

PENGGUNAAN PAKAN PREMATURASI UNTUK PENINGKATAN PERKEMBANGAN GONAD PADA CALON INDUK IKAN BANDENG (*Chanos chanos* Forsskal)

Muhammad Marzuqi[#], I Nyoman Adiasmara Giri, Tony Setiadharna, Retno Andamari, Wawan Andriyanto, dan Ni Wayan Widya Astuti

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Budidaya Laut

(Naskah diterima: 5 Oktober 2015; Revisi final: 6 November 2015; Disetujui publikasi: 9 November 2015)

ABSTRAK

Ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsskal) merupakan jenis ikan laut yang mempunyai nilai ekonomis dan komoditas unggulan perikanan. Untuk menanggulangi kendala kualitas benih bandeng yang kurang baik maka perlu disiapkan induk bandeng berkualitas baik dengan melakukan seleksi, serta pemberian pakan berkualitas baik, khususnya pakan untuk mendukung perkembangan organ reproduksi atau pakan prematurasi. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan informasi tentang penggunaan pakan prematurasi untuk perkembangan gonad calon induk dan keragaan reproduksi ikan bandeng. Penelitian ini menggunakan 80 ekor calon induk ikan bandeng berumur tiga tahun dengan bobot rata-rata $1,9 \pm 0,25$ kg. Ikan dipelihara dalam dua buah bak beton kapasitas 100 m³ dan masing-masing diberi pakan prematurasi yang merupakan pakan komersial yang diperkaya dengan dua jenis formulasi bahan pengkaya yang berbeda. Pakan diberikan sebanyak 3,0% dari total biomassa ikan per hari. Masing-masing bak dilengkapi dengan aerasi dan sistem air mengalir dengan pergantian air mencapai 200%-300% per hari. Parameter yang diamati adalah perkembangan oosit, sperma, dan kematangan gonad, serta pemijahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pakan prematurasi memacu perkembangan dan kematangan gonad dengan baik. Pada grup calon induk yang diberi pakan prematurasi B diperoleh tiga ekor induk betina mengalami perkembangan oosit tingkat *large* vitelogenesis (diameter > 500 μ m) dan kematangan sperma induk jantan sebanyak 15 ekor. Pada grup calon induk yang diberi pakan prematurasi A terdapat satu ekor induk betina mengalami perkembangan oosit tingkat *small* vitelogenesis (diameter < 300 μ m) dan kematangan sperma jantan dua ekor.

KATA KUNCI: calon induk bandeng, perkembangan gonad, pakan prematurasi

ABSTRACT: *The use of prematuration feed on gonadal maturation improvement of milkfish broodstock candidate (Chanos chanos Forsskal). By: Muhammad Marzuqi, I Nyoman Adiasmara Giri, Tony Setiadharna, Retno Andamari, Wawan Andriyanto, and Ni Wayan Widya Astuti*

Milkfish (Chanos chanos Forsskal) is the candidate species in the development of marine aquaculture. Fish hatchery technology has been successfully to produce for seed and already developed for broodstock rearing in the pond. One the effort to get the good selection of broodstock candidate that the important components is prematuration feed. The purpose of this study was to evaluate the effect of prematuration feed on the performance of organ reproduction on milkfish broodstock candidate. This experiment used 80 pieces of broodstock with average body weight of 1.9 ± 0.25 kg and age \pm three years, with two treatment i.e. two types of feed additive formulation. Fish reared in concrete tanks with a capacity of 100 m³. Feeding frequency used 3.0% of total biomass of milkfish broodstock. Each tank is equipped with aeration and water flowthrough system with 200%-300% water exchanges per day. The parameters observed of growth, survival, gonadal development, and hormone content of the fish. The results showed that prematuration feed can to increase the growth, survival, and reproduction organ, and hormone content of milkfish broodstock. Broodstock fed on feed B obtained three pieces of female candidates increase to oocyte development on vitelogenesis large level (diameter > 500 μ m) and 15 pieces of male sperm maturation, feed A is one piece increase to oocyte developmental on vitelogenesis small level (diameter < 300 μ m) and two pieces of male on sperm maturation.

KEYWORDS: *prematuration feed, milkfish, broodstock candidate*

[#] Korespondensi: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Budidaya Laut, Jl. Br. Gondol, Kec. Gerokgak Kab. Buleleng, Kotak Pos 140, Singaraja, Bali 81101, Indonesia.
Tel.: + (0362) 92272
E-mail: marzuqi_rim@yahoo.co.id

PENDAHULUAN

Ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsskal) merupakan jenis ikan laut yang mempunyai nilai ekonomis dan komoditas unggulan budidaya perikanan. Untuk menanggulangi kendala kekurangan induk bandeng berkualitas baik dalam rangka mendukung produksi benih bandeng berkualitas. Induk ikan bandeng baik apabila perkembangan gonad calon induk juga baik. Kematangan gonad ikan bandeng pada umumnya adalah tahapan pada saat perkembangan gonad sebelum dan sesudah memijah. Selama proses reproduksi, sebagian energi dipakai untuk perkembangan gonad. Bobot gonad ikan akan mencapai maksimum sesaat ikan akan memijah kemudian akan menurun dengan cepat selama proses pemijahan berlangsung sampai selesai (Effendie, 1997). Effendie (1997) juga menyatakan pertambahan bobot gonad ikan betina pada saat stadium matang gonad dapat mencapai 10%-25% dari bobot badan, dan pada ikan jantan 5%-10%. Lebih lanjut dikemukakan bahwa semakin bertambahnya tingkat kematangan gonad, telur yang ada dalam gonad akan semakin besar. Pendapat ini diperkuat oleh Watanabe *et al.* (1991) bahwa kematangan gonad pada ikan dicirikan dengan perkembangan diameter rata-rata telur dan pola distribusi ukuran.

Salah satu komponen yang memegang peranan penting dalam perkembangan gonad induk bandeng adalah pakan. Komponen pakan yang diperlukan selama perkembangan gonad ikan bandeng secara umum adalah nutrisi yang diperlukan secara langsung untuk sintesis jaringan embrionik dan digunakan untuk energi metabolisme. Kadar protein, lipid, dan karbohidrat berkorelasi positif terhadap sintasan larva. Protein merupakan komponen dominan kuning telur, sedangkan jumlah dan komposisinya menentukan besar kecilnya ukuran telur (Kamler, 1992). Hasil penelitian dari pemijahan induk belanak garis (*striped mullet*) dalam beberapa fasilitas yang berbeda (air laut dan air payau atau ditempatkan di dalam bak, serta di kolam air payau), menunjukkan kadar asam oleat, eikosanoat, dan arakidonat yang berbeda kadarnya pada telur induk matang (Tamaru *et al.*, 1994). Hal ini menunjukkan bahwa kondisi pematangan induk akan memengaruhi kandungan kimia telur.

Untuk mendapatkan pakan yang bermutu baik maka ketersediaan bahan baku pakan harus terjaga kualitas maupun kuantitasnya. Penggunaan pakan pelet komersial dengan penambahan berbagai bahan pengkaya untuk induk ikan bandeng telah banyak dipraktikkan pada kegiatan hatcheri bandeng skala lengkap (HSL) dalam memproduksi telur bandeng (Marzuqi *et al.*, 2012; Astuti & Marzuqi, 2012). Namun demikian, praktek ini belum terdata dengan baik, serta kurang memperhatikan peran dan komposisi dari

masing-masing bahan pengkaya yang digunakan. Peran pakan selama produksi calon induk bandeng untuk mendapatkan induk berkualitas belum banyak diketahui, khususnya pada fase ikan bandeng dewasa dan siap menjadi induk. Pakan pada fase ini dikenal sebagai pakan prematurasi.

Pakan prematurasi merupakan pakan yang berperan mendukung berkembang dan berfungsinya organ reproduksi dengan baik (Tang & Affandi, 2004). Untuk mendapatkan pakan prematurasi calon induk ikan bandeng maka di samping harus memperhatikan kebutuhan makro nutrien pakan, maka kebutuhan mikro nutrien untuk perkembangan dan pematangan gonad, serta peningkatan kualitas telur ikan perlu mendapat perhatian. Nutrien tersebut di antaranya protein, rasio RNA-DNA, profil asam amino, serta lemak dan asam lemak yang berperan dalam keberhasilan perkembangan embrio (Fyhn, 1989; Soivio *et al.*, 1989; Bromage, 1995). Lemak merupakan salah satu faktor penting dalam perkembangan gonad.

Lemak pakan merupakan sumber energi dan sumber asam lemak esensial bagi ikan. Sumber dari lemak akan menentukan susunan asam lemak esensialnya. Pada badan ikan, asam lemak tersebut merupakan salah satu senyawa fosfolipid membran sel. Watanabe *et al.* (1991) melaporkan bahwa lemak, selain sebagai sumber energi juga digunakan untuk struktur sel, dan mempertahankan integritas pada biomembran. Lebih lanjut dikatakan bahwa pada beberapa spesies, HUFAs dalam pakan induk dapat meningkatkan fekunditas, fertilisasi, dan kualitas telur. Fosfolipid disusun oleh gliserol, fosfat, asam lemak esensial, dan non-esensial terutama asam lemak dari kelompok HUFAs (*high unsaturated fatty acid*) dan PUFAs (*poly unsaturated fatty acid*) berperan penting untuk kegiatan metabolisme, komponen membran, senyawa awal prostaglandin seperti tromboksan, prostasiklin, dan leukotrin (BNF, 1992). Lebih lanjut dikatakan kadar lipid telur masak adalah sebesar 2%-10% dari bobot telur bergantung kepada spesiesnya. Telur yang mengandung lipid tinggi mempunyai banyak gelembung minyak berisi lipid netral (tracyl gliserol dan wax ester). Furuita *et al.* (2002) menyatakan bahwa lipid netral berfungsi sebagai energi metabolisme bagi embrio selama perkembangan; sedangkan fosfolipid berguna untuk penyediaan asam lemak esensial yang diendapkan menjadi membran sel sebagai jaringan. Telur dengan kadar lipid tinggi disertai dengan lipid netral yang tinggi kadarnya. Jadi, lemak merupakan salah satu unsur utama dari komponen pakan induk yang memengaruhi komposisi telur karena berkaitan dengan pembentukan hormon. Fosfolipid merupakan bagian dari lipid yang banyak mengandung asam lemak

tak jenuh (PUFAs). Hasil penelitian menunjukkan beberapa ikan kerapu membutuhkan fosfolipid dari lesitin kedelai untuk kematangan gonad berkisar antara 3,5%-4,5% dalam pakan (Rustini, 2001; Giri *et al.*, 2002). Hal tersebut didukung Watanabe *et al.* (1984) yang menyatakan induk ikan yang diberi pakan yang kekurangan asam lemak esensial (EFA) akan menghasilkan telur yang rendah daya tetasnya dan sebagian besar dari larva yang dihasilkan adalah abnormal (Watanabe *et al.*, 1984). Pengaruh ini jelas terlihat pada pemberian pakan tanpa asam lemak esensial pada induk ikan red sea bream yang dilakukan 2-3 bulan sebelum memijah. Leray *et al.* (1985) telah melakukan penelitian mengenai pengaruh defisiensi asam lemak esensial terhadap proses reproduksi ikan trout selama satu tahun. Ternyata efisiensi fertilisasi sebanding antara telur-telur yang berasal dari induk yang mendapat pakan tanpa asam lemak esensial dan dari induk yang mendapatkan asam lemak esensial. Namun kematian embrio tertinggi dapat terjadi pada hari ke-8 dan ke-22 pada kelompok telur yang induknya tidak mendapatkan asam lemak esensial. Berdasarkan pengamatan morfologi maka ternyata kegagalan pembelahan sel yang normal (sel tidak berkelompok) terjadi pada stadia ke-16 dan ke-32 sel, dan juga terjadi suatu hambatan perkembangan gastrulasi, dan pada akhirnya terjadi berbagai kelainan pada proses organogenesis. Selain gejala abnormal tersebut, vitelus pada kelompok larva yang berasal dari induk yang mendapat makanan tanpa asam lemak esensial lebih cepat habis dibandingkan dengan kelompok larva yang berasal dari induk yang mendapat makanan yang mengandung asam lemak esensial. Induk ikan bandeng (*Chanos chanos*) saat perkembangan gonad memerlukan jenis asam lemak esensial 18:2n-6 dan 18:3n-3 sejumlah 0,5% dari bobot badannya (Sargent *et al.*, 1989).

Selain lemak, berbagai mikro nutrien diduga berperan dalam perkembangan dan pematangan gonad, serta peningkatan kualitas telur ikan. Salah satunya adalah vitamin. Vitamin adalah zat gizi esensial yang diperlukan ikan dari makanannya karena ikan tidak dapat mensintesis sendiri di dalam tubuhnya. Kebutuhan vitamin ikan bervariasi menurut spesies, ukuran, dan umur ikan. Vitamin yang diperlukan dalam perkembangan gonad ikan bandeng adalah vitamin C dan E.

Pada proses vitelogenesis, vitamin C dibutuhkan sebagai donor elektron pada proses hidroksilasi biosintesis hormon steroid. Selain itu, vitamin C juga berfungsi sebagai antioksidan yang akan melindungi kolesterol dari kerusakan akibat terjadinya proses oksidasi, sehingga kebutuhan kolesterol untuk proses biosintesis hormon estrogen dapat terpenuhi (Darias

et al., 2011). Sedangkan, fungsi vitamin E adalah sebagai antioksidan, terutama untuk melindungi asam lemak tidak jenuh pada fosfolipid dalam membran sel (Hamre, 2011). Penambahan vitamin E dalam pakan juga dapat menurunkan tingkat stres pada induk yang akan memijah karena perubahan lingkungan (Jalali *et al.*, 2008). Untuk meningkatkan mutu telur ikan bandeng telah dicoba dengan penambahan vitamin E baik melalui pakan maupun dengan teknik implan vitamin E (Priyono, 1994; Priyono *et al.*, 1997). Semua kebutuhan nutrien pakan baik secara kualitas maupun kuantitas pada pakan calon induk adalah sangat penting untuk mendukung proses reproduksi ikan bandeng. Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh pakan prematurasi terhadap peningkatan perkembangan gonad dan keragaan reproduksi calon induk bandeng.

BAHAN DAN METODE

Pada penelitian ini digunakan 80 ekor calon induk ikan bandeng yang berumur tiga tahun dengan bobot rata-rata $1,9 \pm 0,25$ kg. Ikan ini berasal dari benih alam yang dipelihara di Tambak Percobaan, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Budidaya Laut, Gondol di Desa Pejarakan, Gerokgak, Buleleng, Bali dan telah melalui proses seleksi secara individu. Calon induk ikan dipelihara dalam dua buah bak beton kapasitas 100 m^3 dengan jumlah masing-masing sebanyak 40 ekor per bak. Masing-masing bak dilengkapi dengan aerasi dan sistem air mengalir dengan pergantian air mencapai 200%-300% per hari. Calon induk ikan masing-masing diberi pakan komersial yang telah diperkaya dengan dua jenis formulasi bahan pengkaya pakan (Tabel 1). Analisis proksimat pakan komersial sebelum diperkaya mempunyai kadar protein 37,55%; lemak 11,06%; serat 1,19%; abu 11,64%; dan kadar air 4,38%. Pakan diberikan sebanyak 3,0% dari total biomassa calon induk bandeng per hari.

Pakan yang telah diperkaya dengan bahan pengkaya (pakan prematurasi) diharapkan dapat memenuhi kebutuhan nutrisi calon induk ikan bandeng. Konsep dasar pencampuran tidak lepas dari pertimbangan "nutrisi yang berimbang". Komposisi bahan pengkaya tertera pada Tabel 1.

Untuk mengetahui perkembangan oosit (sel telur) dilakukan pengambilan sel telur pada awal, pertengahan, dan akhir penelitian dengan cara kanulasi yaitu memasukkan selang kanulasi (*cateter*) ukuran 0,1 mm ke dalam lubang kelamin sedalam 10-20 cm, kemudian disedot untuk mendapatkan sel telurnya. Sel telur yang diperoleh disimpan dalam larutan formalin 10% selanjutnya diamati diamater telurnya. Besarnya ukuran sel telur diklasifikasikan dalam beberapa ukuran: *previtelogenesis* (PV) diameter oosit

Tabel 1. Komposisi bahan pengkaya pakan prematurasi calon induk bandeng

Table 1. Feed additive composition of feed prematuration on milkfish broodstock candidate

Bahan Ingredients	Pakan (Feed) (%)	
	A	B
Lesitin (<i>Phospholipid</i>)	6.0	6.0
Minyak cumi (<i>Squid oil</i>)	1.0	2.0
Minyak ikan (<i>Fish oil</i>)	0.5	1.0
Minyak jagung (<i>Corn oil</i>)	1.5	3.0
Vitamin C (mg/kg)	50	50
Vitamin E (mg/kg)	25	25
Asam lemak (n-3 HUFA) (<i>Fatty acid (n-HUFA)</i>)	0.5	0

< 150 μm , *small vitelogenesis* (SV) diameter oosit < 300 μm , *medium vitelogenesis* (MV) diameter oosit < 500 μm dan *large vitelogenesis* (LV) diameter oosit > 500 μm . Untuk mengetahui perkembangan gonad jantan dilakukan dengan cara *stripping*, sperma yang dihasilkan diklasifikasikan dalam beberapa kriteria: positif (+) 1 (sperma sedikit), positif (+) 2 (sperma sedang), dan positif (+) 3 (sperma banyak). Calon induk yang tidak memperlihatkan perkembangan gonad dikategorikan negatif (-).

Analisis histologi dilakukan di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Budidaya Laut, Gondol, Bali. Induk ikan bandeng diukur panjang (cm) dan bobot (kg), kemudian diambil gonadnya. Gonad yang diperoleh diawetkan dengan formalin 10%. Gonad dikering udarakan dan ditimbang dengan ketelitian 0,001 g. Gonad dipotong melintang, kemudian direndam dalam alkohol 70%. Selanjutnya gonad dibuat preparasi histologi dan diiris setebal 6 μm , serta diberi pewarnaan hematoxylen dan eosin (Luna, 1968). Histologi yang sudah siap diamati di bawah mikroskop untuk ditentukan tingkat kematangannya.

Analisis komposisi nutrisi dilakukan di Laboratorium Terpadu Institut Pertanian Bogor. Komposisi proksimat dianalisis berdasarkan metode AOAC (1990) dan Takeuchi (1988). Kandungan protein ditentukan dengan metode Kjeldahl, kadar lemak dengan metode soxlet, kadar abu dengan metode gravimetri setelah pembakaran bahan dalam tanur pada suhu 550°C, dan karbohidrat dengan metode fenol sulfat dan spektrofotometer. Komposisi asam lemak dianalisa menggunakan gas chromatography (GC) dan komposisi asam amino ditentukan dengan *high performance liquid chromatography* (HPLC). Analisis kadar vitamin C dilakukan dengan menggunakan metode dinitrofenilhidrazin dan vitamin E dengan menggunakan spektrofotometer.

Parameter yang diamati meliputi pertumbuhan, perkembangan gonad (histologi), pemijahan telur. Sebagai data penunjang dilakukan pengukuran kualitas air seperti suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan tabulasi.

HASIL DAN BAHASAN

Kandungan Nutrisi Pakan Prematurasi

Hasil analisis proksimat, analisis vitamin E, vitamin C, dan asam lemak pada pakan prematurasi tertera pada Tabel 2 dan Tabel 3. Dari data analisis pakan yang diperkaya dengan bahan pengkaya yang berbeda nampak memberikan nilai kandungan nutrisi yang berbeda.

Kandungan protein pada pakan prematurasi calon induk ikan bandeng berkisar 37,46%-37,57% dengan kandungan lemak berkisar 11,06%-19,69%. Nilai ini berbeda jauh dengan kandungan nutrisi pakan yang diberikan pada induk bandeng yang produktif yang diterapkan pada pembenihan skala lengkap (HSL) di masyarakat, di mana kandungan protein pakannya sebesar 26,93% dan lemak 5,42%. Pada penelitian peningkatan keragaan pemijahan induk ikan bandeng sebelumnya digunakan pakan yang diperkaya, serta mempunyai kandungan protein sebesar 27,13%-29,46%; dan lemak 5,42%-9,50% dapat meningkatkan keragaan pemijahan, serta kualitas benih bandeng (Marzuqi *et al.*, 2012; Astuti & Marzuqi, 2012). Demikian pula kandungan vitamin E dan C pakan prematurasi lebih tinggi dari pakan yang digunakan pada penelitian sebelumnya. Kekurangan vitamin pada pakan induk selain memengaruhi perkembangan gonad yang nantinya akan memengaruhi daya tetas telur, dapat pula menyebabkan beberapa penyakit ikan (Watanabe, 1988).

Tabel 2. Kandungan nutrisi pakan prematurasi (%)
 Table 2. Nutrient content of prematuration feed (%)

Parameter <i>Parameters</i>	Pakan (<i>Feed</i>) (%)	
	A	B
Kadar air (<i>Moisture</i>)	4.65	4.52
Protein	37.46	37.57
Lemak (<i>Lipid</i>)	19.69	19.57
Serat kasar (<i>Fibre</i>)	1.00	0.98
Abu (<i>Ash</i>)	10.84	10.61
Vitamin E (mg/100 g)	517.73	458.01
Vitamin C (mg/100 g)	43.35	41.60

Komposisi asam lemak pakan prematurasi calon induk ikan bandeng dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 3.

Pada Tabel 3 terlihat bahwa pakan B mempunyai kandungan asam lemak linoleat (18:2n-6) dan linolenat (18:3n-3) lebih tinggi dibandingkan dengan pakan A. Demikian juga kandungan EPA (20:5n-3) dan DHA (22:6n3) pada pakan B lebih tinggi dari pakan A. Pada Tabel 3 terlihat bahwa kandungan masing-masing asam lemak n-6 dari pakan prematurasi bervariasi, namun kandungan total asam lemak n-3 nya hampir sama. Kandungan total asam lemak n-6 pada pakan B adalah tertinggi bila dibanding dengan pakan A yaitu 21,96. Nilai ini terkait dengan kandungan minyak jagung yang terkandung dalam bahan pakan pengkaya. Asam lemak n-3 dan n-6 tersebut merupakan asam lemak esensial

bagi ikan terutama untuk memacu perkembangan gonad calon induk ikan bandeng.

Respons Terhadap Kematangan Gonad dan Stadium Sperma

Hasil pengamatan terhadap calon induk ikan bandeng yang diberi perlakuan pakan prematurasi dengan bahan pengkaya pakan yang berbeda ternyata memberi respons yang baik terhadap organ reproduksi calon induk bandeng. Pengamatan selama pemeliharaan terhadap perkembangan gonad dan stadium sperma melalui kanulasi/*stripping* dan pengamatan histologi organ reproduksi ikan pada masing-masing perlakuan tertera pada Tabel 4 dan Gambar 1. Hasil pengamatan terhadap calon induk ikan bandeng yang diberi pakan dengan bahan pengkaya dengan ditambah

Tabel 3. Komposisi asam lemak pakan prematurasi calon induk ikan bandeng (% w/w in fat)
 Table 3. Fatty acid composition of feed prematuration on milkfish broodstock candidate (% w/w in fat)

Asam lemak (<i>Fatty acid</i>)	Pakan (<i>Feed</i>) (%)	
	A	B
14:00	2.31	1.82
16:00	20.99	16.28
18:00	4.36	3.24
18:1n-9	21.48	18.58
18:2n-6	11.97	21.45
18:3n-3	1.19	1.70
20:4n-6	0.74	0.51
20:5n-3	2.42	2.56
22:6n-3	4.07	4.79
Total n-3	7.68	9.05
Total n-6	12.71	21.96
Rasio n-3/n-6 (<i>Ratio n-3/n-6</i>)	0.60	0.41

dengan asam lemak/HUFA (perlakuan A) selama pemeliharaan dari 40 ekor maka hanya terdapat satu ekor mengalami perkembangan oosit tingkat *small vitelogenesis* (diameter < 300 μm) pada ikan yang bobotnya 5,2 kg; sedangkan terdapat dua induk jantan (bobot 5 kg dan panjang 74 cm) masing-masing mengalami kematangan sperma positif +1 (Gambar 1a dan 1b).

Pengamatan perkembangan gonad pada ikan yang diberi pakan B menunjukkan bahwa dari 40 ekor induk yang pada awal penelitian gonad belum berkembang (negatif) maka setelah delapan bulan pemeliharaan dengan pakan prematurasi terjadi perkembangan gonad, di mana tiga ekor diketahui betina dengan ukuran bobot berkisar 4,6-5,4 kg; Berdasarkan ukuran oosit calon induk ikan bandeng mengalami perkembangan oosit tingkat *large vitelogenesis* (diameter > 500 μm). Sedangkan pada calon induk jantan yang telah matang sperma berjumlah 11 ekor tingkat matang +2 dengan

bobot berkisar 4,2-6,0 kg dan empat ekor induk jantan yang matang sperma +1 dengan bobot berkisar 4,6-4,8 kg. (Gambar 1c dan 1d).

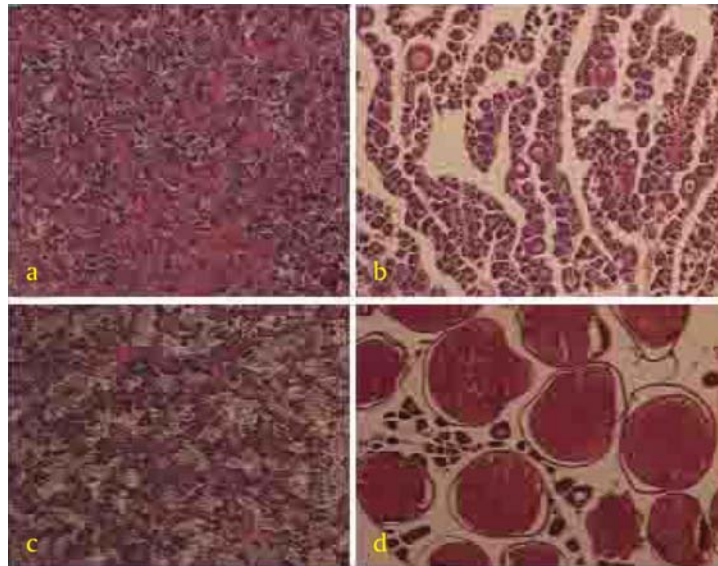
Dari data penelitian ini terlihat bahwa calon induk bandeng setelah diberi pakan prematurasi menunjukkan adanya peningkatan terhadap tingkat kematangan gonad, kematangan sperma, dan diameter telur. Hal ini sangat erat hubungannya dengan nutrisi yang diberikan selama penelitian. Nutrisi adalah faktor utama yang berperan dalam pematangan seksual, sehingga dapat memengaruhi reproduksi hewan di alam ataupun dalam lingkup budidaya. Di alam, nutrisi yang tersedia bervariasi dan tergantung pada tingkat tropik. Kondisi ini secara alami merupakan salah satu faktor eksternal penting bagi siklus reproduksi.

Dalam reproduksi, nutrisi yang perlu diperhatikan adalah protein sebagai unsur utama dalam pembentukan embrio dan lemak/asam lemak sebagai

Tabel 4. Perkembangan stadium kematangan gonad dan stadium sperma pada calon induk ikan bandeng selama delapan bulan pengamatan

Table 4. Gonad developmental stage and sperm maturation stage of milkfish broodstock candidate for eight months observation

Nomor Number	Pakan (Feed)									
	A					B				
	Bobot Weight (kg)	Panjang Total length (cm)	Kelamin Sex	Ukuran telur Egg diameter	Stadia Stages	Bobot Weight (kg)	Panjang Total length (cm)	Kelamin Sex	Ukuran telur Egg diameter	Stadia Stages
1	6	74	PV			4.6	72	M		(P+2)
2	5.2	78	F	< 300	SV	4.8	74	M		
3	5	74	M		(P+1)	4.6	75	M		(P+2)
4	5	74	M		(P+1)	4.8	73	(-)		
5	5	71	(-)			4.6	70	F	> 500	LV
6	5	74	(-)			4.8	73	M		(P+1)
7	5	75	(-)			5	75	F	> 500	LV
8	5	80	(-)			6	80	(-)		(P+2)
9	5.6	79	(-)			4.6	74	M		(P+2)
10	6	74	(-)			5.4	75	F	> 500	LV
11	5	79	(-)			4.4	72	M		(P+2)
12	5.6	77	(-)			4.6	76	M		(P+2)
13	5.2	75	(-)			4.8	74	M		(P+2)
14	4	74	(-)			4.2	70	M		(P+2)
15	4.4	73	(-)			4.8	74	M		(P+1)
16	5.4	78	(-)			5.4	73	M		(p+2)
17	5.2	73	(-)			5.6	73	M		(P+2)
18	5	77	(-)			4.8	70	M		(P+1)
19	5	75	(-)			4.6	71	M		(P+2)
20	5	74	(-)			4.6	70	M		(P+1)



Keterangan (Description):

- Induk jantan positif (+) 1 pada pakan A (*Male positive (+) 1 at the feed A*)
- Kematangan gonad calon induk betina < 300 μm pada pakan A (*Gonad maturity of female < 300 μm at feed A*)
- Induk jantan positif (+) 2 pada pakan B (*Male positive (+) 2 on feed B*)
- Kematangan gonad calon induk betina > 500 μm pada pakan B (*Gonad maturity of females > 500 μm at feed B*)

Gambar 1. Pengamatan secara histologi perkembangan gonad calon induk yang diberi pakan prematurasi

Figure 1. Histological observation of gonadal development on milkfish broodstock candidate were given a prematuration feed

energi cadangan sebelum larva memperoleh pasokan pakan dari luar. Kebutuhan protein untuk ikan berbeda-beda menurut spesiesnya dan pada umumnya berkisar antara 25% sampai 40%. Protein merupakan komponen esensial yang dibutuhkan untuk reproduksi. Dalam sintesis protein yang sangat menentukan adalah kualitas dari protein pakan yang diberikan dalam pemeliharaan calon induk bandeng. Kualitas protein pakan di antaranya ditentukan oleh komposisi asam amino esensial yang terdapat dalam protein pakan. Kekurangan asam amino esensial akan menjadi kendala dalam perkembangan gonad dan embrio.

Selanjutnya dari data analisis terlihat bahwa pakan dengan diberi bahan pengkaya minyak cumi dan minyak ikan dapat meningkatkan kandungan asam lemak esensial seperti asam lemak linoleat, linolenat, kadar asam lemak EPA/DHA dalam pakan calon induk bandeng. Lemak dan asam lemak merupakan faktor yang sangat memengaruhi keberhasilan organ reproduksi dan sintasan larva yang menetas. Lemak berperan penting sebagai sumber energi dan menjaga kestabilan permeabilitas membran (Tocher & Sargent, 1984). Kekurangan asam lemak esensial (Essential Fatty Acid = EFA) dapat menyebabkan penurunan reproduksi dan laju pertumbuhan ikan (Meinelt *et al.*, 1999). Pada

beberapa ikan, pemberian HUFA melalui pakan induk dapat meningkatkan fekunditas, derajat pembuahan, dan kualitas telur (Izquierdo, 2001). Menurut Leray *et al.* (1985), bahwa induk ikan trout yang mendapat pakan yang mengandung asam lemak n-3 rendah akan menghasilkan telur dengan derajat tetas rendah. Asam lemak n-3 diperlukan selama proses embriogenesis. Menurut Mokoginta (1992), asam lemak esensial yang terkandung dalam telur berpengaruh terhadap stadia awal embriogenesis menentukan apakah embrio tersebut akan berkembang atau tidak.

Hal lain yang tidak kalah penting dalam pakan adalah vitamin. Vitamin adalah zat gizi esensial yang diperlukan ikan dari makanannya karena ikan tidak dapat mensintesis sendiri di dalam badannya. Kebutuhan mikro nutrien ini pada ikan bervariasi menurut spesies, ukuran, dan umur ikan. Vitamin C dalam pakan diperlukan karena vitamin C dalam ransum pakan dapat ditransfer ke telur dan disiapkan dalam proses perkembangan embrio (Soliman *et al.*, 1986). Vitamin C diperlukan untuk berbagai aktivitas ikan seperti pertumbuhan, perkembangan, reproduksi, alam pakan induk, akan memengaruhi vitamin E yang tersimpan luka, respons terhadap stres, dan metabolisme lemak (Verlhac & Gabaudan, 2011).

Pada perkembangan gonad, vitamin C dibutuhkan sebagai donor elektron dalam hidroksilasi biosintesis hormon steroid. Selain itu, vitamin C sebagai antioksidan yang akan melindungi kolesterol dari kerusakan akibat terjadinya proses oksidasi, sehingga kebutuhan kolesterol untuk proses biosintesis hormon estrogen dapat terpenuhi (Darias *et al.*, 2011). Sumber energi dan nutrisi esensial bagi perkembangan larva ikan ketika telur menetas bergantung pada materi bawaan yang telah dipersiapkan oleh induk terutama kandungan kuning telur. Penambahan vitamin C dalam pakan induk bandeng (*Chanos chanos*) dapat memberikan manfaat tingginya frekuensi pemijahan dan daya tetas telur (Emata *et al.*, 2000). Selain itu, Vitamin E (α -tokoferol) adalah salah satu unsur nutrisi yang harus ada dalam pakan, karena dibutuhkan sebagai bahan struktur somatik, gonadik, dan penentu kualitas telur. Manfaat vitamin E adalah sebagai antioksidan, sehingga asam lemak tidak jenuh pada fosfolipid dalam membran sel terlindungi (Hamre, 2011). Tingkat stres pada induk yang akan memijah akibat perubahan lingkungan dapat

diturunkan dengan penambahan vitamin E dalam pakan (Jalali *et al.*, 2008). Apabila oosit atau telur dalam perkembangannya tidak memperoleh vitamin ini dalam jumlah yang cukup, maka telur akan menjadi busuk, diameter telur relatif kecil, dan derajat penetasan rendah, selanjutnya memungkinkan terjadinya derajat sintasan larva yang rendah. α -tokoferol berperan dalam melindungi unit-unit oosit atau telur akibat kerusakan oleh proses oksidasi. Jadi dengan adanya α -tokoferol, maka asam lemak tidak jenuh terutama asam lemak esensial tidak teroksidasi, sehingga selanjutnya hasil reproduksi dapat ditingkatkan. Kadar vitamin E dalam pakan akan memengaruhi vitamin E yang tersimpan dalam telur sehingga akan mempercepat proses embriogenesis (Watanabe *et al.*, 1991). Kebutuhan ikan terhadap vitamin E dalam ransum berbeda-beda bergantung kepada jenis dan umur ikan. Jenis ikan-ikan catfish kebutuhan vitamin E berkisar antara 60-240 mg/kg ransum ikan. Sedangkan untuk jenis salmonid membutuhkan vitamin E 35 mg/kg hingga 300 mg/kg pakan. Vitamin E dan asam lemak esensial dibutuhkan secara bersamaan

Tabel 5. Pemijahan, jumlah telur calon induk ikan bandeng (*Chanos chanos* Forrskal) dari masing-masing perlakuan

Table 5. Spawning, eggs number of milkfish broodstock candidate (*Chanos Chanos* Forrskal) of each treatment

Perlakuan <i>Treatments</i>	Pemijahan <i>Spawning</i>	Jumlah telur (butir) <i>Eggs number (pcs)</i>	Telur yang dibuahi (butir) <i>Fertilized (pcs)</i>	Telur tidak dibuahi (butir) <i>Unfertilized (pcs)</i>
Pakan A <i>Feed A</i>	1	100,000	-	100,000
	2	87,000	9,000	78,000
	3	585,000	47,500	537,500
	4	180,000	75,000	105,000
	5	165,000	-	165,000
	6	148,000	33,000	115,000
	7	195,000	-	195,000
	8	196,000	-	196,000
	9	178,000	-	178,000
	10	389,000	104,500	284,500
Pakan B <i>Feed B</i>	1	150,000	60,000	90,000
	2	278,000	70,000	208,000
	3	170,000	112,000	58,000
	4	426,750	26,500	400,250
	5	115,732	75,000	40.732,000
	6	98,000	33,000	65,000
	7	225,000	107,000	118,000
	8	85,000	50,000	35,000
	9	118,000	90,000	28,000
	10	375,000	102,500	272,500
	11	259,000	65,000	194,000
	12	100,000	45,000	55,000

untuk pematangan gonad ikan dan dosis vitamin E di dalam pakan akan bergantung kepada kandungan asam lemak esensial yang ada di dalam pakan tersebut. Semakin tinggi kandungan asam lemaknya, maka kebutuhan vitamin E juga semakin tinggi. Selain itu, lingkungan budidaya dan nutrisi induk dapat dimanipulasi untuk mempercepat pematangan gonad dan proses pembentukan gamet (game-togenesis). Keberhasilan pengkondisian induk tergantung pada penyediaan pemeliharaan dalam bak secara terkontrol yang mendekati kondisi di alam selama siklus reproduksi alami, yaitu dengan cara manipulasi air laut dan penyediaan pakan yang berkualitas memadai. Kualitas nutrisi induk betina berpengaruh langsung pada perkembangan embrio dan larva untuk melewati tahapan ketergantungan pada cadangan energi endogen (Rainuzzo *et al.*, 1997).

Hasil pengamatan terhadap pemijahan calon induk ikan bandeng yang diberi pakan prematurasi selama 13 bulan tertera pada Tabel 5.

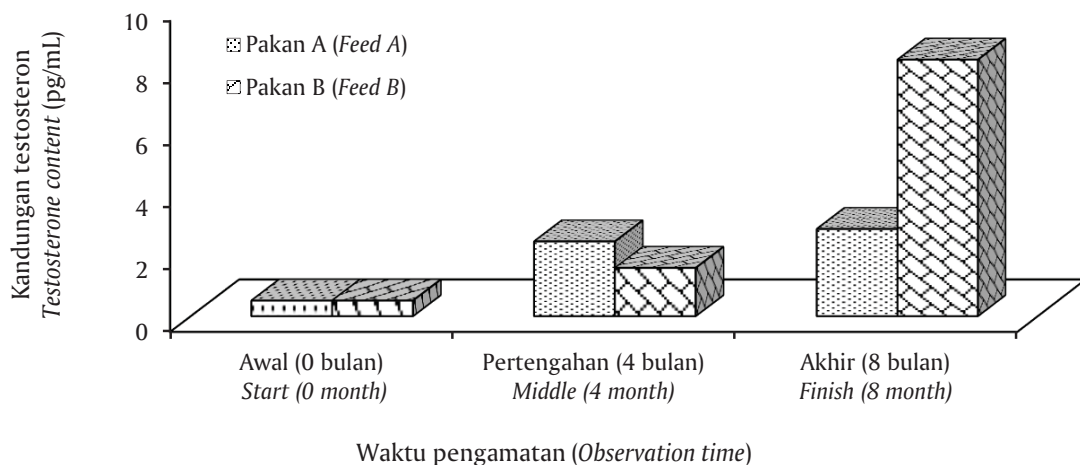
Hasil pengamatan (Tabel 5) menunjukkan bahwa calon induk yang diberi pakan B berhasil memijah sebanyak 12 kali pemijahan. Jumlah telur yang dihasilkan 2.400.482 butir dan telur yang dibuahi sebanyak 836.000 butir. Keberhasilan pembuahan telur yang terjadi karena adanya sinkronisasi perkembangan oosit pada induk betina dan sperma dari induk jantan yang dihasilkan seimbang dan dengan keadaan ini akan menghasilkan secara bersamaan pemijahan yang sempurna. Sedangkan pada calon induk yang diberi pakan A juga memberi respons terhadap pemijahan

sebanyak 10 kali dengan jumlah telur 2.223.000 butir, namun telur yang dibuahi belum maksimal yaitu 269.000 butir. Beberapa faktor yang memengaruhi keberhasilan pemijahan adalah lingkungan pemeliharaan, kualitas bahan pakan, umur ikan dan kondisi kesehatan ikan. Halver 1976 melaporkan bahwa komposisi pakan yang lebih baik dapat mempercepat perkembangan gonad dan fekunditas ikan.

Respons Terhadap Hormon Testesteron dan Hormon Estradiol 17-Beta

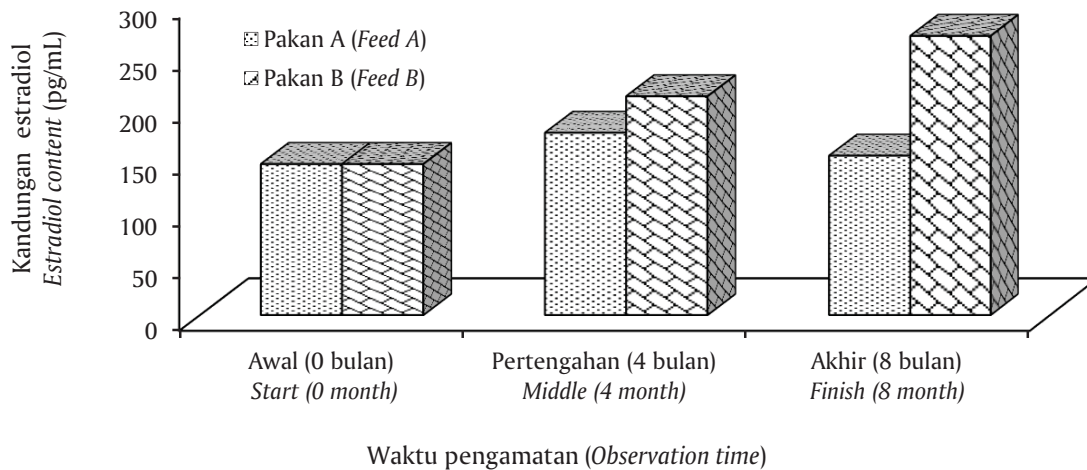
Hasil pengamatan terhadap kandungan hormon testesteron dan hormon estradiol 17-beta dalam darah calon induk ikan bandeng disajikan pada Gambar 2 dan 3.

Pengukuran kadar hormon dilakukan sebanyak tiga kali pengamatan (awal, pertengahan, dan akhir) yang diharapkan mendapatkan respons kandungan hormon selama penelitian berakhir. Pada awal penelitian kandungan hormon testesteron dalam darah induk ikan adalah 0,48 pg/mL; setelah pengamatan pada enam bulan pemeliharaan berkisar 1,49-2,36 pg/mL. Pada akhir pemeliharaan (delapan bulan) kandungan hormon testesteron berkisar 2,68 sampai 8,17 pg/mL. Pada pakan B memberikan kandungan yang lebih tinggi (8,17 pg) lebih tinggi dari perlakuan A adalah 2,68 pg/mL. Dari hasil pengukuran kandungan hormon testeron maksimal 8,17 pg/mL ini menunjukkan bahwa calon ikan bandeng yang diamati berkelamin betina. Fermin *et al.* (1997) melaporkan bahwa pada ikan catfish



Gambar 2. Kandungan hormon testesteron (pg/mL) dalam darah calon induk ikan bandeng yang diberi pakan prematurasi

Figure 2. Testesteron hormone content (pg/mL) in the blood of milkfish broodstock candidate are fed prematuration feed



Gambar 3. Kandungan hormon estradiol 17-beta (pg/mL) dalam darah calon induk ikan bandeng yang diberi pakan prematurasi

Figure 3. Estradiol hormone content (pg/mL) in the blood of milkfish broodstock candidate are fed prematuration feed

(*Clarias macrocephalus*) induk jantan saat siklus reproduksi kandungan hormon testesteron antara 159-434 ng/mL. Pada ikan kerapu lumpur lebih rendah dari ikan kakap merah, *Lucanus argentimaculatus* yaitu 100-300 ng/mL (Priyono *et al.*, 2003). Dari pengamatan perkembangan stadium sperma pada akhir penelitian terlihat terjadi perubahan cepat pada tingkat kandungan sperma tingkat +1 dan +2, namun saat pengambilan darah ikan-ikan tersebut tidak terambil sampel darahnya.

Hasil pengukuran kandungan hormon estradiol 17-beta dalam darah calon induk ikan bandeng pada awal penelitian berkisar 141,89 pg/mL, sedangkan pengamatan pada akhir penelitian (delapan bulan pemeliharaan) nampaknya adanya kenaikan antar perlakuan di mana pakan A sebesar 150,90 pg/mL; pakan B sebesar 264,46 pg/mL. Pada penelitian ini terlihat bahwa dengan bertambahnya ukuran besarnya oosit dalam gonad calon induk bandeng akan memengaruhi

besarnya kandungan hormon estradiol 17-beta dalam serum darah ikan. Dalam penelitian terhadap ikan kerapu bebek mendapatkan kadar hormon estradiol 17-beta antara 650 pg/mL-880 pg/mL oositnya telah berkembang dengan diameter 200-300 μm. Selanjutnya Sembiring *et al.* (2011) melaporkan bahwa induk kerapu sunu menunjukkan positif berkelamin betina apabila mempunyai kandungan kadar hormon estradiol antara 500 pg/mL sampai di atas 1.000 pg/mL. Dari pengamatan penelitian ini terhadap pertumbuhan (bobot dan panjang) nampaknya calon induk ikan bandeng hasil seleksi yang berukuran bobot 4,2-6,0 kg atau panjang 70-78 cm sudah siap menjadi induk yang mampu memproduksi oosit dan mampu menghasilkan sperma yang berkualitas.

Kualitas Air

Hasil pengamatan kualitas air selama penelitian tercantum pada Tabel 6. Kisaran kualitas air relatif

Tabel 6. Analisis kualitas air selama penelitian
Table 6. Water quality analysis during the experiment

Parameter Parameters	Pakan (Feed) (%)	
	A	B
Suhu (Temperature) (°C)	28.90	28.90
Salinitas (Salinity) (ppt)	35	35
pH	8.18	8.07
Oksigen terlarut Dissolved oxygen (mg/L)	5.30	5.20

sama, hal ini karena pemasukan air laut yang digunakan pada masing-masing bak dengan menggunakan sistem air mengalir atau pergantian air sebanyak 300%/hari. Semua parameter yang diamati masih layak dalam pemeliharaan untuk calon induk bandeng.

KESIMPULAN

Pakan prematurasi dapat mendukung perkembangan gonad dan pematangan gonad dengan baik pada calon induk ikan bandeng. Pakan prematurasi dengan kandungan asam lemak n-3 sebesar 9,05 dan asam lemak n-6 sebesar 21,96% (w/w *in fat*) dapat meningkatkan produksi telur pada calon induk ikan bandeng. Kandungan nutrisi pakan prematurasi untuk calon induk bandeng adalah protein 37,57%; lemak 19,57%; serat 0,98%; abu 10,61%; vitamin E 458,01 mg/100 g; vitamin C 41,60 mg/100 g.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilaksanakan dengan pendanaan dari DIPA 2014 Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Budidaya Laut Gondol, Kementerian Kelautan dan Perikanan. Kami juga mengucapkan terima kasih pada semua teknisi laboratorium nutrisi atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR ACUAN

- Association of Official Analytical Chemist [AOAC]. (1990). Official methods of analysis. 12th edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C., 1141 pp.
- Astuti, N.W.W., & Marzuqi, M. (2012). Penggunaan bahan pengkaya pada pakan induk bandeng untuk menunjang produksi telur. *Prosiding Indoaqua - Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya. Jakarta, hlm. 455-460.
- British National Foundation [BNF]. (1992). Unsaturated fatty acids. Nutritional and Physiological Significance. Chapman and Hall. 211 pp.
- Bromage, N.R. (1995). Origin and function of egg lipids: Nutritional implications. *In: Broodstock Management and egg and Larval Quality*.
- Darias, M.J., Mazurais, D., Koumoundouros, G., Cahu, C.L., & Zambonino-Infante, J.L. (2011). Overview of vitamin D and C requirements in fish and their influence on the skeletal system. *Aquaculture*, 315, 49-60.
- Effendie, M.I. (1997). Biologi perikanan. Cetakan Pertama. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta.
- Fermin, J.T., Takeshi, M., Ueda, H., Adachi, S., & Yamauchi, K. (1997). Testicular histology and serum steroid hormone profile in hatchery-bred Catfish *Clarias macrocephalus* (Gunter) during an annual reproduction cycle. *Fisheries Science*, 63(5), 681-686.
- Fyhn, H.J. (1989). First feeding of marine fish larvae: Are free amino acids the source of energy. *Aquaculture*, 80, 110-120.
- Furuita, H., Tanaka, H., Yamamoto, T., Suzuki, N., & Takeuchi, T. (2002). Effects of high levels n-3 HUFA in broodstock diet on the egg quality and egg fatty acid composition of the Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, 210, 323-333.
- Giri, N.A., Setiadharna, T., & Slamet, B. (2002). Peranan fosfolipid dalam pakan pada pemijahan dan peningkatan kualitas ikan kerapu batik (*Epinephelus microdon*). Laporan teknis Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Budidaya Laut, Gondol. Bali, 6 hlm.
- Halver, J.E. (1976). Fish nutrition. Academic Press. London and New York, 713 pp.
- Hamre, K. (2011). Metabolism, interactions, requirements and functions of vitamin E in fish. *Aquaculture Nutrition*, 17, 98-115.
- Izquierdo, M.S. (2001). Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Journal of Aquaculture*, 197, 25-42.
- Jalali, M.A., Hosseini, S.A., & Imanpour, M.R. (2008). Effect of vitamin E and highly unsaturated fatty acid enriched Artemia urmiana on growth performance, survival and stress resistance of Beluga (*Huso huso*) larvae. *Aquaculture Research*, 39, 1286-1291.
- Kamler, E. (1992). Early life history of fish an energetic approach. Chapman & Hall. London.
- Leray, C., Nonnotte, G., Roubaud, P., & Leger, C. (1985). Incidence of (n-3) essential fatty acid deficiency on trout reproductive processes. *Reprod. Nutr. Develop.*, 25, 567-581.
- Luna, L.G. (1968). Manual of histological staining methods of the armed forces. Institute of Patology. 3rd. Ed. McGraw-Hill. New York.
- Marzuqi, M., Astuti, N.W.W., & Andamari, R. (2012). Status induk ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsskal) untuk produksi telur pada pembenihan. *Prosiding Indoaqua - Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya. Jakarta, hlm. 127-131.
- Meinelt, T., Schulz, C., & Wirth, M. (1999). The fatty acid composition of diet influences the quality of fish eggs. *J. Appl. Ichtyol.*, 15, 19-13.
- Mokoginta, I. (1992). *Essential fatty acid requirements of catfish (Clarias batracus Linn.) for broodstock development*. Disertasi. Fakultas Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor, 55 hlm.
- Prijono, A. (1994). Pengaruh penambahan vitamin E dalam pakan untuk pematangan gonad induk ikan

- bandeng (*Chanos chanos*). *Jurnal Penelitian Budidaya Pantai*, 3, 1-8.
- Prijono, A., Sugama, K., Azwar, Z.I., Setiadharna, T., & Sutarmat, T. (1997). Implantasi vitamin E untuk memacu pematangan gonad induk ikan bandeng (*Chanos chanos*). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 3, 21-28.
- Prijono, A., Setyadharna, T., Imanto, P.T., Swastika, M., & Azwar, Z.I. (2003). Pengamatan steroid hormon pada pematangan gonad induk kakap merah.
- Rainuzzo, J.R., Reitan, K.I., & Olsen, Y. (1997). The significance of lipids at early stages of marine fish: a review. *Aquaculture*, 155, 103-115.
- Rustini, I. (2001). *Pengaruh kadar fosfolipid dan lemak yang berbeda dalam pakan terhadap efisiensi pakan dan pertumbuhan juvenil ikan kerapu bebek (Cromileptes altivelis)*. Skripsi PS BDP FPIK. Institut Pertanian Bogor. Bogor, 44 hlm.
- Sargent, J.R., Henderson, R.J., & Tocher, D.R. (1989). The lipid. p. 153-217. *In*: Halver, J.E (Eds.). *Fish nutrition*. Academic Press. New York.
- Sembiring, S.B.M, Prijono, A., Hutapea, J.H., & Setyadharna, T. (2011). Studi pendahuluan determinasi jenis kelamin pada ikan kerapu sunu, *P. leopardus* dengan uji serologi. Laporan Teknis Hasil Penelitian Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Budidaya Laut Gondol. Bali, 11 hlm.
- Soivio, A., Niemisto, M., & Backstorm, M. (1989). Fatty acid composition of *Coregonus muskun* Pallas: changes during incubations, hatching, feeding and starvation. *Aquaculture*, 79, 163-168.
- Soliman, A.K., Jaucy, K., & Robert, R.J. (1986). The effect of dietary ascorbit acid supplement on hatchability, survival rate and growth performance in *Oreochromis mosambicus* (Peter). *Aquaculture*, 59, 197-208.
- Takeuchi, T. (1988). Laboratory work-chemical evaluation of dietary nutrient. *In*: Watanabe, T. (Ed.). *Fish nutrition and mariculture*. Tokyo. JICA Kanagawa International Fisheries Training Centre. p. 179-233.
- Tamaru, C.S., Harry, A., & Cheng, S.L. (1994). Fatty acid and amino acid profile of spawned eggs of striped mullet, *Mugil cephalus* L. *Aquaculture*, 105, 83-94.
- Tang, U.M., & Affandi. R. (2004). *Biologi reproduksi ikan*. Uni Press. Pekanbaru.
- Tocher, D.R., & Sargent, J.R. (1984). Analyses of lipid and fatty acids in ripe roes of some Northwest European marine fish. *Lipids*, 19, 492-499.
- Verlhac, V., & Gabaudan, J. (2011). The effect of vitamin C on fish health. <http://www.dsm.com/>. Diakses: 28 April 2010.
- Watanabe, T., Fujimura, T., Lee, M.J., Fukusho, K., Satoh, S., & Takeuchi, T. (1991). Effect of polar and non polar lipids from krill on quality of eggs of red seabream *Pagrus major*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 57(4), 695-698.
- Watanabe, T. (1988). Importance of the study of broodstock nutrition for further development of aquaculture. p. 395-414. *In*: *Nutrition and feeding in fish*. Academic Press. London.
- Watanabe, T., Arakawa, T., Kitajima, C., & Fujita, S. (1984). Effect of nutritional quality of broodstock diets on reproduction of red sea bream. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 50, 495-501.