

EFEKTIVITAS DAN EFEK TOKSIK EKSTRAK STEROID TERIPANG DAN 17 α METILTESTOSTERON PADA MANIPULASI KELAMIN UDANG GALAH

Apri Arisandi

Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo

Jl. Raya Telang PO.BOX 2 Bangkalan 69162

Hp 08125261907 E-mail: apri_unijoyo@yahoo.com

ABSTRAK

Testosteron selain dapat dimanfaatkan sebagai obat, juga dimanfaatkan untuk *sex reversal* pada udang galah (*Macrobrachium rosenbergii* de Man). Hormon yang umum dipakai untuk *sex reversal* jantan adalah 17 α metiltestosteron, merupakan hormon sintetis. Bioassay pada ayam, diketahui bahwa hormon sintetis memberikan efek samping toksik pada hati, limpa dan bursa fabricius. Agar tidak memberikan efek toksik, salah satu cara dengan menggunakan sumber hormon testosteron alami dari teripang. Pemberian hormon menggunakan metode dipping, lima perlakuan dan tiga ulangan. Dosis ekstrak steroid teripang 1, 2 dan 3mg/l, serta 17 α metiltestosteron 2mg/l dapat menghasilkan populasi jantan lebih tinggi dari kontrol negatif (tanpa hormon), yaitu 44,15%, 49,65%, 49,72% dan 50,45%.

Kata kunci: ekstrak steroid teripang, 17 α metiltestosteron, udang galah

PENDAHULUAN

Teripang dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan bahkan sudah diekspor, tetapi penelitian mengenai pemanfaatan steroid teripang pasir (*Holothuria scabra*) belum dilakukan. Pemanfaatan steroid teripang baru sebatas pengalaman masyarakat pesisir (*indigenous knowledge*). Hasil uji Lieberman-Burchard dan bioassay menggunakan anak ayam menunjukkan bahwa ekstrak teripang terbukti mengandung steroid. Rendemen terbesar diperoleh dari 1 kg jeroan basah (21,28 g ekstrak kasar), mengandung steroid 6,124 μ g/kg jenis testosteron (Riani *et al.*, 2005 dan Kustiariyah, 2006).

Testosteron selain dapat dimanfaatkan sebagai obat, juga dapat dimanfaatkan dalam pengembangan budidaya perikanan yang banyak diminati dan mempunyai nilai ekonomis tinggi, yaitu udang galah (*Macrobrachium*

rosenbergii de Man). Tubuh udang jantan pada umur yang sama lebih besar daripada tubuh betina, sehingga lebih menguntungkan jika dilakukan budidaya udang galah jantan semua.

Salah satu cara mengubah jenis kelamin betina menjadi jantan adalah melalui pendekatan hormonal sebelum diferensiasi kelamin, sehingga zigot bergenotipe XX akan berkembang menjadi karakter jantan secara fenotipe (*sex reversal*). Hormon yang umum dipakai untuk *sex reversal* jantan adalah 17 α metiltestosteron, yang merupakan hormon sintetis (Antiporda, 1986; Wichins dan Lee, 2002). Bioassay yang dilakukan pada ayam, diketahui bahwa hormon sintetis memberikan efek samping toksik pada hati, limpa dan bursa fabricius (Riani *et al.*, 2005). *Sex reversal* merupakan salah satu cara meningkatkan produksi (udang galah), tetapi dapat berakibat buruk pada biota itu sendiri maupun manusia yang mengkonsumsi. Salah satu cara yang aman

adalah menggunakan sumber hormon testosteron alami (steroid teripang). Tujuan penelitian adalah mendapatkan informasi sejauh mana hormon testosteron dari ekstrak jeroan teripang dapat meningkatkan jumlah udang galah jantan.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan di Sub Unit Pembenihan Udang Galah (SUPUG) Pelabuhan Ratu, Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT) Sukabumi. Metode perendaman (*dipping*) juvenil selama 24 jam, dan diulang 3 kali. A) Juvenil direndam air yang diberi 2,5 ml alkohol 70% (kontrol negatif); B) Juvenil direndam air yang diberi larutan ekstrak steroid teripang konsentrasi 1 mg/l; C) Juvenil direndam air yang diberi larutan ekstrak steroid teripang konsentrasi 2 mg/l; D) Juvenil direndam air yang diberi larutan ekstrak steroid teripang konsentrasi 3 mg/l; E) Juvenil direndam air yang diberi larutan hormon 17 α metiltestosteron konsentrasi 2 mg/l (kontrol positif).

Penelitian menggunakan bak pengamatan bervolume 15 l sebanyak 15 unit. Jumlah juvenil yang digunakan sebanyak 900 ekor. Setiap bak untuk memelihara 60 ekor juvenil selama 60 hari. Salinitas yang digunakan adalah 10 ppt. Evaluasi *survival rate* dilakukan setiap 10 hari. Pengukuran suhu, oksigen terlarut dan pH dilakukan setiap hari sebelum pemberian pakan pada pagi hari jam 06.00 wib dan sore hari jam 17.00 wib. Nisbah kelamin jantan, *Survival rate*, *ADG* dan efek negatif hormone dihitung menggunakan rumus (1), (2), (3) dan (4);

$$J = \frac{A}{T} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

keterangan :

- J : persentase jenis kelamin jantan (%)
- A : jumlah udang berkelamin jantan
- T : jumlah sample udang yang diamati

$$SR = \frac{\text{udang hidup}}{\text{udang hidup} + \text{udang mati}} \times 100\% \quad (2)$$

$$ADG = \sqrt{\left\{ \frac{wt}{wo} - 1 \right\}} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

keterangan:

- ADG* = rata – rata pertumbuhan harian
- Wo* = bobot tubuh awal (mg)
- wt* = bobot tubuh akhir (mg)
- t* = waktu pemeliharaan (hari)

$$C = \frac{A}{T} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

keterangan :

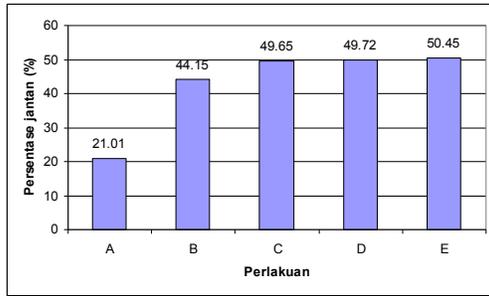
- C : persentase udang cacat (%)
- A : jumlah udang cacat
- T : jumlah sample udang

Dilakukan analisis statistik untuk mengetahui pengaruh nyata perlakuan hormon terhadap jumlah udang galah jantan dan *Survival rate*. Pertumbuhan, jumlah udang cacat, kualitas air dianalisis secara deskriptif dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar.

HASIL

Nisbah kelamin jantan

Persentase jenis kelamin udang galah berdasarkan identifikasi keberadaan *apendix masculinus* pada individu jantan, secara umum persentase jantan kontrol lebih kecil dibanding semua perlakuan (Gambar 1).

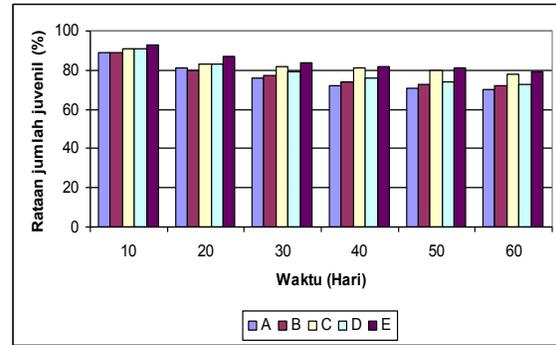


Gambar 1. Persentase jumlah udang galah jantan

Hasil analisis dengan taraf kepercayaan 95%, menunjukkan perlakuan berbeda nyata ($p < 0$). Hasil analisis BNT menunjukkan bahwa perlakuan B, C dan D tidak berbeda nyata ($p > 0$), tetapi berbeda nyata dengan perlakuan A ($p < 0$). Hal tersebut membuktikan bahwa ekstrak steroid teripang memberikan respon positif terhadap peningkatan persentase jantan. Perlakuan C dan E selanjutnya dianalisis menggunakan uji t, dengan pertimbangan dosis perlakuan sama 2 mg/l. Hasil analisis uji t dengan taraf kepercayaan 95%, terbukti bahwa perlakuan E tidak lebih baik dari perlakuan C ($p > 0$).

Derajat hidup

Rataan jumlah juvenil udang yang hidup per sepuluh hari perhitungan sampel, mulai hari pertama setelah perlakuan sampai hari ke-60 sekitar 70% (Gambar 2). Kisaran persentase kehidupan juvenil udang galah pada hari ke-60 adalah 65% (B) sampai 86,67% (E) (Gambar 2). Hasil sidik ragam, terbukti bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap persentase kehidupan juvenil ($p > 0$). Hasil uji t membuktikan, perlakuan E dan A tidak berbeda nyata ($P > 0$).



Gambar 2. Persentase kehidupan udang galah selama penelitian

Pertumbuhan juvenil

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan udang galah, selanjutnya dihitung rata-rata pertumbuhan hariannya (ADG), hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 1. Hormon tidak berpengaruh terhadap ADG juvenil udang galah, terlihat pada Tabel 1 masing-masing perlakuan selisih nilainya tidak terlalu besar. Hal tersebut menunjukkan bahwa hormon yang diberikan tidak mengganggu pertumbuhan juvenil udang galah.

Efek negatif akibat pemberian hormon

Pemberian steroid dan pelarutnya berpengaruh terhadap tingginya mortalitas juvenil. Ditunjukkan dengan tingkat kematian yang mencapai 10% dari populasi 1 hari setelah perlakuan, selanjutnya kematian terus menurun hingga mencapai 1% (Gambar 2). Jumlah juvenil cacat akibat perlakuan hanya ditemukan 1 ekor, pada perlakuan E. Perlakuan E yang merupakan perlakuan perendaman 2 mg 17 α metiltestosteron per 1 liter, ditemukan 1 ekor juvenil tubuhnya bengkok, sehingga saat berenang maupun berjalan tubuh juvenil tetap bengkok ke bawah.

Tabel 1. Rata – rata pertumbuhan harian (ADG) juvenil udang galah

Perlakuan	Bobot tubuh (mg)	ADG (%)
A	Juvenil 1 : 44,21 Tokolan : 622,38	Juvenil 1 (hari ke 45) – Tokolan (hari ke 105): 104,38
B	Juvenil 1 : 54,96 Tokolan : 615,88	Juvenil 1(hari ke 45) – Tokolan (hari ke 105): 103,95
C	Juvenil 1 : 46,43 Tokolan : 610,08	Juvenil 1(hari ke 45) – Tokolan (hari ke 105): 104,25
D	Juvenil 1 : 47,81 Tokolan : 628,06	Juvenil 1(hari ke 45) – Tokolan (hari ke 105): 104,25
E	Juvenil 1 : 43,57 Tokolan : 626,60	Juvenil 1(hari ke 45) – Tokolan (hari ke 105): 104,42

Juvenil hasil perendaman menggunakan 17 α metiltestosteron ukuran tubuhnya dalam satu populasi (unit pengamatan) relatif tidak seragam. Begitu juga ukuran juvenil terbesar sampai terkecil kisarannya cukup besar yaitu 1,3 cm sampai 3,7 cm, apabila dikelompokkan berdasarkan kesamaan panjang tubuh bisa 3 sampai 5 kelompok.

Kualitas air

Bak – bak pemeliharaan juvenil diletakkan dalam bak beton kosong yang terdapat di dalam *hatchery* agar suhu air tetap hangat dan stabil. Hasil pengukuran dalam Tabel 2, kualitas air masih berada pada kisaran optimal bagi kehidupan udang galah.

Tabel 2. Kualitas air media pemeliharaan juvenil

Perlakuan	Parameter kualitas air		
	Suhu ($^{\circ}$ C)	Ph	DO (ppm)
A	27 – 30	7 – 8,2	4,2 – 5
B	27 – 30	7 – 7,5	4 – 4,5
C	27 – 30	6,9 – 7,5	4 – 5
D	26 – 31	7 – 8	4,5 – 5
E	26 – 31	7 – 8,1	4,5 – 6

PEMBAHASAN

Nisbah kelamin jantan

Tingkat keberhasilan dan dosis pemberian hormon steroid untuk keperluan *sex reversal* sangat dipengaruhi oleh jenis steroid yang digunakan, jenis spesies dan tahapan perkembangan organisme. Umumnya aplikasi dilakukan pada fase embrio karena akan memberikan efek perubahan yang bersifat permanen (*organisational effects*), sementara

pemberian pada fase dewasa umumnya bersifat temporer (*activational effects*).

Pemberian ekstrak steroid teripang ataupun hormon 17 α metiltestosteron, menggunakan metode *dipping* dapat meningkatkan persentase jantan pada udang uji, walaupun belum mencapai 100%. Steroid teripang dan 17 α metiltestosteron mengindikasikan dapat berperan sebagai hormon androgenik, dengan bertambahnya level testosteron dalam tubuh udang galah sehingga

mengarahkan terbentuknya kelamin jantan. Menurut Laufer dan Landau (1991), hormon-hormon androgenik dapat mengarahkan individu yang terbentuk menjadi jantan walaupun hanya diberikan pada dosis farmakologis.

Mekanisme kerja hormon pada metode *dipping* secara difusi melalui kulit, insang dan organ pencernaan. Menurut Connell dan Miller (2006), absorpsi komponen – komponen terlarut dalam air yang melalui insang biasanya cukup besar. Absorpsi yang melalui saluran pencernaan hanya sedikit, walaupun komponen terlarut dalam air yang masuk melalui saluran pencernaan biasanya cukup besar, sedangkan yang masuk melalui kulit jumlah dan absorpsinya relatif kecil.

Insang udang umumnya terdiri dari cabang-cabang lamina (*dendro-branchia*). Filamen insang dilapisi kutikula tipis dan di bawahnya dilapisi sitoplasma yang membagi sel insang. Komponen terlarut yang kontak dengan sel insang masuk melewati mukosa, selanjutnya masuk dalam tubuh dan didistribusikan ke jaringan target (Darmono, 2001).

Tubuh udang tertutup oleh kutikula keras dari bahan kitin (Wichins dan Lee, 2002), sehingga penetrasi hormon melalui kulit hanya sedikit. Sebaliknya saat udang moulting absorpsi relatif besar, karena setelah kutikula lepas selanjutnya tubuh udang membesar disertai absorpsi air sampai akhirnya terbentuk lapisan kutikula baru yang keras (Chang, 1991). Namun saat perlakuan *dipping* tidak ada juvenile yang moulting, sehingga absorpsi hormone yang melalui kulit relatif kecil.

Testosteron merupakan steroid yang mudah mengalami metabolisme secara cepat setelah absorpsi atau inaktivasi secara cepat dalam saluran cerna sebelum absorpsi (Fulierton, 1980). Hal tersebut menyebabkan, hormon yang masuk melalui saluran cerna sebagian

terakumulasi dalam hepatopankreas dan selanjutnya mengalami metabolisme, sebagian diabsorpsi melalui lumen usus untuk dibawa menuju ke organ target. Hal tersebut menyebabkan efektivitas metode *dipping* relatif rendah, sehingga persentase tertinggi udang jantan yang terbentuk hanya 50,45%.

Derajat hidup (SR)

Hasil penelitian menunjukkan, kematian juvenil yang tinggi terjadi pada hari ke-1 sampai hari ke-10, diduga akibat perlakuan hormon. Gambar 2 menunjukkan kematian juvenil banyak terjadi pada hari ke-1 sampai hari ke-10. Akibat dari masuknya hormon bersama aliran air yang mengandung pelarut hormon (alkohol) melewati mukosa atau terikat dengan ligan protein dalam mukosa, sehingga terakumulasi dalam sel insang dan sebagian masuk ke dalam tubuh udang.

Masuknya zat kimia terlarut dapat menyebabkan udang stress, sehingga terjadi perubahan absorpsi oksigen dalam jaringan insang. Lamela insang yang dipenuhi sel hemosit menghambat saluran *hemolymph* yang mengakibatkan terjadinya penurunan konsumsi oksigen dan menyebabkan udang sulit bernafas (Connell dan Miller, 2006).

Hari ke-11 setelah perlakuan sampai hari ke-60, jumlah juvenil yang mati cenderung menurun. Hal tersebut karena air media pemeliharaan yang mengandung hormon dan pelarutnya telah diganti dengan air baru, sehingga udang menjadi sehat kembali, dan kematian yang terjadi disebabkan oleh kanibalisme.

Menurut Racotta *et al.* (2003), kanibalisme terjadi saat moulting karena kondisi udang lemah, mudah stress dan sangat rentan terhadap perubahan lingkungan yang mendadak, akibat perubahan alokasi energi yang disebabkan

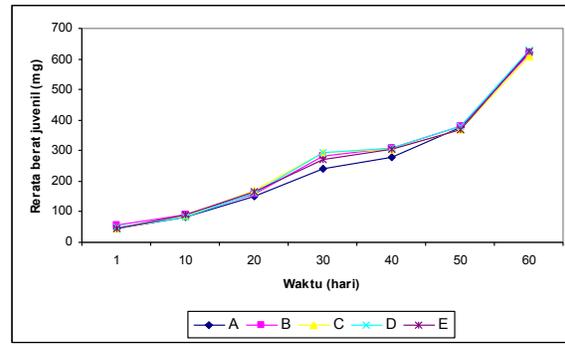
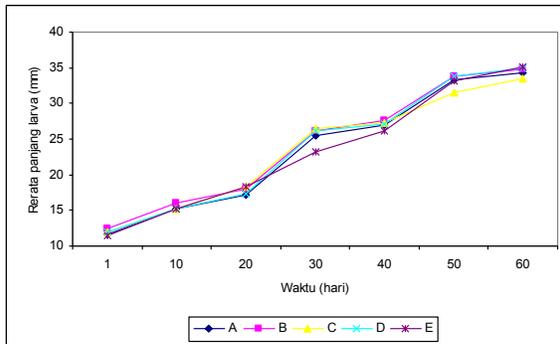
oleh perubahan beberapa fungsi enzim yang berperan dalam metabolisme. Perubahan fungsi enzim dilakukan untuk menyesuaikan dengan organ-organ baru yang berkembang setelah moulting. Fase tersebut rentan terjadi kanibalisme, karena juvenil yang sedang dalam proses perubahan menjadi lemah sehingga mudah menjadi mangsa juvenil lain yang belum mengalami proses moulting.

Pertumbuhan juvenil

Ekstrak steroid teripang baik pada konsentrasi rendah (1-3 ppm) tampak tidak

memperlambat kecepatan waktu molting induk udang galah. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak teripang tidak mempengaruhi kerja hormon ekdisteroid yang mengatur mekanisme molting dan perkembangan embrio pada golongan krustasea.

Pertumbuhan juvenil selama masa pemeliharaan mengalami beberapa kali fase pertumbuhan cepat dan lambat, sehingga lama perubahan pada setiap stadium berbeda – beda (Gambar 3).



(a) (b)
Gambar 3. Pertambahan berat (a) dan panjang (b) juvenil udang galah

Masing – masing perlakuan memberikan pola pertambahan ukuran yang cenderung sama, sehingga kurva pertambahan panjang dan berat mulai hari pertama sampai hari ke 60 pada perlakuan A-E saling berhimpit (Gambar 3). Selain diukur pertambahan panjang dan beratnya, juvenil udang galah uji juga dihitung rata-rata pertumbuhan hariannya (ADG). Hasil perhitungan ADG pada masing-masing perlakuan menunjukkan kisaran yang tidak jauh berbeda, sehingga dapat dikatakan bahwa hormon steroid yang diberikan tidak mengganggu pertumbuhan. Menurut Fulierton (1980), selain mempunyai sifat androgenik, testosteron ternyata mempunyai sifat anabolik, yaitu dapat memacu pertumbuhan otot. Hal tersebut

diduga mempengaruhi pertumbuhan juvenil udang galah, sehingga tumbuh relatif sama dengan udang yang tidak diberi hormon.

Efek toksik akibat pemberian hormon

17 α metiltestosteron merupakan hormon sintesis yang gugus hidroksil pada testosteronnya telah diubah menjadi ester yang sesuai untuk memperpanjang aktivitas dan mencegah oksidasi (Fulierton, 1980). Kelainan organ dan terhambatnya pertumbuhan udang galah merupakan efek negatif yang ditimbulkan akibat pemberian hormon. Masuknya zat dari luar tubuh dalam bentuk apapun, terutama bahan sintesis dapat menimbulkan efek samping bagi hewan

perlakuan. Menurut Huberman (2000), hal tersebut sebagai hasil penolakan yang dilakukan antibodi udang terhadap zat asing yang dianggap mengganggu proses kimia dalam tubuh.

Selain itu bahan sintetis yang masuk ke dalam tubuh juga dapat memberi efek biphasik terhadap sistem antibodi, yaitu pada awalnya dapat merangsang pembentukan antibodi, tetapi efek selanjutnya adalah menghambat reaksi imun. Pemberian bahan sintetis dalam waktu lama walaupun dalam dosis rendah, dapat merusak kemampuan sel imun untuk memperbanyak diri (proliferasi) (Lu, 1995). Akibatnya, terjadi perubahan proses biokimia dalam tubuh yang dapat memberikan efek sementara atau permanen pada organ tubuh. Efek sementara yang terjadi misalnya pertumbuhan lambat, dan efek permanen yang ditimbulkan misalnya cacat organ, serta dapat mengakibatkan kematian.

Cacat organ yang terjadi, yaitu tonjolan daging yang tumbuh di sela-sela ruas karapas bagian ekor udang sehingga menyebabkan tubuh menjadi bengkok (Gambar 4). Indikasi karsinogenitas, yaitu memicu perubahan genetik tertentu dalam sel sehingga menyebabkan pembentukan neoplasma atau mengubah neoplasma menjadi kanker (neoplasia) (Lu, 1995).



Gambar 4. Tonjolan daging yang tumbuh disela – sela ruas karapas

Daging tumbuh lebih besar dari karapas, sehingga menekan keluar melalui sela-sela ruas karapas akibatnya bagian ekor udang menjadi bengkok permanen (Gambar 4). Kelainan yang terjadi memberikan bukti bahwa, steroid dan pelarutnya ternyata berpengaruh terhadap pertumbuhan, tingginya mortalitas dan menyebabkan udang cacat.

Kualitas air

Kualitas air harus berada pada kisaran yang dapat memberikan pertumbuhan dan derajat hidup optimal. Kualitas air pada penelitian ini selalu dikontrol dengan melakukan pengukuran dan segera melakukan tindakan yang diperlukan, apabila menunjukkan indikasi penurunan yang dapat mengganggu pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang.

Menurut Setyobudiarso (2004), kisaran suhu yang baik bagi penetasan telur dan pertumbuhan udang galah adalah 25-32⁰C. Tindakan cepat dilakukan untuk mencegah terjadinya fluktuasi suhu, karena dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kehidupan udang galah, serta dapat mempengaruhi pH dan oksigen terlarut. Menurut Law *et al.* (2002), pH optimal bagi penetasan telur dan pertumbuhan udang galah adalah 7-8,5. Menurut Setyohadi *et al.* (2001), konsentrasi oksigen terlarut yang baik bagi udang galah antara 4-9 mg/l. Parameter suhu, pH dan oksigen terlarut pada unit – unit penelitian telah sesuai dengan kisaran hidup yang dibutuhkan udang galah, sehingga hanya perlakuan yang mempengaruhi hasil penelitian ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian mengenai efektivitas ekstrak steroid

teripang untuk memanipulasi kelamin udang galah adalah, pemberian hormon steroid (testosteron) dari ekstrak jeroan teripang melalui metode injeksi dan dipping, secara efektif dapat mempengaruhi zigot dan larva berkembang menjadi jantan secara fenotipe, sehingga jumlah udang galah jantan lebih besar dari udang galah betina. Metode dipping dengan dosis ekstrak steroid teripang 1mg/l, 2mg/l dan 3mg/l, dapat menghasilkan populasi jantan lebih tinggi dari kontrol negatif (tanpa hormon).

Saran

Maskulinisasi udang galah menggunakan metode injeksi dan ekstrak steroid teripang lebih efektif serta aman bagi manusia, sehingga diharapkan dapat menggantikan penggunaan hormon steroid sintesis (17α metiltestosteron) dalam akuakultur.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dirjend. DIKTI, para Reviewer serta semua pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian dan terwujudnya tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Antiporda, Jocelyn L. 1986. Preliminary Studies on the Effects of Methyltestosterone on *Macrobrachium rosenbergii* Juveniles. Research conducted under the FAO / NACA Secondment for Young Scientists Program Bangkok, Thailand October 1985 – September 1986. <http://www.NACA.Com/WP/86/46.html> [3 April 2006]
- Chang, E.S. 1991. Crustacean Molting Hormones: Cellular effects, role in reproduction, and regulation by molt – inhibiting hormone. *Frontiers of shrimp research*. Edited by: DeLoach, P. F, Dougherty, W.J, Davidson, M.A. Elsevier. USA. Pp. 83–105.
- Connell, D.W dan Miller, G.J. 2006. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Penerjemah: Koestoer, Y. Judul asli: Chemistry and Ecotoxicology Of Pollution. Tahun 1995. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta. 520 hal.
- Darmono. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran. Hubungan dengan toksikologi senyawa logam. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta. 179 hal.
- Fulierton, D.S. 1980. Steroid dan Senyawa Terapeutik Sejenis. Buku teks Wilson dan Gisvold. *Kimia farmasi dan medicinal organik*. Editor: Doerge, R.F. edisi VIII, bagian II. J.B. Lippincott Company. Philadelphia – Toronto. USA. Hal. 675 – 754.
- Huberman, A. 2000. Shrimp Endocrinology. A review. *Aquaculture*. 191 : 191 – 208.
- Kustiariyah, 2006. Isolasi dan Uji Aktivitas Biologis Senyawa Steroid dari Teripang sebagai Aprosidiaka Alami. Thesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Laufer, H. dan Landau, M. 1991. Endocrine Control Of Reproduction in Shrimp and Other Crustacea. *Frontiers of shrimp research*. Edited by: DeLoach, P. F, Dougherty, W.J, Davidson, M.A. Elsevier. USA. Pp. 65 – 81.
- Law, A.T., Wong, Y.H., dan Munafi, A.B.A. 2002. Effect Of Hydrogen Ion on *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) Egg Hatchability in

- Brackish Water. *Aquaculture* 214 : 247 – 251.
- Lu, F.C. 1995. Toksikologi Dasar. Asas, organ sasaran dan penilaian resiko. Edisi II. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta. 428 hal.
- Racotta, I.S., Palacios, E., dan Ibarra, A.M. 2003. Shrimp Larval Quality in Relation to Broodstock Condition. *Aquaculture*. 227 : 107 – 130.
- Riani, E., Syamsu, K., Kaseno, Nurjanah, S., Kurnia. 2005. Pemanfaatan Steroid Teripang Sebagai Aprosidiaka Alami. Laporan Hibah Penelitian Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Setyobudiarso, H. 2004. Penentuan Suhu Inkubasi dan Umur Telur *Macrobrachium rosenbergii* de Man yang Dapat Menghasilkan Daya Tetas Tinggi dan Waktu Inkubasi Pendek. Master theses from #Publisher# / 2004 – 11 – 21 07.09.
- Setyohadi, D., Wiadnya, G.D.R., dan Soemarno. 2001. Pengaruh Aerasi dan Resirkulasi Bio – Filter Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Udang Galah, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Biosain*, (1) 1: 39 – 46.
- Wichins,J.F. and Lee, D.O.C. 2002. Crustacean Farming (Raching and Culture). Iowa State University Press. Blackwell Science Company. USA. 446 pp.