



RENCANA PENELITIAN WARNA CAHAYA
TEKNIK PENGUKURAN BOWEN KEPITING BAKAU
 (Sajian untuk PERSEMBAH)

KELOMPOK

OLEH

M. NAJIDIN A.

90 94 133

PERMINTAAN KE DEP. HASANUDDIN	
Tgl. Pengajuan	11-10-96
Aspek	kegiatan
Tempat	11/13
Instansi	Bandar
No. Inventaris	9611-10-29
No. Klad	



PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
UJUNG PANDANG
 1996

PENGARUH PERBEDAAN WARNA CAHAYA
TERHADAP PERKEMBANGAN GONAD KEPITING BAKAU
(*Scylla serrata* FORSSKAL)



Oleh :

M. N A I D I N. N

90 06 023

Skripsi sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh Gelar Sarjana

Pada

Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin

JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
UJUNG PANDANG
1995

HALAMAN PENGESAHAN

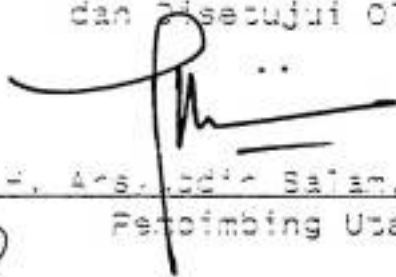
Judul Skripsi : PENGARUH PERBEDAAN WARNA CAHAYA TERHADAP
PERKEMBANGAN GONAD KEPITING BAKAU
(*Scylla serrata* FORSSKAL)

Nama : M. Naidin N.

Nomor Pokok : 90 05 023

Skripsi telah diperiksa

dan disetujui oleh :



Dr. H. Anwaruddin Salam, M. Ag., Ph.D.
Pembimbing Utama



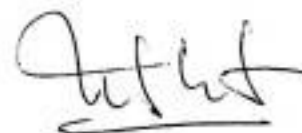
Dr. Harwati, M.S.
Pembimbing Anggota



Dr. Sunarto Latama, M.S.
Pembimbing Anggota



Dr. H. Anwaruddin Salam,
Dekan Fakultas Kelautan dan Perikanan



Dr. H. Nurdin Sidiq, M.S.
Ketua Jurusan Perikanan

Tanggal Lulus : _____

RINGKASAN

M. NAIDIN N. Pengaruh perbedaan warna cahaya terhadap perkembangan gonad kepiting bakau (*Scylla serrata* FORSSKAL) Di bawah bimbingan Arsyuddin Salam sebagai pembimbing utama serta Haryati dan Gunarto Latama, masing-masing sebagai pembimbing anggota.

Penelitian mengenai pengaruh perbedaan warna cahaya terhadap perkembangan gonad kepiting bakau (*Scylla serrata* FORSSKAL) telah dilakukan di pertambakan desa Marannu, Kabupaten Maros dari bulan April sampai Juni 1995.

Sejumlah 120 ekor kepiting bakau dewasa berukuran $10,02 \pm 0,78$ cm (lebar karapas) dengan kondisi gonad belum berkembang (TKG I) digunakan dalam penelitian ini.

Pemeliharaan kepiting uji dilakukan dalam 12 kurungan bambu yang ditutup dengan plastik berwarna biru, hijau, kuning dan putih. Kurungan-kurungan tersebut ditempatkan dalam tambak dengan jarak antara kurungan \pm dua meter.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan petak terbagi (Split Plot Intime) dengan tiga kali ulangan. Petak utama adalah perlakuan cahaya biru, hijau, kuning dan putih, sedangkan anak petak adalah lama pemeliharaan (0, 3,

6, 9, 12, 15, 18, 21, dan 24 hari). Pengambilan sampel dan pengamatan dilakukan tiga hari sekali selama 24 hari untuk mengamati Tingkat Kematangan Gonad dan Indeks Kematangan Gonad (TKG dan IKG). Hasil pengamatan morfologi gonad selama penelitian menunjukkan, gonad belum berkembang pada awal penelitian.

Berdasarkan hasil analisis ragam pengaruh perbedaan warna cahaya terhadap indeks kematangan gonad, dapat disimpulkan bahwa manipulasi warna cahaya dan lama waktu pengamatan terhadap proses pematangan gonad kepiting memperlihatkan adanya korelasi yang positif. Warna cahaya hijau dan kuning lebih efektif dalam merangsang pematangan gonad kepiting bakau dibandingkan warna cahaya biru dan putih.

Agar kualitas telur yang dihasilkan dapat diketahui maka disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan mengenai pengaruh perbedaan warna cahaya terhadap derajat pematasan (maturing rate) dan ketahanan hidup (survival rate) larva kepiting bakau.

KATA PENGANTAR

BISMILLAHIRRAHMANIRRAHIM

Dengan kerendahan hati, penulis panjatkan rasa syukur dan puji kehadirat Allah SWT oleh karena dengan Rahmat dan Karunia-Nya, maka penulis dapat menyelesaikan skripsi yang sederhana ini.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis mengalami berbagai hambatan, namun atas bimbingan, petunjuk dan bantuan dari berbagai pihak, maka segala hambatan dapat diatasi sehingga rampungnya skripsi ini.

Oleh karena itu, melalui skripsi ini dengan hati yang tulus penulis menghaturkan penghargaan yang setinggi - tingginya serta ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Ir. H. Arsyuddin Salam, M.Agr.Fish. dan Bapak Ir. Gunarto Latama, MSc serta Ibu Ir. Haryati, MS. yang dengan ikhlas telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing serta mengoreksi skripsi ini hingga selesai.

Ucapan terima kasih, kami sampaikan kepada Ibu Ir. Yushinta Fujaya, Ibu Ir. Badraeni, Ibu Ir. Rifka dan Bapak Ir. M. Syahrir serta Bapak Ir. M. Yusri Karim yang telah

memberikan petunjuk maupun bantuan kepada penulis selama berlangsungnya penelitian hingga selesainya penyusunan skripsi ini.

Kepada Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin beserta seluruh staf dosen dan karyawan pada Jurusan Perikanan, tak lupa kami ucapkan banyak terima kasih atas bantuannya selama penulis mengikuti pendidikan.

Kepada yang tercinta Ibunda H. Farida Rachim dan Nenek H. Mariama serta saudara-saudaraku yang tersayang atas dorongan, bantuan dan iringan doa hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada keluarga Bapak Dg. Jama, Dg. Hama dan Dg. Udin, juga kepada rekan sepenelitian, Usman atas kerja sama yang baik selama penelitian, sahabat-sahabat penulis Edy Husain, Adnan, Irin, Wiwin, ullah, Hj. Nany, Ir. Hj. Rini dan rekan-rekan lainnya serta seluruh pihak yang telah membantu.

Akhirnya semoga skripsi yang dipersembahkan dengan segala keterbatasannya ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua, Amin.

M. N A I D I N N.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan, dan Kegunaan Penelitian	4
TINJAUAN PUSTAKA	5
Biologi Kepiting Bakau	5
Anatomi Organ dan Reproduksi Kepiting Betina	9
Perkembangan Gonad	10
Pengaruh Lingkungan Terhadap Reproduksi	13
BAHAN DAN METODE PENELITIAN	18
Tempat dan Waktu Penelitian	18
Wadah dan Alat Penelitian	18
Hewan Uji	18
Prosedur Penelitian	20
Analisis Data	23

HASIL DAN PEMBAHASAN	24
A. Tingkat Kematangan Gonad (TKG)	24
B. Indeks Kematangan Gonad (IKG)	26
C. Kimia Fisika Media Pemeliharaan	34
KESIMPULAN DAN SARAN	37
Kesimpulan	37
Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	41

DAFTAR GAMBAR

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Morfologi Kepiting Bakau (<i>Scylla serrata</i>)	6
2.	Siklus Hidup Kepiting Bakau	7
3.	Morfologi dan Letak Ovarium Kepiting Bakau	9
4.	Skema Peranan Hormon Utama Dalam Oogenesis Malacostraca	16
5.	Kurungan/Kerangkeng Bambu Sebagai Wadah Pemeliharaan	19
6.	Tata Letak Kurungan/Kerangkeng Percobaan	21
7.	Perubahan Indeks Kematangan Gonad Kepiting Uji Selama Penelitian	27
8.	Grafik Interaksi Antara Faktor Warna Cahaya Dengan Waktu Pengamatan	29
9.	Mekanisme Fisiologis Akibat Rangsangan Cahaya Terhadap Perkembangan Ovarium Kepiting Bakau ...	31

DAFTAR TABEL

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Klasifikasi Tingkat Kematangan Gonad Kepiting Bakau (John dan Sivadas, 1978)	12
2.	Parameter Penunjang Selama Penelitian	22
3.	Hubungan Tingkat Kematangan Gonad dengan Indeks Kematangan Gonad	25
4.	Rata-rata Indeks Kematangan Gonad (%) Kepiting Bakau (<i>Scylla serrata</i>) Selama 24 hari Pemeliharaan	26
5.	Nilai Beberapa Parameter Kualitas Air Selama Penelitian	34
6.	Intensitas Cahaya (Lux) Selama Penelitian	35

DAFTAR LAMPIRAN

No.		Halaman
	<u>Teks</u>	
1.	Data Tingkat Kematangan Gonad Kepiting Bakau Selama 24 hari Pemeliharaan	41
2.	Daftar Analisis Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Indeks Kematangan Gonad (%)	42
3.	Hasil Uji Lanjutan Jarak Berganda Duncan Pengaruh Perlakuan Terhadap Rata-rata Indeks Kematangan Gonad (%) Selama 24 hari Pemeliharaan	43
4.	Uji Normalitas Data Indeks Kematangan Gonad Kepiting Uji	45
5.	Data Kualitas Air Selama Penelitian	47
6.	Tata Letak Lokasi Penelitian	48

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kepiting bakau, *Scylla serrata* (Forsskall, 1775) merupakan salah satu hasil perikanan pantai yang mempunyai nilai ekonomis penting terutama di wilayah Indo-Pasifik. Kepiting ini terdapat hampir di seluruh perairan Indonesia terutama di daerah bakau, pertambakan air payau dan muara sungai (Moosa dkk., 1985).

Kepiting bakau disenangi masyarakat karena rasa dagingnya yang lezat terutama pada betina yang mengandung telur. Permintaan pasar tidak saja datang dari dalam negeri tetapi dari manca negara, sehingga dikhawatirkan kepiting ini akan punah bila penangkapan dilakukan secara besar-besaran tanpa upaya budidaya dan lebih mengkhawatirkan lagi bila kepiting yang mengandung telur yang menjadi sasaran penangkapan.

Budidaya kepiting merupakan salah satu jalan keluar untuk melestarikan organisme tersebut dan permintaan pasarpun tetap dapat terpenuhi. Namun budidaya kepiting secara besar-besaran dihadapkan pada berbagai masalah, antara lain penyediaan benih alam yang tergantung pada

musim. Selanjutnya upaya pengadaan benih dari balai pembenihan (hatchery) dihadapkan pada masalah terbatasnya induk bertelur serta tingginya mortalitas pada tingkat larva dan megalopa. Untuk itu perlu pengetahuan mengenai teknik perangsangan pematangan telur calon induk yang mampu mempercepat pematangan gonad serta pemijahan dengan kualitas telur yang baik.

Memacu perkembangan gonad kepiting dapat dilakukan dengan berbagai pendekatan, antara lain secara hormonal (Chamberlain, 1995), ablasi tangkai mata (Jhon dan Sivadas, 1978) dan pendekatan lingkungan (Sastry, 1983). Memacu kematangan gonad untuk tujuan produksi kepiting bertelur dengan teknik ablasi tangkai mata sangat sulit, karena perlakuan dilakukan per individu. Disamping itu teknik ablasi tangkai mata memiliki resiko yang tinggi karena dapat menyebabkan kepiting stress atau bahkan mati.

Manipulasi lingkungan lebih efektif dibanding perlakuan lain (Pimavera, 1985), baik untuk produksi kepiting bertelur konsumsi maupun untuk pengadaan induk. Dengan melakukan manipulasi lingkungan maka seluruh siklus reproduksi yaitu kopulasi, pematangan gonad, pemijahan, pembuahan, dan penetasan dapat dikontrol, sedangkan dengan pendekatan

hormonal atau ablasi tangkai mata hanya dapat merangsang kopulasi dan pematangan gonad.

Faktor lingkungan yang umum mempengaruhi reproduksi adalah suhu, salinitas dan cahaya (Primavera, 1985). pengendalian suhu dan salinitas pada tambak-tambak air payau yang tidak memiliki sumber air tawar sangat sulit dilakukan, sehingga rekayasa cahaya lebih memungkinkan.

Aspek cahaya yang mempengaruhi reproduksi adalah intensitas, periode panjang hari dan spektrum cahaya (Sastry, 1983 ; Chamberlain, 1985 ; Primavera, 1985). Kedalaman air di laut tempat udang memijah adalah karakteristik dari menurunnya intensitas cahaya dan meningkatnya penetrasi cahaya biru, hijau dan mungkin kuning (Jerlov dalam Primavera, 1985). Demikian pula kepiting melakukan ruaya ke laut untuk memijah seperti yang dilakukan oleh udang. Vernberg dan Vernberg (1972) mengemukakan bahwa distribusi cahaya dalam laut mungkin mempunyai pengaruh yang berbeda secara biologis. Fenomena tersebut memberi petunjuk bahwa sistem pematangan gonad kepiting memerlukan cahaya biru, hijau atau kuning dengan intensitas rendah.

Berdasarkan uraian tersebut di atas telah dilakukan penelitian mengenai teknik perangsangan pematangan gonad kepiting bakau melalui manipulasi warna cahaya, yaitu cahaya biru, hijau, kuning dan putih.

Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh perbedaan warna cahaya terhadap perkembangan gonad kepiting bakau (*Scylla serrata*), yang diketahui melalui :

- Indeks Kematangan Gonad (IKG)
- Tingkat Kematangan Gonad (TKG)

Dari hasil penelitian ini nantinya diharapkan dapat memberi suatu gambaran dan petunjuk mengenai teknik pematangan gonad, baik untuk konsumsi maupun untuk penyediaan calon induk bagi keperluan balai pembenihan kepiting bakau (*Scylla serrata*).

TINJAUAN PUSTAKA

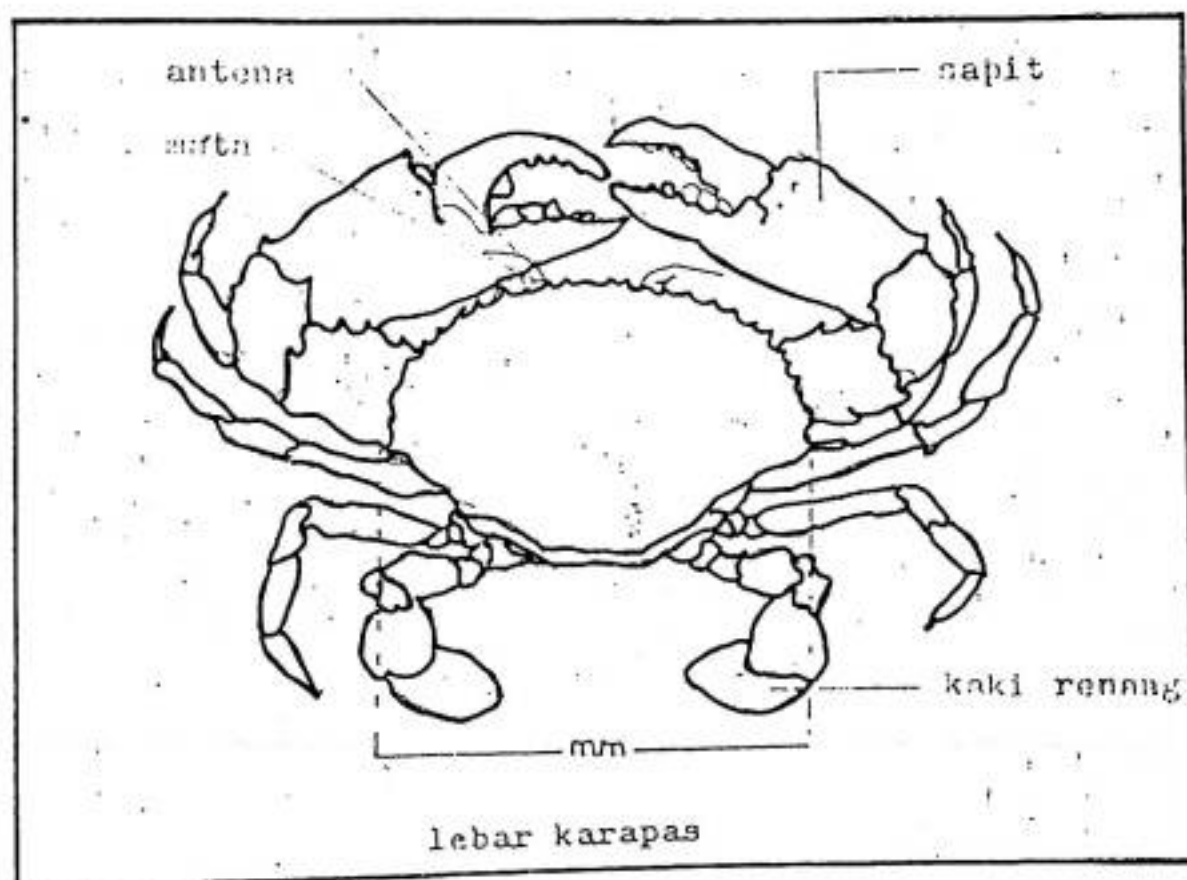


1. Biologi Kepiting Bakau

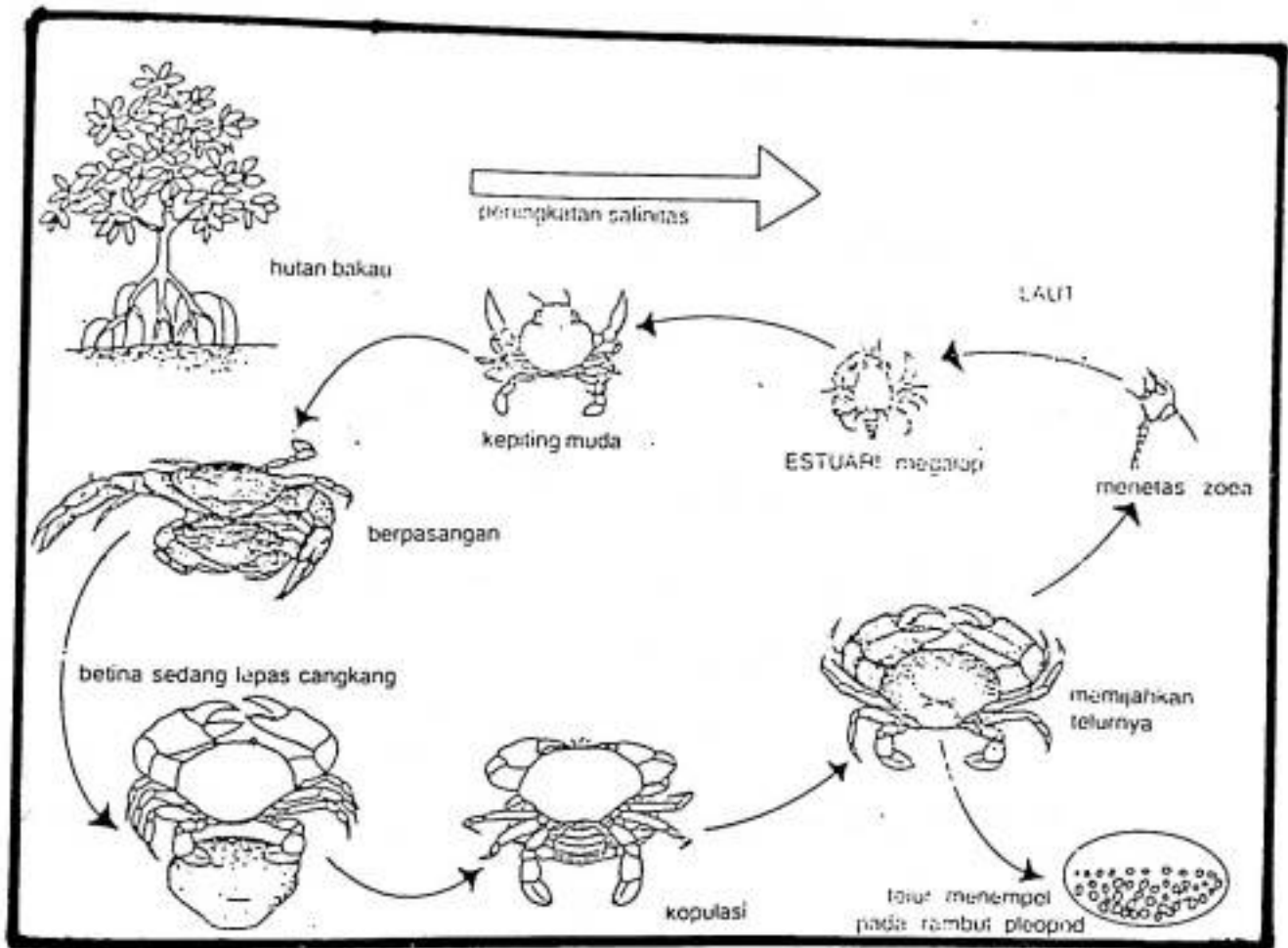
Kepiting bakau mudah dikenal di antara beberapa jenis kepiting yang lain karena mempunyai ciri-ciri tersendiri yaitu ; karapas berbentuk bulat pipih, dengan sembilan buah duri pada sisi kiri dan kanan, sedangkan di antara kedua mata terdapat empat buah duri. Mempunyai lima pasang kaki jalan (periopod), pasangan kaki jalan pertama (sapit) mempunyai bagian propodus menggembung dengan permukaan licin dan ukuran yang cukup besar dibanding kaki jalan yang lain. Pasangan kaki jalan terakhir berbentuk pipih pada ruas terakhir dan berfungsi sebagai alat renang berbentuk dayung (Gambar 1). Warna karapas dipengaruhi oleh lingkungan dimana ia berada. Yang berwarna dasar hijau keabua-abuan biasanya hidup pada perairan terbuka, sedangkan yang berwarna dasar hijau merah kecoklatan hidup dalam lingkungan didaerah bakau (Moosa, 1985 dan Motoh, 1977).

Berdasarkan morfologi ini maka stephensons (1967) dan Serington (1976) menempatkan kepiting bakau dalam filum Arthropoda (binatang berkaki ruas), kelas Crustacea (binatang berkulit keras yang dilengkapi antena dan antenula sebagai

alat peraba), ordo Decapoda (binatang bertungkai 10), famili Portunidae (mempunyai pasangan kaki terakhir berbentuk dayung), genus *Scylla* dan species *Scylla serrata* (de Haan dan Arriola, 1940).



Gambar 1. Morfologi Kepiting Bakau, *Scylla serrata* (moosa dkk., 1985).



Gambar 2. Siklus Hidup Kepiting Bakau, *Scylla serrata* (Soim, 1994).

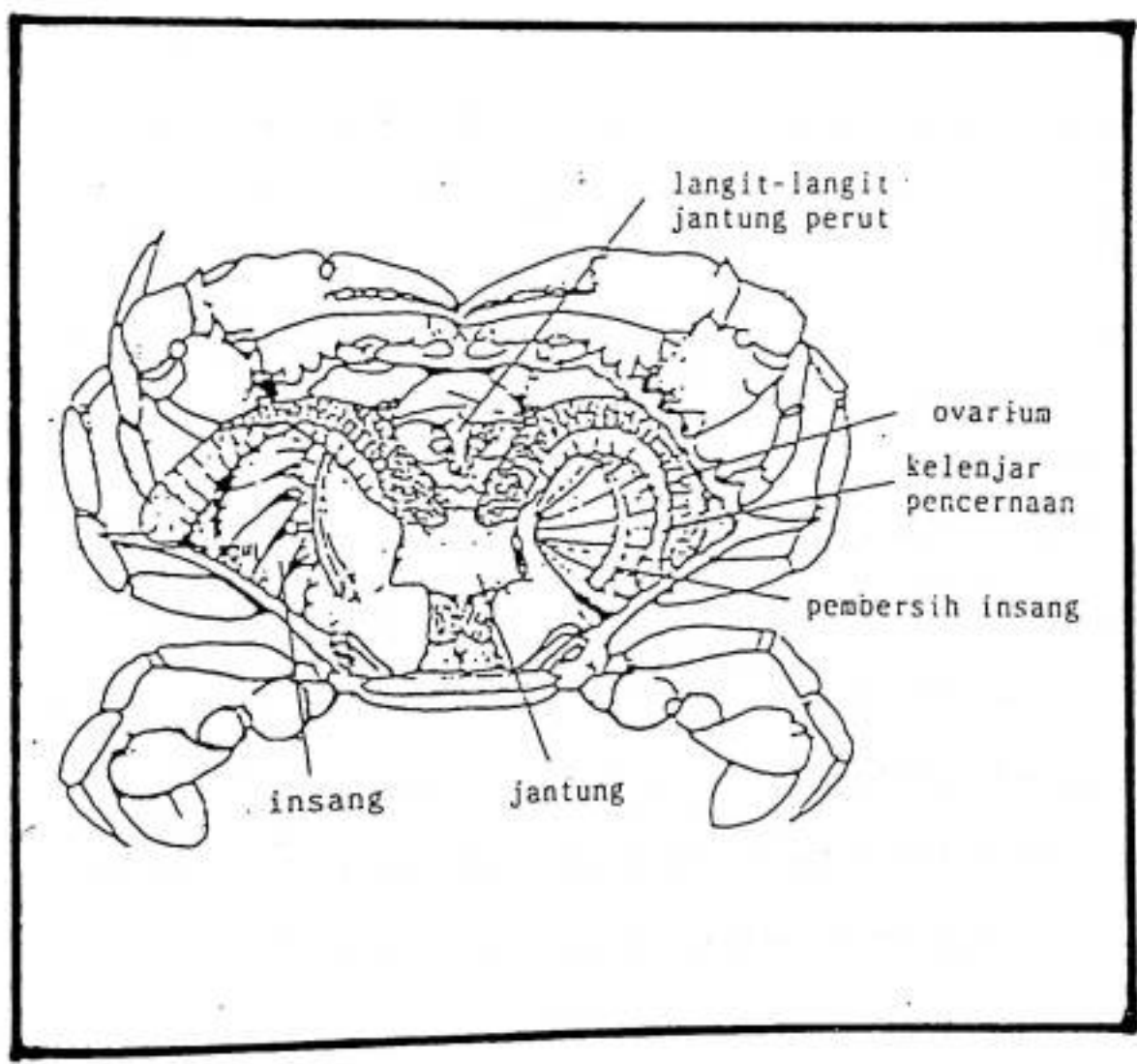
Menurut Arriola (1940), Ong (1964), Hill (1974) dan Le Reste dkk (1976), kepiting bakau melangsungkan perkawinan di perairan hutan bakau dan selanjutnya beruaya ke laut untuk memijah. Setelah telur menetas, larvanya akan terbawa arus menuju pantai dan pada fase megalopa akan masuk kembali ke muara sungai dan hutan bakau untuk mencari makanan dan perlindungan.

Kepiting kecil, udang, moluska, terutama kerang-kerangan (Bivalvia) merupakan makanan yang disenangi kepiting bakau (Williams, 1978). Hewan ini juga pemakan bangkai (scavenger) dan memakan sesama jenisnya (kanibal). Selanjutnya Balaio (1983) mengemukakan dalam upaya pemeliharaan, makanan yang mudah bagi kepiting adalah cincangan ikan rucah baik segar maupun yang diawetkan. Selain ikan rucah, daging dan kerang-kerangan dapat digunakan sebagai makanan kepiting.

Kepiting bakau dapat mentoleransi kisaran suhu dan salinitas yang luas. Menurut Jati (1985) bahwa kepiting didapatkan pada kisaran suhu 5°C - 36°C . Selanjutnya Hill (1974) mengemukakan bahwa kepiting bakau dapat hidup pada salinitas 0‰ - 60‰ .

2. Anatomi Organ Reproduksi Kepiting Betina

Kepiting bakau (*Scylla serrata*) merupakan organisme yang dioecious artinya mempunyai jenis kelamin jantan atau betina pada masing-masing individu. Perbedaan kepiting bakau jantan dan betina dapat diketahui secara morfologi (eksternal). Kepiting bakau jantan mempunyai ruas-ruas



Gambar 3. Morfologi dan letak ovarium kepiting bakau (*Scylla serrata*) (Barnes, 1987).

abdomen yang berbentuk seperti segitiga (Moosa, 1980). Sedangkan, yang betina mempunyai ruas-ruas abdomen yang melebar dan sedikit membulat. Perbedaan mulai tampak setelah karapas mencapai diameter di atas 31 mm (Arriola, 1940).

Menurut Barnes (1987) bahwa lokasi ovarium terdapat dalam rongga abdomen di atas hati dan insang (Gambar 2). Oviduct mengarah pada coxae dari pasangan kaki ketiga dan ujung oviduct akan menjadi wadah berbentuk segmen dan vagina berperan untuk menangkap pleopod jantan.

3. Perkembangan Gonad

Kematangan gonad kepiting bakau dapat dicapai apabila telah mengalami proses kopulasi yang pertama kali (Hartnoll, 1969). Biasanya lebar karapas kepiting bakau untuk mencapai kematangan gonad hingga tingkat kematangan gonad III berkisar antara 105 mm - 123 mm (Arriola, 1940). Sedangkan menurut Ong (1966) berkisar antara 99,1 mm - 144,2 mm.

John dan Sivadas (1978) mengelompokkan proses kematangan gonad ke dalam empat tingkat yaitu belum matang (immature), menjelang matang (maturing), matang (ripe) dan salin (spent). Deskripsi setiap tingkat dapat dilihat pada

Table 1. Selanjutnya dinyatakan bahwa perkembangan embrio dari proses peneluran sampai penetasan biasanya berlangsung selama 20 - 25 hari dan perlu diamati setiap hari. Telur secara bertahap berubah warna dari orange menjadi coklat sampai hitam.

Lipovitelin dan butiran minyak merupakan komponen kecil pada ovarium dan telur yang belum berkembang tetapi konsentrasinya meningkat menjadi komponen besar pada ovarium dan sel telur matang (Lee dan Walker, 1995). Selanjutnya Lee dan Watson (1995) mengemukakan bahwa akumulasi lipoprotein diikuti oleh akumulasi butiran minyak. Pada crustacea butiran-butiran minyak nampak pada vitellogenesis akhir.

Vitellogenesis adalah proses pembentukan kuning telur, vitellogenin disekresi ke dalam darah dan dibawa ke sel telur untuk dibentuk menjadi kuning telur (Silversand dkk., 1993). Lebih lanjut dikemukakan bahwa kuning telur adalah sumber nutrisi pada perkembangan embrio.

Vitellogenin adalah bahan baku ("precursor") protein kuning telur yang disintesa pada ovarium (Silversand dkk., 1993). Meusy dan Payen (1988) mengemukakan bahwa vitellin adalah bahan baku vitellogenin yang disintesa oleh jaringan

extravarium dan dilepaskan ke dalam cairan tubuh ("hemolymph") sebagai respon terhadap Vitellogenin Stimulating Ovarium Hormone (VSOH). Vitellin crustacea adalah gabungan pigmen dengan lipoprotein ("high density lipoprotein") yang berwarna orange.

Teknik perangsangan pematangan gonad pada dasarnya dapat dilakukan dengan berbagai pendekatan, antara lain secara hormonal (Chamberlain, 1985), ablasi tangkai mata (John dan Sivadas, 1978) dan lingkungan (Gasory, 1983).

Table 1. Klasifikasi tingkat kematangan gonad kepiting bakau betina (John dan Sivadas, 1978).

TKG	Klasifikasi	Deskripsi
I	Belum matang (Immature)	Ovari berbentuk sepasang filamen kepinggung berwarna kuning keputihan seperti sari susu tipis, seluruhnya ditutupi selaput peritonium tipis.
II	Menjelang matang (Maturing)	Ukuran ovari bertambah dan meluas kesekitarnya baik latera maupun antero posterior, hampir memenuhi bagian punggung daerah dada, warna menjadi kuning keemasan.
III	Matang (Ripe)	Ovari penuh dengan oosit matang berwarna merah orange. Bila karapas dibuka ternyata seluruh dada hanya berisi ovari dengan massa telur yang kompak.
IV	Selin (Spent)	Ovari meredut menjadi sepasang filamen berwarna merah muda pucat, pada beberapa tempat dari filamen ini masih berisi oosit matang yang tidak dikeluarkan pada waktu pemijahan.

4. Pengaruh Lingkungan Terhadap Reproduksi

Pada hewan invertebrata, faktor lingkungan seperti temperatur (level dan perubahannya), panjang hari (periode dan intensitas) adalah faktor eksogen yang umum mempengaruhi siklus reproduksi. Namun faktor-faktor ini mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap rangkaian tahap-tahap gametogenesis, sebagaimana halnya dengan fase lain dalam siklus reproduksi (Sastry, 1983). Selanjutnya dikemukakan bahwa diantara faktor-faktor lingkungan tersebut, fotoperiod (periode sepanjang hari) dan temperatur mempunyai peran yang lebih besar dalam proses vitellogenesis.

Pundadera dan Primavera (dalam Chamberlain, 1985) mengemukakan bahwa spektrum cahaya juga mempunyai pengaruh yang sama baiknya dengan intensitas dan fotoperiod. Sebagai contoh, dalam percobaan pemeliharaan *Peneus monodon* di bawah cahaya alami biru dapat mencapai kematangan gonad tingkat III, sedangkan di bawah cahaya alami merah hanya dapat mencapai tingkat II.

Menurut Lockwood (1967) bahwa terdapat indikasi dimana beberapa crustacea fototaktik dan sangat sensitif terhadap panjang gelombang dari cahaya hijau serta hijau kuning. Selanjutnya dikatakan bahwa terdapat lima reseptor hijau

yang berfungsi membawa pola rangsangan ke sistem saraf pusat yang kemudian memerintahkan untuk mempolarisasikan cahaya menurut perbedaan rangsangannya. Perbandingan tingkat rangsangan secara menyeluruh dari ke lima tipe hijau, biru dan hijau kuning tergantung dari panjang gelombangnya.

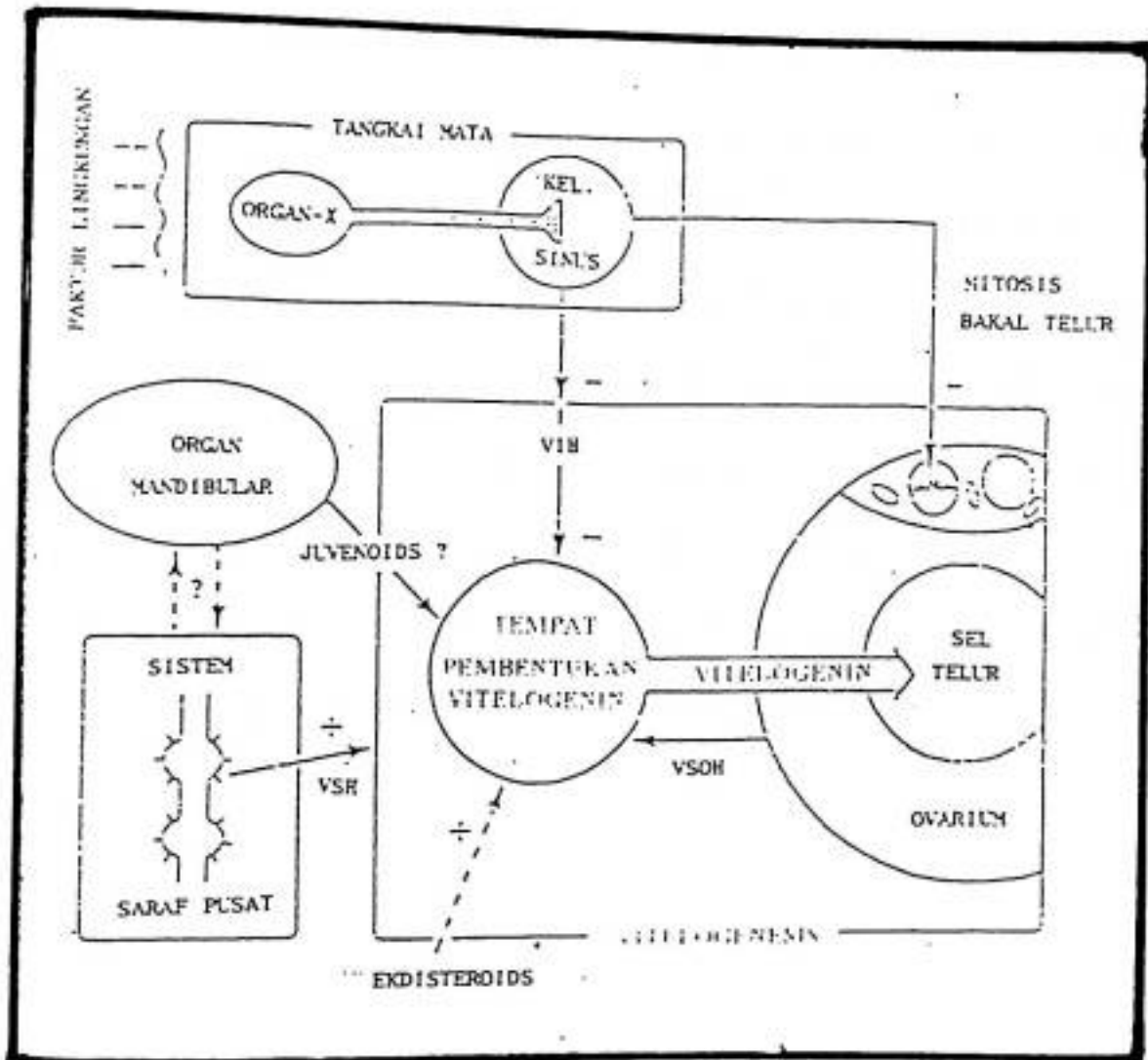
Faktor Kimia Fisika tertentu dari lingkungan berpotensi menjaga agar Gonadotropin Inhibiting Hormone (GIH) tetap rendah (Primavera, 1985). Apabila konsentrasi GIH menurun dan Gonadotropin Stimulating Hormone (GIH) meningkat dalam sirkulasi maka pematangan gonad akan berlangsung (Adiyodi dan Adiyodi, 1970 ; Meusy dan Payen, 1988).

Berdasarkan fenomena biologis kepiting bakau yang memerlukan ruaya ke laut untuk memijah (Arriola, 1940) memberi petunjuk bahwa hewan tersebut mencari kondisi lingkungan yang dapat mendukung perkembangan gonad dan pemijahan. Jerlov dalam Primavera (1985) mengemukakan bahwa ruaya pemijahan ke laut mungkin disebabkan karena hewan tersebut memerlukan spektrum cahaya tertentu untuk perkembangan gonad dan pemijahan. Kedalaman air di laut tempat kepiting memijah memiliki intensitas cahaya yang rendah dengan peningkatan penetrasi cahaya biru, hijau dan kuning. Fenomena tersebut memberi petunjuk bahwa sistem

pematangan gonad kepiting memerlukan cahaya biru, hijau, atau kuning dengan intensitas yang rendah.

Primavera (1985) mengemukakan bahwa suhu, salinitas dan cahaya tidak saja berpengaruh terhadap pematangan gonad, tetapi juga terhadap kopulasi, pemijahan, pembuahan dan penetasan. Lebih lanjut dikemukakan bahwa diantara parameter-parameter yang dipelajari dalam tangki pematangan terhadap kematangan gonad Penaeid, ternyata suhu dan cahaya memegang peranan penting dalam siklus pematangan gonad.

Menurut Lockwood (1967) bahwa pada ommatidium (sub unit yang menyusun mata secara lengkap) terdapat lima tipe reseptor hijau yang berfungsi membawa pola rangsangan ke tipe sistim saraf pusat yang kemudian memerintahkan untuk mempolarisasikan cahaya menurut perbedaan rangsangannya. Selanjutnya Primavera (1985) mengemukakan bahwa perangsangan kematangan gonad kepiting dapat dilakukan dengan warna cahaya biru atau hijau dan penurunan intensitas sebesar 10 % - 60 % dari intensitas cahaya alami kepiting bakau dapat mentoleransi kisaran suhu dan salinitas yang luas. Menurut Jati (1985) bahwa kepiting didapatkan pada kisaran suhu 5°C - 36°C . Selanjutnya Hill (1974) mengemukakan bahwa kepiting bakau dapat hidup pada salinitas $0^{\circ}/\text{oo}$ - $60^{\circ}/\text{oo}$.



Gambar 4. Skema Peranan hormon utama dalam Oogenesis Malacostraca (VIH = *Vitellogenesis Inhibiting Hormone*, VSH = *Vitellogenesis Stimulating Hormone*, VSOH = *Vitellogenin Stimulating Ovarian Hormone*) (Meusy dan Payen, 1988).

Perkin (1974) mengemukakan bahwa suhu perairan dimana kepiting hidup adalah $27^{\circ}\text{C} - 37^{\circ}\text{C}$, kelarutan oksigen 5,2 ppm dan salinitas $12 - 24^{\circ}/\text{00}$. Husain (1990) mengatakan bahwa suhu perairan di Tamuku, Teluk Bone dimana kepiting tertangkap berkisar $28^{\circ}\text{C} - 29^{\circ}\text{C}$ pada pagi hari dan $27^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C}$ pada sore hari dengan salinitas $5 - 17^{\circ}/\text{00}$. Sedangkan Jati (1985) menemukan bahwa kepiting bakau hidup pada perairan dengan suhu $24^{\circ}\text{C} - 32^{\circ}\text{C}$, salinitas $5 - 35^{\circ}/\text{00}$ dan pH 6,5 - 6,8.

Kepiting bakau didapatkan hidup dimuara Dua-Cilacap pada kisaran suhu antara $28,8^{\circ}\text{C} - 36^{\circ}\text{C}$, sedangkan dipertambahan muara gembong Bekasi didapatkan kisaran suhu $26 - 36^{\circ}\text{C}$ (Jati, 1985).

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

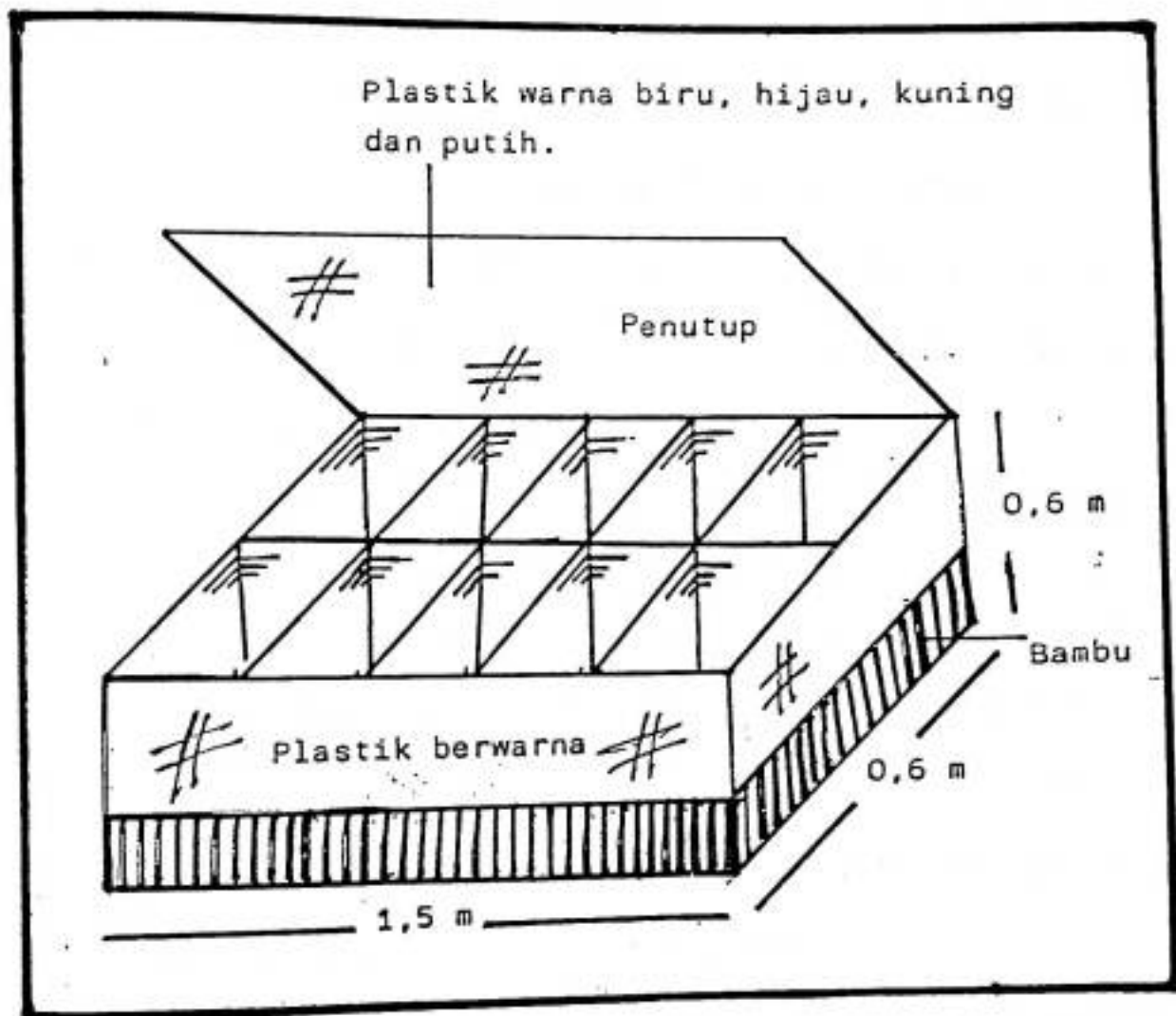
Penelitian ini dilaksanakan di dalam tambak, di desa Marannu, Kecamatan Maros Utara, Kabupaten Maros, dari bulan April sampai dengan bulan Juni 1995.

Wadah dan Alat Penelitian

Wadah percobaan yang digunakan dalam pemeliharaan kepiting uji dalam penelitian ini adalah kurungan bambu berukuran 1,5 m x 0,6 m x 0,5 m sebanyak 12 buah. Setiap kurungan (unit percobaan) disekat menjadi 10 bagian dengan ukuran 30 x 30 cm, untuk menghindari saling memangsa (kanibal) diantara hewan uji. Selanjutnya perlakuan warna cahaya biru, hijau, kuning. Sedangkan untuk perlakuan kontrol ditutup dengan plastik berwarna putih, selanjutnya kerangkeng-kerangkeng tersebut di tempatkan dalam tambak.

Hewan Uji

Kepiting uji yang dipergunakan sejumlah 120 ekor kepiting bakau dewasa betina berukuran $10,02 \pm 0,76$ cm (lebar karapas) dengan kondisi gonad belum berkembang (TKG I) digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 5. Kurungan/kerangkeng bambu sebagai wadah pemeliharaan.

Prosedur Penelitian

a. Persiapan

Calon kepiting yang akan memperoleh perlakuan terlebih dahulu diseleksi. Selanjutnya kepiting hasil seleksi diaklimatisasi terlebih dahulu. Apabila kondisi kepiting baik, lincah tanpa memperlihatkan kelainan perlakuan dapat segera dilakukan.

b. Rancangan Percobaan

Dalam penelitian ini digunakan rancangan petak terbagi (Split plot intime). Petak utama adalah perlakuan warna cahaya biru, hijau, kuning dan putih sedangkan anak petak adalah waktu pengamatan (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 dan 24 hari). Setiap perlakuan di ulang tiga kali.

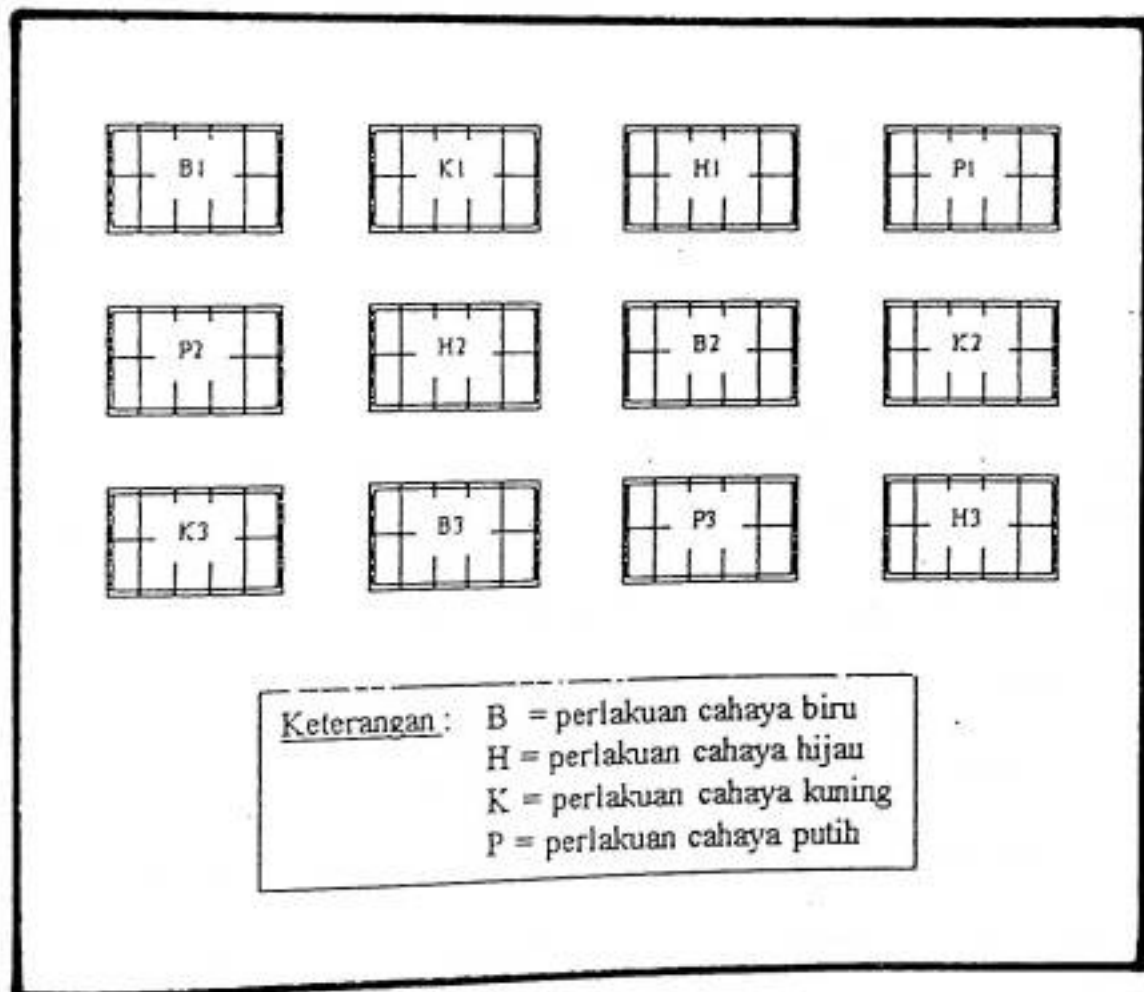
Warna cahaya biru, hijau, kuning dan putih didapatkan dengan menggunakan alat bantu berupa plastik berwarna biru, hijau, kuning dan putih dengan ketebalan yang sama 0,11 mm.

c. Pengukuran Peubah

- Peubah Utama

Dalam peubah utama ini data yang diamati meliputi Tingkat Kematangan Gonnad (TKG) dan Indeks Kematangan Gonad

(IKG). Tingkat kematangan gonad kepiting uji dalam penelitian ini diukur berdasarkan perubahan morfologi gonad kepiting. Hasil pengamatan morfologi gonad kepiting uji dibandingkan serta dicocokkan dengan klasifikasi tingkat kematangan gonad kepiting bakau dari John dan Sivadas (1978).



Gambar 6. Tata Letak kurungan/kerangkeng pemeliharaan

Sedangkan Indeks Kematangan Gonad (IKG) ditentukan dengan rumus yang digunakan Effendi (1978) sebagai berikut,

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

dimana :

IKG = Indeks Kematangan Gonad

BG = Bobot gonad (gram)

BT = Berat kepiting termasuk bobot gonad (gram)

- Peubah penunjang

Sebagai parameter penunjang selama penelitian dilakukan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Parameter penunjang selama penelitian

Parameter	Nama alat/cara	Waktu pengamatan
Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	Thermometer	Pagi, siang dan sore
Salinitas ($^{\circ}/\text{00}$)	Hand refractometer	s.d.a
pH	Kertas pH	s.d.a
Kecerahan (%)	Secchi disk	siang
Intensitas (Lux)	sixtolux	Pagi, siang dan sore

Analisa Data

Analisis statistik hasil penelitian dilakukan sesuai prosedur analisis ragam antar perlakuan terhadap indeks kematangan gonad dan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (Gaspersz, 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh dari penelitian mengenai pengaruh perbedaan warna cahaya terhadap perkembangan gonad, meliputi Tingkat Kematangan Gonad (TKG) dan Indeks Kematangan Gonad (IKG).

Tingkat Kematangan Gonad

Tingkat kematangan gonad kepiting uji dalam penelitian ini diukur berdasarkan perubahan morfologi gonad. Hasil pengamatan morfologi gonad kepiting uji selama penelitian, didapatkan bahwa gonad yang belum berkembang pada awal penelitian berkembang menjadi matang setelah mendapatkan perlakuan warna cahaya (Lampiran 1). Data tingkat kematangan gonad (TKG) kepiting uji selama 24 hari pemeliharaan memperlihatkan proses perkembangan gonad kepiting tersebut hingga matang (TKG III), dimana kematangan gonad kepiting uji sudah terjadi pada hari ke 12 - 24 untuk perlakuan warna cahaya hijau dan kuning. Selanjutnya kematangan gonad untuk perlakuan warna cahaya biru terjadi pada hari ke 18 - 24, sedangkan perlakuan pada warna cahaya putih proses kematangan gonad kepiting uji baru terjadi pada

hari ke 21 - 24. Dari fenomena tersebut memberikan petunjuk bahwa sistem pematangan gonad kepiting bakau memerlukan warna cahaya biru, hijau atau kuning dengan intensitas yang rendah (Primavera, 1985).

Perbandingan tingkat kematangan gonad (I - III) juga sangat dipengaruhi dari Indeks kematangan gonad (%) yang berdasarkan bobot gonad kepiting. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2, yang memperlihatkan hubungan antara tingkat kematangan gonad dengan indeks kematangan gonad dari kepiting uji.

Tabel 3. Hubungan Tingkat Kematangan Gonad dengan Indeks Kematangan Gonad.

Tingkat Kematangan Gonad	Indeks Kematangan Gonad
I	0,2 - 0,9
II	1,0 - 9,0
III	9,1 - 24,0

Tentunya kriteria tersebut di atas tidak terlepas dari deskripsi hasil pengamatan morfologi gonad kepiting yang dilihat selama penelitian, sebagaimana John dan Sivadas (1978) melakukan klasifikasi tingkat kematangan gonad dengan mengelompokkan ke dalam empat tingkatan yaitu belum matang

(immature), menjelang matang (maturing), matang (ripe) dan salint (spent). Untuk lebih jelasnya deskripsi setiap tingkat kematangan gonad dapat dilihat pada Tabel 1.

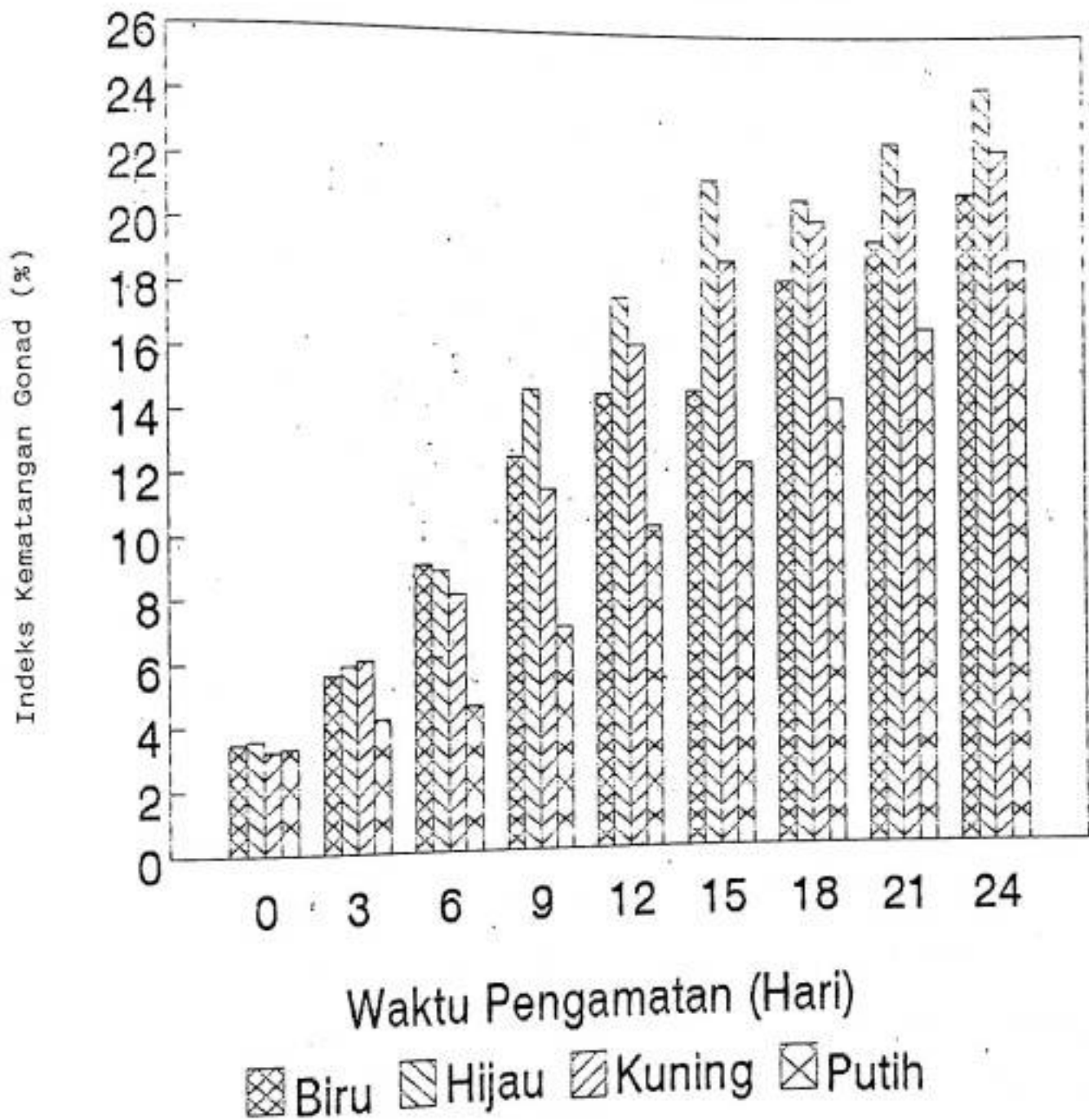
Indeks Kematangan Gonad

Rata-rata indeks kematangan gonad (%) selama penelitian (Tabel 4) memperlihatkan adanya peningkatan proses kematangan gonad. Perubahan indeks kematangan gonad kepiting uji selama penelitian terlihat pada Gambar 7.

Tabel 4. Rata-rata indeks kematangan gonad (%) kepiting bakau (*Scyllia serrata*) selama 24 hari pemeliharaan.

Warna Cahaya	waktu Pengamatan*									
	0	2	4	6	12	15	18	21	24	
Biru	0,36±0,17	0,97±0,47	2,47±0,50	5,09±0,86	8,24±1,77	9,82±0,75	9,74±1,40	10,14±1,26	12,96±1,25	
Hijau	0,40±0,17	1,11±0,44	2,44±0,30	6,35±0,55	9,27±3,00	10,05±0,55	10,70±0,07	10,74±0,7	17,24±5,80	
Kuning	0,34±0,22	1,11±0,35	2,18±0,75	4,32±0,55	7,65±0,57	10,32±0,27	11,76±0,35	12,06±1,99	14,52±1,55	
Putih	0,34±0,35	0,61±0,57	0,45±0,76	1,23±0,56	3,41±1,53	6,70±1,00	6,10±0,69	8,31±1,79	17,42±0,85	

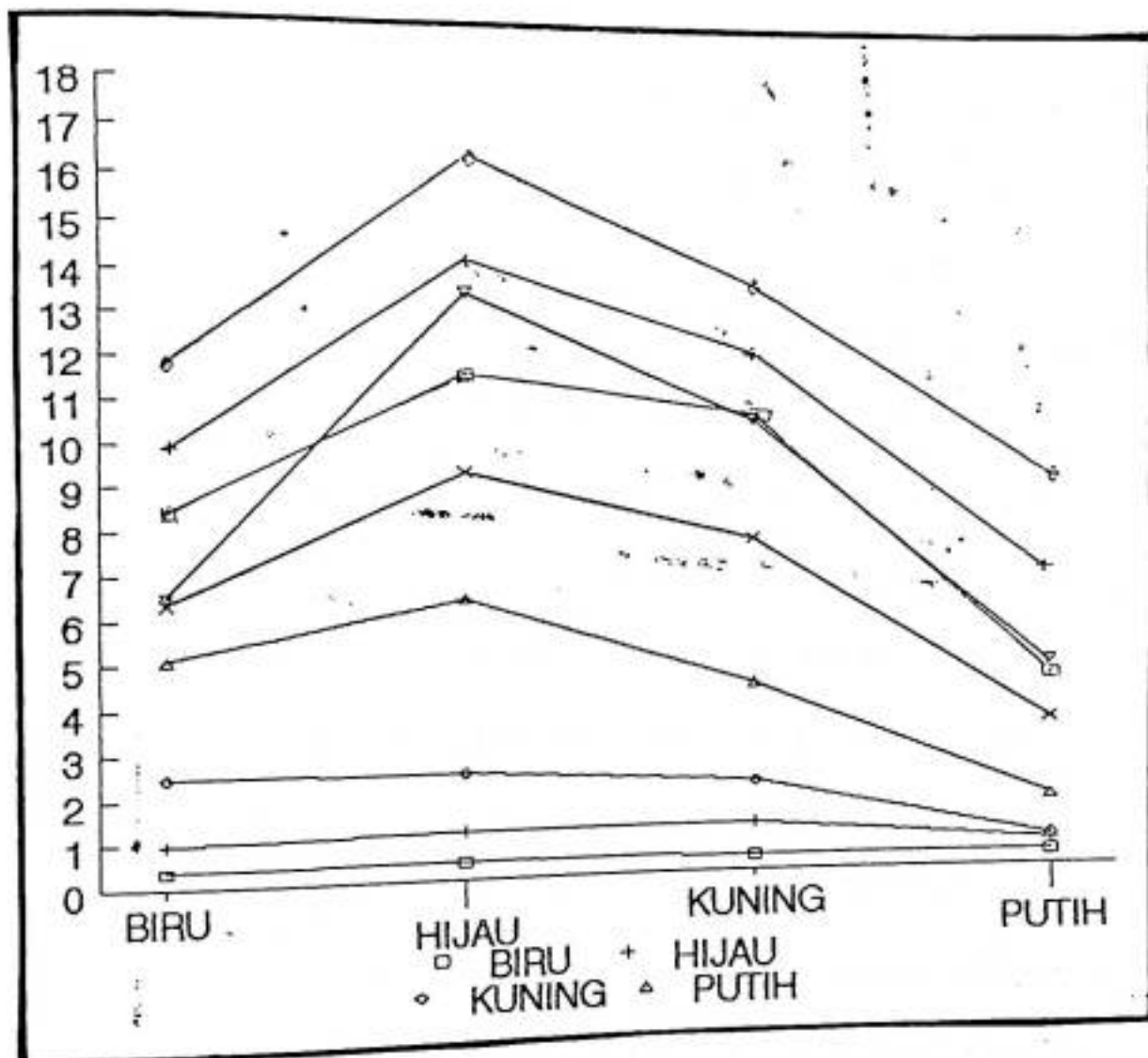
Berdasarkan data indeks kematangan gonad (IKG) tersebut di atas menunjukkan adanya peningkatan dari setiap pengambilan sampel gonad kepiting, dimana perlakuan warna cahaya dan waktu pengamatan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap indeks kematangan gonad (IKG) (Lampiran 2).



Gambar 7. Perubahan Indeks Kematangan Gonad Kepiting Uji Selama Penelitian.

Adapun pengaruh interaksi antara perlakuan warna cahaya dan waktu pengamatan terhadap indeks kematangan gonad juga memperlihatkan pengaruh yang sangat nyata (Gambar 8), pengaruh perlakuan warna cahaya terhadap indeks kematangan gonad pada hari ke 0 - 3 belum terlihat adanya peningkatan indeks kematangan gonad dan setelah memasuki hari ke-9 sudah terlihat adanya peningkatan indeks kematangan gonad secara jelas.

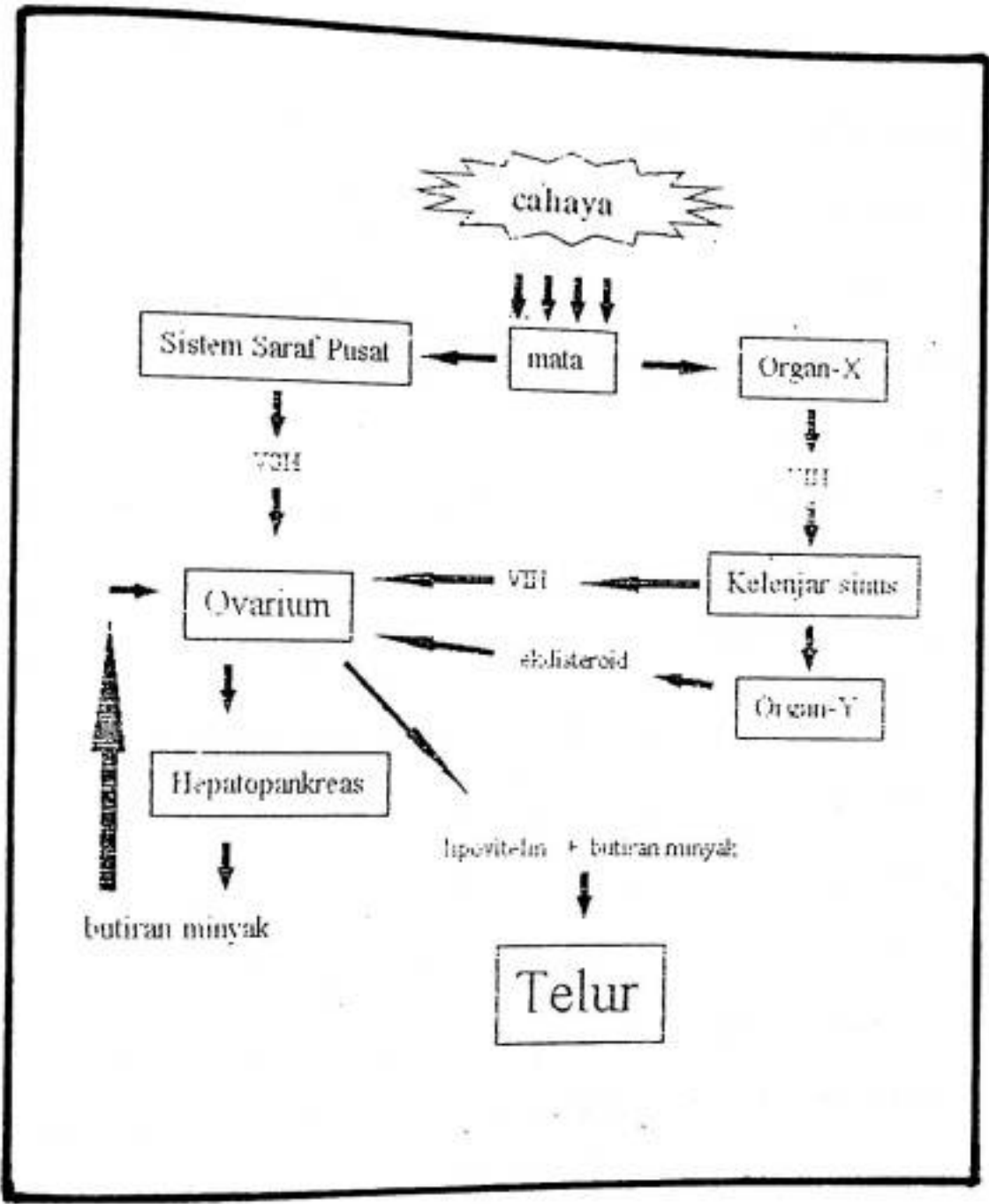
Pada perbandingan pengaruh utama warna cahaya (Lampiran 3) terhadap indeks kematangan gonad (IKG) menunjukkan warna cahaya hijau dan kuning lebih efektif dalam proses pematangan gonad kepiting bakau dibandingkan dengan warna cahaya biru dan putih. Hal ini dapat disebabkan karena beberapa krustacea fototaktik dan sangat sensitif terhadap panjang gelombang dari cahaya hijau serta hijau kuning (Lockwood, 1967), pada ommatidium (sub unit yang menyusun mata secara lengkap) terdapat lima tipe reseptor hijau yang berfungsi membawa pola rangsangan ke tipe sistem saraf pusat yang kemudian memerintahkan untuk mempolarisasikan cahaya menurut perbedaan rangsangannya.



Gambar 8. Grafik Interaksi Antara Faktor Warna Cahaya Dengan Waktu Pengamatan.

Selanjutnya pada perbandingan pengaruh waktu pengamatan terhadap proses pematangan gonad kepiting memperlihatkan adanya korelasi yang positif (Lampiran 3), dimana semakin lama waktu pemeliharaan maka indeks kematangan gonad semakin tinggi. Kematangan gonad (TKG III) sudah terlihat pada hari ke-12 dan sampai hari ke-24 proses pematangan gonad (TKG III) sudah terjadi pada setiap perlakuan kepiting uji (Lampiran 1).

Berdasarkan hasil pengamatan morfologi dan indeks kematangan gonad terlihat bahwa gonad yang belum berkembang menjadi matang setelah mendapat perlakuan warna cahaya. Hal ini membuktikan bahwa warna cahaya mempengaruhi proses pematangan gonad kepiting yang sama baiknya dengan pengaruh intensitas dan fotoperiod (Primavera dalam Chamberlain, 1985). Faktor kimia fisika tertentu dari lingkungan berpotensi menjaga agar Gonadotropin Inhibiting Hormone (GIH) tetap rendah (Primavera, 1985). Apabila konsentrasi GIH menurun dan Gonadotropin Stimulating Hormone (GSH) meningkat dalam sirkulasi maka pematangan gonad akan berlangsung (Adiyodi dan Adiyodi, 1970 ; Meusy dan Payen, 1988). Mekanisme fisiologis yang mungkin terjadi akibat pengaruh cahaya terhadap pematangan ovarium yang selanjutnya terhadap pematangan gonad dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Mekanisme fisiologis akibat rangsangan cahaya terhadap perkembangan ovarium kepiting bakau, *S. serrata*. (Adiyodi dan Adiyodi, 1970 ; Meusy dan Payen, 1988).

Pada gambar tersebut terlihat bahwa panjang gelombang cahaya diterima oleh reseptor cahaya yang terdapat pada ommatidium (sub unit yang menyusun mata secara lengkap). Menurut Lockwood (1967), pada mata krustacea terdapat lima tipe reseptor cahaya hijau, serta reseptor biru dan lima sel besar yang sensitif terhadap orange, berfungsi membawa pola rangsangan ke sistem saraf pusat. Bila rangsangan panjang gelombang cahaya telah cukup memadai untuk menghambat pelepasan GIH maka akan merangsang pelepasan GSH, dimana konsentrasi GIH menurun dan konsentrasi GSH meningkat (Adiyodi dan Adiyodi, 1970 ; Meusy dan Payen, 1988) yang selanjutnya merangsang Vitellogenin Stimulating Ovarian Hormone (VSOH) agar ovarium mensintesa vitellogenin (Meusy dan Payen, 1988 ; Lee dan Watson, 1955). Vitellogenin adalah substansi kuning telur yang dibentuk selama vitellogenesis. Pada krustacea butiran-butiran minyak nampak pada vitellogenesis akhir; vitelin krustacea adalah gabungan pigmen dengan lipoprotein (high density lipoprotein) yang berwarna orange (Meusy dan Payen, 1988).

Selama penelitian berlangsung terjadi fluktuasi suhu dan salinitas harian yang relatif kecil. Hal ini menunjukkan bahwa fluktuasi suhu yang terjadi selama penelitian masih mendukung pertumbuhan kepiting. Hasil pengamatan suhu air di dalam tambak dan di dalam wadah penelitian relatif sama, karena sirkulasi air relatif lancar. Pada pagi hari didapatkan pada kisaran 29°C - 30°C dan pada sore hari 30°C - 33°C . Hal ini didukung dengan pernyataan Jati (1985) bahwa kepiting bakau dapat mentoleransi kisaran suhu dan salinitas yang luas yaitu antara 5°C - 36°C .

Derajat keasaman (pH) air selama penelitian berkisar antara 7,0 - 7,5. Keadaan ini menunjukkan bahwa pH air pemeliharaan berada pada kisaran yang netral dan agak alkalis, sehingga memungkinkan bagi kehidupan kepiting. Sebagaimana pernyataan Jati (1985) bahwa kepiting bakau dapat hidup pada perairan dengan pH 6,5 - 6,8.

Kecerahan air selama penelitian mencapai 100 % menunjukkan bahwa penetrasi cahaya ke dalam air cukup baik, sehingga penetrasi warna cahaya yang diharapkan masuk ke dalam wadah pemeliharaan dapat tercapai.

Kimia Fisika Media Pemeliharaan

Hasil pengamatan kualitas air selama penelitian berlangsung (Lampiran 4) menunjukkan bahwa keadaan salinitas, suhu, pH dan kecerahan masih berada pada kisaran yang layak bagi kehidupan kepiting (Tabel 5).

Tabel 5. Nilai beberapa parameter kualitas air selama penelitian.

Peubah lingkungan	Nilai	Waktu pengamatan
Salinitas ($^{\circ}/\text{oo}$)	19 - 32	Pagi, siang dan sore
S u h u ($^{\circ}\text{C}$)	29 - 33	s.d.a
pH	7,0 - 7,5	s.d.a
Kecerahan (%)	100	siang

Dari hasil pengamatan terhadap salinitas air selama penelitian berlangsung menunjukkan bahwa, salinitas air tambak terus meningkat, yaitu dari $19^{\circ}/\text{oo}$ pada awal penelitian menunjukkan $32^{\circ}/\text{oo}$ pada akhir penelitian. Pada kondisi yang demikian kepiting masih dapat mentolerir salinitas air tambak bagi kelangsungan hidup, Hill (1974) mengemukakan bahwa kepiting bakau dapat hidup pada salinitas $0^{\circ}/\text{oo} - 60^{\circ}/\text{oo}$.

Intensitas cahaya dalam wadah percobaan berbeda dengan intensitas cahaya di luar wadah (Tabel 6), kecilnya intensitas cahaya di dalam wadah percobaan dibandingkan dengan di luar wadah disebabkan oleh plastik yang digunakan untuk menutup wadah pemeliharaan. Perbedaan warna plastik penutup juga menyebabkan intensitas cahaya dalam wadah berbeda.

Pada tabel intensitas cahaya menunjukkan bahwa perlakuan warna cahaya sekaligus mereduksi intensitas cahaya yang masuk ke dalam wadah pemeliharaan. Dan intensitas cahaya yang masuk ke dalam wadah pemeliharaan selama penelitian berlangsung, masih berada dalam kisaran yang layak bagi setiap perlakuan warna cahaya.

Tabel 6. Intensitas cahaya (Lux) selama penelitian

Perlakuan cahaya	Pagi (Lux) (%)	Siang (Lux) (%)	Sore (Lux) (%)
B i r u	(500) (7)	(6000) (21)	(2000) (13)
Hijau	(600) (9)	(7000) (24)	(2200) (14)
Kuning	(700) (10)	(8000) (28)	(3000) (19)
Putih	(900) (13)	(11000) (38)	(4000) (25)
Luar Wadah	(7000) (100)	(29000) (100)	(16000) (100)

Kelayakan intensitas cahaya pada tabel di atas dapat dijelaskan bahwa intensitas cahaya pada pagi hari hanya berkisar 7 - 13 %, siang hari berkisar 21 - 38 %, dan sore hari berkisar 13 - 25 %, dan dibandingkan di luar wadah yang mempunyai intensitas cahaya yang tinggi sampai 100 %, yang merupakan intensitas cahaya alami. Dengan demikian kisaran intensitas cahaya (Lux) yang masuk ke dalam wadah pemeliharaan masih layak bagi pematangan gonad kepiting uji selama penelitian berlangsung. Sebagaimana pernyataan Primavera (1985) bahwa perangsangan pematangan gonad kepiting dapat dilakukan dengan warna cahaya biru, atau hijau dan penurunan intensitas sebesar 10 - 60 % dari intensitas cahaya alami.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pengamatan selama penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

Perlakuan warna cahaya dan waktu pengamatan mempunyai pengaruh yang sangat nyata terhadap proses perkembangan gonad kepiting bakau (TKG dan IKG), dimana warna cahaya hijau dan kuning lebih efektif dalam merangsang proses kematangan gonad kepiting bakau (*Scylla serrata*).

Saran

Perlu penelitian lanjutan mengenai pengaruh warna cahaya terhadap pemijahan dan kualitas telur yang dihasilkan meliputi derajat penetasan (hatching rate) dan kelulusan hidup (survival rate) larva.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyodi, K.G. and R.G. Adiyodi. 1970. Endocrine control of reproduction in Decapod Crustaceans. *Biol. Rev. Cambridge Philos. Soc.*, 45 : 121 - 165.
- Arriola, F.J. 1940. A preliminary study of the life history of *Scylla serrata* (Forsk.). *Philip. J. Sci.* 73 : 437 - 456.
- Balaio, D.O. 1983. Mudcrab "Alimango" Production in Brackishwater Pond With Milkfish. Paper Read During The seminar Workshop On Aquabusiness Project Development Tigbauan, Iloilo, Philipines.
- Barnes, R.D. 1987. *Invertebrata Zoology*. Saunders College Publishing. USA.
- Chamberlain, G.W. 1985. Biology and Control of Shrimp Reproduction In Texas Shrimp Farming Manual by G.W. Agriculture Extention Service.
- Effendie, M.I. 1979. *Metode Biologi Perikanan*. Yayasan Dewi Sri. Bogor.
- Hill, B.J. 1974. Salinity and temperature tolerance of Zoeae of The Portunid Crab, *Scylla serrata* (Forsk.) in an estuary. *Marine Biology*, 25 : 21 - 24.
- Husain, H. 1990. Pengaruh Beberapa Waktu Penangkapan Pada Penangkapan Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) dengan alat tangkap Bubu Piramid. Universitas Hasanuddin. Ujung Pandang.
- Jati, S.S.P. 1985. Penelaahan Beberapa Aspek Biologi Kepiting (*Scylla serrata*) di Pertambakan Muara Gembong Kabupaten Bekasi. Karya Ilmiah. Fakultas Perikanan IPB. Bogor. 21 hal.
- John, S., and P. Sivadas. 1978. Morphological Changes in The development Of The ovary in The eyestalk Ablated Estuarine Crab, *Scylla serrata* (Forsk.). *Mahasagar Bull. Of The Nat. Inst. Of Oceanogr.* 11 : 57 - 62.

- Lee, R.F. and A.Walker. 1995. Lipovitellin and Lipid droplet Accumulation In Oocytes During Ovarian Maturation In The Blue Crab, *Callinectes Sapidus*. The J. Of Exp.Zool., 271 : 401 - 412.
- Lee, C.Y. and R.D.Watson. 1995. In Vitro study Of Vitellogenesis In The Blue Crab (*Callinectes sapidus*) : Site and Control Of Vitellin Syntesis. The J. of Exp. Zool. 271 : 354 - 372.
- Le Reste, L. Feno, and A.Rameloson. 1976. Information On The Biology and Ecology Of The Crab, *Scylla serrata* Forskal in Madagascar. Oceanogr. Biol.ORSTOM.Paris.
- Lockwood, A.P.M. 1967. Aspects Of The Phisiology Of Crustacea. W.H.Freemans and Company. San Fransisco.
- Meusy, J.J., and G.G.Payen. 1988. Female Reproduction in Malacostracan Crustacea. Zool.Sci., 5 : 217 - 265.
- Moosa, M.K., I.Aswandy dan A.Kasry. 1985. Kepiting Bakau *Scylla serrata* (Forskal, 1775) dari Perairan Indonesia. Sumberdaya Hayati Perairan LON-LIPI, Jakarta.
- Motoh, H., D.De La Pena, and E. Tampos. 1977. Laboratory breeding Of The Mudcrab *Scylla serrata* (Forskal) through the Zoeae and Megalopa Stage To The Crab Stage. Sefdec Q.Res.Rep., 1 : 14 - 18.
- Ong, K.S. 1966. Observation On The Post-Larva Life History Of *Scylla serrata* Forskal, Reared In Laboratory. Malay Agri. J., 45 : 429 - 443.
- Perkins, F.J. 1974. The Biologycal Of Estuarine And Coastal Waters. Acad Press Inc New York.
- Primavera, J.H. 1985. A review Of Maturation And Reproduction In Closed Thelycum Penaeids. In Y. Taki, J.H.Primavera, J.A.Llobrera (Ed) Proceedings Of The First International Conference On The Culture Of Penaeids Prawns/Shrimp, 47 - 64. Aquaculture Departement Southeast Asian Fisheries Development Center. Iloilo, Philippines.

- Sarington, E.J.W. 1976. Invertebrates Structure and Function. The English Language Books Society and Nelson, London.
- Sastry, A.N. 1983. Ecological Aspects Reproduction In F.J.Vernberg dan W.B Vernberg (ed). The Biology Of Crustacea ; Environmental Adaptation, 8 : 179 - 270.
- Silversand, C., S.J.Hyllner, and C.Haux. 1993. Isolation, Immunochemical, and Observation Of The Instability Of Vitellogenin From Four Teleosts. The J.Of Exp.Zool., 267 : 587 - 597.
- Stephenson, W. dan B. Campbell. 1960. The Australian Portunids (Crustacea : Portunidae) IV. Remaining Genera. Austr. J.Mar.Freshw.Res., 11 : 111 - 115.
- Soim, A. 1994. Pembesaran Kepiting. Penebar Swadaya Jakarta.
- Vernberg, W.B., and F.J.Vernberg. 1972. Environmental Physiology Of Marine Animals. Spring-Verlag New York Inc. USA.
- Williams, M.J. 1978. Opening of Bivalve Shell By The Mud Crab, *Scylla serrata*. Austr. J. Mar. and Freshw. Res., 29 : 699 - 702.