



**PEMBERIAN ENZIM PAPAIN UNTUK MENINGKATKAN PEMANFAATAN
PROTEIN PAKAN DAN PERTUMBUHAN BENIH IKAN NILA LARASATI
(*Oreochromis niloticus* Var.)**

*The Use of Papain Enzyme to Increase the Digestibility of Dietary Protein and the Growth of Juveniles of Tilapia Larasati (*Oreochromis niloticus* Var.)*

Winda Agustian Pratika Sari ¹⁾ Subandiyono ²⁾ Sri Hastuti ³⁾

Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto Tembalang - Semarang, Email : winda.agustian@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh papain dalam menghidrolisis protein tepung ikan dan tepung bungkil kedelai pada pakan ikan dan keterkaitannya dengan nilai efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), protein efisiensi rasio (PER), laju pertumbuhan relatif (RGR), dan kelulushidupan (SR) benih nila. Rancangan percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai EPP untuk perlakuan A, B, C, dan D, masing-masing adalah $19,95 \pm 1,70$; $20,40 \pm 1,65$; $21,93 \pm 1,43$ dan $20,40 \pm 1,65\%$. Nilai PER untuk perlakuan A, B, C, dan D, masing-masing adalah $0,54 \pm 0,07$; $0,60 \pm 0,05$; $0,67 \pm 0,05$ dan $0,64 \pm 0,06\%$. Nilai RGR untuk perlakuan A, B, C, dan D masing-masing adalah $5,02 \pm 0,60$; $5,83 \pm 0,44$; $6,55 \pm 0,34$ dan $5,96 \pm 0,40\%/hari$. Nilai SR untuk perlakuan A, B, C, dan D, masing-masing adalah $90,83 \pm 5,00$; $93,33 \pm 6,09$; $95,00 \pm 4,30$ dan $91,67 \pm 4,30\%$. Analisis statistik menunjukkan bahwa hidrolisis papain dengan tepung ikan dan tepung bungkil kedelai dalam pakan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai RGR, EPP dan PER, dan tidak berbeda ($P > 0,05$) terhadap nilai SR. Dengan demikian, pemberian papain terhadap tepung ikan dan tepung bungkil kedelai dalam pakan buatan berpengaruh terhadap nilai EPP, PER, dan RGR.

Kata kunci: Enzim; papain; pertumbuhan; nila larasati; *Oreochromis*; hidrolisis.

ABSTRACT

The purpose of this research was to observe the effects of papain in hydrolyzing the fish meal and soybean meal the fish feed and its relation to the feed utilization efficiency (FUE) value, protein efficiency ratio (PER), the relative growth rate (RGR), and the survival rate (SR) of the experimental fish. The experimental design used was completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 4 replicates. The results showed that the FUE values for treatment A, B, C, and D were $19,95 \pm 1,70$; $20,40 \pm 1,65$; $21,93 \pm 1,43$ and $20,40 \pm 1,65\%$, respectively. The PER values for treatment A, B, C, and D were $0,54 \pm 0,07$; $0,60 \pm 0,05$; $0,67 \pm 0,05$ and $0,64 \pm 0,06\%$, respectively. The RGR values for treatment A, B, C, and D were $5,02 \pm 0,60$; $5,83 \pm 0,44$; $6,55 \pm 0,34$ and $5,96 \pm 0,40\%/day$, respectively. The SR values for treatment A, B, C, and D were $90,83 \pm 5,00$; $93,33 \pm 6,09$; $95,00 \pm 4,30$ and $91,67 \pm 4,30\%$, respectively. The statistical analysis indicated that hydrolysis of fish meal with papain in the experimental was significantly different ($P < 0,05$) for FUE, PER, RGR, and not significantly different ($P > 0,05$) for SR. Papain was able to increase the FUE, PER, and RGR value.

Keywords : Enzyme; papain; growth; tilapia larasati; *Oreochromis*; hydrolysis.



PENDAHULUAN

Ikan nila merupakan salah satu sumber protein hewani yang bernilai ekonomis tinggi. Ikan ini memiliki keunggulan diantaranya adalah pertumbuhan yang cepat dan daging yang tebal. Pertumbuhan pada ikan akan terjadi apabila ada pakan sebagai asupan dalam tubuh ikan tersebut. Pakan tersebut harus memiliki kandungan nutrisi yang sesuai dan mempunyai nilai pencernaan yang tinggi bagi ikan. Ikan juga memerlukan enzim, baik enzim *endogeneous* maupun enzim *eksogeneous* untuk membantu mempercepat proses pencernaan dan hidrolisis. Salah satu enzim *eksogeneous* adalah enzim papain.

Papain merupakan enzim proteolitik hasil isolasi dari getah pepaya. Menurut Winarno (1987), ada dua macam papain yaitu papain kasar dan papain murni. Papain kasar diperoleh dari penyadapan getah pepaya menjadi bentuk lempengan, sedangkan papain murni diperoleh dengan pemurnian papain kasar. Papain dapat menguraikan ikatan-ikatan dalam molekul protein menjadi dipeptida atau polipeptida

Peran enzim sangat penting dalam proses pencernaan protein. Selain enzim *endogeneous*, dibutuhkan pula enzim *eksogeneous* untuk mempercepat proses hidrolisis protein. Salah satu enzim *eksogeneous* yang memiliki kemampuan menghidrolisis protein dengan cepat adalah enzim papain. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh papain dalam menghidrolisis tepung ikan dan tepung bungkil kedelai pada pakan ikan dan keterkaitannya dengan nilai efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), protein efisiensi rasio (PER), laju pertumbuhan relatif (RGR), dan kelulushidupan (SR) benih nila.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni hingga Agustus 2012 dengan periode pemeliharaan selama 40 hari, di Laboratorium Basah Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, Tembalang Semarang.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dengan metode eksperimen laboratoris. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL). Penelitian ini terdiri dari 4 taraf perlakuan yang berbeda dan masing-masing terdiri dari 4 ulangan. Perlakuan dalam penelitian adalah perlakuan A yaitu pakan dengan penambahan 1,5% papain yang dinonaktifkan, perlakuan B



yaitu pakan dengan tepung ikan yang telah dihidrolisis dengan 1,5% papain, perlakuan C yaitu pakan dengan tepung kedelai yang telah dihidrolisis dengan 1,5% papain, dan perlakuan D yaitu pakan dengan tepung ikan dan tepung kedelai yang telah dihidrolisis dengan 1,5% papain.

Ikan uji menggunakan benih nila larasati ukuran 3-5 cm dan bobot rata-rata \pm 1,2 g. Pakan uji dibuat menggunakan komposisi dari hidrolisis tepung ikan dengan papain, hidrolisis tepung bungkil kedelai dengan papain, tepung gandum, tepung dedak, tepung jagung, vit min mix, CMC. Media pemeliharaan menggunakan happa berukuran 40x40x35cm³. Ikan ditebar dengan kepadatan 30ekor/happa.

Metode Penyusunan Formulasi Pakan

Komposisi dan kandungan nutrisi pakan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Komposisi dan Kandungan Nutrisi Pakan (dalam % Bobot Kering) yang Digunakan dalam Penelitian (g/100 g pakan)

Jenis Bahan	Komposisi (% bobot kering)			
	A	B	C	D
T. Ikan	26,89	27,55	27,16	27,53
T. Kedelai	24,02	24,43	24,68	24,83
T. Jagung	14,74	14,98	15,06	15,28
T. Dedak	14,26	14,46	14,32	14,36
T. Terigu	14,59	12,99	13,21	12,40
Vit Min Mix	3,67	3,73	3,71	3,73
CMC	1,83	1,87	1,85	1,86

Tabel 3. Kandungan Nutrisi Pakan (dalam % Bobot Kering) yang Digunakan dalam Penelitian (g/100 g pakan)

Hasil Analisis Proksimat	Kandungan Nutrisi (% bobot kering)			
	A	B	C	D
Protein	32,23	32,12	32,64	33,32
Lemak	2,77	2,17	3,13	2,75
BETN	11,19	12,98	11,99	8,40
Energi (kkal)	259,55	259,37	260,52	260,29



Rasio E/P (kkal/g P)	8,61	8,61	8,68	8,68
----------------------	------	------	------	------

Menurut Wang *et al.* (1985), nilai *digestible energy* (DE) untuk tilapia adalah 4,5 kkal untuk 1 g protein, 8,98 kkal untuk 1 g lemak, dan 4 kkal untuk 1 g karbohidrat.

Setelah dipastikan data normal dan homogen maka selanjutnya dilakukan uji F. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan dianalisis menggunakan analisa ragam (ANOVA) (Srigandono, 1989). Variabel yang diukur meliputi *relative growth rate* (RGR), efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), protein efisiensi rasio (PER) dan kelulushidupan (SR). Data kualitas yang diambil meliputi suhu, oksigen terlarut dan pH.

1. Efisiensi Pemanfaatan Pakan

Efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) dihitung dengan menggunakan rumus Tacon (1987):

$$EPP = \frac{W_t - W_0}{F} \times 100\%$$

Keterangan :

EPP = Efisiensi pemanfaatan pakan (%)

W_t = Bobot biomassa ikan pada akhir penelitian (g)

W_0 = Bobot biomassa ikan pada awal penelitian (g)

F = Jumlah pakan ikan yang dikonsumsi selama penelitian (g)

2. Protein Efisiensi Rasio

Penghitungan nilai protein efisiensi rasio (PER) dilakukan berdasarkan pada rumus Tacon (1987):

$$PER = \frac{W_t - W_0}{P_i} \times 100\%$$

Keterangan:

PER = Protein efisiensi rasio (%)

W_t = Biomassa ikan uji pada akhir penelitian (g)

W_0 = Biomassa ikan uji pada awal penelitian (g)

P_i = Bobot protein pakan yang dikonsumsi (g)

3. Laju Pertumbuhan Relatif (RGR)

Menurut Zonneveld *et al.* (1991), RGR dirumuskan sebagai berikut:

$$RGR = \frac{W_t - W_0}{W_0 \times t} \times 100\%$$



Keterangan :

RGR = Laju pertumbuhan individu (%/hari)

W_t = Bobot rata-rata ikan uji pada akhir penelitian (g)

W_0 = Bobot rata-rata ikan uji pada awal penelitian (g)

t = Lama pengamatan (hari)

4. Kelulushidupan (SR)

Kelulushidupan benih dihitung dengan rumus Effendie (1979), yaitu :

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan:

SR = Kelulushidupan (%)

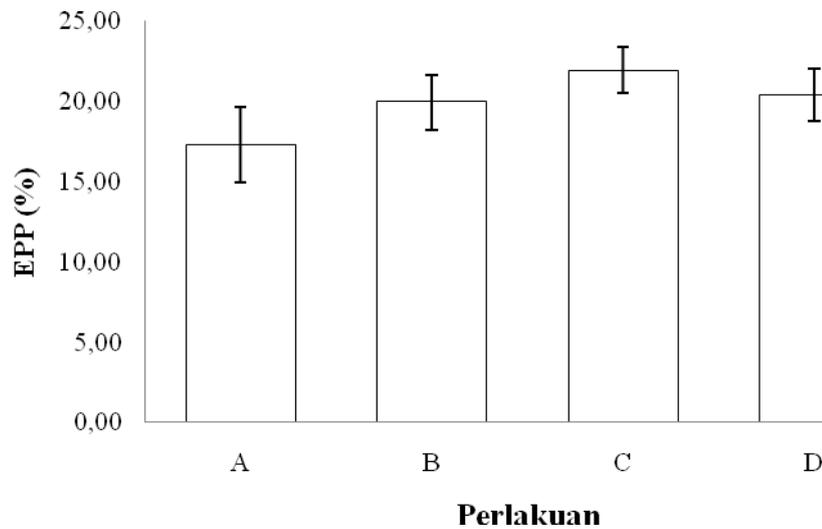
N_t = Jumlah ikan pada akhir penelitian (ekor)

N_0 = Jumlah ikan pada awal penelitian (ekor)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP)

Berdasarkan hasil penelitian, nilai rerata EPP pada masing-masing perlakuan seperti perlakuan A (hidrolisis dengan papain yang dinonaktifkan) adalah sebesar $17,31 \pm 2,34\%$, perlakuan B (hidrolisis papain dengan tepung ikan) adalah sebesar $19,95 \pm 1,70\%$, perlakuan C (hidrolisis papain dengan tepung bungkil kedelai) adalah sebesar $21,93 \pm 1,43\%$, dan perlakuan D (hidrolisis papain dengan tepung ikan dan tepung bungkil kedelai) adalah sebesar $20,40 \pm 1,65\%$. Diagram dari nilai EPP benih nila (*O. niloticus*) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP) Benih Ikan Nila (*O. niloticus*) Selama 40 Hari Pengamatan

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa efisiensi pemanfaatan pakan paling tinggi terdapat dalam perlakuan C, sedangkan efisiensi pemanfaatan pakan terendah terdapat dalam perlakuan A. Hal ini diduga karena perlakuan enzimatis papain terhadap tepung bungkil kedelai lebih baik dibandingkan dengan yang tanpa perlakuan enzimatis, sehingga mempengaruhi kualitas pakan buatan. Menurut Halver (1972) dalam Hariyadi *et al.* (2005), dinyatakan bahwa semakin tinggi nilai efisiensi pakan memberikan gambaran bahwa kualitas pakan semakin baik.

Kecernaan pakan berkorelasi positif dengan efisiensi pemanfaatan pakan. Semakin besar nilai suatu efisiensi pakan, maka semakin tinggi pula tingkat pertumbuhannya. Penambahan enzim *eksogeneous* yang berasal dari papain terhadap bahan penyusun pakan buatan yaitu tepung bungkil kedelai dapat menghidrolisis protein yang terkandung dalam bahan tersebut menjadi bentuk peptida-peptida rantai pendek atau asam-asam amino, sehingga diduga bila pakan diberikan pada benih ikan nila maka akan mudah dicerna dan diserap oleh dinding usus. Menurut Muchtadi *et al.* (1992), hal ini disebabkan karena papain memiliki sisi aktif gugus-SH yang membentuk ikatan disulfide dengan sisi sistein yang memecah atau menghidrolisis amida pada residu asam amino seperti arginin, lisin, glutamin, histidin, glisin dan tirosin.

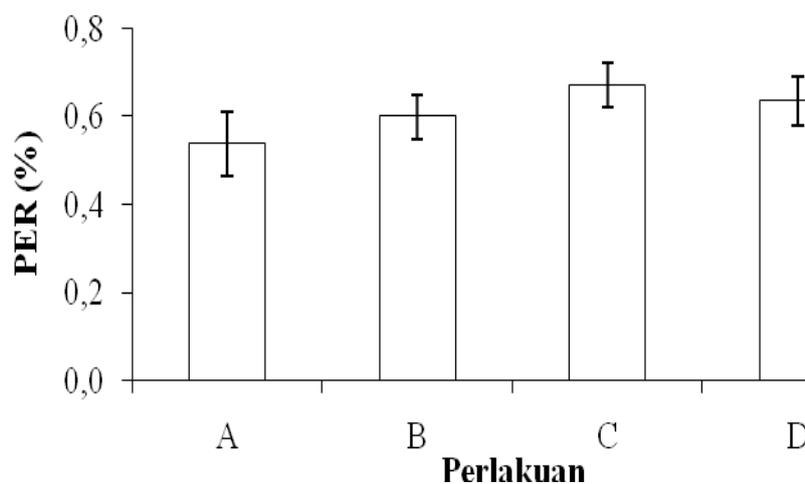


Yamamoto (1975) menyatakan bahwa papain mampu menghidrolisis protein kedelai. Ditambahkan oleh Whitaker (1994), menyatakan bahwa papain dapat meningkatkan kandungan tripsin dengan melepaskan inhibitor yang ada di substrat (antitripsin). Enzim papain mampu memecahkan ikatan peptide yang ada pada antitripsin. Kerja papain terhadap kedelai dimulai dengan pembagian inhibitor (antitripsin) menjadi fragmen-fragmen yang ditahan didalam molekul oleh nonkovalen dan rantai bisulfide.

Berdasarkan hasil pengamatan, menunjukkan bahwa pemberian papain terhadap tepung ikan dan tepung kedelai dengan proses hidrolisis dalam bahan penyusun pakan, memberikan pengaruh yang berbeda ($p < 0,05$) terhadap efisiensi pemanfaatan pakan benih ikan nila.

Protein Efisiensi Rasio (PER)

Berdasarkan hasil penelitian, nilai rerata PER pada masing-masing perlakuan seperti perlakuan A (hidrolisis dengan papain yang dinonaktifkan) adalah sebesar $0,54 \pm 0,07\%$, perlakuan B (hidrolisis papain dengan tepung ikan) adalah sebesar $0,60 \pm 0,05\%$, perlakuan C (hidrolisis papain dengan tepung bungkil kedelai) adalah sebesar $0,67 \pm 0,05\%$, dan perlakuan D (hidrolisis papain dengan tepung ikan dan tepung bungkil kedelai) adalah sebesar $0,64 \pm 0,06\%$. Diagram dari nilai PER benih nila (*O. niloticus*) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Protein Efisiensi Rasio (PER) Benih Ikan Nila (*O. niloticus*) Selama 40 Hari Pengamatan.



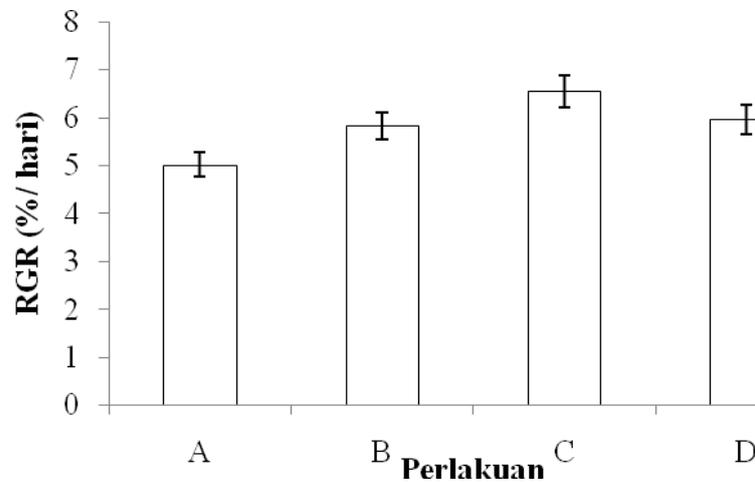
Protein merupakan nutrisi yang paling penting sebagai bahan pembentuk jaringan tubuh dalam proses pertumbuhan (Halver, 1989). Jumlah dan kualitas protein pakan akan mempengaruhi pertumbuhan. Apabila protein dalam pakan kurang, maka protein di dalam jaringan tubuh akan dimanfaatkan untuk mempertahankan fungsi jaringan yang lebih penting. Sebaliknya, apabila protein pakan berlebih dan tidak digunakan dalam sintesis protein tubuh ikan, maka akan diekskresikan sebagai buangan nitrogen terutama dalam bentuk ammonia.

Berdasarkan hasil pengamatan nilai protein efisiensi ratio (PER) tertinggi adalah perlakuan perlakuan C, (hidrolisis papain dengan tepung bungkil kedelai) sebesar 0,67 % dan nilai protein efisiensi ratio (PER) terendah adalah perlakuan A (tanpa hidrolisis papain) sebesar 0,54%. Hal ini diduga karena nutrisi pada pakan C memiliki komposisi asam amino yang sesuai dengan asam amino tubuh ikan nila karena secara umum, protein dengan komposisi asam amino yang sama dengan tubuh ikan mempunyai nilai nutrisi yang tinggi sehingga pembuatan pakan dapat diformulasi dari beberapa sumber protein untuk mensimulasi komposisi asam amino yang sesuai dengan asam amino tubuh ikan (Anonim, 2009).

Berdasar hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian papain pada tepung ikan dan tepung bungkil kedelai dengan proses hidrolisis dalam pakan buatan memberikan pengaruh yang berbeda ($p < 0,05$) terhadap PER benih ikan nila.

Laju Pertumbuhan Relatif (RGR)

Berdasarkan hasil penelitian, nilai rerata RGR pada masing-masing perlakuan seperti perlakuan A (hidrolisis dengan papain yang dinonaktifkan) adalah sebesar $5,02 \pm 0,60\%$, perlakuan B (hidrolisis papain dengan tepung ikan) adalah sebesar $5,83 \pm 0,44\%$, perlakuan C (hidrolisis papain dengan tepung bungkil kedelai) adalah sebesar $6,55 \pm 0,35\%$, dan perlakuan D (hidrolisis papain dengan tepung ikan dan tepung bungkil kedelai) adalah sebesar $5,96 \pm 0,40\%$. Diagram dari nilai RGR benih nila (*O. niloticus*) dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Laju Pertumbuhan Relatif (RGR) Benih Ikan Nila (*O. niloticus*) Selama 40 Hari Pengamatan.

Berdasarkan hasil pengamatan bahwa setelah 40 hari pemeliharaan terjadi peningkatan bobot rata-rata individu benih ikan nila pada setiap perlakuan. Menurut Effendie (1979), pertumbuhan adalah perubahan ukuran panjang, bobot dan volume selama periode waktu tertentu.

Pertumbuhan pada benih ikan nila terjadi karena adanya pasokan energi yang terdapat dalam pakan yang dikonsumsi. Berarti energi dalam pakan tersebut melebihi kebutuhan energi untuk *maintenance* dan aktivitas tubuh lainnya, sehingga kelebihan energi itu dimanfaatkan untuk pertumbuhan. Kondisi ini sesuai dengan pendapat Lovell (1989), bahwa sebelum terjadi pertumbuhan, kebutuhan energi untuk *maintenance* harus terpenuhi terlebih dahulu.

Laju pertumbuhan relatif tertinggi terdapat pada perlakuan C yaitu hidrolisis papain dengan tepung bungkil kedelai yaitu sebesar 6,55%. Hal ini menunjukkan benih ikan nila dapat memanfaatkan pakan yang diberikan dengan baik karena didukung oleh aktivitas protease papain dalam pakan. Hal ini sesuai dengan pendapat Huet (1970), bahwa laju pertumbuhan yang tinggi berkaitan dengan efisiensi pakan yang tinggi pula. Efisiensi pakan yang tinggi menunjukkan penggunaan pakan yang efisien, sehingga hanya sedikit zat makanan yang dirombak untuk memenuhi kebutuhan energi dan selebihnya digunakan untuk pertumbuhan. Efisiensi pakan merupakan rasio antara

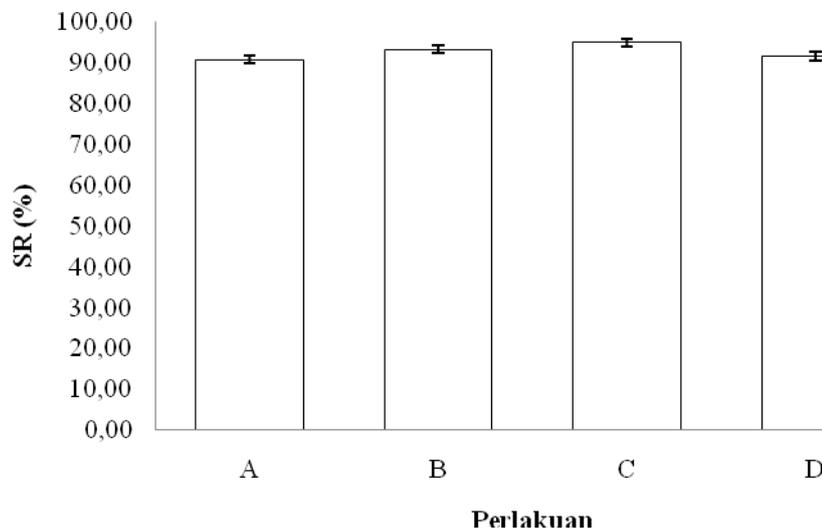


pertambahan bobot tubuh dengan jumlah pakan yang diberikan selama penelitian.

Berdasarkan hasil pengamatan, menunjukkan bahwa pemberian papain terhadap tepung ikan dan tepung kedelai dengan proses hidrolisis dalam bahan penyusun pakan, memberikan pengaruh yang berbeda ($p < 0,05$) terhadap pertumbuhan relatif benih ikan nila.

Kelulushidupan (SR)

Berdasarkan hasil penelitian, nilai rerata SR pada masing-masing perlakuan seperti perlakuan A (hidrolisis dengan papain yang dinonaktifkan) adalah sebesar $90,83 \pm 5,00\%$, perlakuan B (hidrolisis papain dengan tepung ikan) adalah sebesar $93,33 \pm 6,09\%$, perlakuan C (hidrolisis papain dengan tepung bungkil kedelai) adalah sebesar $95,00 \pm 4,30\%$, dan perlakuan D (hidrolisis papain dengan tepung ikan dan tepung bungkil kedelai) adalah sebesar $91,67 \pm 4,30\%$. Diagram dari nilai SR benih nila (*O. niloticus*) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Laju Pertumbuhan Relatif (RGR) Benih Ikan Nila (*O. niloticus*) Selama 40 Hari Pengamatan.

Tingkat kelulushidupan ikan selama penelitian paling rendah adalah 86.67%. Hal ini menunjukkan bahwa benih ikan nila mampu memanfaatkan ruang gerak yang tersedia, jenis nutrisi dan jumlah pakan yang diberikan sudah mencukupi untuk kebutuhan pokok dan mampu memberikan pertumbuhan serta



kualitas air yang sesuai dengan tempat hidupnya. Keadaan ini didukung pula oleh data kualitas air media selama penelitian cukup mendukung kehidupan ikan.

Menurut Hepher (1988), besar kecilnya kelulushidupan dipengaruhi oleh faktor internal yang meliputi jenis kelamin, keturunan, umur, reproduksi, ketahanan terhadap penyakit dan faktor eksternal meliputi kualitas air, padat penebaran, jumlah dan komposisi kelengkapan asam amino dalam pakan.

Berdasarkan hasil pengamatan, menunjukkan bahwa pemberian papain terhadap tepung ikan dan tepung kedelai dengan proses hidrolisis dalam bahan penyusun pakan, memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) terhadap kelulushidupan benih ikan nila.

Kualitas Air

Berdasarkan hasil pengamatan kualitas air diperoleh bahwa suhu pada saat penelitian berkisar antara 24,8 - 25,3°C. Suhu optimal untuk ikan Nila antara 25–30°C (Amri dan Khairuman, 2002). Nilai pH pada saat penelitian berkisar antara 7,55 - 8,00. Menurut Sucipto dan Prihartono (2005), ikan nila dapat tumbuh dengan baik pada kisaran pH 7–8. Keasaman (pH) yang tidak optimal dapat menyebabkan ikan *stress*, mudah terserang penyakit, serta produktivitas dan pertumbuhan rendah. Nilai oksigen terlarut pada saat penelitian berkisar antara 5,98 - 6,17 mg/L. Kandungan oksigen terlarut yang baik untuk pertumbuhan dan perkembangan ikan nila sebesar 5 mg/L (Andrianto, 2005). Kadar amoniak selama penelitian berkisar antara 0,1 hingga 0,3 mg/L. Kadar amoniak yang baik untuk kehidupan ikan dan organisme perairan lainnya adalah kurang dari 1 mg/L.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian papain mampu menghidrolisis protein tepung bungkil kedelai dalam pakan buatan dan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), protein efisiensi rasio (PER), dan laju pertumbuhan relatif (RGR), serta pengaruh tidak berbeda nyata terhadap kelulushidupan (SR) benih ikan nila.

Saran



Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk jenis ikan lain yang memiliki *feeding habit* yang sama maupun berbeda dengan dosis papain yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, K dan Khairuman. 2002. Budidaya Ikan Nila secara Intensif. Jakarta. Agromedia Pustaka. 105 hlm.
- Andrianto, TT. 2005. Pedoman Praktis Budidaya Ikan Nila. Yogyakarta. 110 hlm.
- Anonim, 2009. Pengembangan Teknologi Produksi Ikan Nila Unggul untuk Mendukung Program Ketahanan Pangan Nasional. <http://repositori.bppt.go.id>. Diakses pada tanggal 2 Februari 2012.
- Effendie, MS. 1979. Metode Biologi Perikanan. Jakarta. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hepher B. 1988. Nutrition of Pond Fishes. New York : Cambridge, Cambridge University Press.
- Halver, 1972 *dalam* Hariyadi 2005. Fish Nutrition. Academy Press inc. New York.
- Halver, J. 1989. Fish Nutrition. Acad. Press. New York.
- Huet, M. 1970. Texbook of Fish Culture. Fishing News (Book Ltd.). London..
- Lovell T. 1989. Nutrition and Feeding of Fish. Van Nostrand Reinhold. New York.
- Muchtadi, D., NS. Palupi, dan M. Astawan. 1992. Enzim dalam Industri Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. ITB. Bogor.
- Srigandono, B. 1989. Rancangan Percobaan. Fakultas Peternakan Undip. Semarang. 140 hlm.
- Sucipto, A. dan R. Prihartono. 2005. Pembesaran Nila Merah Bangkok. Jakarta. Penebar Swadaya 156 hlm.
- Tacon. 1987. The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp-A Training Manual. FAO of The United Nations. Brazil. pp. 106 – 109.
- Wang, K. W., Takeuchi and Watanabe. 1985. Effect Of Dietary Protein Levels in Diets for *Tilapia nilotica*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fisheries. 211 pp.
- Whitaker, JR. 1994. Principles of Enzymology for The Food Sciences. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Winarno FG. 1987. Enzim Pangan. Jakarta. P.T. Gramedia.
- Yamamoto A. 1975. *Enzyme in Food Processing*. Editor G.Reed. New York. Academic Press.
- Zonneveld, N., E.A. Huisman, dan J.H. Boon. 1991. Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama 318 hlm.