

PERBANDINGAN TINGKAT KEMATANGAN GONAD
KEPITING BAKAU (*Scylla olivaceous*) DENGAN
MENGUNAKAN STIMULAN
EKSTRAK GANGLION TORAKS (EGT) DAN ABLASI
TANGKAI MATA

SKRIPSI

NURHAN TABAU



PERPUSTAKAAN MICA TITIMIV HASANUDDIN	
Tgl. Terima	14-11-2006
Asal Dari	Fale - kelangka
Banyaknya	1satu/05
Marga	#
No. Inventaris	371/14-11-6
No. Klas	74570

PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2006

**PERBANDINGAN TINGKAT KEMATANGAN GONAD
KEPITING BAKAU (*Scylla olivaceous*) DENGAN
MENGUNAKAN STIMULAN
EKSTRAK GANGLION TORAKS (EGT) DAN ABLASI
TANGKAI MATA**

Oleh :

NURHAN TABAU

Skripsi sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
pada Jurusan Perikanan
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2006**

Judul Skripsi : Perbandingan Tingkat Kematangan Gonad Kepiting Bakau (*Scylla olivaceous*) dengan Menggunakan Stimulan Ekstrak Ganglion Toraks (EGT) dan Ablasi Tangkai Mata

Nama : Nurhan tabau

Stambuk : L221 99 013

Skripsi Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Yushinta Fujaya, M. Si
NIP. 131 861 914

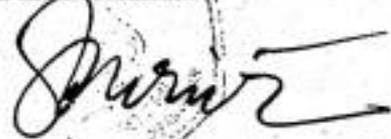
Pembimbing Anggota



Dr. Ir. Dody D. Trijuno, M. App. Sc
NIP. 131 846 404

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Kelautan
Dan Perikanan



Prof. Dr. Ir. H. Sudirman, M. P
NIP. 131 860 849

Ketua Program Studi BDP



Dr. Ir. Hilal Anshary, M. Sc
NIP. 131 992 467

Tanggal Lulus : September 2006

ABSTRAK

Nurhan tabau L22199013. Perbandingan Tingkat Pematangan Gonad Kepiting Bakau (*Scylla olivaceous*) dengan Menggunakan Stimulan Ekstrak Ganglion Toraks (EGT) dan Ablasi Tangkai Mata. Dibawah bimbingan Yushinta Fujaya selaku Pembimbing Utama dan Dody Darmawan Trijuno selaku Pembimbing Anggota.

Penelitian ini untuk mengetahui tingkat kematangan ovarium kepiting bakau (*Scylla olivaceous*) dengan menggunakan dua stimulan yang berbeda yakni Ekstrak Ganglion Toraks (EGT) kepiting karaka (*Neopisesarma lafondi*) dan ablasi tangkai mata, dalam skala hatchery.

Perlakuan stimulan yang berbeda pada induk betina kepiting bakau dalam kondisi *immature* dan *post moult* dengan tiga kali ulangan. Penyuntikan dilakukan tiga kali dalam selang waktu lima hari sedangkan ablasi tangkai mata dilakukan pada awal pemeliharaan induk bertepatan dengan penyuntikan pertama.

Dari hasil didapatkan perbedaan nilai *gonado somatic index* (GSI), Hal ini juga dikuatkan oleh tampilan morfologi ovarium kepiting bakau, hasil histologi dan diameter telur yang menunjukkan perbedaan yang signifikan dimana pada gonad kepiting bakau yang telah disuntik dengan EGT menampilkan jaringan telur yang memiliki warna dan bentuk yang berada pada tingkat kematangan ketiga, membran sel yang sudah sangat tipis sebagai indikasi dari tingkat kematangan gonad. Pada diameter telur ditemukan rata-rata telur kepiting yang diablasi hanya berkisar 0.02-0.05 mm sedangkan kepiting yang disuntik dengan EGT berkisar 0.04-0.05mm. Dengan menggunakan EGT akan lebih mempercepat perkembangan kematangan ovarium kepiting bakau jika dibandingkan dengan kepiting yang mendapat perlakuan ablasi.

KATA PENGANTAR



Kepada-Mu Ya Allah, kupanjatkan puji dan syukur. Wahai Sang Pencipta Yang Maha Mulia dan Maha Indah. Salawat dan salam semoga senantiasa Engkau curahkan kepada Nabi SAW penebar rahmat dan Ahlulbaitnya pemilik karamah serta para sahabatnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik, yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa begitu banyak kontribusi dari berbagai pihak selama proses perkuliahan, penelitian hingga penyelesaian skripsi ini berlangsung. Olehnya itu, penulis menghaturkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. **Ibu Dr. Ir. Yushinta, M. Si** dan **Bapak Dr. Ir. Dody Dharmawan Trijuno, M. App. Sc** selaku pembimbing sekaligus orang tua yang telah meluangkan waktunya dalam wujud bimbingan dan arahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. **Bapak Andi Muskar Usman** sekeluarga yang telah banyak membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian.

3. **Bapak Ir. Saldiansyah Efendie, S,Pi, MP.** dan **Salam** pengelola Budidaya Kepiting Rajungan BBAP Takalar yang telah banyak membantu penulis selama penelitian di hatchery.
4. **Bapak. Prof.Dr.Ir. Alexander Rante Tondok, M.Fish** sebagai penasehat akademik yang telah memberi bimbingan, pengarahan, bantuan dan petunjuk kepada penulis selama duduk di bangku kuliah.
5. **Ayahanda M. Nursyam dan Ibunda Tercinta Hj. Hanisah Audang** yang telah membesarkan, mendidik, dan memberikan doa restu serta memberi dukungan baik moril maupun material. Saudara-saudariku tercinta atas perhatian dan kasih sayangnya yang tak terbilang. *Ya Allah 'azza wa jalla ampunilah kami dan juga kedua orang tua kami dan kasihanilah mereka sebagaimana mereka mengasihani kami sewaktu masih kecil. Amin!*
6. **Bapak dan ibu dosen** serta segenap staf fakultas dan jurusan perikanan Universitas Hasanuddin yang telah mengajari penulis nilai dan realitas pengetahuan.
7. Semua teman-teman seperjuangan selama kuliah, angkatan 99, adik-adik angkatan "01,02, 03,04 dan angkatan 05 serta terkhusus bagi teman-teman Angkatan Moeda Unhas, atas dorongan semangat yang diberikan selama ini.
8. Teman seperjuangan selama penelitian **Nur Alam** atas kerjasamanya selama penelitian.
9. Teman-teman terbaik penulis **Copik, Sabir, Aris, Arham, Ajeng, Mifta, Ari, Ulva s Kuba, Erwin Nurba, Yayan, Dilonk, Ime, Shinta, Adi Havid, Toha, Olan, Akin, Dedy, Irmal, Nova, Rhidot, Tini, Yeye, Pimen,**

Odhats, Olieck, Teman-teman Hijau Moeda, kawan-kawan BP KEMAUH dan teman-teman sekolah menulis bersama, serta semua yang selalu memberi perhatian dan dukungan moril berarti bagi penulis yang tidak sempat tertuliskan namanya. Semoga cinta kasih lekang sepanjang masa.

10. **My Annelis, Cleopatra, Bunga** terima kasih atas kerelaannya menemani kemerdekaan pikiran, pilihan dan mimpi-mimpi indah penulis selama bermahasiswa, cinta kasih adalah karuniah-Nya untuk kita mampu lebih mengenali-Nya. *Adillah kita sejak dalam pikiran.*

Meskipun skripsi ini telah dibuat dengan penuh ketelitian namun tentunya masih banyak kekurangan. Olehnya itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan saran dan kritik dalam upaya perbaikan penulisan ilmiah yang lebih baik.

Akhirnya penulis harapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Semoga Allah *Subhāhu Wa ta'alā* senantiasa merahmati perbuatan kita sebagai ibadah dan senantiasa meridhoi segala aktifitas kita semua. *Amien.*

Makassar, September 2006

Penulis

Nurhan Tabau

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PENDAHULUAN	
Latar Belakang.....	1
Tujuan dan Kegunaan.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	
Klasifikasi dan Morfologi.....	5
Habitat dan Penyebaran.....	7
Ganglion Toraks (GT).....	8
Reproduksi.....	11
Kualitas Air.....	17
METODE PENELITIAN	
Waktu dan Tempat.....	19
Hewan Uji.....	20
Prosedur Penelitian	
Koleksi dan Pengawetan Ganglion Toraks.....	20
Ekstraksi Ganglion Toraks.....	21

Pengelompokan Hewan Uji	34
Assay <i>In Vivo</i>	34
Pengukuran CSE dan Kelebat Jaringan Ovarium	41
Histologi Jaringan Ovarium	41
Pengukuran Diameter Telur	41
Parameter yang Diukur	43
Analisis Data	43
HASIL DAN PEMBAHASAN	46
KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan	45
Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	48
BIWAYAT HIDUP	49

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Klasifikasi tingkat kematangan ovarium kepiting bakau berdasarkan ciri morfologi dan histologi ovarium.....	15
2.	Perbandingan Nilai Diameter Telur Rata-rata (mm) Kepiting Bakau Yang diberi perlakuan Stimulan EGT dan Ablasi tangkai mata.....	30

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Hewan uji yang digunakan dalam penelitian.....	19
2.	Sekat bambu untuk pemeliharaan kepiting bakau selama penelitian.....	22
3.	Penyuntikan EGT kepiting karaka pada pangkal periopod kelima kepiting bakau.....	23
4.	Perbandingan nilai GSI kepiting bakau yang mendapat stimulan EGT dan ablasi setelah kultur secara <i>in vivo</i> di hatchery selama 15 hari	25
8.	Morfologi ovarium kepiting bakau setelah kultur secara <i>in vivo</i> di hatchery BPAP Takalar selama 15 hari; A, penyuntikan 0.75 mg GT/g (sel telur matang); B, ablasi salah satu tangkai mata.....	26
9.	Tampilan Histologi Telur Kepiting Bakau dengan perlakuan Ablasi Tangkai mata.....	27
10.	Tampilan Telur Kepiting Bakau dengan Perlakuan Penyuntikan Ekstrak Ganglion Toraks (EGT).	28

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Skema pembuatan preparat histologi jaringan ovarium kepiting bakau (<i>Scylla olivaceous</i>).....	39
2.	Panjang, Lebar dan Berat Awal Kepiting Bakau (<i>S. olivaceous</i>) yang disuntik EGT kepiting karaka (<i>N. lafondi</i>)... ..	42
3.	Panjang, Lebar dan Berat Awal Kepiting Bakau (<i>S. olivaceous</i>) yang diablasi.....	42
4.	Berat Gonad Kepiting Bakau (<i>S. olivaceous</i>) hasil penyuntikan EGT kepiting karaka (<i>N. Lafondi</i>)	42
5.	Data Hasil Panen Kepiting Bakau (<i>S. olivaceous</i>) yang diablasi	42
6.	Nilai Diameter Telur Rata-rata (mm) Kepiting Bakau Yang diberi perlakuan Stimulan EGT dan Ablasi	43

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kepiting bakau (*scylla* sp.) merupakan salah satu jenis makanan dari laut yang digemari masyarakat. Kepiting bakau termasuk satu diantara komoditas perikanan bernilai ekonomis penting di wilayah Indo-Pasifik. Produksi kepiting bakau Indonesia selama ini masih sangat mengandalkan hasil penangkapan di alam dan hanya sebagian kecil dihasilkan dari kegiatan budidaya. Kepiting bakau disenangi masyarakat karena rasa dagingnya yang lezat dan nilai gizinya yang tinggi terutama pada betina bertelur (matang gonad). Selain itu kepiting bakau dagingnya tebal dan gurih dan mempunyai rasa yang spesifik sehingga digemari oleh konsumen. Sulaeman dan Hanafi (1992) mengemukakan bahwa daging kepiting mengandung 65,72 % protein dan 0,88 % lemak, sedangkan ovarium kepiting mengandung 88,55 % protein dan 8,16 % lemak.

Berdasarkan peluang tersebut mengakibatkan intensitas penangkapan kepiting di alam terus meningkat baik yang berukuran konsumsi maupun ukuran kecil sebagai benih dalam kegiatan budidaya, sehingga di beberapa daerah terjadi proses tangkap lebih yang berdampak merusak populasi kepiting bakau. Untuk mengimbangi laju penangkapan perlu adanya upaya ke arah budidaya terkendali.

Realisasi melalui usaha budidaya diharapkan sebagai solusi ternyata banyak mengalami hambatan. Kendala utama dalam pengembangan budidaya kepiting bakau adalah rendahnya sintasan larva dan ketersediaan benih yang terbatas, sebagai akibat dari ketersediaan induk matang gonad yang hanya ada pada musim tertentu. Menurunnya mutu lingkungan sebagai dampak dari pengrusakan

lingkungan menyebabkan makin sulit mengharapkan benih dari alam sehingga kesinambungan produksi dari usaha budidaya sulit untuk dipertahankan sepanjang tahun.

Berbagai upaya pun dilakukan untuk merangsang pematangan gonad pada kepiting bakau guna penyediaan induk untuk kegiatan pembenihan. Pematangan gonad krustase termasuk kepiting, dapat dipicu melalui manipulasi hormon, pakan dan lingkungan. Manipulasi hormon antara lain dapat dilakukan dengan pemotongan tangkai mata yang merupakan satu di antara beberapa cara ablasi mata. Prinsip pemotongan tangkai mata adalah usaha untuk menghilangkan atau menghambat pengaruh dan sistem kerja hormon penghambat gonad (GIH) yang terdapat pada kelenjar sinus di daerah tangkai mata (Lockwood 1967 *dalam* Sulaeman dan Hanafi 1992).

Prinsip ablasi mata yang digunakan adalah sama dengan yang diterapkan pada udang windu yaitu dengan memotong salah satu tangkai bola mata. Menurut Mardjono (1994) di dalam tangkai mata terdapat organ yang dapat menghambat proses perkembangan ovary, sehingga untuk menghambat bekerjanya, organ tersebut harus dihilangkan. Mata tidak hanya berfungsi sebagai alat penglihatan, tetapi juga merupakan tempat organ tubuh yang berfungsi dalam proses reproduksi. Ablasi hanya dilakukan pada kepiting betina dan dapat dilakukan pada siang dan malam hari pada kepiting yang sehat. Untuk menunjang keberhasilan teknik ablasi mata, maka perlu dilakukan pemilihan calon induk dengan seksama.

Dalam menginduksi pematangan gonad kepiting bakau. Salah satu metode yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya adalah melalui pemanfaatan

hormon alami yang berasal dari ganglion toraks krustase (Fujaya 2004). Beberapa penelitian *in vitro* telah membuktikan bahwa ekstrak ganglion toraks (EGT) krustase berpotensi menstimulasi pematangan ovarium (Fujaya 2004; Sarojini *et al.* 1995; Zapata *et al.* 2003). Hasil penelitian menggunakan *assay in vivo* selama 5 hari oleh Patoding (2005) dan Jamaluddin (2005) selama 15 hari EGT kepiting karaka (*Neopisesarma lafondi*) yang disuntikkan, menunjukkan perkembangan ovarium kepiting bakau (*Scylla olivaceous*). Sementara itu hasil penelitian Nur Alam (2005) menunjukkan bahwa pada Perlakuan 0.75 mg GT/gram kepiting memberikan pertambahan diameter sel telur terbaik, memperlihatkan sel telur kepiting bakau pada fase matang (*mature*), dapat diketahui dari ciri histologinya yaitu membran sel telur sangat tipis dan butiran-butiran kuning telur besar. Menurut Fujaya (1996), John dan Sivadas (1979), Ciri histologi ovarium kepiting bakau pada fase matang (*mature*) yaitu butiran-butiran kuning telur besar dan tetesan minyak menutupi seluruh sitoplasma; diameter telur meningkat tajam; membran telur nampak sangat tipis.

Terlepas dari dampak perlakuan untuk menstimulan perkembangan pematangan gonad kepiting, bakau penelitian ini mencoba membandingkan laju pematangan gonad antara dua perlakuan yang berbeda pada skala hatchery dengan tempat dan wadah yang sama, tentunya berangkat dari tingkat kematangan telur yang sama pula.

Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kematangan ovarium kepiting bakau (*S. olivaceous*) antara dua perlakuan stimulan yang berbeda yakni penyuntikan Ekstrak Ganglion Toraks (EGT) kepiting karaka (*Neopisesarma lafondi*) dan ablasi tangkai mata.

Hasil dari Penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan informasi dalam pengembangan budidaya atau usaha pembenihan kepiting bakau (*S. olivaceous*) yang diharapkan dapat menjadi alternatif dalam upaya memajukan produksi kepiting bakau.

TINJAUAN PUSTAKA

Klasifikasi dan Morfologi

Kepiting bakau dalam bahasa Inggris dikenal dengan nama *Mangrove Crab* atau *Mud Crab* dapat diklasifikasikan (Jones dan Garry, 1994) sebagai berikut :

Filum	: Crustacea
Klas	: Malacostraca
Ordo	: Decapoda
Famili	: Portunidae
Genus	: <i>Scylla</i>

Menurut Keenan et.al. (1999) terdapat empat spesies kepiting bakau yakni *Scylla serrata*, *S. olivaceous*, *S. tranquebarica*, *S. paramamosain*. Keempat jenis kepiting ini sedikit perbedaan pada bentuk morfologinya, yakni pada bentuk duri diantara dua mata dan kehadiran duri pada karpusnya. *S. serrata* memiliki bentuk duri antara mata yang tinggi dan runcing serta terdapat dua buah duri pada sisi luar karpus. *S. olivaceous* memiliki bentuk duri diantara mata yang rendah dan membulat serta tidak ada duri pada sisi luar karpus. *S. tranquebarica* memiliki bentuk duri diantara mata yang agak rendah namun lebih tinggi dari *S. olivaceous* dan juga bulat. *S. paramamosain* memiliki bentuk duri diantara mata yang runcing namun tidak ada duri pada sisi luar karpus.

Secara umum ciri morfologi kepiting bakau adalah bentuk karapaksnya yang bulat pipih, dilengkapi dengan sembilan buah duri pada sisi kanan dan kiri serta empat buah duri lainnya terletak diantara kedua matanya. Kaki jalan ada lima



pasang, kaki jalan pertama ukurannya besar disebut capit yang berfungsi untuk memegang dan kaki jalan terakhir mengalami modifikasi sebagai alat renang yang berbentuk dayung (Moosa *et al.* 1985).

Kepiting bakau memiliki badan yang pendek diakibatkan oleh difusi antara kepala dan toraks membentuk cephalotoraks dan ditutupi oleh karapaks. Sedangkan abdomen tereduksi menjadi tipis, rata, dan terlipat di bawah cephalotoraks. Karena itu kepiting digolongkan dalam seksi Branchyura atau ekor pendek (Garth dan Abbot 1980 dalam Fujaya 2004). Hal ini dibenarkan Nontji (2002) bahwa kepiting dan rajungan tergolong dalam satu suku (familia) yakni Portunidae dari seksi (sectio) Branchyura.

Warna karapaks kepiting dipengaruhi oleh lingkungan dimana dia berada, yang biasanya berwarna dasar hijau keabu-abuan ditangkap pada perairan terbuka, sedangkan yang berwarna hijau merah kecoklatan biasanya ditangkap dalam lubang di daerah bakau.

Secara eksternal, kepiting jantan dan kepiting betina dapat dibedakan dari bentuk abdomennya. Bentuk abdomen pada betina bulat sedangkan bentuk abdomen jantan lebih langsing dan meruncing. Perbedaan ini mulai nampak pada ukuran lebar karapaks 20 – 31 mm, sedangkan dibawah ukuran tersebut, struktur dan bentuknya sama sehingga tidak dapat dibedakan (Fujaya 2004; Moosa *et al.* 1985).

Kepiting karaka tergolong dalam Ordo Decapoda, Subordo Reptantia, Famili Grapsidae, Subfamili Sesarminae, Genus *Neoepisesarma* (Sakai 1976, Aiyun dan Siliang 1991). Menurut Fujaya dan Sulistiono (2002), kepiting ini berwarna cokelat

hingga hijau gelap, dapat mencapai lebar karapaks 50 mm. Capit jantan lebih besar dibanding betina dan berwarna merah cerah. Pada bagian depan karapaks keping karaka diantara orbit sangat lebar, badan berbentuk persegi, merus dan icium ditumbuhi rambut.

Habitat dan Penyebaran

Penyebaran keping bakau sangat luas. Pada umumnya, keping hidup di daerah berbatu, berlumpur, dan berpasir. Di Indonesia keping bakau hampir didapatkan di seluruh perairan pantai, terutama di daerah mangrove. Keping bakau menghuni daerah yang jika surut menjadi kering dengan membenamkan diri dalam lumpur dan banyak ditemukan pada daerah estuaria yang dangkal (Hill 1982, Motoh 1979). Moosa *et al.* 1985 menyatakan bahwa keping bakau tersebar di perairan tropis. Daerah sebarannya mulai dari Pantai Selatan dan Timur Afrika, Mozambic, terus ke Iran, Pakistan, India, Srilangka, Bangladesh, pulau-pulau di Lautan Hindia, negara-negara Asean, Kamboja, Vietnam, Cina, Jepang, Taiwan dan Filipina. Juga ditemukan di pulau-pulau Lautan Pasifik mulai dari Kepulauan Hawaii di Utara sampai ke Selandia Baru dan Australia di Selatan. Perairan Indonesia sangat memungkinkan untuk perkembangan keping bakau sehingga hampir seluruh perairan pantai yang ada di Indonesia dapat ditemukan keping tersebut. Ditambahkan bahwa keping umumnya hidup di daerah air payau dan muara sungai, dan jarang sekali ditemukan di daerah pulau karang.

Menurut Fujaya dan Sulistiono (2002), kepiting non-ekonomis seperti kepiting karaka (*N. Lafondi*) ditemukan melimpah sepanjang tahun di daerah pertambakan sekitar muara sungai Bawana Marana Maros Sulawesi Selatan. Kepiting ini merupakan hama di tambak karena selain melubangi pematang, kepiting inipun bersifat pemangsa atau scavenger mereka memakan tumbuhan maupun hewan peliharaan.

Ganglion Toraks (GT)

Sistem syaraf pusat pada krustase memiliki bentuk primitif, dimana hanya dibentuk oleh otak dan ganglion toraks. Bila ganglion pada krustase lain yang memiliki bentuk badan memanjang seperti udang dan lobster memiliki sistem syaraf yang membentuk struktur seperti tangga terdiri atas otak, ganglion toraks dan ganglion abdominal, maka ganglion toraks pada decapoda dengan badan yang pendek seperti kepiting berdifusi membentuk massa ganglionik tunggal. Ganglion merupakan massa syaraf yang terdiri dari banyak badan sel. Sebagai organ yang mengkoordinasi berbagai aspek fisiologi, organ ini bertugas mensekresi berbagai substansi, baik sebagai neurotransmitter maupun sebagai neurohormon (Sandeman 1982, Atwood 1982 dan Sullivan 1982). Menurut Atwood (1982), sistem syaraf pusat krustase (otak dan ganglion toraks) memiliki aksi fisiologi dengan melepaskan substansi transmitter pada sinaps neuronal ke sel target yang dekat. Selain memiliki struktur syaraf, ganglion toraks juga disusun oleh sistem pembuluh darah yang luas sebagai jalur transportasi berbagai substansi penting untuk berbagai proses fisiologis.

Ganglion toraks terletak dalam dasar rongga dada. Bentuknya menyerupai cincin yang pipih dengan lima pasang cabang mengarah ke bagian samping, satu mengarah ke otak, satu lagi mengarah ke abdomen. Pada kepiting, abdomen dan ganglion abdominal tereduksi. Ukuran ganglion toraks relatif lebih besar, lebar cincin kurang lebih 3 mm atau 9,4% dari ukuran karapaks dan panjang 5 mm. Bobot ganglion sekitar 0,076% dari berat basah kepiting (Fujaya, 2004).

Ganglion toraks kepiting karaka tersusun atas bahan-bahan sel syaraf besar dan kecil, serabut-serabut syaraf pembuluh darah besar dan kecil serta jaringan-jaringan ikat penunjang dan tulang rawan. Hasil protein elektroforesis ditemukan bahwa sedikitnya ada tiga jenis protein dengan BM 27, 41, dan 43 kDa terdapat pada Ekstrak Ganglion Toraks (EGT) kepiting karaka. Peranan ganglion toraks pada krustase adalah sebagai pengsekresi hormon perangsang perkembangan gonad yang mirip dengan kelenjar hipofisa pada ikan (Fujaya *et al*, 2000).

Salah satu hormon yang diyakini merupakan substansi yang disekresi dan diproduksi oleh ganglion toraks adalah *Gonad Stimulating Hormone* (GSH). Menurut Sarojini *et al*. (1995) dan Chan (1995), GSH atau biasa disebut *Vitellogenesis Stimulating Hormon* (VSH) berasal dari ganglion toraks. Meskipun hingga saat ini, GSH belum dikarakterisasi, namun berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa hormon tersebut menstimulasi perkembangan ovarium.

Ganglion toraks dapat diawetkan tanpa menghilangkan pengaruh zat aktifnya. Hasil penelitian Hartati (2005), GT yang diawetkan dengan alkohol 96%, aseton 99.5% dan pembekuan mempunyai pengaruh yang sama dalam menstimulasi perkembangan sel telur kepiting bakau setelah kultur *in vitro*. Menurut Sackheim (1973) dalam Fujaya (2000), alkohol dapat melakukan penetrasi pada dinding sel dari semua arah dan mengkoagulasi protein hanya sampai pada dinding sel bagian dalam, sehingga cincin koagulasi yang terbentuk mampu melindungi protein dari penetrasi alkohol ke dalam sel. Sifat inilah yang mungkin menyebabkan hormon gonadotropin dalam ganglion toraks tetap terpelihara. Pengawetan dengan menggunakan alkohol dapat bertahan selama 2 tahun.

Alkohol 70% baik digunakan untuk pengekstrak ganglion. Hasil penelitian Farizah (2005), Ganglion Toraks (GT) yang diekstraksi dengan menggunakan pelarut alkohol 70% memberikan perkembangan sel telur kepiting bakau terbaik setelah kultur *in vitro* selama 24 jam. Penggunaan alkohol aman sebagai pelarut dalam ekstraksi ganglion toraks kepiting karaka. Alkohol tidak menyebabkan bahan-bahan yang menyusun gonadotropin rusak dan dapat melarutkan substansi kimia yang bersifat gonadotropin pada GT dengan baik. Selain itu pada GT, bukan hanya mengandung hormon GSH tetapi juga terdapat *Metil Farnesoat* (MF), dimana MF ini dapat larut dengan baik pada pelarut organik seperti alkohol.

Dosis penyuntikan EGT sangat berpengaruh terhadap perkembangan gonad kepiting bakau. Hasil penelitian Jamaluddin (2005), semakin tinggi dosis penyuntikan EGT kepiting karaka yang disuntikkan, maka semakin besar nilai GSI dan diameter sel telur kepiting bakau. Dosis EGT terbaik/tertinggi yang memberikan diameter sel telur terbesar yaitu 180 mg GT/individu dengan nilai rata-rata GSI yakni 5.81% dan diameter sel telur rata-rata 120 μm .

Reproduksi

Kepiting bakau merupakan organisme yang dioceous artinya mempunyai jenis kelamin jantan dan betina pada individu yang berbeda. Berdasarkan struktur organ reproduksinya kepiting bakau tergolong organisme yang melakukan internal fertilization (fertilisasi di dalam tubuh). Afrianto dan Liviawaty (1992) mengemukakan bahwa alat kelamin jantan terdiri dari sebuah testis berwarna putih dan terletak di bawah sinus pericardii, dan organ kelamin betina berupa ovarium yang bentuknya menyerupai testis. Dari bagian tengah ovarium tersebut akan keluar oviduct yang pendek dan bermuara pada copepodit pada pasangan kaki ke tiga.

Aktivitas reproduksi krustase meliputi gametogenesis, differensiasi dan pertumbuhan gamet sampai matang, pelepasan gamet melalui transfer sperma selama kopulasi oleh induk jantan dan ovulasi serta pemijahan oleh induk betina, inkubasi dari embrio sampai penetasan telur, dan pelepasan larva/juvenil (Sastry, 1983).

Ada dua faktor yang mengatur kemampuan kopulasi (perkawinan) dari kepiting yaitu kematangan/kedewasaan individu dan tahapan dari siklus moulting itu sendiri (Rukminasari, 1999). Kepiting melangsungkan perkawinannya saat kepiting betina moulting. Selama perkawinan, sperma jantan masuk ke dalam oviduct dengan bantuan pleopod yang berfungsi sebagai alat pompa (Anonim, 1995). Sperma jantan ditampung dalam kantong kepiting betina yang dapat bertahan berbulan-bulan sebelum digunakan.

Menurut Arriola (1940), proses pembuahan telur pada kepiting bakau berlangsung di dalam tubuh (*internal*) sesaat sebelum massa telur dikeluarkan. Pada awalnya massa telur yang dikeluarkan terpisah satu sama lain dan diletakkan pada substrat pasir dan pada saat yang bersamaan terlihat induk kepiting tersebut menggerakkan atau membuka *abdomennya* ke arah belakang serta mengangkat tubuhnya dengan menggunakan kaki-kaki jalannya. Selanjutnya proses penempelan telur terjadi dengan cara abdomen digerakkan ke arah depan dan belakang secara perlahan-lahan dan dilakukan berulang kali. Massa telur yang telah dikeluarkan mempunyai membran bagian luar yang bersifat melekat sehingga menyebabkan proses penempelan telur pada *pleopoda* dapat berjalan dengan baik.

Hamasaki (1996) menyatakan bahwa keberhasilan penempelan massa telur dapat berjalan dengan baik apabila dilakukan pada dasar bak yang bersubstrat. Rusdi *et al.* (1998) juga melaporkan bahwa substrat pasir dan tanah liat dapat digunakan sebagai substrat untuk pemijahan kepiting bakau. Adapun waktu yang dibutuhkan

untuk proses penempelan massa telur tersebut berlangsung selama kurang lebih satu jam.

Terjadinya kematangan gonad merupakan suatu tahap awal dari proses reproduksi, yaitu suatu fungsi dari interaksi dari beberapa faktor internal dan eksternal seperti : ukuran tubuh, umur, ketersediaan pakan, lingkungan fisik, sifat biokimiawi air, dan faktor neuroendokrin. Perubahan lingkungan akan berpengaruh terhadap komposisi biofisika air dan pada saat tertentu dapat menjadi perangsang organ-organ reproduksi setelah melalui sistem neuroendokrin. Syaraf yang menerima rangsangan lingkungan akan merangsang kelenjar hormonal untuk menghambat atau memacu pematangan gonad atau tingkah laku birahi (Rukminasari, 1999).

Perkembangan sel-sel kecambah menjadi sel telur disebut oogenesis. Selama oogenesis, ada dua hal penting yang terjadi, yakni; pertumbuhan dan pematangan. Proses ini distimulasi oleh hormon gonadotropin. Selama oogenesis, telur mengakumulasikan sejumlah besar butir-butir kuning telur dan lipid yang mengisi keseluruhan bagian tengah sel telur yang matang. Kuning telur memegang peranan penting sebagai sumber nutrisi selama perkembangan embrio dan tetesan lipid berfungsi sebagai pelindung dan memiliki fungsi hidrostatik. Kantung-kantung korteks juga terbentuk selama oogenesis dan menempatkan posisi tepat di bawah lapisan internal selubung vitelin. Butir-butir korteks yang terdapat di dalamnya akan dilepaskan ke ruang perivitelin sesaat setelah terjadi fertilisasi untuk mencegah polispermi (Fujaya 1996).

Proses akumulasi sel telur selama tahap pematangan dikenal sebagai vitelogenesis. Proses ini terjadi sebagai respon terhadap peningkatan hormon gonadotropin (GtH). Ovarium merespon peningkatan GtH dengan menambah produksi estrogen (17β -estradiol dan estron) dan melepaskannya ke aliran darah. Estrogen-estrogen tersebut selanjutnya ditransformasikan ke jaringan sasaran, yakni tempat sintesis vitelogenin agar vitelogenin disintesis dan ditransper ke sel telur (Musey dan Payen, 1988). Awal vitelogenesis terbentuk jaringan tubuler yang menghubungkan semua ruang ekstraseluler (hemolimph, ruang intraseluler, ruang antar sel telur, dan efitel folikel). Jaringan ini mempermudah pengangkutan substansi dari hemolimph ke sel telur vitelogenik.

Vitelogenin adalah bahan baku protein kuning telur yang disintesis oleh jaringan ekstra ovarium sebagai respon terhadap GSH (Meusy dan Payen 1988, Sarojini *et al.* 1995). Kuning telur atau vitelin krustase adalah gabungan pigmen dengan lipoprotein (*high density lipoprotein*) yang berwarna orange. Lipoprotein ini terdiri dari lipid (48%), protein (50%), dan karbohidrat (2%), (Lee 1991). Selama perkembangan ovarium akumulasi lipoprotein akan diikuti oleh akumulasi butiran minyak. Pada krustase, butiran-butiran minyak nampak pada vitellogenesis akhir (Lee dan Walker 1995).

Menurut Fujaya (1996), tingkat kematangan ovarium kepiting bakau terbagi empat berdasarkan ciri morfologi dan histologi ovarium yakni belum matang (*immature*), berkembang (*maturing*), matang (*mature*), dan salin (*spent*) (Tabel. 1)

Tabel 1. Klasifikasi tingkat kematangan ovarium kepiting bakau berdasarkan ciri morfologi dan histologi ovarium.

Klasifikasi	Ciri Morfologi (John dan Sivadas 1978, Fujaya 1996)	GSI (%) (Fujaya, 1996)	Ciri Histologi (John dan Sivadas 1979, Fujaya 1996)	Ukuran Sel Telur (mm) (John dan Sivadas 1979)
Belum matang (immature)	Ovarium berbentuk sepasang filamen terletak di atas kelenjar pencernaan berwarna keputihan	0.2 - 0.9	Setiap sel telur dikelilingi membran sel yang tipis; kantung kuning telur mengelilingi inti; inti kuning telur terdeposisi pada bagian tepi sitoplasma	0.02-0.06
Pematangan (Maturing)	Ukuran ovarium bertambah dan meluas; warna menjadi kuning emas	1.0 - 9.0	Butir-butir kuning telur terbentuk dan tersebar dalam sitoplasma; membran telur menjadi jelas	0.06-0.12
Matang (Mature)	Ovarium penuh dengan sel telur matang berwarna orange hampir menutupi seluruh dada (sefalotoraks)	9.1-24.0	Butir-butir kuning telur besar dan tetesan minyak menutupi seluruh sitoplasma; diameter telur meningkat tajam; membran telur nampak sangat tipis	0.08-0.28
Salin (Spent)	Mirip dengan ovarium belum matang namun terdapat bintik-bintik kuning yang merupakan sisa telur yang tidak keluar sewaktu pemijahan	0.7-0.8	Seperti sel telur belum matang; beberapa sel telur matang mulai atresi	-

Keterangan : GSI (*Gonado Somatic Index*) = berat gonad/berat kepiting x 100%

Rusdi dan Melianawati (2001), melaporkan bahwa waktu pengeraman (*inkubasi*) telur kepiting bakau di laboratorium rata-rata berlangsung selama 8 – 10 hari pada kondisi salinitas 32-33 ppt air laut dan suhu $28 \pm 1^{\circ} \text{C}$. Menurut Dominisac dan Dejarme (1974), massa telur yang masih berwarna kuning membutuhkan waktu antara 6-11 hari, telur warna coklat antara 3-5 hari sedangkan telur yang sudah berwarna hitam sudah siap untuk menetas. Perubahan warna massa telur ini diduga berkaitan erat dengan aktifitas perkembangan embrio. Sebagai contoh, warna coklat biasanya terjadi bersamaan dengan waktu pembentukan organ mata. Menurut Heasman dan Fielder (1983), masa inkubasi kepiting berfluktuasi, tergantung pada suhu air dan spesies.

Hamasaki (1996) membagi fase perkembangan telur kepiting dalam 4 bagian, yaitu fase pembelahan (*cleavage*); pertumbuhan embrio (*embryonic growth*); pembentukan pigmen mata (*eye pigment formation*); dan fase menjelang penetasan (*pre-hatching*). Selama masa inkubasi terjadi pula perubahan warna massa telur yang menempel pada *pleopoda*. Pada awal terjadinya pembelahan sel, massa telur terlihat berwarna kuning muda. Namun memasuki hari ke-3 massa telur berubah warna menjadi kuning tua dan pada hari ke-5 terlihat telah menjadi warna orange. Selanjutnya massa telur berubah menjadi warna coklat dan menjelang saat penetasan berubah menjadi kehitaman.

Kualitas Air



Kepiting merupakan salah satu biota estuaria yang dapat hidup pada kisaran salinitas yang luas (*euryhaline*). Aldon (1997) dalam Gunarto (2001) melaporkan bahwa perkembangan kematangan gonad paling baik adalah pada salinitas 25-28 ‰. Selanjutnya ditambahkan Wahyuni dan Ismail (1987), kepiting bakau dijumpai pada tambak dengan salinitas 14 – 34 ppt, sedangkan Hill (1982), menyebutkan bahwa kepiting bakau mampu mentolelir salinitas sampai 60 ppt. Batas toleransi suhu dan salinitas untuk pemeliharaan kepiting bakau yaitu 12 – 35°C dan 2 – 60 ppt (Overton dan Macintosh, 1997). Peningkatan salinitas akan meningkatkan konsentrasi kalsium, dan krustase akan mengabsorpsi kalsium selama ganti kulit yang dimanfaatkan untuk perkembangan karapaksnya. Pemeliharaan kepiting selama penelitian yang dilakukan oleh Sulaeman dan Hanafi (1992) menggunakan media yang bersalinitas sekitar 16-19 ppt.

Perubahan kualitas air yang memenuhi syarat untuk pemeliharaan kepiting bakau di tambak antara lain salinitas 10 – 35 ppt, suhu 28 – 33 °C (Gunarto, 1990). Motoh (1997), menemukan kepiting dari marga *Scylla* yang memijah dan menetas telur di laut dengan salinitas berkisar 31-32 ppt. Kasri (1984) menetas telur kepiting bakau dengan menggunakan media penelitian bersalinitas 30-32 ppt. Gunarto (2001) mengemukakan bahwa perubahan tingkat kematangan gonad berkaitan dengan perubahan salinitas.

Organisme laut yang bersifat poikilotherm yaitu suhu tubuh organisme tergantung pada suhu media tempat hidupnya. Marjono *et al.* (1994) menjelaskan bahwa suhu perairan dimana kepiting hidup adalah 27°C-37 °C. dengan salinitas antara 12-42 ppt. Sedangkan Rustam (1989) mengemukakan kisaran yang lebih rendah dimana kisaran suhu yang baik untuk kehidupan kepiting bakau adalah 24 °C – 32 °C dan salinitas 5 - 35 ppt. Oleh karena itu adanya perubahan suhu air laut akan berakibat yang kurang menguntungkan bagi organisme perairan, antara lain akan menyebabkan kematian, menghambat pertumbuhan, mengganggu proses respirasi dan lain-lain.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai Oktober 2005. Pemeliharaan, ablasi dan penyuntikan kepiting bakau dilaksanakan di Hatchery Balai Beni Air Payau (BBAP). Galesong Utara Kabupaten Takalar. Pembuatan Ekstrak Ganglion Toraks (EGT) kepiting karaka di lakukan di Laboratorium Bioteknologi Pusat Kegiatan Penelitian (PKP). Evaporasi larutan stok dilakukan di Laboratorium Kimia Radiasi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Pembuatan preparat histologi dilakukan di Laboratorium Ekotoksikologi dan Fisiologi Biota Laut Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin Makassar. Sedangkan mikrofotografi dan pengukuran diameter telur dilakukan di Laboratorium Histologi Balai Besar Karantina Ikan Hasanuddin, Kota Makassar, Sulawesi Selatan.

Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan adalah kepiting bakau dan kepiting non-ekonomis kepiting karaka (*N. lafondi*) diperoleh dari kawasan hutan bakau dan pertambakan yang terletak di muara sungai Bawana Marana Kab. Maros. kepiting karaka sebagai pendonor ganglion toraks yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan ekstrak ganglion toraks (EGT). Kepiting bakau (*S. olivaceous*) betina dalam kondisi *immature*, lebar karapaks ± 13 cm dan bobot tubuh ± 200 g sebagai resipien dengan perlakuan penyuntikan EGT kepiting karaka dan ablasi salah satu tangkai mata. Hewan uji yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri atas beberapa tahap ; (1) koleksi dan pengawetan ganglion toraks, (2) Ekstraksi ganglion toraks ; (3) Persiapan wadah pemeliharaan, (4) Ablasi salah satu tangkai mata (5) Pemeliharaan hewan uji; (5) *assay in vivo*; (7) pengukuran GSI dan koleksi jaringan ovarium; (8) Histologi jaringan ovarium; (9) Pengukuran diameter telur.



Scylla olivaceous



Neopisesarma lafondi

Gambar 1. Hewan uji yang digunakan dalam penelitian

Koleksi dan Pengawetan Ganglion Toraks

Koleksi ganglion toraks dilakukan dengan mengumpulkan kepiting karaka sebagai donor ganglion toraks. Untuk memudahkan pengambilan ganglion toraks pada kepiting karaka maka kepiting karaka ditenangkan terlebih dahulu dengan suhu rendah $\pm 8^{\circ}\text{C}$ menggunakan es batu. Setelah kepiting tenang, dibedah pada bagian sefalotoraks untuk memudahkan pengangkatan jaringan gonad, hepatopankreas dan lambung. Setelah jaringan tersebut disisihkan akan tampak ganglion toraks. Ganglion toraks diangkat secara hati-hati dengan gunting kecil

dan pinset. kemudian dibilas dan dicuci dengan larutan NaCl fisiologis 0,82%, (Fujaya 2004), kemudian diawetkan dalam alkohol 96% (Hartati 2005).

Ekstraksi Ganglion Toraks

Prosedur ekstraksi ganglion toraks mengikuti petunjuk Duve dkk (2002) dalam Fujaya (2004), yakni ganglion toraks yang telah diawetkan, dihomogenkan dalam larutan pengestrak alkohol 70%, kemudian dimasukkan ke dalam mikrotube 1.5 ml. Homogenat disentrifuge pada 3000 rpm selama 30 menit pada temperatur 4°C. Supernatan dipisahkan, kemudian dievaporasi pada suhu 4°C. Ekstrak dalam bentuk larutan stock disimpan pada suhu 4°C. Diencerkan sesuai perlakuan sampai volume 100 µL. saat akan digunakan .

Persiapan Wadah Pemeliharaan

Wadah yang digunakan dalam penelitian ini adalah bak yang terlebih dahulu diberi substrat pasir, pilihan substrat pasir, karena kepiting bakau dalam masa perkembangan gonad sampai pada pemijahan menyenangi subtrat berpasir sebagai tempat menenggelamkan diri dan disekat dengan belahan bambu agar tidak terjadi saling mangsa sesama hewan uji yang akan mengganggu proses pematangan gonad kepiting bakau.

Ablasi Tangkai Mata

Prinsip ablasi mata yang digunakan adalah dengan memanfaatkan sistim hormonal yang ada pada kepiting, seperti pada umumnya krustase. Abalasi dilakukan setelah melewati seleksi kepiting bakau yang memiliki tingkat kematangan gonad yang sama dalam kondisi *Immature* dan *post moult*. Pematangan salah satu tangkai mata dilakukan sebelum masa pemeliharaan

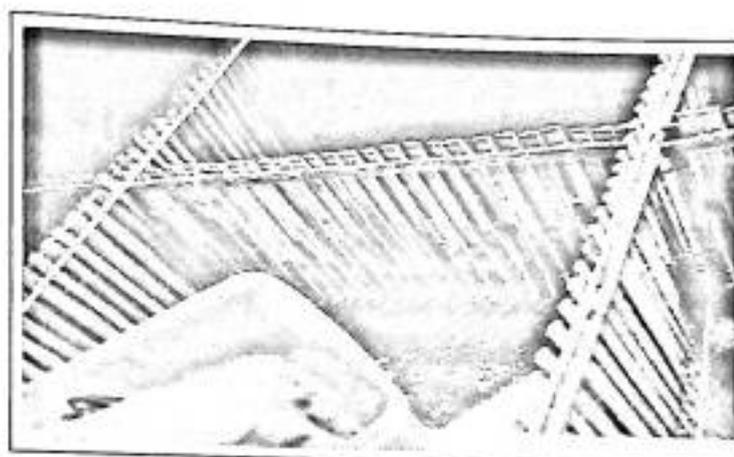
dengan menggunakan gunting untuk ablasi yang terlebih dahulu dipanaskan, bersamaan dengan penyuntikan pertama Ekstrak Ganglion Toraks (EGT).

Pemeliharaan Hewan Uji

Selama penelitian di Hatchery, kepiting bakau dipelihara di dalam bak yang diberi sekat kurungan bambu berbentuk segi empat dengan ukuran panjang, lebar, dan tinggi masing-masing 1 x 1 x 1,5 m. Wadah kurungan bambu dibagi menjadi 6 sekat (ukuran 1 x 1 x 1,5 m) dan diisi satu ekor betina/sekat. Pakan yang diberikan adalah cincangan kepiting karaka atau cincangan ikan mujair dan cumi dengan frekwensi dua kali sehari yaitu pagi dan sore hari. Pengukuran kualitas air suhu dengan menggunakan termometer dan salinitas dengan menggunakan salinometer. Pengukuran dilakukan pada pagi, dan siang hari. Pergantian air dilakukan satu kali dalam dua hari ini dilakukan untuk menjaga kualitas air dari kotoran sisa makanan hewan uji.

Assay In Vivo

Sebelum dilakukan penyuntikan, kepiting bakau terlebih dahulu tenangkan dengan menggunakan suhu dingin ($\pm 8^{\circ}\text{C}$). Penyuntikan Ekstrak Ganglion dilakukan pada kepiting bakau betina dalam kondisi *Immature* dan *post moult*. 3 kali setiap selang 5 hari. Kepiting disuntik pada pangkal periopod kelima (Gambar 3) dengan menggunakan syringe 1 mL dengan jarum suntik berukuran 27-gauge serta volume suntikan 100 μL (Sarojini *et al.*, 1995).



Gambar 2. Sekat bambu untuk pemeliharaan kepiting bakau selama penelitian

Penyuntikan dilakukan 3 kali setiap selang waktu 5 hari. Penyuntikan pertama 25%, penyuntikan kedua 25%, dan penyuntikan ketiga 50% dari volume dosis penyuntikan. Kepiting bakau dipanen pada hari ke-15 (5 hari setelah penyuntikan ke-3).

Pengukuran GSI dan Koleksi Jaringan Ovarium

Koleksi jaringan ovarium dilakukan dengan cara kepiting betina dibersihkan kemudian ditenangkan dengan menggunakan suhu dingin (es batu). Setelah tenang kepiting ditimbang bobot tubuhnya, kemudian dibedah. Seluruh ovarium ditimbang bobot gonad untuk menentukan Gonado Somatic Index (%). Jaringan ovarium yang akan dikoleksi dipotong kecil (± 10 mm) masing-masing ujung bagian bawah kiri dan kanan. Potongan jaringan ovarium selanjutnya difiksasi dalam larutan Bouin's selama 24 jam untuk selanjutnya dibuat preparat histologi (Patoding, 2005).



Gambar 3. Penyuntikan EGT kepiting karaka pada pangkal *perelopod* kelima kepiting bakau.

Histologi Jaringan Ovarium

Setelah jaringan ovarium difiksasi, selanjutnya dibuat sediaan histologi. Prosedur pembuatan preparat histologi dilakukan sesuai dengan petunjuk Kiernan (1990), yakni jaringan didehidrasi dalam seri larutan alkohol dengan konsentrasi bertingkat mulai dari alkohol 70% sampai 100% masing-masing selama 24 jam. Setelah proses dehidrasi, jaringan dijernihkan dengan silol tiga kali masing-masing selama 1 jam. Selanjutnya infiltrasi parafin dilakukan 3 kali masing-masing selama 1 jam sebelum diembedding dalam parafin (m.p 56-58 °C). Setelah embedding, jaringan dipotong setebal 5 μm dan diwarnai dengan hematoksilin-eosin.

Pengukuran Diameter Telur

Pengukuran diameter telur dilakukan di Lab.Histologi Balai Besar Karantina Ikan Hasanuddin, melalui mikroskop dengan melihat potongan telur yang telah melewati proses histologi sebanyak 20 ukuran diameter telur pada setiap kepiting bakau yang telah mendapat perlakuan.

Parameter yang Diukur

Parameter yang diukur adalah *Gonado Somatic Index* (GSI) dan diameter telur. Pengukuran *Gonado Somatic Index* (GSI) dihitung dengan menggunakan formula Nikolsky (1969) dalam Effendi (1979) sedangkan diameter telur diukur dengan melihat langsung ukuran diameter telur pada mikroskop. Rumus GSI :

$$\text{GSI} = \frac{BG}{BT} \times 100\%$$

Keterangan : GSI = Gonad Somatic Indeks (%)

BG = Bobot Gonad (g)

BT = Bobot total Tubuh (g)

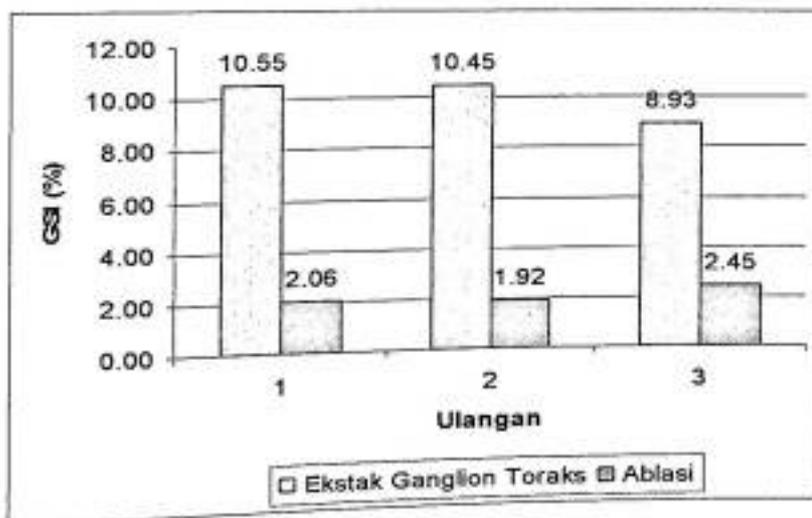
Analisa Data

Untuk mengetahui perbandingan pengaruh stimulan ablasi tangkai mata dan penyuntikan EGT keping karaka terhadap pematangan ovarium keping bakau maka dilakukan penggambaran atau deskripsi dari hasil panen, dalam hal perbedaan *gonado Somatic Index* (GSI) tampilan morfologi ovarium keping bakau, hasil histologi dan perbandingan ukuran diameter telur rata-rata (mm).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyuntikan dengan menggunakan dosis 0,75 mg GT/g KB tiga kali dalam selang lima hari dan ablasi salah satu tangkai mata kepiting bakau *S. olivaceous* setelah melalui tiga kali pengulangan menunjukkan bahwa induk kepiting bakau yang di stimulan dengan Ekstrak ganglion Toraks (EGT) mengalami tingkat kematangan gonad yang lebih baik dibandingkan dengan ablasi.

Penyuntikan Ekstrak Ganglion Toraks (EGT) kepiting *N. lafondi* yang disuntikan pada *S. olivaceous* menunjukkan respon positif terhadap perkembangan *Gonado Somatic Index* (GSI) sel telur kepiting bakau. Hal ini dapat dilihat pada grafik perbandingan nilai GSI setelah panen antara kepiting bakau yang distimulan dengan Ekstrak Ganglion Toraks dengan kepiting bakau yang mendapat perlakuan ablasi (Lampiran 4 dan 5). Perkembangan ovarium kepiting bakau lebih cepat dan tingkat kematangan yang lebih tinggi dapat dilihat pada grafik *Gonado Somatic Index* (GSI) berikut ini.



Gambar 3. Perbandingan nilai GSI kepiting bakau yang mendapat stimulan EGT dan ablasi setelah kultur secara *in vivo* di hatchery selama 15 hari.

Rata-rata nilai GSI sel telur kepiting bakau pada setiap pengulangan menunjukkan perbedaan tingkat GSI yang cukup signifikan. Tingkat Kematangan Gonad (TKG) sel telur kepiting bakau setelah penyuntikan EGT yang dipelihara di hatchery selama 15 hari berada pada TKG III atau fase matang (*mature*).

Fase matang ditunjukkan dengan ciri morfologi kepiting bakau pada saat dibedah yaitu ovarium penuh dengan sel telur matang berwarna orange hampir menutupi seluruh dada. Berikut ini dapat dilihat tampilan perbedaan morfologi ovarium kepiting bakau *S. olivaceous* setelah mengalami perlakuan yang berbeda antara menggunakan stimulan Ekstrak Ganglion Toraks dengan kepiting bakau yang distimulan dengan melakukan ablasi salah satu tangkai mata.

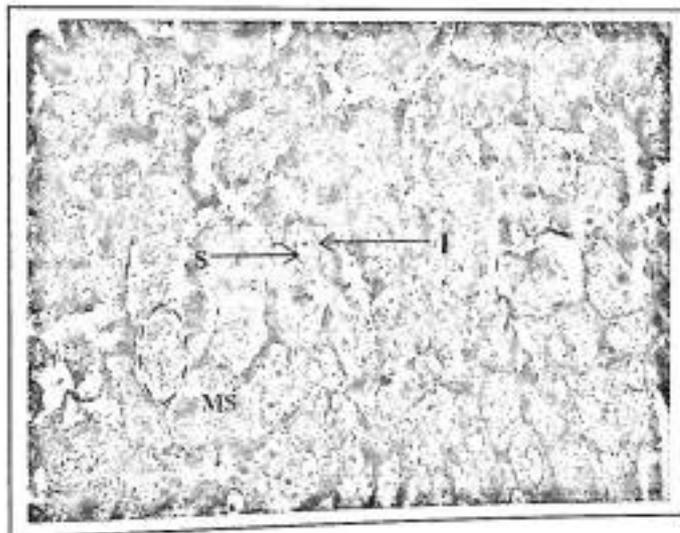


Gambar 4. Morfologi ovarium kepiting bakau setelah kultur secara *in vivo* di hatchery BPAP Takalar selama 15 hari; A, Penyuntikan 0.75 mg GT/g KB(sel telur matang); B, Ablasi salah satu tangkai mata.

Secara morfologi ovarium kepiting yang distimulan dengan Ekstrak Ganglion Toraks Menunjukkan Perkembangan kematangan yang lebih cepat dan lebih baik jika dibandingkan dengan yang menggunakan metode stimulan ablasi atau pembedahan salah satu tangkai mata. Dapat dilihat pada gambar A, yang menampilkan keutuhan bentuk dan warna serta berat gonadnya jika dibandingkan

dengan gambar B, yang memperlihatkan bentuk tidak penuh dan warna kuning keputihan serta berat gonad yang tentunya lebih kecil, (lampiran 2,3,4 dan 5). Hal ini pula didukung oleh Fujaya (1996), Joh dan Sivadas (1979), Ciri morfologi ovarium kepiting bakau pada fase belum matang (*immature*) yaitu ovarium berbentuk sepasang filamen terletak di atas kelenjar pencernaan berwarna keputihan, sedangkan pada fase matang (*mature*) yaitu ovarium penuh dengan sel telur matang berwarna orange hampir menutupi seluruh dada (sefalotoraks).

Berikut ini dapat pula dilihat tampilan histologis ovarium kepiting bakau setelah kultur *in vivo* di hatchery selama 15 hari antara yang menggunakan metode ablasi dengan yang menggunakan penyuntikan EGT kepiting *N. Lafondi*.



Gambar 5. Tampilan Histologi Telur Kepiting Bakau dengan perlakuan Ablasi Tangkai mata. S; sitoplasma. I; inti. MS; membran sel. Pembesaran 40x.

Pada perlakuan Pematangan salah satu tangkai mata didapatkan rata-rata GSI jauh lebih kecil dengan tingkat kematangan gonad yang hampir sama disetiap pengulangan. Prinsip pematangan tangkai mata adalah usaha untuk

menghilangkan atau menghambat pengaruh dan sistem kerja hormon penghambat gonad (GIH) yang terdapat pada kelenjar sinus di daerah tangkai mata (Lockwood, 1967 dalam Sulaeman dan Hanafi, 1992). Namun metode ini ternyata selain memiliki implikasi negatif terhadap induk karena terjadi ketidakseimbangan hormonal akibat kelenjar sinus pada tangkai mata yang tidak hanya mengandung hormon GIH tetapi berbagai hormon yang berfungsi dalam proses metabolisme tubuh (Welsh 1961 dalam Fujaya 2004). Juga tidak memberikan percepatan perkembangan ovarium kepiting bakau yang lebih baik.

Huberman (2000) mengemukakan bahwa pada pembenihan udang teknik ablasi tangkai mata memberikan konsekwensi penurunan jumlah naupli secara terus-menerus per permijahan dan post larva. Ablasi salah satu tangkai mata juga menurunkan 50% faktor-faktor yang berasal dari kelenjar sinus dan kaitannya pada konsekwensi metabolik. Kelemahan yang lain dari metode ini adalah tingkat keberlanjutan hidup induk yang lemah karena telah mengalami ketidakseimbangan akibat ketidakseimbangan morfologinya yang telah mengalami kerusakan. Berikut ini tampilan hasil histologi ovarium kepiting bakau *S. olivaceous* dengan stimulan Ekstrak Ganglion Toraks (EGT)



Gambar 6. Tampilan Telur Kepiting Bakau dengan Perlakuan Penyuntikan Ekstrak Ganglion Toraks (EGT). S, sitoplasma. I, inti. MS, membran sel. Pembesaran 40x

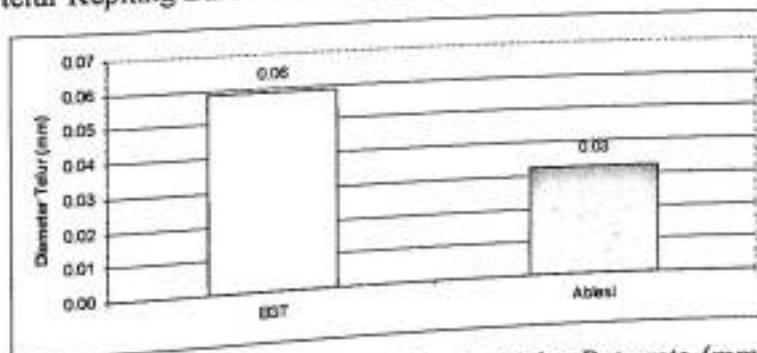
Fase matang ditunjukkan dengan ciri morfologi kepiting bakau pada saat dibedah yaitu ovarium penuh dengan sel telur matang berwarna orange hampir menutupi seluruh dada. Pada Gambar 6, terlihat jelas bahwa ulangan pertama penyuntikan dengan dosis 0,75 mg GT/g KB, memberikan perkembangan sel telur terbaik dan pertambahan diameter sel telur terbaik (Gambar 5). Hal ini menunjukkan respon ovarium kepiting bakau yang disuntik dengan EGT kepiting karaka selama penelitian memberikan indikasi adanya substansi gonadotropik dalam EGT kepiting karaka yang menstimulasi pematangan ovarium kepiting bakau. Eastman-Reks dan Fingerman (1984) dan Sarojini *et al* (1995) mengemukakan bahwa ganglion toraks merupakan neuroendokrin yang berfungsi dalam sintesis hormon perangsang perkembangan gonad (GSH). De Kleijn dan Van Herp (1998) menambahkan bahwa selain GSH, *Crustacean Hyperglycemic Hormone* (CHH) juga terdapat pada ganglion toraks dan berperan dalam menstimulasi vitellogenesis.

Pada pengukuran diameter telur didapatkan bahwa ukuran diameter keping bakau yang diberi perlakuan penyuntikan Ekstrak Ganglion Toraks (EGT) lebih besar yakni berdiameter 0.04 - 0.08 mm dibandingkan dengan diameter telur keping bakau yang mendapatkan perlakuan pemotongan salah satu tangkai mata atau ablasi yang hanya berdiameter 0.02 - 0.05 mm (Dapat dilihat pada Lampiran 6).

Tabel 2. Perbandingan Nilai Diameter Telur Rata-rata (mm) Keping Bakau Yang diberi perlakuan Stimulan EGT dan Ablasi

Perlakuan	KODE	Rata rata (mm)	
EGT	L4	0.08	± 0.01
	K4	0.05	± 0.01
	K5	0.04	± 0.01
ABLASI	L3	0.03	± 0.01
	K1	0.02	± 0.01
	K3	0.04	± 0.02

EGT mampu menstimulasi perkembangan sel telur keping bakau. Hal ini sesuai dengan Tabel diatas, tingkat kematangan telur telah mengalami perkembangan pada tahap menuju proses matang. Umumnya, sel telur keping dikatakan menuju proses matang bila berdiameter 0.02 - 0.06 mm dan sedang matang berukuran 0.04-0.12 mm. Fujaya (2004). Berikut Grafik Perbandingan diameter telur Keping Bakau setelah diberi perlakuan.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Nilai Diameter Telur Rata-rata (mm) Keping Bakau Yang diberi perlakuan Stimulan EGT dan Ablasi.

Dari Grafik Perbandingan nilai diameter telur yang didapatkan menggambarkan bahwa pada ulangan pertama tingkat kematangan gonad antara kepiting bakau yang telah mendapatkan perlakuan yang berbeda memperlihatkan perbedaan begitu pula pada ulangan kedua dan ulangan ketiga.

Organisme laut yang bersifat poikiloterm yaitu suhu tubuh organisme tergantung pada suhu media tempat hidupnya. Marjono et. al. (1994) menjelaskan bahwa suhu perairan dimana kepiting hidup adalah 27°C-37 °C. dengan salinitas antara 12-42 ppt. Sedangkan Rustam (1989) mengemukakan kisaran yang lebih rendah dimana kisaran suhu yang baik untuk kehidupan kepiting bakau adalah 24 °C – 32 °C dan salinitas 5 - 35 ppt. Oleh karena itu adanya perubahan suhu air laut akan berakibat yang kurang menguntungkan bagi organisme perairan, antara lain akan menyebabkan kematian, menghambat pertumbuhan, mengganggu proses respirasi dan lain-lain.

Sebagai sumber hormon perangsang perkembangan gonad, ekstrak ganglion toraks kepiting karaka telah dibuktikan pula mampu menstimulasi pertumbuhan sel telur kepiting bakau setelah kultur *in vitro* selama 24 jam (Fujaya 2004), setelah kultur *in vivo* di tambak selama 5 hari oleh Patoding (2005) dan Jamaluddin (2005) selama 15 hari.

Hasil penelitian ini jika dikaitkan dengan hasil penelitian Nur Alam (2005) yang membuktikan bahwa penyuntikan EGT kepiting karaka berpengaruh terhadap pematangan ovarium kepiting bakau dengan dosis maksimal 0.75 mg GT/g. dan apabila lebih dari itu akan menyebabkan perkembangan ovarium menurun drastis. Dosis penyuntikan EGT kepiting karaka yang terbaik untuk

pematangan ovarium kepiting bakau adalah 0.75 mg GT/g kepiting bakau atau setara dengan 180 mg GT/individu kepiting.

Menurut Fujaya (1996), John & Sivadas (1979), Ciri histologi ovarium kepiting bakau pada fase matang (*mature*) yaitu butiran-butiran kuning telur besar dan tetesan minyak menutupi seluruh sitoplasma; diameter telur meningkat tajam; membran telur nampak sangat tipis dan inti menepi.

Selain faktor internal seperti pengaruh hormon, perkembangan sel telur kepiting bakau juga dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti kondisi lingkungan terutama kualitas air perairan. Sesuai dengan pendapat Overton dan Macintosh (1997), batas toleransi suhu untuk pemeliharaan kepiting bakau yaitu 12-35 °C. Sedangkan menurut Gunarto (1990), peubah kualitas air yang memenuhi syarat untuk pemeliharaan kepiting bakau di tambak antara lain salinitas 10-35 ppt, suhu 28-33 °C. Maka tingkat salinitas yang digunakan pada proses pemeliharaan sampai panen yaitu 29 – 33 ppt dan suhu yang pada hatchery sangat tinggi diminimalkan dengan menggunakan terpal penutup pada atap bak, agar suhu 28-33 °C dapat terjaga sepanjang penelitian berlangsung.

Menurut Hill (1982), menyebutkan bahwa kepiting bakau mampu mentolelir salinitas sampai 60 ppt. Dan diperkuat oleh Overton dan Macintosh (1997), batas toleransi salinitas untuk pemeliharaan kepiting bakau yaitu 2-60 ppt.

Kondisi kualitas air yang cukup baik selama pemeliharaan mendukung aktivitas pematangan ovarium kepiting bakau. Menurut Sastry (1983), faktor lingkungan sangat mempengaruhi aktivitas reproduksi termasuk di dalam proses pematangan sel telur dan kerja hormon yang menunjangnya. Pembebasan hormon gonadotropin dipengaruhi keadaan lingkungan seperti cahaya, suhu dan makanan

yang tersedia. Lanjut dijelaskan oleh Rukminasari (1999), perubahan lingkungan akan berpengaruh terhadap komposisi biokimia air dan pada saat tertentu dapat menjadi perangsang organ-organ reproduksi setelah melalui sistem neuroendokrin. Syaraf menerima rangsangan reproduksi setelah melalui sistem neuroendokrin. Syaraf menerima rangsangan dari lingkungan, akan merangsang kelenjar hormonal untuk menghambat atau memacu pematangan gonad.

Selain itu, Motoh (1997) dalam Agus Salim (1992) menemukan kepiting dari marga *Scylla* yang memijah dan menetas di laut dengan kadar garam berkisar 31-32 ppt. Kasri (1984) menetas telur kepiting bakau dengan menggunakan media penelitian bersalinitas 30-32 ppt. Gunarto (2001) mengemukakan bahwa perubahan tingkat kematangan gonad berkaitan dengan perubahan salinitas.

Pada fase perkembangan kematangan ovarium, kepiting bakau lebih senang menenggelamkan diri dalam pasir, dari pertimbangan ini desain lingkungan hidup kepiting bakau diberi substrat dasar pasir hitam. Selain menjaga stabilitas suhu, yang paling mendasar dilakukan pada penelitian ini adalah pengaturan jenis pemberian pakan. Sebab, pemberian pakan yang cukup dengan tingkat protein yang baik membantu laju pematangan ovarium kepiting bakau.

Selain dengan menggunakan pilihan metode stimulan yang baik diharapkan pula bahwa pada upaya peningkatan produksi benih kepiting bakau tetap mempertimbangkan lokasi pembenihan yang memberi akses pada tersedianya pakan dan kualitas air yang terjaga, guna mendukung budidaya kepiting efektif dan efisien dan akhirnya akan mendukung produksi kepiting bakau yang terkontrol sesuai kebutuhan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai tingkat kematangan ovarium kepiting bakau dengan stimulan Ekstrak Ganglion Toraks (EGT), dengan ablasi, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Secara morfologi ovarium kepiting yang distimulan dengan Ekstrak Ganglion Toraks menunjukkan perkembangan kematangan yang lebih cepat jika dibandingkan dengan yang menggunakan metode stimulan ablasi tangkai mata.
2. Dari proses histologi terlihat, sel jaringan ovarium kepiting bakau yang disuntik dengan Ekstrak Ganglion Toraks mengalami perkembangan lebih baik, membran sel telur sangat tipis dan butiran-butiran kuning telur besar, tetesan minyak menutupi seluruh sitoplasma dibandingkan dengan jaringan telur kepiting bakau yang mendapat perlakuan ablasi tangkai mata.
3. Ukuran diameter telur kepiting bakau yang diberi perlakuan penyuntikan Ekstrak Ganglion Toraks (EGT) lebih besar yakni berdiameter 0.04 - 0.08 mm dibandingkan dengan diameter telur kepiting bakau yang mendapatkan perlakuan pemotongan salah satu tangkai mata atau ablasi yang hanya berdiameter 0.02 - 0.04 mm.

Saran

Dari hasil penelitian ini disarankan bahwa dalam usaha budidaya kepiting bakau atau pembenihan kepiting bakau pada percepatan kematangan ovarium menggunakan stimulan penyuntikan Ekstrak Ganglion Toraks (EGT). Selain itu meyarankan penelitian lanjutan tentang kualitas Benih dari induk kepiting bakau yang telah distimulan dengan Ekstrak Ganglion Toraks (EGT).

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, E dan E. Liviawaty. 1992. Pemeliharaan Kepiting. Kanisius. Yogyakarta
- Aiyun. D dan Siliang Y. 1991. Crabs at the China Seas. China Osean Press Beijing, Cina Springer. Verlag Tokyo.
- Asriati. 2002. Beberapa Aspek Biologi Reproduksi Kepiting Ceba (*Hemigrapsus sp*) di Sekitar Muara Sungai Kalumpang Kabupaten Maros. Skripsi. Manajemen Sumberdaya Perairan Jurusan Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Atwood HL. 1982. Synapses and neurotransmitter. *Di dalam* Bliss DE, Atwood HL, Sandeman DC, editor. The Biology of Crustacea. Volume 3. Neurobiology: Structure and Function Hal 105 – 150.
- Chan S-M. 1995. Possible roles of 20-hydroxyecdysone in the control of ovary maturation in the white shrimp *Penaeus vannamei* (crustacean Decapoda) *biocamp physiol.* 79a(4):51-59.
- De Kleijn DPV, Van Herp F. 1998. Involvement of the hyperglycemic neurohormone family in the control of reproduction in decapoda crustacean. *Invert Reprod Dev.* 33:263-272.
- Eastman-Reks S, Fingerman M. 1984. Effect of neuroendocrine tissue and cyclic AMP on ovarian growth *in vivo* and *in vitro* in the Fiddler Crab, *Ucapugilator*. *Comp Biochem Physiol,* 79A(4): 679 – 684.
- Effendie, M. I. 1979. Metode Biologi Perikanan. Cetakan Pertama. Yayasan Dewi Sri. Bogor. 112 hal.
- Farizah, N. 2005. Pengaruh Pelarut Berbeda dalam Ekstraksi Ganglion Toraks Kepiting Karaka (*Neopisesarma lafondi*) Sebagai Stimulan Perkembangan Sel Telur Kepiting Bakau (*Scylla olivaceous*) yang Dikultur *In Vitro*. Skripsi. Program Studi Budidaya Perairan Jurusan Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan . Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Fujaya Y, Sitanggang RL, Alimuddin. 2000. Hipofisa ikan mas (*Cyprinus carpio*) dengan kelenjar hypofisa ayam segar dan awetan. *Buletin Penelitian UNHAS,* 16(41):15-21.

- Fujaya Y, Sulistiono. 2002. Crab resources around the mangrove swamp of Maros Regency, South Sulawesi. *Di dalam* Proceeding of the DGHE International Symposium on Fisheries Science in Tropical Area, Bogor/Indonesia, August 20 – 21. Hlm 75 – 77.
- Fujaya Y. 2004. Pemanfaatan Ekstrak Ganglion Toraks Kepiting Non Ekonomis Sebagai Stimulan Perkembangan *In Vitro* Sel Telur Kepiting Bakau (*Scylla olivaceous* HERBEST 1796). Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Gazperzs, V. 1994. Metode Perancangan Percobaan. Untuk Ilmu-ilmu Pertanian, Ilmu-ilmu Teknik, dan Biologi. CV. Armico. Bandung. 472 hal.
- Gunarto. 1990. Kepiting bakau, *Scylla serrata* Forskal prospek dan budidayanya di tambak. Hal 95-103. Prosiding Temu Karya Iliah Potensi Sumberdaya Perikanan Pantai Sulawesi Tengah. Palu. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Penelitian Budidaya Pantai, Maros
- Gunarto, Utojo; M. Pirzan dan R. Daud. 2001. Pematangan gonad kepiting bakau, *Scylla spp.* Di Perairan Mangrove sungai Cenranae Kabupaten Bone. Sulawesi Selatan. Jurnal penelitian Perikanan Indonesia. 7(1) : Hal 47-51.
- Hamasaki, K. 1996. Study on the reproduction and development of the swimming crab, *Portunus trituberculatus*. Japan Sea Farming Association. Sea Farming issue. No. 8. 124 hal (In Japanese).
- Hartati, A. S., 2005. Pengaruh Metode Pengawetan Ganglion Toraks (GT) Kepiting Karaka (*Neoepisesarma lafondi*) yang Digunakan Sebagai Stimulan Dalam Kultur *In Vitro* terhadap Perkembangan Sel Telur Kepiting Bakau (*Scylla olivaceous*). Skripsi. Program Studi Budidaya Perairan Jurusan Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan . Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Hill BJ. 1982. Distribution of juvenile, sub adult, and adult *Scylla serrata* (Crustacean : portunidae) on tidal flats in Australia. Mar Biol. 9: 117-356.
- Huberman, A. 2000. Shrimp endocrinology. A Review. Aquaculture, 191: 191-208.
- Jamaluddin., 2005. Pengaruh Dosis Penyuntikan Ekstrak Ganglion Toraks Kepiting Karaka (*Neoepisesarma lafondi*) terhadap Perkembangan Sel Telur Kepiting Bakau (*Scylla olivaceous*). Skripsi. Program Studi Budidaya Perairan Jurusan Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan . Universitas Hasanuddin. Makassar.

- John, D dan P. Sivadas. 1979. Histological changes in the oocytes of the estuarine crab, *Scylla serrata* (Forsk.) after eyestalk ablation. *Mahasagar Bull Nt Inst Oceanogr.* 12: 57-62
- Jones D dan G. Garry. 1994. *Crustacean of Australian Waters*. Imago Production, Singapore.
- Keenan, CP. 1999. The Fourth Species of *Scylla*. Di dalam *Mud crab Aquaculture and Biology*. ACIAR Proceedings No. 78. ACIAR, Canberra. 48-58.
- Kiernan, A. 1990. *Histological and Histochemical methods, Theory and Practice*. Pergamon Press. Oxford.
- Lee RF. 1991. Lipoprotein from the hemolymph and ovaries of marine invertebrates. *Adv Comp Emviron Pysiol*, 7 : 187-289.
- Lee RF dan Walker A. 1995. Lipovitellin and lipid accumulation in oocytes during ovarian maturation in the Blue Crab, (*Callinectes sapidus*) *J Exp Zool.* 7 : 401-412.
- Mardjono M, Anindiastuti, Nooramid, Iin S dan Woro. 1994. *Pedoman pembenihan kepiting bakau, Scylla serrata* Balai Budidaya Air Payau, Direktorat Jenderal Perikanan.
- Meusy, J.J. & G. G. Puyen. 1988. Female reproduction in malacostracan crustace. *Zoo. Sci.*, 5: 217-265.
- Moosa MK, Aswandy I, Kasry S. 1985. *Kepiting bakau (Scylla serrata, Forskal, 1775) dari perairan Indonesia*. Sumber Daya Hayati Perairan . LON-LIPI. Jakarta.
- Nontji A. 2002. *Laut Nusantara*. Djambatan. Jakarta.
- Overton, J.L. and D.J. Macintosh. 1997. Mud crab culture: prospects for the small-scale Asian farmer. *INFOFISH International* (5): 26-32.
- Patoding, S.S., 2005. Pengaruh Penyuntikan Ekstrak Ganglion Toraks terhadap Perkembangan Gonad Kepiting Bakau (*Scylla olivaceous*). Skripsi. Program Studi Budidaya Perairan Jurusan Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan . Universitas Hasanuddin. Makassar.

- Rukminasari, N. 1999. Kajian Tentang Biologi Reproduksi Kepiting Rajungan (*Portunus oelagicus* Linn) di Perairan Pulau Salemo Kabupaten Dati II Pangkep. Tesis. Makassar. Universitas Hasanuddin.
- Rusdi, I., Makatutu, D dan K. M. Setiawati. 1998. Percobaan pematangan gonad dan pemijahan kepiting bakau (*Scylla serrata*) pada berbagai jenis dan ketebalan substrat. Seminar Teknologi Perikanan Pantai, Dempasar 6-7 Agustus 1998. Hal 182-185.
- Rusdi, I., dan R. Melianawati, 2001, Studi perkembangan embrio kepiting bakau (*Scylla paramamosain*) pada kondisi terkontrol. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian dan Perikanan. Edisi Khusus Crustacea, IPB, Bogor. 1(1): 119-125.
- Rustam, A. 1989. Studi Potensi Benih Kepiting Bakau di Perairan Pallime Kabupaten Bone. Sulawesi Selatan. Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Hasanuddin. Ujung Pandang.
- Sakai, T. 1976. Crabs at Japan and The adjacent Seas Plates. Kodansha Ltd. Japan.
- Sandeman TC. 1982. Organisation of the Central Nervous System. Di dalam Bliss DE, Atwood HL, Sandeman DC, editor. The Biology of Crustacea. Volume 3. Neurobiology: Structure and Function. Hal 1 - 61.
- Sarjini R, Nagabushanan R, Fingerman M. 1995. Mode of action of the neurotransmitter 5-hydroxytryptamine in stimulating ovarium maturation in the red Swamp Crayfish, *Procambarus calrkii*: an *In Vivo* and *In vitro* Study. J Exp Zool, 271:395-400.
- Sastry, A.N. 1993. Ecological aspect of reproduction. Di Dalam Bliss DE. Vanberg. FJ. Vanberg W.B. editor. The Biology of Crustacea. Vol. 8. Environmental Adaptation 8 : 183-205
- Sulaeman dan Hanafi, A. 1992. Pengaruh pemotongan tangkai mata terhadap kematangan gonad dan pertumbuhan kepiting bakau, *Scylla serrata*. Buletin Balai Penelitian Budidaya Pantai, 8 (4): 56-62.

Nilai ekonomis kepiting bakau *Scylla serrata*,

Warta Balitdita, 4 (2): 27-30

Zapata, V. L. S., Greeo, D. Medesani & E. M. Rodriguez., 2003. Ovarium growth in the crab *Chasmagnathus granulata* induced by hormones and neuroregulators throughout the year. *In vivo* and *In vitro* studies. *Aquaculture*, 224; 339-352.