

Pengaruh pemberian vitamin E (α -tokoferol) terhadap kinerja reproduksi ikan betutu *Oxyeleotris marmorata* Bleeker 1852

[Effect of dietary vitamin E (α -tocopherol) on the reproductive performance of marble goby *Oxyeleotris marmorata* Bleeker 1852]

Denny Wahyudi^{1✉}, Muhammad Zairin Jr.², Muhammad Agus Suprayudi²

¹ Program Studi Ilmu Akuakultur, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

² Departemen Budidaya Perairan, FPIK-IPB
Jl. Agatis, Kampus IPB, Dramaga, Bogor 16680

Diterima: 23 Juni 2015; Disetujui: 26 Januari 2016

Abstrak

Vitamin E merupakan antioksidan yang larut dalam lemak dan berperan dalam reproduksi ikan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh dosis yang berbeda pada pakan terhadap kinerja reproduksi ikan betutu betina. Ikan uji diberi pakan berupa cacing tanah (*Eudrilus eugeniae*) yang mengandung 0 (A), 200 (B), 400 (C), 800 (D) dan 1600 (E) mg vitamin E kg⁻¹ cacing tanah. Parameter yang dianalisis adalah *high density lipoprotein* (HDL), *low density lipoprotein* (LDL), trigliserida, total kolesterol, konsentrasi estradiol, diameter telur, indeks kematangan gonad (IKG), histologi gonad, dan konsentrasi vitamin E gonad. Konsentrasi total kolesterol darah meningkat pada hari ke-30 bersamaan dengan meningkatnya konsentrasi estradiol, HDL, LDL, dan trigliserida. Ukuran diameter telur pada perlakuan D (1,20-1,39 mm) memiliki frekuensi tertinggi dibandingkan dengan perlakuan A, B, C, dan E. IKG pada percobaan B menunjukkan hasil yang terendah. Hal ini selaras dengan hasil histologi gonad yang menunjukkan bahwa perkembangan gonad perlakuan B lebih lambat dibandingkan dengan perlakuan C, D, dan E. Konsentrasi vitamin E gonad pada perlakuan D menunjukkan hasil tertinggi dibandingkan perlakuan A, B, C dan E. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis vitamin E sebesar 800 mg kg⁻¹ cacing tanah merupakan dosis terbaik untuk meningkatkan kinerja reproduksi ikan betutu betina.

Kata penting: diameter telur, estradiol, indeks kematangan gonad, HDL, ikan betutu, LDL, vitamin E

Abstract

Vitamin E is lipid soluble antioxidant and plays important roles in fish reproduction. This study aimed to examine the effects of feeding diets with different dose of vitamin E on the reproductive performance of female marble goby. Fish were fed with earthworms (*Eudrilus eugeniae*) having different level of Vitamin E viz. 0 mg (A), 200 mg (B), 400 mg (C), 800 mg (D) and 1600 mg (E) vitamin E kg⁻¹ earthworms. High-density lipoprotein (HDL), lowdensity lipoprotein (LDL), triglyceride, total cholesterol, estradiol, egg size, gonadosomatic index (GSI), gonadal histology and levels of vitamin E in gonad were determined. The level of total cholesterol in serum was increased on day 30 along with increasing the level of estradiol, HDL, LDL and triglyceride. The egg size 1.20-1.39 mm from diets D has a highest frequency than treatment A, B, C, dan E. The lowest value of GSI was found in the fish from B treatment. This finding was supported by gonadal histology which showed that the ovary development was slower in B treatment than C, D, and E treatments. The highest level of vitamin E in gonad was obtained in fish from D treatment. In conclusion, the result of the experiment indicates that 800 mg vitamin E kg⁻¹ earthworms was the best dose for the reproductive performance of female marble goby.

Keywords: egg size, estradiol, gonado somatic index, HDL, LDL, marble goby, vitamin E

Pendahuluan

Ikan betutu dapat memijah sepanjang tahun, tetapi tingkat kematian larvanya dapat mencapai 90% pada hari ke-4 dan ke-5 setelah menetas (Tan & Lam 1973). Hal ini menjadi kendala dalam budi daya ikan betutu. Kematian yang tinggi pada tahap awal perkembangan larva ikan

betutu diduga karena kualitas telur yang kurang baik, sehingga menyebabkan cadangan energi pada kuning telur habis sebelum ikan mampu mencari makanan dari luar. Salah satu penentu kualitas kuning telur adalah asupan nutrisi pada pakan induk. Roy & Mollah (2009) menyatakan bahwa nutrisi pada pakan induk dapat berpengaruh pada perkembangan gonad, fekunditas, dan perkembangan embrio. Berdasarkan hal tersebut, perlu

✉ Penulis korespondensi
Surel: dennywahyudi29@yahoo.com

upaya untuk meningkatkan kualitas telur dengan penambahan nutrisi pada pakan induk betutu.

Salah satu nutrisi yang dapat diberikan pada pakan induk untuk memperbaiki kinerja reproduksi dan kualitas telur adalah vitamin E. Vitamin E atau biasa disebut α -tokoferol memiliki fungsi utama sebagai antioksidan yang mencegah peroksidasi *polyunsaturated fatty acid* (PUFA) dari fosfolipid dan kolesterol pada dinding sel (Packer 1991). PUFA merupakan nutrisi esensial yang terdapat dalam telur ikan dan berperan penting dalam perkembangan awal ikan. Martinez-Alvarez *et al.* (2005) menyatakan bahwa untuk mencegah proses peroksidasi asam lemak dapat menggunakan vitamin E sebagai suplemen dalam pakan.

Arfah *et al.* (2013) menyatakan bahwa penambahan vitamin E pada pakan ikan komet (*Carrasius auratus auratus*) dapat meningkatkan kinerja reproduksi ikan tersebut seperti meningkatkan diameter telur, indeks kematangan gonad, dan fekunditas. Selain pada ikan, penambahan vitamin E juga dapat meningkatkan daya tetas, dan kesuburan pada udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) (Du *et al.* 2004). Sementara itu, kekurangan vitamin E dalam pakan dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan ovarium pada ikan mas (Watanabe & Takashima 1977).

Kebutuhan vitamin E sebagai komponen utama dalam pakan induk telah diketahui, dan berbeda untuk setiap jenis ikan. Halver (2002) menyebutkan bahwa kebutuhan vitamin E pada rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) adalah 30 mg kg⁻¹ pakan, ikan salmon (*Oncorhynchus* sp.) 30 mg kg⁻¹ pakan, dan pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) 80-100 mg kg⁻¹ pakan. Peran vitamin E dalam kinerja reproduksi ikan betutu belum banyak diketahui, meskipun penggunaan vitamin E dalam penelitian pada beberapa spesies ikan telah diketahui. Penelitian ini dimaksudkan untuk

mengevaluasi pengaruh pemberian vitamin E terhadap kinerja reproduksi ikan betutu.

Bahan dan metode

Materi uji

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2014-Agustus 2014. Ikan betutu yang digunakan pada penelitian ini memiliki bobot 100-275 g. Ikan dipelihara pada bak fiber berukuran 50 x 100 x 50 cm³. Setiap bak diisi enam ekor ikan betutu betina setiap ulangan, dan diberi sarang. Ikan diberi pakan cacing tanah (*Eudrilus eugeniae*) yang memiliki bobot 1-1,5 g ekor⁻¹ yang telah disuntik vitamin E dengan perlakuan dosis yang berbeda. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental rancangan acak lengkap dengan lima perlakuan. Perlakuan dosis yang diberikan meliputi kontrol (A), 200 mg vitamin E kg⁻¹ cacing tanah (B), 400 mg vitamin E kg⁻¹ cacing tanah (C), 800 mg vitamin E kg⁻¹ cacing tanah (D) dan 1.600 mg vitamin E kg⁻¹ cacing tanah (E). Perlakuan diberikan selama 60 hari dan setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali.

Pengambilan data

Parameter uji yang diukur yaitu konsentrasi estradiol darah, diameter telur, indeks kematangan gonad (IKG), histologi gonad, vitamin E gonad, konsentrasi kolesterol *High Density Lipoprotein* (HDL), konsentrasi kolesterol *Low Density Lipoprotein* (LDL), total kolesterol, dan trigliserida darah.

Pada awal penelitian, dilakukan pengambilan contoh darah 15 ekor ikan uji untuk pengukuran konsentrasi estradiol, kolesterol HDL, kolesterol LDL, total kolesterol, dan trigliserida darah. Selama pemeliharaan dilakukan pengukuran parameter uji setiap dua minggu sekali yaitu minggu ke-2, ke-4, ke-6, dan ke-8. Pengukuran

tersebut dilakukan pada tiga ekor ikan uji yang dipilih secara acak pada setiap ulangan.

Pengukuran total kolesterol dalam darah menggunakan metode CHOD-PAP (*enzymatic colorimetric test for cholesterol with lipid clearing factor*) dengan *test kit* (*cholesterol liquicolor, HUMAN*). Pengambilan contoh darah dilakukan pada bagian pangkal sirip ekor.

Pengukuran konsentrasi estradiol dalam darah menggunakan metode *Enzyme-linked Immunosorbent Assay* (ELISA) dengan *test kit* (BIOMATIK). Pengambilan contoh darah dilakukan pada bagian pangkal sirip ekor.

Pengukuran kolesterol dalam darah HDL menggunakan *test kit cholesterol liquicolor (precipitant and standard, HUMAN)*. Pengambilan contoh darah dilakukan pada bagian pangkal sirip ekor.

Pengukuran trigliserida menggunakan metode GPO-PAP (*enzymatic colorimetric test for triglycerides with lipid clearing factor*) dengan *test kit* (*cholesterol liquicolor, HUMAN*). Pengambilan contoh darah dilakukan pada bagian pangkal sirip ekor.

Kolesterol LDL dihitung menggunakan rumus berdasarkan Friedwald *et al.* (1972). Pengambilan contoh darah dilakukan pada bagian pangkal sirip ekor.

Pengukuran vitamin E pada gonad menggunakan metode acuan *National Food Safety Standard, National Standard for Food Safety of the People's Republic of China* dan *AOAC Method 2002.05*. Gonad yang diukur diambil dari tiga gonad ikan uji pada setiap ulangan.

Diameter telur diukur dengan mikroskop yang dilengkapi mikrometer okuler dengan pembesaran 4 x 10 (40 kali). Jumlah telur yang diamati berjumlah 300 telur pada masing-masing perlakuan.

Indeks kematangan gonad merupakan persentase bobot gonad dibandingkan dengan bobot tubuh ikan uji.

Histologi gonad dilakukan dengan menggunakan metode pewarnaan Hemaktosilin-Eosin (HE). Pembacaan hasil histologi gonad dilakukan secara deskriptif dengan mengacu pada Genten *et al.* (2009).

Analisis data

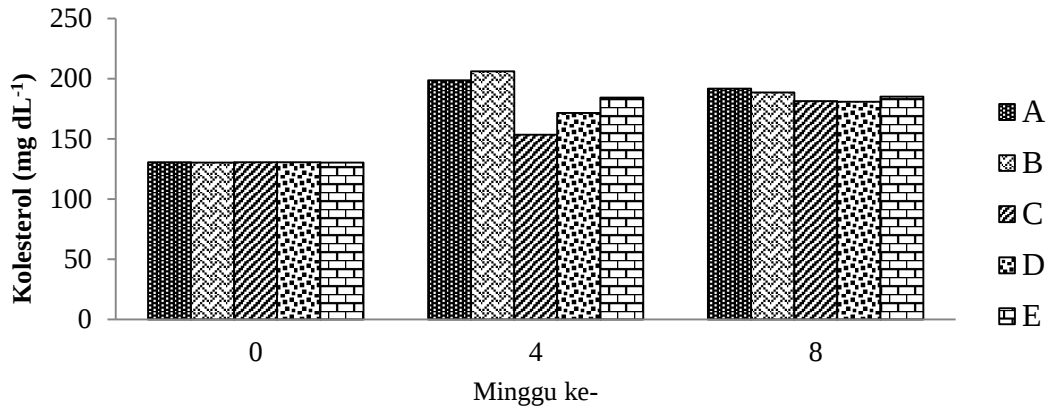
Hasil pengukuran konsentrasi estradiol darah, indeks kematangan gonad, histologi gonad, konsentrasi vitamin E gonad, konsentrasi kolesterol HDL, LDL, total kolesterol, dan trigliserida darah dianalisis secara deskriptif. Data hasil pengukuran diameter telur dianalisis dengan menggunakan distribusi frekuensi.

Hasil

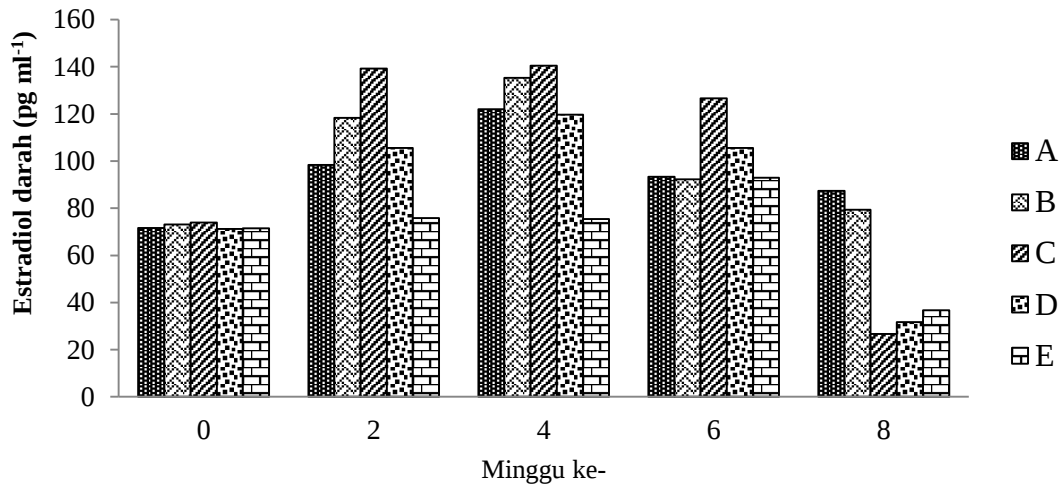
Total kolesterol darah ikan betutu mengalami peningkatan dari awal pemeliharaan hingga minggu ke-4 (Gambar 1). Pada minggu ke-8, konsentrasi kolesterol pada perlakuan A, B, dan E menurun. Sementara pada perlakuan C dan D, konsentrasi kolesterol mengalami peningkatan pada minggu ke-8.

Konsentrasi estradiol darah ikan betutu meningkat hingga minggu ke-4. Konsentrasi estradiol tertinggi pada minggu ke-4 dan ke-2 ditunjukkan oleh perlakuan C. Konsentrasi estradiol darah relatif mengalami penurunan pada minggu ke-6 hingga minggu ke-8 (Gambar 2).

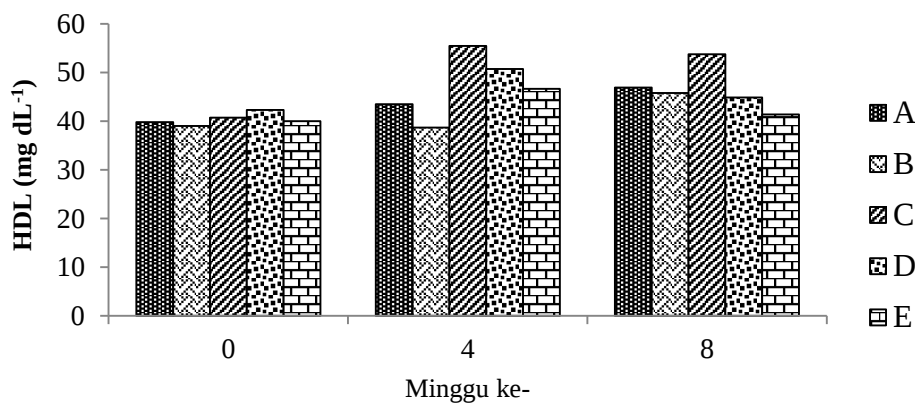
Konsentrasi kolesterol HDL darah mengalami peningkatan dari awal pemeliharaan hingga minggu ke-8 (Gambar 3). Nilai HDL tertinggi pada minggu ke-4 ditunjukkan oleh perlakuan C. Pada minggu ke-8, konsentrasi HDL pada perlakuan C, D, dan E mengalami penurunan, sementara pada perlakuan A dan B meningkat.



Gambar 1. Konsentrasi total kolesterol darah ikan betutu (A: kontrol, B: 200 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah, C: 400 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah, D: 800 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah, E: 1600 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah).



Gambar 2. Konsentrasi hormon estradiol pada plasma darah ikan betutu. (A: kontrol, B: 200 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah, C: 400 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah, D: 800 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah, E: 1600 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah).



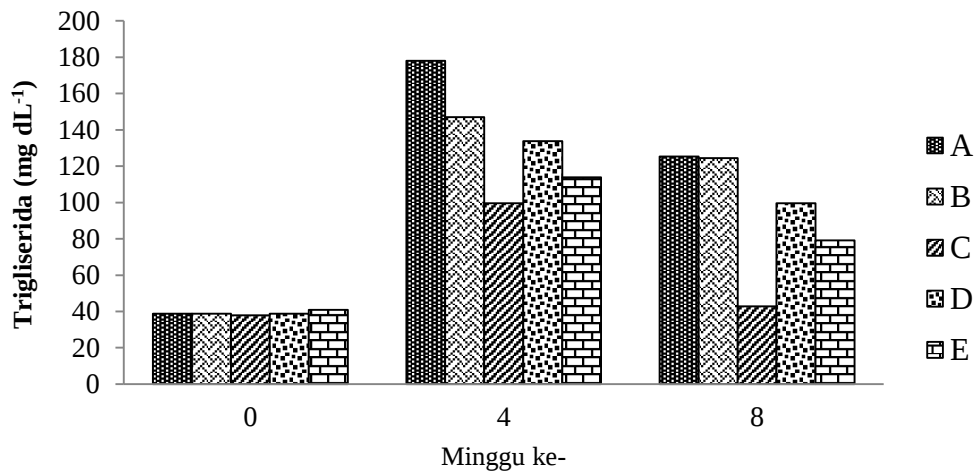
Gambar 3. Konsentrasi kolesterol HDL darah ikan betutu (A: kontrol, B: 200 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah, C: 400 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah, D: 800 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah, E: 1600 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah).

Trigliserida darah ikan betutu meningkat dari awal pemeliharaan hingga minggu ke-4, dan menurun pada minggu ke-8 (Gambar 4). Konsentrasi trigliserida tertinggi pada minggu ke-4 terdapat pada perlakuan A.

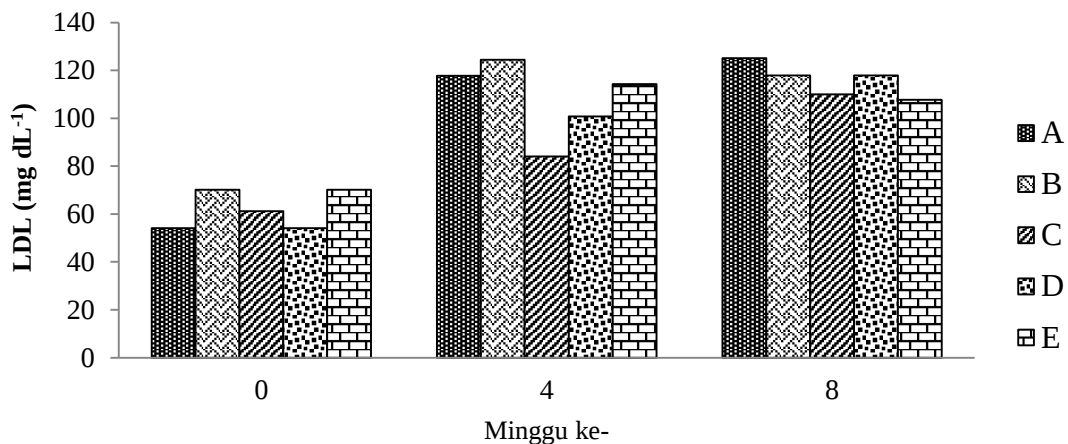
Konsentrasi kolesterol LDL darah mengalami peningkatan dari awal pemeliharaan hingga minggu ke-4 (Gambar 5). Pada minggu ke-8, konsentrasi LDL pada perlakuan A, B, dan E menurun, sementara pada perlakuan C dan D mengalami peningkatan.

Kandungan vitamin E gonad disajikan pada Gambar 6. Perlakuan D memiliki kandungan vitamin E yang tertinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain, yaitu 4,43 mg 100 g⁻¹ gonad.

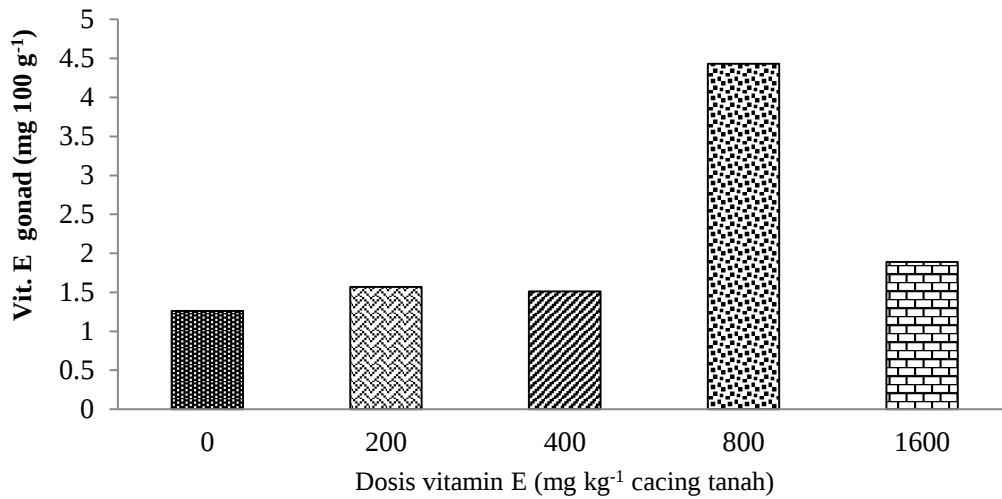
Berdasarkan hasil pengukuran, diameter ikan betutu memiliki kisaran dari 0,9-1,39 mm pada setiap perlakuan. Pada perlakuan D, kisaran diameter telur antara 1,20-1,39 mm memiliki frekuensi yang paling banyak, kemudian diikuti oleh perlakuan A, E, B, dan C (Gambar 7).



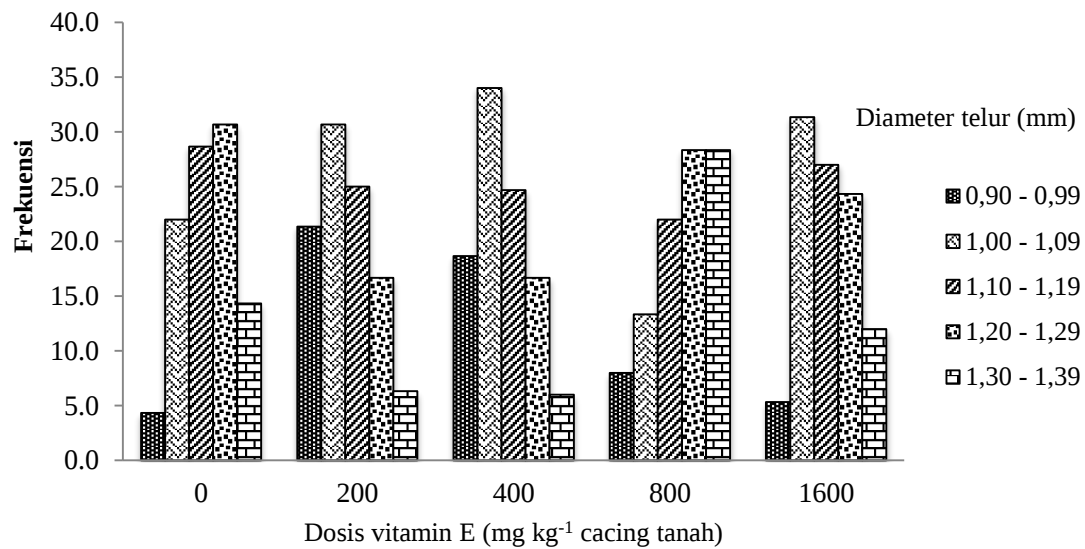
Gambar 4. Konsentrasi trigliserida darah ikan betutu (A: kontrol, B: 200 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah, C: 400 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah, D: 800 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah, E: 1600 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah).



Gambar 5. Konsentrasi kolesterol LDL darah ikan betutu (A: Kontrol, B: 200 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah, C: 400 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah, D: 800 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah, E: 1600 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah).



Gambar 6. Kandungan vitamin E dalam telur ikan betutu pada minggu ke-10.

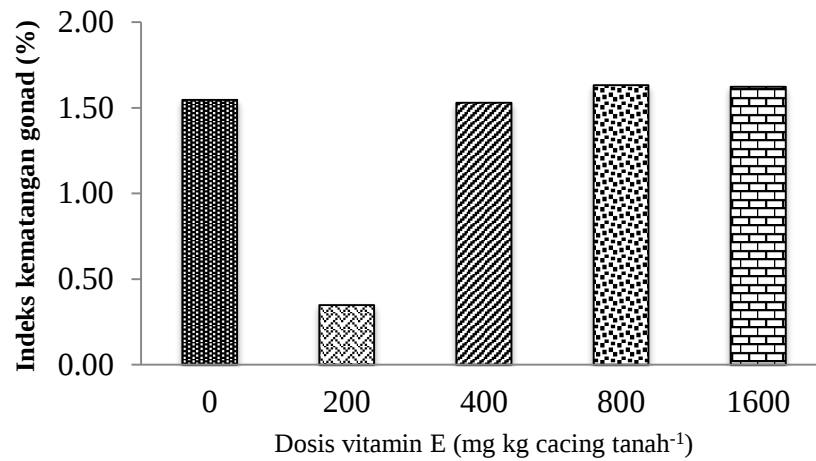


Gambar 7. Pengaruh vitamin E terhadap nilai rata-rata diameter telur ikan betutu pada minggu ke-8

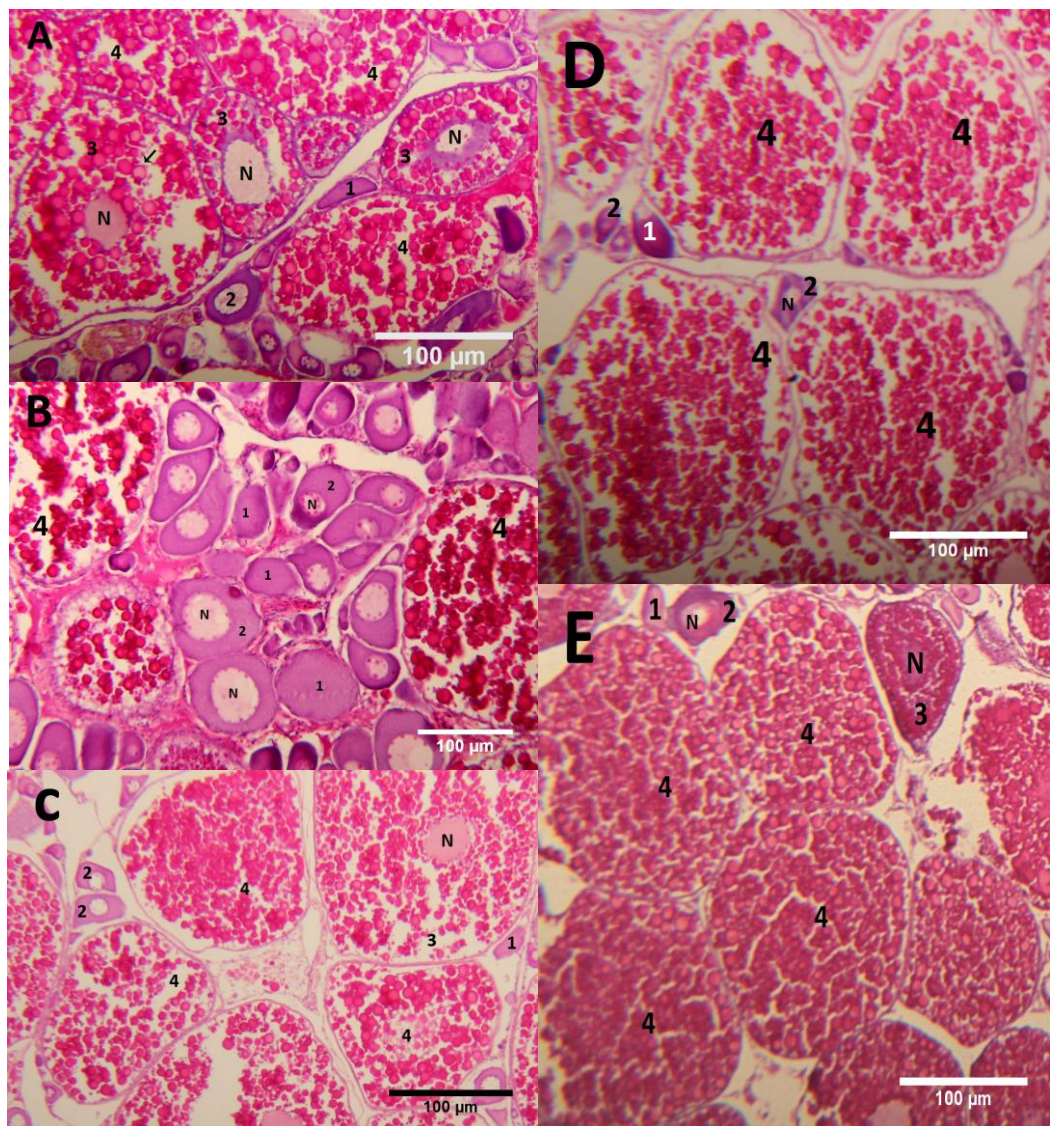
Nilai IKG tertinggi terdapat pada perlakuan dosis 800 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah. Nilai IKG terkecil diketahui pada perlakuan dosis 200 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah (Gambar 8).

Hasil histologi gonad ikan betutu setelah 8

minggu pemeliharaan disajikan pada Gambar 9. Perkembangan oosit pada perlakuan A dan B berada pada tahap awal vitelogenesis. Sementara itu, pada perlakuan C, D, dan E kuning telur mulai memenuhi seluruh bagian dari ooplasma.



Gambar 8. Pengaruh pemberian vitamin E pada nilai indeks kematangan gonad betutu pada minggu ke-8



Gambar 9. Histologi gonad ikan betutu pada minggu ke-8. (A: kontrol, B: 200 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah, C: 400 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah, D: 800 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah, E: 1600 mg vit. E kg⁻¹ cacing tanah, N: Nukleus, 1: oosit tahap I, 2: oosit tahap II: 3: awal vitelogenesis, 4: kuning telur mulai memenuhi ooplasma, Panah: butiran kuning telur).

Pembahasan

Vitamin E (α -tokoferol) merupakan vitamin larut lemak yang memiliki peran utama sebagai antioksidan, serta diketahui berperan dalam membantu kinerja reproduksi pada ikan. Vitamin E juga berfungsi sebagai pelindung dinding sel dari bahan beracun seperti timah, merkuri, benzen, dan radikal bebas yang dapat mengganggu kerja kelenjar endokrin dan berakibat pada keseimbangan produksi hormon. Vitamin E yang diberikan pada induk ikan akan dicerna pada usus halus dan disimpan pada beberapa jaringan tubuh seperti jaringan adiposa, hati, dan jaringan tubuh lainnya.

Sinyal lingkungan (seperti suhu dan intensitas cahaya) yang diterima oleh otak ikan betutu akan diteruskan menuju hipotalamus untuk melepas *Gonadotropin Releasing Hormone* (GnRH) yang selanjutnya akan merangsang kelenjar pituitari untuk melintas *Follicle Stimulating Hormone* (FSH). FSH akan dibawa menuju gonad melalui peredaran darah menuju oosit dan akan merangsang sel teka untuk mensintesis hormon steroid yaitu estradiol (Mylonas *et al.* 2010). Sintesis estradiol juga melibatkan enzim sitokrom P-450scc. Sitokrom P-450scc memiliki peran sebagai katalis pada sintesis steroid hormon seperti estradiol. Hanukoglu (2006) menyatakan bahwa vitamin E berperan sebagai antioksidan enzim sitokrom P-450scc saat sintesis steroid hormon seperti estradiol. Selain melibatkan enzim sitokrom P-450scc, sintesis steroid hormon juga dipengaruhi oleh keberadaan kolesterol.

Konsentrasi total kolesterol darah mengalami peningkatan dari awal pemeliharaan hingga minggu ke-4 (Gambar 1). Peningkatan konsentrasi kolesterol darah tertinggi yaitu pada perlakuan A sebesar 58,22%. Peningkatan kolesterol pada perlakuan A (kontrol) diduga karena pada perlakuan tersebut kekurangan vitamin E. Chu-

pukcharoen *et al.* (1985) menyatakan bahwa terjadi penumpukan kolesterol pada otot dan plasma darah akibat kekurangan vitamin E. Kolesterol merupakan komponen utama pembentuk hormon steroid, seperti progesteron, testosteron, dan estradiol (Harvey & Ferreir 2011), dan berperan sebagai komponen utama bahan dasar penyusun membran sel dan berfungsi untuk menjaga permeabilitas membran sel (Tocher 2003).

Meningkatnya konsentrasi kolesterol juga bersamaan dengan meningkatnya konsentrasi hormon estradiol dari awal pemeliharaan hingga minggu ke-4 pada setiap perlakuan (Gambar 2). Peningkatan konsentrasi hormon estradiol tertinggi yaitu pada perlakuan C sebesar 90,06%. Peningkatan estradiol diduga karena dosis pada perlakuan C (400 mg vit. E kg^{-1} cacing tanah) merupakan dosis optimum untuk mempercepat proses vitelogenesis dibandingkan dengan perlakuan lain. Khoiruni (2002) menyatakan bahwa dosis vitamin E sebesar 240 mg kg^{-1} pada pakan dapat mempercepat proses pematangan gonad ikan lele (*Clarias gariepinus*). Peningkatan konsentrasi estradiol pada plasma darah menandakan bahwa ikan betutu berada pada tahap vitelogenesis. Selama vitelogenesis, estradiol berperan dalam mengatur perkembangan oosit dan sintesis vitelogenin di hati (Mylonas *et al.* 2010).

Saat vitelogenesis, estradiol akan disekresikan oleh ovarium dan akan diangkut menuju hati melalui peredaran darah. Hormon estradiol akan merangsang hati untuk mensintesis vitelogenin. Lemak sebagai bahan dasar vitelogenin dan vitamin E yang tersimpan di dalam tubuh akan diangkut menuju hati dengan bantuan HDL. Peningkatan konsentrasi kolesterol HDL terjadi dari awal pemeliharaan hingga hari ke-30 (Gambar 3). Peningkatan konsentrasi HDL tertinggi yaitu pada perlakuan C sebesar 26,29%. Meningkatnya konsentrasi HDL tersebut diduga karena pada

perlakuan C mengalami proses vitelogenesis lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan lain. HDL berperan dalam pengangkut lemak untuk disintesis menjadi vitelogenin dan vitamin E dari otot menuju hati saat vitelogenesis. Lie *et al.* (1994) menyatakan bahwa pada tahap vitelogenesis terjadi peningkatan konsentrasi HDL pada plasma darah ikan salmon (*Salmo salar*) yang diikuti dengan menurunnya kandungan lemak dan tokoferol pada daging ikan salmon, dan mengakibatkan meningkatnya konsentrasi lemak dan tokoferol pada hati.

Konsentrasi trigliserida pada darah ikan betutu juga meningkat saat vitelogenesis (Gambar 4). Trigliserida atau umumnya disebut trigliserol merupakan bentuk lemak utama di dalam tubuh ikan, dan merupakan gabungan dari satu gugus gliserol dan tiga gugus asam lemak. Mobilisasi trigliserida di dalam tubuh dibantu oleh enzim, yaitu *hormone sensitif lipase* (HSL). HSL merupakan enzim yang sistem kerjanya dipengaruhi oleh estrogen saat proses gonadogenesis dan produksi telur. Akibat pengaruh estrogen tersebut, asam lemak penyusun trigliserida akan diangkut dari jaringan adiposa menuju hati yang akan digunakan sebagai bahan baku pembentukan vitelogenin (Tocher 2003). Tocher (2003) juga menyatakan bahwa trigliserida juga digunakan sebagai sumber energi, khususnya ketika ikan membutuhkan energi yang cukup tinggi, seperti tambahan energi saat ikan akan bermigrasi untuk memijah, dan memproduksi sel gamet dalam jumlah besar, terutama telur.

Selain kolesterol HDL dan trigliserida, konsentrasi kolesterol LDL pada saat vitelogenesis juga mengalami peningkatan (Gambar 5). Peningkatan konsentrasi LDL tertinggi yaitu pada perlakuan C sebesar 77,38%. Meningkatnya konsentrasi LDL diduga karena pada perlakuan C mengalami proses vitelogenin lebih cepat daripada

perlakuan lain. LDL berperan sebagai pengangkut vitelogenin dan vitamin E yang telah disekresikan oleh hati menuju oosit saat vitelogenesis masih tinggi. Lie *et al.* (1994) menyatakan bahwa pada ikan salmon, konsentrasi LDL darah akan meningkat saat vitelogenesis, dan LDL berperan dalam mengangkut vitamin E dari hati menuju ovarium serta organ lain.

Vitamin E yang telah diserap oleh oosit saat vitelogenesis akan terakumulasi dan terus bertambah hingga akhir vitelogenesis. Berdasarkan hasil penelitian (Gambar 6), diketahui konsentrasi vitamin E tertinggi yang terakumulasi adalah pada perlakuan D yaitu sebesar 4,43 mg 100 g⁻¹ gonad. Yulfiaperius *et al.* (2003) menyatakan bahwa perbedaan konsentrasi vitamin E pada pakan akan memengaruhi kandungan vitamin E yang disimpan pada telur ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*), dan semakin tinggi konsentrasi vitamin E dalam pakan, akan meningkatkan kandungan vitamin E dalam telur. Sementara itu, diketahui pada perlakuan E, konsentrasi vitamin E yang terakumulasi pada gonad ikan betutu menunjukkan hasil yang lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan D. Hal ini diduga karena dosis pada perlakuan E terlalu tinggi. Kelebihan pemberian dosis vitamin E akan bersifat toksik pada hati, dan untuk mencegah sifat toksik tersebut, vitamin E akan disekresikan dari tubuh melalui saluran empedu dan urin (Kayden & Traber 1993). Oleh karena itu, dapat diduga bahwa untuk mengurangi sifat toksik vitamin E pada hati, maka kelebihan vitamin E tersebut disekresikan, sehingga vitamin E yang terakumulasi pada gonad menjadi lebih sedikit.

Vitelogenin dan vitamin E yang telah diserap oleh oosit mengakibatkan ukuran oosit terus bertambah hingga ukuran maksimum. Diameter telur ikan betutu memiliki kisaran antara 0,90-1,39 mm pada setiap perlakuan (Gambar 7).

Senoo *et al.* (1994) menyatakan bahwa diameter telur ikan betutu yang baru diovulasikan memiliki ukuran 0,94 mm. Pada perlakuan D ukuran diameter telur sebesar 1,20-1,39 mm memiliki distribusi yang tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lain. Meningkatnya ukuran diameter telur pada perlakuan D diduga terjadi saat proses vitelogenesis. Dosis vitamin E pada perlakuan D diduga mampu mempertahankan keberadaan butir lemak, sehingga membuat jumlah dan ukuran butir kuning telur bertambah yang mengakibatkan volume dan diameter telur meningkat (Sumantri 2006). Arfah *et al.* (2013) menyatakan bahwa penambahan vitamin E pada pakan dapat meningkatkan ukuran diameter telur ikan komet (*Carassius auratus auratus*). Berdasarkan hal tersebut, dapat diduga bahwa vitamin E memberikan pengaruh terhadap peningkatan ukuran diameter telur ikan betutu.

Bertambahnya ukuran diameter telur juga akan berpengaruh terhadap nilai indeks kematangan gonad (IKG). Nilai IKG tertinggi dibandingkan dengan kontrol yaitu pada perlakuan D sebesar 5,16% (Gambar 9). Peningkatan nilai IKG diduga karena dosis vitamin E tersebut mampu meningkatkan ukuran diameter telur dan frekuensi diameter telur berukuran besar sehingga memengaruhi nilai IKG pada perlakuan D. James *et al.* (2008) menyatakan bahwa penambahan vitamin E sebesar 300 mg kg⁻¹ pakan dapat meningkatkan nilai IKG. Meningkatnya nilai IKG diduga karena peran vitamin E sebagai antioksidan yang mencegah proses oksidasi lemak saat vitelogenesis. Hal ini menyebabkan vitelogenin yang masuk ke dalam oosit meningkat dan meningkatkan bobot gonad. Peningkatan nilai IKG sebesar 8,86 $\pm$ 4,62% terhadap kontrol juga diketahui terjadi pada ikan komet (*Carassius auratus auratus*) yang diberi dosis vitamin E sebesar 375 mg kg⁻¹ pakan (Arfah *et al.* 2013).

Berdasarkan hal tersebut, dapat diketahui bahwa vitamin E memiliki peran penting dalam reproduksi ikan betutu. Vitamin E berperan sebagai antioksidan pada enzim sitokrom P-450scc saat sintesis steroid hormon (estradiol) dan melindungi lemak (kolesterol dan trigliserida) dari proses oksidasi. Penambahan vitamin E diketahui mampu meningkatkan ukuran diameter telur, meningkatkan nilai indeks kematangan gonad, dan mempercepat proses pematangan gonad ikan betutu. Saat vitelogenesis, vitamin E dalam tubuh diangkut oleh lipoprotein darah yaitu HDL dan LDL.

Simpulan

Penambahan vitamin E pada pakan dapat meningkatkan kinerja reproduksi ikan betutu. Hasil terbaik ditunjukkan oleh perlakuan D. Penambahan vitamin E sebanyak 800 mg vitamin E kg cacing tanah⁻¹ mampu mempercepat proses pematangan gonad ikan betutu, meningkatkan ukuran diameter telur, dan meningkatkan kandungan vitamin E pada gonad.

Daftar pustaka

- Arfah H, Melati, Setiawati M. 2013. Suplementasi vitamin E dengan dosis berbeda pada pakan terhadap kinerja reproduksi induk betina ikan komet (*Carassius auratus auratus*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 12(1): 14-18.
- Crook MA. 2012. *Clinical Biochemistry and Metabolic Medicine*. Hodder Education, London. 403 p.
- Du SB, Hu CQ, Shen Q. 2004. Effect of dietary ascorbic acid levels on reproductive performance of shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone), Broodstock. *Journal of Shellfish Research*, 23(2): 251-255.
- Chupukcharoen N, Komaratat P, Wilairat P. 1985. Effect of vitamin E deficiency on the distribution of cholesterol in plasma lipoprotein and activity of cholesterol 7 α -hydroxylase in rabbit liver. *Jurnal of Nutrition*, 115(4): 468-472.
- Friedwald WT, Levy RI, Fredrickson DS. 1972.

- Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma without the use of preparative ultracentrifuge. *Clinical Chemistry*, 18(6): 499-502.
- Genten F, Terwinghe E, Danguy A. 2009. *Atlas of Fish Histology*. Science Publishers, Enfield, NH, USA. 215 p.
- Halver JE. 2002. *The Vitamins*. In: Halver JE, Hardy RW (Eds): *Fish Nutrition*. 3rd ed. Academic Press. San Diego CA. USA. pp. 61-141.
- Hanukoglu I. 2006. Antioxidant protective mechanisms against reactive oxygen species (ROS) generated by mitochondrial P450 systems in steroidogenic cells. *Drug Metabolism Reviews*, 38(1-2): 171-196.
- Harvey RA, Ferrier DR. 2011. *Biochemistry*. 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia. USA. 520 p.
- James R, Vasudhevan I, Sampath K. 2008. Effect of dietary vitamin E on growth, fecundity, and leukocyte count in goldfish (*Carassius auratus*). *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 19(2): 121-127.
- Kayden JH, Traber MG. 1993. Absorption, lipoprotein transport, and regulation of plasma concentrations of vitamin E in humans. *Journal of Lipid Research*, 34(3): 343-358.
- Khoiruni. 2002. Peran kombinasi kolesterol dan vitamin E sebagai perangsang pematangan gonad ikan lele (*Clarias gariepinus*). *Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor*. 60 p.
- Lie O, Sandvin A, Waagbo R. 1994. Transport of alpha-tocopherol in Atlantic salmon (*Salmo salar*) during vitellogenesis. *Fish Physiology and Biochemistry*. 13(3): 241-247.
- Martinez-Alvarez RM, Amalia E, Morales, Sanz A. 2005. Antioxidant defenses in fish: biotic and abiotic factors. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 15(1): 75-88.
- Mylonas CC, Fostier A, Zanuy S. 2010. Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. *General and Comparative Endocrinology*, 165(3): 516-534.
- Packer L. 1991. Protective role of vitamin E in biological system. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 53(4): 1050-1055.
- Roy A, Mollah MFA. 2009. Effects of different dietary levels of vitamin E on the ovarian development and breeding performances of *Clarias batrachus* (Linnaeus). *Journal of Bangladesh Agricultural University*. 7(1): 183-191.
- Senoo S, Kaneko M, Cheah SH, Ang KJ. 1994. Egg development, hatching, and larval development of marble goby (*Oxyleotris marmorata*) under artificial rearing conditions. *Fisheries Science*, 60(1): 1-8.
- Sumantri D. 2006. Efektivitas ovaprim dan aromatase inhibitor dalam mempercepat pemijahan pada ikan lele dumbo (*Clarias* sp.). *Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor*. 35 p.
- Tan OKK, Lam TJ. 1973. Induced breeding and early development of the marble goby (*Oxyleotris marmorata*, Blk.). *Aquaculture*, 2: 411-423.
- Tocher DR. 2003. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. *Review in Fisheries Science*, 11(2): 107-184.
- Watanabe T, Takashima F. 1977. Effect of α -tocopherol deficiency on carp-VI deficiency symptoms and changes of fatty acid and triglyceride distributions in adult carp. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 43(7): 819-830.
- Yulfiperius, Mokoginta I, Jusadi D. 2003. Pengaruh kadar vitamin E dalam pakan terhadap kualitas telur ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 3(1): 11-18.