



PENGARUH PENGGUNAAN BROMELIN TERHADAP TINGKAT PEMANFAATAN PROTEIN PAKAN DAN PERTUMBUHAN LELE DUMBO (*Clarias gariepinus*)

*The Influence of Bromelain on Protein Utilization Rate and Growth of African Catfish (*Clarias gariepinus*)*

Nisrinah, Subandiyono*, Tita Elfitasari

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

ABSTRAK

Pertumbuhan lele dapat ditingkatkan apabila pemanfaatan protein pakan oleh ikan dapat lebih efisien. Bromelin merupakan enzim protease yang mampu menghidrolisis protein menjadi senyawa yang lebih sederhana agar lebih mudah untuk diserap dan selanjutnya dimanfaatkan menjadi protein tubuh. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh bromelin dalam pakan buatan terhadap pemanfaatan protein pakan dan pertumbuhan lele dumbo (*C. gariepinus*). Variabel yang dikaji meliputi nilai efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), protein efisiensi rasio (PER), laju pertumbuhan relatif (RGR), dan kelulushidupan (SR). Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan yaitu perlakuan A (tidak menggunakan bromelin), B (bromelin dosis 0,75%), C (bromelin dosis 1,5%), dan D (bromelin dosis 2,25%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian bromelin dalam pakan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai EPP, PER, dan RGR tetapi tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai SR. Berdasarkan hasil perlakuan A, B, C, dan D dapat disimpulkan bahwa penggunaan bromelin dalam pakan lele dumbo (*C. gariepinus*) menghasilkan nilai EPP, PER, dan RGR yang lebih baik daripada pakan yang tidak menggunakan bromelin.

Kata kunci: Bromelin, protein, hidrolisis, EPP, PER, pertumbuhan, lele dumbo, *Clarias*

ABSTRACT

The growth of catfish could be improved if the utilization of feed protein by fish can be more efficient. Bromelain is an enzyme of proteases that able to hydrolyze proteins into simpler compounds to be more easily absorbed and utilized of the proteins body. The purpose of the research was to observe the effects of bromelain on protein utility rate and growth of the African catfish (*C. gariepinus*). The variables measured were feeding efficiency (FE) value, protein efficiency ratio (PER), relative growth rate (RGR), and survival rate (SR). This research used completely randomized design (CRC) with 4 treatments and 3 replicates, i.e. treatment A (did not use bromelain), B (0.75% bromelain), C (1.5% bromelain), and D (2.25% bromelain). The results showed that the influence of the use of bromelain in feed on feeding efficiency (FE), PER, and RGR values were significant ($P < 0.05$) but no effect ($P > 0.05$) on survival rate. Based on the results of treatment A, B, C, and D, it can be concluded that the use of bromelain in feed for *C. gariepinus* produced better EPP, PER, and RGR values than the feed with no bromelain.

Keywords: Bromelain, protein, hydrolisis, FE, PER, growth, African catfish, *Clarias*

*corresponding author : S_subandiyono@yahoo.com



PENDAHULUAN

Menurut Mahyuddin (2008), lele merupakan salah satu komoditas unggulan dan merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang digemari masyarakat. Lele dumbo (*C. gariepinus*) adalah jenis lele yang paling banyak di budidayakan dan ditemui di pasaran. Sementara itu lele lokal (*C. batracus*) sudah jarang ditemukan karena pertumbuhannya sangat lambat dibanding lele dumbo.

Peningkatan produksi benih lele harus didukung dengan pakan yang baik. Pakan yang memenuhi gizi ikan dapat meningkatkan pertumbuhan ikan lele (Madinawati, 2011).

Nanas (*Ananas comasum*) merupakan salah satu jenis buah yang sangat dikenal dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Buah nanas selalu meninggalkan sisa limbah yang cukup banyak dalam industri pengolahan. Mengekstrak enzim bromelin yang terdapat di dalam limbah nanas merupakan salah satu alternatif pemanfaatan limbah nanas sehingga dapat memberikan nilai tambah bagi buah nanas dan juga dapat mengurangi masalah pencemaran limbah pada lingkungan (Sebayang, 2006).

Hasil penelitian Suhermiyati dan Setiyawati (2008) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan bromelin pada limbah ikan tongkol berpengaruh sangat nyata terhadap kadar protein murni limbah ikan tongkol. Penggunaan bromelin pada limbah ikan tongkol terbaik adalah berasal dari hati (bonggol) nanas.

Bromelin hati nanas paling aktif dalam mencerna kolagen yang banyak terkandung dalam kepala ikan dan kurang aktif dalam mencerna protein alat pencernaan. Penggunaan bromelin diharapkan dapat menjadi solusi dalam peningkatan efisiensi protein dalam pakan lele dumbo (*C. gariepinus*).

METODOLOGI PENELITIAN

Ikan Uji

Ikan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih lele dumbo (*C. gariepinus*) yang berasal dari Petani Lele Ambarawa dengan bobot rata-rata $2,86 \pm 0,05$ g/ekor dengan padat tebar adalah 1 ekor/liter (Sumpeno, 2005). Wadah pemeliharaan berupa ember bervolume 24 liter dan diisi 20 liter air.

Pakan Uji

Pakan uji yang digunakan adalah pakan berbentuk *crumble* dengan protein $\pm 30\%$ (Rabegnatar dan Hidayat, 1992). Pemberian pakan dilakukan secara *at satiation* pada pukul 08.00, 12.00, dan 16.00. Bromelin yang digunakan berasal dari nanas yang telah diambil sarinya terlebih dahulu (Putri, 2012).

Bahan baku pakan seperti tepung ikan, kedelai, jagung, dan dedak dihidrolisis dengan bromelin sesuai dosis selama 36 jam setelah itu dibuat menjadi pakan. Komposisi dan kandungan nutrisi pakan uji yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi dan Kandungan Nutrisi Pakan Uji yang Digunakan dalam Penelitian (% Bobot Kering)

Jenis Bahan Baku Penyusun Pakan	Komposisi (%)			
	A	B	C	D
Bromelin	0,00	0,75	1,50	2,25
Tepung ikan	39,00	39,00	39,00	39,00
Tepung kedelai	33,00	32,75	32,50	32,25
Tepung jagung	6,50	5,75	5,00	4,25
Tepung dedak	6,00	6,25	6,50	6,75
Tepung terigu	10,00	10,00	10,00	10,00
Minyak ikan	0,00	0,00	0,00	0,00
Minyak jagung	0,00	0,00	0,00	0,00
Vit Min Mix	4,00	4,00	4,00	4,00
CMC	1,50	1,50	1,50	1,50
Total	100	100	100	100
Hasil Analisis proksimat				
Protein (%)	30,55	30,44	30,33	30,22
Lemak (%)	10,65	10,59	10,54	10,48
BETN (%)	32,47	31,89	31,31	30,73
Total energi (kkal)*	274,36	272,07	269,78	267,49
Rasio E/P (kkal/g protein)	8,98	8,94	8,89	8,85

*) Berdasarkan perhitungan DE (*digestable energy*) dengan asumsi untuk protein = 3,5 kkal/g, lemak = 8,1 kkal/g, BETN = 2,5 kkal/g (Wilson, 1982).



Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro selama 40 hari. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 pengulangan. Rancangan perlakuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- A : Pakan yang tidak menggunakan bromelin;
- B : Pakan yang menggunakan bromelin dengan dosis 0,75%;
- C : Pakan yang menggunakan bromelin dengan dosis 1,5%; dan
- D : Pakan yang menggunakan bromelin dengan dosis 2,25%.

Variabel yang dikaji meliputi nilai efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), protein efisiensi rasio (PER), laju pertumbuhan relatif (RGR), kelulushidupan (SR), dan kualitas air.

Efisiensi Pemanfaatan Pakan

Menurut Zonneveld *et al.* (1991), perhitungan efisiensi pemanfaatan pakan sebagai berikut:

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

Keterangan:

- EPP = Efisiensi pemanfaatan pakan (%)
- W_t = Biomassa ikan uji pada akhir penelitian (g)
- W_0 = Biomassa ikan uji pada awal penelitian (g)
- F = Jumlah pakan ikan yang diberikan selama penelitian (g)

Protein Efisiensi Rasio

Perhitungan nilai protein efisiensi rasio menggunakan rumus Zonneveld *et al.* (1991):

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

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)

Laju Pertumbuhan Relatif

Menurut Takeuchi (1988), perhitungan laju pertumbuhan relatif menggunakan rumus:

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

Keterangan:

- RGR = Laju pertumbuhan relatif (%/hari)
- W_t = Biomassa ikan uji pada akhir penelitian (g)
- W_0 = Biomassa ikan uji pada awal penelitian (g)
- t = Lama penelitian (hari)

Kelulushidupan

Kelulushidupan (*Survival Rate*) dihitung menggunakan rumus (Effendie, 2002):

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

Keterangan:

- SR = Kelulushidupan (%)
- N_t = Jumlah ikan pada akhir penelitian (ekor)
- N_0 = Jumlah ikan pada awal penelitian (ekor)

Parameter Kualitas Air

Pengukuran kualitas air meliputi variabel oksigen terlarut (O_2), suhu air, pH, dan amonia. Pengukuran oksigen terlarut (O_2), suhu air, pH menggunakan *water quality checker* dan pengukuran amonia menggunakan *ammonia test kit*.

Analisis Data

Menurut Steel dan Torrie (1983), uji normalitas, uji homogenitas, dan uji additivitas dilakukan untuk memastikan data menyebar secara normal, homogen, dan bersifat aditif. Data dianalisis ragam (uji F) untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan terhadap peubah yang diamati pada taraf kepercayaan 95%.

Bila perlakuan berpengaruh nyata pada analisis ragam (ANOVA) maka selanjutnya dilanjutkan dengan uji wilayah ganda Duncan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), protein efisiensi rasio (PER), laju pertumbuhan relatif (RGR), dan kelulushidupan (SR) untuk masing-masing perlakuan selama penelitian tersaji pada Tabel 2.



Tabel 2. Nilai Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Protein Efisiensi Rasio, Laju Pertumbuhan Relatif, dan Kelulushidupan Lele Dumbo (*C. gariepinus*) Selama Penelitian

Variabel	Perlakuan	Ulangan			Rerata±SD
		1	2	3	
EPP (%)	A	55,55	52,99	57,00	54,15±2,48 ^a
	B	54,54	55,94	58,18	56,22±1,83 ^{ab}
	C	65,63	59,66	57,36	60,88±4,27 ^{bc}
	D	62,72	62,81	65,88	63,80±1,80 ^c
PER (%)	A	1,64	1,57	1,68	1,60±0,07 ^a
	B	1,64	1,68	1,75	1,69±0,06 ^{ab}
	C	1,89	1,72	1,66	1,76±0,12 ^{bc}
	D	1,84	1,84	1,93	1,87±0,05 ^c
RGR (%/hari)	A	2,29	2,50	2,52	2,46±0,08 ^a
	B	2,83	2,84	2,87	2,85±0,02 ^c
	C	3,06	2,81	2,63	2,78±0,08 ^c
	D	2,74	2,82	2,91	2,82±0,08 ^c
SR (%)	A	95,00	90,00	80,00	88,33±7,64 ^a
	B	90,00	100,00	85,00	91,67±7,64 ^a
	C	85,00	80,00	90,00	85,00±5,00 ^a
	D	90,00	75,00	80,00	81,67±7,64 ^a

Keterangan: Nilai rata-rata pada angka yang berbeda dengan huruf superscript yang sama menunjukkan nilai yang sama ($P>0,05$) menurut uji wilayah ganda Duncan.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan bromelin berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap nilai efisiensi pemanfaatan pakan lele dumbo. Hasil uji wilayah ganda Duncan menunjukkan nilai efisiensi pemanfaatan pakan pada perlakuan D tidak berbeda nyata ($P>0,05$) terhadap perlakuan C, berbeda nyata ($P<0,05$) terhadap perlakuan B dan berbeda sangat nyata ($P<0,05$) terhadap perlakuan A.

Hasil ini diduga disebabkan oleh enzim bromelin yang bekerja menghidrolisis protein kompleks menjadi asam amino dan ikatan peptida lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan lain. Enzim bromelin dapat berfungsi untuk memecah protein dalam pakan menjadi ikatan peptida dan asam amino. Ikatan peptida dan asam amino lebih mudah dicerna daripada protein kompleks. Daya cerna yang tinggi akan meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan. Hasil perlakuan terendah pada perlakuan A. Hal ini diduga disebabkan oleh perlakuan A yang tidak menggunakan bromelin sehingga protein yang dikonsumsi masih berbentuk protein kompleks yang menyebabkan daya cerna pakan ini juga lebih rendah dibanding pakan B, C, dan D. Namun perlakuan A tidak berbeda nyata terhadap perlakuan B mungkin ini disebabkan dosis antar perlakuan A dan B tidak terlalu besar sehingga menghasilkan nilai efisiensi pemanfaatan pakan yang sama.

Menurut (Suhermiyati dan Setiyawati, 2008), bromelin merupakan enzim proteolitik

yang menghidrolisis protein menjadi unsur-unsur penyusunnya. Cara kerja enzim ini yaitu dengan cara menghidrolisis protein kompleks pada tepung ikan menjadi senyawa sederhana berupa ikatan peptida dan asam amino. Enzim bromelin juga dapat menguraikan kolagen yang terdapat pada kepala ikan tongkol sehingga bahan pakan yang semula tidak dapat dicerna oleh ternak unggas menjadi bahan pakan yang berguna bagi ternak unggas.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan bromelin dalam pakan berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap nilai protein efisiensi rasio lele dumbo. Hasil uji wilayah ganda Duncan menunjukkan nilai efisiensi protein rasio pada perlakuan D tidak berbeda nyata ($P>0,05$) terhadap perlakuan C, berbeda nyata ($P<0,05$) terhadap perlakuan B, dan berbeda sangat nyata ($P<0,05$) terhadap perlakuan A.

Hasil ini diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu konsumsi protein pakan dan pertumbuhan. Pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh energi yang didapat dari pakan. Salah satu penyumbang energi terbesar untuk pertumbuhan ialah protein. Protein pakan dapat dikatakan baik apabila memiliki tingkat kecernaan yang baik. Protein pakan dengan kecernaan yang baik akan dapat dimanfaatkan oleh tubuh dengan baik sehingga dapat menghasilkan pertumbuhan.



Menurut Afrianto dan Liviawaty (2005), protein yang diserap oleh ikan akan digunakan sebagai sumber energi untuk memperbaiki jaringan dan pertumbuhan. Ketersediaan protein dibutuhkan secara terus-menerus karena asam amino digunakan secara terus-menerus untuk membentuk protein baru (selama pertumbuhan dan reproduksi) atau mengganti protein yang rusak (pemeliharaan).

Pakan C dan D memiliki pencernaan protein yang lebih baik diduga karena pada perlakuan tersebut masing-masing memakai dosis bromelin 1,75 dan; 2,25%. Semakin banyak dosis yang digunakan maka semakin banyak pula protein yang dipecah menjadi bentuk yang lebih sederhana. Diduga karena pakan B menggunakan dosis bromelin yang lebih sedikit sehingga menyebabkan protein kompleks yang dipecah juga lebih sedikit dibandingkan dengan pakan D dan C. Pakan A memiliki pencernaan protein yang lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya diduga karena pada pakan A tidak menggunakan bromelin. Rendahnya pencernaan protein pada perlakuan A terlihat dari nilai protein efisiensi rasio yang rendah. Rendahnya nilai ini diduga disebabkan oleh protein pakan yang tidak dibantu oleh bromelin untuk dipecah menjadi ikatan peptida dan asam-asam amino, dimana ikatan peptida dan asam-asam amino ini lebih mudah dicerna dibandingkan dengan protein kompleks namun perlakuan A tidak berbeda nyata terhadap perlakuan B diduga ini disebabkan perbedaan dosis yang tidak terlalu besar sehingga menghasilkan nilai protein efisiensi rasio yang sama. Hasil penelitian Gantiawan (2002) menunjukkan hidrolisis menggunakan enzim bromelin dapat meningkatkan kualitas tepung ikan berdasarkan parameter asam amino dan daya cerna. Dimana asam-asam amino dari tepung ikan meningkat untuk setiap jenisnya pada hidrolisat tepung ikan. Daya cerna juga meningkat setelah proses hidrolisis dilakukan.

Energi yang diperoleh dari protein akan digunakan untuk pertumbuhan dan perbaikan jaringan. Kualitas protein dapat dilihat dari kecernaannya. Semakin baik kualitas protein pakan maka semakin banyak protein yang dicerna dan menghasilkan energi yang dapat digunakan untuk pertumbuhan.

Menurut Subandiyono dan Hastuti (2010), protein merupakan nutrisi yang harus ada atau esensial untuk pertumbuhan dan pertahanan hidup semua hewan. Terdapat sedikitnya 2 penentu nilai protein untuk ikan. Pertama

adalah kecernaannya. Jika protein tidak tercerna maka protein tersebut tidak memiliki nilai nutrisi. Faktor lainnya adalah komposisi kimiawi dari protein tersebut.

Hasil analisis ragam menunjukkan penggunaan bromelin dalam pakan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai pertumbuhan relatif lele dumbo. Hasil uji wilayah ganda duncan RGR pada perlakuan B tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan perlakuan C dan D. Nilai RGR perlakuan B, C, dan D berbeda sangat nyata ($P < 0,05$) terhadap perlakuan A. Hal ini diduga disebabkan oleh perlakuan B, C dan D, ikan dapat mencerna pakan lebih baik dibandingkan dengan pakan pada perlakuan A. Pakan yang dicerna akan menghasilkan pasokan energi. Energi pakan yang didapat akan dipakai untuk metabolisme tubuh dan sisanya akan digunakan untuk pertumbuhan. Pertumbuhan terjadi akibat energi yang didapatkan dari pakan yang dikonsumsi ikan berlebih sedangkan pada perlakuan A, pakan yang dicerna diduga menghasilkan energi yang lebih sedikit dibandingkan pada perlakuan lain sehingga mengakibatkan pertumbuhan yang lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Menurut Subandiyono dan Hastuti (2010), semakin tinggi tingkat pengambilan pakan maka semakin tinggi pemasukan energi ke dalam tubuh hewan. Semakin banyak tingkat pengambilan pakan maka semakin tinggi proporsi jatuhnya ke daerah pertumbuhan. Energi yang diperoleh tidak semua untuk pertumbuhan dan reproduksi. Energi yang hilang karena pakan dicerna dan metabolisme. Sejak pakan bergerak pada proses pencernaan, energi hilang dalam feses, urin dan ekskresi melalui insang. Energi juga hilang sebagai panas. Energi yang terkandung dalam pakan hilang dalam proses-proses pencernaan dan sebagai panas serta menghasilkan energi netto yang digunakan untuk pemeliharaan, pertumbuhan, dan reproduksi.

Hasil penelitian menunjukkan nilai kelulushidupan lele dumbo pada perlakuan A tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) terhadap perlakuan B, C, dan D. Persentase kelulushidupan ikan selama penelitian tersaji pada Tabel 2. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa air pada wadah pemeliharaan selama penelitian cukup layak untuk mendukung kehidupan ikan. Data pengukuran variabel dari parameter kualitas air tersaji pada Tabel 3.



Tabel 3. Data Pengukuran Variabel dari Parameter Kualitas Air Selama Penelitian

Variabel	Kisaran	Kelayakan Menurut Pustaka
Suhu (°C)	24-27	25-30 (Mahyuddin, 2008)
pH	6,75-8,44	6,5-8,5 (Mahyuddin, 2008)
DO (mg/l)	2,96-3,82	3-5 mg/l (Zonneveld <i>et al.</i> , 1991)
Amonia (mg/l)	0,26-0,64	< 1 (Robinette, 1976)

Data variabel-variabel dari parameter kualitas air media pada Tabel 3 selama pemeliharaan pada perlakuan A, B, C, dan D dapat dikatakan masih dalam kisaran yang layak.

Kisaran suhu dan pH selama penelitian masing-masing yaitu 24-27°C, dan 6,75-8,44. Menurut Mahyuddin (2008), kisaran suhu dan pH optimal untuk kehidupan ikan lele masing-masing yaitu 25-30°C, dan 6,5-8,5. Data kualitas air menunjukkan bahwa suhu dan pH pada media pemeliharaan masih dalam kisaran layak.

Kandungan oksigen terlarut selama penelitian berkisar 2,96–3,82 mg/l. Kandungan oksigen optimal untuk ikan sebaiknya antara 3-5 mg/l (Zonneveld *et al.*, 1991). Kadar amonia selama penelitian berkisar antara 0,26–0,64 mg/l. Kadar amonia tersebut masih dalam kisaran layak sebab menurut Robinette (1976), kandungan amonia yang masih dapat di toleransi oleh ikan adalah < 1 mg/l.

Menurut Masser *et al.* (1999), amonia merupakan hasil akhir metabolisme protein dan dalam bentuknya yang tidak terionisasi dan merupakan racun bagi ikan. Konsentrasi amonia terlarut itu sendiri di dalam air bergantung pada pH dan suhu.

KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil penelitian pada perlakuan A, B, C, dan D dapat disimpulkan bahwa penggunaan bromelin dalam pakan lele dumbo (*C. gariepinus*) menghasilkan nilai EPP, PER, dan RGR yang lebih baik daripada pakan yang tidak menggunakan bromelin.

SARAN

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini yaitu perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan dosis bromelin yang lebih tinggi untuk lele dumbo (*C. gariepinus*) dengan ukuran yang sama ataupun lebih besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro yang telah memfasilitasi penelitian ini. Penelitian ini sebagian dibiayai oleh dana hibah FPIK, Universitas Diponegoro nomor 0596\023-04.02.16\12\2012.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, E dan E. Liviawaty. 2005. Pakan Ikan. Kanisius. Yogyakarta. 148 hlm.
- Effendie, M.I. 2002. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta. 163 hlm.
- Gantiawan, Y. 2002. Modifikasi Proses Pembuatan Produk Hidrolisat Secara Enzimatik. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 61 hlm.
- Madinawati., N. Serdiati dan Yoel. 2011. Pemberian Pakan Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). Universitas Tadulako. Palu. Jurnal Media Litbang Sulteng IV (2) : 83 – 87.
- Mahyuddin. 2008. Agribisnis Ikan Lele Dumbo. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 171 hlm.
- Masser, M.P., J. Rakocy, and T.M. Lossordo. 1999. Recirculating Aquaculture Tank Production Systems : An overview of critical considerations. Southern Regional Aquaculture Center Pub. SRAC-451. 451RFS.PDF
- Putri, S.K. 2012. Pemberian Enzim Bromelin untuk Meningkatkan Pemanfaatan Protein Pakan dan Pertumbuhan Benih Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus* Var.). Skripsi. Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,



- Universitas Diponegoro, Semarang. 12 hlm (tidak dipublikasikan).
- Rabegnatar, I.N.S. dan W. Hidayat. 1992. Estimasi Kadar Perbandingan Optimal Energi dan Protein Pakan Buatan untuk Pembesaran Benih Lele (*Clarias batrachus*) dalam Keramba Jaring Apung. Bulletin Penelitian Perikanan Darat. 11(2): 151-167.
- Robinette, H.R. 1976. Effect of Sublethal Level of Ammonia on the Growth of Channel Catfish (*Ictalurus punctatus* R.) Frog. Fish Culture. 38 (1): 26-29.
- Sebayang, F. 2006. Pengujian Stabilitas Enzim Bromelin yang Diisolasi dari Bonggol Nanas Serta Imobilisasi Menggunakan Kappa Karagenan. Jurnal Sains Kimia Universitas Sumatera Utara Vol 10, No.1, 2006: 20–26.
- Steel. R.G.D. dan J.H. Torrie. 1983. Prinsip-prinsip Prosedur Statistik Suatu Pendekatan Biometrik. Gramedia Pustaka Tama, Jakarta, 610 hlm.
- Subandiyono dan S. Hastuti. 2010. Buku Ajar Nutrisi Ikan. Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan Universitas Diponegoro, Semarang. 233 hlm.
- Suhermityati, S dan S.J. Setyawati, 2008. Potensi Limbah Nanas untuk Peningkatan Kualitas Limbah Ikan Tongkol Sebagai Bahan Pakan Unggas. Fakultas Peternakan UNSOED. Jurnal Animal Production, hlm 174 – 178.
- Sumpeno, D. 2005. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias* sp.) pada Padat Penebaran 15, 20, 25, dan 30 Ekor/Liter dalam Pendederan Secara *Indoor* dengan Sistem Resirkulasi. Skripsi. Program Studi Teknologi dan Manajemen Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 35 hlm.
- Takeuchi, T. 1988. Laboratory Work-Chemical Evaluation of Dietary Nutrients. In: Watanabe, T. (Ed.). Fish Nutrition and Mariculture. JICA, Tokyo University Fish. pp. 179-229.
- Wilson, R.P. 1982. Energy Relationships in Catfish Diets. In: R.R. Stickney and R.T. Lovell (Eds.). Nutrition and Feeding of Channel Catfish. Southern Cooperative Series.
- Zonneveld, N., E.A. Huisman, dan J.H. Boon. 1991. Prinsip-prinsip Budidaya Ikan. Gramedia Pustaka, Jakarta. 318 hlm.