

**KAJIAN PERFORMANS REPRODUKSI PERBAIKAN PADA
KUALITAS TELUR DAN LARVA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)
YANG DIBERI VITAMIN E DAN MINYAK IKAN
BERBEDA DALAM PAKAN**

**Suria Darwisito¹, Muhammad Zairin Junior.², Djadja Subardja Sjafei²,
Wasmen Manalu³, dan Agus Oman Sudrajat².**

¹ Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi

² Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB, Bogor

³ Fakultas Kedokteran Hewan IPB, Bogor.

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan kadar kombinasi vitamin E dan asam lemak esensial *n*-3 untuk pematangan gonad, kualitas telur dan larva ikan nila. Adapun dosis dari masing-masing perlakuan terdiri dari 4 taraf. Untuk vitamin E yaitu: 50 mg/kg, 100 mg/kg, 150 mg/kg, dan 200 mg/kg pakan sedangkan minyak ikan yaitu: 10 g/kg, 20 g/kg, 30 g/kg dan 40 g/kg pakan. Ikan uji yang digunakan sebanyak 320 ekor induk betina dan 320 ekor induk jantan dan diseleksi. Setiap hari ikan diberi pakan uji 2 kali sehari (pagi dan sore) secara *at satiation*. Selama periode pemeliharaan parameter yang diamati meliputi: indeks gonad somatik, diameter telur, fekunditas, jumlah induk yang memijah, derajat tetas telur, dan ketahanan hidup-larva. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pakan dengan kombinasi dosis vitamin E 150 mg/kg dan minyak ikan 30 g/kg memberi respon terhadap perkembangan gonad, fekunditas, derajat tetas telur dan ketahanan hidup larva ikan nila. Kombinasi vitamin E 150 mg/kg dan minyak ikan 30 g/kg pakan memberi pengaruh signifikan dalam meningkatkan kualitas telur dan larva ikan nila. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi vitamin E 150 mg/kg dan minyak ikan 30 g/kg pakan adalah memberi hasil terbaik pada performans reproduksi.

Kata kunci: ikan nila, minyak ikan dan vitamin E, performans reproduksi

PENDAHULUAN

Ikan nila merupakan salah satu jenis ikan yang bernilai ekonomis tinggi, dimana kebutuhan benih maupun ikan konsumsi dari tahun ke tahun cenderung terus meningkat seiring dengan perluasan usaha budidaya. Namun masih ada beberapa kendala yang sampai saat ini belum terpenuhi yaitu masih rendahnya kualitas benih, tidak tersedianya benih setiap saat secara berkesinambungan, rendahnya fertilisasi telur dan derajat tetas telur. Salah satu penyebab penurunan kualitas telur dan larva diduga karena rendahnya kualitas pakan induk yang diberikan. Pada umumnya pakan induk yang digunakan dalam proses pembenihan ikan nila adalah pakan komersil untuk pembesaran dan bukan pakan yang dibuat khusus untuk tujuan pembenihan, sehingga hasil yang diperoleh tidak optimal baik ditinjau dari segi kualitas maupun kuantitas benih.

Salah satu cara untuk memperoleh hasil pembenihan ikan yang optimal

yaitu dengan memperbaiki kinerja reproduksi, dimana reproduksi dapat ditingkatkan antara lain dengan cara melakukan perbaikan kualitas nutrisi pakan induk. Unsur nutrisi yang harus ada dalam pakan induk ikan antara lain vitamin E dan asam lemak. Vitamin E memainkan peranan yang sangat penting dan menentukan dalam reproduksi ikan, dimana fungsi dari vitamin E adalah sebagai senyawa antioksidan yang dapat mencegah terjadinya oksidasi asam lemak tidak jenuh pada sel.

Asam lemak tidak jenuh terutama kelompok asam lemak linoleat dan linolenat, umumnya merupakan bagian fosfolipid dari membran sel (Linder 1992). Untuk mengantisipasi rendahnya mutu telur dan kualitas telur telah dicoba dengan penambahan vitamin E dan implan vitamin E (Priyono 1994 dan Priyono *et al.* 1997) yang menunjukkan bahwa pada ikan Bandeng kualitas telur yang dihasilkan mempunyai tingkat pambuahan dan derajat tetas 96%. Ikan membutuhkan vitamin E 50-100 mg/kg

dan 100-200 mg/kg pakan induk nila *Oreochromis nilotica* dan rohu *Labeo rohita* (Gomez-Marquez et al. 2003; Sau et al. 2004) serta kebutuhan asam lemak *n*-3 HUFA sebanyak 2.40-3.70% dalam pakan induk *Plectorhynchus cinctus* (Yuan-you Li et al. 2005). Memperhatikan fungsi serta peranan vitamin E dan asam lemak *n*-3 pada proses pematangan gonad khususnya induk ikan nila, maka perlu dievaluasi berapa besar kebutuhan vitamin E dan minyak ikan dalam pakan untuk dapat meningkatkan kuantitas dan kualitas telur yang dihasilkan sebagai dasar awal penyusunan formula pakan induk.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kinerja reproduksi khususnya pematangan gonad, kualitas telur dan larva ikan nila (*Oreochromis niloticus*) melalui pemberian kombinasi vitamin E dan minyak ikan dalam pakan induk.

MATERI DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar (BRPBAT) Ciblagung Bogor Jawa Barat, penelitian ini dimulai sejak bulan September 2004 sampai Maret 2005.

Bahan dan Alat

Ikan uji yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar (BRPBAT) Ciblagung Bogor, dengan ukuran panjang 14-16 cm dan bobot tubuh 80-110 g/ekor. Total induk ikan yang digunakan 640 ekor terdiri atas 320 ekor induk betina dan 320 ekor induk jantan. Wadah yang digunakan untuk pemeliharaan induk ikan berupa jaring apung dengan ukuran 2.0 x 2.0 x 2.0 m³ sebanyak 16 unit, yang ditempatkan dalam satu unit kolam. Untuk proses pemijahan, inkubasi dan penetasan telur digunakan akuarium sebanyak 80 buah dengan ukuran 60 x 50 x 50 cm³.

Pakan uji yang digunakan di dalam percobaan ini berupa pelet yang dibuat dan diberi vitamin E serta minyak ikan. Vitamin E ditambahkan dalam bentuk α -tokopherol sedangkan sebagai sumber utama asam lemak *n*-3 adalah dari minyak ikan. Untuk mengamati proses

perkembangan gonad dilakukan sampling telur setiap 2 minggu sekali dan untuk mengamati struktur histologis gonad dilakukan pada awal, pertengahan, dan akhir penelitian.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola faktorial sehingga terdapat 16 kombinasi perlakuan yang terdiri atas dua faktor, yaitu dosis vitamin E sebesar 50, 100, 150, dan 200 mg/kg pakan serta dosis minyak ikan 10, 20, 30, dan 40 g/kg pakan (Lampiran 1). Selanjutnya pakan uji di analisis proksimat untuk mengetahui kandungan nutrisi pakan, kandungan vitamin E dan asam lemak *n*-3 (Lampiran 2).

Pemeliharaan Induk dan Pengumpulan Data

Induk ikan dipelihara di dalam jaring apung, dan setiap jaring apung berisi 20 ekor betina yang diaklimatisasi selama satu minggu. Selanjutnya semua induk ikan uji dilakukan penandaan (tagging). Untuk mendapatkan kondisi awal TKG II yang seragam, dilakukan pemilihan secara selektif dengan memeriksa tanda seksual sekunder atas dasar ukuran, bobot tubuh, serta kondisi telur induk yang belum pernah memijah pada stok yang sama. Untuk menyakinkan bahwa gonad induk ikan tersebut belum berkembang, terlebih dahulu dilakukan pengambilan telur dengan bantuan alat kanulasi. Selama penelitian berlangsung ikan diberi pakan 2 kali sehari secara *at satiation*.

Penelitian dilakukan untuk pengamatan terhadap parameter reproduksi yang meliputi indeks gonad somatik, diameter telur, fekunditas, jumlah induk memijah, derajat tetas telur, dan ketahanan hidup larva. Untuk mengetahui pengaruh kombinasi pakan yang berbeda dilakukan analisis sidik ragam. Selanjutnya untuk data yang mempunyai perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan uji Tukey (Sokal dan Rohlf 1995). Induk ikan nila yang diberi perlakuan kombinasi vitamin E dan asam lemak *n*-3 dalam pakan, ternyata hampir semua dapat matang gonad, memijah dan berhasil memproduksi larva. Waktu yang diperlukan dari proses pematangan gonad sampai

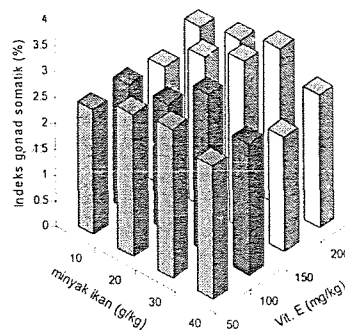
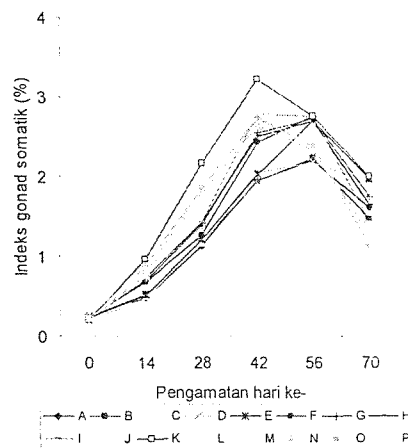
dengan pemijahan berbeda-beda pada masing-masing perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan komposisi vitamin E dan asam lemak *n*-3 dalam pakan mempengaruhi reproduksi ikan nila.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui penambahan kombinasi dosis minyak ikan (MI) dan vitamin E (VE) pada performans reproduksi, yaitu: indeks gonad somatik, diameter telur, fekunditas, jumlah induk yang memijah, derajat tetas telur, dan ketahanan hidup larva disajikan pada Lampiran 3.

Nilai indeks gonad somatik secara keseluruhan berkisar antara 1.61-3.25% (Lampiran 4 dan Gambar 1). Hasil analisis sidik ragam ternyata kombinasi vitamin E (VE) dan minyak

ikan (MI) yang berbeda dalam pakan mempengaruhi indeks gonad somatik ($P < 0.05$). Nilai indeks gonad somatik tertinggi pada perlakuan K (VE.150 mg/kg; MI.30 g/kg) sebesar 3.25%, diikuti oleh J (VE.100 mg/kg; MI.30 g/kg) sebesar 3.07% dan perlakuan L (VE. 200 mg/kg; MI. 30 g/kg) sebesar 3.04%. Hasil analisis sidik ragam indeks gonad somatik dengan pola kuadratik mengikuti persamaan $y = 2.39 + 0.17x - 0.01x^2$. Artinya, nilai indeks gonad somatik meningkat seiring dengan peningkatan kombinasi vitamin E dan minyak ikan dalam pakan, sehingga mencapai nilai indeks gonad somatik optimal sebesar 2.92%. Selanjutnya indeks gonad somatik menurun walaupun kadar vitamin E dan minyak ikan dalam pakan ditingkatkan.



Gambar 1. Perkembangan indeks gonad somatik selama percobaan

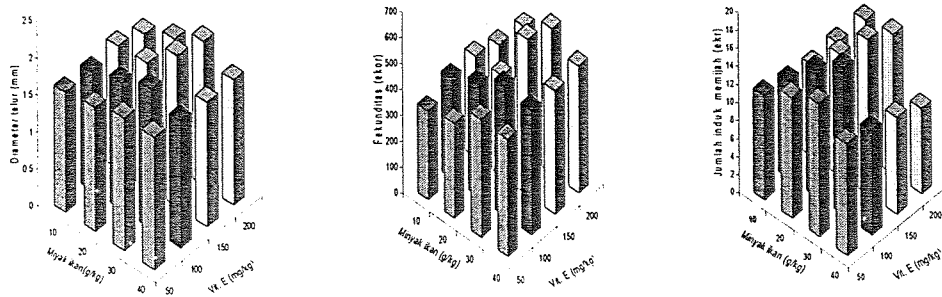
Nilai indeks gonad somatik erat kaitannya dengan vitelogenesis, dimana proses terbentuknya vitelogenin dimulai dari adanya isyarat faktor lingkungan seperti fotoperiode, suhu, aktivitas makan, dan faktor lain yang semuanya akan merangsang hipotalamus untuk mensekresikan *Gonadotropin releasing hormone* (GnRH). *Gonadotropin releasing hormone* yang disekresikan ke dalam darah akan merangsang hipofisis untuk mensekresikan hormon-hormon gonadotropin (Mommson dan Walsh 1988). Peningkatan nilai indeks gonad somatik dapat disebabkan oleh

perkembangan oosit. Vitelogenin adalah bakal kuning telur yang merupakan komponen utama dari oosit yang sedang tumbuh (Tyler 1991). Pada saat proses vitelogenesis berlangsung, granula kuning telur bertambah dalam jumlah dan ukurannya sehingga volume oosit membesar dan akhirnya akan menyebabkan meningkatnya nilai indeks gonad somatik (Yaron 1995).

Ukuran diameter telur masing-masing perlakuan (Lampiran 3 dan Gambar 2). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa diameter telur yang berukuran ≥ 1 mm dicapai pada hari ke-

42 dan hari ke-56. Hasil analisis sidik ragam didapatkan bahwa diameter telur tidak berbeda nyata antarperlakuan ($P>0.05$). Selanjutnya nilai diameter

telur tertinggi diperoleh pada perlakuan K (VE.150 mg/kg; MI.30 g/kg) sebesar 1.91 mm.



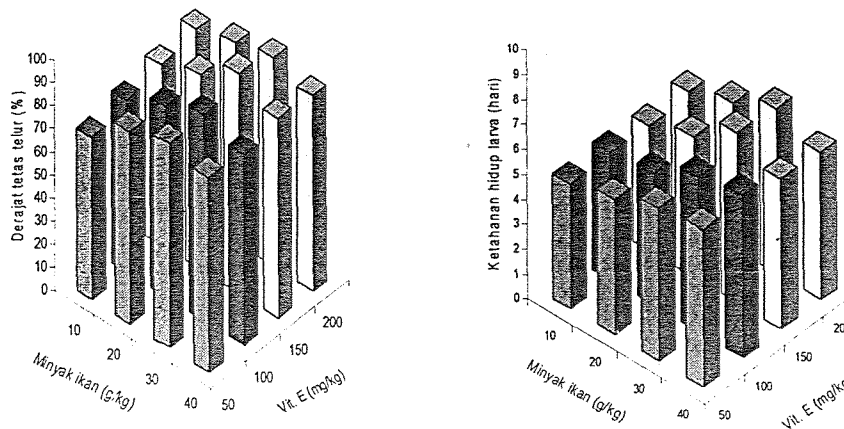
Gambar. 2. Diameter telur, fekunditas, dan jumlah induk memijah selama percobaan

Hasil analisis sidik ragam pada fekunditas menunjukkan bahwa dengan pola kuadratik mengikuti persamaan: $y=356.45+29.47x-1.54x^2$. Artinya, nilai fekunditas meningkat seiring dengan peningkatan kombinasi kadar vitamin E dan minyak ikan dalam pakan, sehingga mencapai nilai fekunditas optimal sebesar 497.77 butir/ekor induk. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa fekunditas berkisar antara 343.00 - 600.20 butir/ekor induk, dimana nilai fekunditas tertinggi terjadi pada pakan uji K (VE.150 mg/kg; MI.30 g/kg) sebesar 600.20 butir/ekor yang diikuti oleh pakan L (VE. 200 mg/kg; MI. 30 g/kg) dan J (VE.100 mg/kg; MI.30 g/kg). Hasil kombinasi vitamin E dan minyak ikan dalam pakan mempengaruhi fekunditas ($P<0.05$).

Jumlah induk memijah lebih tinggi pada induk ikan nila yang diberi pakan K (VE.150 mg/kg; MI.30 g/kg) sebesar 17.20 ekor dan terendah pada pakan C sebesar 10.20 ekor (Lampiran 3 dan Gambar 2). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kombinasi vitamin E dan minyak ikan dalam pakan mempengaruhi jumlah induk yang ($P<0.05$), dengan pola kuadratik mengikuti persamaan $y=10.43+1.54x-0.12x^2$. Artinya, jumlah induk yang memijah meningkat dengan peningkatan kombinasi kadar vitamin E dan minyak ikan dalam pakan, sehingga mencapai

nilai jumlah induk memijah optimal sebesar 14.33 ekor.

Derajat tetas telur secara nyata dipengaruhi oleh perlakuan kombinasi pakan yang ditambahkan vitamin E dan asam lemak *n-3* dalam perlakuan. Induk ikan nila yang diberi kombinasi pakan uji K (VE.150 mg/kg; MI.30 g/kg) menghasilkan derajat tetas telur yang terbaik 95%, pakan uji A (VE.50 mg/kg; MI.10 g/kg) derajat tetas telur yang terendah 70% (Lampiran 3 dan Gambar 3). Hasil analisis sidik ragam kombinasi vitamin E dan minyak ikan dalam pakan mempengaruhi derajat tetas telur ($P<0.05$), dengan pola kuadratik $y = 75.53+3.26x-0.20x^2$. Artinya, nilai derajat tetas telur meningkat dengan peningkatan kombinasi kadar vitamin E dan minyak ikan dalam pakan sehingga mencapai nilai derajat tetas telur optimal sebesar 88.65%. Watanabe. (1988), mendapatkan vitamin E yang terbaik pada pakan ikan Red seabream 0.420 mg/g pakan menghasilkan derajat tetas 95%, dan larva normal 97%; selanjutnya Mokoginta (1991), pada ikan Lele menghasilkan derajat tetas telur 82.3% pada pakan yang mengandung 0.5% asam lemak *n-3*. Induk ikan trout yang mendapat pakan yang mengandung asam lemak *n-3* rendah akan menghasilkan telur dengan derajat tetas rendah (Leray *et al.* 1985).



Gambar 3. Derajat tetas telur dan ketahanan hidup larva selama percobaan

Ketahanan hidup larva secara nyata dipengaruhi oleh perlakuan kombinasi pakan yang berbeda. Induk ikan nila yang diberi kombinasi pakan dengan komposisi vitamin E dan minyak ikan pada pakan uji K (VE.150 mg/kg; MI.30 g/kg) menghasilkan ketahanan hidup larva yang tertinggi 6.80 hari tanpa diberi pakan (dipuasakan) dan yang terendah terdapat pada pakan uji A (VE.50 mg/kg; MI.10 g/kg) adalah 5 hari (Lampiran 3 dan Gambar 3). Hasil analisis sidik ragam perbandingan vitamin E dan minyak ikan dalam pakan mempengaruhi ketahanan hidup larva ($P < 0.05$), dengan pola kuadrat persamaan $y = 4.99 + 0.23x - 0.001x^2$.

Artinya, nilai ketahanan hidup larva meningkat dengan peningkatan kombinasi kadar vitamin E dan minyak ikan dalam pakan sehingga mencapai nilai ketahanan hidup larva optimal sebesar 6.26 hari. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Tang dan Affandi (2000), bahwa asam lemak $n-3$ yang diberikan dalam pakan induk mempunyai suatu peranan penting dalam proses reproduksi, pada tahap awal larva belum mendapat pakan dari luar, larva masih mengandalkan kandungan kuning telur sebagai sumber cadangan energi utama yang mempengaruhi ketahanan hidup larva.

Pengaruh pemberian vitamin E dan minyak ikan pada komposisi nutrisi dalam telur dan larva dari hasil

pengamatan menunjukkan bahwa pemberian vitamin E dan minyak ikan dalam pakan induk ikan nila akan meningkatkan kandungan lemak dalam telur, sejalan dengan peningkatan kandungan vitamin E dan minyak ikan dalam pakan. Induk ikan yang diberi pakan uji A (VE.50 mg/kg; MI.10 g/kg) menghasilkan telur dengan kadar vitamin E dan asam lemak $n-3$ yang terendah (Tabel 1). Naiknya kadar vitamin E dan minyak ikan dalam pakan induk juga akan meningkatkan kadar vitamin E dan asam lemak $n-3$ dalam telur. Pada masa embriogenesis dan perkembangan larva kandungan asam lemak $n-3$ pada setiap perlakuan dapat dimanfaatkan, tapi tingkat pemanfaatannya berbeda-beda pada setiap perlakuan, ini terlihat adanya penurunan kandungan asam lemak $n-3$ dari telur sampai dengan larva dua hari (Tabel 1). Vitamin E dan asam lemak $n-3$ dibutuhkan secara bersamaan untuk pematangan gonad ikan dimana dosis vitamin E dalam pakan akan tergantung pada kandungan asam lemak $n-3$ yang ada dalam pakan tersebut. Semakin tinggi kandungan asam lemak $n-3$ pakan kebutuhan vitamin E meningkat pula (Watanabe *et al.* 1991). Asam lemak $n-3$ di kenal sebagai asam lemak esensial bagi ikan. Menurut Leray *et al.* (1985) menyatakan 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), menyatakan bahwa asam lemak esensial yang terkandung dalam telur berpengaruh terhadap stadia awal embriogenesis menentukan apakah embrio tersebut akan berkembang atau tidak. Asam lemak esensial berfungsi sebagai prekursor dari senyawa

prostaglandin yang berperan sebagai hormon. Proses pengenalan antar sel dalam telur dipengaruhi oleh prostaglandin. Jika telur kekurangan asam lemak esensial maka berlangsungnya proses embriogenesis akan gagal (pada pembelahan sel ke 16, 32 dan organogenesis) dan akan menghasilkan derajat tetas telur yang rendah (Leray *et al.* 1985).

Tabel 1. Kandungan vitamin E (mg/kg) dan asam lemak *n-3* dalam telur, larva 0 hari (L₀Hr) dan larva 2 hari (L₂Hr) (% area)

Perlakuan (AsL. <i>n-3</i> dan Vit. E)	Kandungan vitamin E (mg/kg) dan asam lemak (% area)			
	Bahan	Telur	Larva(L ₀ Hr)	Larva(L ₂ Hr)
A (10;50)	Asam Lemak <i>n-3</i>	5.68	3.48	2.65
	Vitamin E	116.25	102.10	95.45
B (10;100)	Asam Lemak <i>n-3</i>	6.46	4.14	3.48
	Vitamin E	155.45	125.35	105.55
C (10;150)	Asam Lemak <i>n-3</i>	6.89	4.68	3.84
	Vitamin E	175.75	152.50	115.52
D (10; 200)	Asam Lemak <i>n-3</i>	5.48	3.26	2.42
	Vitamin E	225.45	173.15	125.55
E (20;50)	Asam Lemak <i>n-3</i>	6.78	4.52	3.76
	Vitamin E	106.45	89.40	75.49
F (20;100)	Asam Lemak <i>n-3</i>	7.56	5.24	4.62
	Vitamin E	145.45	112.37	105.35
G (20;150)	Asam Lemak <i>n-3</i>	6.50	4.68	3.18
	Vitamin E	265.35	252.20	232.32
H (20;200)	Asam Lemak <i>n-3</i>	7.18	5.62	4.38
	Vitamin E	295.15	273.50	255.35
I (30;50)	Asam Lemak <i>n-3</i>	6.52	4.24	3.28
	Vitamin E	106.65	92.30	75.85
J (30;100)	Asam Lemak <i>n-3</i>	7.86	5.28	4.64
	Vitamin E	131.45	120.35	102.55
K (30;150)	Asam Lemak <i>n-3</i>	8.47	6.36	5.42
	Vitamin E	185.50	172.15	162.25
L (30;200)	Asam Lemak <i>n-3</i>	7.60	5.64	4.26
	Vitamin E	294.40	283.85	271.15
M (40;50)	Asam Lemak <i>n-3</i>	6.85	4.48	3.64
	Vitamin E	136.47	124.25	105.45
N (40;100)	Asam Lemak <i>n-3</i>	7.57	5.26	4.38
	Vitamin E	156.94	143.65	125.30
O (40;150)	Asam Lemak <i>n-3</i>	6.56	4.86	3.72
	Vitamin E	295.87	282.51	262.34
P (40;200)	Asam Lemak <i>n-3</i>	7.42	5.84	4.52
	Vitamin E	305.42	293.14	275.51

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kandungan vitamin E dan minyak ikan dalam pakan uji yang terbaik untuk memperbaiki kualitas telur dan larva adalah kombinasi pakan uji K (VE.150 mg/kg; MI.30 g/kg) dalam pakan.
2. Penambahan kombinasi vitamin E dan minyak ikan pada pakan induk ikan nila dapat menstimulasi kinerja reproduksi terutama pada perkembangan gonad, kualitas telur, larva, dan ketahanan hidup larva.

3. Disarankan dalam menyusun suatu formula pakan induk khusus untuk proses pematangan gonad ikan nila, sebaiknya menggunakan kombinasi (VE.150 mg/kg; MI.30 g/kg) dalam pakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Gomez-Marquez JL, BP Mendoza, IHS Urgate, and MG Arroyo. 2003. Reproductive aspect of *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) at Coatetelco lake, Morelos, Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 51 : 221-228.
- Leray C, G Nonnotte, P Roubaud and C Leger. 1985. Incidence of (n-3) Essential Fatty Acid Deficiency on Trout Reproductive Processes. *Reprod. Nutr. Develop.* 25 : 567-581.
- Linder M.C. 1992. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme (Terjemahan) Universitas Indonesia. Jakarta 781 hal.
- Mokoginta I. 1991. Kebutuhan Ikan Lele (*Clarias batrachus* Linn.) Akan Asam Lemak Esensial Bagi Perkembangan Induk. Direktorat Pembinaan Penelitian Dan Pengabdian Pada Masyarakat Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor. 62 hal.
- Mokoginta I. 1992. Essential Fatty Acid Requirements of Catfish (*Clarias batracus* Linn.) for Broodstock Development. Desertasi. Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 55 hal.
- Mommsen TP and PJ Walsh. 1988. Vitellogenin and oocyte assembly, in W.S. Hoar, D.J., Randall dan E.M. Donaldson, (Eds). *Fish Physiology*. Vol. ke-11, part A. *Reproduction*. New York: Academic Press. 525-567.
- National Research Council. 1983. Nutrient Requirements of Warm Water Fishes and Shellfishes. National Academy of Science Press, Washington D.C. 102 pp.
- 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 ZI, Setiadharna T, dan T Sutarmat. 1997. Implantasi Vitamin E Untuk Memacu Pematangan Gonad Induk Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 3 :21-28.
- Sau SK, BN Paul, KN Mohanta, SN Mohanty. 2004. Dietary Vitamin E Requirement, Fish Performance and Carcas Composition of Rohu (*Labeo rohita*) Fry. *Aquaculture* 240 : 359-368.
- Sokal RR dan FJ Rohlf. 1995. Biometry: the Principles and Practice of Statistics in Biological Research. W.H. Freeman and Company, New York. 887 hal.
- Tang MU dan R Affandi. 2000. Biologi Reproduksi Ikan. Pusat Peneliti dan Pengawasan Perairan. Bogor. 110 hal.
- Tyler C. 1991. Vitellogenesis in Salmonid. In : A.P. Scott, J.P. Sumpter, D.E. Kinne and M.S. Rolfe (Eds). *Proceedings of the Fourth International Symposium on the Reproductive Physiology of Fish*. Norwich. P : 295-299.
- Watanabe T. 1988. Fish Nutrition and Marine Culture. JICA. Text Book. The General Aquaculture Course. Departement of Aquatic Bioscience. Tokyo University of Fisheries, Japan. 233pp.
- Watanabe T, MJ Lee, J Mitzutani, T Yamada, S Satoh, T Takeuchi, N Yoshida, T Kitada, dan T Arakawa. 1991. Effective Component in Cuttlefish Meal and Raw Krill For Improvement of

Darwisito, *et al.*

Quality of Red Sea Bream *Pagrus major* Eggs. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish, 57 : 681-694.

Yaron Z. 1995. Endocrine control of gametogenesis and spawning induction in the carp. Aquaculture 129 : 49-73.

Yuan-you Li, Wei-zhou Chen, Ze-wei Sun, Jie-hui Chen, Ke-gang Wu. 2005. Effects of *n*-3 HUFA Content in Broodstock Diet on Spawning Performance and Fatty Acid Composition of Eggs and Larvae in, *Plectorhynchus cinctus*. Aquaculture 245 : 263-272.

Lampiran 1. Komposisi bahan pakan uji

Komposisi bahan	Jumlah bahan pakan uji (%)															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Tepung ikan	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Dextrin	32.05	32.05	32.05	32.05	32.05	32.05	32.05	32.05	32.05	32.05	32.05	32.05	32.05	32.05	32.05	32.05
Gelatin	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
Cellulosa	9.495	9.49	9.485	9.48	9.395	9.39	9.385	9.38	9.295	9.29	9.285	9.28	9.195	9.19	9.185	9.18
Minyak jagung	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
minyak ikan (n-3)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
Mineral mix	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Vit. mix tanpa vit. E	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15
Vitamin E	0.005	0.01	0.015	0.02	0.005	0.01	0.015	0.02	0.005	0.01	0.015	0.02	0.005	0.01	0.015	0.02
CMC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
J u m l a h	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Lampiran 2. Komposisi proksimat, asam lemak pakan uji, dan kandungan vitamin E

Komposisi Nutrisi (%)	Perlakuan															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Protein	31.90	31.73	31.58	31.33	31.36	31.79	31.52	31.34	31.39	31.71	31.51	31.37	31.30	31.75	31.55	31.38
BETN*	45.51	45.70	45.21	45.14	45.37	45.63	44.14	45.00	44.41	41.65	43.37	43.66	45.06	44.57	44.15	43.23
Lemak	5.47	5.46	5.42	5.48	6.16	6.04	6.37	6.19	6.44	6.52	6.37	6.48	6.52	6.59	6.48	7.16
Serat Kasar	7.34	6.76	7.65	8.04	7.70	6.75	7.77	7.43	7.36	8.05	6.74	7.45	6.32	6.71	5.76	6.46
DE**(kkal/g pakan)	269.73	269.53	267.46	266.89	273.08	274.26	272.27	272.33	273.05	267.92	270.31	271.43	275.01	275.93	273.29	275.90
Kadar asam lemak n-3	1.29	1.63	1.47	1.23	2.21	2.22	2.11	1.65	2.151	3.68	3.47	3.24	3.17	2.31	3.13	2.27
Vitamin E (mg/kg)	1891	2115	2648	3154	2318	2525	3126	3415	2694	2962	3092	3895	2452	3296	3862	3785

* BETN = Bahan Estrak Tanpa Nitrogen

** DE = Digestible Energy yang di hitung dari 1 g protein = 3,5 kkal; 1 g lemak = 8,1 kkal; 1 g karbohidrat = 2,5 kkal (NRC 1983)

Lampiran 3. Nilai rata-rata indeks gonad somatik, diameter telur, fekunditas, jumlah induk memijah, derajat tetas telur, ketahanan hidup larva.

Perlakuan (AsL, n-3 dan Vit. E)	Indeks Gonad Somatik (%)	Diameter Telur (mm)	Fekunditas	Jumlah Induk Memijah	Derajat Tetas Telur (%)	Ketahanan Hidup Larva (Hari)
A (10;50)	2.40±0.33 ^{ef}	1.62±0.43 ^a	343.00±13.51 ^l	14.00±0.71 ^{bc}	70.00±3.46 ^l	5.00±0.22 ^l
B (10;100)	2.42±0.32 ^{de}	1.60±0.40 ^a	385.00±7.42 ^k	10.80±0.84 ^e	74.40±1.67 ^{hi}	5.10±0.27 ^f
C (10;150)	2.31±0.27 ^{ef}	1.66±0.40 ^a	390.00±4.06 ^l	10.20±0.45 ^e	78.20±3.03 ^{gh}	5.00±0.19 ^f
D (10;200)	1.61±0.47 ^g	1.53±0.43 ^a	352.00±6.04 ^l	10.40±0.55 ^e	82.00±3.81 ^{efgh}	5.20±0.12 ^f
E (20;50)	1.93±0.58 ^{ef}	1.67±0.39 ^a	366.20±30.51 ^{kl}	11.40±0.89 ^{cde}	83.00±4.30 ^g	5.40±0.16 ^{ef}
F (20;100)	2.47±0.23 ^{cd}	1.72±0.39 ^a	433.20±30.66 ^{hl}	11.40±0.55 ^{cde}	82.00±3.39 ^g	5.32±0.24 ^f
G (20;150)	1.91±0.68 ^{fg}	1.69±0.42 ^a	387.00±16.55 ^{jk}	12.80±2.17 ^{bcd}	84.00±3.81 ^g	5.60±0.19 ^{de}
H (20;200)	1.91±0.65 ^f	1.72±0.39 ^a	492.00 ± 9.87 ^d	12.00±2.00 ^{cde}	86.00±3.81 ^{bcd}	5.80±0.19 ^d
I (30;50)	3.17±0.25 ^a	1.79±0.41 ^a	453.60±18.53 ^g	14.00±3.67 ^{bcd}	88.00±2.24 ^{bc}	6.10±0.16 ^d
J (30;100)	3.07±0.24 ^a	1.74±0.40 ^a	500.00±13.30 ^{cd}	17.40±1.52 ^a	89.00±1.58 ^b	6.20±0.39 ^{cd}
K (30;150)	3.25±0.30 ^a	1.91±0.41 ^a	600.20 ± 7.66 ^a	17.20±1.30 ^{ab}	95.00±2.35 ^a	6.80±0.10 ^a
L (30;200)	3.04±0.26 ^{ab}	1.77±0.22 ^a	560.40±25.00 ^b	15.60±1.34 ^{ab}	90.00±3.54 ^b	6.60±0.16 ^{ab}
M (40;50)	2.58±0.29 ^{bc}	1.79±0.37 ^a	450.00±22.64 ^g	12.40±2.07 ^{cde}	84.00±3.39 ^{defg}	6.30±0.32 ^{bc}
N (40;100)	2.54±0.26 ^{bcd}	1.72±0.34 ^a	480.00±11.92 ^{def}	14.00±3.54 ^{bcd}	82.00±3.16 ^{efg}	6.50±0.27 ^b
O (40;150)	2.21±0.37 ^{ef}	1.68±0.42 ^a	475.60± 6.80 ^{defg}	11.20±2.05 ^{cde}	86.00±2.24 ^{bcd}	6.00±0.22 ^d
P (40;200)	2.57±0.29 ^{bcd}	1.69±0.37 ^a	488.20±12.54 ^{de}	12.40±2.70 ^{cde}	84.00±3.39 ^{cdef}	5.90±0.32 ^d

Lampiran 3. Nilai rata-rata indeks gonad somatik, diameter telur, fekunditas, jumlah induk memijah, derajat tetas telur, ketahanan hidup larva.

Perlakuan (AsL, n-3 dan Vit. E)	Indeks Gonad Somatik (%)	Diameter Telur (mm)	Fekunditas	Jumlah Induk Memijah	Derajat Tetas Telur (%)	Ketahanan Hidup Larva (Hari)
A (10;50)	2.40±0.33 ^{ef}	1.62±0.43 ^a	343.00±13.51 ^l	14.00±0.71 ^{bc}	70.00±3.46 ^j	5.00±0.22 ^l
B (10;100)	2.42±0.32 ^{de}	1.60±0.40 ^a	385.00±7.42 ^k	10.80±0.84 ^e	74.40±1.67 ^{hi}	5.10±0.27 ^f
C (10;150)	2.31±0.27 ^{ef}	1.66±0.40 ^a	390.00±4.06 ^j	10.20±0.45 ^e	78.20±3.03 ^{gh}	5.00±0.19 ^f
D (10;200)	1.61±0.47 ^g	1.53±0.43 ^a	352.00±6.04 ^l	10.40±0.55 ^e	82.00±3.81 ^{efgh}	5.20±0.12 ^f
E (20;50)	1.93±0.58 ^{ef}	1.67±0.39 ^a	366.20±30.51 ^{kl}	11.40±0.89 ^{cde}	83.00±4.30 ^g	5.40±0.16 ^{ef}
F (20;100)	2.47±0.23 ^{cde}	1.72±0.39 ^a	433.20±30.66 ^{hi}	11.40±0.55 ^{cde}	82.00±3.39 ^g	5.32±0.24 ^f
G (20;150)	1.91±0.68 ^{fg}	1.69±0.42 ^a	387.00±16.55 ^{jk}	12.80±2.17 ^{bcd}	84.00±3.81 ^g	5.60±0.19 ^{de}
H (20;200)	1.91±0.65 ^f	1.72±0.39 ^a	492.00 ± 9.87 ^d	12.00±2.00 ^{cde}	86.00±3.81 ^{bcd}	5.80±0.19 ^d
I (30;50)	3.17±0.25 ^a	1.79±0.41 ^a	453.60±18.53 ^g	14.00±3.67 ^{bcd}	88.00±2.24 ^{bc}	6.10±0.16 ^d
J (30;100)	3.07±0.24 ^a	1.74±0.40 ^a	500.00±13.30 ^{cd}	17.40±1.52 ^a	89.00±1.58 ^b	6.20±0.39 ^{cd}
K (30;150)	3.25±0.30 ^a	1.91±0.41 ^a	600.20 ± 7.66 ^a	17.20±1.30 ^{ab}	95.00±2.35 ^a	6.80±0.10 ^a
L (30;200)	3.04±0.26 ^{ab}	1.77±0.22 ^a	560.40±25.00 ^b	15.60±1.34 ^{ab}	90.00±3.54 ^b	6.60±0.16 ^{ab}
M (40;50)	2.58±0.29 ^{bc}	1.79±0.37 ^a	450.00±22.64 ^g	12.40±2.07 ^{cde}	84.00±3.39 ^{defg}	6.30±0.32 ^{bc}
N (40;100)	2.54±0.26 ^{bcd}	1.72±0.34 ^a	480.00±11.92 ^{def}	14.00±3.54 ^{bcd}	82.00±3.16 ^{efg}	6.50±0.27 ^b
O (40;150)	2.21±0.37 ^{ef}	1.68±0.42 ^a	475.60± 6.80 ^{defg}	11.20±2.05 ^{cde}	86.00±2.24 ^{bcd}	6.00±0.22 ^d
P (40;200)	2.57±0.29 ^{bcd}	1.69±0.37 ^a	488.20±12.54 ^{de}	12.40±2.70 ^{cde}	84.00±3.39 ^{cdef}	5.90±0.32 ^d