



PENGARUH KOMBINASI EKSTRAK NANAS DALAM PAKAN BUATAN DAN PROBIOTIK PADA MEDIA TERHADAP EFISIENSI PEMANFAATAN PAKAN DAN PERTUMBUHAN IKAN TAWES (*Puntius javanicus*)

*The Effect Combinations of Pineapple Extract Into Artificial Feed and Probiotics Into Media on Feed Efficiency and Growth of Tawes Fish (*Puntius Javanicus*)*

Pramenthari Sisti Wulandhari, Diana Rachmawati*, Titik Susilowati

Departemen Akuakultur

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275, Telp/Fax. +62247474698

ABSTRAK

Ikan tawes (*Puntius javanicus*) merupakan ikan endemik dari Jawa yang mudah dibudidayakan. Efisiensi pemanfaatan pakan masih rendah yang berakibat pada biaya produksi pada pakan yang mencapai 60-70%. Penambahan ekstrak nanas yang mengandung enzim bromelin dapat memecah polipeptida menjadi mono-peptida. Selanjutnya kualitas air yang buruk mempengaruhi kinerja tubuh dalam memanfaatkan pakan untuk pertumbuhan. Probiotik dapat mendekomposisi bahan organik atau material beracun dalam air sehingga kualitas air akan menjadi lebih baik. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui interaksi dan kombinasi terbaik dengan pemberian ekstrak nanas dalam pakan komersial dan probiotik pada media terhadap efisiensi pemanfaatan pakan dan pertumbuhan ikan tawes (*P. javanicus*). Penelitian ini menggunakan metode eksperimental RAL pola faktorial dengan dua faktor, faktor pertama berupa ekstrak nanas yang terdiri dari tiga taraf perlakuan dan faktor kedua berupa probiotik yang terdiri atas dua taraf perlakuan dan masing-masing diulang sebanyak tiga kali (ordo 3x2x3). Ikan uji berupa benih ikan tawes (*P. javanicus*) (bobot rerata 2,03±0,16 g/ekor) dengan kepadatan 1 ekor/L yang dipelihara selama 42 hari. Perlakuan yang digunakan adalah Perlakuan A₁B₁ (Pakan uji 0,75 % ekstrak nanas dan 1 ml/L probiotik), Perlakuan A₁B₂ (Pakan uji 0,75 % ekstrak nanas dan 1,5 ml/L probiotik), Perlakuan A₂B₁ (Pakan uji 1,5 % ekstrak nanas dan 1 ml/L probiotik), Perlakuan A₂B₂ (Pakan uji 1,5 % ekstrak nanas dan 1,5 ml/L probiotik), Perlakuan A₃B₁ (Pakan 2,25 % ekstrak nanas dan 1 ml/L probiotik) dan Perlakuan A₃B₂ (Pakan uji 2,25 % ekstrak nanas dan 1,5 ml/L probiotik). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dosis nilai terbaik adalah perlakuan A₂B₂ yang mampu menghasilkan nilai sebesar 86,25 % (EPP) dan 4,73 %/hari (RGR). Kualitas air pada media pemeliharaan terdapat pada kisaran yang layak untuk pemeliharaan ikan uji.

Kata kunci : Ikan tawes (*P. javanicus*); Ekstrak Nanas; Probiotik; Pertumbuhan.

ABSTRACT

*Tawes fish (*P. javanicus*) is an endemic fish from Java which is easy to cultivate. Efficiency of feed utilization is low, that make cost of production in the feed reaches 60-70%. Addition of pineapple extract that contain bromelain enzyme can break down polypeptides into mono-peptides. Poor water can impact metabolism and health of fish. It can be treated with probiotics. Probiotics can decompose organic matter or toxic materials in the water so that water quality will get better. The aim of this research is to find the interaction and combination of therapy with pineapple extract into commercial feed and probiotics into media for feed efficiency and growth of tawes (*P. javanicus*). This research used experimental RAL method of factorial pattern with two factors, first factor of pineapple extract consisting of three treatment levels and second factor of probiotic consisting of two treatment levels and each repeated three times (order 3x2x3). Fish samples used are the fry of *P. javanicus* with an average weight of 2,03±0,16 g with a density of 1 fish/L were maintained for 42 days. The treatments used are A₁B₁ treatment (feed diet 0.75% pineapple extract and 1 ml / L probiotics), Treatment A₁B₂ (feed diet 0.75% pineapple extract and 1.5 ml / L probiotic), treatment A₂B₁ (feed diet 1.5% pineapple extract and 1 ml / L probiotic), treatment A₂B₂ (feed diet 1.5% pineapple extract and 1.5 ml / L probiotic), treatment A₃B₁ (feed diet 2.25% pineapple extract and 1 ml / L probiotic) and treatment A₃B₂ (feed diet 2.25% pineapple extract and 1.5 ml / L probiotics) The results showed that the best of dose treatment A₂B₂ which is able to generate value 86,25% (EPP) and 4,73%/day (RGR). Water quality in the maintenance media contained in the reasonable range for the maintenance of the test fish.*

Keywords: Tawes Fish (*P. javanicus*), Pineapple Extract, Probiotics, Growth.

*Corresponding authors (Email: dianarachmawati1964@gmail.com)



PENDAHULUAN

Ikan tawes (*Puntius javanicus*) adalah salah satu ikan air tawar yang potensial untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai pemenuhan protein hewani. Ikan yang merupakan ikan endemik dari Jawa ini mudah dibudidayakan. Selain itu ikan tawes mempunyai nilai ekonomis yang tinggi serta dagingnya yang tebal. Ikan ini berguna sebagai bioindikator pencemaran lingkungan air tawar (Wijaya dan Yazid, 2009). Peningkatan produksi budidaya ikan tawes menyebabkan peningkatan kebutuhan pakan.

Peningkatan produksi ikan tawes tersebut akan berbanding lurus dengan kebutuhan pakan, 60-70 % dari biaya produksi terbesar adalah pakan, sehingga pakan yang diberikan harus efektif dan efisien agar pakan dapat dimanfaatkan dengan baik oleh tubuh ikan dan dapat terjadi pertumbuhan. Salah satu cara agar pakan yang diberikan lebih efektif dan efisien adalah dengan penambahan zat aditif pada pakan. Menurut Masniar *et al.* (2016) perlu dilakukan penambahan enzim aditif dalam pakan agar pemanfaatan protein sebagai sumber energi dapat ditingkatkan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan limbah batang nanas sebagai sumber enzim bromelin, yaitu salah satu kelompok enzim protease. Selanjutnya, Hardiany (2013), enzim protease adalah enzim yang berfungsi memecah protein dengan cara menghidrolisa ikatan peptida pada asam-asam amino dalam rantai polipeptida. Penelitian mengenai ekstrak nanas sebagai sumber enzim bromelin yang sudah dilakukan antara lain pada ikan betok penambahan ekstrak sebanyak 5% pada pakan buatan mampu memberikan nilai paling tinggi yaitu laju pertumbuhan spesifik $0,974 \pm 0,02$ (%/hari) dan rasio konversi pakan $40,222 \pm 6,112$ (Masniar *et al.*, 2016).

Faktor lain yang mempengaruhi keberhasilan budidaya adalah kualitas air. Kualitas air akan memburuk selama masa pemeliharaan ikan disebabkan adanya akumulasi dari sisa metabolisme, dekomposisi dari pakan yang tidak tercerna dan rusaknya material biotik. Probiotik dapat digunakan untuk mendekomposisi bahan organik atau material beracun dalam air sehingga kualitas air akan menjadi lebih baik. Menurut Elpawati *et al.* (2015) dalam penelitiannya menyatakan penambahan probiotik dalam bidang perikanan dapat membantu memperbaiki kualitas air kolam dengan mendegradasi limbah organik berupa sisa pakan ikan. Hasil pertumbuhan harian spesifik ikan lele sangkuriang usia 7 hari pemeliharaan yang diberi 20 ml EM10 mendapatkan nilai pertumbuhan harian spesifik tertinggi yaitu 10,10%, usia 14 hari pemeliharaan perlakuan yang diberi 10 ml EM10 mendapatkan nilai pertumbuhan harian spesifik tertinggi yaitu 5,43% dan usia 28 hari pemeliharaan dengan perlakuan yang diberi 30 ml EM10 mendapatkan nilai pertumbuhan harian spesifik tertinggi yaitu 5,76%.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui interaksi dan perlakuan tertinggi kombinasi pemberian ekstrak nanas dalam pakan buatan dan probiotik pada media pemeliharaan terhadap pertumbuhan dan efisiensi pemanfaatan pakan ikan tawes (*P. javanicus*).

MATERI METODE

Materi

Ikan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih ikan tawes (*P. javanicus*) memiliki bobot dengan rata-rata $2,03 \pm 0,16$ g dengan ukuran 3-5 cm. Kepadatan dalam wadah pemeliharaan 1 ekor/ L air. Jumlah benih yang ditebar untuk tiap perlakuan dan ulangan sebanyak 20 ekor, jumlah total ikan uji yang digunakan sebanyak 360 ekor.

Pakan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pakan buatan berbentuk *pellet*. Pakan buatan tersebut merupakan pakan komersil tipe 781-1 dengan kandungan protein kasar minimal 30,05 %, lemak 6,31 %, serat kasar maksimal 7 %, abu 6,43 % dan kadar air 0 %. Pakan kemudian ditambahkan ekstrak nanas pakan A₁ (0,75 %/kg pakan), pakan A₂ (1,5 %/kg pakan) dan pakan A₃ (2,25 %/kg pakan). Penentuan dosis ekstrak nanas memodifikasi dari Anugraha *et al.* (2014), dengan dosis terbaik adalah sebesar 0,75 %/kg ekstrak nanas menggunakan ikan mas dengan panjang 3-5 cm dan bobot rata-rata 1 g. Ekstrak nanas yang digunakan pada penelitian ini berasal dari nanas muda yang diekstraksi di Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Negeri Semarang, yang berbentuk cairan kental.

Ekstrak nanas yang digunakan 7,5 g untuk dosis enzim 0,75 %/Kg, 15 g untuk dosis 1,5 %/Kg dan 22,5 g untuk dosis 2,25 %/Kg. Pemberian ekstrak nanas pada pakan dilakukan dengan menimbang jumlah enzim sesuai dosis menggunakan timbangan elektrik dengan ketelitian 0,01 g, kemudian penambahan air sebanyak 100 ml. Pengadukan enzim dan air menggunakan *blender* hingga homogen, kemudian disemprotkan pada pakan menggunakan *sprayer* dan diaduk hingga rata. Kemudian dikeringkan dengan diangin-anginkan dan tidak terkena sinar matahari secara langsung. Pemberian pakan pada ikan tawes dilakukan secara *at satiation* dengan frekuensi pemberian pakan sebanyak 3 kali yaitu pada pagi, siang dan sore hari (07.00, 12.00 dan 17.00 WIB).

Media pemeliharaan dalam penelitian ini menggunakan air tawar, berasal dari air sumur dari tanah yang telah diendapkan terlebih dahulu pada bak tandon selama 3 hari. Setelah air diendapkan, kemudian disaring dan dipindahkan ke dalam bak pemeliharaan. Probiotik B₁ ditambahkan pada media pemeliharaan dengan dosis pemberian 1 ml probiotik untuk 1 L air. Probiotik B₂ pemberian 1,5 ml probiotik untuk 1 L air. Penentuan dosis

*Corresponding authors (Email: dianarachmawati1964@gmail.com)



probiotik memodifikasi dari Lisna dan Insulistyowati (2015), dengan dosis terbaik 1,5 ml/L menggunakan benih ikan lele dengan bobot rata-rata 7,64 g/ekor dan panjang 5-8 cm. Probiotik yang digunakan pada penelitian ini adalah probiotik dengan merk dagang Aquaenzim. Bakteri yang terkandung pada probiotik adalah *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis*, *B. megaterium* dan *Sacharomyces cerevisiae* dengan kepadatan 5×10^9 CFU. Selain itu terdapat juga enzim protease, enzim amylase dan enzim selulosa. Probiotik yang akan di berikan pada media pemeliharaan ikan tawes, dilakukan aktivasi terlebih dahulu. Wadah yang digunakan dalam penelitian ini adalah baskom berbahan plastik dengan kapasitas 25 L air yang akan diisi 20 L air. Jumlah bak plastik yang digunakan untuk penelitian ini sebanyak 18 buah.

Metode

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial dengan dua faktor, dimana faktor pertama terdiri dari tiga taraf perlakuan dan faktor kedua terdiri atas dua taraf perlakuan dan diulang sebanyak tiga kali (ordo $3 \times 2 \times 3$). Faktor pertama adalah dengan pemberian ekstrak nanas dosis 0,75 %/kg pakan (A_1), dosis 1,5 %/kg pakan (A_2) dan dosis 2,25 %/kg pakan (A_3) sedangkan faktor kedua adalah pemberian probiotik dosis 1 ml/L (B_1) dan dosis 1,5 ml/L (B_2). Masing-masing perlakuan diulang tiga kali. Wadah untuk setiap ulangan ditempatkan secara acak (*random*). Perlakuan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Perlakuan A_1B_1 : Pakan uji 0,75 %/kg ekstrak nanas dan 1 ml/L probiotik
Perlakuan A_1B_2 : Pakan uji 0,75 %/kg ekstrak nanas dan 1,5 ml/L probiotik
Perlakuan A_2B_1 : Pakan uji 1,5 %/kg ekstrak nanas dan 1 ml/L probiotik
Perlakuan A_2B_2 : Pakan uji 1,5 %/kg ekstrak nanas dan 1,5 ml/L probiotik
Perlakuan A_3B_1 : Pakan uji 2,25 %/kg ekstrak nanas dan 1 ml/L probiotik
Perlakuan A_3B_2 : Pakan uji 2,25 %/kg ekstrak nanas dan 1,5 ml/L probiotik

Pengumpulan data

Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi data efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), laju pertumbuhan relatif (RGR), kelulushidupan (SR) dan kualitas air.

a. Laju pertumbuhan relatif

Menurut Takeuchi (1988), laju pertumbuhan relatif (*Relative Growth Rate*) ikan dihitung dengan menggunakan rumus:

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

Keterangan :

RGR = Laju pertumbuhan relatif (% per hari)
 W_t = Bobot total ikan pada akhir pemeliharaan (g)
 W_o = Bobot total ikan pada awal pemeliharaan (g)
 t = Waktu pemeliharaan (hari)

b. Efisiensi pemanfaatan pakan

Perhitungan nilai efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) dihitung dengan menggunakan rumus Tacon (1993), sebagai berikut :

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

Keterangan :

EPP = Efisiensi pemanfaatan pakan (%)
 W_t = Bobot total hewan uji pada akhir penelitian (g)
 W_o = Bobot total hewan uji pada awal penelitian (g)
 F = Jumlah pakan yang dikonsumsi selama penelitian (g)

c. Protein Efficiency Ratio (PER)

Protein efisiensi rasio dihitung menggunakan rumus Tacon (1993), sebagai berikut:

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



Keterangan :

PER = *Protein Efficiency Ratio* (%)

Wt = Bobot biomassa ikan uji pada akhir penelitian (g)

Wo = Bobot biomassa ikan uji pada awal penelitian (g)

Pi = Jumlah pakan yang dikonsumsi x kandungan protein pakan (%)

d. Kualitas air

Pengecekan kualitas air pada media penelitian meliputi beberapa parameter diantaranya suhu, oksigen terlarut (DO), derajat keasaman (pH), serta kandungan ammonia (NH₃). Pengamatan kualitas air yang terdiri dari kandungan ammonia (NH₃) dilakukan pada awal, tengah dan akhir penelitian, pengukuran pH dan DO dilakukan setiap minggu, dan pengukuran suhu dilakukan setiap hari.

Analisa Data

Data yang meliputi efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), laju pertumbuhan relatif (RGR) dan *protein efficiency ratio* (PER) yang didapatkan kemudian dianalisis menggunakan analisis ragam 2 faktor (*TWO-WAY ANOVA*) menggunakan aplikasi spss versi 16.0 dengan selang kepercayaan yang digunakan adalah 95%. Sebelum dilakukan *TWO-WAY ANOVA*, data terlebih dahulu dilakukan uji normalitas, uji homogenitas, dan uji additivitas guna mengetahui bahwa data bersifat normal, homogen dan aditif untuk dilakukan uji lebih lanjut yaitu analisis ragam. Setelah itu dilakukan uji lanjut yaitu uji Duncan. Data kualitas air dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan nilai kelayakan kualitas air pada budidaya ikan untuk mendukung pertumbuhan ikan.

HASIL

Hasil penelitian pengaruh pemberian ekstrak nanas pada pakan buatan dan probiotik pada media pemeliharaan terhadap nilai laju pertumbuhan relatif (RGR), efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) dan *Protein Efficiency Ratio* (PER) tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Rata-Rata RGR, EPP dan PER pada Ikan Tawes (*P. javanicus*) Selama Penelitian.

Perlakuan		RGR	EPP	PER
Ekstrak Nanas	Probiotik			
A ₁	B ₁	3,33±0,13 ^a	72,38±2,07 ^b	2,49±0,05 ^b
	B ₂	3,59±0,14 ^b	73,22±4,37 ^b	2,46±0,09 ^b
A ₂	B ₁	3,13 ±0,18 ^{ab}	71,97±2,12 ^b	2,50±0,07 ^b
	B ₂	4,73±0,44 ^d	86,25±2,83 ^d	3,00±0,10 ^d
A ₃	B ₁	4,16±0,21 ^c	80,93±0,57 ^c	2,82±0,02 ^c
	B ₂	3,06±0,21 ^a	59,04±4,29 ^a	2,06±0,15 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf nyata 5 %.

Hasil analisis ragam laju pertumbuhan relatif, efisiensi pemanfaatan pakan dan *protein efficiency ratio* pada ikan tawes tersaji pada Tabel 2-4.

Tabel 2. Analisis Laju Pertumbuhan Relatif (RGR) Ikan Tawes (*P. javanicus*) yang Diberi Pakan Komersil dengan Penambahan Ekstrak Nanas dan Probiotik di Air pada Dosis yang Berbeda

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	5	6,440	1,288	22,115	3,11	5,06
Faktor A	2	0,713	0,356	6,120*	3,89	6,93
Faktor B	1	0,286	0,286	4,915*	4,75	9,33
Faktor AxB	2	5,441	2,720	46,709*	3,89	6,93
Error	12	0,699	0,058			
Total	17	7,139				

Keterangan : *= (P<0,05)→ Tolak Ho, Terima H1, maka dilanjutkan uji lanjutan.

*Corresponding authors (Email: dianarachmawati1964@gmail.com)



Tabel 3. Analisis Ragam Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP) Ikan Tawes (*P. javanicus*) yang Diberi Pakan Komersil dengan Penambahan Ekstrak Nanas dan Probiotik di Air pada Dosis yang Berbeda

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	5	1578,803	315,761	29,538	3,11	5,06
Faktor A	2	390,874	195,437	18,282*	3,89	6,93
Faktor B	1	76,839	76,839	7,188*	4,75	9,33
Faktor AxB	2	1111,090	555,545	51,968*	3,89	6,93
Galat	12	128,282	10,690			
Total	17	1707,085				

Keterangan: *= (P<0,05) → Tolak Ho, Terima H1, maka dilanjutkan uji lanjutan.

Tabel 4. Analisis Ragam Protein Efisiensi Rasio (PER) Ikan Tawes (*P. javanicus*) yang Diberi Pakan Komersil dengan Penambahan Ekstrak Nanas dan Probiotik di Air pada Dosis yang Berbeda

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	5	1,576	0,315	39,285	3,11	5,06
Faktor A	2	0,336	117,453	20,934*	3,89	6,93
Faktor B	1	0,043	0,168	5,363*	4,75	9,33
Faktor AxB	2	1,197	0,043	74,598*	3,89	6,93
Error	12	0,096	0,598			
Total	17	1,672	0,008			

Keterangan: *= (P<0,05) → Tolak Ho, Terima H1, maka dilanjutkan uji lanjutan.

Berdasarkan Tabel 2-4 Hasil analisis ragam data pada ikan tawes (*P. javanicus*) dengan menggunakan spss versi 20.0 menunjukkan bahwa interaksi antara penambahan ekstrak nanas pada pakan buatan dan probiotik pada media pemeliharaan berpengaruh nyata terhadap EPP, RGR dan PER ikan tawes (Sig < 0,05) dan juga kedua faktor (ekstrak nanas dan probiotik) memiliki pengaruh nyata (Sig < 0,05) terhadap RGR, EPP dan PER ikan tawes.

Hal ini menunjukkan bahwa diduga efisiensi pemanfaatan pakan dan laju pertumbuhan relatif dipengaruhi adanya perbedaan taraf pada dosis faktor, maka dilanjutkan dengan uji wilayah ganda duncan untuk mengetahui perbedaan signifikan antar perlakuan. Hasil yang didapatkan dari uji wilayah ganda duncan pada efisiensi pemanfaatan pakan ikan tawes (*P. javanicus*) menunjukkan bahwa perlakuan A₂B₂ berbeda nyata dengan perlakuan A₁B₁, A₁B₂, A₂B₁, A₃B₁ dan A₃B₂ (P<0,05). Hasil yang didapatkan dari uji wilayah ganda duncan pada rasio efisiensi protein ikan tawes (*P. javanicus*) menunjukkan bahwa perlakuan A₂B₂ berbeda sangat nyata dengan perlakuan A₁B₁, A₁B₂, A₂B₁, A₃B₁, dan A₃B₂ (P<0,01).

Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa rata-rata laju pertumbuhan relatif dan efisiensi pemanfaatan pakan tertinggi pada ikan tawes (*P. javanicus*) adalah perlakuan A₂B₂ dengan dosis ekstrak nanas 1,5 %/kg pakan buatan dan probiotik sebesar 1,5 ml/L. Hasil ini menunjukkan bahwa sesuai pengujian statistik, penambahan kombinasi ekstrak nanas pada pakan buatan dan probiotik pada media pemeliharaan menunjukkan hasil yang signifikan terhadap laju pertumbuhan relatif dan efisiensi pemanfaatan pakan.

Hasil pengukuran parameter kualitas air pada media ikan tawes (*P. javanicus*) selama pemeliharaan tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air pada Media Pemeliharaan Ikan Tawes Selama Penelitian

Perlakuan	Kisaran Nilai Parameter Kualitas Air			
	Suhu (°C)	pH	DO (mg/L)	NH ₃ (mg/L)
A ₁ B ₁	27,75±0,74	7	4,18±0,39	0,0035±0,0028
A ₁ B ₂	27,75±0,74	7	4,26±0,33	0,0028±0,0021
A ₂ B ₁	27,75±0,74	7	4,39±0,27	0,0040±0,0032
A ₂ B ₂	27,75±0,74	7	4,45±0,18	0,0027±0,0022
A ₃ B ₁	27,75±0,74	7	4,28±0,31	0,0039±0,0033
A ₃ B ₂	27,75±0,74	7	4,38±0,32	0,0028±0,0023
Pustaka (Kelayakan)	25 – 29 ^a	6,7 – 8,9 ^a	≥2,7 ^b	<0,5 ^b

Keterangan: (a) Wijaya dan Yazid (2009) dan (b) Pratiwi *et al.* (2007)

*Corresponding authors (Email: dianarachmawati1964@gmail.com)



Hasil pengukuran parameter kualitas air menunjukkan bahwa kualitas air masih berada berada kisaran pustaka untuk budidaya ikan tawes (*P. javanicus*).

PEMBAHASAN

A. pertumbuhan

Berdasarkan hasil analisis ragam yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penambahan kombinasi ekstrak nanas dalam pakan dan probiotik pada media terjadi interaksi ($P < 0,05$) terhadap laju pertumbuhan relatif ikan tawes (*P. javanicus*). Hal tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan pada ikan tawes dipengaruhi adanya perbedaan taraf pada setiap dosis faktor. Hasil uji wilayah ganda Duncan menunjukkan bahwa perbedaan taraf pada faktor A dan B berpengaruh sangat nyata terhadap laju pertumbuhan relatif ikan tawes. Hasil tertinggi terdapat pada perlakuan A₂B₂ (ekstrak nanas sebanyak 1,5 %/kg dan probiotik 1,5 mL/L) dengan laju pertumbuhan relatif sebesar $4,73 \pm 0,44\%$ /hari, sedangkan nilai terendah adalah perlakuan A₃B₂ dengan laju pertumbuhan relatif sebesar $3,06 \pm 0,21\%$ /hari. Pertumbuhan terjadi karena energi yang digunakan untuk aktifitas (*maintenance*) sudah terpenuhi sehingga nutrisi seperti protein akan ditampilkan dengan penambahan bobot ikan. Menurut Choi *et al.* (2016) pemanfaatan protein pakan berkorelasi dengan energi yang ada pada pakan. Energi diperoleh dari katabolisme protein saat energi pakan tidak mencukupi atau protein pakan berlebih. Pakan dikatakan efektif saat pakan yang dimakan ditampilkan dalam pertumbuhan seperti memperbaiki dan membangun jaringan sebanyak mungkin dengan jumlah terkecil yang dirubah menjadi energi. Pemanfaatan protein pada ikan dapat ditingkatkan dengan menggunakan suplemen pakan seperti enzim bromelin. Menurut Tortoe *et al.* (2013) nanas membantu beberapa enzim hadir dalam tubuh untuk menghasilkan energi karena mengandung magnesium dan vitamin B1 yang penting untuk fungsi normal beberapa enzim. Menurut Suprayudi *et al.* (2011) dalam penelitiannya kelebihan energi setelah dipakai untuk pemeliharaan, metabolisme dasar dan aktifitas akan disimpan dalam tubuh yang diekspresikan dalam bentuk pertumbuhan. Berdasarkan pernyataan diatas, dapat diketahui bahwa penambahan enzim bromelin dalam pakan dapat merubah protein menjadi asam amino akibat aktivitas proteolitik dan berkontribusi terhadap pertumbuhan ikan tawes (*P. javanicus*).

Faktor A (ekstrak nanas) lebih berpengaruh terhadap laju pertumbuhan relatif dibandingkan faktor B (probiotik). Ekstrak nanas pada pakan dapat dimanfaatkan dengan baik oleh ikan tawes. Hal ini diduga enzim bromelin yang terdapat dalam ekstrak nanas dapat menghidrolisis protein pakan menjadi unsur yang lebih sederhana. Penambahan dosis yang tepat mempengaruhi pertumbuhan. Pertumbuhan dapat meningkat seiring dengan bertambahnya dosis lalu menurun saat dosis sudah melampaui batas keefektifan kerja enzim dalam tubuh ikan. Dosis enzim yang melebihi kemampuan ikan dalam memanfaatkan enzim mengakibatkan pertumbuhan konstan atau tetap. Menurut Wijayanti *et al.* (2016), bertambahnya konsentrasi enzim maka kecepatan reaksi hidrolisis pun semakin meningkat, namun demikian pada batas tertentu penambahan enzim yang berlebih akan berakibat pada jumlah hidrolisat yang konstan karena penambahan enzim sudah tidak aktif lagi.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara penambahan ekstrak nanas dan probiotik. Ekstrak nanas yang mengandung enzim bromelin dalam pakan diduga meningkatkan efisiensi pakan dengan menghidrolisis protein dan diubah menjadi asam amino. Menurut Kamra (2005) keberadaan eksogenus protease akan membantu ikan dalam menghidrolisis protein. Ketersediaan protein pakan akan meningkat sehingga proporsi protein yang diretensi dalam tubuh juga meningkat. Selain itu bromelin juga dapat menghidrolisis kolagen. Kolagen adalah struktur organik (protein) yang menyusun otot dan kulit. Menurut Ketnawa *et al.* (2010) ekstrak bromelain diaplikasikan untuk menghidrolisis kolagen kulit daging sapi dan ikan lele. Alfa 1, 2 dan beta dari kolagen kulit ikan lele secara ekstensif terdegradasi menjadi peptida kecil saat diolah dengan 0,02 unit ekstrak bromelain. Bromelain yang diekstraksi menunjukkan aktivitas relatif tertinggi pada pH 7.0 dan 55 ° C. Bovine collagen dihidrolisis menggunakan bromelain yang lebih tinggi hingga 0,18 unit. Studi tersebut menunjukkan bromelain dari kulit nanas dan enzim tersebut secara efektif menghidrolisis kolagen. Sedangkan probiotik pada media berguna menjaga kualitas air serta mengolah feses dan limbah sisa pakan. Feses dan sisa pakan yang tidak termakan yang terakumulasi dalam air mengakibatkan peningkatan amonia yang dapat memengaruhi metabolisme dalam tubuh ikan. Hal ini didukung oleh Avnimelech dan Kochba (2009) yang menyatakan bahwa metabolisme protein oleh organisme akuatik umumnya menghasilkan amoniak sebagai hasil ekskresi. Pada saat yang sama protein dalam feses dan pakan yang tidak termakan akan diuraikan oleh bakteri menjadi produk yang sama, dengan demikian semakin intensif suatu kegiatan budidaya akan diikuti dengan semakin tingginya konsentrasi senyawa nitrogen terutama amoniak dalam air.

Probiotik yang diberikan pada air diindikasikan mempengaruhi secara tidak langsung terhadap pertumbuhan ikan tawes. Hal ini didukung oleh Beauty *et al.* (2012) bahwa tingkat laju pertumbuhan bobot dan panjang tertinggi dihasilkan dari pemberian dosis mikroorganisme probiotik dengan dosis 1 mL/L masing-masing sebesar 4,58 g dan 2,57 cm. Sedangkan tingkat pertumbuhan bobot terendah dihasilkan dengan tanpa pemberian probiotik sebesar 1,58 g. Pertumbuhan ditandai dengan meningkatnya panjang dan bobot tubuh menunjukkan

*Corresponding authors (Email: dianarachmawati1964@gmail.com)



bahwa pemberian pakan yang diberikan mampu meningkatkan pertumbuhan. Probiotik yang diaplikasikan pada lingkungan perairan bertujuan memperbaiki kualitas lingkungan perairan. Kualitas air yang baik dapat memberikan pengaruh positif bagi kelangsungan hidup ikan (Wulandari *et al.*, 2014).

Penambahan probiotik dalam penelitian ini juga mempengaruhi pertumbuhan. Probiotik yang digunakan terdapat bakteri hidup yang dapat menghasilkan enzim pencernaan dan memacu tubuh ikan untuk menghasilkan enzim dalam tubuhnya. Kandungan bakteri yang digunakan dalam probiotik pada penelitian ini adalah *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, dan *Sacharomyces cerevisiae*. Menurut Mulyono *et al.* (2009) probiotik *S. cereviceae* dapat menghasilkan enzim amilase dan protease, sehingga keberadaannya dalam saluran pencernaan akan meningkatkan aktivitas enzim tersebut sehingga meningkatkan pula pemecahan zat-zat makanan menjadi bentuk yang lebih sederhana dan mudah diserap oleh saluran pencernaan. Menurut Soeka *et al.* (2011) bakteri dari Genus *Bacillus* mempunyai sifat yang mudah dipelihara dan dikembangkan juga mempunyai karakter yang beraneka ragam yaitu psikrofilik, mesofilik, termofilik disamping itu alkalofilik, neutrofilik dan asidofilik. *Bacillus licheniformis* menghasilkan beberapa enzim ekstraseluler yaitu amilase, amino peptidase, protease metal, laktamase, endo-N asetilglukoaminidase dan lipase. Selain dapat menghasilkan enzim, probiotik juga dapat meningkatkan kekebalan tubuh ikan. Menurut Ulkhaq *et al.* (2014) dalam penelitiannya pemberian probiotik *Bacillus* dapat menekan pertumbuhan bakteri merugikan dengan meningkatkan respons imun dan kelangsungan hidup ikan lele dumbo.

B. pemanfaatan pakan

Berdasarkan hasil penelitian nilai efisiensi pemanfaatan pakan menunjukkan bahwa pakan yang dimakan ikan dapat dimanfaatkan dengan baik pada dosis A₂B₂ yaitu 86,25±2,83%. Kombinasi penambahan ekstrak nanas pada pakan dan probiotik pada media berguna untuk membantu proses pemecahan protein pada pakan dalam pencernaan, sehingga mempengaruhi proses penyerapan protein dan berdampak pada peningkatan efisiensi pakan. Penambahan ekstrak nanas pada pakan memberikan pengaruh terhadap EPP. Penambahan ekstrak nanas sebesar 1,5 %/kg diduga merupakan dosis yang tepat bagi ikan tawes (*P. javanicus*) untuk memanfaatkan pakan secara efisien dengan pemberian pakan yang cukup. Suprayudi *et al.* (2011) dalam penelitiannya menyatakan nilai efisiensi pakan memperlihatkan bahwa ikan yang diberi pakan dengan penambahan enzim memiliki nilai efisiensi pakan yang lebih besar dibandingkan dengan ikan yang diberi pakan tanpa penambahan enzim. Penggunaan bahan baku nabati sebagai sumber protein dihadapkan pada permasalahan adanya selulosa dan hemiselulosa yang sukar dicerna oleh ikan, sehingga ketersediaan energi dan nutrisi pakan menjadi rendah. Oleh karena itu ikan yang diberi pakan tanpa penambahan enzim akan memakan lebih banyak pakan agar kebutuhan energi tubuh terpenuhi. Sedangkan penambahan enzim pada pakan berperan dalam meningkatkan ketersediaan energi dan nutrisi dalam pakan. Kelebihan energi akan digunakan untuk pertumbuhan.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa faktor A (ekstrak nanas) lebih berpengaruh terhadap nilai EPP dibandingkan faktor B (probitoik). Enzim bromelin yang terdapat dalam ekstrak nanas diduga mampu menghidrolisis protein yang terkandung dalam pakan menjadi asam amino sehingga pakan yang diberikan memiliki daya cerna dan serap yang lebih tinggi. Hal ini menyebabkan pakan termanfaatkan secara efisien dan mempengaruhi nilai efisiensi pemanfaatan pakan. Menurut Gautam *et al.* (2010) enzim bromelin tergolong dalam kelompok enzim protease sulfhidril yang dapat menghidrolisa protein menghasilkan asam amino sederhana yang larut dalam air. Sisi aktif enzim bromelin ini mengandung gugus sistein dan histidina yang penting untuk aktivitas enzim tersebut. Sehingga enzim ini secara khusus memotong ikatan peptida pada gugus karbonil seperti yang ditemukan dalam arginin atau asam amino aromatik yaitu fenilalanin atau tirosin. Menurut Anugraha *et al.* (2014) dalam penelitiannya dalam menggunakan ekstrak nanas dalam pakan dapat meningkatkan nilai efisiensi pemanfaatan pakan. Pakan yang dikonsumsi memiliki kualitas yang baik, karena pakan lebih dapat dicerna dan diserap oleh ikan tawes dan dapat dimanfaatkan secara efisien, selain itu perbedaan jenis ikan, spesies, lingkungan dan stadia ikan dapat menghasilkan hasil yang berbeda terhadap efisiensi pemanfaatan pakan.

Nilai efisiensi pemanfaatan pakan yang rendah menunjukkan bahwa ikan memerlukan pakan dengan jumlah yang lebih banyak untuk dapat meningkatkan beratnya karena hanya sebagian kecil energi dari pakan yang diberikan digunakan oleh ikan untuk pertumbuhan, selain itu kepadatan ikan dan kadar protein dalam pakan juga dapat mempengaruhi efisiensi pemanfaatan pakan (Marzuqi *et al.* 2012; Tawwab, 2012). Semakin tinggi nilai efisiensi pakan menunjukkan pemanfaatan pakan yang efisien oleh ikan, sehingga protein yang terkandung dalam pakan tidak banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi dalam proses metabolisme, osmoregulasi dan reproduksi, tetapi lebih banyak digunakan untuk pertumbuhan. Pertumbuhan akan terjadi apabila ada kelebihan energi dari pakan yang dikonsumsi setelah kebutuhan energi minimumnya (untuk hidup pokok) sudah terpenuhi seperti respirasi, aktivitas bergerak, proses metabolisme dan perawatan (*maintenance*).

Hasil penelitian menunjukkan perlakuan A₂B₂ dengan nilai PER tertinggi diikuti dengan pertumbuhan yang tertinggi pula. Nilai PER terbaik pada penelitian ini yaitu 3,00±0,10%. Nilai protein efisiensi rasio yang tinggi menunjukkan protein yang terserap semakin banyak sehingga pertumbuhan menjadi lebih baik. Pakan yang diberi

*Corresponding authors (Email: dianarachmawati1964@gmail.com)



ekstrak nanas dapat menghidrolisis protein. Enzim yang terdapat pada nanas memiliki fungsi yang sama seperti pepsin dalam lambung yang berguna memecah protein. Sripan *et al.* (2017) menemukan bahwa jus nanas memiliki kemampuan mencerna protein ikan yang mirip dengan larutan pepsin. Larutan pepsin berguna untuk memecah protein yang terdapat pada daging. Jus nanas dapat memecah protein lebih cepat dibandingkan larutan pepsin. Menurut Arshad *et al.* (2014) hidrolisis enzimatis banyak digunakan karena mudah mengendalikan kadar hidrolisis serta memperpendek waktu hidrolisis. Penambahan enzim proteolitik dapat membuat proses hidrolisis enzimatis menjadi efisien. Menurut Klahan (2015) dalam penelitiannya bromelin yang diekstraksi dari nanas bisa dapat meningkatkan tingkat kelangsungan hidup, pemanfaatan pakan dan PER. Oleh karena itu bromelin yang diekstraksi dari mahkota nanas bermanfaat bagi akuakultur dan lingkungan.

Enzim protease bekerja di lambung. Enzim protease dalam lambung (endogenus) dipengaruhi oleh pakan yang dimakan. Menurut Yamin dan Palinggi (2007) dalam penelitiannya setelah pakan dari lambung masuk ke usus selanjutnya diikuti dengan produksi enzim protease dan pada akhirnya terjadi peningkatan cairan usus guna mengkondisikan kembali usus pada tingkat yang optimum untuk pencernaan. Perubahan ini menunjukkan pula bahwa produksi protease dipengaruhi oleh pakan yang masuk ke usus. Perubahan persentase cairan usus ini berhubungan dengan masuknya pakan dari lambung ke usus, produksi enzim protease oleh pankreas dan upaya tubuh ikan dalam menjaga keseimbangan cairan dalam usus. Kondisi fisiologis yang sesuai sangat diperlukan untuk memberikan suasana terbaik bagi aktivitas enzim protease dalam mencerna pakan. Menurut Dalibard *et al.* (2014) menyatakan bahwa pemisahan asam amino yang terikat secara kimiawi dengan protein dipisahkan dari unit protein utama, ini terjadi pada lumen usus dengan bantuan enzim pencernaan proteolitik (protease). Aktivitas enzim proteolitik dibantu oleh sekresi asam klorida encer di perut. Kehadiran asam mengasamkan pakan yang tertelan di perut yang mengakibatkan denaturasi protein. Prosesnya dimulai dengan denaturasi protein dan berlanjut dengan pembelahan menjadi asam amino individu atau sebagai pasangan asam amino (dipeptides), tripeptida dan sampai enam unit asam amino panjangnya (oligopeptida). Pecahnya rantai peptida dilakukan oleh endopeptidase (pepsin, tripsin, chimotrypsin) yang membelah di tengah rantai dan exopeptidases yang membelah dari ujung terminal. Asam amino dan oligopeptida diserap oleh sel mukosa yang melapisi permukaan usus dan akhirnya masuk ke aliran darah sebagai asam amino bebas. Sistem transportasi spesifik bertanggung jawab atas penyerapan asam amino. Asam amino yang diserap diangkut melalui vena porta ke hati, yang merupakan organ utama metabolisme asam amino.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Penambahan ekstrak nanas pada pakan buatan dan probiotik pada media pemeliharaan memberikan interaksi ($\text{Sig} < 0,05$) terhadap efisiensi pemanfaatan pakan, rasio pemanfaatan protein dan laju pertumbuhan relatif.
2. Kombinasi dosis terbaik yang dapat membantu pertumbuhan ikan tawes (*P. javanicus*) adalah sebesar 1,5 %/kg ekstrak nanas dalam pakan buatan dan 1,5 ml/L probiotik dalam media pemeliharaan yang mampu menghasilkan efisiensi pemanfaatan pakan sebesar 86,25 % dan laju pertumbuhan relatif 4,73 %/hari.

Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah penambahan kombinasi ekstrak nanas sebesar 1,5 %/kg pada pakan buatan dan probiotik 1,5 ml/L pada media pemeliharaan dapat digunakan pada budidaya ikan tawes (*P. javanicus*) untuk meningkatkan RGR dan EPP sehingga dapat menekan biaya produksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Kepala UPTD Balai Benih Ikan Cangkiran, Semarang, Jawa Tengah yang telah menyediakan tempat penelitian, serta membantu dalam kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anugraha, R.S., Subandiyono, E. Arini. 2014. Pengaruh Penggunaan Ekstrak Buah Nanas terhadap Tingkat Pemanfaatan Protein Pakan dan Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Journal of Aquaculture Management and Technology, 3(4): 238-246.
- Arshad, Z.I.M., A. Amid, F. Yusof, I. Jaswir, K. Ahmad, S.P. Loke. 2014. Bromelain: An Overview of Industrial Application and Purification Strategies. Appl Microbiol Biotechnol, 98:7283–7297.
- Avnimelech Y. & Kochba M. 2009. Evaluation of Nitrogen Uptake and excretion by Tilapia in Bio Floc Tanks, Using 15 N Tracing. Aquaculture, 287:163-168.

*Corresponding authors (Email: dianarachmawati1964@gmail.com)



- Beauty, G., A. Yustiati, dan R. Grandiosa. 2012. Pengaruh Dosis Mikroorganisme Probiotik pada Media Pemeliharaan terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Mas (*Carassius auratus*) dengan Padat Penebaran Berbeda. *J. Perikanan dan Kelautan*. 3 (3) : 1-6. ISSN : 2088-3137.
- Choi, W.M., C. L. Lam, W. Y. Mo dan M. H. Wong. 2016. Upgrading Food Wastes by Means of Bromelain and Papain to Enhance Growth and Immunity of Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Environ Sci Pollut Res*, 23:7186–7194.
- Dalibart, P., V. Hess, L. Le Tutour, M. Peisker, S. Peris, A.P. Guitierrez, M. Redshaw. 2014. *Amino Acids in Animal Nutrition*. ISBN: 978-2-960-1289-3-2.
- Elpawati, D. R. Pratiwi, N. Radiastuti. 2015. Aplikasi *Effective Microorganism 10* (Em10) untuk Pertumbuhan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus* Var. Sangkuriang) di Kolam Budidaya Lele Jombang, Tangerang. *Jurnal Biologi* 8(1): 6-14.
- Gautam, S.S., Mishra, S., Dash, V., Amit, K. and Rath, G. 2010. Cooperative Study On Extraction, Purification and Estimation Of Bromelain From Stem and Fruit of Pineapple Plant. *Thai J. Pharm., Sci.* 34, 67-76.
- Hardiany, N.S. 2013. Enzim Pemecah Protein dalam Sel. *Jurnal Kedokteran Indonesia*, 1(1): 75-8.
- Kamra DN. 2005. Special Section Microbial Diversity: Rumen Microbial Ecosystem. *Current Science*, 89:124-135.
- Ketnawa, S., S. Rawdkuen, P. Chaiwut. 2010. Two Phase Partitioning and Collagen Hydrolysis of Bromelain from Pineapple Peel *Nang Lae* Cultivar. *Biochemical Engineering Journal*. 52(2-3): 205-211.
- Klahan R. 2015. Growth Performance and Feed Utilization of Common Lowland Frog (*Rana rugulosa* Wiegmann) Fed with Supplementation by Bromelain Extracted from Pineapple Feed. *International Journal of Environmental and Rural Development*, 6-1.
- Lisna dan Insulistyowati. 2015. Potensi Mikroba Probiotik *Fm* dalam Meningkatkan Kualitas Air Kolam dan Laju Pertumbuhan Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains*, 17(2):18-25.
- Marzuqi, M., N. W. W. Astuti dan K. Suwirya. 2012. Pengaruh Kadar Protein dan Rasio Pemberian Pakan Terhadap Pertumbuhan Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*., 4(1):55-65.
- Masniar M., Z.A. Muchlisin, S. Karina. 2016. Pengaruh Penambahan Ekstrak Batang Nanas pada Pakan terhadap Laju Pertumbuhan dan Daya Cerna Protein Pakan Ikan Betok (*Anabas testudineus*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan*, 1(1): 35-45.
- Mulyono, R. Murwani Dan F. Wahyono. 2009. Kajian Penggunaan Probiotik *Saccharomyces cereviceae* sebagai Alternatif Aditif Antibiotik terhadap Kegunaan Protein dan Energi pada Ayam Broiler. *J. Indon. Trop. Anim. Agric.* 34(2)145-151.
- Pratiwi, N.T.M., E.M. Adiwilaga, J. Basmi, M. Krisanti, O. Hadijah, P.K. Wulandari. 2007. Status Limnologis Situ Cilala Mengacu pada Kondisi Parameter Fisika, Kimia, dan Biologi Perairan. *Jurnal Perikanan*, 9(1): 82-94. ISSN: 0853-6384.
- Soeka, Y.S., S. H. Rahayu, N. Setianingrum, E. Naiola. 2011. Kemampuan *Bacillus Licheniformis* dalam Memproduksi Enzim Protease yang Bersifat Alkalin dan Termofilik. *Media Litbang Kesehatan*, 21(2):89-95. Puslit Biologi- LIPI.
- Sripan, P., R. Aukkanimart, T. Boonmars, P. Sriraj, J. Songsri, P. Boueroy, S. Khueangchaingkhwang, B. Pumhirunroj, A. Artchayasawat. 2017. Application of Pineapple Juice in the Fish Digestion Process for Carcinogenic Liver Fluke Metacercaria Collection DOI:10.22034, APJCP, 18(3):779-782.
- Suprayudi, M. A., D. Harianto, dan D. Jusadi. 2012. Kecernaan Pakan dan Pertumbuhan Udang Putih *Litopenaeus vannamei* diberi Pakan Mengandung Enzim Fitase Berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*., 11(2):103-108.
- Tacon, A. G. J. 1993. Feed Ingredient for Warmwater Fish: Fish Meal and Other Processed Feedstuffs. AO Fisheries Circular No. 856, Rome, 64 pp.
- Takeuchi, T. 1988. Laboratory work, chemical evaluation of dietary nutrients p. 179-233. In *Fish Nutrition and Mariculture*. Watanabe, T. (ed.). Japan International Cooperation Agency.
- Tawwab, M A. 2012. Effect of Dietary Protein Levels and Rearing Density on Growth Performance and Stress Response of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *International Aquatic Research*., 4(3):1-13.
- Tortoe, C., P.T. Johnson, T. Slaghek, M. Miedema, T. Timmermans. 2013. Physicochemical, Proximate and Sensory Properties of Pineapple (*Ananas* sp.) Syrup Developed from Its Organic Side-Stream. *Food and Nutrition Sciences*, 2013, 4, 163-168.
- Ulkhag, M.F., Widanarni, A. M. Lusiastuti. 2014. Aplikasi Probiotik *Bacillus* untuk Pencegahan Infeksi *Aeromonas Hydrophilla* pada Ikan Lele. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 13 (2), 105–114.



- Wijaya G.S., M. Yazid. 2009. Struktur Mikroanatomis Ren dan Koefisien Nilai Nutrisi (Nvc) Bioindikator Ikan Tawes (*Puntius javanicus*, Blkr) yang Hidup pada Kolam Terpadu PTAPB Batan. Prosiding Seminar Keselamatan Nuklir, 5 – 6 Agustus 2009.
- Wijayanti, I., Romadhon dan L. Rianingsih. 2016 Karakteristik Hidrolisat Protein Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk) dengan Konsentrasi Enzim Bromelin yang Berbeda. Jurnal Saintek Perikanan, 11(2): 129-133. ISSN: 1858-4748.
- Wulandari, N. Sukanto, E. Widyastuti. 2014. Pengaruh Pemberian Mikroba Efektif Produktif Plus (Mep+) Pada Medium Budidaya Ikan Nila Yang Diberi Pakan Fermentatif Terhadap Kepadatan Bakteri Asam Laktat. Scripta Biologica, 1(1): 61-65.
- Yamin, M. dan N.N. Palinggi. 2007. Aktivitas Enzim Protease dan Kondisi Pencernaan di Usus Ikan Kerapu Macam (*Epinephelus Fuscoguttatus*) setelah Pemberian Pakan. J. Ris. Akua., 2(2): 281-288.