

JURNAL

**PENGARUH PENAMBAHAN PAPAIN DALAM PAKAN TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN KELULUSHIDUPAN UDANG VANNAMEI
(*Litopenaeus vannamei*) PADA SISTEM RESIRKULASI AKUAPONIK**

OLEH

DESSY AMRIYANI



**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
UNIVERSITAS RIAU
PEKANBARU**

2019

**PENGARUH PENAMBAHAN PAPAIN DALAM PAKAN TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN KELULUSHIDUPAN UDANG VANNAMEI
(*Litopenaeus vannamei*) PADA SISTEM RESIRKULASI AKUAPONIK**

Oleh

Dessy Amriyani¹⁾, Niken Ayu Pamukas²⁾, Iskandar Putra²⁾

E-mail: dessyamriyani@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dosis papain yang optimal pada pakan dalam meningkatkan pertumbuhan dan kelulushidupan udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) pada sistem resirkulasi akuaponik. Wadah penelitian yang digunakan berupa bak terpal berukuran 50 x 50 x 50 cm³ sebanyak 12 wadah dengan padat tebar udang 20 ekor / m³. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktorial, empat perlakuan dan tiga kali ulangan, perlakuan yang diterapkan adalah pemberian papain dalam pakan dengan dosis yang berbeda yakni P₀ = Tanpa papain, P₁ = 3 %, P₂ = 3,3 %, P₃ = 3,6 %. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan papain dalam pakan dengan dosis yang berbeda, menunjukkan adanya pengaruh yang nyata (P<0,05) terhadap bobot mutlak, laju pertumbuhan spesifik, dan tingkat kelangsungan hidup. Laju pertumbuhan terbaik ditemukan pada perlakuan P₁ dengan nilai bobot mutlak: 0.53±0.04 gram, laju pertumbuhan spesifik: 0.92±0.01% dan tingkat kelangsungan hidup: 78.33±7.63%.

Kata kunci: Udang Vanname, Papain, Pertumbuhan

1. Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau
2. Dosen Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

THE EFFECT OF ADDITION PAPAIN ON FEED OF GROWTH AND SURVIVAL RATE OF VANNAMEI SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*) IN AQUAPONIC RESIRCULATION SYSTEMS

By

Dessy Amriyani¹⁾, Niken Ayu Pamukas²⁾, Iskandar Putra²⁾

E-mail: dessyamriyani@gmail.com

ABSTRACT

The aim of the study was to determine the optimal dose of papain in feed to increase growth and survival rate of vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in aquaponic recirculation systems. Culture vessel in the form of tarp of 50 x 50 x 50 centimeters of 12 tarp with stocking density of 20 shrimp/m³. This research was using experimental method by completely random design (RAL) one factor with four treatments and three replications, the treatments were by giving papain in feed with different dose. The treatments were : P₀= without papain, P₁ = 3 % , P₂ = 3,3 % , P₃ = 3,6 % . The results showed that the addition of papain in feed with different dose, showed highly effect (P<0.05) on the total weight, specific growth rate, and survival rate. The best growth rates was found in treatment P₁ with total weight: 0.53±0.04 gram, specific growth rate: 0.92±0.01 % per day, and survival rate: 78.33±7.63%.

Keywords: *Vanname shrimp, Papain, Growth*

1. Student of Marine and Fisheries Faculty, Riau University
2. Lecturer of Marine and Fisheries Faculty, Riau University

PENDAHULUAN

Udang *vannamei* (*Litopenaeus vannamei*) merupakan suatu jenis udang bernilai ekonomis penting di Indonesia. Berkembangnya spesies ini disebabkan oleh keunggulan yang dimiliki udang *vannamei*, diantaranya memiliki kemampuan adaptasi yang relatif tinggi terhadap perubahan lingkungan seperti perubahan suhu dan salinitas (Adiwidjaya *et al.*, 2003). Memiliki tingkat responsif yang tinggi terhadap pakan yang diberikan dan juga memiliki pemasaran yang baik di tingkat internasional (Adiwidjaya dan Sumantri, 2008).

Perkembangan budidaya udang yang semakin pesat menyebabkan pakan buatan berperan penting dalam biaya produksi yaitu mencapai 50-60 % dari total biaya produksi yang dikeluarkan (Heptarina *et al.*, 2010). Secara fisiologis, pakan yang dikonsumsi udang akan diproses dalam tubuh, kemudian unsur nutrisi dalam pakan tersebut akan diserap dan dimanfaatkan untuk membangun jaringan dan daging (Mun *et al.*, 2007). Komponen utama nutrisi yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan dalam suatu budidaya adalah protein.

Papain merupakan enzim protease yang terdapat pada getah papaya. Enzim tersebut digunakan untuk pemecahan atau penguraian yang sempurna ikatan peptida dalam protein sehingga protein terurai

menjadi ikatan peptida yang lebih sederhana karena papain mampu mengkatalis reaksi-reaksi hidrolisis suatu substrat (Muchtadi *et al.*, 1992). Penggunaan papain dalam bidang perikanan sudah banyak dikembangkan, Hasan (2000) menyatakan, bahwa penambahan papain dalam pakan buatan ternyata mampu meningkatkan retensi protein, efisiensi pakan, konsumsi pakan dan laju pertumbuhan harian. Udang *vannamei* memiliki sifat *euryhalin* sehingga dapat dipelihara di daerah perairan pantai dengan kisaran salinitas 0,5 - 40 ppt (Bray *et al.*, 1994).

Penerapan teknologi akuaponik pemeliharaan udang *vannamei* dilingkungan salinitas rendah, akan membuka peluang untuk meningkatkan produksi budidaya udang *vannamei*. Teknologi dan inovasi baru diperlukan untuk mengantisipasi penurunan produksi akuakultur akibat penyusutan lahan budidaya dan penurunan kualitas perairan.

Akuaponik merupakan bio-integrasi yang menghubungkan akuakultur berprinsip resirkulasi dengan produksi tanaman atau sayuran hidroponik (Diver, 2006). Teknologi ini pada prinsipnya menghemat penggunaan lahan dan air juga meningkatkan efisiensi usaha melalui pemanfaatan hara dari sisa pakan dan metabolisme. Secara umum, akuaponik menggunakan sistem resirkulasi artinya, memanfaatkan kembali air yang telah digunakan dalam budidaya ikan

dengan filter biologi dan fisika berupa tanaman dan medianya.

Berdasarkan uraian di atas penulis perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan papain melalui pakan terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan udang vannamei pada sistem resirkulasi akuaponik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 17 Maret sampai 15 Mei 2019 yang bertempat di UPT Pembenuhan dan Kolam Percobaan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau. Benur udang vannamei yang digunakan dalam penelitian adalah PL 35 yang berasal dari Lampung. Udang vannamei dipelihara dalam bak terpal yang berukuran 50 x 50 x 50 cm³ dan volume air 30 liter, dengan padat tebar 20 ekor / wadah.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diterapkan adalah pemberian papain dalam pakan dengan dosis yang berbeda yakni $P_0 =$ Tanpa papain, $P_1 = 3 \%$, $P_2 = 3,3 \%$, $P_3 = 3,6 \%$. Parameter yang diukur dalam penelitian ini meliputi pertumbuhan bobot mutlak (W_m), laju pertumbuhan spesifik (LPS), tingkat kelulushidupan (SR), bobot basah tanaman filter, pertambahan panjang tanaman filter dan kualitas air.

Data yang telah diperoleh ditabulasi dan dianalisis menggunakan aplikasi SPSS yang meliputi Analisis Ragam (ANAVA), digunakan untuk menentukan apakah perlakuan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bobot mutlak

(g), laju pertumbuhan spesifik (%/hari), dan kelulushidupan benih (%). Apabila uji statistik menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan dilakukan uji lanjut Studi Newman Keuls. Data kualitas air ditampilkan dalam bentuk tabel dan dianalisa secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN Pertumbuhan Bobot Mutlak, Laju Pertumbuhan Spesifik (LPS), dan Kelulushidupan

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap pertumbuhan bobot dan laju pertumbuhan spesifik udang vannamei menunjukkan adanya perbedaan antara perlakuan yang diberi pakan mengandung papain dengan dosis yang berbeda. Hasil pengukuran bobot mutlak, laju pertumbuhan spesifik (LPS), dan kelulushidupan udang vannamei tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Pertumbuhan bobot mutlak (Wm), laju pertumbuhan spesifik (LPS) dan kelulushidupan (SR) udang vannamei

Perlakuan	Perlakuan			
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
WM (g)	0,20±0,03 ^a	0,53±0,04 ^c	0,37±0,02 ^b	0,32±0,04 ^b
LPS (%)	0,41±0,06 ^a	0,92±0,01 ^c	0,67±0,01 ^b	0,60±0,07 ^b
SR (100%)	78,33±7,63 ^a	78,33±7,63 ^a	58,33±7,63 ^b	68,33±2,88 ^c

Berdasarkan hasil sampling setiap parameter uji, dapat dilihat bahwa penambahan papain dalam pakan dengan dosis yang berbeda memberikan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) terhadap pertumbuhan bobot mutlak, laju pertumbuhan spesifik dan tingkat kelulushidupannya.

Secara keseluruhan perlakuan P₁ yakni pemberian pakan dengan dosis 3 % memberikan hasil yang terbaik terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan udang vannamei dibandingkan dengan P₀, P₂, dan P₃.

Tingginya pertumbuhan pada P₁ diduga karena adanya pengaruh papain dalam pakan dengan dosis 3%. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Reed (1975), bahwa konsentrasi enzim merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses pemecahan protein. Protein yang dimanfaatkan untuk pertumbuhan terlihat adanya penambahan bobot tubuh ikan. Pertumbuhan udang vannamei terjadi karena ada pasokan energi yang terdapat dalam pakan yang dikonsumsi udang, yang artinya

pakan tersebut memiliki kelebihan energi untuk pemeliharaan dan aktivitas lainnya, sehingga dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan.

Semakin tinggi jumlah enzim yang digunakan akan mempengaruhi banyaknya protein yang dapat dihidrolisis, namun penambahan enzim yang berlebihan akan menyebabkan proses tersebut menjadi tidak efisien, yang menyebabkan nilai protein menjadi rendah (Irawati, 2015).

Asmawi (1986) menyebutkan bahwa makanan dimanfaatkan oleh ikan pertama-tama digunakan untuk memelihara tubuh dan menggantikan alat-alat tubuh yang rusak, setelah itu baru kelebihan makanan yang tersisa dipergunakan untuk pertumbuhan.

Penelitian ini menghasilkan laju pertumbuhan spesifik sebesar 0,92 % pada udang vannamei. Hal ini diduga karena adanya pasokan energi yang terdapat dalam pakan yang dikonsumsi udang. Dapat dikatakan bahwa energi dalam pakan tersebut kuantitasnya melebihi kebutuhan energi untuk pemeliharaan tubuh dan aktifitas tubuh lainnya, maka kelebihan energi itu dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan pendapat

Lovell (1988), bahwa sebelum terjadi pertumbuhan, kebutuhan energi untuk pemeliharaan tubuh harus terpenuhi terlebih dahulu.

Pakan yang digunakan pada pemeliharaan udang sebagai sumber nutrisi memiliki kandungan protein yang berbeda di setiap perlakuan, hal ini diduga menjadi penyebab data laju pertumbuhan spesifik berbeda satu sama lain. Pemberian papain pada pakan buatan dengan konsentrasi yang berbeda disetiap perlakuan menjadikan kandungan protein pada pakan buatan berbeda dan meningkat.

Sesuai dengan pendapat Hasan (2000) yang menyatakan bahwa kehadiran enzim dalam pakan buatan dapat membantu dan mempercepat proses pencernaan sehingga nutrisi dapat cukup tersedia untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan.

Tingkat kelangsungan hidup merupakan salah satu parameter utama yang menunjukkan keberhasilan dalam pemeliharaan suatu organisme akuatik. Menurut Effendi (2003), data kelulushidupan udang vannamei diperoleh dari perhitungan jumlah udang vannamei yang hidup pada akhir penelitian dibagi jumlah udang vannamei pada awal penelitian dikali seratus persen.

Cahyono (2009) mengatakan, faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya kelulushidupan dalam budidaya adalah faktor abiotik dan biotik. Faktor abiotik diantaranya adalah faktor fisika, kimia, dan kualitas air. Kualitas air yang baik akan menyebabkan proses fisiologi dalam tubuh udang berjalan baik,

sehingga mendukung pertumbuhan dan tingkat kelulushidupan udang.

Angka kelulushidupan yang tertinggi pada penelitian ini berkisar antara 78,33 %. Sedangkan yang terendah pada perlakuan P2 sebesar 58,33 %.

Menurut Anggoro (1992), proses moulting yang tidak bersamaan diantara udang yang satu dengan yang lainnya cenderung menyebabkan terjadinya kanibalisme terhadap udang yang sedang moulting dan selanjutnya mengakibatkan kematian. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa udang baru moulting kondisi fisiknya sangat lemah sehingga mudah diserang oleh udang lain. Menurut Boer (2000), kelangsungan hidup merupakan persentase populasi organisme yang hidup tiap periode waktu pemeliharaan tertentu. Sedangkan yang mengakibatkan terjadinya mortalitas pada udang adalah tidak mampu untuk melakukan pergantian kulit, hal ini diduga dari faktor alam dan jenis pakan yang diberikan kurang disukai oleh udang.

PENGUKURAN BOBOT BASAH DAN PANJANG TANAMAN FILTER

Akuaponik adalah bentuk khusus *recirculating aquaculture system* yakni tanaman media air (hidroponik), yang pada sirkulasi air yang sama dengan media budidaya ikan. Tujuan utama dari akuaponik adalah memanfaatkan nutrisi yang dilepaskan oleh ikan untuk menumbuhkan tanaman, sehingga keberadaan nutrisi tersebut dalam media budidaya tidak mengganggu pertumbuhan ikan (Graber dan Junge, 2009). Dalam penelitian ini,

biofilter yang digunakan adalah tanaman kangkung (*Ipomea reptans*) yang telah disemai selama 10 sampai 13 hari. Bobot basah dan panjang tanaman filter selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Pertambahan Bobot (g) Tumbuhan Filter Selama Penelitian

Perlakuan	Bobot (gr)		
	Awal	Akhir	Pertambahan
P ₀	0,58	5,83	5,25
P ₁	0,96	6,34	5,38
P ₂	0,61	5,46	4,84
P ₃	0,71	5,47	4,76

Tabel 3. Pertambahan Panjang (cm) Tumbuhan Filter Selama Penelitian

Perlakuan	Panjang (cm)		
	Awal	Akhir	Pertambahan
P ₀	10,3	32,9	22,6
P ₁	10,2	34,6	24,4
P ₂	10,1	33,3	23,2
P ₃	10,3	33,2	22,9

Pertambahan bobot tumbuhan filter (kangkung) yang tertinggi terletak pada P₁ yakni sebesar 5,25 gr. Pada penelitian Padli (2017) menggunakan sistem akuaponik dengan kepadatan kangkung yang berbeda untuk pertumbuhan dan kelulushidupan ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*) menghasilkan bobot kangkung yang tertinggi sebesar 12,14 gr. Hal ini terjadi karena semakin padatnya tumbuhan filter, maka semakin padat perakaran, sehingga memberi ruang hidup yang cukup luas bagi bakteri

nitrifikasi yang merupakan bakteri perombak dari amoniak menjadi nitrit dan selanjutnya diubah menjadi nitrat yang tidak berbahaya bagi ikan, dan nitrat digunakan oleh kangkung untuk pertumbuhannya. Media filter menyediakan ruang tumbuh dan berkembang bagi mikroorganisme.

Pertambahan panjang tumbuhan filter (kangkung) yang tertinggi terletak pada P₁ yakni 24,4 cm. Pertambahan panjang kangkung berbanding lurus dengan bobot mutlak kangkung, dimana pada perlakuan P₁ bobot basah kangkung yang tertinggi

KUALITAS AIR

Salah satu faktor yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan kelulushidupan udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) adalah pengelolaan kualitas air. Pengelolaan

kualitas air bertujuan untuk mengurangi resiko kegagalan produksi, dengan cara memantau parameter kualitas air selama proses budidaya dilaksanakan. Adapun

parameter kualitas air yang dimaksud adalah suhu, pH, DO dan amonia. Data hasil pengukuran kualitas air tiap perlakuan selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kualitas Air Selama Penelitian

NO	Parameter yang diukur	Kisaran Angka			
		P0	P1	P2	P3
1	Suhu ($^{\circ}$ C)	30-28,6	30-28,3	30-28,3	30-28,3
2	pH	6,6-7,9	6,7-7,9	7,2-7,9	6,6-7,6
3	DO (mg/l)	4,3-5,8	4,5-6,5	4,6-5,6	5,2-6,2
4	Salinitas (ppt)	4-6	5-7	5-7	4-7
5	Amonia (mg/l)	0,004-0,045	0,004-0,038	0,004-0,050	0,004-0,058

Berdasarkan hasil sampling kualitas air selama penelitian dapat dilihat secara umum cukup baik untuk mendukung pertumbuhan udang vannamei. Suhu selama penelitian berkisar antara 30-28,6 $^{\circ}$ C. Menurut Boyd (1979) kisaran suhu di daerah tropis antara 25-32 $^{\circ}$ C masih layak untuk pertumbuhan organisme akuatik. Menurut Rusmiyati (2010), suhu dapat mempengaruhi kondisi udang, terutama pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang (*Survival rate*).

Derajat kesaman (pH) selama penelitian berkisar antara 6,6-7,9. pH air pada penelitian ini tergolong kurang baik karena menurut Haliman dan Adijaya (2005), pH air ideal untuk udang vannamei adalah kisaran 7,5-8,5.

Konsentrasi pH air akan berpengaruh terhadap nafsu makan udang..

Oksigen terlarut (DO) merupakan salah satu komponen utama bagi metabolisme organisme perairan. Kebutuhan terhadap oksigen oleh udang bervariasi tergantung jenisnya. Oksigen terlarut selama penelitian berkisar 4,3-6,5 mg/L, dapat dikatakan cukup baik untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vannamei. Hal ini sesuai dengan pendapat Haliman dan Adijaya (2005) yang menyatakan bahwa kadar oksigen terlarut yang baik untuk udang vanname berkisar 4-6 mg/L. Dengan nilai oksigen yang optimum, nafsu makan ikan akan meningkat sehingga penyerapan pakan akan semakin banyak dan pertumbuhan udang semakin tinggi (Effendi, 2004).

Salinitas pada wadah pemeliharaan udang berkisar 4-7 ppt. Menurut Hurtado *et al.* (2006), udang vaname dapat hidup pada kondisi

salinitas yang lebar yaitu berkisar 5 – 50 ppt. Penurunan dan kenaikan kadar garam dikarenakan penambahan air hujan yang masuk dan evaporasi pada ruangan yang panas.

Konsentrasi amonia selama penelitian berkisar antara 0,004-0,050 mg/L. Kadar amonia yang didapat selama penelitian dapat dikatakan aman bagi kehidupan udang vannamei. Kadar amonia yang cenderung mengalami kenaikan pada akhir penelitian disebabkan karena terdapatnya feses udang dan kotoran dari sisa pakan yang tidak dimakan oleh udang. Namun kisaran nilai amonia selama pemeliharaan udang masih dapat ditolerir oleh udang. Hal ini sesuai dengan Lesmana 2002 yang menyatakan kandungan amonia tidak boleh lebih dari 1ppm.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa penambahan papain dalam pakan dengan dosis yang berbeda berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan udang vannamei, dan berpengaruh nyata terhadap kelulushidupan udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). Perlakuan yang terbaik adalah pemberian papain dalam pakan dengan dosis 3% yang menghasilkan pertumbuhan bobot mutlak (0,53 gram), laju pertumbuhan spesifik (0,91%), dan kelulushidupan 78,33%.

Parameter kualitas air selama penelitian seperti, suhu air berkisar antara 30-31 °C, keasaman (pH) air 6,6-7,9, kandungan oksigen terlarut

(DO) antara 4,3 – 6,2 mg/L serta amonia antara 0,004-0,058 mg/L. Nilai parameter kualitas air selama penelitian masih mendukung untuk kehidupan dan pertumbuhan udang vannamei.

SARAN

Informasi yang diperoleh sebagai acuan untuk pembudidaya yang ingin menggunakan penambahan papain dalam pakan yakni dengan penggunaan dosis yang optimum 3% pada pemeliharaan udang vannamei. Pada penelitian selanjutnya disarankan penambahan papain dalam pakan dengan frekuensi penambahan papain yang berbeda pada pemeliharaan udang vannamei sistem resirkulasi akuaponik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwijaya, D., Sapto dan I. Sumantri. 2008. Penerapan Teknologi Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Semi-Intensif pada Lokasi Tambak Salinitas Tinggi. *Media Budidaya Air Payau Perakayasa*, 7 (2): 54-72.
- Adiwijaya, D., Sapto P. R., Sutikno E., Sugeng dan Subiyanto. 2003. Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Sistem Tertutup yang Ramah Lingkungan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Balai Air Payau Jepara. 29 hal.
- Asmawi, S. 1986. Pemeliharaan Ikan Dalam Keramba, PT Gramedia. Jakarta.

- Boyd, C.E. 1979. Water Quality in Warmwater Fish Pond. Auburn University. Agricultural Experiment Station, Auburn. 359 p.
- Anggoro, S. 1992. Efek Osmotik Berbagai Tingkat Salinitas Media Terhadap Daya Tetas Telur Dan Vitalitas Larva Udang Windu, *Penaeus monodon* Fabricius Disertasi, Fak. Pascasarjana, IPB, Bogor. 127 hlm.
- Bray, W. A, A. L. Lawrence, and R. LeungTrujillo. 1994. The Effect of Salinity on Growth and Survival of *Penaeus vannamei*, with Observations on the Interaction of IHHN Virus and Salinity. *Aquaculture*, (122): 133-146.
- Cahyono, B. 2009. *Budidaya Biota Air Tawar*. Kanisius. Yogyakarta.
- Diver, S. 2006. Aquaponics – Integration of Hydroponics with Aquaculture. National Sustainable Agriculture Information Service, Australia. Experiment Station. Kingshill, U.S Virgin Island.
- Djarajah, S. A. 2001. Pakan Alami. Kanisius. Yogyakarta.
- Graber, A., and R. Junge. 2009. Aquaponic system. Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production. *Desalination* 246 : 147-156.
- Hasan, O.D.S. 2000. Pengaruh Pemberian Enzim Papain dalam Pakan Buatan terhadap Pemanfaatan Protein dan Pertumbuhan Benih Ikan Gurame (Osphronemus gouramy Lac.). Tesis. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 57 hlm.
- Heptarina, Deisi. *et al.*, 2010. Pengaruh Pemberian Pakan dengan Kadar Protein Berbeda Terhadap Pertumbuhan Yuwana Udang Putih (*Litopenaeus vaname*). Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar.
- Irawati. 2015. Performa Pertumbuhan Benih Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus Bleeker*) melalui Penambahan Enzim Papain dalam Pakan Buatan. *Jurnal of Aquaculture Management and Tecnology*. Vol 4(1) : 1-9.
- Kordi, M. G. H. K., dan A. B. Tancung. 2007. Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan. Rineka Cipta, Jakarta. 210 hlm.
- Lovell, R. T., 1989. Nutrition and Feeding of Fish. Van Nostrand Reinhold. New York. 269.
- Muchtadi, D., S.R. Palupi, dan M. Astawan. 1992. Enzim dalam Industri Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 118 hlm.

Padli, Khairul. 2017. Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Patin Siam (*Pangasius hypothalamus*) Pada Sistem Akuaponik dengan Kepadatan Kangkung yang Berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Universitas Riau* :1-13 hlm.

Rusmiyati, S. 2012. Menjala Rupiah Budidaya Udang Vannamei. Pustaka Baru. Yogyakarta. 20-24 hlm.