

EVALUASI EFEK KOMBINASI PAKAN DAN ESTRADIOL_17 β TERHADAP PEMATANGAN GONAD IKAN LELE DUMBO (*Clarias gariepinus*)

(The research was aimed to evaluate the effect of the different feed formulation and the different level of estradiol_17 β hormon on the gonadal maturation time of the *Clarias gariepinus*)

Ibo F¹, Pangkey H², dan Sinjal H²

¹ Program Pascasarjana, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Sulawesi Utara.

² Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi, Manado, Sulawesi Utara.

Keberhasilan reproduksi dan efisiensi waktu ketersediaan benih merupakan hal yang penting dalam budidaya lele dumbo (*Clarias gariepinus*). Reproduksi ikan banyak ditentukan oleh nutrisi dan stimulasi dengan menggunakan hormon. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi efek pemberian pakan dengan komposisi nutrisi berbeda dan penyuntikan hormon estradiol_17 β dosis berbeda, terhadap pematangan gonad induk lele dumbo. Ada dua jenis pakan yang digunakan yaitu pakan Profish yang diramu oleh Balai Budidaya Air Tawar, Tatelu; dan pakan KRA sebagai pakan komersil untuk budidaya ikan kerapu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap perbedaan lama waktu matang gonad induk ikan lele dumbo. Selanjutnya, hasil analisis pengaruh faktor jenis pakan terhadap lama waktu matang menunjukkan bahwa perbedaan jenis pakan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap lama waktu matang induk lele dumbo. Hasil analisis pengaruh dosis hormon terhadap lama waktu matang gonad induk lele dumbo menunjukkan bahwa terdapat beda lama waktu matang yang sangat nyata antara induk ikan lele dumbo yang disuntik dengan dosis estradiol_17 β yang berbeda. Sementara hasil analisis interaksi antara faktor jenis pakan dan faktor dosis hormon menunjukkan bahwa pengaruh faktor jenis pakan terhadap lama waktu matang gonad induk lele dumbo, berubah secara signifikan, pada saat perubahan taraf faktor dosis hormon.

Kata kunci: lele dumbo *Clarias gariepinus*, pakan, estradiol_17 β , pematangan gonad

The success reproduction and time efficiency in production seed are crucial in the culture of African catfish (*Clarias gariepinus*). Fish reproduction is greatly affected by nutrition and responded will to external hormonal introduction. The purpose of this study was to evaluate the effects of feeding with different nutrient composition and hormone injections estradiol_17 β different doses, the parent gonad maturation African catfish. There are two types of feed used as feeds Profish concocted by the Balai Budidaya Air Tawar, Tatelu, and KRA as feed commercial feed for grouper. The results showed that the difference in treatment provides a significant influence on differences in the length of time the parent fish gonads mature African catfish. Furthermore, the results of factor analysis pengaruh diets for a long time is ripe suggests that differences in the type of feed is a very real influence on the length of time differences stem mature African catfish. The results of the analysis of the influence of the hormone dose to the gonads mature long stem African catfish showed that there are different length of time is a very real mature between African catfish parent fish were injected with different doses estradiol_17 β . Meanwhile, the results of the analysis of the interaction between these factors and the type of feed-dose hormonal factors suggests that the influence of the type of feed for a long time holding the gonads mature African catfish, changed significantly, at a dose factor hormone level changes.

Keywords: catfish *Clarias gariepinus*, diet, estradiol_17 β , gonadal maturation.

PENDAHULUAN

Ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) merupakan salah satu ikan genus *Clarias* yang sangat potensial untuk dibudidayakan. Awal mulanya ikan ini ditemukan di daerah Pan-Afrika (tersebar mulai dari daerah sungai Nil sampai ke Afrika Barat dan dari Algeria sampai ke Afrika Selatan). Ikan ini juga dapat ditemukan di beberapa wilayah Asia Kecil yaitu Israel, Siria dan daerah Turki bagian Selatan. Ikan lele dumbo diintroduksi ke

Indonesia pada tahun 1985. Keunggulan ikan lele dumbo dibandingkan dengan ikan lele lokal (ikan lele Sangkuriang) adalah: memiliki daya tumbuh yang lebih cepat, jumlah telur yang lebih banyak dan lebih tahan terhadap penyakit. Keunggulan lainnya adalah memiliki nilai nutrisi yang tinggi, memiliki kemampuan untuk beradaptasi terhadap kepadatan tinggi, memiliki komposisi daging yang lebih banyak dibandingkan tulang dan memiliki toleransi yang tinggi terhadap lingkungan yang buruk. Namun demikian dalam proses pembudida-

yaannya ikan lele dumbo mengalami penurunan kualitas. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi hal ini, salah satunya adalah penggunaan induk berkualitas rendah.

Pengembangan budidaya ikan lele dumbo di Indonesia sangat memberikan prospek yang menjanjikan, karena ikan ini sangat diminati; lagi pula luas areal perairan tawar di Indonesia sangat potensial untuk pembudidayaan ikan ini. Salah satu syarat yang sangat penting dalam budidaya berkelanjutan adalah tersedianya benih yang berkualitas baik serta kontinyu. Syarat ini sangat berhubungan dengan ketersediaan induk yang berkualitas prima. Induk yang baik akan menghasilkan kualitas telur yang baik, yang selanjutnya akan menyediakan kualitas larva yang baik pula.

Studi terhadap ikan lele dumbo selama ini lebih difokuskan pada aspek nutrisi yang berhubungan dengan pertumbuhan yaitu tentang pemanfaatan protein serta kebutuhan energinya (Ali, 2001; Peres *et al.*, 2003; Ali and Jauncey, 2005; Sotolu, 2010). Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan energi sangat berhubungan dengan kualitas pakan yang dikonsumsi ikan lele dumbo. Apabila protein yang tersedia tidak sesuai dengan kebutuhan ikan lele dumbo, maka protein lebih dialokasikan sebagai sumber energi untuk aktivitas dibandingkan dengan pembentukan jaringan. Hal ini tentunya akan sangat berpengaruh terhadap tampilan reproduksi ikan ini.

Studi terhadap beberapa ikan menunjukkan bahwa nutrisi seperti protein dan lemak sangat berpengaruh terhadap aktivitas reproduksi (Hajizadeh *et al.*, 2008; Zakery *et al.*, 2010; Velasco-Santamaria and Corredor-Santamaria, 2011). Protein dan lemak merupakan bahan utama penyusun kuning telur dan memainkan peranan yang sangat penting pada reproduksi ikan. Suloma and Ogata (2011) menyatakan bahwa lemak sangat menentukan dalam keberhasilan reproduksi ikan.

Reproduksi pada ikan sangat ditentukan oleh faktor eksternal seperti nutrisi dan faktor internal seperti hormon. Faktor-faktor ini tidak bekerja secara independen, namun berinteraksi satu sama lain. Dewasa ini, di samping penggunaan nutrisi yang berkualitas baik terhadap induk, teknologi pembuahan buatan dengan menggunakan hormon juga merupakan faktor penunjang keberhasilan aktivitas reproduksi ikan lele dumbo (Tabel 1). Oleh karena itu, berpijak pada uraian di atas, maka dirancang suatu penelitian dalam bentuk percobaan untuk mengevaluasi efek dari kombinasi beberapa jenis pakan dan hormon estradiol_17 β dengan dosis

berbeda terhadap pematangan gonad ikan lele dumbo.

Tabel 1. Penggunaan beberapa hormon dalam pemijahan buatan.

Jenis ikan	Jenis hormon	Kepustakaan
<i>Heterobranchus bidorsalis</i>	cHCG	Nwokoye <i>et al.</i> , 2008.
<i>Clarias batrachus</i>	HCG	Sahoo <i>et al.</i> , 2008.
<i>Clarias albopunctatus</i> dan <i>Heterobranchus longifilis</i>	Clomipgene citrate	Aguigwo, 1991 dalam Nwokoye, 2008.
<i>Channa striatus</i>	Ekstraksi pituitari	Hanifa <i>et al.</i> , 2000.
<i>Clarias gariepinus</i> dan <i>Heterobranchus longifilis</i>	Ovaprin	Olubiyi <i>et al.</i> , 2005; Sahoo <i>et al.</i> , 2007.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Balai Budidaya Air Tawar (BBAT), Tatelu, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara.

Penelitian dirancang dalam bentuk Percobaan faktorial 3x3 dalam RAL, di mana faktor pertama, yakni jenis pakan, memiliki tiga taraf yaitu: (1) Profish, (2) KRA, (3) kombinasi Profish-KRA, dan faktor kedua, dosis hormon Estradiol_17 β , memiliki tiga taraf, yaitu: (1) 0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bobot tubuh ikan, (2) 250 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bobot tubuh ikan dan (3) 500 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bobot tubuh ikan, sehingga terdapat 9 perlakuan. Kombinasi perlakuan yang di uji adalah: perlakuan A (pemberian Profish dan estradiol_17 β 0 $\mu\text{g}/\text{kg}$); perlakuan B (pemberian Profish dan estradiol_17 β 250 $\mu\text{g}/\text{kg}$); perlakuan C (pemberian Profish dan estradiol_17 β 500 $\mu\text{g}/\text{kg}$); perlakuan D (pemberian KRA dan estradiol_17 β 0 $\mu\text{g}/\text{kg}$); perlakuan E (pemberian KRA dan estradiol_17 β 250 $\mu\text{g}/\text{kg}$); perlakuan F (pemberian KRA dan estradiol_17 β 500 $\mu\text{g}/\text{kg}$); perlakuan G (pemberian Profish, KRA dan estradiol_17 β 0 $\mu\text{g}/\text{kg}$); perlakuan H (pemberian Profish, KRA dan estradiol_17 β 250 $\mu\text{g}/\text{kg}$) dan perlakuan I (pemberian Profish, KRA dan estradiol_17 β 500 $\mu\text{g}/\text{kg}$). Setiap perlakuan di ulang 3 kali, sehingga terdapat 27 satuan percobaan.

Induk ikan lele dumbo yang digunakan sebanyak 54 ekor, terdiri atas 27 ekor jantan dan 27 betina yang sehat yang diperoleh dari BBAT, Tatelu. Induk ikan yang digunakan berukuran 25–32 cm dengan berat tubuh 600–700 gram, sedangkan pakan uji yang dipakai adalah pakan Profish yang dibuat oleh BBAT, Tatelu dan pakan ikan

kerapu (KRA-*Starter*) yang diproduksi oleh PT. Suri Tani Pemuka Surabaya. Hormon yang digunakan adalah hormon Estradiol_17 β buatan Sigma Chemical Company. Semua induk ikan diaklimatisasi selama 3 hari dalam bak beton berukuran 3x1x1,5 m, dimana induk ikan jantan dan betina ditempatkan secara terpisah. Penempatan induk dilakukan secara acak pada setiap tanki satuan percobaan. Pergantian air media percobaan dilakukan 100% setiap hari.

Induk betina disuntik hormon estradiol_17 β dengan cara intramuskular dengan dosis 0 μ g/kg, 250 μ g/kg dan 500 μ g/kg berat tubuh, serta diberi pakan sebanyak 3% dari berat tubuh. Pengamatan perkembangan gonad dan penimbangan induk ikan dimulai setelah dua minggu masa percobaan. Jika telur mulai tampak pada gonad, pengamatan dilakukan tiga kali sehari. Pemeriksaan induk ikan dilakukan dalam *warring*.

Sebagai data penunjang, dilakukan pengukuran kualitas air untuk parameter: suhu, pH, oksigen terlarut, karbondioksida dan amoniak, setiap hari pada pagi dan sore.

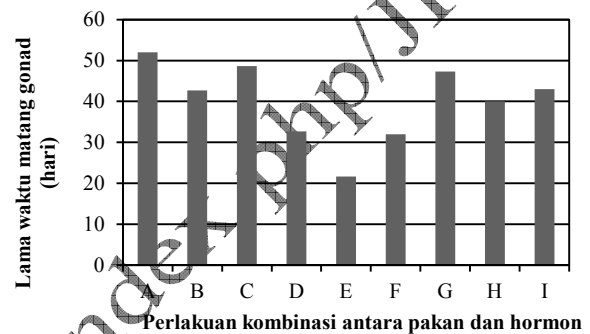
Untuk melihat apakah ada perbedaan lama waktu pematangan gonad dari induk-induk ikan yang diberi perlakuan berbeda, dilakukan ANOVA untuk data hasil percobaan pada taraf nyata 5% dan 1%. Jika hasil ANOVA menunjukkan ada perbedaan yang signifikan, maka dilakukan uji lanjut Kontras pada taraf nyata 5% dan 1%. Analisis data menggunakan program statistik JMP (SAS Institute).

HASIL DAN PEMBAHASAN

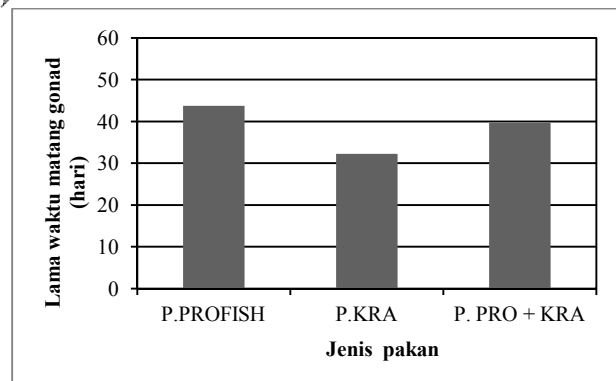
Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan kombinasi jenis pakan dan dosis hormon memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kematangan gonad induk ikan lele dumbo (Gambar 1).

Perbedaan jenis pakan memberi efek yang sangat signifikan terhadap perbedaan lama waktu matang gonad (Gambar 2), dimana induk ikan yang diberi pakan KRA mengalami matang gonad tercepat (32,22 hari), diikuti oleh induk ikan yang diberi kombinasi pakan Profish dan KRA (39,67 hari), sedangkan induk ikan yang diberi pakan Profish mengalami lama waktu matang gonad terpanjang (43,78 hari) (nilai P (0,001) < 0,01). Hasil uji lanjut kontras menunjukkan, pakan KRA berbeda sangat nyata dengan pakan Profish dalam mempengaruhi lama waktu matang gonad induk ikan lele (nilai P (0,0000009) < 0,01). Kombinasi Profish dan KRA berbeda sangat nyata dengan pakan Profish (nilai P (0,0037) < 0,01). Pakan KRA

berbeda sangat nyata dengan kombinasi Profish dan KRA (nilai P (0,0010) < 0,01). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa faktor yang sangat menentukan dalam penyediaan benih ikan yang unggul dan berkualitas serta berkesinambungan adalah penyediaan induk berkualitas prima dan hal ini sangat ditentukan oleh kualitas nutrisi yang diterima induk saat penanganan. Nutrisi memegang peranan sangat penting dalam mengontrol aktivitas reproduksi yang sukses (Adewumi *et al.*, 2005; Muchlisin *et al.*, 2006). Aspek nutrisi sangat mempengaruhi biaya dalam usaha akuakultur (50–70%), oleh karena itu pemberian pakan yang tepat sangat diperlukan (Rezvani *et al.*, 2011; Alan *et al.*, 2006).



Gambar 1. Lama waktu matang gonad induk ikan lele dumbo dengan perlakuan kombinasi pakan dan hormon



Gambar 2. Pengaruh pakan terhadap lama waktu matang gonad induk ikan lele dumbo

Hasil analisis proksimat pakan uji (Tabel 2) juga menunjukkan bahwa pakan KRA memiliki nilai protein (49,31%) yang sangat baik dan sangat dibutuhkan untuk pematangan gonad induk ikan lele dumbo dibandingkan dengan pakan Profish (29,49%). Hal ini sejalan dengan apa yang dihasilkan oleh Madu *et al.* (2003) dan Sotolu (2010). Hasil studi mereka menunjukkan 100% ikan mengalami matang gonad ketika induk ikan diberi pakan dengan nilai protein 40–45%, sedangkan induk ikan yang diberi pakan dengan nilai protein 20–25%, mengalami matang gonad hanya 50%.

Tabel 2. Hasil uji analisis pakan Profish dan KRA.

Parameter	Hasil analisis (%)	
	Profish	KRA
Air	11,68	14,19
Abu	4,04	2,77
Serat kasar	6,85	2,31
Lemak	4,08	10,84
Protein	29,49	49,31
Karbohidrat	43,86	20,58
Energi	330,12	377,12

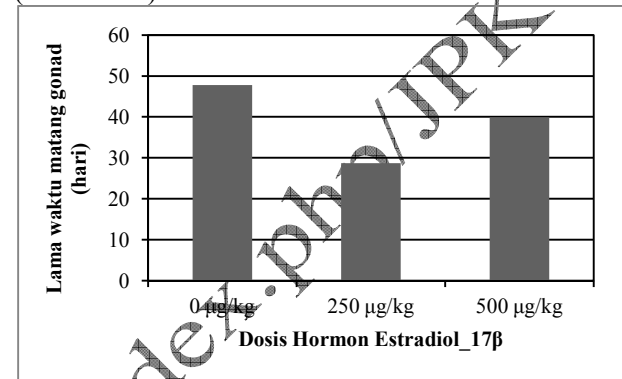
Protein dibutuhkan untuk digunakan sebagai sumber energi dalam proses pematangan gonad. Jumlah protein yang maksimum tersedia sangat berhubungan dengan kebutuhan energi bagi ikan untuk siap bereproduksi (Assem *et al.*, 2005). Beberapa asam amino tertentu sangat diperlukan untuk perkembangan larva ikan, demikian pula untuk pembentukan stadia kantong kuning telur.

Hasil analisis proksimat juga menunjukkan bahwa pakan KRA memiliki kandungan lemak sebesar 10,84%, sedangkan pakan Profish memiliki kandungan lemak sebesar 4,08%. Hal ini menjadi kunci jawaban mengapa pakan KRA memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan pakan Profish. Peranan lemak dalam hal ini kolesterol adalah memainkan fungsi utama dalam hal sintesis steroid sebagai bahan yang sangat berperan dalam proses pematangan gonad (Rao and Krishnan, 2011). Di samping itu, Fremont and Riaz (1988) dalam Singh *et al.* (2007) melaporkan bahwa lemak juga merupakan bahan penyusun vitelogenin ikan yang komposisinya terdiri atas 18% total lemak di mana ²/₃ bagiannya adalah fosfolipida dan sisanya adalah trigliserida, sterol dan ester sterol.

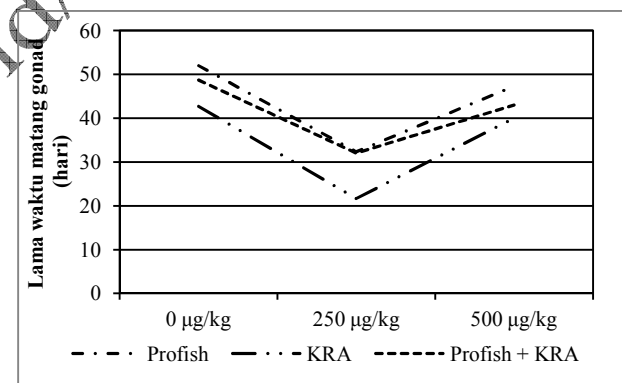
Menurut Guraya (2000) reproduksi merupakan fungsi dari banyak faktor. Pengetahuan akan biologi reproduksi ikan telah menjadi sangat vital untuk suksesnya budidaya ikan. Gonad berperan penting dalam reproduksi. Untuk ikan dapat bereproduksi, gonad harus terbentuk dengan baik dan menjadi matang. Oogenesis dan spermatogenesis merupakan proses yang terjadi pada induk betina dan jantan selama siklus reproduksi menghasilkan oocyte dan spermatoocyte yang matang. Selama proses oogenesis, ovarium mengalami beberapa perubahan stadia yaitu fase pertumbuhan primer, fase pertumbuhan sekunder dan fase pematangan (Gomes dan Araujo, 2004). Selama fase-fase ini, oocyte juga mengalami serangkaian perkembangan. Fase pertumbuhan primer ditunjukkan oleh adanya oocyte previtellogenin, fase pertumbuhan sekunder ditunjukkan oleh adanya oocyte vitelogenin, dan fase pematangan ditunjukkan oleh oocyte vitelogenin lanjutan (Estay *et al.*, 1998 dalam Adebisi,

2008). Jadi, perkembangan ovarium ikan meliputi perubahan fisiologi (misalnya perubahan kelenjar endokrin) dan adanya aktivitas biokimia, ini membutuhkan banyak protein serta lemak. Nutrien-nutrien ini harus diambil dari tubuh induk itu sendiri. Pemanfaatan pakan dari alam (misalnya pemberian pakan rucah) saja tidak cukup.

Hasil percobaan juga menunjukkan bahwa perbedaan dosis hormon estradiol_17β memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap lama waktu matang gonad ikan lele (P (0,001)<0,01) (Gambar 3).



Gambar 3. Pengaruh dosis hormon estradiol_17β terhadap lama waktu matang gonad induk ikan lele dumbo



Gambar 4. Interaksi faktor jenis pakan dan faktor dosis hormon terhadap lama waktu matang gonad ikan lele dumbo

Induk betina yang disuntik dengan dosis hormon estradiol_17β 250 µg/kg (Gambar 4), memiliki waktu matang gonad tercepat (28,67 hari), lalu diikuti oleh induk yang disuntik hormon estradiol_17β dengan dosis 500 µg/kg, dan terakhir induk yang tidak disuntik hormon estradiol_17β memiliki waktu matang gonad terpanjang (47,78 hari). Selanjutnya, hasil uji lanjut kontras menunjukkan ada perbedaan lama waktu matang yang sangat nyata antara induk ikan yang tidak disuntik dengan induk ikan yang disuntik estradiol_17β dosis 250 µg/kg (P (0,00)<0,01) dan 500 µg/kg (P (0,00)<0,01). Hasil uji interaksi menunjukkan bahwa pengaruh faktor jenis pakan terhadap lama

waktu matang gonad induk ikan secara nyata berubah saat perubahan taraf faktor dosis hormon ($P(0,0454) < 0,05$).

Hasil penelitian ini menunjukkan, pemanfaatan hormon estradiol_17 β meningkatkan secara efektif laju pematangan gonad ikan lele dumbo. Penggunaan estradiol_17 β dalam meningkatkan produksi vitelogenin pada hewan vertebrata termasuk ikan telah dilakukan sejak tahun 1981 (Shankar *et al.*, 2007). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan kombinasi pakan KRA dan penyuntikan hormon estradiol_17 β sebanyak 250 $\mu\text{g}/\text{kg}$ berat tubuh ikan, memberikan pematangan gonad ikan lele dumbo lebih cepat (21,67 hari) dibandingkan dengan yang diperoleh dari hasil studi Sinjal (2007) pada induk ikan lele dumbo yang diberi perlakuan kombinasi antara vitamin C (1200 mg/kg) dan hormon estradiol_17 β (250 $\mu\text{g}/\text{kg}$ berat tubuh ikan) dengan hasil pematangan gonad dicapai pada 39 hari. Walaupun vitamin C diperlukan untuk proses reproduksi dan untuk proses metamorfosis larva, namun komponen makromolekul seperti protein dan lemak lebih memberikan kontribusinya dalam pematangan gonad. Mengingat dalam pakan KRA juga memiliki kandungan vitamin C yang cukup sehingga pada hakekatnya pakan ini sangat menunjang pematangan gonad induk ikan lele dumbo lebih cepat.

Estradiol_17 β diketahui lebih mampu mengalirkan lemak (fosfolipida) dibandingkan estradiol_17 α dan estradiol_20 β dengan cara menstimulasi hati pada fase perkembangan oocyte pada induk *Heteropneustes fossilis* (Singh *et al.*, 2007). Di samping itu, estradiol_17 β juga meningkatkan sintesis dan pelepasan vitelogenin protein dalam hati (Sundararaj *et al.*, 1982 dalam Singh *et al.*, 2007). Proses vitelogenesis serta perkembangan akhir oocyte selalu di atur oleh hormon.

Hasil pengukuran parameter kualitas air selama percobaan dapat dilihat pada Tabel 3. Semua parameter yang diukur menunjukkan hasil yang masih termasuk dalam batas toleransi untuk budidaya ikan lele dumbo.

Tabel 3. Pengukuran parameter kualitas air selama penelitian

Parameter	Nilai pengukuran
Suhu	27,5 – 31 °C
pH	6,5– 8
Oksigen Terlarut (DO)	7,43 – 7,83 mg/l
Karbon dioksida (CO ₂)	Max 25 ppm
Amoniak	< 1,5 ppm

Peningkatan laju kematangan gonad induk ikan lele dumbo yang merupakan salah satu spesies primadona akuakultur, merupakan suatu input tek-

nologi yang signifikan khususnya dalam meningkatkan efisiensi dan efektifitas pembenihan ikan tersebut. Dengan demikian akan menambah kontribusi yang menguntungkan dalam menunjang program penyediaan benih berkualitas tinggi secara berkesinambungan.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan adanya Perbedaan kombinasi antara dosis hormon dan jenis pakan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap perbedaan lama waktu matang gonad induk ikan lele dumbo dimana induk ikan yang disuntik estradiol_17 β dengan dosis 250 $\mu\text{g}/\text{kg}$ dan diberi pakan KRA mengalami lama waktu matang tercepat.

Hasil analisis interaksi antara faktor jenis pakan dan faktor dosis hormon menunjukkan bahwa, pengaruh faktor jenis pakan terhadap lama waktu matang gonad induk lele dumbo, berubah secara signifikan, pada saat perubahan taraf faktor dosis hormon.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini kami ucapkan terima kasih kepada Balai Budidaya Air Tawar, Tatelu, Kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi Utara atas segala bantuannya sehingga penelitian ini boleh terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adebiyi FA, SS Siraj, SA Harmin, and A Christianus. 2008. Ovarian Development of a River Catfish *Hemibagrus nemurus* (Valenciennes, 1840) in Captivity. J. Exp. Zool., 315, pp. 536–543.
- Adewumi AA, VF Olaleye, and EA Adesulu. 2005. Egg and Sperm Quality of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell). Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, Vol. 1(1), pp. 17–22.
- Alan G, H Heasman, and P Ferrar. 2006. Aquaculture nutrition. Report on the Aquaculture Nutrition Master Class held at Asian Institute of Technology, Bangkok Thailand 7–19 August 2006. 73 p.
- Ali ZM. 2001. Dietary protein and energy interactions in African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). Ph.D thesis. Institute of Aquaculture, University of Stirling, Stirling-Scotland, United Kingdom.
- Ali MZ and K Jauncey. 2005. Effects of feeding regime and dietary protein on growth and body composition in *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). Indian J. Fish., 51(4), pp. 407–416.
- Assem SS, SS El-Serafy, MM El-Garabawy, M Elabsawy, M El-G and SK Kaldus. 2005. Some biochemical aspects of reproduction in female *Trachinotus ovatus* (carangidae). Egyptian Journal of Aquatic Research, 31(1), pp. 362–371.

- Gomes ID and FG Araujo. 2004. Reproductive biology of two marine catfishes (Siluriformes, Ariidae) in the Sepetiba Bay, Brazil. *Rev. Biol. Trop.* 52(1), pp. 143–156.
- Guraya SS. 2000. The biology of gonadal development, sex differentiation and maturation, and sex reversal in fish: cellular, molecular and endocrinological aspects. *Proc. Indian Nat. Sci. Acad. (PINS)*, 66 (4 and 5), pp. 167–194.
- Hajizadeh AK, Jauncey and K Rana. 2008. Effects of dietary lipid source on egg and larval quality of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). In: 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture 2008, pp. 965–977.
- Madu CT, CC Okwuego, and ID Madu. 2003. Optimum dietary protein level for growth and gonadal maturation of female *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes, 1840) broodstock. *Journal of Aquatic Science*, 18(10), pp. 29–34.
- Muchlisin ZA, R Hashim and ASC Chong. 2006. Influence of dietary protein levels on growth and egg quality in broodstock female Bagrid catfish (*Mystus nemurus* Cuv. and Val.). *Aquaculture Research*, 37, pp. 416–418.
- Nwokoye CO, LA Nwuba and JE Eyo. 2008. Studies on the reproductive potential of homoplastic and heteroplastic pituitary hormones in heterobranchus bidorsalis (Geoffroy Saint Hilaire, 1809). *Animal Research International*, 5(2), pp. 859–865.
- Olubiyi OA, OA Ayinia and AA Adeyemo. 2005. The effects of various doses of ovaprim on reproductive performance of the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell) and *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes). *African Journal of Applied Zoology and Environmental Biology*, 7, pp. 101–105.
- Peres H, C Lim, PH Klesius. 2003. Nutritional value of heat-treated soybean meal for channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, 225, pp. 67–82.
- Rao AC and L Krishnan. 2011. Biochemical composition and changes in biological indices associated with maturation of the ovary in the spiny cheek grouper *Epinephelus diacanthus* (Valenciennes, 1828). *Indian J. Fish.*, 58(2), pp. 45–52.
- Rezvani A, BM Amiri, B Mojazi, H Manouchehri and R Abadian. 2011. Measurement of Gonadal Development of *Astronotus ocellatus* (Cuvier, 1829) as a Result of Feeding Earthworm (*Eisenia foetida*). *International Journal of Research in Fisheries and Aquaculture*, 1(1), pp. 11–13.
- Sahoo SK, SS Giri, S Chandra and AK Sahu. 2007. Effect of ovaprim doses and latency periods on induced spawning of *Clarias batrachus*: observation on larval deformity. *Indian Journal of Exp. Biol.*, 45, pp. 920–922.
- Sahoo SK, SS Giri, S Chandra and BC Mohapatra. 2008. Evaluation of breeding performance of Asian catfish *Clarias batrachus* at different dose of HCG and latency period combinations. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 8, pp. 249–251.
- Singh PB, V Singh, S Srivastava and S Pandey. 2007. Effects of estradiol_{17β} and 17α, 20β-dihydroxy-4-pregnen-3-one on different phospholipids metabolism and histological changes in ovary during reproductive growth in the catfish, (*Heteropneustes fossilis*) (Bloch). *Journal of Environmental Biology*, 28(4), pp. 771–778.
- Sinjal H. 2007. Kajian penampilan reproduksi ikan lele *Clarias gariepinus* betina melalui penambahan ascorbyl phosphate magnesium sebagai sumber vitamin C dan implantasi dengan estradiol_{17β}. Disertasi. Institut Pertanian Bogor, Indonesia.
- Shankar DS, S Sudarshan and RS Kulkarni. 2007. Kulkarni role of cortisol on condition factor in the female freshwater fish, *Notopterus notopterus* during four reproductive phases. *Journal of Environmental Biology*, 28(2), pp. 275–278.
- Sotolu AO. 2010. Growth Performance of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) Fed Varying Inclusions of Leucaena leucocephala Seed Meal. *Tropicultura*, 28(3), pp. 168–172.
- Suloma A and HY Ogata. 2011. Arachidonic acid is a Major Component in Gonadal Fatty acids of Tropical Coral Reef fish in the Philippines and Japan. *J Aquac Res Development* 2011, 2(2), pp. 1–7.
- Velasco-Santamaria Y. and W Corredor-Santamaria. 2011. Nutritional requirements of freshwater ornamental fish: a review. *Rev. MVZ Cordoba*, 16(2), pp. 2458–2469.