

## PENGARUH STARVASI RANSUM PAKAN TERHADAP PERTUMBUHAN, SINTASAN, DAN PRODUKSI UDANG VANAMEI (*Litopenaeus vannamei*) DALAM WADAH TERKONTROL

Suwardi Tahe<sup>1)</sup>

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengurangan ransum pakan secara periodik terhadap pertumbuhan, sintasan, produksi, rasio konversi pakan, dan efisiensi pakan pada pemeliharaan udang vanamei dalam wadah terkontrol. Penelitian dilakukan menggunakan 12 akuarium berukuran 50 cm x 75 cm x 60 cm dan dilengkapi dengan sistem aerasi. Hewan uji adalah pascalarva udang vanamei dengan bobot awal rata-rata  $0,18 \pm 0,02$  g yang ditebar dengan kepadatan 50 ekor/akuarium. Rancangan penelitian adalah rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan yang masing-masing perlakuan terdiri atas tiga ulangan. Perlakuan yang diujikan adalah starvasi (pemuasaan) melalui pengurangan ransum pakan secara periodik yaitu A) pengurangan ransum pakan 75%, B) pengurangan ransum pakan 50%, C) pengurangan ransum pakan 25%, dan D) kontrol (tanpa pengurangan ransum pakan). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengurangan ransum pakan secara periodik tidak berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap pertambahan bobot biomassa, laju pertumbuhan harian, sintasan, produksi, dan rasio konversi pakan serta mampu meningkatkan efisiensi pakan sekitar 16,04%—21,97%. Penghematan penggunaan pakan untuk udang vanamei dapat dilakukan dengan pengurangan ransum pakan hingga 75% bobot biomassa/minggu.

**ABSTRACT:** *The effect of a gradual decrease in feed on the growth, survival rate and production rate of white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in controlled containers. By: Suwardi Tahe*

*The aim of this study was to know the effect of starvation period by a gradual decrease in feed amounts on the growth, survival rate, productivity, food conversion ration (FCR), and food efficiency rate of white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in controlled containers. Twelve of 50 cm x 75 cm x 60 cm aquaria with aeration systems were used in this experiment. In each aquarium, we stocked 50 post larvae (PL) with average weight of  $0.18 \pm 0.02$  g. Four treatments, comprising, A) a 75% decrease in feed, B) a 50% decrease in feed, C) a 25% decrease in feed, and D) control (without feed reduction) with three replications were employed in the experiment following complete randomized design (DSC). The results showed that a gradual decrease in feed amounts had no significant influence on the increase of the body weight, daily growth rates, survival rates, production, and FCR of the shrimp. The results offer the possibility of increasing feed efficiency up to about 16.04% to 21.97%. It is recommended that the efficiency of feeding rate of white leg shrimp can be obtained through a decrease of feed amount up to 75%.*

**KEYWORDS:** *food conversion, food efficiency ratio, growth, Litopenaeus vannamei, starvation, survival rate*

---

<sup>1)</sup> Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau, Maros

## PENDAHULUAN

Salah satu produk perikanan yang sedang berkembang saat ini adalah udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*). Sejak tahun 2001, udang jenis ini telah ditetapkan pemerintah sebagai komoditas unggulan sektor perikanan budidaya di Indonesia. Penerapan skala teknologi sederhana hingga intensif dalam produksi udang vanamei di wilayah tropis telah menunjukkan bahwa jenis udang ini memiliki beberapa kelebihan dibanding jenis udang yang lain. Udang vanamei memiliki pertumbuhan yang cepat, dapat mengisi semua kolom air sehingga dapat dibudidaya dengan densitas yang tinggi, memiliki kandungan daging yang lebih banyak dibanding udang lainnya, hemat pakan, bersifat euryhalin, serta lebih tahan terhadap serangan virus dan penyakit. Berbagai keunggulan tersebut menyebabkan banyak petambak beralih ke udang vanamei dari usaha budidaya udang windu (Anonim, 2003; Poernomo, 2002; Haliman & Adijaya, 2005).

Usaha peningkatan produksi udang vanamei dapat dilakukan melalui usaha budidaya secara intensif dengan penerapan sapa usaha pertambakan secara utuh dan menyeluruh. Salah satu di antaranya adalah pemberian pakan yang tepat baik secara kualitas maupun kuantitas merupakan syarat mutlak untuk mendukung pertumbuhannya, yang pada akhirnya dapat meningkatkan produksi. Pemberian pakan dalam jumlah yang berlebihan dapat meningkatkan biaya produksi dan pemborosan serta menyebabkan sisa pakan yang berlebihan akan berakibat pada penurunan kualitas air sehingga berpengaruh pada pertumbuhan dan sintasan udang (Wyban & Sweeney, 1991).

Pakan merupakan faktor yang sangat penting dalam budidaya udang karena menyerap 60%—70% dari total biaya produksi udang (Palinggi & Atmomarsono, 1988; Padda & Mangampa, 1993). Komposisi kandungan protein, karbohidrat, lemak, dan lain-lainnya harus disesuaikan dengan kebutuhan udang. Pertumbuhan dan sintasan yang optimum perlu diupayakan melalui penggunaan pakan secara efisien namun udang dapat tumbuh optimal dan pakan yang terbuang seminimal mungkin. Salah satu upaya yang dilakukan untuk mengontrol pemberian pakan yang berlebihan adalah dengan cara pengelolaan pakan yakni dengan pengaturan pemberian ransum pakan secara benar.

Starvasi (pemuasaan) melalui pengurangan ransum pakan merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk menurunkan laju metabolisme maupun akumulasi sisa pakan. Pada hewan air, penurunan metabolisme dapat memberikan dua keuntungan yaitu penurunan konsumsi makanan dan pengurangan pencemaran air media melalui pengurangan ekskresi amonia. Namun penurunan metabolisme juga akan mempengaruhi pertumbuhan dan sintasan. Karena itu pemuasaan dengan pengurangan ransum pakan udang vanamei perlu dikaji untuk mempertahankan air media tetap baik tanpa menurunkan laju pertumbuhan, sintasan, produksi, dan peningkatan efisiensi pakan serta rendahnya nilai konversi pakan (FCR). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh starvasi melalui pengurangan ransum pakan secara periodik terhadap pertumbuhan, sintasan, produksi, retensi protein, lemak, FCR, dan efisiensi pakan pada pemeliharaan udang vanamei dalam wadah terkontrol.

## METODE PENELITIAN

Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Basah Instalasi Perbenihan Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau di Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan yang menggunakan 12 akuarium berukuran 50 cm x 75 cm x 60 cm dan dilengkapi dengan sistem aerasi. Hewan uji adalah pascalarva udang vanamei dengan bobot awal rata-rata  $0,18 \pm 0,02$  g yang ditebar dengan kepadatan 50 ekor/akuarium.

Jenis pakan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pakan komersil (pelet) dengan komposisi proksimat tertera pada Tabel 1. Pakan udang vanamei ukuran nol (PV-0) diberikan pada awal pemeliharaan hingga umur 15 hari. Selanjutnya diberi pakan PV-1 hingga umur 60 hari dan pakan PV-2 hingga akhir penelitian. Ransum pakan yang diberikan sebanyak 5%--10% dari total biomassa. Perubahan jumlah pakan yang diberikan dilakukan setiap 15 hari sekali sesuai dengan hasil pengukuran bobot biomassa udang uji.

Percobaan dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan yang masing-masing perlakuan terdiri atas tiga ulangan. Perlakuan yang diujikan dalam penelitian ini adalah:

- A) Pengurangan ransum pakan 75% bobot biomassa/minggu
- B) Pengurangan ransum pakan 50% bobot biomassa/minggu

Tabel 1. Komposisi proksimat (%) pakan yang digunakan dalam penelitian  
 Table 1. Proximate composition of the feed used in the experiment

Jenis pakan <i>Kinds of feed</i>	Komposisi proksimat ( <i>Proximat composition</i> ) (%)			
	Lemak <i>Lipid</i>	Protein	Serat kasar <i>Crude fibre</i>	Abu <i>Ash</i>
PV.0	7.15	27.24	1.17	8.12
PV.1	6.55	29.81	1.04	8.33
PV.2	6.53	27.43	1.45	7.79

- C) Pengurangan ransum pakan 25% bobot biomassa/minggu
- D) Kontrol (tanpa pengurangan ransum pakan)

Untuk menjaga agar kualitas air tetap baik, maka dilakukan penyiponan kotoran dan sisa pakan setiap hari sebelum pemberian pakan pada pagi hari. Selanjutnya ditambahkan air sesuai dengan volume air yang terbuang saat penyiponan. Pemeliharaan udang berlangsung selama 75 hari.

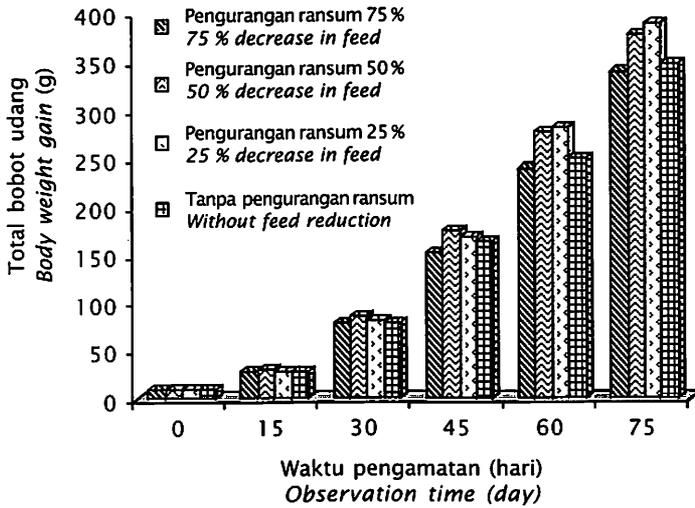
Pengukuran bobot serta sintasan hewan uji dilakukan setiap 15 hari menggunakan timbangan elektrik dengan ketelitian 0,01 g. Parameter yang diamati adalah pertumbuhan mutlak dan sintasan diukur menggunakan rumus Effendie (1979); laju pertumbuhan harian (Huisman, 1976); efisiensi pakan, retensi protein, dan retensi lemak (Watanabe, 1988); rasio konversi pakan dan produksi menggunakan rumus Sedgwick (1979). Sebagai data dukung dilakukan analisis kualitas air seperti suhu, salinitas, oksigen terlarut, pH, amoniak, nitrit, nitrat, fosfat, dan bahan organik total dilakukan dua minggu sekali. Pengaruh pengurangan ransum pakan terhadap pertumbuhan, sintasan, produksi, FCR, dan efisiensi pakan dianalisis ragam dengan tingkat kepercayaan 95%, kemudian dilanjutkan dengan uji jarak ganda Duncan untuk mengetahui beda nyata antar perlakuan (Steel & Torrie, 1991).

## HASIL DAN BAHASAN

Hasil pengamatan penambahan bobot udang selama 75 hari pemeliharaan bervariasi dan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya waktu pemeliharaan untuk semua perlakuan (Gambar 1), tampak bahwa penambahan bobot biomassa tertinggi diperoleh pada perlakuan C (pengurangan ransum 25%) sebesar 380,85 g; kemudian

disusul perlakuan B, D, dan A masing-masing sebesar 368,95 g; 339,28 g; dan 331,83 g. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pengaruh pengurangan ransum pakan terhadap penambahan bobot biomassa udang vanamei dalam wadah terkontrol tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata antar perlakuan ( $P > 0,05$ ). Hasil yang diperoleh pada percobaan ini sesuai dengan hasil penelitian Chatakondi & Yant (2001) bahwa pemuaasan melalui pengurangan ransum pakan secara periodik merupakan cara untuk mengurangi asupan pakan tanpa mengurangi produk budidaya. Bahkan pemuaasan dapat meningkatkan produksi ikan lele (*Ictalurus punctatus*), karena ikan yang mengalami pemuaasan dapat tumbuh setara dengan ikan yang diberi pakan secara normal (100%). Pierhonen *et al.* (2002) berpendapat pemuaasan akan mengakibatkan penurunan tingkat laju metabolisme akan tetapi pemuaasan secara periodik juga dapat meningkatkan laju pertumbuhan. Peningkatan pertumbuhan ini disebabkan oleh keadaan hiperflagia yaitu nafsu makan ikan/udang yang dipuaskan memiliki serapan pakan yang lebih tinggi dari yang tidak dipuaskan, sehingga meningkatkan laju konsumsi pakan yang merupakan faktor sangat potensial mempengaruhi pertumbuhan.

Efek pemuaasan secara periodik terhadap pertumbuhan udang/ikan sangat mempengaruhi kebutuhan energinya. Pada udang yang mengalami pemuaasan atau pengurangan ransum pakan secara periodik (perlakuan A, B, dan C) tidak dapat memperoleh pakan secara terus-menerus, sehingga udang tersebut akan kelaparan dan dalam beberapa kali daur pemuaasan diduga udang tersebut dapat menyesuaikan kondisi fisiologisnya terhadap berkurangnya asupan pakan, sehingga mampu menghemat energi yang diperolehnya. Udang



Gambar 1. Pertambahan bobot biomassa rata-rata udang vanamei selama penelitian

Figure 1. Average of *L. vannamei* biomass weight gain during the experiment

yang mengalami pemuasaan tersebut nampaknya menghemat energi dengan cara menurunkan aktivitas dan metabolisme rutin sebagaimana yang terjadi pada udang yang diberi pakan secara normal (perlakuan D). Menurut Hunt *et al.* (1986), bahwa laju metabolisme selama periode pemuasaan akan mengalami penurunan karena ikan akan menghemat persediaan energi yang dimilikinya. Sementara Rachmawati *et al.* (2005) mengemukakan bahwa pemuasaan pada ikan akan menurunkan laju metabolisme tubuh yang diindikasikan dengan menurunnya konsumsi  $O_2$ . Aktivitas ikan akan menurun selama puasa, hal ini merupakan strategi untuk menghemat energi selama puasa. Tidak tersedianya pakan akan menimbulkan stres pada ikan, semua sistem metabolisme mengalami penurunan termasuk konsumsi oksigen dan cenderung memaksa ikan memilih sumber utama lain sebagai energi metabolisme. Dijelaskan pula oleh New (1976) dalam Sanchez *et al.* (2006), bahwa organisme yang mengalami stres lingkungan seperti kondisi kekurangan makanan sementara, strategi untuk mengatasi kerusakan atau kematian ada berbagai macam seperti *moulting*, hibernasi atau pemanfaatan, dan penyimpanan energi cadangan. Lebih lanjut dikatakan bahwa yang digunakan sebagai sumber energi pada *crustacea* adalah protein, berbeda dengan mamalia dan burung yang menggunakan karbohidrat dan lemak untuk menyuplai energi.

Laju pertumbuhan bobot harian yang diperoleh pada penelitian ini (Tabel 2) berada pada kisaran 5,17%—5,26%. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa laju pertumbuhan bobot tertinggi diperoleh pada perlakuan pengurangan ransum pakan 25%, namun secara statistik tidak berbeda nyata ( $P>0,05$ ) dengan pengurangan ransum 50%, 75%, dan perlakuan kontrol selama 75 hari pemeliharaan. Laju pertumbuhan bobot harian udang vanamei yang diperoleh dalam penelitian ini tidak jauh berbeda dari penelitian Suwoyo & Hendrajat (2006), yang memperoleh laju pertumbuhan harian udang vanamei yang dipelihara pada substrat berbeda yakni pasir pantai, tanah sawah, dan tanah tambak masing-masing 4,76%; 3,84%; dan 5,35%/hari. Namun lebih rendah dari penelitian Hendrajat & Mangampa (2007) yang mendapatkan laju pertumbuhan harian udang vanamei pola tradisional plus dengan kepadatan 4, 6, dan 8 masing-masing 9,23%; 9,19%; dan 9,05%/hari. Rachmansyah *et al.* (2006) memperoleh laju pertumbuhan harian udang vanamei berkisar 9,48%—9,52%/hari selama 100 hari pemeliharaan. Arifin *et al.* (2007) memperoleh laju pertumbuhan harian udang vanamei pola sederhana selama 60 hari pemeliharaan sebesar 14,01%. Perbedaan laju pertumbuhan yang diperoleh ini disebabkan perbedaan ukuran awal dan kepadatan udang yang ditebar, lama pemeliharaan, serta wadah budidaya yang digunakan.

Tabel 2. Pertambahan biomassa, laju pertumbuhan harian, rasio konversi pakan, efisiensi pakan, retensi protein, retensi lemak, dan produksi udang vanamei pada masing-masing perlakuan selama 75 hari pemeliharaan

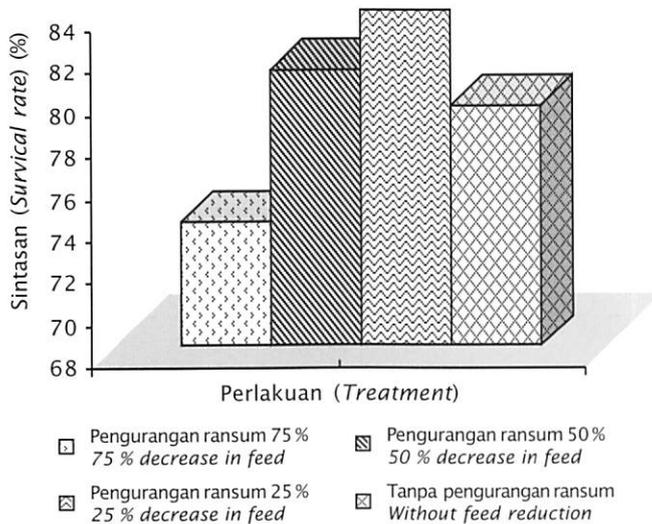
Table 2. Biomass weight gain, daily growth rate, feed conversion rate, feeding efficiency, protein retention, fat retention, and production *L. vannamei* for each treatment during 75 days of rearing period

Peubah Variable	Perlakuan pengurangan ransum pakan (% BB/minggu) Gradual decrease in feed (% BW/week)			
	75	50	25	Control
Kepadatan (ekor/akuarium) <i>Stocking density (ind/aquarium)</i>	50	50	50	50
Lama pemeliharaan (hari) <i>Rearing period (days)</i>	75	75	75	75
Biomassa awal (g) <i>Initial biomass (g)</i>	9.02 ± 123	9.54 ± 135	9.43 ± 0.20	9.63 ± 0.30
Biomassa akhir (g) <i>Final biomass (g)</i>	340.85 ± 38.54	378.49 ± 20.78	390.28 ± 14.93	348.91 ± 83.02 <sup>a</sup>
Pertambahan biomassa (g) <i>Biomassa weight gain (g)</i>	33183 ± 37.33 <sup>a</sup>	368.95 ± 2178 <sup>a</sup>	380.85 ± 14.84 <sup>a</sup>	339.28 ± 83.10 <sup>a</sup>
Laju pertumbuhan harian (%) <i>Daily growth rate (%)</i>	5.25 ± 0.069 <sup>a</sup>	5.26 ± 0.050 <sup>a</sup>	5.26 ± 0.069 <sup>a</sup>	5.25 ± 0.069 <sup>a</sup>
Rasio konversi pakan (FCR) <i>Feed conversion ratio</i>	127 ± 0.13 <sup>a</sup>	132 ± 0.08 <sup>a</sup>	131 ± 0.05 <sup>a</sup>	153 ± 0.41 <sup>f</sup>
Efisiensi pakan (%) <i>Feeding efficiency (%)</i>	79.67 ± 8.96 <sup>a</sup>	75.67 ± 4.62 <sup>a</sup>	76.33 ± 3.21 <sup>f</sup>	68.00 ± 16.70 <sup>a</sup>
Retensi protein (%) <i>Protein retention (%)</i>	34.13 ± 4.07 <sup>a</sup>	33.64 ± 4.517 <sup>a</sup>	30.09 ± 2.44 <sup>a</sup>	28.36 ± 6.50 <sup>a</sup>
Retensi lemak (%) <i>Fat retention (%)</i>	59.98 ± 6.98 <sup>a</sup>	56.89 ± 4.96 <sup>a</sup>	52.69 ± 3.48 <sup>a</sup>	49.16 ± 11054 <sup>a</sup>
Produksi (g/0,255 m <sup>3</sup> ) <i>Production (g/ 0.255 m<sup>3</sup>)</i>	340.85 ± 38.54 <sup>a</sup>	378.49 ± 20.78 <sup>a</sup>	390.28 ± 14.84 <sup>a</sup>	348.91 ± 83.02 <sup>a</sup>

\* Nilai dalam baris yang sama diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (P>0,05)  
Value in the same row followed by the same superscript are not significantly different (P>0.05)

Nilai sintasan udang vanamei dalam penelitian ini menurun dengan semakin tingginya pengurangan ransum pakan (Gambar 1). Tingginya tingkat sintasan pada perlakuan pengurangan ransum pakan 25% (83,89%) dan 50% (81,11%) diduga disebabkan udang sudah dapat menyesuaikan kondisi fisiologis terhadap pengurangan ransum pakan sehingga mampu menghemat energi yang diperolehnya dengan menurunkan aktivitas dan metabolisme dasar. Selain itu, nafsu makan udang yang dipuaskan memiliki serapan pakan yang lebih tinggi dibanding dengan perlakuan

kontrol sehingga udang yang mengalami pengurangan ransum dapat tumbuh setara dengan perlakuan kontrol dan menghasilkan sintasan yang lebih tinggi. Sedangkan pada perlakuan pengurangan ransum 75% yang menghasilkan sintasan terendah dalam penelitian ini (73,89%) diduga terlalu berlebihan. Kondisi tersebut merangsang sifat kanibalisme udang vanamei untuk memenuhi kebutuhan energi tubuhnya, sehingga berpengaruh pada sintasan udang vanamei yang dihasilkan. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa sintasan udang vanamei



Gambar 2. Rata-rata sintasan udang vanamei (*L. vannamei*) selama penelitian dengan pengurangan ransum pakan yang berbeda

Figure 2. Average of *L. vannamei* survival rate tested with different percentage gradual decreases in feed during the experiment

pada perlakuan pengurangan ransum pakan tidak berbeda nyata dengan perlakuan pemberian pakan secara normal/kontrol ( $P > 0,05$ ).

Protein merupakan salah satu komponen pakan yang paling mahal. Pengurangan proporsi protein pada pakan tanpa mengurangi laju pertumbuhan pada spesies yang dibudidayakan dapat berpengaruh pada berkurangnya biaya produksi. Efisiensi pakan merupakan salah satu cara untuk mengurangi biaya produksi sehingga *margin* pendapatan yang didapat dari penjualan akan semakin tinggi, pada akhirnya akan berimbang pada peningkatan produksi udang. Hasil penelitian (Tabel 2) menunjukkan bahwa nilai rasio konversi pakan pada perlakuan pengurangan ransum pakan lebih rendah (1,27–1,32) dibandingkan dengan perlakuan kontrol/tanpa pengurangan ransum pakan (1,53). Selain itu, starvasi (pemuasaan) melalui pengurangan ransum pakan dapat meningkatkan efisiensi pakan, sehingga dapat menurunkan biaya produksi udang dan akumulasi sisa pakan.

Nilai rasio konversi pakan yang diperoleh pada penelitian ini tidak jauh berbeda dengan beberapa kajian budidaya udang vanamei sebelumnya. Anonim (2003) mendapatkan FCR 1,3 untuk budidaya udang vanamei dengan kepadatan 90 ekor/m<sup>2</sup>, yang diberi pakan

dengan kandungan protein 32%–35%, lemak 6%, karbohidrat 3%, sintasan 70%–90%, dan bobot udang rata-rata saat panen 20 g/ekor dengan lama pemeliharaan 110 hari. Trenggono (2003) mendapatkan FCR udang vanamei sebesar 1,4 yang dipelihara di tambak dengan kepadatan 90 ekor/m<sup>2</sup> dengan lama pemeliharaan 110 hari. Haliman & Adijaya (2005) melaporkan budidaya udang vanamei di Situbondo, Jawa Timur dengan padat tebar 150 ekor/m<sup>2</sup>, sintasan 85%, bobot akhir 14,28 g/ekor, menghasilkan udang sebanyak 5.465 kg/3.000 m<sup>2</sup> dengan FCR 1,5. Menurut Sutanto (2005), bahwa untuk meningkatkan efisiensi dalam budidaya udang vanamei salah satu hal yang perlu dilakukan yakni menggunakan pakan yang berkualitas baik dan berprotein rendah (30% protein) sehingga bisa mengurangi pencemaran/lebih ramah lingkungan, pengelolaan air lebih mudah, pertumbuhan lebih baik, FCR lebih rendah sehingga biaya pakan menjadi lebih rendah. Huet (1971) menyatakan bahwa konversi makanan dipengaruhi oleh sintasan, kepadatan, bobot individu, perbedaan persentase makanan harian, waktu dan lokasi penelitian, serta pertumbuhan biomassa udang. Semakin rendah nilai konversi makanan akan semakin baik, karena sedikit jumlah makanan yang dimanfaatkan untuk meningkatkan bobot udang.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemuaasan secara periodik melalui pengurangan ransum pakan selama pemeliharaan udang vanamei tidak berpengaruh nyata terhadap rasio konversi pakan dan nilai efisiensi pakan ( $P>0,05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa nilai rasio konversi pakan udang vanamei yang dipuaskan maupun tidak dipuaskan relatif sama dan mampu meningkatkan efisiensi pakan sekitar 16,04%—21,97% dari perlakuan kontrol atau sekitar 75,67%—79,67%. Menurut Susilo *et al.* (2002), bahwa efisiensi pakan dapat dicapai bila pada pembesaran ikan/udang memperhatikan manajemen pemberian pakan, sebab pakan yang dikonsumsi organisme budidaya pada gilirannya akan digunakan untuk tumbuh. Oleh karena itu, pakan yang kurang dari kebutuhan minimal organisme budidaya untuk mempertahankan bobot tubuh akan berakibat penurunan bobot karena cadangan makanan dalam tubuh digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi aktivitasnya. Wyban & Sweeny (1991) mengemukakan bahwa pemberian pakan yang tepat baik kualitas maupun kuantitas dapat memberikan pertumbuhan yang optimum bagi udang. Pemberian pakan dalam jumlah yang berlebihan akan meningkatkan biaya produksi dan pemborosan serta menyebabkan sisa pakan yang berlebihan yang berakibat pada penurunan kualitas air sehingga berpengaruh pada pertumbuhan dan sintasan udang.

Retensi protein/lemak merupakan gambaran dari banyaknya protein/lemak yang diberikan, yang dapat diserap dan dimanfaatkan untuk membangun atau memperbaiki sel-sel yang sudah rusak, serta dimanfaatkan tubuh ikan bagi metabolisme sehari-hari (Buwono, 2000). Retensi protein/lemak ditentukan dengan membandingkan jumlah protein yang disimpan dalam tubuh dengan jumlah protein yang dikonsumsi oleh ikan/udang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa udang vanamei yang mengalami pengurangan ransum pakan dan tanpa pengurangan ransum pakan mempunyai retensi protein berkisar 28,66%—34,13% dan retensi lemak berkisar 49,16%—59,98% selama 75 hari pemeliharaan (Tabel 2). Nilai retensi protein dan lemak terendah diperoleh pada perlakuan kontrol (tanpa pengurangan ransum pakan), sedangkan nilai retensi protein dan lemak tertinggi dihasilkan pada perlakuan pengurangan ransum pakan 75%. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemuaasan secara

periodik melalui pengurangan ransum pakan selama pemeliharaan udang vanamei tidak berpengaruh nyata terhadap retensi protein dan retensi lemak ( $P>0,05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa nilai retensi protein dan retensi lemak udang vanamei yang mengalami pengurangan ransum 25%, 50%, dan 75% maupun perlakuan kontrol relatif sama dan ada kecenderungan semakin tinggi atau semakin banyak pengurangan ransum pakan akan diikuti dengan kenaikan nilai retensi protein dan lemak. Hal ini disebabkan karena pada udang yang mengalami pengurangan ransum pakan akan menimbulkan stres pada udang, sistem metabolisme yang menurun dan cenderung memaksa udang untuk memanfaatkan sumber energi lain (protein dan lemak) sebagai energi metabolisme sebagai kompensasi fisiologis udang agar tetap dapat mempertahankan kondisinya.

Nilai retensi protein dan lemak yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi dari beberapa penelitian sebelumnya. Ekawati (1990) memperoleh nilai retensi protein dan retensi lemak udang windu yang diberi pakan dengan kandungan protein yang berbeda yakni 33%, 38%, dan 43% masing-masing sebesar 8,80%; 10,45%; dan 7,77% dengan retensi protein maksimum sebesar 10,48% diperoleh pada kadar protein pakan 37,40%. Sedangkan nilai retensi lemak masing-masing sebesar 2,57%; 3,38%; dan 3,09% dengan retensi lemak maksimum sebesar 3,41% diperoleh pada kadar protein pakan 39,18% yang dipelihara selama 35 hari dengan ukuran awal 0,002 g. Sementara hasil penelitian Suwirya (1993), melaporkan bahwa pemberian pakan dengan kandungan asam lemak linoleat (W 6) 1,75% dan asam lemak linolenat (W 3) 1,86% pada pascalarva udang windu berukuran 0,026 g diperoleh hasil yang terbaik dari beberapa peubah yakni laju pertumbuhan sesaat (0,0688 g), tingkat konsumsi pakan harian (11,61%), retensi protein (15,27%), retensi lemak (4,76%), dan efisiensi penggunaan pakan (42,66%) yang lebih baik dari perlakuan lainnya. Pinandoyo (1994) memperoleh nilai retensi protein tertinggi sebesar 13,02% pada pemeliharaan pascalarva udang windu (PL-10) selama 35 hari pada media bersalininitas 24 ppt dengan kadar energi pakan 3,66 kkal/g/pakan. Hasil penelitian Harris (1997) menunjukkan bahwa kolesterol dan fosfolipid merupakan komponen lemak yang dibutuhkan oleh tokolan udang windu dalam jumlah yang relatif sedikit, namun sangat

menentukan sintasan dan pertumbuhan udang. Kolesterol dan fosfolipid berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan, efisiensi pakan, retensi protein, dan retensi lemak. Nilai retensi protein tertinggi dicapai pada kadar kolesterol 0,69% dan fosfolipid 0,78%—1,46% dengan nilai retensi protein sebesar 9,18%—14,79% dan retensi lemak 3,13%—5,10%.

Heptarina (2006) memperoleh nilai retensi protein sebesar 11,5%—36,4% dan retensi lemak 26,4%—94,8% pada yuwana udang vanamei ukuran awal  $0,5 \pm 0,02$  g/ekor yang diberi pakan dengan kadar protein berbeda (29%—35%) dan pakan komersil 40,69% (kontrol) selama 70 hari pemeliharaan. Lebih lanjut dikatakan bahwa terdapat kecenderungan bahwa dengan semakin bertambahnya kadar protein dalam pakan, maka nilai retensi protein juga semakin tinggi. Pada penelitian Hariyanto (2007), penambahan 500—1.000 unit enzim phytase/kg pakan dapat meningkatkan pertumbuhan relatif udang vanamei. Peningkatan nilai pertumbuhan ini sejalan dengan meningkatnya nilai retensi protein pada perlakuan dengan penambahan enzim phytase. Penambahan 500—1.000 unit enzim phytase/kg pakan dapat meningkatkan nilai retensi protein sebesar 74,16%—79,55% dan retensi lemak 41,85%—46,11% pada yuwana udang vanamei yang dipelihara selama 60 hari.

Hasil penelitian Utami (2008) mengemukakan bahwa pemberian pakan dengan pemakaian 30% bahan nabati (bungkil kelapa sawit, lupin, biji kapuk, dan bungkil kedelai) menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan relatif, jumlah konsumsi pakan, retensi lemak, dan retensi protein vanamei. Pemberian pakan 30% bungkil kelapa sawit, 30% lupin, dan 30% bungkil kedelai diperoleh nilai retensi protein masing-masing 37,24%; 54,29%; dan 62,96% sedangkan retensi lemak sebesar 16,0%; 25,13%; dan 55,47% pada yuwana udang vanamei dengan ukuran awal  $4,72 \pm 0,049$  g/ekor yang diberi pakan selama 60 hari pemeliharaan. Taqwa (2008) memperoleh nilai retensi protein udang vanamei berkisar antara 5,33%—19,63%. Retensi protein tertinggi dihasilkan oleh perlakuan dengan waktu pergantian pakan alami oleh pakan buatan segera setelah masa adaptasi penurunan salinitas (hari ke-1 atau saat stadia PL-25) dibandingkan dengan hanya diberi pakan alami selama masa pemeliharaan maupun pergantian pakan alami oleh pakan buatan pada hari ke-7, ke-14, dan ke-21.

Menurut Nur & Arifin (2004) dan Watanabe (1988), kebutuhan protein optimum adalah tingkat protein berkualitas tinggi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan maksimal. Beberapa faktor yang mempengaruhi kebutuhan protein untuk pertumbuhan udang yang maksimum adalah spesies, ukuran udang atau umur, suhu air, kualitas protein seperti yang diekspresikan dalam profil asam amino, tingkat dietari dari energi non protein (lemak dan karbohidrat), jumlah pakan harian, dan ketersediaan pakan alami.

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa nilai produksi udang vanamei yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 340,85—390,28 g selama 75 hari pemeliharaan. Produksi udang terendah dihasilkan pada perlakuan A (pengurangan ransum pakan 75%) yaitu sebesar 340,85 g dan nilai produksi tertinggi dihasilkan pada perlakuan C (pengurangan ransum pakan sebesar 25%) yaitu sebesar 390,28 g. Namun hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pengurangan ransum pakan selama pemeliharaan udang vanamei tidak berpengaruh nyata terhadap produksi udang ( $P > 0,05$ ). Fenomena yang hampir sama juga dijumpai pada penelitian Cholik & Ahmad (1981) bahwa starvasi sampai 48 jam tidak berpengaruh nyata terhadap pertambahan bobot, sintasan, maupun produksi udang putih. Produksi udang vanamei dalam penelitian ini lebih rendah dari penelitian Suwoyo *et al.* (2005) yang mendapatkan produksi udang vanamei secara tunggal (100 ekor/ $0,5 \text{ m}^3$ ) dan kombinasi 80 ekor udang vanamei + 20 ekor udang windu masing-masing sebesar 473 dan 431 g/ $0,5 \text{ m}^3$ . Menurut Utojo *et al.* (1989), bahwa tinggi rendahnya produksi yang dihasilkan tergantung pada sintasan, kecepatan laju pertumbuhan, makanan, dan padat penebaran udang yang dipelihara.

Kualitas air mempunyai peranan penting sebagai pendukung kehidupan dan pertumbuhan udang vanamei. Hasil pengamatan terhadap beberapa peubah kualitas air yang meliputi suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, amoniak, nitrit, nitrat, fosfat, dan bahan organik total pada semua perlakuan selama penelitian disajikan pada Tabel 3.

Kualitas air mempunyai dampak yang sangat berpengaruh terhadap kesehatan udang. Rendahnya kualitas air pada media pemeliharaan dapat mengakibatkan rendahnya tingkat pertumbuhan, sintasan, dan frekuensi

Tabel 3. Kisaran peubah kualitas air selama penelitian  
 Table 3. Water quality range during the experiment

Peubah Variable	Perlakuan pengurangan ransum pakan (% BB/hari/minggu) Gradual decrease in feed (% BW/day/week)			
	75	50	25	Control
Suhu (°C) Temperature (°C)	26.1–28.4	26.3–28.2	26.0–28.7	26.8–28.2
Salinitas (ppt) Salinity (ppt)	30–36	30–36	30–36	31–36
pH pH	8.0–8.2	7.5–8.2	7.5–8.2	7.5–8.2
Oksigen terlarut (mg/L) Dissolved oxygen (mg/L)	3.20–5.58	3.59–5.58	3.20–5.44	3.56–5.46
Amonia (mg/L) Ammonium (mg/L)	0.127–0.345	0.092–0.412	0.004–0.412	0.089–0.377
Nitrit (mg/L) Nitrite (mg/L)	0.003–0.025	0.021–0.044	0.002–0.032	0.003–0.054
Nitrat (mg/L) Nitrate (mg/L)	0.006–0.1231	0.059–0.142	0.097–0.123	0.008–0.127
Fosfat (mg/L) Phosphate (mg/L)	0.010–0.157	0.013–0.178	0.025–0.186	0.035–0.174
BOT (mg/L) Total Organic Matter (mg/L)	3.937–13.43	5.372–13.43	4.298–14.062	5.625–13.430

*moulting*, serta peningkatan bakteri yang merugikan. Kualitas air media pemeliharaan selama penelitian masih berada pada kisaran yang layak bagi pertumbuhan dan sintasan udang vanamei kecuali kadar amoniak. Menurut Anonim (2003), kualitas air yang layak untuk budidaya udang vanamei adalah salinitas optimal 10–25 ppt (toleransi 50 ppt); suhu 28°C–31°C (toleransi 16°C–36°C); oksigen terlarut > 4 mg/L (toleransi minimum 0,8 mg/L); pH 7,5–8,2; alkalinitas 120–150 mg/L; amonia < 0,1 mg/L; fosfat 0,5–1 mg/L; dan H<sub>2</sub>S < 0,003 mg/L.

Menurut Suprpto (2005), suhu dan kadar oksigen optimal untuk budidaya udang vanamei berkisar 27°C–32°C. dan > 3 mg/L dengan tolerasi 2 mg/L. Haliman & Adijaya (2005) menambahkan bahwa suhu optimal pertumbuhan udang vanamei antara 26°C–32°C. Udang vanamei dapat tumbuh baik/optimal pada kisaran salinitas 15–25 ppt, bahkan beberapa penelitian menunjukkan bahwa pada salinitas 5 ppt masih layak untuk pertumbuhannya (Soemardjati & Suriawan,

2006). Menurut Mc Grow & Scarpa (2002), bahwa udang vanamei dapat hidup pada kisaran salinitas yang lebar dari 0,5–45 ppt. Wyban & Sweeny (1991) mengemukakan bahwa kisaran pH air yang cocok untuk budidaya udang vanamei secara intensif antara 7,4–8,9 dengan nilai optimum 8,0.

Amonia merupakan salah satu hasil sampingan dari proses perombakan bahan organik di dalam air yang bersifat racun. Toksisitas amonia meningkat dengan menurunnya kadar oksigen terlarut. Konsentrasi amoniak dalam penelitian ini mencapai 0,412 mg/L yang diduga sebagai salah satu penyebab kematian udang vanamei sekitar 16,11%–26,11%. Menurut Cholik & Ahmad (1981), kualitas air terutama amonia merupakan penyebab yang secara tidak langsung dapat menurunkan sintasan. Konsentrasi NH<sub>3</sub> yang relatif aman untuk udang *Penaeus* sp. adalah di bawah 0,1 mg/L (Liu, 1989). Lin & Chen (2001) melaporkan bahwa nilai LC<sub>50</sub> amoniak untuk yuwana udang vanamei pada perendaman 24, 48, 72, dan 96

jam, salinitas 35 ppt yakni 2,78; 2,18; 1,82; dan 1,60 mg/L. Adiwijaya *et al.* (2003) berpendapat bahwa kisaran optimal nitrit untuk budidaya vanamei yakni 0,01—0,05 mg/L sedangkan kisaran optimal bahan organik pada budidaya udang vanamei < 55 mg/L. Menurut Clifford (1998), bahwa konsentrasi nitrat yang optimal untuk udang vanamei berkisar 0,4—0,8 mg/L.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

1. Starvasi melalui pengurangan ransum pakan secara periodik tidak mempengaruhi pertumbuhan, sintasan, dan produksi udang vanamei.
2. Pengurangan jumlah pakan yang dikonsumsi secara periodik mampu meningkatkan efisiensi pakan sekitar 16,04%—21,97% dibandingkan perlakuan kontrol atau sekitar 75,67%—79,67% dengan nilai rasio konversi pakan yang rendah (1,27—1,32).
3. Penghematan penggunaan pakan untuk udang vanamei tanpa merugikan kehidupannya dapat dilakukan dengan cara starvasi melalui pengurangan ransum pakan hingga 75% bobot biomassa/minggu.
4. Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan waktu penelitian yang lebih lama atau penelitian langsung diaplikasikan di tambak pembesaran udang vanamei.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adiwijaya, D., P.R. Sapto, E. Sutikno, Sugeng, dan Subiyanto. 2003. Budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) sistem tertutup yang ramah lingkungan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara. 29 pp.
- Anonim. 2003. *Litopenaeus vannamei* sebagai alternatif budidaya udang saat ini. PT. Central Proteinaprima (Charoen Pokphand Group) Surabaya. 16 pp.
- Arifin, Z., K. Andrat, dan Subiyanto. 2007. Teknik produksi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) secara sederhana. Departemen Kelautan dan Perikanan. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara. 9 pp.
- Buwono, I.D. 2000. Kebutuhan asam amino esensial dalam ransum ikan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 56 pp.
- Chatakondi, N.G. and R.D. Yant. 2001. Application of compestory growth to enhance production in chanel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Journal of the World Aquaculture Society*. 32: 278—285.
- Cholik, F. dan T. Ahmad. 1981. Studi pendahuluan pengaruh starvasi terhadap pertumbuhan dan produksi udang putih (*Penaeus merguensis* de Man). *Bulletin Penelitian Perikanan. Majalah Ilmiah Perikanan Indonesia*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 1(2): 209—217.
- Clifford, H.C. 1998. Management of ponds stocked with blue shrimp *Litopenaeus stylirostris*. In Print, *Proceedings of the 1st Latin American Congress on Shrimp Culture*, Panama City, Panama. p. 101—109.
- Effendie, M.I. 1979. Metode Biologi Perikanan. Cetakan Pertama. Penerbit Yayasan Dwi Sri Bogor. 112 pp.
- Effendi, H. 2000. Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya lingkungan perairan. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, FPIK-IPB. Bogor. 258 pp.
- Ekawati, A.W. 1990. *Pengaruh kadar protein pakan terhadap pertumbuhan pascalarva udang windu (Penaeus monodon Fab)*. Tesis. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Haliman, R.W. dan D. Adijaya S. 2005. Udang vannamei, Pembudidayaan dan Prospek Pasar Udang Putih yang Tahan Penyakit. Penebar Swadaya. Jakarta. 75 pp.
- Hariyanto, D. 2007. *Pengaruh penambahan enzim phytase yang berbeda dalam pakan terhadap pencernaan pakan dan pertumbuhan yuwana udang putih (Litopenaeus vannamei)*. Skripsi. Program Studi Teknologi dan Manajemen Akuakultur. Departemen Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Harris, E. 1997. *Pengaruh kolesterol dan fosfolipid pakan terhadap laju absobsi dan distribusi kolesterol, komposisi kimia dan struktur hepatopankreas serta kinerja pertumbuhan dan kelangsungan hidup tokolan udang windu (Penaeus monodon)*. Disertasi. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. 106 pp.
- Hendrajat, E.A. dan M. Mangampa. 2007. Pertumbuhan dan sintasan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pola tradisional plus dengan kepadatan berbeda. *J. Ris. Akuakultur*. 2(2): 149—155.

- Heptarina, D. 2006. *Pengaruh pemberian pakan dengan kadar protein berbeda terhadap kinerja pertumbuhan juvenil udang putih (Litopenaeus vannamei)*. Skripsi. Program Studi Teknologi dan Manajemen Akuakultur. Departemen budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Huisman, E.A. 1976. Food Conversion efficiencies at maintenance and production level of carp, *Cyprinus carpio* and rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Aquaculture*. 9: 259—273.
- Huet, M. 1971. Textbook of Fish Culture, Cyre and Sportis Woode Ltd, London. 436 pp.
- Hunt, H., Du Preez., W. Strydom, and P.E.D. Winter. 1986. Oxygen consumption of two marine teleosts *Lithognathus mormyrus* (Linneus, 1758) and *Lithognathus lithognathus* (Cuvier, 1830) (Teleost: Sparidae). *Comparative Biochemistry Physiology*. p. 313—333.
- Lin, Y.C. dan J.C. Chen. 2001. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* boone juveniles at different salinity levels. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. Elsevier Science Ltd. ISSN 0022-0981. 259(1): 109—119.
- Liu, C.I. 1989. Shrimp disease, prevention and treatment. Dalam Akiyama D.M., editor. *Proceeding of the Southeast Asia Shrimp Farm Management Workshop*. USA: Soybeans, America Soybean Association. p. 64—74.
- Mc Grow, W.J. and J. Scarpa. 2002. Determining ion concentration for *Litopenaeus vannamei* culture in freshwater. *Global Aquaculture Advocate*. 5(3): 36—37.
- Nur, A. dan Z. Arifin. 2004. Nutrisi dan formulasi pakan ikan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau, Jepara. 107 pp.
- Padda, H. dan M. Mangampa. 1993. Analisis ekonomi percobaan pergantian air dan lama aerasi dalam budidaya udang windu secara intensif di tambak Marana, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan Budidaya Pantai*, Maros, 16—19 Juli 1993. 11: 161—168.
- Palinggi, N.N. dan M. Atmomarsono. 1988. Pengaruh beberapa jenis bahan baku pakan terhadap pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon* Fabr.) *Jurnal Penelitian Budidaya Pantai*. 1(4): 21—28.
- Pierhonen, J.I., C.B. Schreck, P.W. Reno, and H. Ogut. 2002. Effect of fasting intake on feed intake, growth and mortality of Chinnok Salmon, *Onchorhynchus tshawytscha* during sn induced *Aeromonas salmonicida* Epizootic. *Aquaculture*. <http://www.elsevier.com/locate/aqua-online>.
- Pinandoyo. 1994. *Pengaruh salinitas dan energi pakan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup pascalarva udang windu (Penaeus monodon Fabricius)*. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Poernomo, A. 2002. Perkembangan udang putih vannamei (*Penaeus vannamei*) di Jawa Timur. Disampaikan dalam Temu Bisnis Udang. Makassar, 19 Oktober 2002. 26 pp.
- Rachmansyah, H.S. Suwoyo, M.C. Undu, dan Makmur. 2006. Pendugaan *Nutrient Budget* tambak intensif udang *Litopenaeus vannamei*. *J. Ris. Akuakultur*. 1(2): 181—202.
- Rachmawati, F.N., E. Yuwono, S.B.I. Simanjuntak, U. Susilo, dan B. Haryadi. 2005. Efek pemuaasan secara periodik terhadap perubahan laju metabolisme dan retensi energi ikan bandeng, *Chanos chanos* Forskal. *Prosiding Seminar Nasional dan Kongres Biologi XIII dalam rangka Lustrum X Fakultas Biologi Universitas Gajah Mada*. Yogyakarta. p. 428—431.
- Sanchez, A.P., F.G. Carrenom, I.H. Lopez., A.M. Almazan, and G.Y. Plascencia. 2006. Effect of short-term starvation on hepatopancreat and plasma energy reserve of the Pasific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Centro the Investigaciones Biologicas del Noroeste. Mexico.
- Sedgwick, R.W. 1979. Influence of dietary protein and energy on growth, food consumption an food conversion efficiency in *Penaeus merguensis* de Man. *Aquaculture*. 16: 7—30.
- Soemardjati, W. dan A. Suriawan. 2006. Petunjuk teknis budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Tambak. Departemen Kelautan dan Perikanan. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Balai Budidaya Air Payau Situbondo. 30 pp.
- Steel, R.G.D and J.H. Torrie. 1991. Principles and Procedures of Statistics. London: McGraw-Hill, Book Company, INC. 487 pp.
- Suprpto. 2005. Petunjuk teknis budidaya udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*). CV Biotirta. Bandar Lampung. 25 pp.
- Susilo, U., B. Hariyadi, dan F.N. Rachmawati. 2002. Laju tumbuh harian, laju makan,

- pemeliharaan tubuh, dan efisiensi pakan ikan patin, *Pangasius* spp. pada frekuensi pemberian pakan berbeda. Sains Akuatik. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Muhammadiyah, Purwokerto.* 2(2): 33—37.
- Sutanto, I. 2005. Kesuksesan budidaya udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) di Lampung. *dalam* A. Sudrajat, Z.I. Azwar, L.E. Hadie, Haryanti, N.A.Giri, dan G.S. Sumiarsa. 2005. *Buku Perikanan Budidaya Berkelanjutan.* Pusat Riset Perikanan Budidaya. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. p. 67—72.
- Suwirya, K. 1993. *Pengaruh kadar kelompok asam lemak linoleat (W6) dan Linolenat (W3) pakan terhadap pertumbuhan pascalarva udang windu (Penaeus monodon Fab).* Tesis. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Suwoyo, H.S. dan E.A. Hendrajat. 2006. Pemeliharaan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada substrat yang berbeda. *Prosiding Seminar Akuakultur.* Pusat Riset Perikanan Budidaya. Jakarta. 7 pp.
- Suwoyo, H.S., M.J.R Yakob, S. Lante, dan M. Mangampa. 2005. Pengaruh keberadaan udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) pada budidaya udang windu (*Penaeus monodon*) dalam bak terkontrol. *Prosiding Konferensi Nasional IV Pengelolaan Sumberdaya Perairan Umum, Pesisir, Pulau-Pulau Kecil dan Laut Indonesia.* Balikpapan. 14--17 September 2004.
- Taqwa, F.H. 2008. *Pengaruh penambahan kalium pada masa adaptasi penurunan salinitas dan waktu pergantian pakan alami oleh pakan buatan terhadap performa pascalarva udang vaname (Litopenaeus vannamei).* Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. 84 pp.
- Trenggono, E. 2003. Timbang lagi keputusan anda bertambak vanamei. *Trobos.* Edisi Mei 2003. 44: 61—63.
- Utami, D.S.N. 2008. *Kecernaan dan pertumbuhan juvenil udang putih (Litopenaeus vannamei) yang diberi pakan dengan pemakaian bungkil kelapa sawit, lupin, biji kapuk, dan bungkil kedelai masing-masing sebanyak 30%.* Skripsi. Program Studi Teknologi dan Manajemen Akuakultur. Departemen Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Utojo, F. Cholik, A. Mansyur, dan A.G. Mangawe. 1989. Pengaruh padat penebaran terhadap pertumbuhan, daya kelulusan hidup dan produksi udang windu (*Penaeus monodon*) dalam keramba jaring apung di muara Sungai Binisangkara. *Jurnal Penelitian Budidaya Pantai, Maros.* 5(1): 95—101.
- Watanabe, T. 1988. *Fish Nutrition and Mariculture.* Kanazawa International Fisheries Center. JICA. The general aquaculture course. Departemen of Agriculture Bioscience. Tokyo University. 233 pp.
- Wyban, J.A. dan J.N. Sweeny. 1991. *Intensive Shrimp Production Technology.* The Oceanic Institute Makapuu Point. Honolulu, Hawaii USA. 158 pp.