Tersedia online di: http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/ma

APLIKASI PROTEIN SEL TUNGGAL DAN "SPENT GRAINS" DALAM FORMULASI PAKAN UNTUK PEMELIHARAAN KERAPU HIBRID (*Epinephelus fuscoguttatus* x *Epinephelus polypekadion*)

Wawan Andriyanto#, Nyoman Adiasmara Giri, dan Muhammad Marzuqi

Balai Besar Riset Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan

(Naskah diterima: 1 Februari 2017; Revisi final: 12 Maret 2018; Disetujui publikasi: 12 Maret 2018)

ABSTRAK

Sumber protein alternatif berupa protein sel tunggal (PST) dari sisa produksi bumbu penyedap dan "spent grains" dari sisa produksi minuman bir memiliki kandungan protein yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dosis terbaik dari penggunaan dua sumber bahan tersebut terhadap pertumbuhan dan sintasan ikan kerapu hibrid (kerapu cantik). Empat pakan uji diformulasikan dengan menambahkan kombinasi tepung *spent grains* dan PST untuk menggantikan protein dari tepung ikan sebesar (A) 0%, (B) 30%, (C) 40%, dan (D) 50%. Uji pakan dilakukan di keramba jaring apung menggunakan 12 jaring berukuran 2 m x 2 m x 2 m. Bobot awal ikan kerapu cantik yang digunakan adalah 63 ± 0,6 g dan ditebar dengan kepadatan 253 ekor/jaring. Pakan uji diberikan dua kali sehari secara satiasi. Data yang diamati adalah pertumbuhan (bobot dan panjang), sintasan, dan konversi pakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pakan A (0%) menghasilkan berat akhir sebesar 299,6 ± 27,0 g lebih baik dan berbeda nyata ($P<0,05$) dari perlakuan C (40%) dan D (50%), namun tidak berbeda nyata ($P>0,05$) dengan perlakuan pakan B (30%), yaitu 287,4 ± 5,3 g. Hasil ini menunjukkan bahwa substitusi protein tepung ikan dengan campuran protein dari PST dan *spent grains* pada pakan pembesaran kerapu hibrid dapat dilakukan sampai level 30%.

KATA KUNCI: protein sel tunggal; *spent grains*; pertumbuhan; kerapu hibrid

ABSTRACT: Application of single cell protein and spent grains on feed formulation for grow out of "hibryd grouper". By: Wawan Andriyanto, Nyoman Adiasmara Giri, and Muhammad Marzuqi

Single cell protein left-over from seasoning factory and spent grains from brewery waste are potential as high protein sources for animal feed. This study was aimed to obtain an optimal supplementation dose of the two ingredients in relation to the growth and survival rate of hybrid grouper (Cantik grouper). Four test feeds were formulated by mixing different combinations of single cell protein and spent grains to replace fishmeal protein content in the feed at 0%, 30%, 40%, and 50%. The feeding trials were conducted at a floating net cage consisted of 12 netpens sized 2 m x 2 m x 2 m. The initial mean weight of hybrid grouper was 63 ± 0.6 g. The fish were stocked at a density of 253 fish/netpen. Feed treatments were given at satiation two times a day. Parameters of growth (final body weight and length), survival rate, and feed conversion were observed. The results showed that fish in treatment A (0%) gained the final body weight of 299.6 ± 27.01 g which was significantly different ($P<0.05$) with that of treatment C and D, but not significantly different with fish in treatment B (30%), with the mean weight gain of 287.4 ± 5,3 g. Fish in treatment B (30%) showed better growth response and survival rate than that of treatment C (40%) and D (50%). The result also indicated that fish fed with treatment B feed (30%) had not different a mean final body weight with the control feed. This study suggested that a combination of single cell protein and spent grains to substitute fish meal in grow-out feed for hybrid grouper could be applied up to 30%.

KEYWORDS: single cell protein; spent grains; growth; hybrid grouper

Korespondensi: Balai Besar Riset Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan. Banjar Gondol Kec. Gerokgak Kab. Buleleng, Bali 81155, Indonesia.
Tel.: + 62 362 92278
E-mail: *wa2n.rimgdl@gmail.com*

Copyright @ 2018, Media Akuakultur, p-ISSN 1907-6762; e-ISSN 2502-9460

PENDAHULUAN

Keberhasilan teknologi pembenihan ikan kerapu hasil persilangan antara kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) dengan kerapu batik (*Epinephelus polyphekadion*) menghasilkan turunan ikan kerapu cantik. Pembesaran kerapu hibrid ini ikut mendukung perkembangan budidaya di keramba jaring apung (KJA) karena permintaan pasar yang tinggi pada komoditas ini. Pakan dengan kandungan nutrisi yang lengkap dan seimbang merupakan faktor penting dalam menunjang keberhasilan usaha budidaya ikan. Satu di antara kebutuhan nutrien utama untuk ikan adalah protein. Pada umumnya, formulasi pakan ikan kerapu mempunyai kandungan protein yang relatif tinggi.

Ikan kerapu bebek (*C. altivelis*) membutuhkan pakan dengan kandungan protein 54,2% untuk pertumbuhan yang baik (Giri *et al*., 1999). Kebutuhan protein ikan kerapu macan (*E. fuscoguttatus*) mencapai 48,0% (Giri *et al*., 2004), ikan kerapu batik (*E. polyphekadion*) sebesar 48% (Marzuqi *et al*., 2004), ikan kerapu lumpur (*E. coioides*) sebesar 48,0% (Suwirya *et al*., 2005) dan ikan kerapu sunu (*P. leopardus*) sebesar 48% (Marzuqi *et al*., 2007) untuk dapat tumbuh dengan baik. Kebutuhan protein tersebut umumnya diperoleh untuk ikan ukuran benih. Pada penelitian lain dilaporkan bahwa ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) pada stadia pembesaran membutuhkan pakan dengan kandungan protein 45%-55%. (Laining *et al*., 2003; Usman *et al*., 2005).

Tepung ikan masih merupakan sumber protein utama untuk ikan laut, khususnya ikan karnivor. Harga tepung ikan di pasaran relatif mahal yang mengakibatkan harga pakan ikan, termasuk ikan kerapu juga relatif mahal, sehingga perlu diupayakan pemanfaatan bahan pakan alternatif sebagai substitusi sumber protein tepung ikan. Informasi pemanfaatan bahan pakan alternatif pada komoditas ikan kerapu sejauh ini belum banyak tersedia. Beberapa percobaan untuk mensubstitusi tepung ikan dengan bahan alternatif telah dilakukan pada ikan laut seperti penggunaan tepung protein sel tunggal (PST) pada ikan kerapu pasir (Marzuqi *et al*., 2010). Bahan baku hasil samping dari olahan bumbu masak selain memiliki kadar protein tinggi, juga mengandung lemak, vitamin, dan mineral yang dibutuhkan oleh ikan (Setiawati, 2010). Tepung limbah hasil fermentasi dari kedelai, tepung jagung, dan tepung bungkil kelapa sawit juga mempunyai kandungan zat gizi yang cukup tinggi dengan harga relatif murah (Pamungkas, 2011).

Protein sel tunggal (PST) berasal dari proses fermentasi dari bahan tetes tebu dan *dextrose* oleh bakteri *Brevibacterium flavum* dengan media tumbuh *bactosoytone* mulai skala kecil (media cair starter) sampai dengan skala besar pada media cair. Tepung protein sel tunggal merupakan produk hasil samping dari suatu proses fermentasi dalam produksi protein sel tunggal. Hasil samping tersebut setelah dikeringkan kemudian digiling menjadi tepung dan dikenal sebagai protein sel tunggal. Selain kaya akan asam amino esensial (AAE) dan non AAE, tepung protein sel tunggal memiliki kandungan mineral tinggi, di mana mineral sangat diperlukan dalam proses metabolisme sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan (Zonneveld *et al*., 1991).

Spent grains merupakan limbah padat (*Brewerysolid waste*) dari pengolahan minuman bir. Karakteristik dari *Brewerysolid waste* yaitu memiliki pH 6,5 ± 0,4; COD 1.250 mg/L; NH3-N 16 mg/L; TN 24 mg/L; SS 500 mg/L (Wen *et al*., 2010). Jenis ampas bir terbagi menjadi *spent grains*, *trub*, *spent yeast*, dan *kieselguhr sludge*, di mana yang digunakan dalam penelitian ini adalah yang berbentuk *spent grains*. Jenis *spent grains* banyak digunakan dalam aplikasi pakan saat ini, dan jenis ini merupakan salah satu buangan limbah bir yang telah dimanfaatkan sejak lama dalam pakan campuran pada hewan ternak karena mudah ditepungkan, ketersediaan paling melimpah, dan harga yang murah. *Spent grains* juga memiliki kandungan selulosa, hemiselulosa, lignin, gula, dan asam amino yang baik untuk pakan ternak (Bisaria *et al*., 1997). Aplikasi *spent grains* pada dosis 10%-15% dalam formulasi pakan menghasilkan produksi kerapu cantik yang baik (Andriyanto & Giri, 2016).

Ketersediaan *spent grains* dan PST ini cukup berlimpah dan kontinu karena terkait langsung dengan usaha utamanya yaitu produksi bir dan bumbu masak yang terus berlangsung. Kombinasi *spent grains* dan PST ini diharapkan dapat merupakan sumber protein alternatif pengganti protein tepung ikan dalam pakan untuk ikan kerapu cantik. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kombinasi optimum *spent grains* dan PST sebagai substitusi tepung ikan dalam formulasi pakan pembesaran kerapu cantik (*E. fuscoguttatus* x *E. polyphekadion*).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Instalasi Percobaan Karamba Jaring Apung (KJA), Balai Besar Riset Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan di Teluk Pegametan, Buleleng, Bali. Pada percobaan ini digunakan 12 buah kantong jaring berukuran 2 m x 2 m x 2 m dengan yang ditempatkan pada KJA. Ikan kerapu hibrid (cantik) yang digunakan dalam percobaan ini diperoleh dari hatcheri kerapu di daerah Gerokgak, Buleleng. Benih ikan kerapu cantik dengan ukuran panjang 15,0 ± 0,1 cm dan bobot 63,0 ± 0,2 g ditebar dengan kepadatan

 Copyright @ 2018, Media Akuakultur, p-ISSN 1907-6762; e-ISSN 2502-9460

253 ekor/kantong jaring. Ikan diberi pakan percobaan dua kali sehari pada pagi pukul 09.00 dan sore hari pukul 16.00 dan diberikan secara *ad satiation* (sekenyangnya). Penggantian jaring dilakukan setiap dua minggu sekali.

Bahan pakan dan pakan uji disimpan dalam *cold storage* yang bersuhu dingin (-20°C) sebelum dikeringkan dalam *oven* pada suhu 70°C. *Spent grains* yang sudah kering, dilakukan penepungan dengan mesin penepung (disk mill) dengan *mesh* ayakan 0,5 mm. Tepung PST diayak untuk mendapatkan partikel yang halus.

Komposisi proksimat tepung *spent grain* dan PST disajikan pada Tabel 1.

Pakan percobaan dibuat empat formula pakan uji sebagai perlakuan dengan jumlah campuran *spent grains* dan PST yang berbeda sehingga mensubstitusi protein dari tepung ikan sebanyak 0% (perlakuan A), 30% (perlakuan B), 40% (perlakuan C), dan 50% (perlakuan D). Komposisi pakan percobaan disajikan pada Tabel 2. Pakan dibuat dalam bentuk pelet dengan diameter 10 mm, dikeringkan dalam *oven* pada suhu 70°C sampai kering.

Percobaan dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan beda pakan dan setiap perlakuan terdiri dari tiga ulangan.

Sampling pertumbuhan ikan kerapu cantik dilakukan setiap dua minggu dengan mengukur panjang dan bobot ikan selama enam bulan percobaan.

Adapun parameter atau variabel yang diamati meliputi:

Pertumbuhan bobot mutlak (g) (Zonneveld *et al*., 1991)

$$W = Wt - Wo$$

di mana: W = pertumbuhan bobot mutlak
Wt = bobot rata–rata ikan pada akhir penelitian
Wo = bobot rata–rata ikan pada awal penelitian

Laju pertumbuhan bobot spesifik (% bobot/hari) (Zonneveld *et al*., 1991)

$$SGR = \frac{Ln\ Wt - Ln\ Wo}{t} \times 100\%$$

di mana: SGR = laju pertumbuhan spesifik
Wt = bobot rata–rata ikan pada akhir penelitian
Wo = bobot rata–rata ikan pada awal penelitian
t = waktu pemeliharaan

Sintasan (%) (Effendi, 1997)

$$SR = \frac{Nt}{No} \times 100\%$$

di mana: SR = sintasan
Nt = jumlah ikan pada akhir pemeliharaan
No = jumlah ikan pada awal pemeliharaan

Kecernaan pakan (KP) (Takeuchi, 1988)

$$\bullet\ KP(\%) = 100 - \left(100 \frac{\%\ Cr2O3 \times \%\ nutrien\ feces}{\%\ Cr2O3 \times \%\ nutrien\ pakan}\right)$$

$$\bullet\ KP = \frac{Jumlah\ pakan\ diberikan\ (g)}{Pertambahan\ biomassa\ ikan\ (g)}$$

Komposisi proksimat pakan uji dianalisis dengan menggunakan metode AOAC (1990). Selain itu, juga dilakukan analisis histologi untuk mengetahui profil organ pencernaan ikan setelah diberi pakan percobaan. Data hasil percobaan ditabulasi dan dianalisis

Tabel 1. Komposisi proksimat tepung *spent grains* dan PST (% bahan)
Table 1. Proximate composition of spent grains and single cell protein (% sample)

Parameter *Parameters*	**Bahan uji (*Material test*)**	
	Tepung *spent grains* *Spent grains meal*	**Tepung PST** *Single cell protein meal*
Kadar air (*Moisture*)	9.0	8.0
Protein (*Protein*)	25.07	60.4
Lemak (*Lipid*)	9.9	0.4
Kadar abu (*Ash*)	14.05	4.0
Serat kasar (*Crude fiber*)	2.2	2.85
BETN/*NFE* *)	39.78	24.35

*) BETN = bahan ekstrak tanpa nitrogen (*nitrogen free extract*)

Copyright @ 2018, Media Akuakultur, p-ISSN 1907-6762; e-ISSN 2502-9460

menggunakan analisis statistik dengan program excel.

HASIL DAN BAHASAN

Perbedaan level subsitusi protein tepung ikan dengan protein campuran *spent grains* dan PST berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan, sintasan, dan konversi pakan ikan kerapu cantik ($P < 0,05$). Proporsi protein dari campuran *spent grains* dan PST yang tinggi (40% dan 50%) dalam pakan memberikan respons pertumbuhan dan konversi pakan yang kurang baik (Tabel 3).

Rata-rata bobot akhir ikan yang diberi pakan perlakuan A dan B tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Bobot akhir ikan yang diberi pakan perlakuan C dan D adalah lebih rendah dan berbeda nyata dengan perlakuan A dan B. Hasil ini menunjukkan bahwa 30% protein tepung ikan dalam pakan ikan kerapu hibrid dapat disubstitusi dengan protein dari campuran *spent grains* dan PST. Pada dosis substitusi sebesar 50% (pakan D) dengan level protein pakan pada pelet yang hampir sama pada semua perlakuan yaitu 47% (Tabel 2). Komposisi proksimat pakan uji cenderung menghasilkan bobot akhir yang lebih kecil dan secara statistik berbeda nyata dengan perlakuan A dan B. Substitusi protein tepung ikan dengan protein dari kombinasi PST dan *spent grains* hingga 50% diduga tidak efektif menyediakan energi untuk metabolisme mendukung pertumbuhan ikan. Hal ini dapat terjadi karena kualitas protein, khususnya keseimbangan profil asam amino esensial dari PST dan *spent grains* yang lebih rendah dari protein tepung ikan. Harver (1972), menyatakan bahwa pertumbuhan terjadi apabila ada kelebihan energi setelah energi yang digunakan untuk pemeliharaan tubuh, metabolisme basal, dan aktivitas terpenuhi. Kondisi ini berbeda dengan pakan kontrol (perlakuan A), di mana profil asam amino esensialnya yang baik sehingga dapat secara maksimal digunakan untuk menyusun protein tubuh atau pertumbuhan ikan selain untuk memenuhi kebutuhan energi untuk metabolismenya. Kebutuhan energi untuk metabolisme juga dapat diperoleh dari lemak dan karbohidrat pakan. Performa pertumbuhan harian dalam penelitian ini juga cenderung memiliki pola yang sama di mana semakin tinggi dosis substitusi tepung ikan dengan campuran tepung PST dan *spent grains* menghasilkan pola pertumbuhan panjang dan berat yang semakin menurun.

Nilai rasio konversi pakan perlakuan A (0%) adalah berbeda nyata dengan perlakuan B (30%); C (40%); dan D (50%). Nilai tertinggi terdapat pada perlakuan D (50%) dan terkecil pada perlakuan kontrol. Rasio konversi pakan menunjukkan tingkat efektivitas pakan percobaan dalam mendukung pertumbuhan ikan. Semakin tinggi tingkat substitusi protein tepung ikan dengan protein PST dan *spent grains* memperlihatkan hasil yang tidak efektif di mana perlakuan D menghasilkan nilai FCR yang tinggi yaitu 1,65. Sintasan ikan pada masing-masing perlakuan berbeda nyata secara statistik. Sintasan tertinggi dengan angka 58,6% diperoleh pada ikan yang diberi perlakuan A dan sintasan terkecil pada perlakuan D yaitu 47,4%.

Nilai kecernaan pakan memperlihatkan angka yang berbeda di mana pada perlakuan B (30%) lebih baik dari kontrol dan secara statistik berbeda nyata. Pada perlakuan B menghasilkan nilai kecernaan protein pakan sebesar 86,74% dan berbeda nyata dengan perlakuan C dan D. Hasil ini menunjukkan bahwa pakan B dapat dicerna lebih baik daripada pakan C ataupun D. Meningkatnya jumlah protein dari campuran PST dan *spent grains* lebih dari 30% dalam pakak ternyata berakibat menurunnya nilai kecernaan pakan. Hal tersebut juga diperkuat dengan hasil histologi pada organ pencernaan sepetrti disajikan pada Gambar 1. Secara histologi terlihat bahwa organ usus/intestine ikan yang diberi pakan A dan B panjang lamela usus dan ujung vili tampak tersusun dengan baik. Selain itu, juga sel-sel goblet yang berfungsi dalam pencernaan makanan tampak memenuhi lamela usus. Hal ini berbeda dengan histologi usus perlakuan C dan D di mana lamela usus/lamina propia tampak tidak teratur dan panjang tidak beraturan. Penurunan panjang pada vili (lipatan perut) ada hubungannya dengan penggunaan protein tepung ikan yang diganti dari protein nabati dan berpengaruh terhadap pertumbuhan (Borgesen *et al*., 2006).

Histologi bagian usus ikan dapat memberikan informasi tentang efisiensi dan efektivitas penyerapan makanan oleh ikan (Hu *et al*., 2007; Raskovic *et al*., 2011; Rodrigues *et al*., 2009). Penurunan daya cerna diduga dapat disebabkan karena meningkatnya dosis substitusi tepung protein sel tunggal dan *spent grains*. Hal yang sama juga dilaporkan pada penelitian sebelumnya pada kerapu pasir (Robisalmi, 2008). Pengamatan kecernaan pakan pada ikan kerapu bebek yang diberikan protein sel tunggal (PST) dilaporkan bahwa daya cerna proteinnya berkisar 92,78% (Subiyakto, 2007). Marzuqi *et al*. (2008) melaporkan ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) dapat memanfaatkan 21% ampas kecap dalam pakannya karena pada level yang lebih tinggi akan menurunkan kecernaan pakannya yang selanjutnya berpengaruh pada pertumbuhan ikan. Kemampuan ikan dalam memanfaatkan suatu bahan pakan dipengaruhi oleh kualitas bahan, jenis ikan, dan umur ikan. Kualitas bahan pakan berupa hasil samping industri sangat berkaitan dengan jenis mikroorganisme yang digunakan dalam fermentasinya.

 Copyright @ 2018, Media Akuakultur, p-ISSN 1907-6762; e-ISSN 2502-9460

Tabel 2. Komposisi pakan percobaan untuk pemeliharaan ikan kerapu hibrid
Table 2. Composition of experimental feed for rearing of hybrid grouper

Bahan pakan *Feed ingredients*	**Pakan uji (*Experimental feed*)**			
	A	**B**	**C**	**D**
Tepung ikan (*Fish meal*)	54.1	37.6	32.4	27.1
Tepung bubuk kedelai (*Soybean*)	10.0	10.0	10.0	10.0
Tepung rebon (*Mysid*)	3.0	3.0	3.0	3.0
Tepung hati cumi (*Squid liver*)	10.0	10.0	10.0	10.0
Tepung *spent grains*	-	19.0	25.4	31.7
Tepung PST (*Single cell protein meal*)	-	8.7	11.6	14.5
Tepung tapioka (*Tapioca flour*)	16.3	5.8	2.0	-
Minyak ikan (*Fish oil*)	3.0	2.3	2.1	0.1
Vitamin mix	1.5	1.5	1.5	1.5
Mineral mix	1.6	1.6	1.6	1.6
CMC	0.5	0.5	0.5	0.5
Total (%)	100.0	100.0	100.0	100.0
Komposisi proksimat pakan uji (% pakan) *Proximate composition of experimental feed*				
Kadar air (*Moisture*)	8.7	8.6	8.6	8.6
Kadar protein (*Protein)*	47.1	47.0	47.0	47.1
Kadar lemak (*Lipid*)	9.2	9.6	9.1	9.1
Kadar abu (*Ash*)	16.9	16.8	16.5	16.8
Serat kasar (*Crude fiber*)	4.1	4.0	4.1	4.8
BETN/NFE*)	14.0	14.0	14.7	13.6

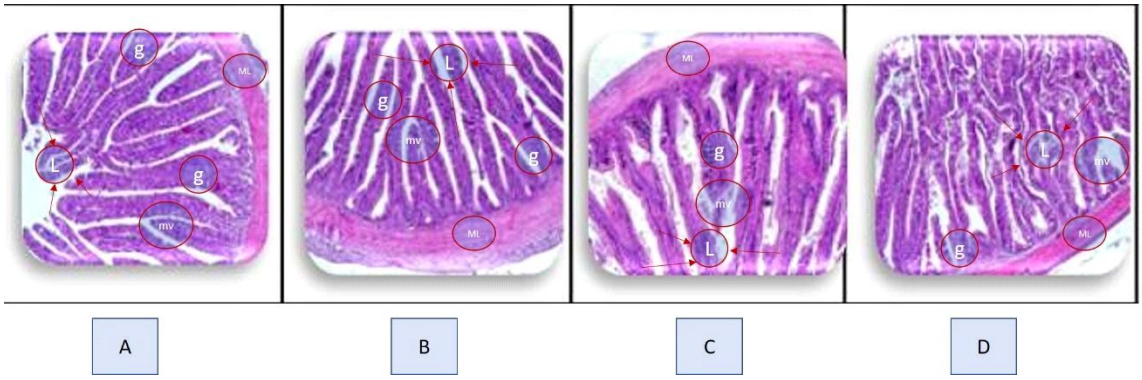
*) BETN = bahan ekstrak tanpa nitrogen (*nitrogen free extract*)

Tabel 3. Keragaan pertumbuhan sintasan dan konversi pakan ikan kerapu cantik yang diberi pakan percobaan
Table 3. Growth performance, survival rate and food conversion ratio of hybrid grouper fed experimental diets

Parameter *Parameters*	**Perlakuan (*Treatments*)**			
	A	**B**	**C**	**D**
Bobot akhir *Final body weight* (g)	299.6 ± 27.01^{a}	287.4 ± 5.34^{a}	277.4 ± 11.47^{b}	267.7 ± 4.90^{b}
Laju pertumbuhan panjang *Length growth rate* (%)	5.9 ± 0.6^{a}	5.6 ± 0.6^{a}	5.6 ± 0.6^{a}	5.3 ± 0.6^{a}
Laju pertumbuhan bobot harian *Weigth growth rate* (%)	0.97 ± 0.09^{a}	0.95 ± 0.08^{a}	0.94 ± 0.07^{a}	0.92 ± 0.08^{a}
Sintasan *Survival rate* (%)	58.6 ± 2.38^{a}	54.2 ± 1.39^{b}	52.7 ± 1.27^{b}	47.4 ± 1.05^{c}
Konversi pakan *Feed convertion ratio*	1.30 ± 0.1^{a}	1.45 ± 0.0^{b}	1.48 ± 0.0^{c}	1.65 ± 0.1^{d}
Kecernaan protein pakan *Protein digestibility* (%)	86.0 ± 0.4^{a}	86.7 ± 0.2^{b}	84.4 ± 0.4^{c}	81.7 ± 0.8^{d}

Keterangan: Notasi dengan huruf yang sama dalam satu baris menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata
Remark: Notation with the same letter in the raw showing the results was not significantly different

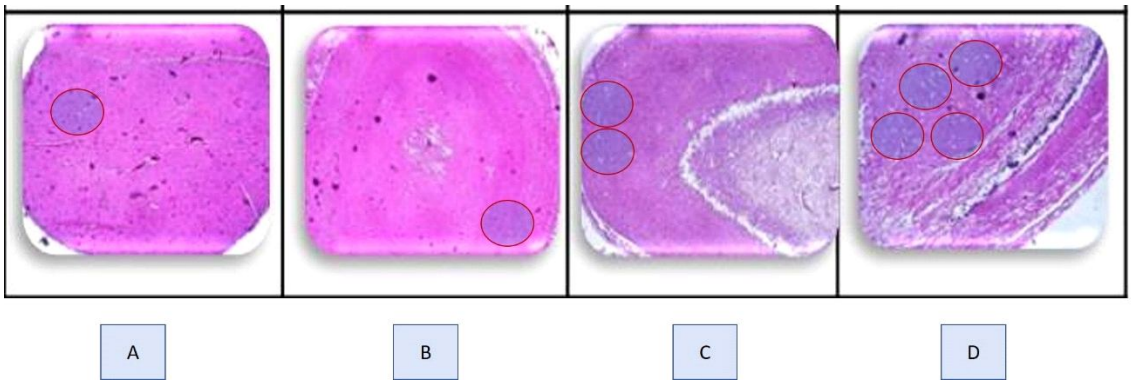
Copyright @ 2018, Media Akuakultur, p-ISSN 1907-6762; e-ISSN 2502-9460



Keterangan (*Remark*): g: sel goblet, ml: muscular layer, L: lamina propia, mv: micro vili (*g: goblet cell, ml: muscular layer, L: lamina propia, mv: micro vili*)

Gambar 1. Histologi organ usus ikan yang diberi pakan percobaan pada akhir penelitian; A (0%), B (30%), C (40%), dan D (50%).

Figure 1. *Histology of intestine given feed treatment at the end of the study; A (0%), B (30%), C (40%), and D (50%).*



Keterangan (*Remark*): Lingkaran menunjukkan pertumbuhan sel abnormal (*The abnormal cell development was shown by inserted circle*)

Gambar 2. Histologi organ otak ikan pada akhir penelitian; A (0%), B (30%), C (40%), dan D (50%).

Figure 2. Histology of brain at the end of the study; A (0%), B (30%), C (40%), and D (50%).

Deskripsi potongan melintang histologi irisan melintang otak ikan, di mana dari hasil ini terlihat bahwa perlakuan C dan D nampak terdapat sel-sel yang lebih besar dibandingkan dengan perlakuan A dan B. Pertumbuhan sel yang lebih besar dari sel normal mengindikasikan kemungkinan adanya penyakit seperti VNN dan iridovirus (Putri *et al*., 2013). Ikan pada perlakuan A dan B tidak memperlihatkan adanya pertumbuhan sel yang besar dimungkinkan ikan sampel yang dianalisis tidak terinfeksi virus.

KESIMPULAN

Jumlah substitusi protein tepung ikan dengan protein dari PST dan *spent grains* berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan kerapu hibrid. Susbtitusi protein tepung ikan dengan campuran protein dari PST dan *spent grains* pada pakan pembesaran kerapu hibrid dapat dilakukan sampai sejumlah 30%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan ini didanai dari DIPA BBPPBL tahun 2015. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bpk. Mujimin dalam pembuatan preparat histologi, Bpk. Sumardi dalam pembuatan pelet percobaan, Bpk. Mujiono dan Bpk. Nengah Sulatra dalam pemeliharaan ikan kerapu *hybrid* di KJA dan teknisi lain yang telah membantu kegiatan ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

DAFTAR ACUAN

Association of Official Analytical Chemists [AOAC]. (1990). Official methods of analysis. 12th edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., 1141 pp.

Andriyanto, W., & Giri, N.A. (2016). Substitusi protein sel tunggal dari "spent grains" dalam pembesaran kerapu hybrid. *Prosiding Seminar*

 Copyright @ 2018, Media Akuakultur, p-ISSN 1907-6762; e-ISSN 2502-9460

Nasional Tahunan XIII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan. Universitas Gadjah Mada, hlm. 341-347.

Borgesen, T.L., Racz, V.J., Wilkie, D.C., White, L.J., & Drew, M.D. (2006). Effect of replacing fish meal and oil with simple or complex mixtures of vegetable ingredients in diets fed to nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Nutr*., 12, 141-149.

Bisaria, R., Madan, M., & Vasudevan, P. (1997). Utilisation of Agro-residues as animal feed through Bioconversion. *Bioresour. Technol*., 59, 5-8.

Effendie, M.I. (1997). Biologi perikanan. Bogor: Yayasan Pustaka Nusantara, 163 hlm.

Giri, N.A., Suwirya, K., & Marzuqi, M. (1999). Kebutuhan protein, lemak, dan vitamin C untuk yuwana ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 5(3), 38-46.

Giri, N.A., Suwirya, K., Marzuqi, M., Rimmer, M.A., & Kevin, C.W. (2004). Effect of dietary protein levels on growth and feed efficiency of juvenile tiger grouper (*E. fuscoguttatus*). *Indonesian Fisheries Research Journal*, 10(1), 78-80.

Harver, J.E. (1972). The vitamins. p. 30-103. *In*: Halver, E.J (Ed.), *Fish Nutrition*. Washington D.C.: Acad Press. Horcourt Brace Javanovich Publisher, 798 pp.

Hu, C.H., Xu, Y., Xia, M.S., Xiong, L., & Xu, Z.R. (2007). Performance, microbial ecology and intestine morphology of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 270, 200-206.

Laining, A., Rachmansyah, Taufik, A., & Williams, K. (2003). Apparent digestibility of selected feed ingredients for humpback grouper, *Cromileptes altivelis*. *Aquaculture*, 218, 529-538.

Marzuqi, M., Giri, N.A., & Suwirya, K. (2004). Substitution of fish meal by soybean meal in formulation diet for humpback grouper (*Cromileptes altivelis*). *Indonesian Fisheries Research Journal*, X(1), 39-42.

Marzuqi, M., Giri, N.A., & Suwirya, K. (2007). Kebutuhan protein optimal dan kecernaan nutrien pakan untuk benih ikan kerapu sunu (*Plectropomus leopardus*). *J. Aquacultura Indonesiana*, 8(2), 113-119.

Marzuqi, M., Giri, I N.A., Agustina, E., & Suwirya, K. (2008). Pengaruh tepung ampas kecap sebagai substitusi tepung ikan dalam pakan terhadap pertumbuhan dan nilai kecernaan juvenil ikan kerapu macan (*Epinephelus Fuscoguttatus*). *J. Perikanan Universitas Gadjah Mada*, IX(2), 254-260.

Marzuqi, M., Giri, N.A., Suwirya, K., & Astuti, N.W.W. (2010). Pemanfaatan protein sel tunggal sebagai bahan pakan untuk ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*). *Forum Inovasi Teknologi Akuakultur Buku 2*, hlm. 651-657.

Pamungkas, W. (2011). Teknologi fermentasi, alternatif solusi dalam upaya pemanfaatan bahan pakan lokal. *Media Akuakultur*, 6(1), 546-551.

Putri, R.R., Yanuhar, U., & Suryanto, A.M.H. (2013). Perubahan struktur jaringan mata dan otak pada larva ikan kerapu tikus (*Cromileptes altivelis*) yang terinfeksi *viral nervous necrosis* (VNN) dengan pemeriksaan *scanning electron microscope* (SEM). *MSPi Student Journal*, 1(1), 1-10.

Raskovic, B.S., Stankovic, M.B., Markovic, Z.Z., & Poleksic, V.D. (2011). Histological methods in the assessment of different feed effects on liver and intestine of fish. *J. Agric. Sci*., 56, 87-100.

Robisalmi, A. (2008). Pemanfaatan protein sel tunggal dalam ransum pakan buatan terhadap retensi protein dan energi juvenil kerapu pasir (*Epinephelus corralicola*). Skripsi. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya Malang.

Rodrigues, A.P.O., Pauletti, P., Kindlein, L., Cyrino, J.E.P., Delgado, E.F., & Machado-Neto, R. (2009). Intestinal morphology and histology of the striped catfish *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766) fed dry diets. *Aquac. Nutr*., 15, 559-563.

Takeuchi, T. (1988). Laboratory work. Chemical evaluation of dietary nutrient. *In* Watanabe, T. (Ed.), *Fish nutrion and mariculture*. Department of Aquatic Bioscience. Tokyo University of Fisheries. JICA, p. 179-226.

Setiawati, M.K. (2010). Pemanfaatan *by products* sebagai bahan baku pakan ikan laut: Suatu Ulasan. *Dalam Semiloka Nutrisi dan Teknologi Pakan Ikan/ Udang*. Institut Pertanian Bogor. Bogor, 8 hlm.

Subiyakto, A. (2007). *Respons pertumbuhan yuwana kerapu bebek (**Cromileptes altivelis**) yang diberi pakan buatan berinokulasi bacillus dan single cell protein*. Tesis. Fakultas Perikanan, Universitas Brawijaya, Malang.

Suwirya, K., Giri, N.A., & Marzuqi, M. (2005). Kebutuhan kadar protein terhadap pertumbuhan benih ikan kerapu lumpur (*Epinephelus coioides*). *J. Penelitian Perikanan Indonesia*, 11(1), 63-68.

Usman, Rachmansyah, Laining, A., Ahmad, T., & Williams, K.C. (2005). Optimum dietary protein and lipid specifications for grow-out of humpback grouper *Cromileptes altivelis* (Valenciennes). *Aquaculture Research*, 36(13), 1285-1292.

Wen, Q., Wu, Y., Zhao, L., Sun, Q., & Kong, F. (2010). Electricity generation and brewery waste wáter treatment from sequential anode-cathode microbial fuel cell. *J. Zhejiang Univ. Sci. B*, 11(2), 87-93.

Zonneveld, N., Huisman, E.A., & Boon, J.H. (1991). Prinsip-prinsip budidaya ikan. Terjemahan. Jakarta, PT Gramedia Pustaka Utama, 318 hlm.