Evaluasi Tiga Jenis Pakan Dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Juvenil Ikan Kakap Putih (*Lates calcalifer*)

[Evaluation Of Three Kinds Of Feed and Its Effect On The Growth Of Baramundi (*Lates Calcalifer*)]

Ishaaq Saputra^{1*}, Eko Hendri Gunawan²

¹Balai Besar Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Jakarta I, Gedung Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan Bandara Soekarno-Hatta Tangerang, Banten. 19120.

²Stasiun Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Merak, Jl.Raya Tol Merak Km.01 No.01 Pelabuhan Penyeberangan Merak Banten 42430

*Email korespondensi: isaputra.6m2@gmail.com

ABSTRAK

Performa pakan dan pertumbuhan juvenile ikan kakap putih (*Lates calcalifer*) yang diberi pakan pakan berbeda (pakan standar, pakan formulasi, dan pakan vegetarian komersial) telah dilakukan. Sejumlah 240 ekor juvenil ikan baramundi (bobot awal $3,67 \pm 0,025$ gram) dipelihara pada sistem sirkulasi selama 60 hari. Parameter yang diamati meliputi laju pertumbuhan spesifik, rasio efisiensi pakan, rasio konversi pakan, kinerja pakan termasuk rasio konversi pakan, rasio efisiensi pakan, stabilitas air dipelajari. Pada akhir percobaan pemberian pakan, ikan kakap putih yang diberi pakan vegetarian komersial memiliki tingkat pertumbuhan spesifik tertinggi ($1,29 \pm 0,03\%$). Diantara semua perlakuan, pakan komersial menghasilkan rasio efisiensi pakan yang lebih tinggi dan rasio konversi pakan yang lebih (FER=0,68; FCR=1,47). Koefisien Fulton (K) ikan secara signifikan lebih tinggi ketika diberi makan dengan pakan komersial ($5,072,22 \pm 205,74$). Penilaian stabilitas air menunjukkan bahwa pakan yang diformulasikan memiliki tingkat kehilangan *dry matter* paling sedikit dengan kehilangan DM total ($3,99 \pm 0,10\%$). Total kehilangan *dry matter* untuk pakan basal dan pakan komersial masing-masing adalah $8,23 \pm 6,39$ dan $8,86 \pm 0,29$. Penelitian ini menunjukkan bahwa pakan vegetarian komersial dapat digunakan pada budidaya ikan kakap putih tanpa mempengaruhi respon fisiologis ikan kakap putih.

Kata kunci: kakap putih, pakan, vegetarian

ABSTRACT

Feed performance and the growth of Barramundi (*Lates calcalifer*) juvenile fed with different types of feed (basal feed, formulated feed, and commercial vegetarian feed) was evaluated. A total of 240 heads barramundi juveniles (initial weight : 3.67 ± 0.025 gram) were grown on controlled-recirculation tank systems for two months feeding trial. Some parameters determined were specific growth rate (SGR), feed efficiency ratio, feed conversion ratio (FCR), feed water stability. At the end of the feeding trial, barramundi juvenile fed with commercial vegetarian feed has the highest specific growth rate ($1.29 \pm 0.03\%$). Among the treatments commercial vegetarian feed has a higher feed efficiency ratio and lower feed conversion ratio (FER=0.68, FCR=1.47). The Fulton's coefficient of the fish was significantly higher when fed with commercial vegetarian feed ($5,072.22 \pm 205.74$). Water stability assessment indicated that formulated feed has the least dry matter loss with total DM loss ($3.99 \pm 0.10 \%$). Total dry matter loss for basal feed and commercial vegetarian feed were 8.23 ± 6.39 and 8.86 ± 0.29 , respectively. Present study indicated that commercial vegetarian feed can be used in barramundi culture without having detrimental effects on its physiological responses.

Keywords: barramundi, fishmeal replacement, vegetarian

PENDAHULUAN

Ikan kakap putih (*Lates calcalifer*) adalah komoditas ikan yang penting di Indonesia yang dihasilkan baik dari penangkapan ikan komersial maupun budidaya. Permintaan ikan ini meningkat dalam beberapa dekade terakhir. Di Indonesia, kakap putih sebagian besar dibudidayakan di Riau, Sumatera Utara dan Bali dengan total produksi 8,432 ton pada tahun 2017 (Nainggolan *et al.*, 2018). Sifat biologis ikan kakap putih menjadikannya sebagai spesies ikan yang disukai untuk dibudidayakan. Selain itu, toleransi pada tingkat salinitas yang tinggi

memungkinkan untuk hidup di habitat yang luas termasuk wilayah pesisir (air payau) hingga sungai (air tawar). Ikan ini telah dibudidayakan secara luas di negara-negara Asia Selatan (Boonyaratpalin *et al.*, 1998).

Kakap putih adalah spesies karnivora, yang memiliki makanan alami ikan lain yang lebih kecil. Pada awal masa budidaya ikan kakap di Asia Tenggara, pakan utamanya adalah ikan rucah (Cheong, 1989). Namun, ikan rucah sebagai pakan utama ikan laut berubah seiring dengan perkembangan teknologi pakan ikan. Penggunaan pakan ikan secara total dipercaya

memiliki dampak terhadap lingkungan melalui overeksploitasi (Glencross, 2006). Selain itu, ikan rucah sebagai pakan pada ikan laut juga dapat menjadi sumber penyebaran penyakit virus (Gomez *et al.*, 2010). Meskipun beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan ikan rucah memberikan hasil pertumbuhan lebih baik bila dibandingkan dengan pemberian pelet (Rahmaningsih *et al.*, 2013; Sahputra *et al.*, 2017), namun tingkat kelangsungan hidup juvenil ikan tidak terpengaruh setelah diberikan pakan-pakan yang berbeda tersebut. Selain menggunakan ikan rucah, beberapa penelitian bahwa pakan buatan memiliki performa lebih baik sebagai pakan kakap putih dan jenis ikan laut lainnya (Bunlipatanon *et al.*, 2014; El-Hammady *et al.*, 2014a, 2014b; Rimmer *et al.*, 2016; Shapawi *et al.*, 2011). Penggunaan pelet sebagai pakan ikan memiliki keunggulan kemudahan dalam pengaturan komposisi pakan, kandungan protein dan penyimpanannya (Glencross, 2006).

Salah satu tantangan dalam pengembangan pakan pelet untuk budidaya ikan adalah ketersediaan kandungan protein (Tacon *et al.*, 2008). Beberapa usaha telah dilakukan untuk mengganti tepung ikan sebagai sumber utama protein pada pakan ikan dengan bahan alternatif lain seperti tepung kedelai (Boonyaratpalin *et al.*, 1998; Glencross *et al.*, 2016; Glencross *et al.*, 2010; Ma *et al.*, 2018), tepung lupin (Carter *et al.*, 2000; Glencross *et al.*, 2011; Katersky *et al.*, 2009; Van Vo *et al.*, 2015) dan tepung daging (Williams, Chris, *et al.*, 2003). Tepung kedelai dianggap sebagai bahan potensial untuk pakan kakap putih (Boonyaratpalin *et al.*, 1998). Sumber protein lain yaitu lupin (*Lupinus* sp) telah dikenal sebagai bahan potensial untuk krustasea (Sudaryono *et al.*, 1999) dan salmon (Carter *et al.*, 2000; Glencross *et al.*, 2011). Penelitian menunjukkan bahwa laju pertumbuhan juvenil kakap putih tidak berubah dengan pemberian pakan ekstrusi lupin hingga 45% (Katersky *et al.*, 2009). Terlebih lagi, fermentasi lupin (*Lupinus angustifolius*) telah berhasil menggantikan tepung ikan hingga 75% pada pakan juvenil kakap putih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata panjang dan berat akhir juvenil kakap putih secara signifikan lebih besar daripada pakan kontrol (Van Vo *et al.*, 2015).

Selanjutnya, penggantian protein menggunakan tepung ikan sebagian dalam

pakan kakap putih di bawah kondisi skala laboratorium dan komersial berhasil dilakukan (Boonyaratpalin *et al.*, 1998; Thanh *et al.*, 2012; Williams, Chris, *et al.*, 2003; Williams, Christopher, *et al.*, 2003). Tepung daging dari rumah pemotongan hewan dapat digunakan untuk menggantikan bahan tepung ikan dari 25% hingga 100% dalam pakan kakap putih tanpa mempengaruhi laju pertumbuhan. Selain itu, tepung daging sebagai alternatif protein tidak berpengaruh terhadap kualitas organoleptik (Williams, Christopher, *et al.*, 2003). Selain itu upaya peningkatan kandungan protein melalui proses biologi dan fermentasi sebagai sumber utama dalam pakan kakap putih telah dilakukan (Novriadi *et al.*, 2015; Siddik, Chaklader, *et al.*, 2019; Siddik, Chungu, *et al.*, 2019). Namun, informasi tentang penggantian total tepung ikan dengan bahan-bahan non-tepung ikan untuk pakan ikan kakap putih sangat terbatas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi tiga pakan berbeda yaitu pakan standar, pakan formulasi dan pakan vegetarian komersil terhadap pertumbuhan juvenil ikan kakap putih dan mengevaluasi kualitas pakan tersebut.

BAHAN DAN METODE

Percobaan I: Evaluasi Fisiologi

Desain Percobaan

Penelitian tentang pengaruh penggantian tepung ikan pada pakan ikan kakap putih telah dilakukan. Pada penelitian ini sebanyak 240 ekor kakap putih dengan ukuran 3.67 ± 0.025 gram dipilih dari stok ikan secara manual menggunakan ember seleksi. Selama proses seleksi dan pemilihan ikan, bahan anestesi sebanyak 15 mg / L (Aqui-S, Selandia Baru) digunakan untuk mengurangi tingkat stres ikan. Ikan kemudian dipindahkan dalam bak sirkulasi bulat yang terbuat dari fiberglass dengan volume 250 L dengan padat tebar 20 ekor ikan setiap kolam. Secara total, ada 12 bak untuk tiga jenis pakan dengan masing-masing empat ulangan. Pasokan udara terus menerus disediakan di setiap bak melalui aerator. Bak ditutup menggunakan jaring dan diatur secara acak di area percobaan. Untuk menjaga kualitas air dalam kondisi yang baik, sistem penyaringan ditambahkan di setiap bak. Air dari bak utama dikeringkan melalui pipa pengeringan ($\varnothing$ 2,5 ") ke dalam tangki bak. Kemudian, air dipompa ke bak filtrasi di atas sebelum dialirkan ulang ke

bak utama. Pemanas ditempatkan di setiap bak untuk menjaga kestabilan suhu.

Pengelolaan harian

Ikan diberi makan dua kali sehari pada pukul 08.00 WIB dan pada sore hari pukul 16.00 WIB dengan rasio 3% dari berat badan. Parameter suhu, oksigen terlarut (Cheng *et al.*), nitrat, dan amonia diukur setiap hari sebelum pemberian pakan. DO dan suhu diukur dalam tangki utama menggunakan alat ukur oksigen Handy Polaris 2 (Oxyguard, UK) dan nilainya berkisar antara 8,11 hingga 9,87 ppm untuk DO dan 20,2 hingga 24,1°C untuk suhu. Sedangkan amonia dan nitrat diukur menggunakan API Test Kit (Aquarium Pharmaceuticals, Australia). Total amonia dan nitrat dipertahankan > 0,05 ppm, dan 0 hingga 2 ppm. Ketika kualitas air turun, volume air diganti hingga 25% dari total volume dengan air tawar baru dengan cara mengalirkan air di tangki tandon. Volume air dalam tangki, filtrasi, dan tangki tandon diperiksa secara teratur untuk memastikan kecukupan air untuk dipompa. Input-output air dalam sistem dilengkapi katup kontrol untuk menjaga aliran air.

Pakan dan Persiapan Pakan

Terdapat tiga jenis pakan yang diujikan pada penelitian ini. Pakan A adalah pakan standar untuk kakap putih dengan kadar protein kasar $\pm$ 50%, pakan B adalah pakan dalam bentuk formulasi khusus ($\pm$ 50% CP), dan Pakan C adalah alternatif pakan vegetarian kakap putih komersial. Pakan A dan B disiapkan sebelum percobaan sedangkan untuk pakan C merupakan pakan yang sudah jadi dari pabrik pakan. Seluruh pakan dirancang untuk memiliki kandungan protein kasar sekitar 50%. Dalam pakan A, sumber protein utama hanya tepung ikan. Pakan B memiliki sumber protein dari tepung ikan dan tepung kedelai dengan perbandingan 30:20. Bahan pakan yang lain seperti vitamin, material pengikat, suplemen protein, dan sumber serat ditambahkan ke kedua pakan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Formulasi pakan dilakukan menggunakan perangkat lunak Feed LIVE versi 1.52 (Live Informatics Company Limited, Thailand).

Semua bahan pakan dicampur secara menyeluruh dan ditambahkan sedikit akuades ke dalam bahan. Adonan kemudian dimasukkan ke dalam mesin pembuat pakan ikan untuk membentuk pelet. Pelet kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam.

Pakan disimpan di peralatan plastik berlabel untuk menjaga kualitasnya. Kemudian analisa laboratorium dilakukan untuk memeriksa kandungan protein kasar setiap pakan.

Pengumpulan Data dan Analisis Kimia

Parameter pertumbuhan; berat dan panjang total diukur pada awal dan akhir percobaan. Pengujian kadar protein dilakukan dengan metode Kjeldahl (AOAC, 2005). Sedangkan untuk pengujian kadar air dilakukan dengan metode pengeringan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 24 jam (Fotedar, 1998). Pengujian lemak kasar dan kadar abu dilakukan dengan metode yang sebelumnya dilakukan oleh (Fotedar, 1998). Metode perbandingan methanol : kloroform dilakukan untuk mengetahui kadar lemak kasar. Pengukuran kadar abu dilakukan dengan pemanasan menggunakan furnace pada suhu 600°C selama 18 jam.

Percobaan II. Stabilitas Pakan dalam Air

Pada percobaan kedua, stabilitas setiap jenis pakan yang digunakan diuji dalam air yaitu dengan menambahkan 2 gram sampel masing-masing pakan ke dalam gelas kimia 150 ml berisi 50 ml air suling. Hilangnya bahan kering (DM loss) dihitung setelah 10 dan 60 menit perendaman air. Setiap jenis pakan diulang tiga kali. Air rendaman kemudian diambil menggunakan pipet dari gelas kimia setelah 10 menit dan 1 jam sampai tingkat minimum. Sampel pakan dikeringkan pada 60°C selama 48 jam dan kemudian hilangnya bahan kering dari masing-masing jenis pakan dan ulangannya dihitung.

Parameter biologis dalam percobaan ini dihitung sebagai berikut:

Tingkat Pertumbuhan Spesifik (SGR) :

$$SGR = \frac{\ln \ln (\text{weight } t_2) - \ln \ln (\text{weight } t_1)}{t_2 - t_1} \times 100$$

Rasio konversi pakan (FCR) :

$$FCR = \frac{\text{Mass of feed consumed (Dry)}}{\text{Increase in mass of animal produced}}$$

Feed Efficiency Ratio (FER) :

$$FER = \frac{\text{Increase in mass of animal produced}}{\text{Mass of feed (Dry)}}$$

Nilai Koefisien Fulton :

$$K = 100 \times \frac{\text{weight (g)}}{\text{length (cm)}^3}$$

Persentase Nitrogen (N %):

$$N \% = \frac{(V2 - V1) \times N \times 14.007 \times 100}{M \times 1000}$$

Dengan: V2 adalah volume titran untuk titrasi sampel, V1 adalah volume yang diperlukan untuk titrasi sampel kosong, N adalah normalitas titran, dan M adalah berat sampel.

Protein Total (CP%)

$$CP = N \% \times 6.25$$

Stabilitas air pelet atau kehilangan bahan kering

$$\text{Total bahan kering yang hilang} = 100 \times \frac{(DM_{t0} - DM_{tn})}{DM_{t0}}$$

Dengan: DM_{t0} adalah berat bahan kering dari pakan pada waktu 0; dan DM_{tn} adalah berat bahan kering dari pakan setelah pencelupan pada t = n menit.

Analisis Data

Semua hasil data dianalisis menggunakan analisis perangkat lunak komputer SPSS 22.0 (SPSS, IL USA). Semua homogenitas hasil data diperiksa dan diubah jika perlu. Analisis varian satu arah digunakan untuk menguji perbedaan antara perlakuan pada $P < 0,05$. Scheffe post hoc test digunakan untuk menemukan perbedaan dalam pemeliharaan.

HASIL

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggantian tepung ikan sebanyak 20% dengan menggunakan tepung kedelai tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan, efisiensi pakan, dan tingkat kelangsungan hidup. Namun, dalam hal kinerja pakan, pakan komersial menghasilkan parameter pertumbuhan dan kualitas pakan terbaik. Tingkat pertumbuhan spesifik dan rasio efisiensi pakan juvenil kakap putih yang diberi pakan dengan berbagai jenis pakan berbeda secara signifikan ($P < 0,05$) (Tabel 2). Sedangkan rasio konversi semua pakan dan tingkat kelangsungan hidup juvenil kakap putih tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

Pemberian jenis pakan yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai koefisien Fulton juvenil ikan kakap putih pada akhir penelitian. Juvenil ikan kakap putih yang diberi pakan vegetarian komersial menghasilkan nilai Koefisien Fulton tertinggi, sedangkan nilai koefisien Fulton terendah diamati pada ikan kakap yang diberi pakan formulasi (Tabel 3).

Analisis proksimat dari Pakan A (berbasis tepung ikan) dan Pakan B (kombinasi tepung ikan dan tepung kedelai) menunjukkan bahwa Pakan A memiliki kandungan protein kasar lebih rendah dari Pakan B. Pakan kakap putih vegetarian komersial (Pakan C) memiliki kandungan protein terendah (Tabel 5).

Tabel 1. Komposisi bahan jenis pakan A dan pakan B (Kg) dalam 1 Kg pakan

Bahan	Pakan A (Pakan standar)	Pakan B (Pakan buatan)
Tepung Ikan		
(50% Tuna)	0,56	0,3
Minyak ikan	0,1	0,115
Terigu (14% CP)	0,1	0,1
Gluten (wheat)	0,1	0,1
Kasein	0,1	0,145
Vitamin premix	0,04	0,04
Tepung kedelai (48 solv)	0	0,2

Tabel 2. Tingkat pertumbuhan spesifik (SGR), rasio konversi pakan (FCR), rasio efisiensi pakan (FER, dan tingkat kelangsungan hidup (SR) juvenil kakap putih dengan perlakuan pakan yang berbeda.

Parameters	Pakan A	Pakan B	Pakan C
SGR (%)	0,63 ± 0,21 ^{a, b}	0,17 ± 0,21 ^a	1,29 ± 0,03 ^b
FCR	2,42 ± 0,55 ^a	5,22 ± 9,2 ^a	1,47 ± 0,08 ^a
FER	0,32 ± 0,21 ^{a, b}	0,08 ± 0,2 ^a	0,68 ± 0,01 ^b
SR (%)	96,25	98,75	100

^{a, b} superscript di baris yang sama dengan pangkat huruf berbeda menunjukkan perbedaan signifikan pada taraf $\alpha = 0,05$

Tabel 3. Koefisien Fulton pada juvenil kakap putih dengan perlakuan pakan yang berbeda

Waktu	Pakan A	Pakan B	Pakan C
Sebelum	3.210,12 ± 157,84 ^a	3.008,65 ± 169,82 ^a	3.075,12 ± 141,24 ^a
Sesudah	4.181,29 ± 409,92 ^{a,b}	3.397,32 ± 198,32 ^a	5.072,22 ± 205,74 ^b

^{a,b} *superscript* di baris yang sama dengan pangkat huruf berbeda menunjukkan perbedaan signifikan pada taraf $\alpha = 0,05$

Tabel 4. Hasil Pengukuran Kualitas Air

Parameters	Pakan A	Pakan B	Pakan C
Dissolved Oxygen (ppm)	8,09 ± 0,19	8,09 ± 0,16	8,09 ± 0,08
Ammonia (ppm)	0,11 ± 0,79	0,09 ± 1,01	0,09 ± 0,81
Nitrate (ppm)	1,47 ± 0,48	0,92 ± 0,53	0,65 ± 0,31
Temperature (°C)	23,02 ± 0,98	23,19 ± 0,82	23,32 ± 0,65

Tabel 5. Analisis Proksimat dari Komposisi Pakan yang Diuji

Proximate Analysis (%)	Pakan A	Pakan B	Pakan C**
DM%	93,162	92,1475	n/a
Ash%	14,835	9,7095	n/a
*GE MJ/kg	20,955	21,2005	n/a
*DE MJ/kg	17,896	18,022	n/a
CP%	51,22	52,69	50,94
*Dig CP%	43,657	43,9955	n/a
Lipid%	14,667	14,81775	n/a
*Fibre%	2,076	1,915	n/a

*) Analisa proksimat didasarkan pada data dalam formulatur pakan

**) Tidak terdapat informasi mengenai analisa proksimat pada database

Gambar 1 Total bahan kering yang hilang pada pakan, setelah perendaman selama 10 dan 60 menit.
^a *superscript* yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan pada taraf $\alpha = 0,05$.

PEMBAHASAN

Laju pertumbuhan dan Kualitas Air

Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat kemungkinan untuk mengganti tepung ikan dengan kedelai dalam pakan juvenil kakap putih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggantian tepung ikan sebanyak 20% dengan menggunakan tepung kedelai tidak berpengaruh

nyata terhadap pertumbuhan, efisiensi pakan, dan tingkat kelangsungan hidup. Namun, dalam hal kinerja pakan, pakan komersial menghasilkan parameter pertumbuhan dan kualitas pakan terbaik. Tingkat pertumbuhan spesifik dan rasio efisiensi pakan juvenil kakap putih yang diberi pakan dengan berbagai jenis pakan berbeda secara signifikan ($P < 0,05$) (Tabel 2). Juvenil kakap putih yang diberi pakan pakan

vegetarian komersial memiliki tingkat pertumbuhan spesifik tertinggi. Di sisi lain, pakan formulasi menghasilkan tingkat pertumbuhan spesifik terendah pada ikan kakap putih. Efisiensi pakan tertinggi diamati pada juvenil ikan kakap yang diberi pakan vegetarian komersil dan efisiensi pakan terendah didapatkan pada ikan yang diberikan pakan formulasi.

Rasio konversi pakan dan tingkat kelangsungan hidup juvenil kakap putih tidak berbeda nyata antar semua perlakuan ($P>0,05$). Namun, pakan C menghasilkan nilai FCR terendah. Juvenil ikan kakap yang diberi pakan vegetarian komersil menghasilkan FER tertinggi dibanding dengan juvenil ikan kakap yang diberikan pakan standar dan pakan formulasi. Hasil analisa statistik memperlihatkan bahwa perbedaan jenis pakan yang diberikan berpengaruh nyata terhadap FER juvenil ikan kakap putih. Penggantian hingga 20% tepung ikan dalam pakan B menggunakan tepung kedelai mungkin memiliki peran dalam pengurangan laju pertumbuhan, FCR lebih tinggi, dan FER lebih rendah dari pakan dasar (Pakan A) dan pakan komersial (Pakan C). Hasil ini sesuai dengan hasil yang dilaporkan pada ikan kakap putih, lele, salmon, dan krustasea. Tingkat penggunaan tepung kedelai yang lebih rendah pada juvenil kakap putih menghasilkan laju pertumbuhan yang lebih baik (Tantikitti *et al.*, 2005). Penggunaan berbagai produk tepung ikan dengan tepung kedelai pada 15% mempengaruhi pertumbuhan dan efisiensi pakan juvenil kakap putih setelah 10 minggu percobaan. Tepung kedelai yang direndam menghasilkan tingkat pertumbuhan dan FER terendah (Boonyaratpalin *et al.*, 1998). Selain itu, efek signifikan pada pertumbuhan juvenil kakap putih diamati mengikuti 50% penggantian tepung ikan dengan tepung kedelai (Dabrowski *et al.*, 1989). Sebuah studi percobaan pakan yang dilakukan pada lele biru menunjukkan bahwa penggantian tepung ikan memiliki efek pada pertumbuhan dan pemanfaatan pakan (Webster *et al.*, 1992). Fuertes *et al.* (2012) melaporkan bahwa penggantian tepung ikan hingga 35% dalam pakan menurunkan laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup *P. leniusculus*. Juvenil kakap putih yang diberi pakan komersial dalam penelitian ini memiliki pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan pemanfaatan pakan yang lebih tinggi. Hasil serupa telah dilaporkan pada uji coba pakan

ikan salmon. Pertumbuhan ikan salmon yang diberi pakan komersial lebih besar daripada pakan praktis yang mengandung tepung ikan dan tepung kedelai pada 25% dan 33% dari kandungan protein kasar (Carter *et al.*, 2000).

Pemberian jenis pakan yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai koefisien Fulton juvenil ikan kakap putih pada akhir penelitian. Indeks koefisien Fulton dapat digunakan sebagai indikator kesehatan ikan bersama dengan ‘cube law’ dan hubungan panjang-berat (Froese, 2006). Namun, metode ini mungkin menghasilkan hasil analisis yang tidak akurat (Cone, 1989). Metode ini telah digunakan untuk mengevaluasi status kesehatan ikan pada ikan gabus (Datta *et al.*, 2013), beberapa spesies ikan air tawar (Mozsár *et al.*, 2015), dan beberapa spesies ikan intertidal (Barrett *et al.*, 2016). Perlakuan pakan yang berbeda menghasilkan indeks koefisien Fulton yang berbeda dalam penelitian ini. Koefisien Fulton untuk pakan kakap putih dengan pakan komersial menunjukkan nilai koefisien yang jauh lebih tinggi. Di sisi lain, koefisien Fulton dari ikan yang diberi pakan formulasi khusus lebih rendah daripada ikan yang diberi pakan dengan pakan standar. Nilai koefisien Fulton linier dengan tingkat pertumbuhan spesifik dan tingkat kelangsungan hidup. Ini berarti bahwa juvenil kakap putih diberi pakan dengan pakan standar dan pakan komersial lebih sedikit stres daripada diberi pakan dengan pakan formulasi. Temuan ini tidak sesuai dengan penelitian sebelumnya pada *Channa punctata* (Datta *et al.*, 2013). *C. punctata* diberi pakan yang mengandung tepung ikan memiliki koefisien Fulton yang lebih rendah dari ikan yang diberi pakan tanpa tepung ikan.

Oksigen terlarut dan suhu relatif tidak berbeda jauh pada semua perlakuan. Semua parameter kualitas air pada semua perlakuan relatif stabil pada tingkat optimal untuk pertumbuhan kakap putih. Namun, konsentrasi nitrat di tangki yang diberi pakan A sedikit lebih tinggi dari yang lain. Hasil ini mengkonfirmasi penelitian sebelumnya yang dilakukan dengan menggunakan sistem yang sama. Sistem budidaya dengan metode resirkulasi (RAS) secara signifikan mengurangi nitrogen amonia total ke level rendah dalam kultur *P. latissulcatus* (Van Khoi *et al.*, 2013). Penambahan spesies rumput laut tertentu dalam RAS juga dapat meningkatkan kondisi kualitas air (Van Khoi *et al.*, 2011). Hasil ini menunjukkan bahwa

penambahan sistem resirkulasi pada setiap tangki dapat menjaga kualitas air.

Kualitas Pakan

Kehilangan massa kering dalam semua pakan setelah perendaman air disajikan pada Gambar 1. Setelah perendaman air selama sepuluh menit, Pakan C memiliki kehilangan air paling banyak dibandingkan dengan Pakan A dan Pakan B. Kehilangan bahan kering dari Pakan A dan C relatif sama setelah 60 menit perendaman. Pada 60 menit perendaman, Pakan B kehilangan bahan kering terendah. Analisis Kruskal Wallis menunjukkan bahwa kehilangan bahan kering di kedua perendaman yang berbeda waktu tidak berbeda nyata di semua jenis pakan.

Berdasarkan hasil analisis proksimat, Pakan A memiliki kandungan protein kasar lebih rendah dari Pakan B, sedangkan pakan kakap putih vegetarian komersial (Pakan C) memiliki kandungan protein terendah (Tabel 5).

Dalam penelitian ini, pakan formulasi (Pakan B) memiliki bahan kering terendah yang hilang setelah terpapar air. Hal ini kemungkinan akibat dari pengurangan ketersediaan tepung ikan dalam pakan ini. Lebih sedikitnya kandungan tepung ikan dalam pakan mungkin mengurangi stabilitas air karena dapat memberikan efek kelembaban dengan mudah terhadap pakan. Stabilitas air dari pakan yang diformulasikan dapat ditingkatkan dengan penambahan maltosa (Ighwela *et al.*, 2013), pektin, dan kitosan (Volpe *et al.*, 2012). Selain itu, metode produksi pakan yang berbeda mungkin memiliki efek pada kadar air dan stabilitas air pelet (Cheng *et al.*, 2002). Dalam perlakuan ini, nilai protein kasar yang lebih tinggi dalam Pakan B tidak menghasilkan tingkat pertumbuhan yang lebih tinggi pada ikan. Tingkat pertumbuhan tertinggi dari ikan dicapai pada ikan yang diberi pakan dengan kandungan protein terendah. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan kemungkinan mengganti tepung ikan dengan tepung kedelai pada tingkat inklusi yang berbeda atau total kandungan protein kasar.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa pemberian pakan vegetarian komersial menghasilkan pertumbuhan dan konversi pakan tertinggi juvenil ikan kakap. Penggantian tepung ikan sebanyak 20% dengan menggunakan

tepung kedelai dapat diterapkan dalam pakan juvenil ikan kakap putih. Selain itu, Koefisien Fulton dapat digunakan dalam penelitian ikan kakap. Temuan lain adalah bahwa Koefisien Fulton dapat digunakan untuk menentukan kondisi umum ikan dalam percobaan ini.

REFERENSI

- AOAC. (2005). Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist. Arlington, US: The Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- Barrett, C. J., Johnson, M. L., Hall, N. J., & Hull, S. L. (2016). The first use of Fulton's K for assessing and comparing the conditions of inter-tidal fish populations. *Marine Ecology*, 37(1), 42-45. <https://doi.org/10.1111/maec.12234>
- Boonyaratpalin, M., Suraneiranat, P., & Tulpibal, T. (1998). Replacement of fish meal with various types of soybean products in diets for the Asian seabass, *Lates calcarifer*. *Aquaculture*, 161(1-4), 67-78. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(97\)00257-3](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(97)00257-3)
- Bunlipatanon, P., Songseechan, N., Kongkeo, H., Abery, N. W., & De Silva, S. S. (2014). Comparative efficacy of trash fish versus compounded commercial feeds in cage aquaculture of Asian seabass (*Lates calcarifer*) (Bloch) and tiger grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*) (Forsskal). *Aquaculture Research*, 45(3), 373-388. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2012.03234.x>
- Carter, C. G., & Hauler, R. C. (2000). Fish meal replacement by plant meals in extruded feeds for Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture*, 185(3-4), 299-311. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00353-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00353-1)
- Cheng, Z. J., Behnke, K. C., & Dominy, W. G. (2002). Effect of Moisture Content, Processing Water Temperature, and Immersion Time on Water Stability of Pelleted Shrimp Diets. *Journal of Applied Aquaculture*, 12(2), 79-89. https://doi.org/10.1300/J028v12n02_05
- Cheong, L. (1989). Status of knowledge on farming of Seabass (*Lates calcalifer*) in South East Asia. *Advances in Tropical Auaculture*(9), 421-428.

- <https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/1467/>
- Cone, R. S. (1989). The Need to Reconsider the Use of Condition Indices in Fishery Science. *Transactions of the American Fisheries Society*, 118(5), 510-514. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1989\)118%3C0511:TNTRTU%3E2.3.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1989)118%3C0511:TNTRTU%3E2.3.CO;2)
- Dabrowski, K., Poczyzynski, P., Köck, G., Berger, B. (1989). Effect of partially or totally replacing fish meal protein by soybean meal protein on growth, food utilization and proteolytic enzyme activities in rainbow trout (*Salmon gairdneri*). New in vivo test for exocrine pancreatic secretion. *Aquaculture*, 77(1), 29-49. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(89\)90019-7](https://doi.org/10.1016/0044-8486(89)90019-7)
- Datta, S. N., Kaur, V. I., Dhawan, A., Jassal, G. (2013). Estimation of length-weight relationship and condition factor of spotted snakehead *Channa punctata* (Bloch) under different feeding regimes. *SpringerPlus*, 2, 436. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-436>
- El-Hammady, A. K. I., Seham A., I., Mohammed A.I., W., El-Ghamadi, F. A. (2014a). Feeding European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) With Trash Fish 1- Growth Performance and Reproductive Histology. *Life Science Journal*, 11(9), 568-583. <http://www.dx.doi.org/10.7537/marslsj110914.95>
- El-Hammady, A. K. I., Seham A., I., Mohammed A.I., W., El-Ghamadi, F. A. (2014b). Feeding European Sea Bass (*Dicentrarchus Labrax*) With Trash Fish 2- Nutritive Utilization and Histological Digestive Tract. *Life Science Journal*, 11(9), 584-598. <http://www.dx.doi.org/10.7537/marslsj110914.95>
- Fotedar, R. (1998). Nutrition of marron, *Cherax tenuimanus* (Smith) under different culture environments: A comparative study. (PhD), Curtin University of Technology, Western Australia.
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4), 241-253. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>
- Fuertes, J. B., Celada, J. D., Carral, J. M., Sáez-Royuela, M., González-Rodríguez, Á. (2012). Effects of dietary protein and different levels of replacement of fish meal by soybean meal in practical diets for juvenile crayfish (*Pacifastacus leniusculus*, Astacidae) from the onset of exogenous feeding. *Aquaculture*, 364–365: 338-344. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.08.050>
- Glencross, B. (2006). The nutritional management of barramundi, *Lates calcarifer* – a review. *Aquaculture Nutrition*, 12(4), 291-309. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2006.00410.x>
- Glencross, B., Blyth, D., Irvin, S., Bourne, N., Campet, M., Boisot, P., Wade, N. M. (2016). An evaluation of the complete replacement of both fishmeal and fish oil in diets for juvenile Asian seabass, *Lates calcarifer*. *Aquaculture*, 451, 298-309. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.09.012>
- Glencross, B., Rutherford, N., Jones, B. (2011). Evaluating options for fishmeal replacement in diets for juvenile barramundi (*Lates calcarifer*). *Aquaculture Nutrition*, 17(3), e722-e732. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2010.00834.x>
- Gomez, D., Mori, K.-i., Okinaka, Y., Nakai, T., Park, S. (2010). Trash fish can be a source of betanodaviruses for cultured marine fish. *Aquaculture*, 302 (2-3), 158-163. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.02.033>
- Ighwela, K. A., Ahmad, A. B., Abol-Munafi, A. M. (2013). Water Stability and Nutrient Leaching of Different Levels of Maltose Formulated Fish Pellets. *Global Veterinaria*, 10(6), 638-642.
- Katersky, R. S., Carter, C. G. (2009). Growth and protein synthesis of barramundi, *Lates calcarifer*, fed lupin as a partial protein replacement. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A:*

- Molecular & Integrative Physiology*, 152(4), 513-517.
<https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2008.12.017>
- Ma, Z., Hassan, M., Allais, L., He, T., Leterme, S., Ellis, A., McGraw, B., Qin, J. (2018). Replacement of fishmeal with commercial soybean meal and EnzoMeal in juvenile barramundi *Lates calcarifer*. *Aquaculture Research*.
<https://doi.org/10.1111/are.13790>
- Mozsár, A., Boros, G., Sály, P., Antal, L., Nagy, S. A. (2015). Relationship between Fulton's condition factor and proximate body composition in three freshwater fish species. *Journal of Applied Ichthyology*, 31(2), 315-320.
<https://doi.org/10.1111/jai.12658>
- Nainggolan, H., Rahmantya, K. F., Asianto, A., D., Wibowo, D., Wahyuni, T., Zunianto, A., Malika, R. (2018). Marine and Fisheries In Figures 2018. The Center for Data, Statistics and Information.
- Novriadi, R., Hermawan, T., Ibtisam, Dikrurrahman, Kadari, M., Herault, M., Fournier, V., Seguin, P. (2015). Immune response and growth of *Lates calcarifer* fed on hydrolized protein-supplemented diet. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 13(2): 179-188.
<https://doi.org/10.19027/jai.13.179-188>
- Rahmaningsih, S., Ari, A. I. (2013). Pakan dan Pertumbuhan Ikan Kerapu Cantang (*Epinephellus fuscoguttatus-lanceolatus*). *Ekologia*, 13(2), 25-30
- Rimmer, M., Sudja, W., Indradjaja, D. D., Giri, N., Laining, A. (2016). Compound feeds for grouper aquaculture-why has the adoption been so poor. *Aquaculture Asia Pacific*.
- Sahputra, I., Khalil, M., Zulfikar. (2017). Pemberian jenis pakan yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan kakap putih (*Lates calcalifer*, Bloch). *Acta Aquatica*, 4(2), 68-75.
- Shapawi, R., Mustafa, S., Ng, W. K. (2011). A Comparison of the Growth Performance and Body Composition of the Humpback Grouper, *Cromileptes altivelis* Fed on Farm-made Feeds, Commercial Feeds or Trash Fish. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 6(5): 523-534.
<http://dx.doi.org/10.3923/jfas.2011.523.534>
- Siddik, M., Chaklader, M. R., Foysal, J., Howieson, J., Fotedar, R., Gupta, S. (2019). Influence of fish protein hydrolysate produced from industrial residues on antioxidant activity, cytokine expression and gut microbial communities in juvenile barramundi *Lates calcarifer*. *Fish & Shellfish Immunology*, 97:465-473.
<https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.12.057>
- Siddik, M. A. B., Chungu, P., Fotedar, R., Howieson, J. (2019). Bioprocessed poultry by-product meals on growth, gut health and fatty acid synthesis of juvenile barramundi, *Lates calcarifer* (Bloch). *PLOS ONE*, 14(4), e0215025.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215025>
- Sudaryono, Tsvetnenko, Evans. (1999). Evaluation of potential of lupin meal as an alternative to fish meal in juvenile *Penaeus monodon* diets. *Aquaculture Nutrition*, 5(4), 277-285.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.1999.00117.x>
- Tacon, A. G. J., & Metian, M. (2008). Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture*, 285(1-4), 146-158.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.08.015>
- Thanh, H. H., Ngoc Duong, D., Serrano Jr, A. (2012). Replacement of fish meal by poultry by-product, corn gluten meal and soybean meal in the diets of Asian seabass (*Lates calcalifer*). *Science and Technology Journal of Agriculture and Rural Development*, 3, 129-133.
- Van Khoi, L., Fotedar, R. (2011). Integration of western king prawn (*Penaeus latisulcatus* Kishinouye, 1896) and green seaweed (*Ulva lactuca* Linnaeus, 1753) in a closed recirculating aquaculture system. *Aquaculture*, 322-323, 201-209.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.09.030>
- Van Khoi, L., Fotedar, R., Kumar, M. S. (2013). Effects of feeding rates on the growth, water quality and nutrient budget of

- western king prawn (*Penaeus latisulcatus* Kishinouye) reared in recirculating aquaculture systems. *Aquaculture Research*, 44(7), 1110-1119.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.09.030>
- Van Vo, B., Bui, D. P., Nguyen, H. Q., Fotedar, R. (2015). Optimized fermented lupin (*Lupinus angustifolius*) inclusion in juvenile barramundi (*Lates calcarifer*) diets. *Aquaculture*, 444, 62-69.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.03.019>
- Volpe, M. G., Varricchio, E., Coccia, E., Santagata, G., Di Stasio, M., Malinconico, M., Paolucci, M. (2012). Manufacturing pellets with different binders: Effect on water stability and feeding response in juvenile *Cherax albidus*. *Aquaculture*, 324–325, 104-110.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.10.029>
- Webster, C. D., Yancey, D. H., Tidwell, J. H. (1992). Effect of partially or totally replacing fish meal with soybean meal on growth of blue catfish (*Ictalurus furcatus*). *Aquaculture*, 103(2), 141-152. [http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486\(92\)90408-D](http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(92)90408-D)
- Williams, K. C., Chris, B., Rodgers, L., Ruscoe, I. (2003). Potential of meat meal to replace fish meal in extruded dry diets for barramundi, *Lates calcarifer* (Bloch). I. Growth performance. *Aquaculture Research*, 34(1).
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2003.00785.x>
- Williams, K. C., Christopher, B., Les, R., Ian, H., Clarita, A., Ian, R. (2003). Asian seabass *Lates calcarifer* perform well when fed pelleted diets high in protein and lipid. *Aquaculture*, 225(1), 191-206.
[https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00278-3](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00278-3)