

PERFORMANSI PERTUMBUHAN DAN REPRODUKSI UDANG WINDU ASAL TAMBAK YANG DIBERI KOMBINASI PAKAN YANG BERBEDA

Asda Laining, Usman, Muslimin, dan Neltje Nobertine Palinggi

Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau
Jl. Makmur Dg. Sitakka No. 129, Maros 90512, Sulawesi Selatan
E-mail: asdalaining@yahoo.com

(Naskah diterima: 26 Desember 2012; Disetujui publikasi: 30 Desember 2013)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan formulasi pakan induk udang windu serta *feeding regime*-nya untuk mendukung usaha domestikasi udang windu baik di tambak maupun dalam wadah terkontrol. Kegiatan diawali dengan pemeliharaan udang di tambak hingga bobot udang mencapai fase prematurasi atau bobot udang sekitar 60-70 g. Pada tahap uji pakan fase prematurasi, perlakuan yang dicobakan adalah: 1) 100% pakan induk komersil (100SP); 2) 40% pakan segar dan 60% pakan induk komersil bentuk *semi-moist* pelet (40FF60SP); dan 3) 40% pakan segar dan 60% pakan uji bentuk pelet kering (40FF60DP). Pakan segar yang diberikan adalah cumi-cumi dan cacing laut. Perlakuan yang dicobakan pada uji pakan fase maturasi adalah: 1) 100% pakan segar (100FF); 2) 40% pakan segar dan 60% pakan induk komersil bentuk *semi-moist* pelet (40FF60SP); dan 3) 40% pakan segar dan 60% pakan uji bentuk pelet kering (40FF60DP). Sintasan udang windu selama 100 hari pemeliharaan di tambak adalah 30%, sementara pertambahan bobotnya sebesar 95%. Selama 90 hari pemeliharaan di bak terkontrol, udang yang matang gonad secara alami pada uji pakan fase prematurasi ditemukan pada perlakuan 100SP dan 40FF60DP. Pada uji pakan fase maturasi betina yang matang gonad secara alami dan memijah ditemukan pada udang yang diberi pakan 40FF60DP dan 100FF. Kisaran dan rata-rata fekunditas telur (butir/induk/pemijahan) baik yang matang alami maupun setelah ablasi untuk masing-masing perlakuan adalah 60.000-260.000 (135.000) untuk 100SP; 30.000 (15.000) untuk 40FF60SP; dan 105.000-135.000 (120.000) untuk 40FF60DP. Kadar DHA, EPA, dan ARA dalam karkas induk yang diberi pakan 40FF60DP tertinggi dibandingkan dua pakan lainnya. Alkalinitas selama pemeliharaan berlangsung baik untuk uji pakan fase prematurasi maupun maturasi relatif rendah yaitu < 85 mg/L. Berdasarkan perkembangan gonad secara alami pada fase prematurasi, udang windu yang diberi pakan 40FF60DP memberikan performansi yang lebih baik dan pada fase maturasi pun kombinasi pakan 40FF60DP memberikan performansi reproduksi yang relatif sama dengan 100FF dan lebih baik dibandingkan dengan 40FF60SP.

KATA KUNCI: maturasi, *semi-moist* pelet, matang gonad

ABSTRACT: *Growth and reproductive performance of pond reared tiger shrimp fed different combinations of maturation diet. By: Asda Laining, Usman, Muslimin, and Neltje Nobertine Palinggi*

This experiment was aimed to develop the diet formulation for maturation of tiger shrimp as well as its feeding regime to support domestication of tiger shrimp reared both in pond and indoor closed system. This experiment was started by culturing young shrimp in earthen pond until reaching pre-maturation stage or shrimp weight approximately around 60-70 g. For feeding trial of pre-maturation stages, tested diets were three different combination diets namely 1) 100% commercial semi-moist

maturation pellet (100SP); 2) 40% freshfeed combined with 60% commercial semi-moist maturation pellet (40FF60SP); and 3) 40% freshfeed combined with 60% in-house dried maturation pellet (40FF60DP). Freshfeed used in the trials were squid and seaworm. Experimental diets used for maturation stages were 1) 100% freshfeed (100FF); 2) 40% freshfeed combined with 60% commercial semi-moist maturation pellet (40FF60SP); and 3) 40% freshfeed combined and 60% in-house dried maturation pellet (40FF60DP). Survival rate of shrimp during 100 days culture in earthen pond was 30% and the average weight gain was 95%. During 90 days culture in outdoor tank at prematuration stage, the naturally matured females were found in group fed 100SP and 40FF60DP. Moreover, during feeding trial of maturation stages, naturally matured females were first observed in groups fed 40FF60DP and later in 100FF. Ranges (averages) of eggs per spawning for both naturally mature and ablated mature were 60.000-260.000 (135.000) for 100SP; 30.000 (15.000) for 40FF60SP; and 105.000-135.000 (120.000) for 40FF60DP. Concentration of DHA, EPA, and ARA was the highest at broodstock fed with 40FF60DP compared to the other 2 diets. Based on the naturally gonad development at the prematuration stage, shrimps which were fed with 40FF60DP gave better performances and at the maturation stage, combination of 40FF60DP diet gave relatively similar reproductive performances to shrimp fed with 100FF and it was better compared to 40FF60SP

KEYWORDS: *maturation, semi-moist pelet, matured gonad*

PENDAHULUAN

Meskipun usaha budidaya udang windu sudah dilakukan dalam waktu yang cukup panjang, unit-unit perbenihannya masih menggunakan induk alam untuk produksi telur dan larva karena kualitas larva yang dihasilkan lebih baik dibandingkan induk yang diperoleh dari tambak. Akan tetapi, penangkapan induk udang windu secara terus-menerus akan menurunkan populasi induk udang windu di alam. Selain itu, induk yang diperoleh dari alam (laut dan samudera) umumnya terinfeksi penyakit virus yang dapat menyebabkan kematian massal benih udang di tambak setelah beberapa minggu penebaran (Flegel & Alday-Sanz, 1998). Salah satu upaya yang telah dilakukan untuk mengatasi hal ini adalah mengembangkan teknik domestikasi induk SPF di tambak (Menasveta *et al.*, 1993) maupun dalam wadah terkontrol (Coman *et al.*, 2005).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa frekuensi kematangan gonad dan pemijahan induk udang windu dari alam lebih tinggi dibandingkan induk asal tambak (Menasveta *et al.*, 1989), serta penurunan fekunditas telur dari setiap pemijahan signifikan terjadi pada induk asal tambak dibandingkan induk alam (Primavera & Posadas, 1981). Rendahnya performansi reproduksi induk asal tambak diduga berhubungan dengan tidak lengkapnya komposisi nutrisi esensial dalam pakan yang diberikan selama masa perkembangan gonad (fase prematurasi dan maturasi) di tambak. Pe-

nurunan kualitas telur dan larva yang terjadi pada induk alam terutama setelah pemijahan yang kedua kalinya juga diduga karena faktor nutrisi.

Keberhasilan pematangan gonad dan pemijahan di unit-unit perbenihan yang menggunakan induk alam disebabkan oleh terpenuhinya kebutuhan nutrisi esensial untuk proses reproduksi yang diperoleh selama induk hidup di alam. Selain itu, pakan yang diberikan selama proses maturasi masih berupa campuran pakan segar yang diperoleh dari laut seperti: cumi-cumi, cacing laut polychaeta, kerang-kerangan, krustase, dan ikan (Wouters *et al.*, 2001a). Banyak penelitian melaporkan bahwa penggunaan pakan segar tersebut sangat penting diduga karena kandungan nutrisinya berperan penting dalam proses reproduksi udang khususnya arachidonic acid (ARA, 20:4 ω 6), eicosapentaenoic acid (EPA, 20:5 ω 3), dan docosahexanoic acid (DHA, 22:6 ω 3) (Cavalli *et al.*, 1997; Coman *et al.*, 2007a). Kendala utama penggunaan pakan segar tersebut adalah kandungan nutrisinya tidak konsisten dan dapat meningkatkan risiko transmisi penyakit bakteri dan virus khususnya jenis krustase dan cacing laut (Harrison, 1990).

Meskipun penggunaan pakan buatan memiliki banyak kelebihan khususnya untuk domestikasi udang windu secara *indoor*, performansi induk udang windu yang diberi pakan buatan belum sebaik induk yang diberi

pakan segar. Sehingga unit perbenihan yang sudah memanfaatkan pakan buatan sebagian besar masih mengombinasikan pakan pelet (pelet kering atau *moist*) dengan pakan segar dan dalam proporsi yang relatif rendah sekitar 16% dan selebihnya adalah campuran pakan segar (Wouters *et al.*, 2000).

Dengan dikembangkannya proses domestikasi udang windu untuk mendapatkan larva SPF (*specific pathogen free*), penelitian tentang pakan induk semakin intensif dilakukan. Domestikasi udang windu yang saat ini dilakukan oleh beberapa negara masih menerapkan sistem yang berbeda. Program domestikasi dengan seluruh siklus hidup udang windu (dari telur hingga induk) dilakukan di dalam bak dengan sistem biosekuriti pertama kali dilakukan oleh CSIRO Australia pada tahun 1990-an (Coman *et al.*, 2006; 2007b). Program domestikasi tersebut dilakukan dalam dua tahap pemeliharaan yaitu: delapan bulan pertama untuk fase pertumbuhan dan dari bulan 8 hingga bulan 11-12 untuk fase maturasi di mana pada fase ini udang sudah dapat digunakan sebagai induk untuk produksi telur. Pada fase pertumbuhan udang diberi pakan yang terdiri atas 20% cumi-cumi, 10% kerang-kerangan dan 70% pakan pelet protein tinggi. Sementara selama fase maturasi, pakan udang terdiri atas 32,5% cumi-cumi; 32,5% kerang-kerangan; 5% cacing polichaeta; dan 30% pelet maturasi (Comen *et al.*, 2007a).

Percobaan ini bertujuan untuk mendapatkan formulasi pakan induk udang windu serta *feeding regime*-nya untuk fase prematurasi dan maturasi untuk mendukung usaha domestikasi udang windu baik di tambak maupun dalam wadah terkontrol. Sasaran penelitian ini adalah mengembangkan formulasi pakan yang sesuai untuk proses reproduksi induk udang windu.

BAHAN DAN METODE

Pemeliharaan Udang Windu hingga Fase Prematurasi

Untuk mendapatkan bobot udang yang diperlukan dalam kegiatan uji pakan, dilakukan pemeliharaan udang di tambak hingga bobot udang mencapai fase prematurasi atau bobot udang sekitar 60-70 g. Pemeliharaan udang ini dilakukan di Instalasi Tambak Maranak menggunakan petak tambak tanah. Udang yang ditebar adalah udang yang diperoleh dari tambak yang dipelihara dengan sistem intensif. Udang ditebar dalam tiga

petakan berukuran 500 m² dengan kepadatan 400 ekor/petak atau 0,8 ekor/m². Bobot awal rata-rata udang windu yang ditebar adalah 30 g. Selama masa pemeliharaan, udang diberi pakan komersil berprotein 40% yang diperkaya dengan vitamin C dan astaxanthin masing-masing sebanyak 0,05%. Pakan diberikan tiga kali/hari sebanyak 5% dan diberikan selama 100 hari pemeliharaan. *Sampling* penambahan bobot dilakukan setiap bulan, sedangkan pengukuran kualitas air dilakukan setiap hari, kecuali alkalinitas dilakukan sekali seminggu atau setelah aplikasi kapur.

Pada saat bobot udang rata-rata mencapai 70 g, udang ditransfer dari tambak ke bak pemeliharaan di Instalasi Perbenihan Barru, Sulawesi Selatan. Setelah adaptasi selama seminggu dalam bak, udang selanjutnya disortir berdasarkan bobotnya untuk digunakan dalam kegiatan uji pakan. Berdasarkan hasil sortiran bobot udang yang ditransfer dari tambak, kegiatan uji pakan dilakukan dalam dua unit yaitu uji pakan untuk fase prematurasi dan fase maturasi.

Uji Pakan Fase Prematurasi Udang Windu

Unit percobaan 1 ini dirancang dengan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan dua ulangan. Perlakuan yang dicobakan adalah: 1) 100% pakan induk komersil (100SP); 2) 40% pakan segar dan 60% pakan induk komersil bentuk semi-*moist* pelet (40FF60SP); dan 3) 40% pakan segar dan 60% pakan uji bentuk pelet kering (40FF60DP). Formulasi pelet kering uji disusun berdasarkan hasil-hasil penelitian yang sudah ada mengenai kebutuhan nutrisi induk udang windu untuk proses pematangan gonad (Hoa, 2009; Marsden *et al.*, 1997; Paibulkichakul *et al.*, 2008; Wouters *et al.*, 2001b). Formulasi dan estimasi komposisi nutrisi pakan uji disajikan pada Tabel 1. Profil asam lemak beberapa bahan baku pakan yang digunakan dalam pakan uji tertera pada Tabel 2. Pakan diberikan sebanyak empat kali sehari (08.00; 12.00; 16.00; dan 21.00). Pakan segar yang diberikan berupa cumi-cumi dan cacing laut (*polychaeta*) dengan proporsi 1:1.

Udang yang digunakan pada unit kegiatan ini adalah udang yang dikategorikan berada pada fase prematurasi yaitu yang bobotnya antara 55-80 g (Hoa *et al.*, 2009; Paibulkichakul *et al.*, 2008), sedangkan jantannya antara 46-80 g. Padat tebar udang adalah 18 ekor/bak

Tabel 1. Formulasi pakan uji (pelet kering) yang digunakan dalam fase pre-maturasi dan maturasi udang windu

Table 1. Formulation of experimental diet (dried pellet) used for pre-maturation and maturation stages of tiger shrimp

Bahan (Ingredient)	g/kg
Tepung ikan (Brown fishmeal)	250
Tepung rebon (Mysid meal)	210
Tepung kerang (Oyster meal)	200
Gluten gandum (Wheat gluten)	30
Dedak halus (Rice bran)	30.15
Terigu (Wheat flour)	125
Minyak ikan (Fish oil)	45
Lesitin kedelai (Soy lecithi) 70%	15
Kolesterol (Cholesterol)	2
Campuran vitamin Vitamin premix	35
Campuran mineral Mineral premix	30
Stay C ⁴	1
Carophyll pink	1.25
Vitamin A dan (and) D	0.4
Vitamin E	0.2
CMC	25

dengan rasio antara jantan dan betina adalah 1:1. Wadah yang digunakan adalah enam bak beton masing-masing berukuran 1,8 m² (volume 3 m³) yang berada di luar ruangan. Air disuplai dengan sistem air mengalir (flow through). Pengukuran kualitas air dilakukan setiap hari kecuali alkalinitas dilakukan sekali dua minggu. Setelah dua bulan pemberian pakan uji, udang yang telah mencapai bobot sekitar 80 g diablasi sebanyak dua ekor/bak untuk diamati proses reproduksinya.

Uji Pakan Fase Maturasi Udang Windu

Unit percobaan 2 ini juga dirancang dengan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan dua ulangan. Perlakuan yang dicobakan adalah: 1) 100% pakan segar (100FF); 2) 40% pakan segar dan 60% pakan induk komersil bentuk semi-moist pelet (40FF60SP); dan 3) 40% pakan segar dan 60% pakan uji bentuk pelet kering (40FF60DP). Pelet kering uji yang digunakan dalam percobaan ini sama dengan yang digunakan pada percobaan unit 1. Pakan uji diberikan sebanyak 2,5% dari biomassa dengan frekuensi pemberiannya sebanyak empat kali sehari yang waktu pemberiannya sama dengan percobaan unit 1 yaitu 08.00; 12.00; 16.00; dan 21.00.

Udang yang ditebar bobotnya antara 83-111 g untuk betina yang dikategorikan dalam fase maturasi, sedangkan bobot jantannya antara 45-86 g. Jumlah udang yang ditebar

Tabel 2. Profil asam lemak beberapa bahan baku yang digunakan dalam formulasi pakan uji dan sebagai pakan segar

Table 2. Fatty acids profile of several ingredients used in formulation of experimental diet and as fresh feed

Nutrien Nutrient	Rebon Mysid	Cumi-cumi Squid	Cacing laut Seaworm	Tiram Oyster	Tepung ikan impor Imported fishmeal
Kadar lemak (Fat content) (%)	2.61	7.54	7.22	9.36	12.05
Jenis asam lemak Type of fatty acid	% dalam lemak % in fat	% dalam lemak % in fat	% dalam lemak % in fat	% dalam lemak % in fat	% dalam lemak % in fat
Linoleic acid, C18:2n6	1.59	6.87	1.28	1.08	0.86
Linolenic acid, C18:3n3	1.37	2.52	0.74	0.14	0.48
Arachidonic acid, C20:4n6	3.57	0.62	2.82	1.97	0.77
Eicosapentaenoic acid, C20:5n3	8.81	8.44	1.61	5.45	6.08
Docosahexaenoic acid, C22:6n3	14.85	12.67	0.14	9.73	16.31

adalah 9 ekor/bak dengan rasio betina : jantan 1:3. Intensitas cahaya dalam ruangan dikurangi selama pemeliharaan untuk mendukung proses perkawinan secara alami. Pemeliharaan dilakukan hingga performansi reproduksi dapat diamati.

Parameter biologis yang diamati adalah pertambahan bobot, sintasan, serta performansi reproduksi yang meliputi tingkat kematangan gonad betina sebelum dan setelah ablasi, persentase pemijahan, dan fekunditas telur. Proksimat analisis untuk beberapa sampel yang meliputi bahan pakan, pakan uji, dan karkas udang windu dilakukan dengan metode AOAC International (1999), sedangkan analisis asam lemak dilakukan dengan menggunakan Gas Chromatography (Christie, 1989). Data yang diperoleh akan dianalisis dengan menggunakan software SPSS versi 15.

HASIL DAN BAHASAN

Profil Asam Lemak Beberapa Bahan Baku Pakan dan Pakan Uji

Profil asam lemak dari beberapa bahan baku yang digunakan dalam formulasi pakan pada Tabel 2 memperlihatkan cumi-cumi, tiram, dan tepung ikan mengandung EPA dan DHA yang relatif tinggi dibandingkan rebon dan cacing laut. Akan tetapi kandungan ARA tertinggi di antara bahan yang dianalisis adalah dalam tepung cacing laut yaitu 2,82% (dari lemak) atau 0,20% (dari bahan).

Komposisi nutrisi dua pakan uji yang digunakan pada uji pakan fase maturasi disajikan pada Tabel 3. Dari hasil analisis kimia yang dilakukan, kadar protein pakan pelet uji relatif sama dengan yang diestimasikan sekitar 45% dan lebih rendah dibandingkan kadar protein pakan induk komersil yaitu sekitar 50%. Kadar serat kasar pakan pelet uji lebih tinggi dibandingkan dengan pakan induk komersil masing-masing 10% dan 5%.

Berdasarkan hasil analisis, profil asam lemak kedua pakan tersebut relatif sama, meskipun kadar asam linoleat (LOA) pakan pelet uji lebih rendah dibandingkan pakan komersil (0,55% dan 0,49%). Sebaliknya, kadar DHA pakan pelet uji relatif lebih tinggi dari pakan induk komersil masing-masing 1,38% dan 1,29%. Karena analisis mikronutrien yang dilakukan terbatas hanya pada profil asam lemak, maka informasi yang lebih detail mengenai perbedaan kadar

mikro nutrisi dari kedua pakan uji tersebut tidak didapatkan.

Pertumbuhan Udang Windu di Tambak

Sintasan udang windu selama 100 hari pemeliharaan di tambak adalah 30%, sementara pertambahan bobotnya sebesar 95%. Pertumbuhan udang windu selama pemeliharaan tersebut disajikan pada Gambar 1. Pada Gambar 1 terlihat bahwa pertumbuhan udang windu setelah berumur 220 hari (sekitar 7,3 bulan) masih menunjukkan pertumbuhan yang linier. Menurut Rothlisberg (1998), pertumbuhan udang penaeid di alam sangat cepat pada enam hingga sembilan bulan pertama sejak menetas dan selanjutnya mencapai fase yang stagnan.

Pemberian pakan udang komersil dengan protein sekitar 40% yang diperkaya dengan vitamin C dan astaxanthin dengan frekuensi pemberiannya sebanyak tiga kali/hari selama pemeliharaan diduga memenuhi kebutuhan nutrisi udang untuk tumbuh optimal. Meskipun informasi mengenai pertumbuhan udang windu hingga fase pertumbuhan akhir di tambak masih sangat terbatas, Paibulkichakul *et al.* (2008) melaporkan bahwa udang windu betina yang dipelihara di tambak komersil selama enam bulan memiliki bobot antara 48-50 g, sedangkan yang jantan bobotnya sekitar 35-38 g. Sementara menurut Coman *et al.* (2005), udang windu yang dipelihara dalam bak selama delapan bulan pertambahan bobotnya mencapai 200% jika diberi kombinasi pakan antara pelet berprotein tinggi sebanyak 70% dan 30% pakan segar dibandingkan jika udang diberi pakan hanya sekali dalam sehari dengan komposisi pakan yang sedikit berbeda yaitu 60% pakan komersil dan 40% pakan segar. Meskipun sistem pemeliharaannya berbeda, tingginya pertambahan bobot udang yang diberi kombinasi pakan menunjukkan bahwa pada fase pertumbuhan akhir, udang yang dipelihara di bak membutuhkan pakan segar dalam proporsi tertentu.

Sintasan dan Tingkat Kematangan Gonad Udang Windu Fase Prematurasi

Sintasan udang windu menunjukkan penurunan yang signifikan, terutama pada masa pemeliharaan 90 hari (Gambar 2). Pada Gambar 2 terlihat bahwa pada 30 hari pertama pemeliharaan udang di bak, kematian udang sudah terjadi pada ketiga perlakuan di mana

Tabel 3. Komposisi nutrisi pakan pelet dan pakan induk komersial yang digunakan dalam uji pakan (%)

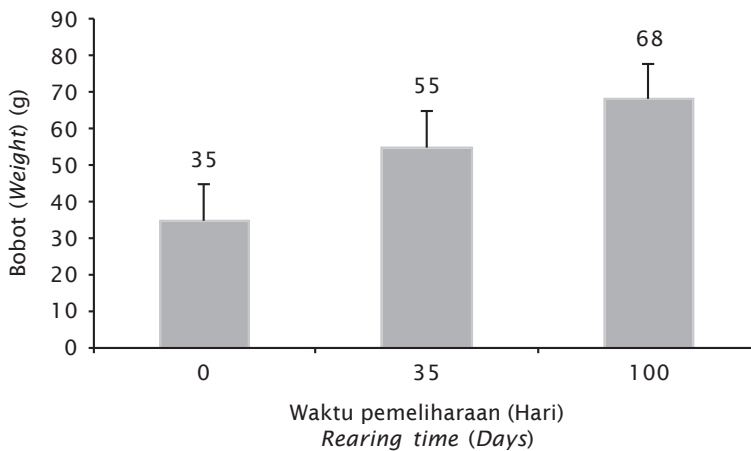
Table 3. Nutrient composition of the dried pellet and semi-moist diet used in the feeding trial (%)

Nutrien Nutrient	Pakan pelet uji Tested pellet	Pakan induk komersial Commercial maturation diet
Bahan kering (Dry matter)	91.9	89.9
Protein kasar (Crude protein)	45.1	50.5
Lemak (Lipid)	9.0	8.9
Abu (Ash)	10.3	8.4
Serat kasar (Crude fibre)	10.6	5.1
Energi (Energy) (GE, MJ/kg)*	17.5	16.6
LOA (18:2n-6)	0.49	0.55
LNA (18:3n-3)	0.05	0.08
ARA (20:4n-6)	0.29	0.32
EPA (20:5n-3)	1.08	1.29
DHA (22:6n-3)	1.38	1.29
Fosfolipid (Phospholipid)*	2.82	TD**
Kolesterol (Cholesterol)*	0.31	TD
Vitamin C*	0.2	TD
Vitamin E* (mg/kg)	100	TD
Astaxanthin* (mg/kg)	106	TD

Keterangan (Note):

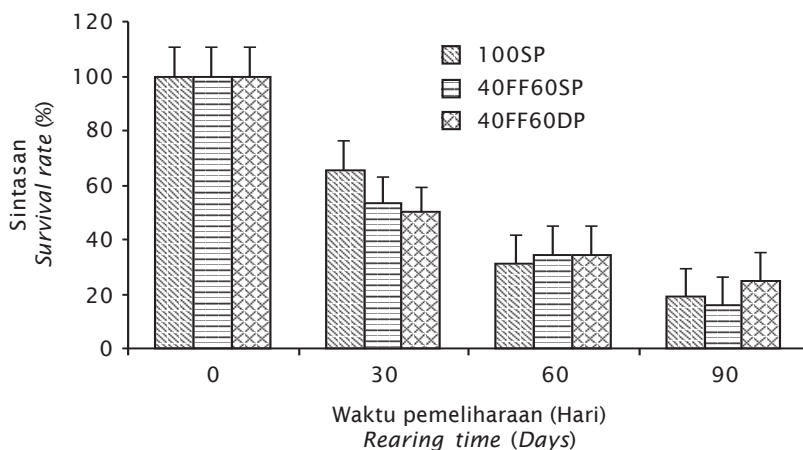
* Nilai diestimasi berdasarkan kadar nutrisi dari setiap bahan pakan dengan menggunakan formulator pakan (Values were estimated by nutrient content of each ingredient used database in a feed formulator)

** Data tidak ada/tidak dianalisis (Data are unavailable/not analyzed)



Gambar 1. Pertumbuhan udang windu selama pemeliharaan di tambak (\pm SD, 2 ulangan)

Figure 1. Growth of pond reared tiger shrimp during research (\pm SD, duplicates)



Gambar 2. Sintasan udang windu asal tambak fase prematurasi yang diberi kombinasi pakan yang berbeda

Figure 2. Survival rate of pond reared tiger shrimp at pre-maturation stages fed different combinations of maturation diet

terendah terjadi pada udang yang diberi pakan 100SP dan terendah pada 40FF60DP. Akan tetapi pada hari ke-90, sintasan tertinggi diperoleh pada udang yang diberi pakan 40FF60DP yaitu sebesar 25%. Meskipun tidak berbeda nyata dengan udang yang diberi pakan 100SP yaitu 18,8%; perubahan pola sintasan tersebut menunjukkan adanya masa transisi dari preferensi udang terhadap jenis pakan yang selanjutnya memengaruhi sintasan udang. Selama masa pemeliharaan di tambak, udang diberi pakan hanya pakan buatan, sehingga di awal pemeliharaan dalam bak, diduga udang lebih banyak mengkonsumsi pakan buatan dibanding pakan segar. Sementara itu, udang yang diberi pakan 40FF60SP memiliki sintasan terendah yaitu 15,7% dan berbeda nyata dengan sintasan udang yang diberi dua jenis pakan lainnya.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, udang yang mengalami kematian pada umumnya mengalami gagal *moulting* berupa pergantian karapas yang terjadi tidak sempurna dan karapas udang tidak mengalami pengerasan. Gagal *moulting* tersebut diduga berhubungan erat dengan kondisi kualitas air selama pemeliharaan khususnya alkalinitas yang berkisar antara 74,2-84,8 mg/L. Kisaran tersebut relatif rendah jika dibandingkan dengan kisaran yang perlu dipertahankan selama pemeliharaan berlangsung yaitu 80-140 mg/L (Coman *et al.*, 2005). Alkalinitas berfungsi sebagai *buffer* atau penyangga pH, sangat penting terutama untuk

menahan naik-turunnya dan guncangan pH. Udang mengalami kesulitan *moulting* jika alkalinitas di bawah 75 mg/L dan pengerasan cangkang pasca *moulting* terhambat pada pH rendah. Selama pemeliharaan berlangsung, peningkatan konsentrasi alkalinitas tidak dilakukan sehingga sintasan yang relatif rendah yang terjadi pada percobaan ini diduga karena rendahnya alkalinitas. Menurut Coman *et al.* (2005), untuk meningkatkan alkalinitas air selama pemeliharaan udang di dalam bak dapat dilakukan dengan menambahkan sodium bikarbonat secara berkala.

Dari dua udang betina yang diablas dari setiap perlakuan, ternyata udang yang diberi pakan 100SP dan 40FF60DP ditemukan matang gonad hingga TKG III masing-masing satu ekor pada satu ulangan (rata-rata 0,5 ekor) seperti yang tercantum pada Tabel 4. Bobot udang betina tersebut adalah 91 g (100SP) dan 104 g (40FF60DP) dengan umur sekitar sebelas bulan. Tingkat kematangan gonad kedua udang tersebut tidak berkembang hingga memijah diduga karena faktor lingkungan yang tidak mendukung karena bak terletak di luar ruangan.

Performansi Reproduksi Udang Windu Fase Maturasi

Performansi reproduksi udang windu fase maturasi dapat dilihat pada Tabel 5. Setelah 12 hari pemberian pakan perlakuan, ditemu-

Tabel 4. Bobot udang windu asal tambak fase prematurasi yang diablasi dan jumlah serta umur udang windu yang matang gonad

Table 4. Weight of pond reared shrimp phase prematuration at ablation and number and age of matured shrimp after ablation

Parameter reproduksi <i>Reproductive traits</i>	100SP	40FF60SP	40FF60DP
Bobot udang windu saat diablasi <i>Weight of ablated shrimp (g)</i>	82-91	88-99	79-104
Jumlah udang windu betina yang matang gonad (TKG III) (ekor) (<i>Number of female maturing to ovary stage III (ind.)</i>)	0.5	0	0.5
Bobot (g) dan umur (hari) udang windu yang matang gonad (<i>Weight (g) and age (days) of matured female</i>)	91 dan (<i>and</i>) 326 (11 bulan) (<i>11 months</i>)	Tidak ada <i>None</i>	104 dan (<i>and</i>) 326 (11 bulan) (<i>11 months</i>)

Tabel 5. Performansi reproduksi udang windu asal tambak fase maturasi yang diberi kombinasi pakan yang berbeda (± SD, 2 ulangan)

Table 5. Reproductive performance of pond reared shrimp at maturation phase fed different combinations of maturation diet (± SD, duplicates)

Parameter reproduksi <i>Reproductive traits</i>	100FF	40FF60SP	40FF60DP
Bobot awal udang windu betina <i>Initial ind. female weight (g)</i>	98±8.9 (n = 5)	97.8±6.8 (n = 5)	96.7±8.1 (n = 5)
Bobot awal udang windu jantan <i>Initial ind. male weight (g)</i>	65.5±7.5 (n = 4)	64.8±6.1 (n = 4)	61.9±8.1 (n = 4)
Jumlah udang matang gonad alami <i>Number of naturally matured stock</i>	1 (n = 5)	0 (n = 5)	1.0 (n = 5)
Jumlah udang memijah alami <i>Number of stock naturally spawning</i>	0.5 (n = 5)	0 (n = 5)	0.5 (n = 5)
Jumlah udang matang gonad setelah ablasi (ekor) <i>Number of stock maturing after ablation (ind.)</i>	1.5 (n = 4)	0.5 (n = 5)	1.0 (n = 5)
Kisaran bobot udang windu saat ablasi <i>Range of stock weight at ablation (g)</i>	95-111	92-110	90-108
Jumlah udang memijah setelah ablasi <i>Number of stock spawning per ablated stock</i>	1.0 (n = 4)	0.5 (n = 4)	1.0 (n = 4)
Kisaran dan rata-rata fekunditas telur (butir/induk) <i>Number of spawned egg (pcs/ind.)</i>	60,000-260,000 (135,000)	30,000 (15,000)	105,000-135,000 (120,000)

kan satu ekor udang betina yang matang gonad secara alami yaitu udang yang diberikan 40FF60DP pada salah satu ulangannya dan seminggu kemudian diamati lagi satu ekor yang matang gonad pada perlakuan 100FF juga pada salah satu ulangan. Hingga percobaan berakhir, total udang yang matang gonad pada

dua perlakuan tersebut masing-masing sebanyak dua ekor. Jumlah udang betina yang matang gonad mengalami peningkatan setelah ablasi dan ditemukan pada semua perlakuan. Semua udang yang matang gonad tersebut dapat memijah dengan kisaran fekunditas telur yang beragam. Udang yang diberikan pakan

100FF mempunyai rata-rata fekunditas telur sebesar 135.000 butir, sedangkan udang yang diberi pakan 40FF60DP fekunditas telurnya sebesar 120.000 butir. Pemberian pakan 40FF60SP secara umum menghasilkan performansi yang lebih rendah dibandingkan dua pakan uji lainnya. Dari semua telur yang dipijahkan oleh udang betina selama masa pemberian pakan, semuanya tidak terbuahi diduga karena tidak terjadinya perkawinan secara alami sehingga telur tidak ada yang berkembang hingga menetas.

Dengan ditemukannya udang betina yang matang gonad secara alami pada dua jenis pakan uji menunjukkan bahwa pakan yang diberikan memberikan pengaruh yang baik terhadap perkembangan gonad udang betina, meskipun jumlahnya masih sangat terbatas. Coman *et al.* (2007b) melaporkan bahwa setelah pemberian dua jenis kombinasi pakan maturasi ditemukan hanya satu dari 17 ekor induk betina udang windu (F-2) dari satu ulangan (ulangan sebanyak tiga) yang bisa matang gonad secara alami yang diberi pakan kontrol yaitu kombinasi pakan yang terdiri atas 32,5% cumi-cumi; 32,5% kerang-kerangan; 5% polychaetes (*Marphysa* sp.) dan 30% pelet sejak udang berumur sepuluh bulan hingga pengamatan reproduksi dilakukan.

Fekunditas telur yang diperoleh pada percobaan ini secara umum masih relatif rendah, meskipun kisarannya termasuk dalam kisaran yang dihasilkan oleh beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Comen *et al.* (2005) melaporkan bahwa fekunditas telur dari beberapa famili udang windu yang dipelihara dalam bak terkontrol maupun *raceway* berkisar antara 56.260-167.710 butir/induk betina berumur antara 11-17 bulan. Udang-udang tersebut diberi pakan berupa kombinasi antara cumi-cumi 20%, kerang 5% dan pakan komersil berprotein tinggi 70% selama 8 bulan, dan fase selanjutnya dari 8 hingga 11 bulan udang diberi pakan berupa cumi-cumi 30%, kerang-kerangan 20%, polychaetes 5% dikombinasikan dengan pelet 45%.

Hasil penelitian domestikasi udang windu yang dilakukan oleh Hoa (2009) menunjukkan fekunditas telur yang juga bervariasi berkisar antara 60.000-617.000 butir telur/pemijahan tetapi rata-ratanya lebih tinggi yaitu 309.630 butir. Pakan maturasi yang diaplikasikan adalah pakan segar 40% yang terdiri atas cumi-cumi 37%, tiram 27%, cacing laut 17%, hati babi 19% dikombinasikan dengan 60% pakan semi-*moist*

pelet. Perbedaan fekunditas tersebut diduga karena diversitas pakan segar yang digunakan dalam percobaan mereka lebih tinggi dibandingkan hanya dua jenis pakan segar (cumi-cumi dan cacing laut) yang digunakan pada penelitian ini. Dari beberapa pakan alami yang banyak digunakan untuk maturasi, yang paling berperan dalam proses pematangan gonad dan pemijahan udang penaeid adalah cumi-cumi dan cacing laut (Yano, 2000; Meunpol, 2005). Peran kedua jenis pakan alami tersebut dalam proses maturasi dan pemijahan belum dipahami sepenuhnya, tetapi beberapa penelitian melaporkan bahwa pakan alami tersebut kaya akan n-3 HUFA dan PUFA terutama EPA, DHA, dan ARA (Primavera, 1985; Wouters *et al.*, 2001a dan Racotta *et al.*, 2003). Hasil analisis yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan bahwa cumi-cumi kaya akan EPA dan DHA dan cacing laut mengandung ARA yang tinggi. Cacing laut jenis polychaetes tidak hanya sebagai sumber HUFA dan ARA tetapi juga diduga mengandung komponen aktif yang berhubungan dengan hormon reproduksi (Lytle *et al.*, 1990). Kandungan ARA dalam telur sangat berhubungan dengan fekunditas dan produksi telur udang windu asal tambak menunjukkan pentingnya peranan ARA tersedia dalam pakan maturasi.

Rendahnya perkawinan alami yang diperoleh pada beberapa penelitian domestikasi udang windu masih menjadi kendala dalam upaya komersialisasi induk udang ini. Dari 16 induk betina yang digunakan dalam satu ulangan pada percobaan yang dilakukan oleh Hoa (2009) yang bisa mengalami perkawinan secara alami hanyalah berkisar 17%-22%, masih relatif tinggi dibandingkan yang dilaporkan oleh team domestikasi CSIRO (Coman *et al.*, 2005) dan pada penelitian ini. Sehingga upaya perkawinan secara buatan atau inseminasi sangat perlu dilakukan untuk mendapatkan telur yang fertil.

Komposisi proksimat dan profil asam lemak karkas induk udang setelah uji pakan ditampilkan pada Tabel 6 dan 7. Dari Tabel 6 dapat diketahui bahwa perbedaan pakan maupun kombinasinya tidak memengaruhi komposisi proksimat induk udang windu. Akan tetapi perbedaan kombinasi pakan berpengaruh signifikan pada beberapa jenis asam lemak dalam karkas. Kandungan EPA, DHA, dan ARA signifikan lebih tinggi pada induk yang diberi 40FF60DP dibandingkan dua pakan lainnya. Hal ini diduga karena pakan 40FF60SP adalah

Tabel 6. Komposisi proksimat karkas udang windu asal tambak fase maturasi yang diberi kombinasi pakan yang berbeda (\pm SD, 2 ulangan)

Table 6. Proximates composition of carcass of pond reared shrimp at maturation phase fed different combinations of maturation diet (\pm SD, duplicates)

Komposisi proksimat Proximate composition	100 FF	40FF60SP	40FF60DP
Kadar air (Moisture)	7.4 \pm 1.6	6.6 \pm 0.9	6.5 \pm 0.4
Protein kasar (Crude protein)	58.3 \pm 2.1	59.1 \pm 1.6	58.7 \pm 0.9
Lemak (Lipid)	1.6 \pm 0.7	1.3 \pm 0.6	2.4 \pm 1.8
Abu (Ash)	13.6 \pm 0.5	15.0 \pm 0.6	13.0 \pm 0.5
Serat kasar (Crude fibre)	15.2 \pm 0.6	13.8 \pm 0.1	15.5 \pm 0.1
BETN (NFE)	11.4 \pm 0.3	10.8 \pm 1.6	10.6 \pm 3.2

Tabel 7. Profil asam lemak karkas udang windu asal tambak fase maturasi yang diberi kombinasi pakan yang berbeda (% dari lemak \pm SD, 2 ulangan)

Table 7. Fatty acid profiles of carcass of pond reared shrimp at maturation phase fed different combinations of maturation diet (% of lipid \pm SD, duplicates)

Asam lemak Fatty acid	100 FF	40FF60SP	40FF60DP
Palmitic acid, C16:0	4.96 \pm 0.58	4.00 \pm 0.37	4.42 \pm 1.39
Stearic acid, C18:0	3.05 \pm 0.32	3.15 \pm 0.35	3.19 \pm 0.08
Oleic acid, C18:1n9	5.60 \pm 0.33	5.76 \pm 0.21	5.00 \pm 0.86
Linoleic acid, C18:2n6	2.21 \pm 0.01	2.38 \pm 0.26	3.02 \pm 1.41
Linolenic acid, C18:3n3	0.12 \pm 0.03	0.13 \pm 0.01	0.14 \pm 0.02
Arachidonic acid, C20:4n6	4.42 \pm 0.71	4.71 \pm 0.05	5.60 \pm 0.52
Eicosapentaenoic acid, C20:5n3	2.67 \pm 0.10	2.82 \pm 0.67	3.55 \pm 0.27
Docosahexaenoic acid, C22:6n3	3.25 \pm 0.17	3.65 \pm 0.25	5.17 \pm 0.95

kombinasi pakan segar dan pakan semi-moist pelet yang relatif lebih mudah buyar di dalam air dibandingkan pakan pelet. Dengan kata lain peluang terjadinya *leaching nutrient* khususnya mikronutrien lebih besar terjadi pada pakan semi-moist dibandingkan pakan pelet kering.

KESIMPULAN

Berdasarkan sintasan dan perkembangan gonad secara alami, udang windu yang diberi pakan 40FF60DP pada fase prematurasi memberikan performansi yang lebih baik. Udang pada fase maturasi yang diberi pakan yang sama yaitu 40FF60DP juga memberikan performansi reproduksi yang relatif sama dengan 100FF dan lebih baik dibandingkan pakan 40FF60SP.

DAFTAR ACUAN

- AOAC International. 1999. *Official Methods of Analysis*, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists International, Gaithersberg, Maryland, USA, 1,141 pp.
- Cavalli, R.O., Scardua, M.P., & Wasielesky, W.J. 1997. Reproductive performance of different-sized wild and pond-reared *Penaeus paulensis* females. *J. World Aquaculture Society*, 28: 260-267.
- Christie, W.W. 1989. *Gas chromatography and lipids: A practical guide*. The Oily press, UK, 416 pp.
- Coman, G.J., Crocos, P.J., Arnold, S.J., Keys, S.J., Murphy, B., & Preston, N.P. 2005. Growth, survival and reproductive performance of domesticated Australian stocks of the gi-

- ant tiger prawn, *Penaeus monodon*, reared in tanks and raceways. *J. World of Aquaculture Soc.*, 36: 464-479.
- Coman, G.J., Arnold, S.J., Peixoto, S., Crocos, P.J., Coman, F.E., & Preston, N.P. 2006. Reproductive performance of reciprocally crossed wild-caught and tank reared *Penaeus monodon* broodstock. *Aquaculture*, 252: 372-384.
- Coman, G.J., Arnold, S.J., Callaghan, T.R., & Preston, N.P. 2007a. Effect of two maturation diet combinations on reproductive performance of domesticated *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 263: 75-83.
- Coman, G.J., Arnold, S.J., Jones, M.J., & Preston, N.P. 2007b. Effect of rearing density on growth, survival and reproductive performance of domesticated *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 264: 175-183.
- Flegel, T.W. & Alday-Sanz, V. 1998. The crisis in Asian shrimp aquaculture: Current status and future needs. *J. Applied Ichthyology*, 14: 269-273.
- Harrison, K.E. 1990. The role of nutrition in maturation, reproduction and embryonic development of decapods crustaceans: a review. *J. of Shellfish Res.*, 9: 1-28.
- Hoang, N.D. 2009. *Domestication of black tiger shrimp (Penaeus monodon) in recirculation systems in Vietnam*. PhD thesis, Ghent University, Belgium, 189 pp.
- Huang, J.H., Jiang, S.G., Lin, H.Z., Zhou, F.L., & Ye, L. 2008. Effects of dietary highly unsaturated fatty acids and astaxanthin on the fecundity and lipid content of pond-reared *Penaeus monodon* (Fabricus) broodstock. *Aquaculture Research*, 39: 240-251.
- Lytle, J.S., Lytle, T.F., & Ogle, J. 1990. Polyunsaturated fatty acid profiles as a comparative tool in assessing maturation diets of *Penaeus setiferus*. *Aquaculture*, 89: 287-299.
- Marsden, G.E., McGuren, J.J., Hansford, S.W., & Burke, M.J. 1997. A moist artificial diet for prawn broodstock: its effect on the variable reproductive performance of wild caught *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 149: 145-156.
- Menasveta, P., Aranyakanonda, P., Rungsupa, S., & Moree, N. 1989. Maturation and larviculture of penaeid prawns in closed recirculating seawater systems. *Aquaculture Engineering*, 8: 357-368.
- Menasveta, P., Piyatiratitivorakul, S., Rungsupa, S., Moree, N., & Fast, A.W. 1993. Gonad maturation and reproductive performance of giant tiger prawn (*Penaeus monodon* Fabricus) from the Andaman Sea and pond reared sources in Thailand. *Aquaculture*, 116: 191-198.
- Meunpol, O., Duangjai, E., Yoopun, R., & Piyatiratitivorakul, S. 2005. Determination of prostaglandin E₂ (PGE₂) in polychaetes (*Perinereis* sp.) and its effect on *Penaeus monodon* oocytes development in vitro. *In: Book of short communication, Larvi 2005*. Ghent University, Belgium, p. 320-323.
- Paibulkichakul, C., Piyatiratitivorakul, S., Sorgeloos, P., & Menasveta, P. 2008. Improved maturation of pond-reared, black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) using fish oil and astaxanthin feed supplements. *Aquaculture*, 282(1-4): 83-89.
- Primavera, J.H. 1985. A review of maturation and reproduction in closed thelycum penaeids. *In: Taki, Y., Primavera, J.H., Llobrera, J.A.* (Eds.), *Proceeding of the First International Conference on the Culture of Penaeid Prawn/Shrimp*. Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center, Iloilo, Philippines, p. 47-63.
- Primavera, J.H. & Posadas, R.A. 1981. Studies on the egg quality of *Penaeus monodon* fabricus, based on morphology and hatching rate. *Aquaculture*, 22: 269-277.
- Racotta, I.S., Palacios, E., & Ibarra, A.M. 2003. Shrimp larval quality in relation to broodstock condition. *Aquaculture*, 227: 107-130.
- Rothlisberg, P.C. 1998. Aspects of penaeid biology and ecology of relevance to aquaculture: a review. *Aquaculture*, 164: 49-65.
- Wouters, R., Nieto, J., & Sorgeloos, P. 2000. Artificial diets for penaeid shrimp. *Global Aquaculture Advocate*, 3: 61-62.
- Wouters, R., Lavens, P., Nieto, J., & Sorgeloos, P. 2001a. Penaeid shrimp broodstock nutrition: an updated review on research and development. *Aquaculture*, 202: 1-21.
- Wouters, R., Piguave, X., Bastidas, L., & Sorgeloos, P. 2001b. Ovarian maturation and haemolymphatic vitellogenin concentration of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed increasing levels of total dietary lipids and HUFA. *Aquaculture Research*, 32: 573-582.
- Yano, I. 2000. Endocrine control of reproductive maturation in economically important crustacea for aquaculture. *In: Adiyodi, K.G., Adiyodi, R.G.* (Eds.), *Reproductive Biology of Invertebrate*, vol. X. Wiley, New York, p. 161-194.