

## **Kajian Kontribusi Pakan Alami dan Buatan Serta Variasi Musim Pada Performansi Pertumbuhan Juvenil Udang *Penaeus monodon* yang Dipelihara Dalam Tambak Air Payau**

**Agung Sudaryono**

*Laboratorium Nutrisi dan Manajemen Pakan Ikan,  
FPIK Universitas Diponegoro Semarang  
Email: agungsud@telkom.net*

*Naskah Diterima : 5 Mei 2006; Diterima Publikasi : 5 Juli 2006*

### **Abstract**

**Agung Sudaryono. 2006. Evaluation of nutrition synergism of natural food and artificial feed on growth performance of juvenile *Penaeus monodon* reared under pond conditions in seasonal variations. *Aquacultura Indonesiana*, 7(2): 85–91.** Two pond experiments were carried out to evaluate nutrition contribution of natural and formulated feeds on growth performance of juvenile black tiger shrimp, *Penaeus monodon* in seasonal variations. Forty unfed shrimp and fed shrimp groups (initial mean individual weight  $0,90 \pm 0,08$  g) were used in the study. The juveniles were individually placed in the transportable compartments of each pen (10 animals/m<sup>2</sup>/pen) installed within a 1500 m<sup>2</sup> fertilized earthen pond and reared for 60 days in Experiment 1 (season with greater rainfall) and another 60 days in Experiment 2 (season with lower rainfall). A range of water salinity in Experiment 1 and 2 were 6–7 ppt and 17–19 ppt, respectively. The shrimp growth performances were regularly observed every 15 days during the study and at the end of study, survival rates of shrimp were determined. Results showed that there were a significant difference ( $P < 0.01$ ) in growth performance (weight gain) between the unfed-shrimp (5,1–6,9 g) and fed-shrimp groups (12,5–14,1 g). Seasonal variations in rainfall did not seem to influence growth and survival performance of the shrimps. It was found that the presence of natural food in the pond was important to boost shrimp production and approximately 36% and 54% of growth of shrimp in Experiments 1 and 2, respectively, were supplied by natural food. A synergism of the nutrition of natural food and formulated diets utilized by shrimp cultured under pond conditions was a proof of complementary and balance of both feed nutrition to produce the shrimp faster growths. Although this study was performed using a pond pen model on a small scale, the results obtained have provided useful information on the significant potential of natural food in a commercial semi-intensive shrimp farming regardless seasonal variations in rainfall.

**Keywords :** Juvenile *Penaeus monodon*; Natural food; Pond experiments; Seasonal variations

### **Abstrak**

Dua percobaan model tambak untuk mengetahui seberapa besar kontribusi pakan alami dalam pertumbuhan juvenile udang *Penaeus monodon* yang dipelihara dalam variasi musim hujan curah tinggi dan rendah telah dilakukan selama 60 hari. Empat puluh udang (rata-rata bobot awal  $0,90 \pm 0,08$  g) dari kelompok perlakuan yang diberi pakan dan 40 udang dari kelompok yang tidak diberikan pakan digunakan dalam penelitian ini. Udang ditempatkan secara individu dalam wadah dengan jumlah 10 ekor/m<sup>2</sup>/karamba jaring tertutup yang ditempatkan dalam tambak 1500 m<sup>2</sup> yang telah diberi pupuk. Pengamatan perubahan bobot udang dilakukan setiap 15 hari sekali selama pemeliharaan 60 hari dan kelulushidupan udang ditentukan pada akhir percobaan. Percobaan 1 dilakukan pada musim dengan curah hujan tinggi (Februari–April, salinitas 6–7 ppt) dan percobaan 2 pada musim dengan curah hujan rendah (Juni–Agustus, salinitas 17–19 ppt). Hasil menunjukkan bahwa ada perbedaan pertambahan bobot udang yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) antara kelompok yang tidak diberi makan (5,1–6,9 g) dan yang diberi makan (12,5–14,1 g). Variasi musim tidak nampak memberikan perbedaan pertumbuhan dan kelulusan udang. Keberadaan pakan alami adalah penting dalam menunjang produksi udang, dimana ditemukan bahwa sekitar 36% pertumbuhan udang terjadi karena pemanfaatan sumbangan nutrisi dari pakan alami Percobaan 1 dan 54% pertumbuhan udang berasal dari pakan alami pada Percobaan 2. Studi ini bermanfaat sebagai sumber informasi bahwa keberadaan sumbangan nutrisi pakan alami adalah mutlak peranannya dalam menunjang pertumbuhan udang di tambak dimana sinergisme nutrisi pakan alami dan buatan mampu menutupi kekurangan dan ketidakseimbangan nutrisi keduanya agar sesuai dengan kebutuhan udang.

**Kata Kunci:** Juvenil *Penaeus monodon*; Pakan alami; Percobaan tambak; Variasi musim

## Pendahuluan

Pakan alami (fitoplankton) diyakini berperan penting dalam menyumbangkan nutrisi bagi pertumbuhan udang di perairan tambak. Budidaya udang di tambak bagaimanapun tingginya teknologi yang didasarkan pada tingkat kepadatan tebar keberadaan pakan alami tetap memberikan peran penting dalam menyumbang nutrisi pakan selain pakan buatan. Makin tinggi kepadatan tebar udang per m<sup>2</sup>, keberadaan pakan buatan sebagai sumber nutrisi utama makin besar peranannya dan begitu sebaliknya makin rendah padat tebar udang nutrisi pakan alami makin lebih berperan dalam menopang pertumbuhan udang. Hal ini terjadi karena pada kepadatan biomas udang tinggi keberadaan pakan alami sebagai penyedia sumber energi pakan tidak mencukupi secara kuantitas dan kualitas yang dibutuhkan oleh udang. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara pakan alami dan pakan buatan sebagai sumber nutrisi oleh udang merupakan satu-kesatuan komponen yang tidak terpisahkan satu sama lain sebagai penyedia nutrisi penting bagi pertumbuhan udang dalam budidaya semi-intensif di tambak.

Penelitian tentang peranan kuantitas dan kualitas pakan buatan maupun pakan alami untuk pertumbuhan udang dalam skala uji laboratorium sudah banyak dipublikasi (Deshimaru dan Shigeno, 1972; Alava dan Pascual, 1987; Boyd, 1990; Shiau dan Peng, 1992; Cruz-Suarez *et al.*, 1994). Namun sangat minim informasi dan bahkan belum ada informasi tentang hasil penelitian peranan dan besarnya kontribusi pakan alami dan pakan buatan sebagai sumber nutrisi pakan terhadap pertumbuhan udang yang dibudidayakan di perairan tambak secara langsung. Selain faktor jenis pakan, peranan faktor lingkungan (media air payau) saat musim hujan dan tidak terhadap pertumbuhan udang di tambak juga belum banyak diketahui. Oleh karena itu penelitian ini dirancang untuk melihat seberapa besar peranan kontribusi antara pakan alami dan pakan buatan dalam menunjang pertumbuhan juvenil udang *Penaeus monodon* yang dipelihara dalam tambak dengan variasi musim yang berbeda (curah hujan tinggi dan rendah).

## Materi dan Metode

Materi yang digunakan adalah juvenil udang windu dengan bobot awal rata-rata 0,90 ± 0,08 g yang diperoleh dari hatchery komersial skala

rumah tangga di daerah Jepara. Udag diaklimatisasi dahulu untuk menyesuaikan dengan kondisi lingkungan terutama salinitas tambak sebelum ditebar.

### *Persiapan Tambak*

Dua petak tambak dengan luasan 1500 m<sup>2</sup> digunakan untuk tambak uji dan 8000 m<sup>2</sup> digunakan untuk tambak tandon yang distok dengan 400 ekor bandeng (*Chanos-chanos*) yang berfungsi sebagai biofilter. Air keluar masuk melalui grafitasi pasang surut air laut. Sebelum penebaran dilakukan, tanah dasar tambak diolah dan dikeringkan selama 10-15 hari untuk menghilangkan (oksidasi) sisa-sisa bahan organik. Kapur 100 kg ditebar secara merata untuk meningkatkan pH tanah dan sebagai penyubur tumbuhnya fitoplankton (Chiang *et al.*, 1989). Tambak dipupuk dengan 4,5 kg urea dan 1,5 kg amonium fospat untuk meningkatkan pertumbuhan fitoplankton. Pupuk organik dari kotoran hewan tidak diberikan selama penelitian dilakukan. Pada awalnya air dari petak tandon dipompa ke dalam petak pembesaran hingga mencapai kedalaman sekitar 20 cm dan didiamkan selama 7 hari. Segera setelah proses pengeringan dan pemupukan (persiapan tambak) selesai, air di petak pembesaran ditambah hingga mencapai ketinggian 60 cm dan benur udang windu siap ditebarkan. Sebelum tambak diisi air, semua jaring karamba percobaan diinstalasi terlebih dahulu.

### *Rancangan Percobaan dan Prosedur Penelitian*

Delapan karamba jaring nilon (10 mm mesh) tertutup dengan ukuran 1x1x1 m<sup>3</sup> berkerangka bambu atau dikenal dengan sebutan pen ditempatkan berjajar ditengah petakan tambak pembesaran dengan jarak 2 m antar pen. Tiap karamba didalamnya berisi 10 kurungan kecil memanjang (0,2x0,2x1 m<sup>3</sup>) yang akan ditempati udang secara individu. Perlakuan kelompok udang yang diberi makan dan tidak adalah masing-masing 40 ulangan (N=40).

Udag ditempatkan secara individu dan acak di dalam kurungan untuk keseluruhan 24 jaring tertutup (pen). Udag dikelompokkan pada perlakuan yang diberi pakan pelet dan yang tidak diberi pakan selama pemeliharaan 60 hari. Pakan diberikan dua kali sehari pada pagi dan sore hari dengan jumlah 10, 8, 6, dan 4% dari bobot rata-rata individu udang/hari (% berkurang tiap 2

minggu saat sampling pertumbuhan dilakukan). Udang yang mati selama percobaan diganti dengan udang serupa untuk menjaga kestabilan padat tebar (densitas ruang). Pembersihan kurungan dan jaring tertutup dilakukan secara rutin saat sampling untuk menjaga sirkulasi air antar wadah agar tidak terhambat.

Tidak ada aerasi selama percobaan dan penambahan air dari tandon dilakukan untuk mengganti air tambak yang menyusut karena bocor dan evaporasi. Percobaan dilakukan secara seri dua kali, yaitu pada musim curah hujan tinggi (salinitas rendah 5–8 ppt) pada bulan Februari–April dan saat musim dengan curah hujan rendah (salinitas payau 17–25 ppt) pada bulan Juni–Agustus untuk melihat dampak dari variasi musim terhadap performansi udang yang diberi pakan pelet dan tidak.

Data pertumbuhan pada tiap interval 15 hari diamati dan kelulushidupan udang dihitung pada akhir percobaan selama 15 hari. Udang ditimbang secara individu dan dibuat rata-rata dari pengamatan 40 udang. Data penambahan bobot (g) dan kelulushidupan (%) dianalisis statistik dengan menggunakan analisis ragam satu arah (*One Way ANOVA*) dan apabila ada perbedaan antar perlakuan digunakan uji perbandingan ganda dari Duncan dengan program SPSS. Data kelulushidupan (%) sebelum di ANOVA terlebih dulu ditransformasikan ke arc sin. Analisis kovarian digunakan untuk meyakinkan bahwa tidak ada pengaruh dari variasi bobot awal udang sebelum percobaan dimulai (Steel dan Torrie, 1980).

## Hasil dan Pembahasan

Parameter kualitas air (suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut (DO), kecerahan air) yang diamati pada jam 06.00, 12.00, dan 18.00 tiap hari selama 60 hari penelitian dari 6 jaring tertutup (pen) (N=360 pengamatan) disajikan dalam Tabel 1.

Suhu, pH, dan DO air rata-rata di percobaan 1 pada musim dengan curah hujan tinggi (Februari–April) cenderung meningkat dari pagi (jam 06.00) sampai sore (jam 18.00). Demikian pula pada percobaan 2 pada musim dengan curah hujan rendah (Juni–Agustus) suhu, pH, dan DO air rata-rata juga meningkat selama siang hari (Tabel 1). Salinitas air selama percobaan relatif stabil sama pada musim hujan percobaan 1 (6–7 ppt) dan pada musim kemarau percobaan 2 (17–19 ppt). Perbedaan ini dikarenakan adanya variasi musim hujan dengan curah hujan yang tinggi (percobaan 1) dan curah hujan yang rendah (percobaan 2). Kecerahan tertinggi (33 dan 37 cm) di kedua percobaan diamati pada pagi hari.

Data pertumbuhan dan kelulushidupan udang selama percobaan 1 dan 2 dirangkum pada Tabel 2. Berat udang yang diamati pada tiap interval waktu 15 hari dari percobaan 1 dan 2 tersaji pada Tabel 2. Pertambahan bobot rata-rata setelah 15 hari pada percobaan 1 (curah hujan tinggi) adalah sekitar 2,7 g dan setelah 60 hari mencapai 14,1 g (bobot awal-bobot akhir). Sementara pertambahan bobot tubuh udang rata-rata dari yang tidak diberi pakan selama 60 hari hanya mencapai 5,1 g ( $P<0,01$ ). Diperkirakan 36% pertambahan bobot udang pada percobaan 1 ditopang oleh keberadaan pakan alami yang merupakan sumber nutrisi utama dari udang yang tidak diberi pakan. Pada percobaan 2 pertambahan bobot rata-rata setelah 60 hari udang diberi pakan mencapai 12,8 g dan sementara yang tidak diberi pakan hanya mencapai 6,9 g ( $P<0,05$ ). Perbandingan antara kelompok udang yang diberi pakan dan tidak menunjukkan bahwa kira-kira 54% pertambahan bobot udang disumbang oleh keberadaan pakan alami sebagai pakan utama selama pemeliharaan 60 hari di tambak.

Kelulushidupan udang selama pemeliharaan 60 hari pada percobaan 1 baik dari kelompok perlakuan yang diberi pakan dan yang

Tabel 1. Data pengamatan kualitas air (rerata  $\pm$  SD, N = 360)

Parameter	Eksperimen 1 (curah hujan tinggi)			Eksperimen 2 (curah hujan rendah)		
	06.00	12.00	18.00	06.00	12.00	18.00
Suhu ( $^{\circ}$ C)	29,7 $\pm$ 0,8	32,1 $\pm$ 0,9	31,5 $\pm$ 1,4	27,5 $\pm$ 0,7	30,2 $\pm$ 0,9	30,4 $\pm$ 0,7
pH	8,3 $\pm$ 0,2	8,6 $\pm$ 0,2	8,6 $\pm$ 0,2	8,2 $\pm$ 0,2	8,4 $\pm$ 0,2	8,5 $\pm$ 0,2
Salinitas (ppt)	7,0 $\pm$ 1,0	6,0 $\pm$ 1	6,0 $\pm$ 1,0	19,0 $\pm$ 6,0	17,0 $\pm$ 6,0	17,0 $\pm$ 6,0
DO (mg/L)	3,5 $\pm$ 1,1	6,0 $\pm$ 1,7	5,7 $\pm$ 1,8	2,9 $\pm$ 1,2	6,0 $\pm$ 1,7	5,9 $\pm$ 1,7
Kecerahan (cm)	37,0 $\pm$ 8,0	31,0 $\pm$ 7,0	31,0 $\pm$ 6,0	33,0 $\pm$ 21,0	30,0 $\pm$ 13,0	27,0 $\pm$ 12,0

Table 2. Data pertumbuhan dan kelulushidupan udang yang diamati pada percobaan 1 dan 2 (Rerata ± SD, N=40)

Indeks	Eksperimen 1 (curah hujan tinggi)		Eksperimen 2 (curah hujan rendah)	
	Tanpa pakan	Diberi makan	Tanpa pakan	Diberi makan
Bobot awal (g)	0,90 ± 0,12 <sup>a</sup>	0,89 ± 0,09 <sup>b</sup>	0,86 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,87 ± 0,08 <sup>b</sup>
Hari 15	2,57 ± 0,25 <sup>a</sup>	3,64 ± 0,42 <sup>b</sup>	2,80 ± 0,31 <sup>a</sup>	3,99 ± 0,60 <sup>b</sup>
Hari 30	5,28 ± 0,67 <sup>a</sup>	8,48 ± 0,95 <sup>b</sup>	4,63 ± 0,52 <sup>a</sup>	8,31 ± 1,17 <sup>b</sup>
Hari 45	5,93 ± 0,81 <sup>a</sup>	12,10 ± 1,40 <sup>b</sup>	6,70 ± 0,90 <sup>a</sup>	11,40 ± 1,50 <sup>b</sup>
Hari 60	6,04 ± 0,89 <sup>a</sup>	15,00 ± 1,80 <sup>b</sup>	7,80 ± 0,90 <sup>a</sup>	13,40 ± 2,40 <sup>b</sup>
SR (%)	90,00 ± 14,10 <sup>a</sup>	92,50 ± 5,00 <sup>b</sup>	97,50 ± 5,00 <sup>a</sup>	100,00 ± 0,00 <sup>b</sup>

*Keterangan : Nilai dengan huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan ada perbedaan yang nyata (P<0,05).*

tidak diberi pakan hampir sama ( $P>0,05$ ) yaitu berkisar 90–93%, demikian pula untuk percobaan 2 berkisar 98–100%.

Nilai pH rata-rata harian yang relative lebih tinggi pada siang hari dibandingkan dengan pagi hari di kedua percobaan dikarenakan terjadinya aktivitas fotosintesa populasi fitoplankton yang terdapat di perairan tambak. Hal ini berdampak langsung pada produksi oksigen yang ditandai dengan meningkatnya DO di perairan pada siang hari dibandingkan pada pagi hari (lihat Tabel 1). Konsentrasi DO terendah yang layak untuk pertumbuhan udang direkomendasikan oleh Chen (1979), Body dan Liao (1987), Allan dan Maguire (1991) adalah 2 mg/L. Pada kenyataan selama percobaan tidak cukup bukti bahwa kualitas air selama pemeliharaan mempengaruhi pertumbuhan dan kelulushidupan udang. Hal ini membuktikan bahwa parameter kualitas air (suhu, pH, DO) yang dicatat selama percobaan masih dalam kisaran yang layak untuk pertumbuhan dan kehidupan juvenile udang *P. monodon* (Chen, 1979; Body dan Liao, 1987; Solis, 1988; Allan dan Maguire, 1991; Maguire dan Allan, 1991; Allan dan Maguire, 1992; Deering *et al.*, 1995). Rata-rata kecerahan air berkisar 27–37 cm selama periode 60 hari pada percobaan 1 dan 2 masih dalam kategori kondisi perairan tambak yang bagus (Boyd, 1982).

Perbedaan kisaran salinitas antara percobaan 1 (6–7 ppt) dan percobaan 2 (17–19 ppt) dikarenakan oleh variasi musim. Salinitas lebih rendah pada percobaan 1 dibandingkan percobaan 2 dihubungkan dengan tingginya curah hujan pada periode percobaan 1 (Februari–April) daripada pada periode percobaan 2 (Juni–Agustus). Namun perbedaan salinitas di kedua percobaan tidak mempengaruhi pertumbuhan udang baik dari

kelompok yang diberi makan maupun tidak. Hasil ini adalah serupa dengan hasil Venkataramiah *et al.* (1975) pada udang coklat (*Penaeus aztecus*) dan Hysmith dan Colura (1976) pada udang putih (*Penaeus setiferus*) yang melaporkan bahwa udang yang dipelihara pada salinitas 7–8 ppt dan 15–17 ppt tidak mempengaruhi pertumbuhannya. Wickins (1976) dan Fernandez dan Achuthankutty (1997) juga melaporkan bahwa salinitas berpengaruh kecil atau tidak berpengaruh pada frekuensi moulting dan pertumbuhan udang. Meskipun *P. monodon* dapat tumbuh dengan baik pada kisaran salinitas yang lebar (3–33 ppt) (Aquacop, 1985; Lawrence *et al.*, 1985; Motoh, 1985; Body dan Liao, 1987; McCormack, 1989; Yokohama *et al.*, 1989), namun kisaran salinitas yang optimum untuk pertumbuhannya adalah 10–25 ppt (Chen, 1985; Deshimaru *et al.*, 1985; Solis, 1988). Salinitas dalam kedua percobaan ini adalah masih dalam kisaran yang menunjang untuk pertumbuhan maksimum udang windu (*P. monodon*) seperti yang telah dilaporkan oleh banyak ahli lainnya. Hasil ini membuktikan bahwa juvenil *P. monodon* dapat dibudidayakan pada tambak yang bersalinitas rendah (6–7 ppt) dan sedang (17–19 ppt) tanpa mempengaruhi pertumbuhan dan kelulushidupannya.

Pertambahan bobot udang yang nyata pada interval 15 hari pengamatan selama pemeliharaan 60 hari baik dari kelompok yang diberi pakan tambahan pelet maupun tidak telah membuktikan bahwa adanya nutrisi pakan yang dapat dimanfaatkan oleh udang untuk pertumbuhannya. Nutrisi pakan yang hanya mengandalkan dari ketersediaan pakan alami (fitoplakton, zooplankton, detritus/bakteri flok) yang tersedia ditambak ternyata tidak cukup untuk menunjang

pertumbuhan udang secara maksimum. Sementara udang yang diberi nutrisi tambahan dari pakan pelet dapat memanfaatkan kelengkapan nutrisi pakan tambahan tersebut untuk meningkatkan pertumbuhannya secara lebih nyata yang ditandai bobot akhir yang lebih besar diakhir percobaan 1 dan 2. Perbedaan pertumbuhan ini erat kaitannya dengan pemanfaatan nutrisi dalam pakan. Pakan dengan kandungan nutrisi yang lengkap dan seimbang sesuai kebutuhan udang akan menghasilkan pertumbuhan maksimal yang lebih baik karena udang dapat memanfaatkan nutrisi pakan secara optimal, demikian sebaliknya. Ketidakmampuan pakan alami dalam menyediakan jumlah, kualitas dan keseimbangan nutrisi sesuai dengan kebutuhan untuk pertumbuhan juvenil udang windu yang dipelihara dalam tambak selama 60 hari mengindikasikan bahwa juvenil udang windu masih mutlak membutuhkan nutrisi tambahan dari luar selain pakan alami. Ketersediaan nutrisi pakan alami pada percobaan 1 dimanfaatkan secara maksimal untuk pertumbuhan udang hanya 36% sementara pada percobaan 2 meningkat menjadi 54%. Pemanfaatan nutrisi pakan alami yang berbeda pada variasi musim dengan curah hujan tinggi (salinitas 6–7 ppt) adalah lebih rendah dibandingkan dengan curah hujan rendah (17–19 ppt) (36% vs 54%) mungkin dikaitkan dengan kisaran salinitas optimal yang diperlukan untuk pertumbuhan udang windu adalah 15–25 ppt (Chen, 1979; Solis, 1988; Allan dan Maguire, 1993).

Pemberian pakan tambahan pelet membuktikan bahwa nutrisi tambahan dari pakan pelet nyata meningkatkan pertumbuhan udang selama periode 60 hari. Nutrisi yang tersedia dalam pakan buatan tersebut terbukti telah mampu dimanfaatkan dengan baik oleh udang dengan cara melengkapi secara kuantitas dan kualitas serta mampu menyeimbangkan kekurangan ketersediaan nutrisi dari pakan alami. Hal ini membuktikan bahwa konsorsium nutrisi dari pakan alami yang tersedia ditambak dengan nutrisi dari pakan buatan (pelet) telah bekerja sinergis saling melengkapi untuk dimanfaatkan lebih baik sesuai dengan kebutuhan untuk pertumbuhan juvenil udang windu.

Berbagai pakan alami yang banyak dan biasa tersedia di tambak serta sebagai pakan udang windu adalah alga hijau (*Chlorella* sp.), diatom (*Skeletonema* sp.), rotifer (*Branchionus* sp.), mikroplankton lainnya, polikaita, krustase bentik,

kerang-kerangan, dan detritus (Tseng, 1987; Solis, 1988; Lim dan Persyn, 1989). Terpisah dari faktor kualitas air, tingginya kelulushidupan udang dalam percobaan 1 dan 2 (>90%) ini dihubungkan dengan desain percobaan yang tidak memungkinkan terjadinya faktor kanibalisme antar udang terjadi. Udang dalam percobaan ini ditempatkan secara individu dalam wadah (compartment) yang tidak memungkinkan terjadinya kanibalisme. Selain itu faktor pembersihan rutin pada dinding wadah dan jaring disetiap sampling 15 hari sekali dari kotoran dan lumut yang menempel sehingga memperlancar arus sirkulasi air antar wadah selama percobaan juga berpengaruh dalam mengurangi kematian udang.

Secara umum dapat disimpulkan bahwa keberadaan pakan alami ditambak adalah sangat penting untuk meningkatkan produksi udang dan telah terbukti dalam penelitian ini kira-kira 36-54% nutrisi dari pakan alami telah dimanfaatkan untuk menyumbang pertumbuhan juvenil udang windu. Keberadaan pakan buatanpun mutlak diperlukan jika ketersediaan pakan alami terbatas dan tidak mampu menunjang produksi udang sehingga konsorsium nutrisi pakan alami dan buatan menjadi sinergisme energi yang potensial untuk pertumbuhan juvenil udang windu.

## Kesimpulan

1. Kontribusi pakan alami terhadap pertumbuhan juvenil udang *Penaeus monodon* di tambak adalah berkisar 36% pada musim dengan curah hujan tinggi (Percobaan 1) dan 54% pada musim dengan curah hujan rendah (Percobaan 2).
2. Keberadaan pakan alami selama periode pemeliharaan di tambak mutlak diperlukan untuk menunjang pertumbuhan maksimum udang. Penurunan kontribusi pakan alami terhadap pertumbuhan udang terjadi ketika ketersediaan pakan alami di tambak berkurang.
3. Perbedaan salinitas antara percobaan 1 (6-7 ppt) dan percobaan 2 (17-19 ppt) akibat variasi musim hujan tidak mempengaruhi pertumbuhan udang baik yang diberi makan atau tidak.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada JSPS (*Japanese Society for Promotion of Science*), Pemerintah Jepang 2001 yang telah mendanai penelitian ini sebagai bagian dari Program Pertukaran Ilmuwan (*Scientist Exchange Program*) tahun 2001. Terima kasih juga disampaikan kepada Prof. Shunzuke Koshio dan Prof. Sutrisno Anggoro atas masukan saat diskusi rancangan teknis penelitian lapangan. Apresiasi yang besar dan tak terlupakan ditujukan kepada Mas Didik yang telah membantu pelaksanaan teknis di lapangan sehingga memudahkan dalam pengumpulan data.

## Daftar Pustaka

- Alava, V.R. and F.P. Pascual.** 1987. Carbohydrate requirements of *Penaeus monodon* juveniles. *Aquaculture*, 61: 211–217.
- Allan, G.L. and G.B. Maguire.** 1991. Lethal levels of low levels of low dissolved oxygen and effects of shortterm oxygen stress on subsequent growth of juvenile *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 94: 27–37.
- Allan, G.L. and G.B. Maguire.** 1992. Effects of stocking density on production of *Penaeus monodon* Fabricius in model farming ponds. *Aquaculture*, 107: 49–66.
- Allan, G.L. and G.B. Maguire.** 1993. The use of model ponds to evaluate phytoplankton blooms and benthic algal mats for *Penaeus monodon* Fabricius culture. *Aquacult. Fish. Manag.*, 24: 235–243.
- Aquacop.** 1985. Overview of penaeid culture research: impact on commercial culture activity. In: Y. Taki, J.H. Primavera and J.A. Llobrera (Eds.), *Proceedings of the First International Conference on the Culture of Penaeid Prawns/ Shrimp*, 4–7 Dec. 1984, Iloilo, Philippines, Aquaculture Department, SEAFDEC, Tigbauan, Iloilo, Philippines, pp. 3–10.
- Body, G.C. and I.C. Liao.** 1987. Taiwan's prawn culture exploding. *Australian Fisheries*, March, 46: 26–30.
- Boyd, C.E.** 1982. Water quality management for pond fish culture. *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, Vol. 9. *Elsievier*, Amsterdam, 318 p.
- Boyd, C.E.** 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama Agricultural Experimental Station, Auburn University, Alabama, 482 p.
- Chen, T.P.** 1979. Fewer problems, more profits for Taiwan shrimp growers. *Austasia*, June, 4 pp.
- Chiang, P.D.M., C.M. Kuo and C.F. Liu.** 1989. Pond preparation for shrimp growout. In: D.M. Akiyama (Ed.), *Proceedings of the Southeast Asia Shrimp Farm Management Workshop*, Philippines, Indonesia, Thailand, July 26–August 11, 1989, American Soybean Association, Singapore, pp. 48–55.
- Cruz-Suarez, L.E., M.D. Ricque, J.D. Pinal-Mansilla and P. Wesche-Ebellling.** 1994. Effect of different carbohydrate sources on the growth of *Penaeus vannamei*. Economical impact. *Aquaculture*, 123: 349–360.
- Deering, M.J., D.R. Fielder and D.R. Hewitt.** 1995. Effects of temperature on growth and protein assimilation in juvenile leader prawns *Penaeus monodon*. *J. World Aquacult. Soc.*, 26: 465–468.
- Deshimaru, O. and K. Shigueno.** 1972. Introduction to the artificial diet for prawn *Penaeus japonicus*. *Aquaculture*, 1: 115–133.
- Deshimaru, O., K. Kuroki, M.A. Mazid and S. Kitamura.** 1985. Nutritional quality of compounded diets for prawn *Penaeus monodon*. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 51: 1037–1044.
- Fernandes, B. and C.T. Achuthankutty.** 1997. Role of salinity on food conversion efficiency and growth in juvenile penaeid shrimp *Metapenaeus dobsony* (Crustacea/ Arthropoda). *Indian J. Marine Science*, 26: 31–34.
- Hysmith, B.T. and R.L. Colura.** 1976. Effect of salinity on growth and survival of penaeid shrimp in ponds. *Proc. World Maricult. Soc.*, 7: 289–303.
- Lawrence, A.L., J.P. McVey and J.V. Huner.** 1985. Penaeid shrimp culture. In: J.V. Huner and E.E. Brown (Eds.), *Crustacean and Mollusc Aquaculture in the United States*, Avi Publishing Company Inc., Wesport, Connecticut, pp. 127–157.
- Lim, C. and A. Persyn.** 1989. Practical feeding-penaeid shrimps. In: T. Lovell (Ed.), *Nutrition and Feeding of Fish*, Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 205–222.
- Maguire, G.B. and G.L. Allan.** 1991. Effects of temperature on growth, food consumption and food conversion for *Penaeus monodon*, *Penaeus plebejus* and *Metapenaeus macleayi*. In: G.L. Allan (Ed.), *Aquaculture Nutrition Workshop*, Salamandar Bay, NSW, Australia, 15–17 April 1991, NSW Agriculture & Fisheries and Fishing Industry Research and Developing Council, Australia, No. 40.

- McCormack, G.B.** 1989. An overview of Australian invertebrate aquaculture. Queensland Dept. of Primary Industries, pp 26–36.
- Motoh, H.** 1985. Biology and ecology of *Penaeus monodon*. In: Y. Taki, J.H. Primavera and J.A. Ilobrera (Eds.), *Proceedings of the First International Conference on the Culture of Penaeid Prawns/Shrimps*, 4–7 Dec. 1984, Iloilo City, Philippines, Aquaculture Department, SEAFDEC, Tigbauan, Iloilo, Philippines, pp. 27–36.
- Shiau, S.Y. and C.Y. Peng.** 1992. Utilization of different carbohydrates at different dietary protein levels in grass prawn, *Penaeus monodon*, reared in seawater. *Aquaculture*, 101: 241–250.
- Solis, N.B.** 1988. Farming of tiger prawn in the philippines. SEAFDEC Newsletter, 11: 6–13.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie.** 1980. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach, McGraw Hill, New York, 481 pp.
- Tseng, W.Y.** 1987. Shrimp mariculture a practical manual. Chien Cheng Publisher, Dept. of Fisheries, The Uni. of Papua N. Guinea, Port Moresby, PNG.
- Venkataramiah, A., G.J. Lakshmi and G. Gunter.** 1975. A review of the effects of some environmental and nutritional factors on brown shrimp, *Penaeus aztecus* Ives in laboratory cultures. *10<sup>th</sup> European Symposium on Marine Biology*, Ostend, Belgium, Sept. 17–23, 1975, 1: 523–547.
- Wickins, J.F.** 1976. Prawn biology and culture. In: H. Barnes (Ed.), *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 14: 435–507.
- Yokoyama, K.M., S.T. Nakamoto and K. Wanitprapha.** 1989. Cultured shrimp species. Economic Fact Sheet 3 July 1989, Department of Agriculture and Resource Economics, College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii.