



PENGARUH KOMBINASI PEMBERIAN ENZIM PAPAIN PADA PAKAN BUATAN DAN PROBIOTIK PADA MEDIA PEMELIHARAAN TERHADAP EFISIENSI PEMANFAATAN PAKAN, PERTUMBUHAN DAN KELULUSHIDUPAN IKAN BAWAL AIR TAWAR (*Colossoma macropomum*)

*THE EFFECT UTILIZATIONS OF PAPAIN ENZYME INTO ARTIFICIAL DIET AND PROBIOTICS INTO MEDIA ON FEED EFFICIENCY, GROWTH AND SURVIVAL RATE OF TAMBAQUI FISH (*C. macropomum*)*

Vava Fatchurochman, Diana Rachmawati^{*}, Johannes Hutabarat

Departemen Akuakultur

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

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

ABSTRAK

Ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) memiliki keunggulan yaitu: kebal penyakit, nafsu makan tinggi, pertumbuhannya cepat, ekonomis penting dan mudah dibudidayakan. Keberhasilan budidaya ikan bawal air tawar dipengaruhi oleh pakan dan kualitas air. Permasalahan pada pakan adalah efisiensi pemanfaatan pakan masih rendah sehingga berakibat pada biaya produksi pada pakan yang mencapai 60%. Hal ini dapat diatasi dengan penggunaan enzim eksogenus, seperti enzim papain. Enzim papain memiliki fungsi memecah polipeptida menjadi mono-peptida, sehingga meningkatkan jumlah asam amino dan lebih mudah terserap oleh ikan yang meningkatkan percepatan pertumbuhan. Kualitas air yang buruk akan menyebabkan rendahnya kelulushidupan ikan. Hal tersebut dapat diatasi dengan probiotik. Probiotik dapat mendekomposisi bahan organik atau material beracun dalam air sehingga kualitas air akan menjadi lebih baik. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui interaksi dan perlakuan terbaik kombinasi pemberian enzim papain pada pakan buatan dengan probiotik pada media pemeliharaan terhadap efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan dan kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*). Penelitian ini menggunakan metode eksperimental RAL pola faktorial dengan dua faktor, faktor pertama berupa enzim papain 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). Hewan uji berupa benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) (bobot rerata 2,45±0,08 g/ekor) dengan kepadatan 1 ekor/L yang dipelihara selama 42 hari. Perlakuan yang digunakan adalah Perlakuan A₁B₁ (Pakan uji 0,25 g/kg papain dan 1 mL/L probiotik), Perlakuan A₁B₂ (Pakan uji 0,25 g/kg papain dan 2 mL/L probiotik), Perlakuan A₂B₁ (Pakan uji 0,50 g/kg papain dan 1 mL/L probiotik), Perlakuan A₂B₂ (Pakan uji 0,50 g/kg papain dan 2 mL/L probiotik), Perlakuan A₃B₁ (Pakan uji 0,75 g/kg papain dan 1 mL/L probiotik) dan Perlakuan A₃B₂ (Pakan uji 0,75 g/kg papain dan 2 mL/L probiotik). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dosis nilai terbaik adalah perlakuan A₃B₁ yang mampu menghasilkan nilai sebesar 82,15 % (EPP) dan 8,51%/hari (RGR). Kualitas air pada media pemeliharaan terdapat pada kisaran yang layak untuk pemeliharaan ikan uji.

Kata kunci : Ikan Bawal Air Tawar (*C. macropomum*), Enzim Papain, Probiotik, Pertumbuhan.

ABSTRACT

C. macropomum has the advantage of its high immunity, high appetite, rapid growth, economically important and easy to cultivate. The success of tambaqui cultivation is influenced by feed and water quality. The problems in fish feeding is its low feed efficiency ratio. which causes high production cost that reaches 60%. This problem could be overcome by utilizing an exogenous enzymes, such as papain enzyme. Papain enzyme has a function to breaking down polypeptides into mono-peptides, thereby it increases the amount of amino acids and more easily absorbed by fish which can increase its growth acceleration. Poor quality water leads to low survival rate of fish, but that problem could be overcome by utilizing probiotics. Probiotics have an ability to decompose organic matter or toxic materials in water, so that it improve water quality. The purpose of this study was to know the interaction and to know the best dose of combination of papain enzyme in artificial feed with probiotics on culture media toward efficiency of feed utilization, growth and survival of *C. macropomum*. This study applied factorial experimental completely randomized design with two factors, where the first factor was the enzyme papain which consists of three levels of treatment and the second factor was a probiotic consisting of two levels of treatment and each repeated three times (order 3x2x3). The Sampling fish that used in this study was fry *C. macropomum* (initial weight average 2,45±0,08 gr) with density 1 fish/L for 42 day culture. The treatments used are A₁B₁ treatment (feed diet 0.25 g/kg enzyme papain and 1 mL/L probiotics), treatment A₁B₂ (feed diet 0.25 g/kg enzyme



papain and 2 mL/L probiotics), treatment A₂B₁ (feed diet 0.50 g/kg enzyme papain and 1 mL/L probiotics), treatment A₂B₂ (feed diet 0.50 g/kg enzyme papain and 2 mL/L probiotics), treatment A₃B₁ (feed diet 0.75 g/kg enzyme papain and 1 mL/L probiotics) and the treatment A₃B₂ (feed diet 0.75 g/kg enzyme papain and 2 mL/L probiotics). The combination best dose among the treatment was A₃B₁ (feed diet 0.75 g/kg enzyme papain and 1 mL/L probiotics) with EPP 82.15% and RGR 8.51% / day. Water quality in the maintenance media contained in the reasonable range for the maintenance of the test fish.

Keywords: Tambaqui Fish (*C. macropomum*), Papain Enzymes, Probiotics, Growth.

PENDAHULUAN

Ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) memiliki beberapa keunggulan antara lain: relatif kebal terhadap penyakit, nafsu makan yang tinggi, pertumbuhannya cepat, ekonomis penting dan tidak terlalu sulit untuk dibudidayakan, Peningkatan produksi budidaya ikan bawal menyebabkan peningkatan kebutuhan pakan. Pakan harus tersedia cukup, berkesinambungan, tepat waktu, disukai ikan, mudah dicerna dan memenuhi syarat gizi (Utami *et al.*, 2012).

Peningkatan produksi ikan bawal air tawar tersebut akan berbanding lurus dengan kebutuhan pakan, karena hampir 60% 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. Pertumbuhan ikan bawal air tawar erat kaitannya dengan kandungan protein dalam pakan. Kandungan protein dalam pakan yang diberikan harus dalam jumlah yang cukup. Protein yang rendah dapat mengakibatkan pertumbuhan ikan bawal air tawar lambat. Pakan buatan yang digunakan harus memenuhi kebutuhan nilai nutrisi ikan bawal air tawar seperti protein, lemak dan karbohidrat. Pemberian pakan buatan dengan formulasi pakan yang sesuai kebutuhan ikan bawal air tawar akan meningkatkan nilai efisiensi pakan (Watanabe, 1988). Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat dilakukan dengan penambahan enzim. Enzim adalah suatu biomolekul yang memiliki fungsi sebagai katalisator suatu reaksi. Ada dua jenis enzim yaitu enzim eksogenus dan enzim endogenus. (Dawood *et al.*, 2014). Enzim eksogenus berperan penting dalam pencernaan pakan pada ikan salah satu contohnya adalah enzim papain (Manush *et al.*, 2013). Enzim papain adalah enzim proteolitik yang diambil dari buah pepaya. Papain mampu memecah protein menjadi asam amino sehingga lebih mudah dicerna (Amri dan Mamboya, 2012).

Penelitian mengenai enzim papain yang sudah dilakukan antara lain pada ikan mas penambahan enzim papain 2% pada pakan buatan mampu memberikan nilai paling tinggi yaitu laju pertumbuhan 0,29±0,02 (g/hari) dan protein efisiensi rasio 2,24±0,02 % (Singh *et al.*, 2011). Menurut Khati *et al.* (2015), penambahan enzim papain sebesar 10 gr pada pakan buatan pada ikan rohu dapat menghasilkan nilai laju pertumbuhan spesifik 3,35%, rasio konversi pakan 2,05, dan protein efisiensi rasio 2,30% yang paling baik dibandingkan kontrol yaitu nilai laju pertumbuhan spesifik 2,83%, rasio konversi pakan 2,8, dan protein efisiensi rasio 0,55%.

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. Selama beberapa tahun ini probiotik digunakan untuk meningkatkan kualitas air, mencegah perkembangan pathogen dan meningkatkan pertumbuhan ikan (Padmavathi *et al.*, 2012). Penelitian Mohamed *et al.* (2013), terhadap ikan nila selama pemeliharaan 30 hari dengan bobot awal 5,79–6,31±0,52 g menunjukkan bahwa perlakuan tertinggi dengan menggunakan probiotik 0,06 g/m³/minggu pada media pemeliharaan menghasilkan kelulushidupan 98,7 % dibandingkan kontrol yang hanya 97,33 %. Bobot yang dihasilkan juga lebih tinggi sebesar 9,03±0,01 g dibandingkan kontrol yang hanya 8,03±0,01 g.

Penelitian pemberian enzim pada pakan buatan dan probiotik pada media pemeliharaan dilakukan dikarenakan, penggunaan enzim papain pada pakan buatan diharapkan akan membantu mencerna faktor anti nutrisi dalam pakan yang berasal dari bahan-bahan nabati menjadi protein yang sederhana sehingga dapat diserap ikan dan membantu pertumbuhan ikan (Khati *et al.*, 2015). Penggunaan probiotik pada media pemeliharaan diharapkan akan membantu memperbaiki kualitas air dengan cara menurunkan akumulasi kandungan organik selama pemeliharaan ikan (Cruz *et al.*, 2012). Jadi pertumbuhan ikan bawal air tawar akan meningkat dikarenakan bantuan enzim papain pada pakan yang menyebabkan pakan lebih mudah dicerna dan juga probiotik pada media pemeliharaan yang dapat menjaga kualitas air menjadi lebih baik sehingga ikan tidak mudah mengalami stres dan konsumsi pakan tetap terjaga.

Tujuan Penelitian ini adalah mengetahui interaksi dan perlakuan terbaik kombinasi pemberian enzim papain pada pakan buatan dengan probiotik pada media pemeliharaan terhadap efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan dan kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*).



MATERI METODE

Materi

Ikan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) memiliki bobot dengan rata-rata $2,45 \pm 0,08$ g. 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 %, BETN 39,04 dan kadar air 0 %. Pakan kemudian ditambahkan enzim papain pakan A₁ (0,25 g/kg pakan), pakan A₂ (0,5 g/kg pakan) dan pakan A₃ (0,75 g/kg pakan). Penentuan dosis enzim papain memodifikasi dari Yamin (2016), dengan dosis terbaik adalah sebesar 0,50 g/kg enzim menggunakan ikan bawal air tawar dengan panjang 3-4 cm dan bobot rata-rata 1 g. Enzim papain yang digunakan pada penelitian ini adalah enzim papain yang diperoleh dari Balai Besar Perikanan Air Payau, Jepara yang berbentuk serbuk dengan merk newzime. Kandungan bahannya adalah Protease 0,16 mu/g, Lipase 2,40 mu/g dan Amilase 0,73 mu/g.

Enzim disiapkan dengan menghomogenkan 1 *sachet* enzim (5 g) dengan air sebanyak 1 L untuk dosis enzim 0.25g/Kg, 2 *sachet* untuk dosis 0.5 g/Kg dan 3 *sachet* untuk dosis 0.75 g/Kg (Arafat *et al.*, 2015). Pengadukan enzim dan air menggunakan *blender* hingga homogen, kemudian disemprotkan pada pakan menggunakan *sprayer* dan diaduk hingga rata dan kering anginkan selama 5 menit. Sebelum diberikan ke ikan, pakan yang telah dicampurkan oleh enzim papain dikeringkan dengan cara diangin-anginkan pada suhu ruang selama 15 menit. Pemberian pakan pada ikan bawal air tawar dilakukan secara *at satiation* dengan frekuensi pemberian pakan sebanyak 2 kali yaitu pada siang dan sore hari (08.00 dan 16.00 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 kedalam bak pemeliharaan. Probiotik B₁ ditambahkan pada media pemeliharaan dengan dosis pemberian 1 mL probiotik untuk 1 L air. Probiotik B₂ pemberian 2 ml probiotik untuk 1 L air. Penentuan dosis probiotik memodifikasi dari Beauty *et al.* (2014), dengan dosis terbaik 1 mL/L menggunakan benih mas koki tossa dengan bobot 2-4 g/ekor. 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 bawal air tawar, 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 3x2x3). Faktor pertama adalah dengan pemberian enzim papain dosis 0,25 g/kg pakan (A₁), dosis 0,50 g/kg pakan (A₂) dan dosis 0,75 g/kg pakan (A₃) sedangkan faktor kedua adalah pemberian probiotik dosis 1 mL/L (B₁) dan dosis 2 mL/L (B₂). Masing-masing perlakuan diulang tiga kali. Wadah untuk setiap ulangan ditempatkan secara acak (*random*). Perlakuan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Perlakuan A₁B₁ : Pakan uji 0,25 g/kg enzim papain dan 1 mL/L probiotik

Perlakuan A₁B₂ : Pakan uji 0,25 g/kg enzim papain dan 2 mL/L probiotik

Perlakuan A₂B₁ : Pakan uji 0,50 g/kg enzim papain dan 1 mL/L probiotik

Perlakuan A₂B₂ : Pakan uji 0,50 g/kg enzim papain dan 2 mL/L probiotik

Perlakuan A₃B₁ : Pakan uji 0,75 g/kg enzim papain dan 1 mL/L probiotik

Perlakuan A₃B₂ : Pakan uji 0,75 g/kg enzim papain dan 2 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. Efisiensi pemanfaatan pakan

Perhitungan nilai efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) dihitung dengan menggunakan rumus Tacon (1987), sebagai berikut :

$$EPP = \frac{Wt - Wo}{F} \times 100\%$$



Keterangan :

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

b. 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)
- Wt = Bobot total ikan pada akhir pemeliharaan (g)
- Wo = Bobot total ikan pada awal pemeliharaan (g)
- t = Waktu pemeliharaan (hari)

c. Kelulushidupan

Menurut Effendi (1997), *Survival Rate* (SR) merupakan prosentase kelulushidupan ikan yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan :

- SR = Tingkat kelulushidupan ikan (%)
- Nt = Jumlah ikan pada akhir penelitian (ekor)
- N0 = Jumlah ikan pada awal penelitian (ekor)

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 kelulushidupan (SR) yang didapatkan kemudian dianalisis menggunakan analisis ragam 2 faktor (*TWO-WAY ANOVA*) menggunakan aplikasi spss versi 20.0 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 enzim papain pada pakan buatan dan probiotik pada media pemeliharaan terhadap nilai efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), laju pertumbuhan relatif (RGR), dan kelulushidupan (SR) tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Rata-Rata EPP, RGR dan SR pada Ikan Bawal Air Tawar (*C.macropomum*) Selama Penelitian.

Perlakuan		EPP	RGR	SR
Papain	Probiotik			
A ₁	B ₁	77,40±3,93	7,42±0,29	91,67±2,89
	B ₂	60,30±2,84	5,55±0,23	93,33±2,89
A ₂	B ₁	59,81±0,20	4,94 ±0,26	90,00±0,00
	B ₂	71,84±4,18	6,42±0,26	93,33±2,89
A ₃	B ₁	82,15±3,31	8,51±0,20	91,67±2,89
	B ₂	58,54±3,01	5,19±0,46	96,67±2,89



Hasil analisis ragam efisiensi pemanfaatan pakan, laju pertumbuhan relatif dan kelulushidupan pada ikan bawal air tawar tersaji pada Tabel 2-4.

Tabel 2. Analisis Ragam Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP) Ikan Bawal Air Tawar (*C. macropomum*) yang Diberi Enzim Papain dalam Pakan Buatan dan Probiotik dalam Media Pemeliharaan pada Dosis yang Berbeda

SK	JK	Db	KT	F	Sig.
<i>Corrected Model</i>	1555,844 ^a	5	311,169	41,776	,000
<i>Intercept</i>	84065,034	1	84065,034	11286,245	,000
PAPAIN	63,712	2	31,856	4,277	,040
PROBIOTIK	411,558	1	411,558	55,254	,000
PAPAIN * PROBIOTIK	1080,573	2	540,287	72,537	,000
Error	89,381	12	7,448		
Total	85710,259	18			
<i>Corrected Total</i>	1645,225	17			

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

Tabel 3. Analisis Ragam Laju Pertumbuhan Relatif (RGR) Ikan Bawal Air Tawar (*C. macropomum*) yang Diberi Enzim Papain dalam Pakan Buatan dan Probiotik dalam Media Pemeliharaan pada Dosis yang Berbeda

SK	JK	Db	KT	F	Sig.
<i>Corrected Model</i>	29,291 ^a	5	5,858	66,624	,000
<i>Intercept</i>	723,267	1	723,267	8225,697	,000
PAPAIN	4,303	2	2,152	24,470	,000
PROBIOTIK	6,894	1	6,894	78,410	,000
PAPAIN * PROBIOTIK	18,093	2	9,046	102,885	,000
Error	1,055	12	,088		
Total	753,613	18			
<i>Corrected Total</i>	30,346	17			

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

Tabel 4. Analisis Ragam Kelulushidupan (SR) Ikan Bawal Air Tawar (*C. macropomum*) yang Diberi Enzim Papain dalam Pakan Buatan dan Probiotik dalam Media Pemeliharaan pada Dosis yang Berbeda

Source	JK	Db	KT	F	Sig.
<i>Corrected Model</i>	77,778 ^a	5	15,556	2,240	,117
<i>Intercept</i>	154938,889	1	154938,889	22311,200	,000
PAPAIN	19,444	2	9,722	1,400	,284
PROBIOTIK	50,000	1	50,000	7,200	,020
PAPAIN * PROBIOTIK	8,333	2	4,167	,600	,564
Error	83,333	12	6,944		
Total	155100,000	18			
<i>Corrected Total</i>	161,111	17			

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

Berdasarkan Tabel 2-4 Hasil analisis ragam data pada ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) dengan menggunakan spss versi 20.0 menunjukkan bahwa interaksi antara penambahan enzim papain pada pakan buatan dan probiotik pada media pemeliharaan berpengaruh nyata terhadap EPP dan RGR ikan bawal air tawar (Sig < 0,05) dan juga kedua faktor (enzim dan probiotik) memiliki pengaruh nyata (Sig < 0,05) terhadap EPP dan SGR ikan bawal air tawar. Namun tidak ada interaksi antara penambahan enzim papain pada pakan buatan dan probiotik pada media pemeliharaan terhadap SR ikan bawal air tawar (Sig > 0,05) dan juga hanya satu faktor yaitu probiotik yang memiliki pengaruh nyata (Sig < 0,05) terhadap SR ikan bawal air tawar.

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 adanya perbedaan signifikan antar perlakuan. Hasil yang didapatkan dari uji wilayah ganda duncan pada efisiensi pemanfaatan pakan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) menunjukkan bahwa perlakuan A₃B₁ tidak berbeda nyata dengan perlakuan A₁B₁ (P>0,05), tetapi berbeda sangat nyata dengan perlakuan A₂B₂, A₁B₂, A₂B₁ dan A₃B₂



($P < 0,01$). Perlakuan A_1B_1 berbeda nyata dengan perlakuan A_2B_2 ($P < 0,05$) dan berbeda sangat nyata dengan perlakuan A_1B_2 , A_2B_1 dan A_3B_2 ($P < 0,01$). Perlakuan A_2B_2 berbeda sangat nyata dengan A_1B_2 , A_2B_1 dan A_3B_2 ($P < 0,01$). Perlakuan A_1B_2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan A_2B_1 dan A_3B_2 ($P > 0,05$). Perlakuan A_2B_1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan A_3B_2 ($P > 0,05$).

Hasil yang didapatkan dari uji wilayah ganda duncan pada laju pertumbuhan relatif ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) menunjukkan bahwa perlakuan A_3B_1 berbeda sangat nyata dengan perlakuan A_1B_1 , A_2B_2 , A_1B_2 , A_3B_2 , dan A_2B_1 ($P < 0,01$). Perlakuan A_1B_1 berbeda sangat nyata dengan perlakuan A_2B_2 , A_1B_2 , A_3B_2 dan A_2B_1 ($P < 0,01$). Perlakuan A_2B_2 berbeda sangat nyata dengan A_1B_2 , A_3B_2 dan A_2B_1 ($P < 0,01$). Perlakuan A_1B_2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan A_3B_2 ($P > 0,05$) dan berbeda nyata dengan A_2B_1 ($P < 0,05$). Perlakuan A_3B_2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan A_2B_1 ($P > 0,05$).

Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa rata-rata efisiensi pemanfaatan pakan dan laju pertumbuhan relatif terbaik pada ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) adalah perlakuan A_3B_1 dengan dosis enzim papain 0.75 g/kg pakan buatan dan probiotik sebesar 1 mL/L. Hasil ini menunjukkan bahwa sesuai pengujian statistik, penambahan kombinasi enzim papain pada pakan buatan dan probiotik pada media pemeliharaan menunjukkan hasil yang signifikan terhadap efisiensi pemanfaatan pakan dan laju pertumbuhan relatif.

Hasil pengukuran parameter kualitas air pada media ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) selama pemeliharaan tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air pada Media Pemeliharaan Ikan Bawal Air Tawar (*C. macropomum*) Selama Penelitian.

Perlakuan	Kisaran Nilai Parameter Kualitas Air			
	Suhu ($^{\circ}$ C)	pH	DO (mg/L)	NH ₃ (mg/L)
A_1B_1	25-28	6,5-7	3-3,8	0,012-0,037
A_1B_2	25-28	6,5-7	3-3,8	0,011-0,028
A_2B_1	25-28	6,5-7	3-3,8	0,014-0,036
A_2B_2	25-28	6,5-7	3-3,8	0,012-0,029
A_3B_1	25-28	6,5-7	3-3,8	0,013-0,036
A_3B_2	25-28	6,5-7	3-3,8	0,011-0,029
Pustaka (Kelayakan)	25 – 32 ^a	6,5-8,5 ^a	$\geq 3^a$	$< 1^b$

Keterangan: ^a: SNI 7550:2009, ^b: Robinette (1976).

Hasil pengukuran parameter kualitas air menunjukkan bahwa kualitas air masih berada berada kisaran pustaka untuk budidaya ikan bawal air tawar (*C. macropomum*).

PEMBAHASAN

Pemanfaatan pakan buatan pada ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) yang diamati yaitu efisiensi pemanfaatan pakan dan protein efisiensi rasio. Pakan uji yang digunakan antar perlakuan dalam penelitian ini memiliki kandungan protein yang sama yaitu 30%, Kandungan nutrisi yang terkandung dalam pakan uji, selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Analisa Proksimat Kandungan Pakan Uji (Bobot Kering)*

Kode	Air	Protein	BETN	Lemak	SK	Abu	Total (%)
Tanpa enzim	0,0	30,05	39,04	6,31	7,00	6,43	100,00
A_1	0,0	30,40	38,87	8,72	5,45	6,07	100,00
A_2	0,0	30,58	38,44	8,32	5,70	5,50	100,00
A_3	0,0	30,45	37,63	8,31	5,51	6,11	100,00

Keterangan :

* : Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang (2017).

Berdasarkan Tabel 6 diatas menunjukkan bahwa penambahan enzim tidak begitu mempengaruhi kandungan nutrisi dalam pakan. pemberian enzim menurunkan nilai serat kasar dan BETN, namun meningkatkan lemak, abu dan protein. Akan tetapi kenaikan protein belum dinyatakan signifikan karena belum mencapai 5% atau lebih. Hal ini sesuai dengan pernyataan Singh *et al.* (2011), bahwa enzim dapat mengubah bahan kompleks pakan menjadi komponen yang mudah dicerna. Terutama bahan-bahan yang berasal dari tanaman atau bahan nabati.



Bahwa perlakuan A₁B₂ 60,30%, perlakuan A₂B₁ 59,81% dan perlakuan A₃B₂ 58,54% menghasilkan nilai terendah. Hal ini diduga disebabkan karena interaksi antara enzim dan probiotik bersifat antagonis sehingga tidak mampu memaksimalkan EPP. Sedangkan perlakuan A₃B₁ 82,15 %, perlakuan A₁B₁ 77,40% dan perlakuan A₂B₂ 71,84% menghasilkan nilai tertinggi. Hal ini diduga disebabkan karena interaksi antara enzim dan probiotik bersifat sinergis sehingga mampu memaksimalkan EPP. Namun nilai EPP pada setiap perlakuan dalam penelitian ini dinyatakan cukup baik karena memiliki nilai diatas 50%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Arief *et al.* (2014) bahwa pakan dapat dikatakan baik bila nilai efisiensi pakan lebih dari 50% atau bahkan mendekati 100%. Hasil bahwa enzim dapat meningkatkan EPP juga diperoleh pada penelitian Fadli *et al.* (2013); Maulidin *et al.* (2016) dan Rachmawati *et al.* (2016).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pakan dapat dikonsumsi dengan baik oleh ikan bawal air tawar karena nilai efisiensi pemanfaatan pakan yang tinggi, sehingga pakan dapat dicerna untuk pertumbuhan. Faktor lain yang mempengaruhi kecernaan pakan adalah perbedaan jenis ikan, spesies, lingkungan dan stadia ikan dapat menghasilkan hasil yang berbeda terhadap efisiensi pemanfaatan pakan. Lucas dan Southgate (2012), menyatakan bahwa beberapa faktor yang mempengaruhi nutrisi untuk pertumbuhan maksimum adalah ukuran, stadia, *feeding rate* dan faktor lain ukuran ikan.

Hasil EPP yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi daripada penelitian Maulidin *et al.* (2016), dimana dia menggunakan papain dengan dosis berbeda pada pakan untuk ikan gabus. Nilai tertinggi pada dosis 3,0 % sebesar 51,67±2,60 dan juga kontrol yang hanya menghasilkan nilai sebesar 41,96±2,53.

Pertumbuhan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) yang diamati dalam penelitian ini adalah laju pertumbuhan relatif (RGR). Berdasarkan hasil penelitian laju pertumbuhan relatif ikan bawal air tawar menghasilkan nilai tertinggi pada perlakuan A₃B₁ dengan penambahan enzim papain sebanyak 0,75 g/kg pada pakan dan probiotik 1 mL/L pada media pemeliharaan sebesar 8,51±0,20 %/hari. Perlakuan A₃B₁ juga memiliki nilai EPP yang paling tinggi, hal ini menunjukkan bahwa nilai RGR berbanding lurus dengan nilai EPP. Sehingga nilai EPP yang semakin tinggi akan diikuti nilai RGR yang semakin tinggi juga. Hal ini sesuai dengan pernyataan Huet (1970), nilai EPP yang tinggi berkaitan dengan laju pertumbuhan yang tinggi. Nilai EPP yang tinggi menunjukkan bahwa sedikit zat makanan yang dirombak untuk memenuhi kebutuhan energi dan selebihnya untuk pertumbuhan. Hal serupa juga terjadi pada penelitian Muchlisin *et al.* (2016), Singh *et al.* (2011) dan Khati *et al.* (2015).

Menunjukkan bahwa perlakuan A₁B₂ 5,55%, perlakuan A₃B₂ 5,19% dan perlakuan A₂B₁ 4,94% menghasilkan nilai terendah. Hal ini diduga disebabkan karena interaksi antara enzim dan probiotik bersifat antagonis sehingga tidak mampu memaksimalkan RGR. Sedangkan perlakuan A₃B₁ 8,51 %, perlakuan A₁B₁ 7,42% dan perlakuan A₂B₂ 6,42%, menghasilkan nilai tertinggi. Hal ini diduga disebabkan karena interaksi antara enzim dan probiotik bersifat sinergis sehingga mampu memaksimalkan RGR. Hasil RGR pada penelitian ini lebih tinggi dari hasil penelitian dari Setijaningsih *et al.* (2011), pertumbuhan tertinggi laju pertumbuhan spesifik ikan nila 1,99±0,57%/hari, dan SGR ikan nila BEST sebesar 3,28±0,37%/hari dengan pemberian probiotik 1 mL/100L dengan frekuensi pemberian probiotik setiap tiga hari sekali. Selain itu lebih tinggi dari penelitian Maulidin *et al.* (2016), laju pertumbuhan spesifik sebesar 2,42 % perhari pada dosis enzim papain yang terbaik untuk ikan gabus sebesar 3,0%/kg pakan.

Penambahan enzim papain pada pakan buatan prinsipnya bertujuan meningkatkan kecernaan pakan dan meningkatkan kualitas pakan melalui penambahan enzim eksogenus pada pencernaan ikan sehingga ikan dapat mencerna pakan secara efisien. Hal tersebut diperkuat oleh beberapa referensi yang menyatakan bahwa penambahan enzim eksogenus dalam pakan dapat menonaktifkan faktor anti-nutrisi pada pakan, mencegah kehilangan nutrisi pada pakan, meningkatkan pemanfaatan pakan, meningkatkan kecernaan nutrisi pakan, meningkatkan nilai nutrisi pada pakan khususnya pada pakan buatan yang menggunakan tumbuhan sebagai sumber protein (protein nabati) dan mengurangi pencemaran lingkungan oleh limbah N (Singh *et al.* 2011; Dawood *et al.* 2014; Khati *et al.* 2015).

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa faktor yang mendominasi pada EPP dan RGR adalah probiotik, sedangkan enzim papain hanya berperan sedikit. Hal ini dibuktikan dengan nilai F Probiotik yang lebih tinggi daripada nilai F enzim papain. hal ini diduga karena probiotik mampu masuk ke dalam pencernaan ikan, kemudian dapat membantu dalam mencerna pakan pada ikan. Hal ini dikarenakan probiotik mengandung bakteri jenis *bacillus* yang dapat memproduksi enzim eksogenus sehingga membantu ikan dalam mencerna makanan. Sehingga efisiensi pemanfaatan pakan terutama rasio efisiensi proteinnya menjadi baik. Hal ini diperkuat juga oleh Bidhan *et al.* (2013), bahwa *Bacillus subtilis* dapat mensekresi enzim amilase, tripsin, protease dan lipase. Amilase dan lipase adalah enzim yang berperan dalam pencernaan karbohidrat dan lemak sehingga dapat meningkatkan pencernaan nutrisi pada ikan. Hal ini diperkuat juga oleh Ibrahim *et al.* (2015), keuntungan utama dari probiotik adalah dapat mempercepat pertumbuhan. Banyak spekulasi tentang efek positif yang dihasilkan probiotik seperti meningkatkan nafsu makan dan kemampuan pencernaan. Probiotik dapat berkoloni pada saluran *gastrointestinal* selama jangka waktu yang lama. Faktor yang mempengaruhi proses



kolonisasi adalah suhu tubuh, ketahanan genetik spesies, level enzim dan kualitas air. Probiotik dapat meningkatkan kemampuan menyerap pakan secara efisien. Beberapa penelitian membuktikan bahwa probiotik mempunyai kemampuan untuk menyusun proteases, amilase, lipase, vitamin, asam lemak dan asam amino sebagai kofaktor pada proses pencernaan yang dapat menyebabkan peningkatan laju pertumbuhan.

Probiotik pada media pemeliharaan juga memiliki efek tidak langsung terhadap efisiensi pemanfaatan pakan ikan bawal air tawar. Probiotik berperan dalam menjaga kualitas air sehingga ikan dapat hidup dengan nyaman dan dapat memanfaatkan pakan dengan baik. Probiotik juga menjaga kesehatan ikan tetap terjaga sehingga ikan tidak mudah sakit. Ikan yang sehat akan memanfaatkan pakan yang diberikan secara optimal dan dapat tumbuh dengan baik. Hal ini diperkuat oleh Tuan *et al.* (2013), pemberian probiotik pada media pemeliharaan akan lebih efektif dikarenakan ikan sebagai hewan air yang selalu melakukan kontak dengan lingkungannya. Bakteri probiotik seperti *Bacillus* sp. dapat meningkatkan kualitas air dan mengurangi patogenitas sehingga meningkatkan kelulushidupan, pertumbuhan dan juga kesehatan ikan. Hal ini diperkuat juga oleh Buruiana *et al.* (2014), pemberian probiotik pada media dapat memberikan keuntungan seperti meningkatnya kualitas air, efisiensi pemanfaatan pakan, sistem imun dan kekebalan penyakit. Hal ini diperkuat oleh Tuan *et al.* (2013), bahwa probiotik memiliki efek langsung pada kolam pemeliharaan yaitu meningkatkan kualitas air dan kelulushidupan meningkat sehingga pertumbuhan tidak terganggu.

Penggunaan probiotik pada media harus diperhatikan mengenai perannya maupun jenisnya. Probiotik yang salah justru akan menyebabkan serangan pada ikan. Efektivitas probiotik juga tergantung dari berbagai faktor seperti: spesies, suhu dan sebagainya. Hal ini diperkuat oleh Tuan *et al.* (2013), bahwa seleksi dan sumber probiotik memiliki peran penting. Khususnya untuk optimalisasi penerapan probiotik sehingga menghindari hal-hal yang tidak diinginkan. Mutasi probiotik juga dimungkinkan terjadi pada saat berada di media pemeliharaan. Penggunaan yang kurang tepat akan menyebabkan dominasi probiotik yang justru akan menjadi penyakit dan membahayakan ikan apalagi bila kondisi ikan stress dan kesehatan yang sedang menurun. Faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas probiotik yaitu spesies hydrobiont, suhu tubuh, level enzim, kekebalan genetik ikan dan kualitas air.

Dosis enzim yang kurang tepat akan menghambat pertumbuhan. Kelebihan atau kekurangan justru akan menimbulkan masalah sehingga menghambat pertumbuhan ikan. Hal ini diperkuat oleh Kazerani dan Shamsavani (2011), viskositas pencernaan akan meningkat apabila kuantitas enzim terlalu rendah. Daya cerna dan penyerapan nutrisi pakan akan terhambat karena viskositas pencernaan non-pati polisakarida yang berasal dari karbohidrat yang tidak larut. Pembebasan galaktosa dan xilosa dari polisakarida non-pati berasal dari penggunaan enzim tambahan. Sedangkan Kelebihan dosis enzim akan berakibat membebaskan monosakarida secara berlebihan, sehingga terjadi hiperglikemia. Hiperglikemia dapat menghambat pertumbuhan. Menurut Putri (2013), hiperglikemia adalah kondisi kadar gula yang tinggi. hiperglikemia dapat melemahkan sekresi insulin dan menambah berat retensi insulin.

Nilai perbandingan antara jumlah organisme saat akhir pemeliharaan dengan jumlah awal saat penebaran dan dinyatakan dalam bentuk persen disebut dengan kelulushidupan. Semakin besar jumlah ikan yang hidup di akhir maka semakin besar juga nilai kelulushidupannya. Kelulushidupan merupakan parameter keberhasilan suatu kegiatan budidaya. Parameter ini digunakan untuk mengukur seberapa jauh kemampuan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) untuk bertahan hidup.

Perhitungan nilai kelulushidupan menunjukkan hasil pada tiap perlakuan yaitu: (A₁B₁ 91,67±2,89%; A₁B₂ 93,33±2,89%; A₂B₁ 90,00±0,00%; A₂B₂ 93,33±2,89%, A₃B₁ 91,67±2,89 dan A₃B₂ 96,67±2,89). Tidak ada pengaruh nyata dari enzim pada kelulushidupan, hal ini serupa dengan penelitian Kematian ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) diduga karena stres selama penelitian Rachmawati *et al.* (2016) dan Maulidin *et al.* (2016). Nilai kelulushidupan dalam penelitian ini dapat dikatakan cukup tinggi. Tingginya kelulushidupan pada budidaya menunjukkan kualitas dan kuantitas pakan yang diberikan sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan pokok (Suprayudi *et al.* 2012).

Berdasarkan hasil analisis ragam didapatkan bahwa hanya probiotik saja yang mempengaruhi SR. Hal ini diduga karena faktor probiotik berperan terhadap kualitas air. Kualitas air yang baik akan menghasilkan SR yang baik juga. Sedangkan faktor enzim tidak berpengaruh karena enzim diberikan pada pakan buatan yang tentunya tidak akan mempengaruhi kelulushidupan. Pemberian probiotik pada media pemeliharaan sangat berpengaruh terhadap kelulushidupan ikan. Probiotik memberikan ketahanan tubuh pada ikan dan juga menjaga kualitas air. Sehingga ikan dapat bertahan hidup sampai akhir penelitian. Seperti yang dinyatakan dalam penelitian Beauty *et al.* (2012), tingkat kelangsungan hidup pada ikan mas koki yang tinggi dihasilkan dari pemberian dosis bakteri probiotik sebanyak 0,5 – 1 mL/L sebesar 73,89 – 80,56%. Sedangkan perlakuan tanpa probiotik menghasilkan kelulushidupan yang rendah sebesar 49,44-53,33%. Hal ini terjadi karena penambahan mikroorganisme probiotik terbukti berperan untuk meningkatkan kelangsungan hidup benih ikan mas koki, sehingga peranan probiotik pada penelitian ini diduga sebagai agen bioremediasi yang mampu mempertahankan kualitas air yang dapat mendukung kelangsungan hidup dan pertumbuhan.



Menurut Kelaborah dan Subariah (2012), kelangsungan hidup ikan bawal air tawar dipengaruhi secara langsung oleh kualitas air. Kualitas air yang memenuhi syarat dapat membuat pertumbuhan dan kelangsungan ikan menjadi baik, kualitas air yang baik pada pemeliharaan memberikan kelangsungan hidup menjadi baik bagi ikan. Aquarista *et al.* (2012) mengatakan air merupakan media hidup organisme akuatik, sehingga kualitas air sangat menentukan pertumbuhan dan kelangsungan hidup organisme tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Penambahan enzim papain pada pakan buatan dan probiotik pada media pemeliharaan memberikan interaksi ($\text{Sig} < 0,05$) terhadap efisiensi pemanfaatan pakan dan laju pertumbuhan relatif.
2. Kombinasi dosis terbaik yang dapat membantu pertumbuhan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) adalah sebesar 0,75 g/kg enzim papain dalam pakan buatan dan 1 mL/L probiotik dalam media pemeliharaan yang mampu menghasilkan laju pertumbuhan relatif dan efisiensi pemanfaatan pakan optimal sebesar 82,15 % (EPP) dan 8,51%/hari (RGR).

Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah Penambahan kombinasi enzim papain sebesar 0,75 g/kg pada pakan buatan dan probiotik 1 mL/L pada media pemeliharaan dapat digunakan pada budidaya ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) untuk meningkatkan EPP dan RGR 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

- Amri, E. dan F. Mamboya. 2012. Papain, a Plant Enzyme of Biological Importance: A Review. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology.*, 8(2):99-104.
- Arafat, M. Y., N. Abdulgani dan R. D. Devianto. 2015. Pengaruh Penambahan Enzim pada Pakan Ikan terhadap Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Sains dan Seni Its.* 4 (1) : 21 – 25.
- Arief, M., N. Fitriani dan S. Subekti. 2014. Pengaruh Pemberian Probiotik Berbeda pada Pakan Komersial terhadap Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias sp.*). *J. Ilmiah Perikanan dan Kelautan.*, 6(1):49-53.
- Aquarista, F., Iskandar dan U. Subhan. 2012. Pemberian Probiotik dengan Carrier Zeolit pada Pembesaran Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan.*, 3(4):133-140.
- Beauty, G., A. Yustiati dan R. Grandiosa. 2012. Pengaruh Dosis Mikroorganisme Probiotik pada Media Pemeliharaan terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Mas Koki (*Carassius auratus*) dengan Padat Penebaran Berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan.*, 3(2): 1-6.
- Bidhan, C.De., D.K. Meena, B.K. Behera, P.Das, P.K.D. Mohapatra dan A.P. Sharma. 2013. Probiotics in Fish and Shellfish Culture: Immunomodulatory and Ecophysiological Responses. *J. Fish Physiol Biochem.*, 1-51.
- Buruiana, C.T., A.G. Profir dan C. Vizireanu. 2014. Effects of Probiotic Bacillus Species in Aquaculture – An Overview. *Food Technology.*, 38(2):9-17.
- Cruz, P. M., A.L. Ibanez, O.A.M. Hermosillo dan H.C.R. Saad. 2012. Use of Probiotics in Aquaculture. *International Scholarly Research Network.*, 1-13.
- Dawood, M.A.O., A.E. Dakar, M. Mohsen, E. Abdelraouf, S. Koshio, M. Ishikawa and S. Yokoyama. 2014. Effects of Using Exogenous Digestive Enzymes or Natural Enhancer Mixture on Growth, Feed Utilization, and Body Composition of Rabbitfish, *Siganus rivulatus*. *J. Agri. Sci. & Tech.* 8 (4) : 180 – 187.
- Effendie, M.I. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta, 163 Hlm.
- Fadli, J., Sunaryo dan A. Djunaedi. 2013. Pemberian Enzim Papain pada Pakan Komersil terhadap Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscogutatus*). *Journal of Marine Research.*, 2(3):50-57.
- Huet, M. 1970. *Textbook of Fish Culture*. Fishing News (Book Ltd.), London.
- Ibrahim, M.D. 2015. Evolution of Probiotics in Aquatic World: Potential Effects, the Current Status in Egypt and Recent Prospectives. *Journal of Advanced Research.*, 6:765-791.
- Kazerani, H.R. and Shahsavani. 2011. The Effect of Supplementation of Feed with Exogenous Enzymes on the Growth of Common Carp (*Cyprinus carpio*). *Iranian Journal of Veterinary Research.*, 12 (2): 127-137.



- Kelabora, D.M. dan Sabariah. 2010. Tingkat Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Larva Ikan Bawal Air Tawar (*Collosoma* sp.) dengan Laju Debit Air Berbeda pada Sistem Resirkulasi. *Jurnal Akuakultur Indonesia.*, 9(1):56-60.
- Khatai, A., M. Danish, K.S. Mehta and N.N. Pandey. 2015. Estimation of Growth Parameters in Fingerlings of *Labeo rohita* Fed with Exogenous Nutrizyme in Tarai Region of Uttarakhand, India. *African Journal of Agricultural Research.*, 10(30):3000-3007.
- Lucas, J.S. dan P.C. Southgate. 2012. *Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants* Second Edition. A John Wiley & Sons, Ltd, Publication. United Kingdom., 645 hlm.
- Manush, S.M., P.P. Srivastava, M.P.S. Kohli, K. K. Jain, S. Ayyappan dan S. Y. Metar. 2013. Combined Effect of Papain and Vitamin-C Levels on Growth Performance of Freshwater Giant Prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.*, 13:479-486.
- Maulidin, R., Z.A. Muchlisin, A.A. Muhammadar. 2016. Pertumbuhan dan Pemanfaatan Pakan Ikan Gabus (*Channa striata*) pada Konsentrasi Enzim Papain yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah.*, 1(3):280-290.
- Muchlisin, Z. A., F. Afrido, T. Murda, N. Fadli, A. A. Muhammadar, Z. Jalil dan C. Yulvizar. 2016. The Effectiveness of Experimental Diet with Varying Levels of Papain on The Growth Performance, Survival Rate and Feed Utilization of Keureling Fish (*Tor tambra*). *Journal of Biology & Biology Education.*, 8(2):172-177.
- Mohamed, A.H., R.F.M. Tralfalgar dan A.E. Serrano Jr. 2013. Assessment of Probiotic Application on Natural Food, Water Quality and Growth Performance of Saline Tilapia *Oreochromis mossmbicus* L. Cultured in Concrete Tanks. *Fisheries and Aquaculture Journal.*, 75:1-8.
- Padmavathi, P., K. Sunitha dan K. Veeraiah. 2012. Efficacy of Probiotics in Improving Water Quality and Bacterial Flora in Fish Ponds. *African Journal of Microbiology Research.*, 6(49): 7471-7478.
- Putri, A. A. 2013. Pengaruh Maserat Lidah Buaya (*Aloe vera*) Terhadap Kadar Gula Darah Mencit (*Mus musculus* L.) Jantan Hiperglikemi dengan Induksi Aloksan. [Skripsi]. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung. 69 hlm.
- Rachmawati, D., J. Hutabarat dan I. Samidjan. 2016. Aplikasi Enzim Papain dalam Pakan Buatan sebagai Pemacu Pertumbuhan Upaya Percepatan Produksi Lele Sangkurian di Kawasan Kampung Lele Desa Wonosari. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan.*, 285-289.
- Robinette, H.R. 1976. Effect of Sublethlm Level of Ammonia on The Growth of ChannelCatfish (*Ictalurus punctatus* R.) Frog. *Fish Culture*, 38 (1) : 26-29 p.
- Setijaningsih, L., N. Nafiqoh dan E. Nugroho. 2011. Pengaruh Pemberian Probiotik pada Pemeliharaan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur.* 745 – 752 hlm.
- Singh, P., S. Maqsood, M. H. Samoon, V. Phulia, M. Danish dan S. Chalal. Exogenous Supplementation of Papain as Growth Promoter in of Fingerlings of *Cyprinus carpio*. *International Aquatic Research.*, 3:1-9.
- SNI. 2009. *Produksi Ikan Nila (Oreochromis niloticus) Bleeker* Kelas Pembesaran di Kolam Air Tenang. 01-7550-2009.
- 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. E. J. 1987. *The Nutrition and Feeding Formed Fish and Shrimp. a Training Manual Food and Agriculture of United Nation Brazilling* , Brazil. 108 p.
- Takeuchi, T. 1988. Laboratory Work Chemical Evaluation of Dietary Nutrient, p. 179 – 232. In: T. Watanabe (ed): *Fish Nutrition and Mariculture*. Kanagawa Fisheris Training Center, Japan Internasional Cooperation Agency, Tokyo.
- Tuan, T.N., P.M. Duc dan K. Hatai. 2013. Review Article: Overview of The Use of Probiotics in Aquaculture. *International Journal of Research n Fisheries and Aquaculture.*, 3(3):89-97.
- Utami, I.K., K. Haetami dan Rosidah. 2012. Pengaruh Penggunaan Tepung Daun Turi Hasil Fermentasi Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan Benih Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum* Cuvier). *J. Perikanan dan Kelautan.* ISSN : 2088 – 3137. 3(4) : 91 – 100.
- Watanabe, T. 1988. *Fish Nutrition and Marine Culture*. JICA Texbook. The General of Aquaculture Course. Departemen of Aquatic. Biosciense. Tokyo. Pp. 238.
- Yamin, M. M. 2016. Pengaruh Enzim Papain dan Probiotik pada Pakan Buatan terhadap Efisiensi Pakan dan Pertumbuhan Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum* Cuvier). [Skripsi]. Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang. 117 hlm.