenil ikan bandeng (*Chanos chanos*) selama 45 hari penelitian disajikan pada Tabel 4. Parameter yang diukur meliputi oksigen terlarut (DO), derajat keasaman (pH), suhu, dan salinitas.

Tabel 4. Parameter kualitas air media pemeliharaan juvenil ikan bandeng (*C. chanos*) selama 45 hari penelitian

Parameter	Kisaran Hasil Pengukuran	Nilai Optimum*
Oksigen Terlarut (mg/L)	6,0 - 8,0	> 3,0
Derajat Keasaman (pH)	7,5 - 7,9	7,0 - 8,5
Suhu (°C)	28,69 - 28,73	28,0 - 32,0
Salinitas (ppt)	30,0	5,0 - 35,0

*Sumber: Wahyuni *et al.* (2020).

Berdasarkan hasil pengukuran, seluruh parameter kualitas air media pemeliharaan berada dalam kisaran optimal untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup juvenil ikan bandeng. Oksigen terlarut berkisar antara 6,0-8,0 mg/L, lebih tinggi dari batas minimum yang dibutuhkan yaitu 3,0 mg/L (Wahyuni *et al.*, 2020). Derajat keasaman (pH) media pemeliharaan berada pada kisaran 7,5-7,9, sesuai dengan rentang optimal pH untuk ikan bandeng yaitu 7,0-8,5. Suhu air berkisar antara 28,69-28,73°C, berada dalam rentang suhu optimal 28-32°C, sedangkan salinitas yang terukur sebesar 30 ppt masih dalam rentang toleransi ikan bandeng yang bersifat eurihalin (5-35 ppt).

Stabilnya parameter kualitas air dalam kisaran optimal selama periode pemeliharaan mengindikasikan bahwa fluktuasi kualitas air tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap variabilitas data yang diperoleh dalam penelitian ini. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan respons yang teramati pada perlakuan yang diberikan tidak dipengaruhi oleh faktor kualitas air.

PEMBAHASAN

Pertumbuhan Benih Ikan Bandeng

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan minyak zaitun 1 ml/30 g pakan (perlakuan D) menghasilkan pertumbuhan tertinggi pada semua parameter pertumbuhan ikan bandeng yang diuji. Perlakuan ini menunjukkan perbedaan signifikan dibandingkan perlakuan lainnya, baik pada pertumbuhan bobot maupun panjang tubuh. Tingginya nilai pertumbuhan pada perlakuan D diduga berkaitan dengan komposisi nutrisi yang optimal, terutama kandungan asam lemak tidak jenuh yang berperan penting dalam pertumbuhan ikan bandeng.

Minyak zaitun mengandung asam lemak tidak jenuh tunggal (MUFA) terutama asam oleat (omega-9) sekitar 55-83%, serta polyunsaturated fatty acids (PUFA) dalam jumlah lebih rendah (Boskou, 2006; Ghanbari *et al.*, 2012). Menurut International Olive Council (2015), komposisi asam lemak dalam minyak zaitun virgin adalah: Asam oleat (C18:1): 55-83%; Asam linoleat (C18:2): 3.5-21%; Asam palmitat (C16:0): 7.5-20%; Asam stearat (C18:0): 0.5-5%; Asam linolenat (C18:3): ≤ 1%. Selain itu, minyak zaitun juga mengandung berbagai vitamin (A, D, E, K), senyawa fenolik, tokoferol, squalene, dan klorofil yang berperan sebagai antioksidan (Owen *et al.*, 2000). Komponen bioaktif ini berperan penting dalam metabolisme lipid dan pertumbuhan ikan.

Asam lemak tidak jenuh, khususnya PUFA seperti EPA (*eicosapentaenoic acid*) dan DHA (*docosahexaenoic acid*), memiliki peran krusial dalam pertumbuhan dan perkembangan ikan laut. Menurut Tocher (2015), EPA dan DHA berperan penting dalam pembentukan membran sel, perkembangan sistem saraf, dan regulasi ekspresi

gen yang terkait dengan pertumbuhan. Penelitian yang dilakukan oleh Izquierdo *et al.* (2015) pada larva ikan laut menunjukkan bahwa suplementasi DHA pada pakan dapat meningkatkan pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan perkembangan sistem saraf secara signifikan.

Pada ikan laut, level suplementasi EPA dan DHA memiliki pengaruh signifikan terhadap performa pertumbuhan dan kualitas daging. Hal ini dibuktikan melalui penelitian pada ikan salmon Atlantik (*Salmo salar*) yang diberi pakan dengan kandungan EPA dan DHA berbeda (1,0%, 1,3%, 1,6%, dan 3,5%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan yang diberi pakan dengan kandungan EPA dan DHA 3,5% memiliki bobot akhir 400-600 g lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, serta menunjukkan peningkatan pada indikator kesehatan organ internal dan kesejahteraan eksternal (Lutfi *et al.*, 2023). Temuan ini memperkuat hipotesis bahwa level optimal EPA dan DHA dalam pakan berperan penting dalam mendukung pertumbuhan dan kualitas ikan.

Pada ikan bandeng, kebutuhan akan PUFA juga sangat tinggi terutama selama fase pertumbuhan awal. Meskipun belum ada penelitian spesifik yang menentukan level optimal EPA dan DHA untuk ikan bandeng seperti halnya pada ikan salmon, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan minyak zaitun 1 ml/30 g pakan memberikan hasil optimal. Peningkatan pertumbuhan ini kemungkinan berkaitan dengan kandungan asam lemak tidak jenuh dalam minyak zaitun yang dapat dimanfaatkan secara efektif oleh ikan bandeng.

Mekanisme pemanfaatan asam lemak tidak jenuh dalam metabolisme ikan bandeng melibatkan proses kompleks. Menurut Mamujaja (2017), lemak tidak hanya berfungsi sebagai sumber energi tetapi juga berperan dalam penyerapan vitamin larut lemak dan menjaga keseimbangan metabolisme. Penelitian pada ikan salmon menunjukkan bahwa level EPA dan DHA yang optimal dalam pakan tidak hanya meningkatkan pertumbuhan tetapi juga memperbaiki kualitas daging dan ketahanan terhadap penyakit. Hal serupa kemungkinan juga terjadi pada ikan bandeng, meskipun diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan level optimal EPA dan DHA yang spesifik untuk spesies ini.

Tocher (2015) menambahkan bahwa asam lemak tidak jenuh berperan penting dalam pembentukan prostaglandin yang mengatur berbagai fungsi fisiologis termasuk pertumbuhan. Peran ini semakin diperkuat dengan bukti bahwa suplementasi EPA dan DHA yang optimal dapat meningkatkan kesehatan organ internal dan indikator kesejahteraan eksternal pada ikan, sebagaimana ditunjukkan dalam penelitian pada ikan salmon. Pemahaman ini membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut tentang optimalisasi kandungan EPA dan DHA dalam pakan ikan bandeng untuk meningkatkan tidak hanya pertumbuhan tetapi juga kualitas dan ketahanan ikan terhadap penyakit.

Meskipun suplementasi minyak zaitun memberikan pengaruh positif pada pertumbuhan, namun pemberian dosis minyak zaitun yang melebihi 1,5 ml/30 g pakan (Perlakuan E) justru menurunkan pertumbuhan ikan bandeng. Penelitian Izquierdo (2005) menunjukkan bahwa ketidakseimbangan asam lemak dalam pakan dapat menyebabkan gangguan metabolisme dan stres oksidatif pada ikan. Glencross (2009) juga menegaskan bahwa rasio optimal antara asam lemak jenuh dan tidak jenuh merupakan faktor kritis untuk mencapai pertumbuhan optimal pada ikan budidaya.

Tingkat Kelangsungan Hidup

Kelangsungan hidup merupakan parameter penting yang menggambarkan persentase organisme yang bertahan hidup pada akhir periode pemeliharaan dari total jumlah yang ditebar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup benih ikan bandeng (*Chanos chanos*) selama 45 hari pemeliharaan bervariasi antar perlakuan, berkisar antara 74,0% - 86,7%. Perlakuan D dengan penambahan minyak zaitun 1 ml/30 g pakan menghasilkan tingkat kelangsungan hidup tertinggi sebesar 86,7% dan menunjukkan nilai berbeda signifikan dengan perlakuan lainnya ($p < 0,05$). Tingginya tingkat kelangsungan hidup pada perlakuan D mengindikasikan bahwa penambahan minyak zaitun pada konsentrasi optimal (1 ml/30 g pakan) mampu meningkatkan sintasan benih ikan bandeng.

Tingkat kelangsungan hidup yang tinggi pada penelitian ini (>74% pada semua perlakuan) dapat dikaitkan dengan kandungan nutrisi pakan yang optimal. Minyak zaitun mengandung asam lemak tidak jenuh tunggal (MUFA) sebesar 68,3 g/100 ml dan asam lemak tidak jenuh ganda (PUFA) sebesar 9,1 g/100 ml yang berperan penting dalam metabolisme dan kesehatan ikan. Sejalan dengan penelitian Istiqomah (2016), kecukupan asam lemak esensial dalam pakan berkontribusi terhadap peningkatan tingkat kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan ikan.

Parameter kualitas air selama pemeliharaan juga mendukung tingginya tingkat kelangsungan hidup, dimana semua parameter berada dalam kisaran optimal untuk pertumbuhan ikan bandeng. Oksigen terlarut (6,0-8,0 mg/L), pH (7,5-7,9), suhu (28,69-28,73°C), dan salinitas (30 ppt) berada dalam rentang nilai yang sesuai untuk kehidupan ikan bandeng sebagaimana dilaporkan oleh Wahyuni *et al.* (2020). Data ini menegaskan bahwa kualitas air yang optimal berkorelasi positif dengan tingkat kelangsungan hidup ikan.

Hasil penelitian ini mengonfirmasi bahwa penambahan minyak zaitun pada pakan komersil dengan konsentrasi optimal tidak hanya aman bagi kelangsungan hidup ikan bandeng, tetapi juga mampu meningkatkan sintasannya. Hal ini ditunjukkan oleh tingkat kelangsungan hidup yang lebih tinggi pada perlakuan dengan penambahan minyak zaitun 1 ml/30 g pakan dibandingkan dengan kontrol maupun perlakuan penambahan minyak ikan.

Potensi Substitusi Minyak Ikan dengan Minyak Zaitun dalam Akuakultur

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan minyak zaitun pada pakan komersil dengan dosis 1 ml/30 g (perlakuan D) memberikan performa pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup yang lebih baik dibandingkan penggunaan minyak ikan 1 ml/30 g (perlakuan B) pada benih ikan bandeng. Hal ini terlihat dari parameter pertumbuhan dimana perlakuan D menghasilkan pertumbuhan bobot mutlak (0,40 g), pertumbuhan bobot relatif (366,7%), dan laju pertumbuhan spesifik harian (3,48%/hari) yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan B yang hanya mencapai pertumbuhan bobot mutlak 0,27 g, pertumbuhan bobot relatif 245,45%, dan laju pertumbuhan spesifik harian 2,79%/hari.

Keunggulan minyak zaitun juga terlihat pada parameter pertumbuhan panjang, dimana perlakuan D menghasilkan pertumbuhan panjang mutlak 2,98 cm, pertumbuhan panjang relatif 172,2%, dan laju pertumbuhan panjang spesifik harian 2,25%/hari. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan perlakuan B yang hanya mencapai pertumbuhan panjang mutlak 1,75 cm, pertumbuhan panjang relatif 101,71%, dan laju

pertumbuhan panjang spesifik harian 1,57%/hari. Tingkat kelangsungan hidup pada perlakuan D (86,7%) juga lebih tinggi dibandingkan perlakuan B (80,0%).

Performa yang lebih baik pada perlakuan minyak zaitun dapat dikaitkan dengan kandungan nutrisinya yang optimal. Minyak zaitun mengandung 68,3 g/100 ml asam lemak tidak jenuh tunggal (MUFA) dan 9,1 g/100 ml asam lemak tidak jenuh ganda (PUFA). Kombinasi MUFA dan PUFA dalam rasio yang seimbang pada minyak zaitun diduga berkontribusi terhadap efisiensi pemanfaatan nutrisi yang lebih baik oleh ikan bandeng.

Hasil penelitian ini membuka peluang substitusi minyak ikan dengan minyak zaitun dalam formulasi pakan ikan bandeng. Substitusi ini menjadi penting mengingat ketergantungan industri akuakultur terhadap minyak ikan yang semakin terbatas ketersediaannya dan harganya yang relatif mahal. Penggunaan minyak zaitun sebagai alternatif sumber lemak dalam pakan tidak hanya memberikan performa pertumbuhan yang lebih baik, tetapi juga dapat menjadi solusi berkelanjutan dalam pengembangan akuakultur.

Namun demikian, diperlukan penelitian lanjutan untuk mengkaji aspek ekonomis penggunaan minyak zaitun sebagai pengganti minyak ikan, mengingat harga minyak zaitun yang relatif tinggi. Analisis biaya-manfaat perlu dilakukan untuk menentukan kelayakan ekonomis substitusi ini dalam skala komersial. Selain itu, perlu juga dikaji pengaruh substitusi ini terhadap kualitas daging dan profil asam lemak ikan bandeng yang dihasilkan untuk memastikan tidak ada penurunan nilai nutrisi produk akhir.

KESIMPULAN

- Berdasarkan penelitian yang dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil yaitu :
1. Suplementasi minyak zaitun pada pakan komersial berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan bandeng (*Chanos chanos*).
 2. Dosis optimal suplementasi minyak zaitun adalah 1 ml/30 g pakan yang menghasilkan: pertumbuhan tertinggi dengan pertumbuhan bobot mutlak 0,40 g, pertumbuhan bobot relatif 366,7%, laju pertumbuhan bobot spesifik harian 3,48%/hari, dan pertumbuhan panjang yaitu pertumbuhan panjang mutlak 2,98 cm serta pertumbuhan panjang relatif 172,2%. Selain itu, dosis ini juga menghasilkan tingkat kelangsungan hidup tertinggi dengan nilai 86,7%.
 3. Suplementasi minyak zaitun 1 ml/30 g pakan menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan suplementasi minyak ikan 1 ml/30 g pakan, sehingga berpotensi menjadi alternatif pengganti minyak ikan dalam formulasi pakan akuakultur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Rektor Universitas Mataram atas bantuan dana penelitian melalui Skim Penelitian dengan dana dari BLU Universitas Mataram Tahun Anggaran 2021 pada Program Studi Budidaya Perairan Universitas Mataram dengan sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Kegiatan No: 2734/UN18.L1/PP/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Boskou, D. (2006). Olive Oil: Chemistry and Technology: Second Edition. In *Olive Oil: Chemistry and Technology: Second Edition*. Elsevier Inc.
<https://doi.org/10.1016/C2015-0-02459-5>
- Crear, D. (1980). OBSERVATIONS ON THE REPRODUCTIVE STATE OF MILKFISH POPULATIONS (*Chanos chanos*) FROM HYPERSALINE PONDS ON CHRISTMAS ISLAND (PACIFIC OCEAN). *Proceedings of the World Mariculture Society*, 11(1–4), 548–556. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1980.tb00149.x>
- Dawood, M. A. O., El Basuini, M. F., Yilmaz, S., Abdel-Latif, H. M. R., Kari, Z. A., Abdul Razab, M. K. A., Ahmed, H. A., Alagawany, M., & Gewaily, M. S. (2021). Selenium nanoparticles as a natural antioxidant and metabolic regulator in aquaculture: A review. In *Antioxidants* (Vol. 10, Issue 9). MDPI.
<https://doi.org/10.3390/antiox10091364>
- Effendie, M.I. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama, Yogyakarta. 163 hal.
- FAO. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. FAO, 224. <https://doi.org/https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Filippo Berio. (2023). Extra virgin olive oil. SALOV S.p.A., Massarosa, Italy.
- Ghanbari, R., Anwar, F., Alkharfy, K. M., Gilani, A. H., & Saari, N. (2012). Valuable nutrients and functional bioactives in different parts of olive (*Olea europaea* L.)-A review. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 13, Issue 3, pp. 3291–3340). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI).
<https://doi.org/10.3390/ijms13033291>
- Glencross, B. D. (2009). Exploring the nutritional demand for essential fatty acids by aquaculture species. *Aquaculture Research*, 48(7), 71–124.
<https://doi.org/10.1111/J.1753-5131.2009.01006.X>
- Hamid, N. K. A. (2021). Sustainable Aquafeed: Alternative Ingredients Produced Locally as Nutrient Complementary in Minimizing the Use of Fishmeal. *Proceedings of the 2nd International Conference on Veterinary, Animal, and Environmental Sciences (ICVAES 2020)*, 12.
<https://doi.org/10.2991/absr.k.210420.002>
- Handayani, R., Rejeki, S., & Elfitasari, T. (2019). EVALUASI KELAYAKAN USAHA BUDIDAYA IKAN BANDENG (*Chanos chanos*) SECARA SEMI INTENSIF DI KECAMATAN ULUJAMI, KABUPATEN PEMALANG. *Sains Akuakultur Tropis*, 3(1). <https://doi.org/10.14710/sat.v3i1.2991>
- Huisman, E. A. (1976). Food conversion efficiencies at maintenance and production levels for carp, *Cyprinus carpio* L., and rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Aquaculture*, 9(C). [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(76\)90068-5](https://doi.org/10.1016/0044-8486(76)90068-5)
- IFFO. (2020). Aquaculture: Fed and unfed production systems.
<https://www.iffco.com/aquaculture-fed-and-unfed-production-systems>
- International Olive Council. (2015). COI/T.15/NC No 3/Rev. 9 - Trade Standard Applying To Olive Oils and Olive-Pomace Oils. *IOC*, 1–17.

- Izquierdo, M. (2005). Essential fatty acid requirements in Mediterranean fish species. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 63(November), 91–102.
- Izquierdo, M. S., Turkmen, S., Montero, D., Zamorano, M. J., Afonso, J. M., Karalazos, V., & Fernández-Palacios, H. (2015). Nutritional programming through broodstock diets to improve utilization of very low fishmeal and fish oil diets in gilthead sea bream. *Aquaculture*, 449, 18–26. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.03.032>
- Kari, Z. A., Kabir, M. A., Dawood, M. A. O., Razab, M. K. A. A., Ariff, N. S. N. A., Sarkar, T., Pati, S., Edinur, H. A., Mat, K., Ismail, T. A., & Wei, L. S. (2022). Effect of fish meal substitution with fermented soy pulp on growth performance, digestive enzyme, amino acid profile, and immune-related gene expression of African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture*, 546. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737418>
- Lim, C., Borlongan, I. G., & Pascual, F. P. (2002). Milkfish, *Chanos chanos*. In *Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture* (pp. 172–183). CABI Publishing. <https://doi.org/10.1079/9780851995199.0172>
- Lutfi, E., Berge, G. M., Bæverfjord, G., Sigholt, T., Bou, M., Larsson, T., Morkore, T., Evensen, O., Sissener, N. H., Rosenlund, G., Sveen, L., Ostbye, T. K., & Ruyter, B. (2023). Increasing dietary levels of the n-3 long-chain PUFA, EPA and DHA, improves the growth, welfare, robustness and fillet quality of Atlantic salmon in sea cages. *British Journal of Nutrition*, 129(1), 10–28. <https://doi.org/10.1017/S0007114522000642>
- Malcorps, W., Kok, B., van't Land, M., Fritz, M., van Doren, D., Servin, K., van der Heijden, P., Palmer, R., Auchterlonie, N. A., Rietkerk, M., Santos, M. J., & Davies, S. J. (2019). The sustainability conundrum of fishmeal substitution by plant ingredients in Shrimp Feeds. *Sustainability (Switzerland)*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/SU11041212>
- Mamuaja, C. F. (2017). Lipida. In *Unsrat Press* (Vol. 19, Issue 2).
- Mandal, R. N., Datta, A. K., Sarangi, N., & Mukhopadhyay, P. K. (2010). Diversity of aquatic macrophytes as food and feed components to herbivorous fish - A review. In *Indian Journal of Fisheries* (Vol. 57, Issue 3, pp. 65–73).
- Mesa-Rodríguez, A., Hernández-Cruz, C. M., Betancor, M. B., Fernández-Palacios, H., Izquierdo, M. S., & Roo, J. (2018). Effect of increasing docosahexaenoic acid content in weaning diets on survival, growth and skeletal anomalies of longfin yellowtail (*Seriola rivoliana*, Valenciennes 1833). *Aquaculture Research*, 49(3), 1200–1209. <https://doi.org/10.1111/are.13573>
- Mitra, A. (2021). Thought of Alternate Aquafeed: Conundrum in Aquaculture Sustainability? In *Proceedings of the Zoological Society* (Vol. 74, Issue 1). Springer. <https://doi.org/10.1007/s12595-020-00352-4>
- Napier, J. A., Haslam, R. P., Olsen, R. E., Tocher, D. R., & Betancor, M. B. (2020). Agriculture can help aquaculture become greener. In *Nature Food* (Vol. 1, Issue 11, pp. 680–683). Springer Nature. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-00182-9>
- Owen, R. W., Giacosa, A., Hull, W. E., Haubner, R., Spiegelhalter, B., & Bartsch, H. (2000). The antioxidant/anticancer potential of phenolic compounds isolated

- from olive oil. *European Journal of Cancer*, 36(10), 1235–1247.
[https://doi.org/10.1016/S0959-8049\(00\)00103-9](https://doi.org/10.1016/S0959-8049(00)00103-9)
- PT. Central Panganpertiwi. (2023). Hi-Pro-Vite 781-1 – Makanan Lele Masa Awal Produksi. Karawang, Indonesia.
- Salin, K. R., Arun, V. V., Mohanakumaran Nair, C., & Tidwell, J. H. (2018). Sustainable Aquafeed. In *Sustainable Aquaculture* (pp. 123–151). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73257-2_4
- Tacon, A. G. J., Hasan, M. R., & Metian, M. (2011). Demand and supply of feed ingredients for farmed fish and crustaceans : Trends and prospects. In *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper* (Vol. 564). <http://www.fao.org/docrep/015/ba0002e/ba0002e.pdf>
- Tocher, D. R. (2015). Omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids and aquaculture in perspective. *Aquaculture*, 449, 94–107.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.01.010>
- Tocher, D. R., Betancor, M. B., Sprague, M., Olsen, R. E., & Napier, J. A. (2019). Omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids, EPA and DHA: Bridging the gap between supply and demand. In *Nutrients* (Vol. 11, Issue 1). MDPI AG.
<https://doi.org/10.3390/nu11010089>
- Turchini, G. M., Ng, W. K., & Tocher, D. R. (2010). Fish oil replacement and alternative lipid sources in aquaculture feeds. In *Fish Oil Replacement and Alternative Lipid Sources in Aquaculture Feeds*. CRC Press.
<https://doi.org/10.1201/9781439808634>
- Wahyuni, A. P., Firmansyah, M., Fattah, N., & Hastuti. (2020). Studi Kualitas Air Untuk Budidaya Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsskal) Di Tambak Keluهران Samataring Kecamatan Sinjai Timur. *Jurnal Agrominansia*, 5(1), 2020.
- Yilmaz, E., Naz, M., & Akyurt, I. (2004). Effect of dietary olive pomace oil and L-carnitine on growth and chemical composition of African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh*, 56(1), 14–21. <https://doi.org/10.46989/001c.20365>