

**BIOEKONOMI UDANG KARANG (*Panulirus spp.*)
PADA USAHA PERIKANAN TANGKAP SKALA KECIL
DI KABUPATEN KEBUMEN DAN SEKITARNYA**

TESIS

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Mencapai Derajat Sarjana S-2

**Program Pascasarjana Universitas Diponegoro
Program Studi : Magister Manajemen Sumberdaya Pantai**



Diajukan oleh :
FATAH MOCHAMAD DRADJAT
K4A002014

Kepada

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG
2004**

UPT-PUSTAK-UNDIP

LEMBAR PENGESAHAN
BIOEKONOMI UDANG KARANG (*Panulirus spp.*)
PADA USAHA PERIKANAN TANGKAP SKALA KECIL
DI KABUPATEN KEBUMEN DAN SEKITARNYA

NAMA PENULIS : FATAH MOCHAMAD DRADJAT

N I M : K4A002014

Tesis telah disetujui :

Tanggal : 4-Agustus-2004

Pembimbing I



(Dr. Ir. Abdul Ghofar, M.Sc.)

Pembimbing II



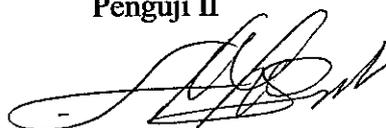
(Ir. Asriyanto, M.S. DFG.)

Penguji I



(Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, MS.)

Penguji II



(Dr. Ir. Azis Nur Bambang, MS.)



Ketua Program Studi

(Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, MS.)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT kami panjatkan atas selesainya penelitian dan penulisan tesis ini. Semoga tulisan ini dapat memberikan sedikit sumbangan bagi siapa saja yang berminat tentang kajian mengenai udang karang.

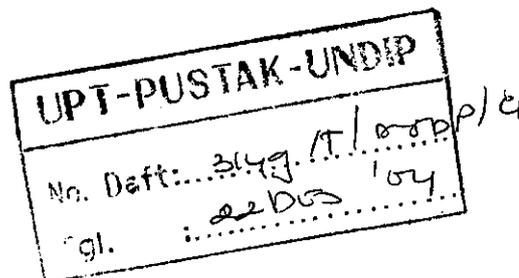
Dalam penulisan tesis ini kami banyak sekali mendapatkan bantuan yang sangat berharga, sehingga akhirnya tulisan ini bisa diselesaikan. Kami mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada :

1. Dr. Ir. Abdul Ghofar, M.Sc, selaku Pembimbing I.
2. Ir. Asriyanto, M.S. DFG., selaku Pembimbing II.
3. Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, MS., selaku Ketua Program Studi.
4. Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, MS., selaku Penguji I.
5. Dr. Ir. Azis Nur Bambang, MS., selaku Penguji II.
6. Ketua TPI Karangduwur dan TPI Argopeni.

Kami menyadari bahwa tulisan ini sangatlah jauh dari sempurna.

Semarang, Juli 2004

Fatah Moch. Dradjat.



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR ILUSTRASI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Permasalahan.....	3
1.3. Tujuan.....	5
1.4. Manfaat.....	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Biologi Udang Karang.....	8
2.2. Keadaan Perairan Selatan Pulau Jawa.....	16
2.3. Penangkapan Udang Karang.....	17
2.4. Tinjauan Stok Udang Karang.....	18
2.5. Aspek Ekonomi Perikanan Udang Karang.....	23
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1. Metode Penelitian.....	27
3.2. Ruang Lingkup Penelitian.....	28
3.3. Lokasi Penelitian.....	28
3.4. Jenis dan Sumber Data.....	28
3.5. Instrumen Penelitian.....	29
3.6. Teknik Pengambilan Sampel.....	29
3.7. Teknik Pengumpulan Data.....	30
3.8. Analisis Data.....	30
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1. Hasil Penelitian.....	35
4.2. Pembahasan.....	56

BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	75
	5.1. Kesimpulan.....	75
	5.2. Saran.....	76
	DAFTAR PUSTAKA.....	77
	LAMPIRAN.....	81

DAFTAR ILUSTRASI

	Halaman
Ilustrasi 1. Skema Pendekatan Masalah.....	7
Ilustrasi 2. Tingkat upaya penangkapan optimum (E^*) dan tingkat upaya- Penangkapan pada kesetimbangan perikanan terbuka.....	25
Ilustrasi 3. Grafik hubungan panjang karapas dan rata-rata berat individu <i>P. homarus</i>	37
Ilustrasi 4. Grafik hubungan panjang karapas dan berat <i>P. ornatus</i>	39
Ilustrasi 5. Plot Von Bertalanffy <i>P. homarus</i>	41
Ilustrasi 6. Plot Von Bertalanffy <i>P. ornatus</i>	42
Ilustrasi 7. Analisis hasil per rekrut relatif (Y'/R) <i>P. homarus</i>	45
Ilustrasi 8. Analisis hasil per rekrut relatif (Y'/R) <i>P. ornatus</i>	46
Ilustrasi 9. Tangkapan (P) udang karang di Kebumen dan upaya (f).....	47
Ilustrasi 10. Grafik Regresi linier dan MSY model Schaefer.....	48
Ilustrasi 11. Grafik Produksi surplus model Schaefer.....	49
Ilustrasi 12. Grafik fluktuasi rata-rata hasil tangkapan bulanan 1996-2003	50
Ilustrasi 13. Grafik fluktuasi pendapatan dan biaya.....	52
Ilustrasi 14. Fluktuasi harga udang terhadap kurs tengah USD.....	69
Ilustrasi 15. Model bioekonomi usaha penangkapan udang karang.....	70
Ilustrasi 16. Fluktuasi keuntungan riil per trip.....	70
Ilustrasi 17. Gambar spesies <i>P. homarus</i>	111
Ilustrasi 18. Gambar spesies <i>P. ornatus</i>	111
Ilustrasi 19. Gambar spesies <i>P. penicillatus</i>	112

Ilustrasi 20. Spesies <i>P. longipes</i>	112
Ilustrasi 21. Gambar spesies <i>P. versicolor</i>	113
Ilustrasi 22. Gambar spesies <i>P. polyphagus</i>	113

DAFTAR TABEL

	Halaman :
Tabel 1. Komposisi spesies udang karang yang diperoleh.....	35
Tabel 2. Komposisi ukuran tiap spesies udang karang.....	35
Tabel 3. Komposisi ukuran panjang karapas sample <i>P. homarus</i>	40
Tabel 4. Komposisi ukuran panjang karapas sample <i>P. ornatus</i>	40
Tabel 5. Hasil penghitungan pendugaan parameter pertumbuhan.....	41
Tabel 6. Parameter pada Penghitungan Y'/R	43
Tabel 7. Hasil tangkapan udang karang.....	47
Tabel 8. Parameter dalam perhitungan produksi surplus model Schaefer	48
Tabel 9. Perbandingan hasil tangkapan per tahun dengan MSY.....	49
Tabel 10. Hasil survei biaya operasional penangkapan udang karang...	51
Tabel 11. Nilai hasil tangkapan dan perkiraan biaya total operasi penangkapan..	51
Tabel 12. Perbandingan hasil operasi rata-rata dengan MSY dan MEY..	54
Tabel 13. Perbandingan indeks harga udang karang dan USD.....	54
Tabel 14. Perkembangan keuntungan dan indeks harga konsumen.....	55
Tabel 15. Simulasi nilai Y'/R pada L_c yang berbeda.....	63
Tabel 16. Perbandingan biaya/trip dengan mesin yang berbeda.....	67
Tabel 17. Keuntungan riil per trip.....	69

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman :
Lampiran 1. Hasil pengamatan panjang karapas (CL) <i>P. homarus</i>	81
Lampiran 2. Hasil pengamatan panjang karapas (CL) <i>P. ornatus</i>	82
Lampiran 3. Hasil pengamatan panjang karapas (CL) <i>P. penicillatus</i>	83
Lampiran 4. Hasil pengamatan panjang karapas (CL) <i>P. longipes</i>	83
Lampiran 5. Hasil pengamatan panjang karapas (CL) <i>P. versicolor</i>	84
Lampiran 6. Panjang karapas (CL) <i>P. polyphagus</i>	84
Lampiran 7. Perhitungan hubungan panjang karapas dan berat tubuh..	85
Lampiran 8. Regresi pada model Schaefer.....	105
Lampiran 9. Hasil tangkapan nelayan Nopember 2003-Februari 2004..	107
Lampiran 10. Biaya yang dikeluarkan dalam usaha penangkapan udang	108
Lampiran 11. Perhitungan biaya penangkapan udang karang per trip/th	109
Lampiran 12. Peta lokasi penelitian.....	110

ABSTRACT

BIOECONOMIC OF SPINY LOBSTER (*Panulirus spp.*) ON SMALL SCALE FISHERIES IN KEBUMEN

The spiny lobster resource in Kebumen has developed into an important commercial fishery resource. Fishing pressure on this resource has increased over the last a few years without a corresponding increase in landings. Some important research needs to be filled before a sound management plan can be developed.

This research was carried on to analyze a biological and an economical aspect of small scale spiny lobster fisheries in Kebumen. Biological aspects are some growth parameters, which analyze by FiSAT II software, spreadsheets, and the Schaefer surplus-production model to estimate the point of MSY. Gordon-Schaefer model used to analyze the bioeconomic aspect. This research was held during January until March 2004.

In this research we found six species of spiny lobster by the composition *Panulirus homarus* (75.2%), *P. ornatus* (13.8%), *P. penicillatus* (7.0%), *P. longipes* (2.4%), *P. versicolor* (1.2%) and *P. polyphagus* (0.4%).

Von Bertalanffy growth-function of *P. homarus* and *P. ornatus* were $L(t) = 10.7(1 - e^{-0.6(t+0.42)})$ and $L(t) = 11.2(1 - e^{-0.52(t+0.41)})$ respectively. *P. homarus* species has natural mortality (M) 1.07 per year, fishing mortality (F) 1.51 per year, total mortality (Z) 2.58 per year and the exploitation rate (E) 0.58 per year. In the mean while, *P. ornatus* has natural mortality (M) 0.92 per year, fishing mortality (F) 1.52 per year, total mortality (Z) 2,45 per year and the exploitation rate (E) 0.62 per year.

Estimation of maximum sustainable yield (MSY) from total spiny lobster annual landing was 13,600 kgs/year. Average of annual landing is about 10.363 kgs, it's mean 76% of MSY, while CCRF was recommend 80% of MSY as total allowable catch. Catch per unit effort (trip) has a tendency to decrease with average catch about 2.2 kg/trip. Economicaly, annual catch could be maximyzed until 12,444 kg as maximum economic yield (MEY), but it's may cause a depletion of the resource.

Since the price has increased in the last six years, average value of the total annual landing more than Rp 1 bilion with spend of Rp 450 million as average cost. The peak in ex-vessel landing value, Rp 1.8 bilion, was attained in 1998.

Keywords : spiny lobster, bioeconomic, MSY, MEY.

RINGKASAN

BIOEKONOMI UDANG KARANG (*Panulirus spp.*) PADA USAHA PERIKANAN TANGKAP SKALA KECIL DI KABUPATEN KEBUMEN DAN SEKITARNYA

Sumber daya udang karang di Kebumen telah berkembang menjadi perikanan komersial yang cukup penting. Tekanan akibat penangkapan pada sumber daya ini meningkat pada beberapa tahun terakhir ini tanpa peningkatan yang berarti pada hasil tangkapannya. Sebelum menetapkan perencanaan pengelolaan sumber daya udang karang ini, perlu dilakukan serangkaian penelitian terlebih dahulu.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa aspek biologi dan bioekonomi pada usaha penangkapan udang karang skala kecil di Kebumen. Penghitungan parameter pertumbuhan menggunakan *software* FiSAT II, *spreadsheet* Froese, et al (2000¹) dan Froese, et al (2000²). Untuk memperkirakan nilai hasil tangkapan maksimum lestari (MSY) menggunakan model produksi surplus dari Schaefer. Telaah mengenai aspek bioekonomi menggunakan model Gordon-Schaefer. Penelitian ini dilakukan dari bulan Januari hingga Maret 2004.

Pada penelitian ini dijumpai 6 spesies udang karang dengan komposisi sebagai berikut : *P. homarus* (75,2 %), *P. ornatus* (13,8 %), *P. penicillatus* (7 %), *P. longipes* (2,4 %), *P. versicolor* (1,2 %) dan *P. polyphagus* (0,4 %).

Persamaan pertumbuhan Von Bertalanffy *P. homarus* pada penelitian ini $L_{(t)} = 10,7 (1 - e^{-0,6(t+0,42)})$. Kematian alami (M) 1,07 per tahun, kematian akibat penangkapan (F) 1,51 per tahun, kematian total (Z) 2,58 per tahun dan tingkat eksploitasi (E) 0,58 per tahun. Persamaan pertumbuhan Von Bertalanffy *P. ornatus* pada penelitian ini menunjukkan $L_{(t)} = 11,2 (1 - e^{-0,52(t+0,41)})$. Kematian alami (M) 0,92 per tahun, kematian akibat penangkapan (F) 1,52 per tahun, kematian total (Z) 2,45 per tahun dan tingkat eksploitasi (E) 0,62 per tahun.

Estimasi hasil tangkapan maksimum lestari (MSY) sebesar 13.600 kg per tahun. Hasil tangkapan rata-rata 10.363 kg per tahun, atau sekitar 76% nilai MSY, sementara itu CCRF memberikan rekomendasi jumlah tangkapan yang dibolehkan sebesar 80% nilai MSY. Hasil tangkapan per satuan upaya menunjukkan kecenderungan yang menurun, dengan rata-rata hasil tangkapan 2,2 kg/trip. Hasil maksimum ekonomi (MEY) sebenarnya masih dapat ditingkatkan lagi hingga sebesar 12.444 kg per tahun namun cukup berbahaya bagi kelestarian sumber daya udang karang.

Sejak adanya kenaikan harga udang dalam enam tahun terakhir ini, nilai rata-rata hasil tangkapan lebih dari Rp 1 milyar/tahun, dengan biaya operasi rata-rata Rp 450 juta. Hasil yang diperoleh mencapai puncaknya sebesar Rp 1,8 milyar pada tahun 1998.

Kata kunci : udang karang, bioekonomi, MSY, MEY.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perairan Indonesia yang beriklim tropis membawa konsekwensi suburnya terumbu karang, yang merupakan habitat bagi udang karang (*Panulirus spp.*). Dari seluruh produksi udang laut, udang karang merupakan komoditas penting kedua setelah udang penaeid. Oleh karena itu udang karang merupakan komoditas perdagangan penting yang menarik untuk diusahakan penangkapannya.

Secara umum, potensi total udang karang di perairan Indonesia sebesar 4.800 ton dengan tingkat pemanfaatan pada tahun 1997 sebesar 46%. Potensi yang cukup tinggi antara lain terdapat di wilayah perairan Samudra Indonesia sebesar 1.600 ton dengan tingkat pemanfaatan sebesar 45% (Widodo, et.al(ed). 1998). Sedangkan hasil penelitian DKP-LIPI tahun 2001 menunjukkan potensi udang karang di Samudra Hindia tahun 2001 adalah sebagai berikut : Luas sebaran 1.542 km², densitas 2,08 ton/km², potensi 1.600 ton/tahun, produksi 160 ton, sehingga tingkat pemanfaatan baru sebesar 10%. Menurut Nitimulyo, et.al (1996) potensi lestari udang karang di Laut Selatan Jawa sebesar 234 ton pertahun, namun demikian pada daerah-daerah tertentu telah dimanfaatkan secara sangat intensif. Daerah perairan tersebut antara lain Pantai Pangandaran, Pantai Selatan DI Yogyakarta, Cilacap dan Kebumen.

Kabupaten Kebumen terletak pada koordinat 109°21" - 110°60" BT dan 07° - 08° LS, dengan luas wilayah 1.281,12 km² pada ketinggian 0 - 1.500 m. Daerah ini berbatasan masing-masing sebelah barat dengan Kabupaten Banyumas dan Cilacap, sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Purworejo, sedangkan

sebelah selatan dengan Samudra Hindia. Panjang garis pantai Kabupaten Kebumen adalah 96 km dan sebagian besar kegiatan usaha penangkapan ikan oleh nelayan mengarah ke laut lepas.

Nelayan di Kabupaten Kebumen tergolong sebagai nelayan kecil, yang pada umumnya beroperasi dengan jarak jangkauan sekitar 3 – 5 mil dari garis pantai. Mereka menggunakan perahu bercadik yang terbuat dari fiberglass dengan ukuran 9,0 x 0,8 x 0,7 m. Alat tangkap yang digunakan ada beberapa macam, yaitu Gillnet monofilamen, Trammelnet, Lampara dasar, Pancing rawai dan Bintur (Krendet).

Tempat Pelelangan Ikan (TPI) yang ada di Kabupaten Kebumen adalah TPI Pasir di Teluk Plawongan, TPI Karangduwur di Teluk Manganti dan TPI Argopeni di Teluk Padalen. Dari tiga TPI yang ada, dua diantaranya potensial menghasilkan udang karang, yaitu TPI Karangduwur dan TPI Argopeni.

Selama tahun 2002, di TPI Karangduwur didaratkan 6.619 kg udang karang senilai Rp. 789,7 juta. Sementara itu di TPI Argopeni didaratkan 1.012,4 kg senilai Rp. 99,4 juta. Alat tangkap yang digunakan adalah jaring Sirang (Gillnet monofilamen), dengan puncak musim penangkapan antara bulan Nopember sampai dengan Januari.

Harga udang karang ini relatif tinggi, yaitu sekitar Rp. 100.000 – Rp. 200.000 /kg. Karena itu sering terjadi penangkapan yang melupakan segi kelestarian sumber daya maupun kualitas udang karang. Sering udang ukuran kecilpun ditangkap meski harganya tentu saja lebih murah. Selain itu harga udang

ditentukan juga oleh jenis udang karang, untuk yang mempunyai sintasan tinggi, harga akan tinggi, demikian pula sebaliknya (Suryaningrum, et.al 2001).

Upaya penangkapan udang karang yang tidak terkontrol dapat mengancam kelestarian dan menghancurkan potensi ekonomis yang terkandung di dalamnya. Masalah pengurasan (*depletion*) sumber daya perikanan demikian, oleh A.G. Huntsman (1944) dalam Marahuddin dan Smith (ed) (1986), dirumuskan dalam bahasa ekonomi sebagai 'keadaan di mana tangkapan dibandingkan dengan upaya tidak mampu menghasilkan suatu kehidupan yang layak bagi nelayan'. Untuk menghindari kondisi demikian, perlu adanya suatu manajemen stok dan tersedianya data biologi dan ekonomi perikanan udang karang yang baik.

1.2. Permasalahan

Upaya penangkapan udang karang di suatu perairan, idealnya didukung oleh beberapa informasi penting mengenai biologi, ekonomi dan pengkajian stok. Informasi stok meliputi data total hasil tangkapan, jumlah upaya penangkapan dan hasil tangkapan per satuan upaya (CPUE). Aspek biologi meliputi ukuran panjang dan berat, umur, rasio kelamin dan lain-lain (Gulland, 1983). Sedangkan aspek ekonomi perikanan udang penting sekali untuk menentukan kelayakan usaha.

Di perairan Indo-Pasifik barat diketahui terdapat 11 spesies udang karang dari marga *Panulirus* dan enam diantaranya terdapat di perairan Indonesia. Spesies yang terdapat di Indonesia adalah *Panulirus homarus*, *P. penicillatus*, *P. ornatus*, *P. polyphagus*, *P. versicolor* dan *P. longipes*. Masing-masing spesies ini memiliki sifat biologi dan habitat yang khas (Moosa dan Aswandy, 1984).

Perbedaan sifat biologi dan habitat ini akan menyebabkan parameter pertumbuhan yang berbeda-beda sehingga akan mempengaruhi besarnya populasi yang ada di suatu wilayah perairan. Ukuran besarnya populasi dan dinamikanya sangat penting diketahui untuk menentukan kebijakan pengelolaan terhadap sumber daya. Oleh karena itu, perlu diteliti untuk mengetahui spesies yang ada di wilayah perairan Kebumen beserta dinamika populasinya.

Meskipun komoditas udang karang memiliki daya tarik ekonomi yang tinggi untuk diusahakan, namun prinsip kehati-hatian (*precautionary approach to fishery management*) dalam pemanfaatan sumber daya harus tetap diperhatikan. Prinsip kehati-hatian tersebut akan memberikan aliran manfaat yang terus menerus sepanjang tahun, sehingga nilai sekarang (*present value*) sumber daya ikan akan semakin besar. Sebaliknya, jika penangkapan dilakukan secara tidak semestinya, pemulihan stok tidak akan terjadi dan aliran manfaat hanya diperoleh untuk masa yang singkat, sehingga *present value* sumber daya ikan berkurang (Nikijuluw, 2002).

Penangkapan udang karang di Kebumen dilakukan sebagai usaha perikanan tangkap skala kecil, yang dicirikan oleh ukuran perahu yang kecil, alat tangkap yang dibawa terbatas, kapasitas mesin 5 – 15 PK serta beroperasi hanya sehari (*one day fishing*). Batas ukuran minimum tangkap yang dibolehkan tidak diperhatikan. Ukuran ini sangat erat kaitannya dengan kematangan gonad, sebagai contoh, pada *Panulirus versicolor* terjadi setelah panjang karapas (CL) mencapai 66 mm dan *P. homarus* pada ukuran CL 54 mm (Dirjen Perikanan, 1996).

Penambahan armada tangkap yang beroperasi di perairan pantai Kebumen dari tahun ke tahun semakin meningkat. Ukuran dan daya masing-masing kapal relatif sama, sehingga mereka beroperasi pada daerah yang sama pula. Keadaan ini perlu diperhatikan, apakah pengoperasian masing-masing unit upaya dapat memberikan keuntungan yang memadai dan sebanding dengan besarnya modal yang diinvestasikan.

Usaha perikanan tangkap sebagai mana usaha lainnya, ditujukan untuk memperoleh keuntungan ekonomi. Bila diasumsikan bahwa harga udang per kilogram dan biaya penangkapan per unit upaya adalah tetap, maka keuntungan usaha penangkapan udang karang tersebut adalah total pendapatan dikurangi dengan total biaya penangkapan.

1.3. Tujuan

1.3.1. Tujuan umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pengusahaan optimum perikanan tangkap udang karang dari aspek biologi dan aspek ekonomi di Kabupaten Kebumen.

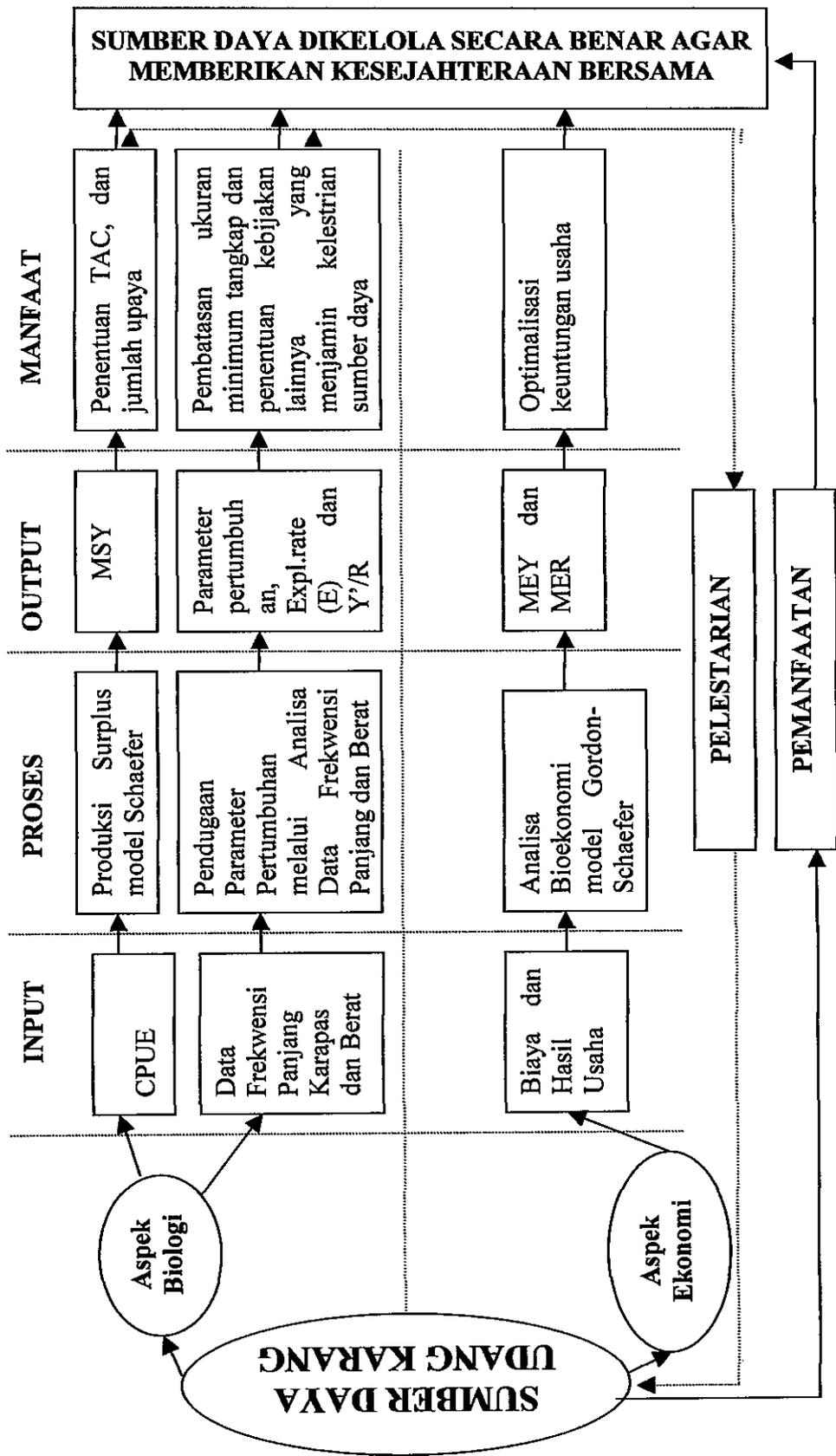
1.3.2. Tujuan khusus

1. Mengetahui parameter pertumbuhan dan hasil tangkapan per satuan upaya (CPUE).
2. Mengetahui komposisi ukuran hasil tangkapan melalui pengukuran panjang karapas (CL) dan berat individu spesies udang karang yang dominan.

3. Mengetahui nilai *maximum economic yield* (MEY) dan upaya Maksimumnya (f_{MEY}) pada penangkapan udang karang di Kebumen.
4. Mengetahui tingkat pendapatan optimum atau *maximum economic rent* (MER) dan upaya optimumnya (f_{MER}) pada penangkapan udang karang di Kebumen.
5. Menentukan status perikanan tangkap udang karang di Kebumen dan mengidentifikasi alternatif kebijakan untuk pengelolaan secara lestari.

1.4. Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai :(i) masukan untuk penyusunan kebijaksanaan dalam pengelolaan penangkapan udang karang; (ii) sebagai pertimbangan bagi investor dalam melakukan investasi pada sektor usaha penangkapan udang karang di Kabupaten Kebumen.



Ilustrasi 1. Skema pendekatan masalah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Biologi Udang Karang

2.1.1. Sistematika udang karang

Yang termasuk dalam kelompok udang karang meliputi familia Palinuridae, Homaridae, Astacidae dan Scyllaridae. Dari empat familia ini yang terpenting adalah Homaridae dan Palinuridae. Homaridae hanya ada di daerah sub tropis, sedangkan Palinuridae terdapat di daerah sub tropis maupun daerah tropis (Subani, 1978).

Klasifikasi udang karang menurut Waterman dan Chase (1960) dalam Moosa dan Aswandy (1984) adalah sebagai berikut :

Induk Kelas	: Crustacea
Kelas	: Malacostraca
Anak Kelas	: Eumalacostraca
Induk Ordo	: Eucarida
Ordo	: Decapoda
Seksi	: Macrura
Induk Suku	: Scyllaridae
Suku	: Palinuridae
Marga	: Panulirus
Spesies	: <i>Panulirus spp.</i>

Tubuh udang karang sendiri memiliki beberapa warna yang membentuk pola-pola tertentu (hijau, merah, biru, ungu, kuning dan abu-abu). Pola-pola warna

yang terlihat pada udang karang ini memudahkan untuk mengidentifikasi jenisnya (George, 1967 dalam Subani, 1983).

Seperti halnya pada golongan udang lainnya, badan udang karang beruas-ruas, mempunyai karapas yang tebal, kaku dan berduri-duri pendek yang kuat. Antenna cukup panjang, kaku dan berduri kasar. Mempunyai lima pasang kaki jalan dan lima pasang kaki renang. Badan agak memanjang, tidak terdapat capit pada pasangan kaki jalan, kecuali pada udang karang betina yang memiliki capit pada kaki jalan ke lima yang berfungsi untuk merobek kantong sperma pada saat pembuahan. Sungut pertama (*antennula*) tumbuh sempurna, terlebih sungut kedua atau antenna melebihi panjang badannya. Hampir seluruh tubuhnya ditutupi oleh kulit yang keras dari zat kapur, selain itu terdapat duri-duri keras terutama di bagian atas kepala dan antenna (Subani, 1983).

2.1.2. Habitat dan distribusi

Dari sekitar 19 spesies *Panulirus* yang ada di dunia, 12 spesies tersebar di perairan tropis dan tujuh spesies di antaranya terdapat di Indonesia (Suman, et.al 1994). Namun yang banyak ditemukan hanya enam jenis saja, yaitu udang batu (*Panulirus penicillatus*), udang pantung (*P. Homarus*), udang mutiara (*P. Ornatus*), udang cemara (*P. Versicolor*), udang bunga (*P. Longipes*), dan udang jarak (*P. Polyphagus*). Subani, et.al (1991) dalam pengamatannya menemukan enam spesies udang karang di perairan selatan Jawa Barat, yaitu *Panulirus homarus*, *P. penicillatus*, *P. longipes*, *P. ornatus*, *P. versicolor* dan *P. polyphagus*. Spesies yang dominan terdapat di perairan ini adalah *P. homarus* kemudian *P.*

penicillatus. Pada penelitian yang dilakukan oleh Wirosaputro (1996) di perairan pantai Yogyakarta (Gunung Kidul) antara bulan November 1995 sampai Februari 1996, ditemukan enam spesies dengan urutan dominansinya yang terbanyak sebagai berikut : *Panulirus penicillatus* (56,48%), *P. homarus* (30,38%), *P. longipes* (6,73%), *P. ornatus* (5,40%), *P. versicolor* (0,95%) dan *P. polyphagus* (0,06%).

Udang karang hampir sepanjang hidupnya memilih tempat yang berbatu karang, di balik batu karang yang hidup ataupun yang sudah mati, pada pasir berbatu karang halus atau tempat-tempat yang berbatu karang di sekitar pulau-pulau sepanjang pantai atau teluk. Cobb and Phillips (1980) menyatakan bahwa udang karang banyak ditemukan di perairan pantai khususnya pada dasar yang berkarang atau terumbu karang dan kadang-kadang ditemukan pada dasar berpasir campur tanaman air. Daerah-daerah yang terlindung dan perairan yang relatif tenang lebih disukai oleh hewan ini.

Udang karang pada siang hari bersembunyi di antara karang, gua-gua karang, pada malam hari keluar dari tempat persembunyiannya, mengembara mencari makanan hingga ditempat-tempat yang relatif dekat sekali dengan daratan pantai terutama pada waktu air pasang. Udang karang sering dijumpai pada kedalaman air berkisar antara 5 – 30 meter, sedangkan pada perairan yang jernih masih dapat dijumpai sampai kedalaman 90 meter. Kadar garam berkisar antara 25 – 40 permil dengan suhu air antara 26°C - 28°C atau lebih menyukai air yang dingin (Cobb and Phillips, 1980).

Masing-masing spesies udang karang mempunyai ciri khas yang tampak pada warna tubuhnya. Beberapa sifat, ukuran, habitat dan warna dari masing-masing spesies yang dijumpai di Indonesia adalah sebagai berikut (Wirosaputro, 1996 dan Purnomo, 1999) :

- a. *Panulirus homarus* ; habitatnya di lingkungan perairan dangkal pada kedalaman 1 – 90 m , terutama pada kedalaman antara 1 – 5 m. Menyenang di daerah yang berkarang, kadang dijumpai di daerah yang keruh . Hidup bergerombol terutama pada malam hari. Ukuran badan maksimum 31 cm, rata-rata panjang badan 20 – 25 cm dengan panjang karapas sekitar 12 cm. Spesies ini mempunyai warna dasar kehijauan atau kecoklatan dengan dihiasi oleh bintik terang tersebar di seluruh permukaan segmen abdomen. Pada kaki terdapat bercak putih.
- b. *Panulirus penicillatus* ; habitatnya pada perairan yang berkarang dengan kedalaman 1 – 4 m. Menyenang di perairan yang jernih dan tidak dialiri sungai, sering berada di daerah yang bergelombang atau berombak. Sering dijumpai berada pada perairan dekat pantai dari pulau-pulau kecil. Udang ini tidak berkelompok dan aktif pada malam hari, sedangkan pada siang hari bersembunyi di lubang-lubang karang. Ukuran panjang badan total maksimum sekitar 40 cm, rata-rata dewasa pada ukuran panjang badan 30 cm. Ukuran yang jantan lebih besar dibandingkan udang yang betinanya. Udang ini mempunyai warna yang bervariasi dari hijau muda, hijau kecoklatan sampai hijau gelap. Bagian abdomen mempunyai bintik yang tidak jelas. Kaki jalan mempunyai garis putih dengan warna pucat

memanjang pada setiap ruas kaki, bintik lebih jelas pada bagian *pleura*. Warna dasar adalah hijau muda sampai hijau kecoklatan. Udang jantan berwarna lebih gelap dari pada udang yang betina.

- c. *Panulirus longipes* ; tinggal pada perairan yang jernih dengan kedalaman 1 – 18 m, pada lokasi yang berbatu karang. Aktif pada malam hari dan tidak berkelompok. Panjang total maksimum 30 cm, rata-rata 20 – 25 cm. Panjang karapas maksimum 12 cm, dengan rata-rata 8 – 10 cm. Yang betina mulai bertelur pada panjang total 14 cm. Udang ini mempunyai warna dasar kecoklatan dengan warna kebiruan pada ruas I antenanya. Abdomen berbintik putih dengan warna kaki pucat memanjang pada setiap ruas kaki.
- d. *Panulirus polyphagus* ; tinggal pada lingkungan yang berlumpur dan terkadang pada dasar perairan yang berbatu-batu, sering ditemukan dekat mulut sungai yang airnya keruh. Hidup pada kedalaman 3 – 90 m, tetapi biasanya pada kedalaman sekitar 40 m. Ukuran panjang badan total maksimum sekitar 40 cm, dengan rata-rata 20 – 25 cm. Udang ini mempunyai warna dasar hijau muda kebiruan dengan garis putih melintang terdapat pada setiap segmen. Kaki jalan mempunyai bercak putih.
- e. *Panulirus versicolor* ; tinggal pada lingkungan perairan yang dangkal mulai dari daerah pantai hingga kedalaman 15 m, pada daerah berbatu karang. Menyenangi perairan yang jernih dan juga perairan yang bergelombang. Aktif pada malam hari dan tidak berkelompok. Siang hari

bersembunyi dalam celah dan lubang-lubang yang ada di karang. Panjang badan total maksimum 40 cm, rata-rata kurang dari 30 cm. Udang ini mempunyai warna dasar hijau terang dengan garis putih melintang yang diapit oleh garis hitam. Pada udang yang masih muda warna dasarnya adalah kebiruan atau keunguan.

- f. *Panulirus ornatus* ; tinggal pada perairan yang dangkal pada kisaran kedalaman 1 – 8 m, kadang-kadang juga ditemukan pada perairan pantai yang keruh. Menyenangai dasar perairan yang berpasir dan berlumpur, terkadang pada dasar perairan yang berkarang, sering dijumpai di dekat mulut sungai. Udang ini mempunyai warna dasar biru kehijauan sampai biru kekuningan. Segmen abdomen berwarna kegelapan pada bagian tengah dan bagian sisi mempunyai bercak putih, demikian pula kaki-kakinya.

Makanan yang disukai oleh udang karang adalah hampir semua hewan-hewan dasar. Beberapa hewan dasar yang sering menjadi makanan udang karang adalah moluska dan ekinodermata. Moluska yang dinamakan di antaranya gastropoda dan bivalvia. Ekinodermata yang dimakan diantaranya adalah bulu babi, bintang laut, teripang, lili laut dan sebagainya (Moosa dan Aswandy, 1984).

2.1.3. Perkembangbiakan

Awal matang gonade pada udang karang bervariasi tergantung jenis kelamin, tempat dan kecepatan pertumbuhannya. Kematangan gonade pada udang

jantan dimulai pada ukuran karapas lebih besar dari 10,8 cm dan pada betina pertama kali matang gonade pada ukuran karapas 8,0 cm. Umur pertama kali matang gonade ditaksir antara 5 – 8 tahun (Cobb *and* Phillips, 1980).

Menurut Moosa dan Aswandy (1984), pada waktu pemijahan, udang jantan mengeluarkan massa spermatoforik dan meletakkannya di bagian dada betina mulai belakang celah genital sampai ujung belakang dada atau kaki jalan ketiga, keempat dan kelima. Peletakan massa spermatoforik ini berlangsung beberapa waktu sebelum telur dikeluarkan. Massa spermatoforik yang baru dilepaskan sifatnya lunak, jernih untuk kemudian agak mengeras dan warnanya berubah menjadi kehitaman dan membentuk selaput pembungkus di lapisan luar atau semacam kantong sperma. Pembuahan terjadi segera setelah telur dikeluarkan dan ditarik ke arah abdomen yaitu dengan cara merobek selaput spermatoforik oleh pihak betina dengan menggunakan cakar berupa capit yang terdapat pada ujung pasangan kaki jalan kelima. Oleh Bal *and* Rao (1979), dikatakan bahwa udang karang mempunyai periode pemijahan yang panjang dengan puncaknya pada bulan Nopember sampai Desember. Setiap individu hanya sekali memijah dalam setahun.

2.1.4. Siklus hidup

Seperti halnya pada crustacea yang lain, larva udang karang yang baru menetas dari telurnya tidak langsung berbentuk seperti induknya, tetapi mengalami beberapa perubahan bentuk stadia. Oleh Bardach *et.al* (1972) dikatakan bahwa larva yang baru menetas mempunyai beberapa tingkatan.

Tingkatan pertama dinamakan *phyllosoma* dengan ukuran 0,2 – 0,3 mm. Larva ini bersifat planktonik dengan membentangkan kaki-kakinya, termasuk larva fototrofik negatif dengan mengadakan migrasi vertikal secara diurnal. Lama fase ini adalah 2 – 6 bulan, hingga masuk ke fase yang kedua yaitu fase *puerulus*.

Larva *puerulus* sudah hampir menyerupai tingkat dewasa tetapi tembus cahaya dan kulitnya masih kekurangan zat kapur. Larva *puerulus* ini akan berubah menjadi juvenil yang mempunyai panjang kira-kira 2,1 cm dan mendiami dasar perairan. Setelah beberapa kali terjadi pergantian kulit, maka juvenil berubah menjadi udang karang dewasa.

Menurut Moosa dan Aswandy (1984), larva udang karang mengalami tingkatan-tingkatan yang bereaksi khusus terhadap intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan. Larva *nauplisoma* menghindari cahaya, bersembunyi dan tinggal di celah-celah batu atau karang untuk berlindung. Tingkat awal *phyllosoma* sangat menyenangi cahaya dan biasanya ditemukan bergerombol di dekat permukaan air. Tingkat *phyllosoma* menengah pada siang hari turun pada lapisan air yang lebih dalam dan akan naik pada waktu malam hari. Keadaan ini lebih nyata pada *phyllosoma* tingkat akhir, terutama pada tingkat *puerella* karena biasanya ditemukan melayang pada lapisan permukaan. Semua tingkat *phyllosoma* hidupnya melayang sebagai plankton. Pada waktu terjadi proses pengapuran dan terus hingga menjadi dewasa, udang karang akan menjauhi cahaya walaupun dalam keadaan intensitas yang rendah.

Siklus hidup udang karang yang cukup rumit dan memakan waktu yang cukup panjang ini dapat dilihat pada *P. argus* sebagai contoh. Pada *P. argus*,

perkembang biakan dan *spawning* biasanya terjadi pada hamparan karang yang paralel dengan pantai. Larva yang dihasilkan disebut *phyllosoma*, segera terbawa arus laut dan jarang yang menemukan jalan menuju tepi pantai atau perairan teluk (Menzies and Kerriigan, 1980).

Fase planktonis-pelagis berlangsung antara enam sampai satu tahun, tergantung spesies. Selama periode ini larva berkembang melewati 10 – 12 tingkatan untuk bermetamorfosa menuju tingkatan *puerulus*, yang menandai permulaan sebagai benthos. *Phyllosoma* dicirikan oleh tubuh yang transparan, lurus, berkaki panjang, bentuk tubuhnya mempunyai daya apung yang maksimal. Sementara itu puerulus meskipun tetap transparan dan sedikit lurus, tampak seperti udang karang kecil. Beberapa hari setelah selesainya tahap post larva, akan terjadi pigmentasi di tubuhnya.

Siklus hidup selanjutnya membutuhkan sekitar tiga tahun menetap di area pengasuhan (*nursery*) di teluk atau dekat pantai, hingga mencapai ukuran panjang karapas (CL) sekitar 75 – 85 mm atau berat tubuh sekitar 340 gr. Setelah fase pengasuhan, udang karang umumnya keluar menuju hamparan karang di lepas pantai dimana mereka akan menghabiskan sebagian besar sisa hidupnya.

2.2. Keadaan Perairan Selatan Pulau Jawa

Penyebaran suhu dan salinitas permukaan sampai kedalaman 50 meter memberikan gambaran bahwa di selatan Jawa Barat lebih tinggi dari pada di selatan Jawa Timur, yaitu mempunyai suhu >29 °C dan salinitasnya berkisar antara 33 – 33,5 permil. Lapisan termoklin di perairan pantai berada pada

kedalaman antara 100 – 150 meter, sedangkan di perairan jauh ke tengah (lepas pantai) lapisan termoklin berada pada kedalaman 150 – 200 meter (Badan Riset DKP, 2001).

Suhu air di daerah permukaan selama bulan Oktober – Nopember 2001 berkisar antara 26,7 – 28,9 °C. Sementara *upwelling* berlangsung pada suhu 26,2 °C di selatan pulau Jawa. Makin ke timur maka *upwelling* ini semakin mendekati pantai. Sebaran salinitas permukaan berkisar antara 32,5 – 34,2 permil, dimana salinitas rendah umumnya terdapat di selatan Cilacap dan salinitas tinggi terdapat di selatan Bali (DKP-LIPI, 2001). Pada kedalaman antara 100 – 150 meter, terjadi penurunan suhu menjadi 20,4 – 26,4 °C, sebaliknya salinitas meningkat menjadi 34,2 – 34,5 permil. Pada kedalaman 150 meter, salinitas rendah umumnya terdapat di selatan Lombok dan salinitas tinggi terdapat di selatan Jawa Barat, namun gradien salinitas relatif kecil yaitu antara 34,4 – 34,6 permil.

Dari sebaran suhu dan salinitas yang digambarkan di atas dapat dikatakan bahwa kedalaman 150 meter masih terletak pada lapisan termoklin (Badan Riset DKP, 2001).

2.3. Penangkapan Udang Karang

Perkembangan perikanan skala kecil di perairan selatan Jawa Tengah hingga saat ini masih belum menunjukkan peningkatan yang berarti jika dibandingkan dengan pantai utara Jawa Tengah. Keadaan tersebut antara lain disebabkan oleh kondisi perairan yang bersifat terbuka (laut lepas/samudra), mempunyai gelombang besar (tinggi gelombang 0,5 – 2 m) dan bentuk pantai

yang curam, sehingga hampir tidak ada pesisir yang aman untuk pendaratan perahu terutama bagi kapal nelayan yang kebanyakan berukuran kecil. Lokasi yang termasuk aman adalah pesisir Cilacap dan Kebumen (Junus, et. al 2000).

Perahu nelayan di daerah Kebumen umumnya terbuat dari bahan fiberglass dan berukuran kecil (9,0 X 0,8 X 0,7 m) dengan menggunakan mesin penggerak berupa motor tempel atau motor poros panjang yang berukuran 5 – 15 PK. Oleh karenanya jangkauan operasinya terbatas pada areal tertentu saja (sekitar 5 mil dari garis pantai) dan alat tangkap yang digunakan juga terbatas pada alat-alat tangkap yang mempunyai ukuran (volume) yang relatif kecil karena terbatasnya ruang pada perahu tersebut.

Usaha penangkapan udang karang di TPI Argopeni dan TPI Karangduwur menggunakan alat jaring sirang (gill net monofilamen). Jaring sirang berbentuk empat persegi panjang yang terbuat dari webbing bahan PA monofilamen, Ø benang 0,35 mm, *mesh size* 3,5 inchi, panjang (*l*) 40 meter, dalam (*h*) 3,5 meter dan pengerutan sebesar 60 %. Tali ris atas PE 4 mm dan 3 mm, tali ris bawah PE 2 mm, pelampung dari gabus, tali ris PE 6 mm dan diberi pemberat dari batu. Satu unit terdiri dari 4 set (4 x 10 pieces).

Jaring sirang dipasang sejajar dengan garis pantai atau memotong arus pasang surut pada daerah batu karang atau pasir karang halus. Jaring dipasang (*setting*) pada sore hari dan diangkat (*hauling*) pada pagi hari keesokan harinya.

2.4. Tinjauan Stok Udang Karang

Ukuran dari suatu jenis ikan dalam suatu perairan dapat dinyatakan dalam jumlah atau berat total individu. Untuk mengukur jumlah atau biomassa suatu stok ikan di laut sulit dilakukan secara langsung. Oleh sebab itu dalam menduga ukuran stok ikan sering kali digunakan jumlah atau berat relatif yang dinyatakan sebagai densitas atau kelimpahan. Dengan densitas atau kelimpahan, umumnya diartikan sebagai jumlah atau berat individu per satuan area atau per satuan upaya penangkapan. Satuan yang sering digunakan adalah hasil tangkapan per unit upaya penangkapan (*catch per unit effort/CPUE*), dari suatu alat tangkap atau alat sampling tertentu (Widodo, et.al 1998).

Perubahan ukuran stok dapat disebabkan oleh adanya berbagai perubahan dalam hal lingkungan, proses rekrutmen, pertumbuhan, kegiatan penangkapan, populasi organisme mangsa (*prey*), pemangsa (*predator*) atau pesaing (*kompetitor*). Perubahan ukuran stok atau ukuran beberapa bagian tertentu dari stok dalam kurun waktu tertentu dapat digunakan sebagai data statistik kasar untuk mengestimasi laju kematian atau laju kelangsungan hidup dari stok bersangkutan (Widodo, et.al 1998). Menurut Gulland (1983), stok tidak dapat dikendalikan secara langsung, namun demikian stok dipengaruhi oleh aktivitas manusia sebagai pengguna sumberdaya perikanan.

2.4.1. Metode produksi surplus

Dalam melakukan estimasi potensi sumber daya ikan dapat digunakan beberapa metode. Metode pengkajian stok untuk sumber daya udang yang mudah

adalah metode produksi surplus. Melalui metode produksi surplus ini dapat diperoleh estimasi besarnya kelimpahan (biomassa) dan estimasi potensi suatu sumber daya ikan (Widodo, et. al 1998)

Metode produksi surplus menggunakan data hasil tangkapan per satuan upaya atau CPUE (*catch per unit effort*) sebagai masukan. Data ini merupakan suatu rangkaian data tahunan yang diperoleh melalui pengambilan contoh dari perikanan komersial. Model ini didasarkan pada asumsi bahwa biomassa ikan di laut sebanding dengan CPUE (Spare, et al 1996).

Pada umumnya hasil tangkapan per unit upaya penangkapan ($CPUE = C/f$; dimana C = hasil tangkapan; f = *effort*, upaya penangkapan), dapat digunakan sebagai indeks kelimpahan relatif. Metode produksi surplus mendasarkan diri pada asumsi bahwa CPUE merupakan fungsi dari f , yang bersifat linier seperti pada model Schaefer (Widodo, et al 1998).

Pada model produksi surplus, persamaan yang menyatakan hubungan antara hasil tangkapan per satuan upaya sebagai fungsi dari upaya adalah sebagai berikut (Spare, et al 1996) :

$$Y_{(i)}/f_{(i)} = a + b f_{(i)} \dots\dots\dots(\text{model Schaefer})$$

Dimana : $Y_{(i)}/f_{(i)}$ = hasil tangkapan (dalam berat) per satuan upaya pada tahun ke i .

$f_{(i)}$ = upaya pada tahun ke i .

a = *intersep*

b = *slope*

Sehingga untuk mendapatkan nilai maksimum lestari adalah sebagai berikut :

$$MSY = | a^2/4b| \quad \text{dan} \quad f_{(MSY)} = | a/2b| \dots\dots\dots(\text{model Schaefer})$$

2.4.2. Pendugaan parameter pertumbuhan

Kajian stok ikan berdasarkan pada parameter pertumbuhan pada dasarnya menyangkut penentuan ukuran badan sebagai fungsi umur. Pendugaan parameter pertumbuhan di perairan tropis pada umumnya menggunakan dasar ukuran panjang badan (Spare, et.al 1996). Khusus untuk jenis crustacea digunakan ukuran panjang karapas (*carapac length* = CL) (Morgan, 1980).

Model pertumbuhan yang dapat dianggap sebagai dasar dari model pertumbuhan lainnya adalah yang dikembangkan oleh Von Bertalanffy, yaitu model pertumbuhan panjang badan sebagai fungsi umur. Model matematika Von Bertalanffy yang menjelaskan panjang (L) sebagai fungsi umur ikan (t) adalah sebagai berikut (Spare, et al 1996) :

$$L_{(t)} = L_{\infty} [(1-\exp(-K(t-t_0)))]$$

Sisi kanan dari persamaan terdiri dari umur, t, dan beberapa parameter, L_{∞} (panjang asimtotik) diartikan sebagai nilai rata-rata panjang ikan yang sangat tua. K adalah suatu parameter kurvatur yang menentukan seberapa cepat ikan mencapai panjang asimtotiknya. Parameter pertumbuhan selanjutnya adalah t_0 yang dinamakan parameter kondisi awal yang menentukan titik dalam ukuran waktu ketika ikan memiliki panjang nol (Spare, et al 1996).

Data ukuran panjang juga dapat digunakan untuk menentukan laju kematian total (Z). Oleh Beverton dan Holt ditunjukkan bahwa hubungan fungsional antara Z dan \bar{L} adalah $Z = K * [(L_{\infty} - \bar{L}) / (\bar{L} - L')]$, dimana \bar{L} adalah panjang rata-rata ikan ukuran L' dan yang lebih panjang. Hasil penentuan Z dapat digunakan untuk menduga mortalitas akibat penangkapan (F) dan mortalitas alami (M). Metoda pendugaan F dan M didasarkan pada persamaan $Z = F + M$, sehingga secara lengkap ditulis $Z_{(y)} = M + q * f_{(y)}$, $F_{(y)} = q * f_{(y)}$, dimana q adalah koefisien daya tangkap (Spare, et. al 1996).

Parameter ukuran panjang dapat digunakan untuk menentukan model prediktif yang menyediakan informasi bagi pengelola dan instansi pembina sumber daya perikanan baik dari sisi biologi maupun sisi ekonomi. Model prediktif yang menggunakan ukuran panjang antara alain adalah 'model hasil per rekrut relatif' dari Beverton dan Holt. Persamaan 'model hasil per rekrut relatif' tersebut adalah :

$$[Y/R]' = E * U^{M/K} [1 - (3U/(1+m)) + (3U^2/(1+2m)) - U^3/(1+3m)]$$

Dimana $m = (1-E)/(M/K) = K/Z$, sedangkan $U = 1 (L/L_{\infty})$, yaitu bagian dari pertumbuhan yang harus dicapai setelah masuk ke dalam fase eksploitasi. $E = F/Z$, yaitu laju eksploitasi atau bagian dari mortalitas yang disebabkan oleh penangkapan. $(Y/R)'$ dipandang sebagai suatu fungsi U dan E , dan satu-satunya parameter adalah M/K (Spare, et al 1996).

Hasrun (1996), menemukan persamaan pertumbuhan *P. homarus* pada penelitian yang dilakukan di perairan pantai Pangandaran, yaitu : $L_t = 34,40 [1 - e^{-0,40 (t+0,02)}]$. Laju kematian total (Z) sebesar 2,80 per tahun, laju

kematian alami (M) 0,98 per tahun dan laju kematian penangkapan (F) 1,83 per tahun serta laju eksploitasi (E) sebesar 0,65 per tahun.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Mahasin (2002) di perairan pantai DI Yogyakarta, diperoleh persamaan pertumbuhan untuk spesies *Panulirus penicillatus* $L_{(t)} = 13,82 (1 - \exp (-0,36 (t + 0,57)))$ dengan mortalitas alami (M) 1,13 per tahun, mortalitas akibat penangkapan (F) 1,27, sehingga mortalitas total (Z) sebesar 2,40 per tahun. Laju pengusahaan penangkapan (E) sebesar 0,53 per tahun.

2.5. Aspek Ekonomi Perikanan Udang Karang

Secara umum usaha perikanan tangkap berbeda dengan usaha manufaktur maupun usaha budidaya. Pada usaha manufaktur dan usaha budidaya, pengusaha mampu secara langsung mengendalikan tingkat keluarannya melalui pengaturan masukan, karena tingkat keluaran tersebut berhubungan langsung dengan tingkat masukannya.

Pada usaha penangkapan ikan, nelayan dengan menggunakan kapal dan sejumlah masukannya hanya dapat secara langsung mengendalikan upaya produksinya, sedangkan hasil tangkapannya tidak dapat dikendalikan secara langsung. Hal ini disebabkan karena jumlah hasil tangkapan tergantung pada tingkat upaya penangkapan dan besarnya populasi ikan. Besarnya populasi ikan itu sendiri tergantung dari intensitas penangkapan (Anderson, 1986).

Usaha perikanan tangkap, seperti halnya usaha lainnya, ditujukan untuk memperoleh keuntungan. Pada model-model produksi yang didasarkan pada sifat

biologis (dinamika populasi), dapat diketahui potensi produksi dari sumberdaya perikanan dan dapat diketahui tingkat produksi maksimumnya. Namun model tersebut belum dapat menunjukkan perilaku dan potensi ekonomi industri penangkapan ikan dan belum dapat ditentukan pengusahaan yang akan menghasilkan keuntungan ekonomi maksimum bagi masyarakat.

Untuk memahami perilaku ekonomi dari industri penangkapan ikan, teori ekonomi perikanan didasarkan pada sifat biologis populasi ikan, terutama dampak kegiatan manusia melalui upaya penangkapannya terhadap pertumbuhan populasi ikan (Munro dan Scott, 1984; Anderson, 1986). Pendekatan yang memadukan kekuatan ekonomi yang mempengaruhi industri penangkapan dan faktor biologis yang menentukan produksi dan suplai ikan disebut dengan pendekatan bioekonomi (Clark, 1985). Model ini dikembangkan pertama kali oleh Gordon (1954) dengan dasar fungsi produksi biologis dari Schaefer (1954,1957), sehingga disebut model Gordon-Schaefer. Model Gordon – Schaefer merupakan model pertama yang dikembangkan untuk menjelaskan perilaku ekonomi usaha penangkapan ikan (Munro dan Scott, 1984).

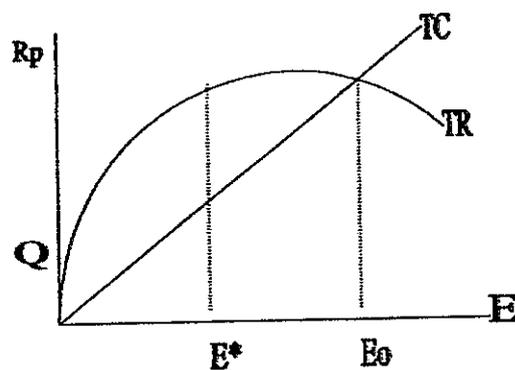
Model fungsi produksi biologis dari Schaefer yang menghubungkan antara tingkat upaya penangkapan (E) dan tingkat produksi ikan (Q) sebagai berikut : $Q = a E - bE^2$; dengan produksi maksimum lestari (MSY) = $| a^2/4b |$ yang dihasilkan dengan upaya penangkapan $E_{msy} = | a/2b |$. Sesuai dengan asumsi bahwa harga ikan perkilogram (p) dan biaya penangkapan per unit upaya (C) adalah konstan, maka total pendapatan (TR) dan total biaya penangkapan (TC) dirumuskan sebagai berikut (Purwanto, 2002) :

$$TR = p.Q = p(aE - bE^2) \text{ dan } TC = c.E$$

Sehingga keuntungan usaha penangkapan ikan (π) dapat dihitung dengan rumus :

$$\pi = TR - TC = p(aE - bE^2) - cE$$

Pada perikanan terbuka, dimana terdapat kebebasan bagi nelayan untuk ikut serta menangkap ikan, terdapat kecenderungan pada nelayan untuk menangkap sebanyak mungkin sebelum didahului oleh nelayan lainnya. Kecenderungan ini menyebabkan usaha tidak lagi didasarkan efisiensi ekonomi. Pengembangan upaya penangkapan terus dilakukan sehingga pendapatan nelayan sama dengan biaya penangkapan ikan, atau harga lelang ikan (Rp/kg) setara dengan rata-rata biaya penangkapan (Rp/kg); tingkat kesetimbangan ini disebut kesetimbangan bionomi (Gordon, 1954), seperti tampak pada ilustrasi berikut :



Ilustrasi 2. Tingkat upaya penangkapan optimum (E^*) dan tingkat upaya penangkapan pada kesetimbangan perikanan terbuka (E_o) (Schaefer, 1957) dalam Purwanto (2002).

Tingkat upaya penangkapan pada saat dicapai kesetimbangan bionomi (E_o) dapat ditentukan dengan rumus yang disusun dari :

$$TR = TC$$

$$P(a - bE)E = cE$$

Sehingga diperoleh : $E_o = a/b - c/bp$, dan $Q_o = ac/bp - c^2/bp^2 = c.E_o/p$

Keuntungan maksimum dicapai pada saat $d\pi/dE = 0$, dengan syarat $d^2\pi/dE^2 < 0$. Tingkat upaya penangkapan dan produksi saat dicapai keuntungan maksimum (E^* , Q^*) dapat dihitung dengan rumus yang disusun dari :

$$d\pi/dE = p(a - 2bE) - c = 0$$

sehingga : $E^* = a/2b - c/2bp = 0,5 E_0$, dan $Q^* = a^2/4b - c^2/4bp^2$. Dimana Q^* disebut sebagai tingkat hasil ekonomi maksimum (MEY).

Berdasarkan persamaan $Q^* = a^2/4b - c^2/4bp^2$ ini, dapat dijelaskan, bahwa bila $c = 0$ maka keuntungan maksimum dicapai pada saat dicapai MSY; sedangkan bila $c > 0$ maka $Q^* < MSY$. Semakin besar nilai c akan semakin kecil nilai Q^* dan E^* ; sedangkan semakin besar nilai p akan semakin besar nilai Q^* dan E^* (Purwanto, 2002).

Pada prakteknya, masalah terbesar dalam pengelolaan perikanan yang terbuka di daerah tropis seperti Indonesia, adalah bagaimana menentukan tipe dan tingkat pengawasan pemerintah yang akan diterapkan, sehingga tercapai tujuan pengelolaan yaitu manfaat ekonomi yang optimal dan lestarnya sumber daya. Untuk mencapai tujuan tersebut, salah satu pendekatan yang sangat mungkin adalah memformulasikan strategi manajemen yang sesuai untuk sumber daya, yaitu melalui pengembangan model kombinasi antara aspek biologi dan aspek ekonomi. Pendekatan ini secara luas dikenal sebagai pendekatan bioekonomi (Koeshendrajana dan Cacho, 2001).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Tinjauan stok udang karang pada penelitian ini menggunakan pendekatan holistik menggunakan metode produksi surplus dengan menggunakan data hasil tangkapan per satuan upaya (CPUE; lebih rinci dapat dilihat pada sub bab 3.8.1.) dan pendekatan analitik melalui pendugaan parameter pertumbuhan dari data panjang karapas (CL) terhadap umur berdasarkan persamaan Von Bertalanffy (lebih rinci dapat dilihat pada sub bab 3.8.2.). Tujuan penggunaan metode produksi surplus dan pendugaan parameter pertumbuhan dari data panjang karapas dan berat individu ini untuk mengetahui tingkat pertumbuhan, dinamika populasi dan kelimpahan udang karang.

Tinjauan bioekonomi dalam penelitian ini menggunakan model Gordon – Schaefer (lebih rinci dapat dilihat pada sub bab 3.8.3.). Model ini cukup sederhana untuk menggambarkan perilaku ekonomi pada industri perikanan tangkap.

Penelitian ini dilakukan dengan survei menggunakan metode observasi untuk memperoleh data biologi udang karang meliputi : jenis (spesies), jenis kelamin, panjang karapas (CL), berat (W). Selain itu dilakukan juga survei dan wawancara, untuk mencatat hasil tangkapan udang karang di TPI Karangduwur dan TPI Argopeni, serta untuk memperoleh data dari aspek ekonomis udang karang, meliputi biaya tetap, penyusutan, biaya variabel dan pendapatan pada kegiatan penangkapan udang karang. Kegiatan penelitian ini dilakukan pada bulan Januari sampai dengan bulan Maret 2004.

3.2. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dibatasi hanya pada aspek tinjauan stok, yaitu pendugaan parameter pertumbuhan yang meliputi parameter kurvatur (K), mortalitas alami (M), mortalitas akibat penangkapan (F), mortalitas total (Z), tingkat eksploitasi (E), hasil per rekrut relatif (Y'/R), hubungan panjang-berat dan hasil tangkapan maksimum lestari (MSY) beserta upaya maksimumnya (f_{MSY}), serta tinjauan bioekonomi model statik (model Gordon-Schaefer) pada perikanan tangkap udang karang skala kecil di Kabupaten Kebumen.

3.3. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di TPI Karangduwur dan TPI Argopeni Kabupaten Kebumen. Tempat ini ditetapkan sebagai lokasi penelitian karena merupakan tempat pendaratan utama hasil penangkapan dan pelelangan udang karang yang ada di Kabupaten Kebumen, sedangkan di TPI Pasir jumlahnya sangat kecil dan pada umumnya tidak dilelang. Kegiatan penangkapan udang karang meliputi wilayah perairan pantai Kebumen dan sekitarnya, yaitu antara garis bujur $109^{\circ}21''$ sampai $110^{\circ}60''$ BT, pada garis lintang sekitar 8° LS.

3.4. Jenis dan Sumber Data

Dalam penelitian ini digunakan dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer berupa hasil pengukuran panjang karapas (CL) dan berat individu (W) serta hasil wawancara dengan 37 responden yang meliputi biaya tetap, penyusutan, biaya variabel, dan hasil yang diperoleh. Data sekunder pada

penelitian ini berupa hasil tangkapan (produksi) yang didaratkan dari TPI Karangduwur dan TPI Argopeni, KUD Mina Pawurni dan Dinas Perikanan Kabupaten Kebumen, dari tahun 1996 sampai dengan tahun 2003.

3.5. Instrumen Penelitian

Untuk mengukur panjang karapas digunakan alat ukur (jangka sorong) dengan ketelitian 1 mm. Panjang karapas (CL) diukur dari tepi *post orbital* sampai *posterior* (Suman, et.al 1994). Berat total individu diukur dengan timbangan digital (merek Hitachi) dengan ketelitian 1 gram. Untuk memperoleh data yang akan digunakan dalam perhitungan bioekonomi, disusun suatu kuesioner.

3.6. Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel udang karang dilakukan selama tiga bulan dengan mengukur panjang karapas (CL) dalam satuan mm dan berat (W) dalam satuan gram, pada bulan Januari sampai dengan bulan Maret 2004. Panjang karapas diukur dari celah antara dua duri (tanduk) di atas mata sampai pangkal posterior karapas. Berat total individu ditimbang dengan timbangan digital pada sampel yang memiliki anggota tubuh lengkap dan bersih, serta tidak sedang memiliki telur. Sampel diambil dari dua tempat yaitu TPI Karangduwur dan TPI Argopeni Kabupaten Kebumen. Nelayan yang dijadikan responden berjumlah 37 orang (jumlah armada yang ada di TPI Argopeni 286 kapal dan di TPI Karangduwur 210 kapal).

3.7. Teknik Pengumpulan Data

Data hasil pengukuran panjang karapas (CL) dan berat individu (W) dicatat sesuai dengan spesies udang karang dan dimasukkan ke dalam tabel. Hasil wawancara dicatat dan dimasukkan ke dalam tabel, untuk perhitungan model bioekonomi perikanan udang karang. Data produksi dari kedua TPI dicatat dan dimasukkan ke dalam tabel, sebagai data sekunder untuk penghitungan model produksi surplus.

3.8. Analisis Data

3.8.1. Metode produksi surplus

Metode produksi surplus menggunakan data hasil tangkapan per satuan upaya (CPUE) sebagai masukan. Data ini merupakan suatu rangkaian data tahunan yang diperoleh melalui pengambilan contoh dari masing-masing TPI. Pada model produksi surplus, persamaan yang menyatakan hubungan antara hasil tangkapan persatuan upaya (CPUE) sebagai fungsi dari upaya (f) dalam satuan trip, adalah sebagai berikut (Spare, et.al 1996) :

$$Y_{(i)}/f_{(i)} = a + bf_{(i)} \dots\dots\dots(1)$$

Sehingga untuk mendapatkan nilai maksimum lestari adalah sebagai berikut :

$$MSY = |a^2/4b| \dots\dots\dots(2)$$

$$f_{MSY} = |a/2b| \dots\dots\dots(3)$$

3.8.2. Pendugaan parameter pertumbuhan

Model pertumbuhan udang karang menggunakan model matematika Von Bertalanffy yang menjelaskan panjang (L) sebagai fungsi umur ikan (t) sebagai berikut (Spare, et.al 1996) :

$$L_{(t)} = L_{\infty} [1 - \exp(-K(t-t_0))] \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{Log}(-t_0) = -0,3922 - 0,2752 \log L_{\infty} - 1,038 \log K$$

Sedangkan untuk menghitung panjang rata-rata pada waktu ke- $i = (1,2,\dots,k)$ digunakan rumus Von Bertalanffy :

$$\bar{L}_i = L_{\infty} (1 - \exp^{-K(t_i - t_0)}) \dots\dots\dots(5)$$

Selanjutnya untuk menghitung tiap-tiap kelompok panjang, L :

$$N_i(L) = \frac{N_i \cdot dl}{S_i \sqrt{2\pi}} \exp - \frac{(\bar{L}_i - L)^2}{2 \cdot S_i^2} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana : $N_i(L)$ = jumlah total pengamatan dalam kelompok
Panjang (L) ke- i .

S_i = Simpangan baku kelompok panjang ke- i .

dl = Interval kelas.

Dan frekwensi total secara teoritis :

$$f_c(L) = N_1(L) + N_2(L) + \dots + N_k(L) \dots\dots\dots(7)$$

Penentuan jumlah kelompok umur distribusi panjang total dilakukan dengan khi-kuadrat :

$$X^2 = \frac{\sum [f_c(L) - f_p(L)]^2}{F_p(L)} \dots\dots\dots(8)$$

Dimana : $f_p(L)$ = Frekwensi pengamatan di dalam kelompok panjang (L).

Hubungan panjang-berat mengacu pada persamaan eksponensial, yaitu $W = a L^b$ yang kemudian dilakukan transformasi ke dalam persamaan linier dengan menglogaritman sehingga berbentuk persamaan :

$$\ln W = \ln a + b \ln L \dots\dots\dots(9)$$

Dimana : W = berat tubuh udang karang

L = Panjang tubuh udang karang

a dan b = Konstanta

Untuk memperoleh nilai persamaan awal, maka nilai $\ln a$ tersebut ditransformasi ke anti logaritma natural (e^a). Uji-t digunakan untuk menguji pertambahan panjang (hukum kubik) dimana $b = 3 (\mu_0)$.

Data ukuran panjang juga dapat digunakan untuk menentukan laju kematian total (Z). Oleh Beverton dan Holt ditunjukkan bahwa hubungan fungsional antara Z dan \bar{L} adalah :

$$Z = K * [(L_{\infty} - \bar{L}) / (\bar{L} - L')], \dots\dots\dots(10)$$

dimana \bar{L} adalah panjang rata-rata ikan ukuran L' dan yang lebih panjang. Hasil penentuan Z dapat digunakan untuk menduga mortalitas akibat penangkapan (F) dan mortalitas alami (M). Metoda pendugaan F dan M didasarkan pada persamaan $Z = F + M$, sehingga secara lengkap ditulis $Z_{(y)} = M + q * f_{(y)}$, $F_{(y)} = q * f_{(y)}$, dimana q adalah koefisien daya tangkap (Spare, et al 1996).

Parameter ukuran panjang dapat digunakan untuk menentukan model prediktif yang menyediakan informasi bagi pengelola dan instansi pembina sumber daya perikanan baik dari sisi biologi maupun sisi ekonomi. Model prediktif yang menggunakan ukuran panjang antara alain adalah 'model hasil per

rekrut relatif' dari Beverton dan Holt. Persamaan 'model hasil per rekrut relatif' tersebut adalah :

$$[Y/R]' = E \cdot U^{M/K} [1 - (3U/(1+m)) + (3U^2/(1+2m)) - U^3/(1+3m)] \dots\dots\dots(11)$$

Dimana $m = (1-E)/(M/K) = K/Z$, sedangkan $U = 1 - (L_0/L_\infty)$, yaitu bagian dari pertumbuhan yang harus dicapai setelah masuk ke dalam fase eksploitasi. Laju eksploitasi dihitung dengan persamaan :

$$E = F/Z, \dots\dots\dots(12)$$

yaitu laju eksploitasi atau bagian dari mortalitas yang disebabkan oleh penangkapan.

3.8.3. Model bioekonomi udang karang

Usaha penangkapan ikan sangat erat kaitannya dengan masalah kelimpahan sumberdaya perikanan, produksi dan karakteristik ekonominya. Maka untuk kajian ini digunakan pendekatan bioekonomi statik dari Gordon-Schaefer. Model ini menggabungkan fungsi produksi biologis dari Schaefer yang menghubungkan antara tingkat upaya penangkapan (E) dan hasil tangkapan ikan (Q) sebagai berikut :

$$Q = aE - bE^2 \dots\dots\dots(13)$$

dengan hasil maksimum lestari (MSY) = $|a^2/4b|$ yang dihasilkan dengan upaya penangkapan $E_{msy} = |a/2b|$. Sesuai dengan asumsi bahwa harga ikan perkilogram (p) dan biaya penangkapan per unit upaya (C) adalah konstan, maka total pendapatan (TR) dan total biaya penangkapan (TC) dirumuskan sebagai berikut (Purwanto, 2002) :

$$TR = p.Q = p(aE - bE^2) \dots\dots\dots(14)$$

dan $TC = c.E \dots\dots\dots(15)$

Sehingga keuntungan usaha penangkapan ikan (π) dapat dihitung dengan rumus :

$$\pi = TR - TC = p(aE - bE^2) - cE \dots\dots\dots(16)$$

Keuntungan maksimum dicapai pada saat $d\pi/dE = 0$, dengan syarat $d^2\pi/dE^2 < 0$. Tingkat upaya penangkapan dan produksi saat dicapai keuntungan maksimum (E^* , Q^*) dapat dihitung dengan rumus yang disusun dari :

$$d\pi/dE = p(a - 2bE) - c = 0$$

sehingga :

$$E^* = a/2b - c/2bp = 0,5 E_0, \text{ dan } \dots\dots\dots(17)$$

$$Q^* = a^2/4b - c^2/4bp^2 \dots\dots\dots(18)$$

Dimana Q^* disebut sebagai tingkat hasil ekonomi maksimum (MEY).

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Aspek biologi

Sampling yang dilakukan selama bulan Januari sampai dengan Maret 2004 mendapatkan enam spesies udang karang dengan komposisi sebagai berikut :

Tabel 1. Komposisi spesies udang karang yang diperoleh.

Spesies	Jumlah Individu				
	Jantan	Betina	Rasio (%)	Total	%
1. <i>P. homarus.</i>	1.642	1.421	54 : 46	3.063	75,2
2. <i>P. ornatus.</i>	284	278	50 ; 50	562	13,8
3. <i>P. penicillatus.</i>	137	148	48 : 52	285	7,0
4. <i>P. longipes.</i>	49	51	49 : 51	100	2,4
5. <i>P. versicollor.</i>	20	29	41 : 59	49	1,2
6. <i>P. polyphagus.</i>	5	10	34 : 66	15	0,4
Sub Total	2.137	1.937	53 : 47	4.074	100

Tabel 2. Komposisi ukuran tiap spesies udang karang yang diperoleh.

Spesies	Panjang Karapas (mm)				Berat Individu (gr)			
	Min	Max	Mean	Std.D	Min	Max	Mean	Std.D
1. <i>P. homarus.</i>	22	101	48,36	9,21	18	862	127,9	104,9
2. <i>P. ornatus.</i>	33	107	55,5	12,1	37	1290	196,3	164,9
3. <i>P. penicillatus.</i>	41	109	71,5	13,02	71	968	364,1	209,6
4. <i>P. longipes.</i>	31	77	49,36	10,06	38	269	120,9	62,68
5. <i>P. versicollor.</i>	33	83	50,53	9,28	49	530	136,17	88,62
6. <i>P. polyphagus.</i>	47	72	59,6	7,78	77	372	174,3	81,8

Komposisi udang karang di perairan pantai selatan Kabupaten Kebumen didominasi oleh *Panulirus homarus* (75,2 %), diikuti oleh *P. ornatus* (13,8 %), *P. penicillatus* (7 %), *P. longipes* (2,4 %), *P. versicollor* (1,2 %) dan *P. polyphagus* (0,4 %). Rasio kelamin dari total sampel yang didapatkan mendekati 1 : 1, yaitu 52 % : 48 %. Komposisi dan ukuran lebih jelas ada pada lampiran 1 sampai 5.

Dengan pertimbangan kecukupan jumlah sampel yang diperoleh, maka analisis aspek biologi hanya dilakukan untuk spesies *Panulirus homarus* dan *P. ornatus*.

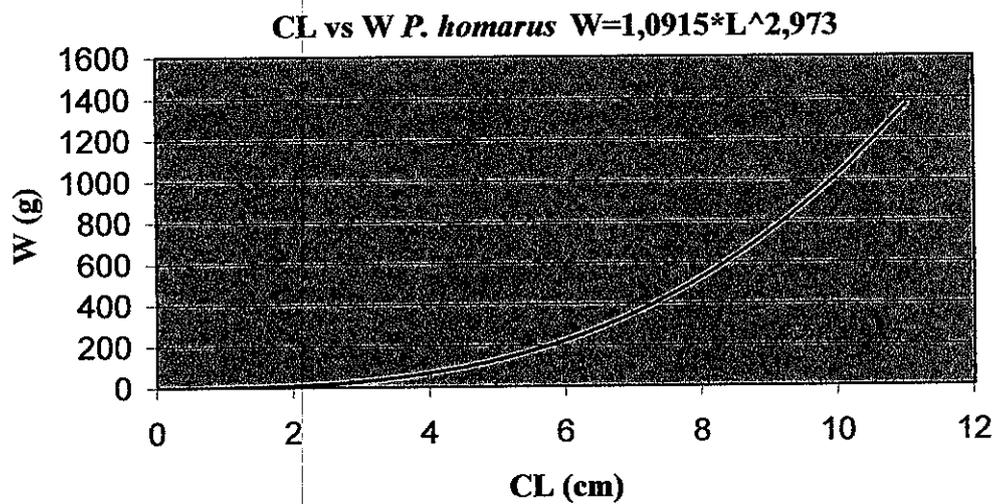
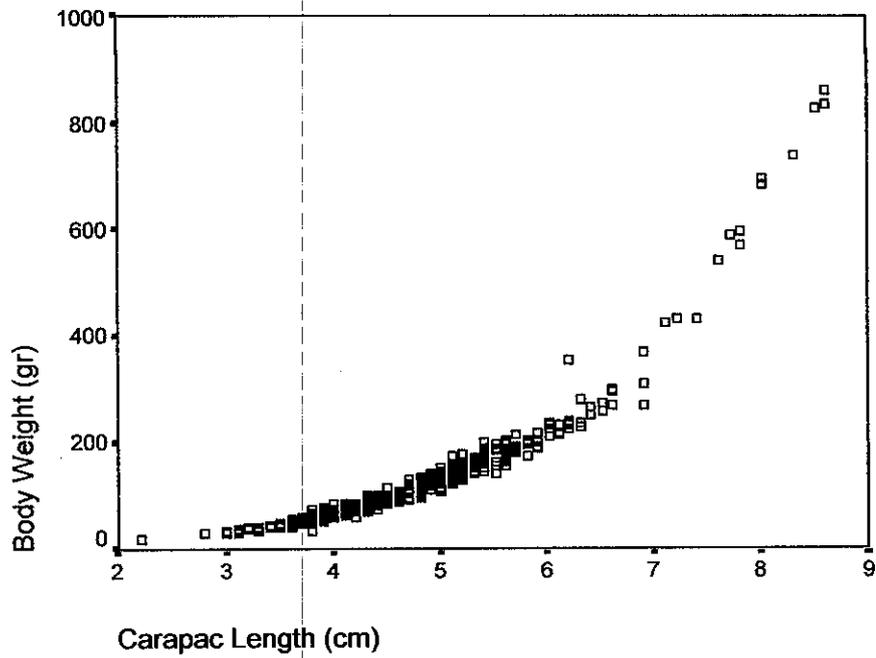
4.1.1.1. Hubungan panjang berat

Pendugaan hubungan panjang berat didasarkan pada sampel yang diperoleh dari hasil tangkapan nelayan selama penelitian yaitu bulan Januari sampai dengan bulan Maret 2004. Model pendugaan hubungan panjang berat untuk spesies *P. homarus* (n = 494 ekor) di perairan pantai selatan Kebumen adalah sebagai berikut :

$$W = 1,0915 L^{2,973}$$

Melalui uji-t, nilai b (*slope*) yang diperoleh tidak berbeda nyata dengan 3 ($P < 0,05$), sehingga dapat dikatakan bahwa pola pertumbuhan *P. homarus* di perairan ini bersifat isometrik, yaitu penambahan berat sebanding dengan penambahan panjangnya. Grafik hubungan antara panjang karapas (CL) dan berat (W) *P. homarus* yang diperoleh (n = 494) adalah sebagai berikut :

Hubungan Panjang-Berat Sampel *P. homarus*



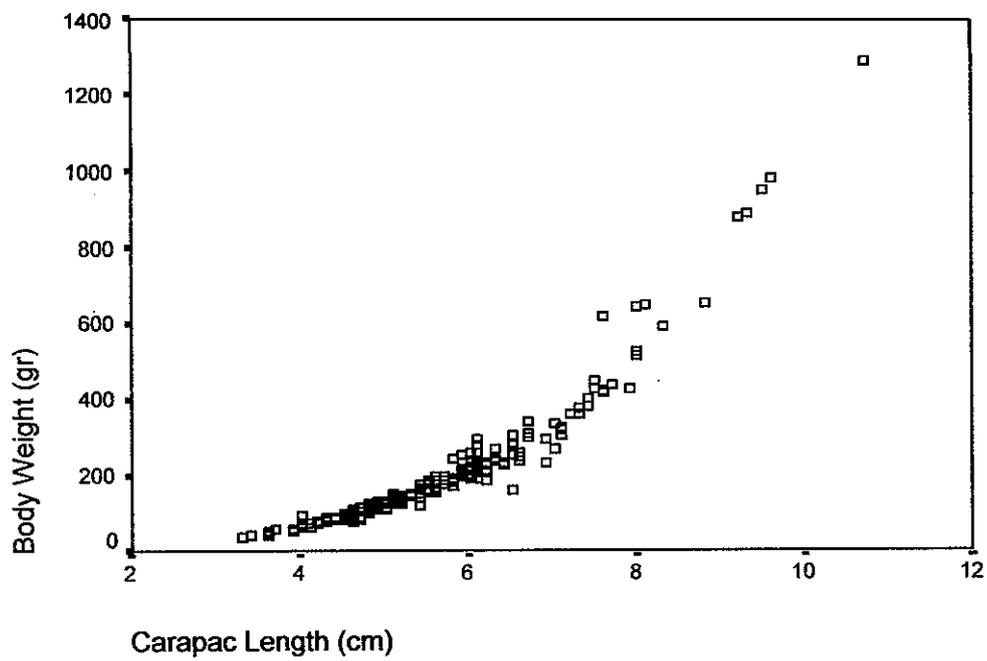
Ilustrasi 3. Grafik hubungan panjang karapas (CL) dan berat (W) *P. homarus*.

Hubungan panjang berat spesies udang berikutnya yaitu untuk *P. ornatus*, adalah dapat dirumuskan sebagai berikut :

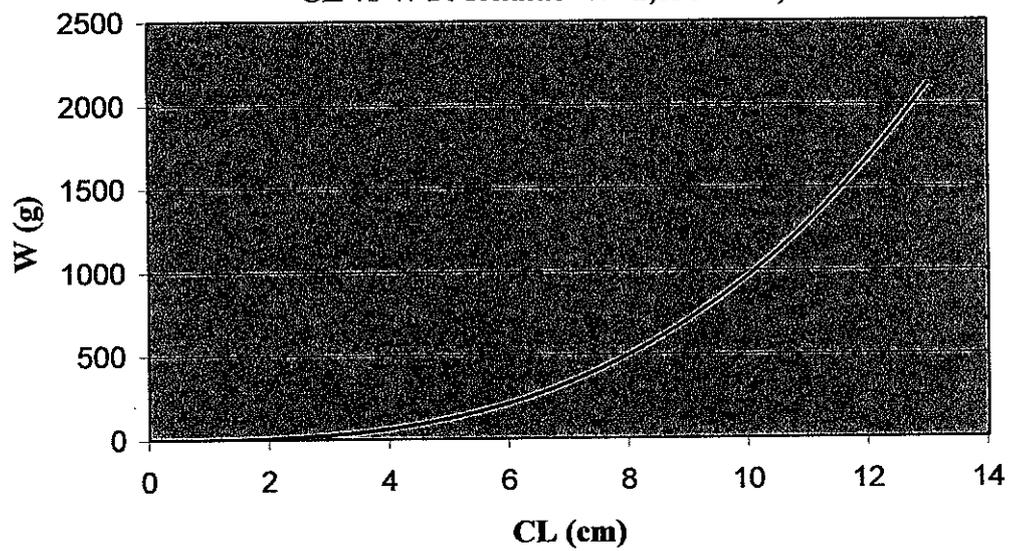
$$W = 1,028 L^{2,975}$$

Melalui uji-t, nilai b (*slope*) yang diperoleh tidak berbeda nyata dengan 3 ($P < 0,05$), sehingga dapat dikatakan bahwa pola pertumbuhan *P. ornatus* di perairan ini bersifat isometrik, yaitu penambahan berat sebanding dengan penambahan panjangnya. Grafik hubungan antara panjang karapas (CL) dan berat (W) *P. ornatus* yang diperoleh (n = 236 ekor) adalah sebagai berikut :

Hubungan Panjang-Berat Sampel *P. ornatus*.



CL vs W *P. ornatus* $W=1,028*L^{2,975}$



Ilustrasi 4. Grafik hubungan panjang karapas (CL) dan berat (W) *P. ornatus*.

4.1.1.2. Pendugaan parameter pertumbuhan.

Pendugaan parameter pertumbuhan udang karang pada penelitian ini hanya dilakukan pada spesies yang dominan yaitu *P. homarus* dan *P. ornatus*. Pendugaan parameter pertumbuhan menggunakan persamaan Von Bertalanffy, dengan memakai alat bantu antara lain *software* FiSAT, *spreadsheet* Froese and Binohlan (2000) dan Froese, Palomares and Vakily (2000). Berdasarkan perhitungan diperoleh parameter pertumbuhan sebagai mana tercantum dalam tabel 5. Komposisi ukuran panjang karapas rata-rata dari kedua spesies tersebut seperti pada tabel 3 dan tabel 4. Pada kedua tabel tersebut Grup (N_i) menyatakan kelompok panjang karapas ke- i .

Tabel 3. Komposisi ukuran panjang karapas rata-rata sample *P. homarus*.

Grup (N_i)	Persentase	Mean CL (cm)	SD	Sep. indeks
I	70 %	4,58	0,563	-
II	23 %	5,94	0,426	2,9405
III	5 %	7,50	0,157	5,3755
IV	2 %	8,95	0,785	3,0723

Data diolah dengan FiSAT.

Tabel 4. Komposisi ukuran panjang karapas rata-rata sample *P. ornatus*.

Grup (N_i)	Persentase	Mean CL (cm)	SD	Sep. indeks
I	36 %	5,09	0,541	-
II	41 %	6,18	0,437	2,2108
III	18 %	7,05	0,578	1,7149
IV	5 %	9,45	0,932	3,1848

Data diolah dengan FiSAT.

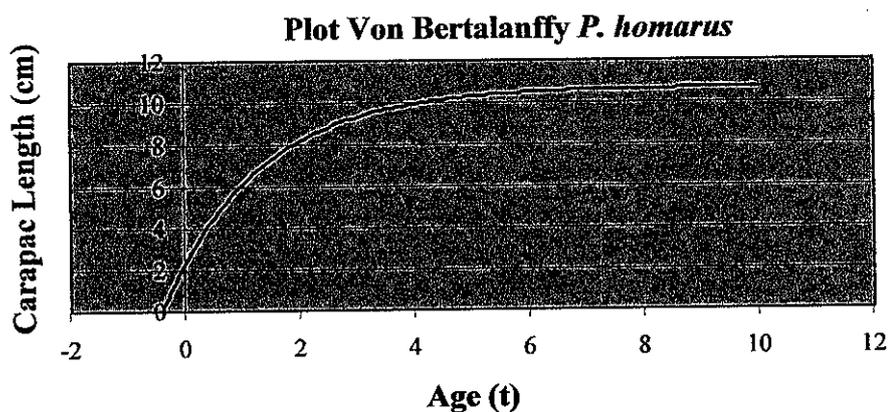
Tabel 5. Hasil penghitungan pendugaan parameter pertumbuhan.

Parameter	<i>P. homarus.</i>	<i>P. ornatus.</i>	Keterangan
L_{max} (cm)	10,1	10,7	Pengamatan.
L_{∞} (cm)	10,7	11,2	FiSAT dan spread sheet Froese and Binohlan (2000).
$L_{maturity}$ (cm)	7,0	7,4	
L_{opt} (cm)	6,5	6,7	
$t_{maturity}$ (th)	1,35	1,62	
K (per tahun)	0,6	0,52	Sheperd's method; FiSAT.
t_0 (tahun)	-0,42	-0,41	Rumus empiris Pauly (1979).

Diolah dari data frekwensi panjang karapas.

Dengan memasukan parameter pertumbuhan tersebut ke dalam persamaan Von Bertalanffy menurut panjang karapas, diperoleh persamaan pertumbuhan untuk *P. homarus* sebagai berikut :

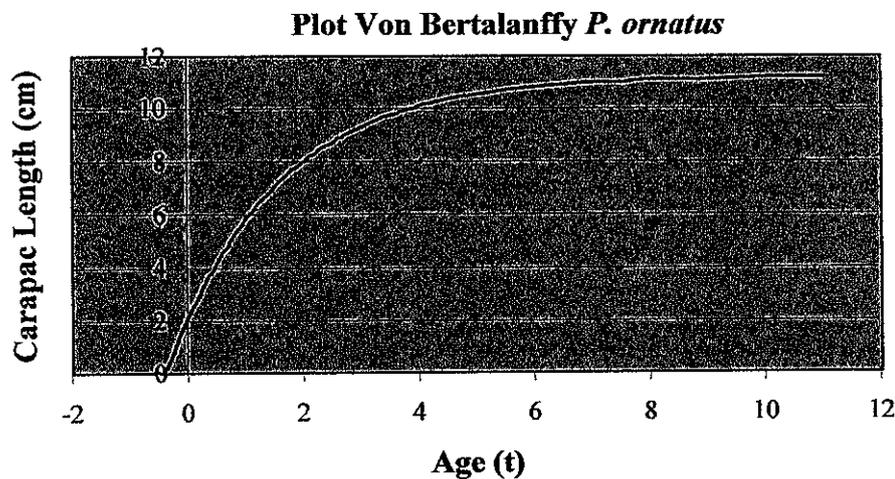
$$L_t = 10,7 [1 - e^{-0,6(t + 0,42)}]$$



Ilustrasi 5. Plot Von Bertalanffy *P. homarus*.

Sedangkan persamaan pertumbuhan berdasarkan panjang karapas untuk *P. ornatus* adalah sebagai berikut :

$$L_t = 11,2 [1 - e^{-0,52(t + 0,41)}]$$



Ilustrasi 6. Plot Von Bertalanffy *P. ornatus*.

4.1.1.3. Laju mortalitas

Nilai dugaan laju mortalitas total (Z) dengan metode 'length-converted catch curve' untuk *P. homarus* diperoleh sebesar 2,57 per tahun (Y -intersep (a) = 10,89; slope (b) = -2,57 dan $r = -0,962$), sedangkan Z untuk *P. ornatus* (Jones and Van Zalinge method) adalah sebesar 2,45 per tahun ($Y = 2,82 + (2,448) \cdot X$, $r = 0,984$). Nilai mortalitas alami (M) dengan metode Rikhter and Efanov's untuk *P. homarus* sebesar 1,07 per tahun, sedangkan M untuk *P. ornatus* sebesar 0,92 per tahun. Sehingga nilai dugaan laju mortalitas akibat penangkapan dapat dihitung ($F = Z - M$), untuk *P. homarus* adalah sebesar 1,5 per tahun dan untuk *P. ornatus* sebesar 1,52 per tahun. Berdasarkan nilai dugaan laju mortalitas akibat penangkapan (F) dibagi dengan laju mortalitas total (Z), maka dapat diduga laju eksploitasi ($E = F/Z$) untuk *P. homarus* sebesar 0,58 per tahun, dan untuk *P. ornatus* besarnya adalah 0,62 per tahun.

4.1.1.4. Hasil per rekrut relatif (Y'/R)

Penangkapan udang karang di Kebumen pada prakteknya juga mengambil individu yang masih kecil. Dengan demikian, pola respon hasil per rekrut (Y/R) dari stok *P. homarus* maupun *P. ornatus* setempat pada keadaan *Knife-Edge Recruitmen Fihery*, dimana individu baru dengan umur t_r setelah masuk ke dalam perikanan langsung ditangkap (t_c), sehingga $t_r = t_c$. Karena jumlah individu muda yang masuk ke dalam perikanan tidak diketahui dengan pasti, maka hasilnya diduga dengan hasil relatif Y'/R . Metode yang digunakan dalam perhitungan Y'/R adalah metode Beverton dan Holt (1957) (Sparre, Ursin dan Venema, 1996).

Parameter populasi yang digunakan dalam perhitungan Y/R adalah sebagaimana tampak pada Tabel 6. Nilai W_∞ diperoleh dengan memasukan nilai L_∞ ke dalam persamaan panjang berat dari masing-masing spesies. Berdasarkan penelitian ini diketahui hasil per rekrut (Y/R) untuk spesies *P. homarus* adalah sebesar 21,2 gram dan untuk spesies *P. ornatus* sebesar 36,5 gram.

Tabel 6. Parameter yang digunakan untuk perhitungan Y/R .

Parameter	<i>P. homarus</i>	<i>P. ornatus</i>
K	0,6 (per th)	0,52 (per th)
L_∞	10,7 (cm)	11,2 (cm)
t_0	-0,42 (th)	-0,46 (th)
t_c	0,28 (th)	0,21 (th)
L_c	2,2 (cm)	3,1 (cm)
Z	2,58 (per th)	2,45 (per th)
M	1,07 (per th)	0,92 (per th)
F	1,51 (per th)	1,52 (per th)
Y'/R	0,025	0,028
Y/R	21,2 (gr)	36,5 (gr)
W_∞	1.270,6 (gr)	1.360 (gr)

Untuk melihat berbagai nilai Y'/R dan biomassa per rekrut relatif (B'/R) dilakukan simulasi terhadap nilai L_c . Melalui grafik tersebut, kita juga dapat mempertimbangkan tingkat eksploitasi (E) yang paling optimal. Hubungan Y'/R dan B'/R untuk spesies *P. homarus* pada perairan pantai Kebumen dengan nilai L_c yang berbeda-beda disajikan pada grafik berikut ini (Ilustrasi 7). Untuk spesies *P. ornatus* grafiknya disajikan pada Ilustrasi 8 berikut ini.

Parameters ———

Lc/Loo: 0.560 E-max: 0.858 E-50: 0.383
M/K: 1.78 E-10: 0.752

Table ———

E	Y/R	B/R	E	Y/R	B/R
0.01	0.009	0.858	0.60	0.038	0.274
0.20	0.017	0.724	0.70	0.040	0.188
0.30	0.024	0.598	0.80	0.042	0.113
0.40	0.029	0.480	0.90	0.042	0.050
0.50	0.034	0.372	0.99	0.041	0.004

Plot ———

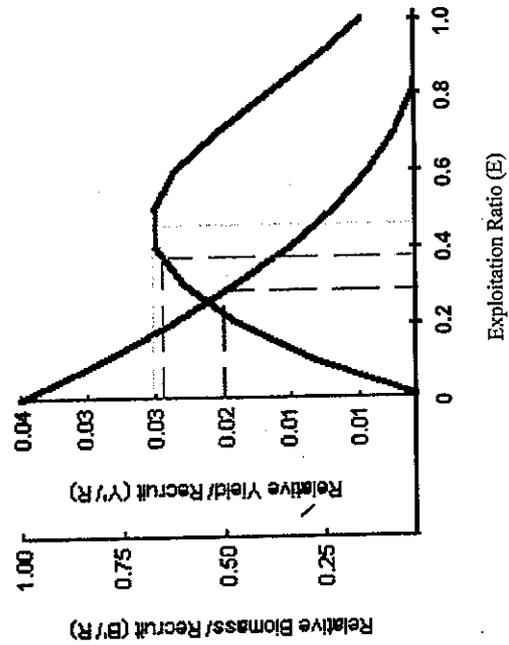
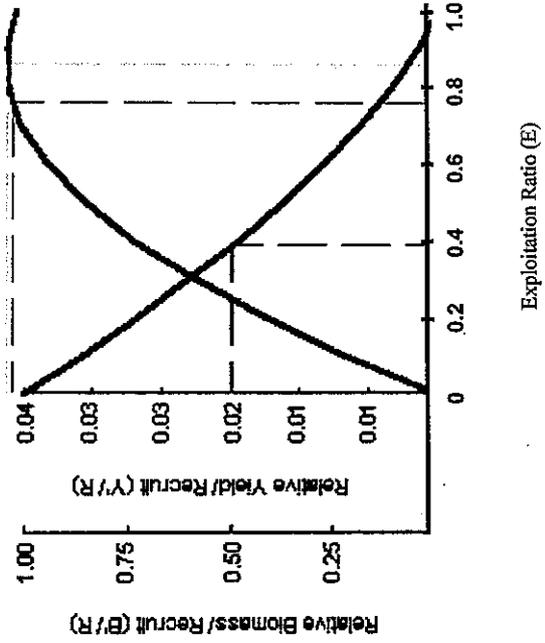
Parameters ———

Lc/Loo: 0.210 E-max: 0.455 E-50: 0.279
M/K: 1.78 E-10: 0.367

Table ———

E	Y/R	B/R	E	Y/R	B/R
0.01	0.011	0.802	0.60	0.024	0.188
0.20	0.019	0.624	0.70	0.021	0.074
0.30	0.024	0.468	0.80	0.015	0.033
0.40	0.026	0.335	0.90	0.010	0.010
0.50	0.027	0.224	0.99	0.006	0.001

Plot ———



a.

b.

Ilustrasi 7. Analisa hasil per rekrut relatif (Y/R) *P. homarus* (a. $L_c = 2,25$ cm dan b. $L_c = 6$ cm).

Parameters ———

Lc/Loo: 0.541 E-max: 0.822 E-50: 0.377

M/K: 1.770 E-10: 0.713

Table ———

E	Y/R	B/R	E	Y/R	B/R
0.01	0.009	0.856	0.60	0.038	0.267
0.20	0.017	0.719	0.70	0.041	0.182
0.30	0.024	0.592	0.80	0.042	0.108
0.40	0.030	0.473	0.90	0.041	0.048
0.50	0.035	0.365	0.99	0.040	0.004

Plot ———

Parameters ———

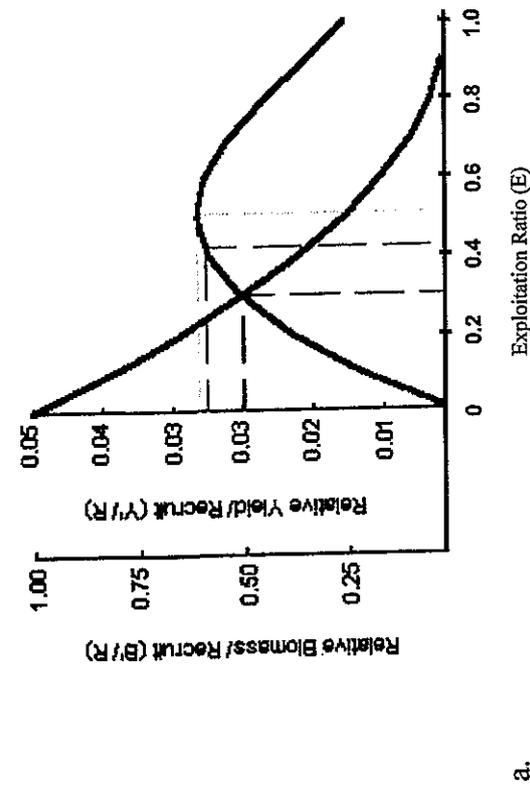
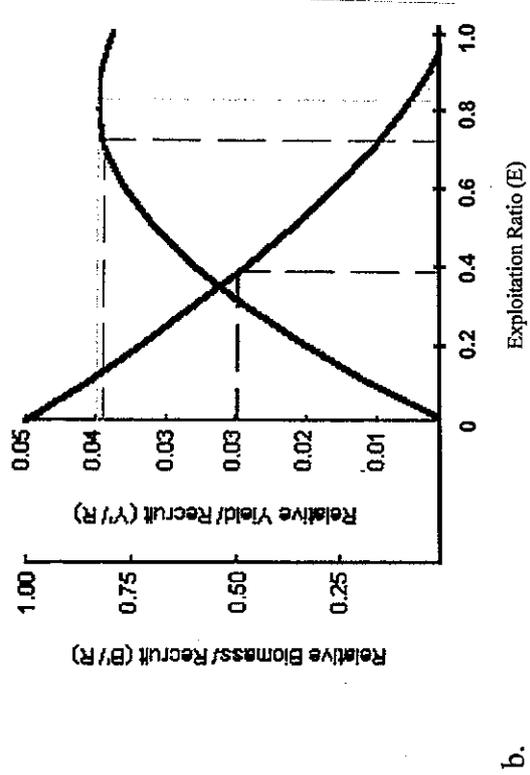
Lc/Loo: 0.281 E-max: 0.507 E-50: 0.297

M/K: 1.770 E-10: 0.419

Table ———

E	Y/R	B/R	E	Y/R	B/R
0.01	0.011	0.815	0.60	0.029	0.165
0.20	0.019	0.646	0.70	0.026	0.096
0.30	0.025	0.496	0.80	0.022	0.047
0.40	0.029	0.365	0.90	0.017	0.016
0.50	0.030	0.255	0.99	0.013	0.001

Plot ———



Ilustrasi 8. Analisa hasil per rekrut relatif *P. ornatus* (a. $L_c = 3,1$ cm dan b. $L_c = 6$ cm).

4.1.2. Aspek bioekonomi

Untuk menghitung aspek bioekonomi digunakan data hasil tangkapan udang karang di TPI Karangduwur dan TPI Argopeni dari tahun 1996 hingga tahun 2003.

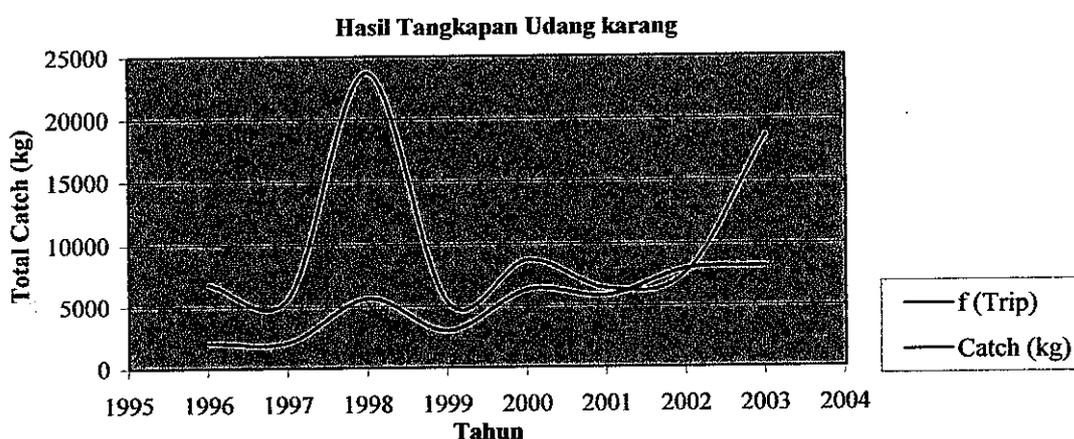
Untuk menghitung biaya (*cost*) dan harga telah dikoreksi dengan IHK Jawa Tengah.

Hasil tangkapan total dari kedua TPI tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 7. Hasil tangkapan udang karang.

Tahun	Catch (kg)	Effort (Trip)	CPUE (kg)	Total Nilai (Rp.000,-)	Cost/Trip (Rp)	Nilai (Rp)/Trip	Keuntungan /Trip (Rp)	Keuntungan Riil/ Trip (Rp)
1996	6.800	2.049	3,32	187.000	32.400	91.300	58.900	32.905
1997	5.700	2.108	2,58	178.550	38.500	84.700	46.200	23.216
1998	23.700	5.642	4,20	1.818.536	52.650	322.300	269.650	145.757
1999	5.300	2.994	1,77	503.019	57.950	168.000	110.050	58.850
2000	8.700	6.313	1,36	969.614	66.900	153.600	86.700	42.500
2001	6.400	5.820	1,10	906.185	75.050	155.700	80.650	34.763
2002	7.700	7.952	0,96	889.010	82.550	111.800	29.250	11.080
2003	18.600	8.139	2,29	1.798.013	86.200	221.000	134.800	50.487
Total	82.900	41.017	17,58	7.249.927				
Rerata	10.363	5.127	2,20	906.241				

Data hasil tangkapan dari TPI Karangduwur dan TPI Argopeni. Keuntungan riil dihitung berdasarkan IHK Jawa Tengah dengan tahun dasar 1996 (BI-Jateng, 2003).



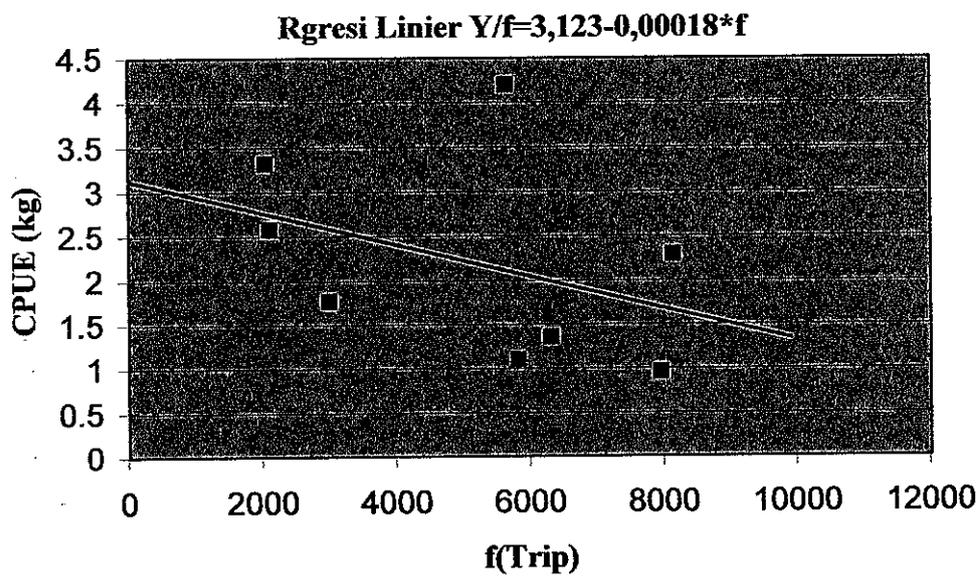
Ilustrasi 9. Grafik hasil tangkapan (Catch = Y) udang karang dan upaya (f) di Kebumen.

Hasil perhitungan produksi surplus dengan menggunakan model Schaefer mengikuti persamaan sebagai berikut :

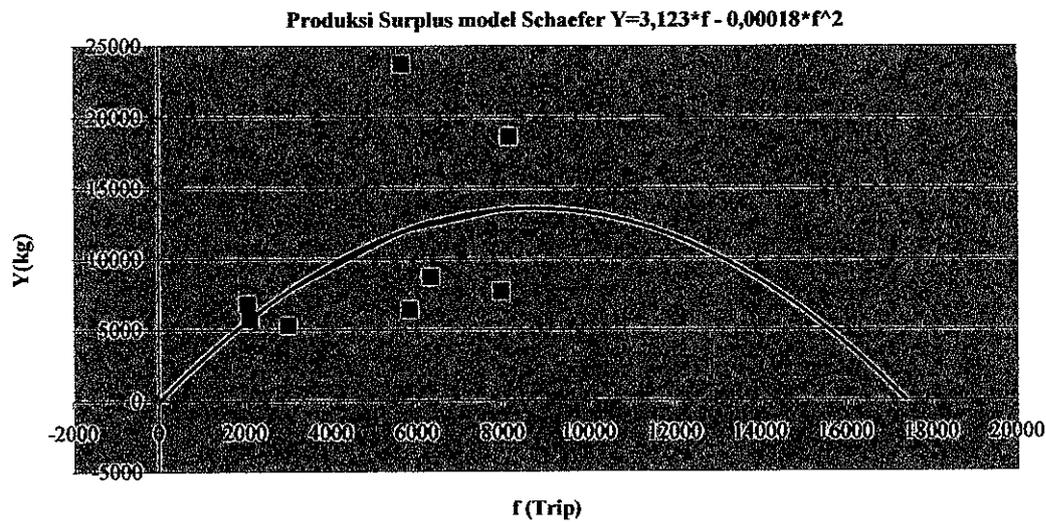
$$Y/f = 3,123 - 0,00018xf \text{ dan } Y = 3,123xf - 0,00018xf^2$$

Tabel 8. Parameter dalam perhitungan produksi surplus model Schaefer.

Parameter	Nilai
a (intersep)	3,123
b (slope)	-0,00018
r (korelasi)	0,390
MSY (kg)	13.600
F _{MSY} (Trip)	8.700



Ilustrasi 10. Grafik regresi linier upaya f(trip) dan CPUE (kg).



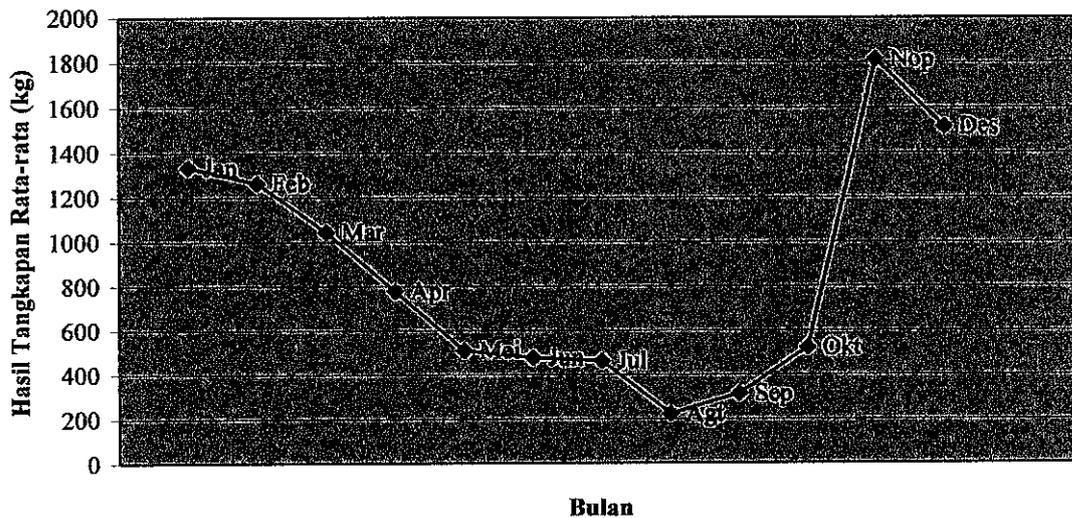
Ilustrasi 11. Grafik Produksi Surplus model Schaefer.

Berdasarkan nilai hasil tangkapan maksimum lestari ($MSY=13.600$ kg) yang diperoleh seperti di atas, maka hasil tangkapan pertahun dibandingkan dengan nilai tersebut adalah seperti terlihat pada tabel 9, dimana jumlah tangkapan total yang dibolehkan (TAC) menurut CCRF adalah 80 persen dari besarnya estimasi MSY.

Tabel 9. Perbandingan hasil tangkapan per tahun terhadap MSY.

Tahun	Catch (kg)	Persentase Catch terhadap MSY
1996	6.800	50 %
1997	5.700	42 %
1998	23.700	174 %
1999	5.300	39 %
2000	8.700	64 %
2001	6.400	47 %
2002	7.700	57 %
2003	18.600	137 %
Rerata	10.363	76 %

Hasil tangkapan rata-rata bulanan yang diperoleh, dari tahun 1996 sampai dengan tahun 2003 di Kebumen (TPI Karangduwur dan TPI Argopeni) menunjukkan fluktuasi. Hasil tangkapan rata-rata tertinggi diperoleh pada bulan Nopember sebesar 1.814 kg, seperti tampak pada grafik di bawah ini :



Ilustrasi 12. Grafik fluktuasi hasil tangkapan rata-rata bulanan tahun 1996-2003.

Hasil survei biaya yang dikeluarkan dalam usaha penangkapan udang karang di Kebumen diperoleh perincian sebagai mana terlihat pada table 10. Biaya total yang dikeluarkan per trip ini akan digunakan dalam perhitungan bioekonomi model statik yang menggunakan model Gordon-Schaefer, dimana akan diasumsikan pada harga yang konstan, dalam hal ini didasarkan pada harga-harga yang berlaku di tahun 2003.

Tabel 10. Hasil survei biaya operasional (2003) penangkapan udang karang.

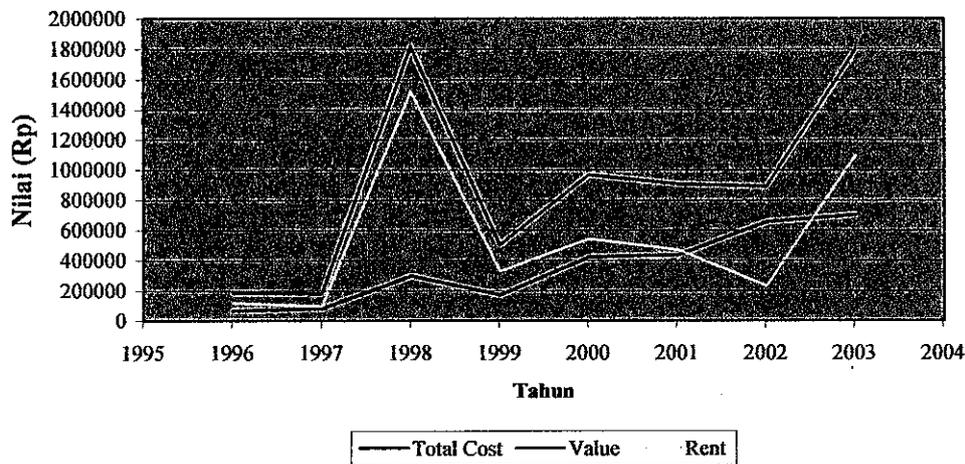
No.	Biaya Tetap		
	Rincian	Harga (Rp)	Penyusutan (Rp)/Tahun
1.	Perahu	6.500.000,-	650.000,-
2.	Mesin 15 PK	11.500.000,-	1.500.000,-
3.	Jaring @ Rp. 80.000 x 40	3.200.000,-	3.200.000,-
Sub Total Biaya Tetap/Tahun			5.350.000,-
Biaya Tetap/Trip			44.585,-
No.	Biaya Tidak Tetap		Biaya (Rp)
	Rincian		
1.	Bekal : Rp 15.000,- x 120 hari kerja.		1.800.000,-
2.	Bahan bakar : Rp 2.850,- x 7,5 lt x 120 hari		2.565.000,-
3.	Oli		20.000,-
4.	Kuli angkut/cuci Rp. 5.000,- x 120hari		600.000,-
Sub Total Biaya Tidak Tetap/Tahun			4.985.000,-
Biaya Tidak Tetap/Trip			41.542,-
Total Biaya/Tahun			10.335.000,-
Biaya/Trip			86.125,-

Data hasil wawancara dengan nelayan.

Berdasarkan biaya-biaya yang dikeluarkan pada saat survei dilakukan (2003), maka dihitung biaya yang dikeluarkan berdasarkan IHK di Jawa Tengah. Pendekatan ini dilakukan karena tidak diperoleh data yang pasti mengenai biaya-biaya yang dikeluarkan pada tahun-tahun sebelumnya. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Nilai hasil tangkapan dan estimasi biaya total operasi penangkapan.

Tahun	Trip	Estimasi Biaya (Rp)	Tangkapan (kg)	Nilai (Rp)
1996	2.049	66.387.600	6.800	187.500.000
1997	2.108	81.158.000	5.700	178.550.000
1998	5.642	297.051.300	23.700	1.818.536.000
1999	2.994	173.502.300	5.300	503.019.000
2000	6.313	422.339.700	8.700	966.614.000
2001	5.820	436.791.000	6.400	906.185.000
2002	7.952	656.437.600	7.700	889.010.000
2003	8.139	701.581.800	18.600	1.798.013.000



Ilustrasi 13. Grafik fluktuasi pendapatan (Rent) dan biaya (Total Cost).

Analisa bioekonomi pada usaha penangkapan udang karang ini dilakukan dengan model Gordon-Schaefer, dengan dasar fungsi produksi biologis dari Schaefer, yang menghubungkan antara tingkat upaya penangkapan (E) dan tingkat produksi udang karang (Q) sebagai berikut : $Q = aE - bE^2$. Dengan produksi maksimum lestari (MSY) = $|a^2/4b|$ yang dihasilkan dengan upaya penangkapan $E_{msy} = |a/2b|$. Sesuai dengan asumsi bahwa harga udang karang per kilogram ($p = \text{Rp } 96.700,00$) (tabel 13) dan biaya penangkapan (tabel 10) per trip ($c = \text{Rp } 86.125,00$) adalah konstan, maka total pendapatan (TR) dan total biaya penangkapan (TC) dirumuskan :

$$TR = p.Q = p(aE - bE^2)$$

Total penerimaan yang diperoleh (TR) dan biaya (TC) saat dicapai MSY adalah sebagai berikut :

$$TR = \text{Rp } 96.700,00(3,123 \cdot 8.700 - 0,00018 \cdot 8.700^2)$$

$$= \text{Rp } 1.309.888.530,00$$

$$TC = c \cdot E = \text{Rp } 86.125,00 \cdot 8.700$$

$$= \text{Rp } 749.287.500,00$$

Keuntungan yang diperoleh saat dicapai MSY adalah sebesar :

$$\begin{aligned}\pi &= \text{TR} - \text{TC} = \text{Rp } 1.309.888.530,00 - \text{Rp } 749.287.500,00 \\ &= \text{Rp } 560.601.030,00\end{aligned}$$

Keuntungan maksimum dicapai pada saat $d\pi/dE = 0$, dengan syarat $d^2\pi/dE^2 < 0$.

Tingkat upaya penangkapan dan produksi saat dicapai keuntungan maksimum (E^* , Q^*)

dapat dihitung dengan rumus yang disusun dari $d\pi/dE = p(a - 2bE) - c = 0$, sehingga :

$E^* = a/2b - c/2bp = 0,5 E_0$, dan $Q^* = a^2/4b - c^2/4bp^2$. Dimana Q^* disebut sebagai tingkat hasil ekonomi maksimum (MEY).

Total penerimaan pada saat dicapai keuntungan ekonomi maksimum (MEY) adalah sebagai berikut :

$$\text{TR}^* = p \cdot Q^* = p(aE^* - bE^{*2})$$

Dimana :

$$\begin{aligned}E^* &= 0,5(a/b - C/bp) \\ &= 0,5(3,123/0,00018 - \text{Rp } 86.125,00/0,00018 \times \text{Rp } 96.700,00) \\ &= 6.201 \text{ trip.}\end{aligned}$$

Sehingga :

$$Q^* = (3,123 \times 6.201) - (0,00018 \times 6.201^2) = 12.444 \text{ ----} \rightarrow (= \text{MEY})$$

$$\text{TR} = \text{Rp } 96.700,00(12.444) = \text{Rp } 1.203.334.800,00$$

dan

$$\begin{aligned}\text{TC}^* &= c \cdot E^* \\ &= \text{Rp } 86.125,00 \times 6.201 = \text{Rp } 534.061.125,00\end{aligned}$$

Sehingga keuntungan usaha penangkapan udang karang (π) dapat dihitung dengan

rumus :

$$\begin{aligned}\pi &= \text{TR}^* - \text{TC}^* \\ &= \text{Rp } 1.203.334.800,00 - \text{Rp } 534.061.125,00 \\ &= \text{Rp } 669.273.675,00\end{aligned}$$

Jika hasil tangkapan rata-rata dibandingkan dengan nilai hasil tangkapan maksimum lestari maupun hasil ekonomi maksimumnya, maka akan terlihat bahwa hasil tangkapan (produksi) udang karang di Kebumen masih di bawah nilai MSY, maupun MEY seperti terlihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 12. Perbandingan hasil operasi rata-rata dengan MSY dan MEY pada harga tetap.

	Rata-rata	MSY	MEY
Produksi (kg)	10.363	13.600	12.444
Trip	5.127	8.700	6.201
Penerimaan (Rp)	1.002.102.100,00	1.309.888.530,00	1.203.334.800,00
Biaya (Rp)	441.562.875,00	749.287.500,00	534.061.125,00
Keuntungan (Rp)	560.539.225,00	560.601.030,00	669.273.675,00

Harga udang karang dari tahun ke tahun selalu mengalami perubahan. Jika dilakukan perbandingan antara harga udang karang tersebut dengan nilai tukar dolar Amerika pada tahun tersebut, maka hasilnya adalah sebagai berikut :

Tabel 13. Perbandingan indeks harga udang karang dan nilai kurs tengah USD.

Tahun	Harga (Rp)	Indeks Harga	Kurs tengah USD	Indeks kurs tengah USD
1996	27.500	100	2.383	100
1997	31.325	114	4.650	195
1998	76.800	279	8.025	338
1999	95.000	345	7.100	298
2000	111.500	405	9.595	402
2001	141.600	515	10.400	436
2002	115.500	420	9.062	380
2003	96.700	352	8.800	369

Tahun dasar 1996 = 100. Kurs tengah USD dari BPS Jateng.

Jika membandingkan antara keuntungan per trip dan indeks harga konsumen (IHK) di Jawa Tengah, maka dapat dilihat keuntungan riil per trip (keuntungan per trip dibagi IHK dikalikan 100) (Mason dan Lind, 1999) hasilnya adalah sebagai berikut :

Tabel 14. Perkembangan keuntungan dan indeks harga konsumen.

Tahun	Penerimaan/ Trip (Rp)	Biaya/Trip (Rp)	Keuntungan/ Trip (Rp)	IHK	Keuntungan Riil/Trip
1996	91.300	32.400	58.900	179	32.905
1997	84.700	38.500	46.200	199	23.216
1998	322.300	52.650	269.650	185	145.757
1999	168.000	57.950	110.050	187	58.850
2000	153.600	66.900	86.700	204	42.500
2001	155.700	75.050	80.650	232	34.763
2002	111.800	82.550	29.250	264	11.080
2003	221.000	86.125	134.875	267	50.515

Indeks tahun dasar = 1996. IHK dari BPS Jateng.

4.2. Pembahasan

4.2.1. Aspek biologi

Pengamatan terhadap komposisi hasil tangkapan udang karang dengan jaring insang dasar di perairan pantai Kebumen diperoleh enam spesies udang karang. Keenam spesies ini juga dijumpai di perairan pantai selatan Jawa Barat seperti yang diperoleh dalam penelitian yang dilakukan oleh Subani, et.al (1991) dan Hasrun (1996). Dua spesies udang karang yang dominan adalah *Panulirus homarus* (75,2 %) dan *P. ornatus* (13,8 %). Empat spesies yang lain adalah *P. penicillatus* (7 %), *P. longipes* (2,41 %), *P. versicollor* (1,2 %) dan sedikit sekali spesies *P. polyphagus* yaitu hanya 0,4 %. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Hasrun (1996) di perairan pantai Pangandaran menunjukkan bahwa spesies *P. homarus* juga merupakan spesies yang dominan. Sementara itu, lebih ke arah timur di daerah pantai selatan Yogyakarta, yang dominan adalah *P. penicillatus* (Mahasin, 2002).

Spesies *P. penicillatus* dan *P. longipes* biasanya tertangkap secara bersamaan. Hal ini dimungkinkan karena kesamaan habitat antara keduanya. Habitat yang disukai adalah di permukaan karang yang menghadap deburan ombak atau angin. Spesies *P. penicillatus* biasanya bergerombol dalam jumlah kecil jika dibandingkan dengan gerombolan *P. homarus*. Spesies *P. versicolor* jumlahnya sangat sedikit, karena spesies ini sebenarnya lebih menyukai laguna, namun dijumpai pula di lubang-lubang batu karang. Kondisi dasar perairan pantai Kebumen adalah berupa karang dengan arus yang kuat sehingga mampu mengaduk dasar perairan, hingga terjadi kekeruhan yang tinggi pada dasar pantai. Lingkungan yang demikian itu sangat cocok untuk spesies *P. homarus*. Spesies ini juga biasanya dijumpai bergerombol dalam jumlah besar dekat

dengan garis pantai yang berpasir dan berkarang, sehingga memudahkan nelayan untuk menangkapnya. Hal ini berbeda dengan spesies *P. ornatus* yang biasanya dijumpai pada daerah karang yang lebih dalam dan cukup jauh dari garis pantai. Sehingga, jika nelayan di Kebumen memasang jaring sirang dekat dengan pantai, biasanya yang tertangkap sebagian besar adalah jenis *P. homarus*, sedangkan bila agak jauh ke tengah akan mendapatkan *P. ornatus*. *P. ornatus* dijumpai di habitat karang yang terlindung dan di beting benua (*continental shelf*) (Adams and Dalzell, 1993).

Ukuran panjang karapas dan berat masing-masing spesies yang tertangkap seperti tampak pada tabel 2 (hal.35). Komposisi ukuran *P. homarus* yang tertangkap tersebut yang dominan memiliki panjang karapas (CL) rata-rata 4,6 cm sekitar 70 persen. Sehingga dapat dikatakan merupakan individu dengan umur relatif muda. Berdasarkan perhitungan atas sampel yang diperoleh, usia saat pertama matang kelamin ($t_{maturity}$) adalah pada usia 1,4 tahun dengan panjang karapas ($L_{maturity}$) 7,0 cm. Namun pada pengamatan di lapangan dijumpai *P. homarus* dengan panjang karapas 4,9 cm dengan berat tubuh 143 gram sudah bertelur, meskipun kebanyakan memiliki panjang 5,3 cm atau lebih. Untuk spesies *P. penicillatus*, dijumpai bertelur pada panjang karapas sekitar 7,1 cm dengan berat tubuh 312 gram, *P. longipes* dijumpai memiliki telur pada panjang karapas 4,6 cm dengan berat tubuh 114 gram.

Komposisi ukuran panjang karapas spesies *P. ornatus* yang tertangkap didominasi oleh individu dengan ukuran panjang karapas 5,0 - 6,5 cm yaitu sekitar 77 persen dari sampel. Walaupun lebih panjang dari *P. homarus*, namun spesies *P. ornatus* matang kelamin pertama pada ukuran karapas yang lebih panjang ($L_{maturity} = 7,4$ cm;

$t_{\text{maturity}} = 1,6$ tahun) sebagaimana hasil perhitungan pada penelitian ini (tabel 5 hal.41), namun pada penelitian ini tidak dijumpai adanya *P. ornatus* betina yang bertelur.

Aktivitas reproduksi udang karang di Kebumen tidak teramati dalam penelitian ini, namun menurut beberapa pustaka dapat berlangsung sepanjang tahun dimana setiap individu hanya bertelur sekali dalam setahun. Puncak aktivitas reproduksi pada suatu daerah bisa berlangsung pada waktu yang berbeda dengan daerah lainnya. Di Florida, mencapai puncaknya pada bulan Maret hingga bulan Juli (Simmons, 1980), sedangkan di India puncak aktivitas reproduksi berlangsung pada bulan Nopember sampai bulan Desember (Bal and Rao, 1979). Dengan mengetahui waktu puncak pemijahan, maka dapat diterapkan kebijakan untuk menutup sementara waktu musim penangkapan. Untuk itu perlu diadakan penelitian lebih lanjut di perairan pantai Kebumen.

Jumlah telur yang dihasilkan oleh udang karang sesuai dengan besarnya ukuran tubuh. Untuk udang karang dengan panjang karapas 9 cm mampu menghasilkan setengah juta telur (Simmons, 1980). Berdasarkan temuan di lapangan, diantara hasil tangkapan nelayan diketahui ada yang sedang bertelur. Hal ini tentu akan berpengaruh terhadap kelestarian sumber daya udang karang, apalagi jika jumlah betina yang sedang bertelur cukup banyak. Melarang nelayan agar tidak mengambil betina yang sedang bertelur agaknya terlalu sulit untuk dilakukan dengan beberapa alasan. Sehingga dengan demikian memerlukan suatu solusi yang bijaksana dan tepat.

Menurut Simmons (1980), telur yang dikeluarkan dan melekat dibagian bawah abdomen belakang betina, akan menetas dalam waktu sekitar empat minggu. Untuk individu betina bertelur yang terlanjur ditangkap oleh nelayan di Kebumen sebenarnya bisa dilakukan karantina sampai menetas telurnya dan segera mengembalikan larva

udang karang tersebut ke perairan pantai, agar tumbuh dan berkembang secara alamiah, karena untuk sampai dewasa dibutuhkan waktu yang lama. Perlakuan terhadap udang bertelur di karantina sudah banyak dilakukan dan tidak terlalu sulit, yang sulit adalah memelihara larva sampai dewasa. Biaya yang dikeluarkan relatif murah, hanya untuk pakan (ikan rucah dan kerang-kerangan) dan sirkulasi air dengan pompa, apalagi induk yang sudah bertelur bisa dijual kembali ke pasaran untuk konsumsi sebagaimana biasanya. Sehingga kita akan mampu mengatasi permasalahan penangkapan ilegal terhadap udang betina yang sedang bertelur, sekaligus meningkatkan jumlah populasinya.

Distribusi frekwensi panjang karapas pada *P. homarus* maupun *P. ornatus*, membentuk kurva multi normal yang dapat diasumsikan sebagai kelompok umur tertentu. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya empat kelompok umur berdasarkan distribusi panjang karapas. Untuk *P. homarus* yaitu, kelompok I dengan panjang karapas rata-rata 4,5 cm, kelompok II 5,9 cm, kelompok III 7,5 cm dan kelompok IV 9 cm. Untuk spesies *P. ornatus*, kelompok I dengan panjang karapas rata-rata 5,1 cm, kelompok II 6,2 cm, kelompok III 7 cm dan kelompok IV 9,5 cm. Umur *P. homarus* yang tertangkap diduga berkisar antara -0,28 sampai dengan 4,38 tahun. Sedangkan umur *P. ornatus* yang tertangkap diduga sekitar 0,21 sampai dengan 5,57 tahun.

Jika melihat komposisi ukuran panjang karapas dari hasil tangkapan nelayan, maka diketahui bahwa udang karang dengan ukuran panjang karapas kurang dari 6 cm jumlahnya cukup banyak. Udang karang dengan ukuran tersebut memiliki potensi untuk dibesarkan dalam rangka meningkatkan nilai tambah pada hasil tangkapan nelayan. Hal ini perlu dilakukan karena udang karang kecil harganya sangat rendah.

Pengamatan terhadap hubungan antara panjang karapas dan berat tubuh untuk spesies *P. homarus* dan *P. ornatus*, keduanya menunjukkan hubungan yang kontinyu. Nilai b yang diperoleh setelah diuji t , menunjukkan tidak berbeda nyata dengan 3 (μ_0) pada taraf kepercayaan 95 persen. Sehingga dapat dikatakan penambahan berat sebanding dengan penambahan panjang badannya (isometris). Persamaan hubungan panjang karapas dan berat tubuh pada spesies *P. homarus* dalam pengamatan ini adalah $W = 1,0915 L^{2,973}$ dan untuk spesies *P. ornatus* adalah $W = 1,028 L^{2,975}$.

Hasil analisa parameter pertumbuhan *P. homarus* menunjukkan bahwa nilai K sebesar 0,6 per tahun (*Sheperd methode*), t_0 sebesar -0,42 tahun dan panjang karapas asimtotiknya (L_∞) sebesar 10,7 cm. Parameter yang sama untuk *P. ornatus* adalah $K = 0,52$ per tahun (*Sheperd methode*), $t_0 = -0,41$ tahun dan $L_\infty = 11,2$ cm. Hasil penelitian *P. homarus* di pantai Pangandaran yang dilakukan oleh Suman et.al (1994), menunjukkan bahwa panjang karapas asimtotiknya (L_∞) sebesar 11,6 cm dengan nilai $K = 0,75$ per tahun. Sedangkan Subani (1983), pada penelitian *P. homarus* di Selat Bali memperoleh nilai L_∞ 30,5 cm (total panjang badan) dan nilai $K = 1,03$ per tahun. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh kondisi lingkungan yang mendukung kehidupan pada masing-masing lokasi penelitian atau juga dikarenakan komposisi ukuran sampel yang diperoleh dalam penelitiannya. Menurut Froese, et.al (2000), nilai $K > 0,3$ per tahun termasuk kategori yang tinggi.

Laju mortalitas total (Z) dengan metode *length-converted catch curve* pada spesies *P. homarus* diduga sebesar 2,58 dan mortalitas alami (M) dengan metode *Rikhter and Efanov's* diduga sebesar 1,07. Sehingga mortalitas akibat penangkapan ($F = Z - M$) sebesar 1,51 dan tingkat eksploitasi (E) sebesar 0,59. Dengan memakai metode

yang sama untuk spesies *P. ornatus*, mortalitas total (Z) sebesar 2,45; mortalitas alami (M) sebesar 0,92; mortalitas akibat penangkapan (F) sebesar 1,53; dan tingkat eksploitasi (E) 0,62. Tingkat eksploitasi sebesar 0,59 dan 0,62 ini lebih tinggi dari yang disarankan oleh Gulland (1971), yaitu pada stok yang dieksploitasi secara optimal, maka mortalitas akibat penangkapan hendaknya sebanding dengan mortalitas alami, sehingga $E_{opt} = 0,5$. Tingkat eksploitasi yang sekarang terjadi di perairan pantai Kebumen cukup rawan terhadap kelestarian sumber daya udang karang jika ditingkatkan lagi, sehingga akan lebih baik dipertahankan pada tingkat seperti sekarang seandainya tidak bisa dilakukan pengurangan.

Estimasi nilai MSY yang diperoleh pada penelitian ini, sebesar 13.600 kg per tahun. Ketentuan yang tertuang dalam *Code of Conduct for Responsible Fisheries* (CCRF) mengenai jumlah ikan yang boleh ditangkap (*Total Allowable Catch = TAC*) adalah sebesar 80 persen dari nilai MSY (Nikijuluw, 2002), atau sekitar 10.880 kg per tahun. Hasil tangkapan rata-rata pertahun pada penelitian ini diketahui sekitar 10.363 kg per tahun, atau sekitar 76 persen dari nilai MSY (tabel 9 hal. 49), sehingga sudah mendekati kapasitas maksimum yang boleh ditangkap agar tetap lestari.

Hasil tangkapan per unit upaya (CPUE) pada penelitian ini menunjukkan suatu kecenderungan yang menurun, meskipun nilai penurunannya masih relatif kecil, yaitu sebesar minus 0,00018 (tabel 8 hal. 48). Salah satu penyebab penurunan hasil tangkapan adalah meningkatnya jumlah upaya (trip) setiap tahunnya (dalam analisis regresi $r = 0,39$). Rata-rata hasil tangkapan per unit upaya (CPUE) dari tahun 1996 hingga tahun 2003 sekitar 2,2 kg. Hasil tersebut diperoleh dengan menggunakan jaring sirang (*gill net monofilamen*). Penggunaan alat tangkap yang lain, dengan koefisien daya tangkap yang

berbeda dari jaring sirang seperti yang dipakai oleh nelayan di Kebumen saat ini, mungkin dapat memberikan suatu hasil tangkapan per unit upaya (CPUE) yang berbeda pula. Untuk mengetahui hal tersebut dapat dilakukan suatu penelitian lebih lanjut, mengingat untuk menangkap udang karang tersedia beberapa alat tangkap lain, seperti krendet dan perangkap yang dilengkapi umpan.

Pada perhitungan hasil per rekrut relatif (Y'/R) dengan metode Beverton dan Holt (1957) dari sampel *P. homarus* yang pertama kali tertangkap pada panjang karapas 2,2 cm diperoleh nilai 0,025 dengan $Y/R = 21,2$ gram per rekrut. Nilai Y'/R untuk *P. ornatus* sebesar 0,028 dan $Y/R = 36,5$ gram per rekrut pada $L_c = 3,1$ cm. Y'/R sebagai fungsi dari tingkat eksploitasi (E) pada nilai L_c tertentu disajikan pada ilustrasi 7 dan ilustrasi 8. Pada kedua ilustrasi tersebut tampak bahwa peningkatan laju eksploitasi (E) akan meningkatkan hasil Y'/R , sampai pada suatu titik maksimal (E_{max}) tertentu. Jika eksploitasi ditingkatkan lagi maka akan menurunkan Y'/R . Sedangkan pengaruh eksploitasi terhadap biomasa per rekrut relatif (B'/R), dapat dikatakan bahwa segera setelah dilakukan eksploitasi maka akan mengurangi nilai B'/R . Perubahan terhadap nilai L_c (diperbesar) akan meningkatkan Y'/R maupun B'/R , sampai pada suatu tingkat tertentu, seperti tampak pada ilustrasi 7 (hal. 45) dan ilustrasi 8 (hal.46) tersebut.

Untuk mengetahui sejauh mana ukuran panjang karapas udang karang pada saat pertama kali ditangkap (L_c) akan mempengaruhi hasil per rekrut dan mencari ukuran panjang karapas minimum yang ideal untuk dilakukan penangkapan, dapat dilakukan dengan simulasi perhitungannya, dengan besar L_c yang berbeda-beda. Data yang digunakan adalah parameter pertumbuhan ($K, M, F, Z, L_{\infty}, L_c$) yang diolah dengan *spreadsheet* Froese et.al, (2000). Setelah dilakukan simulasi perubahan ukuran panjang

karapas saat ditangkap (L_c) terhadap kedua spesies tersebut, maka akan diperoleh perubahan Y'/R sebagaimana terlihat dalam tabel 15 yang ada di bawah ini. Strategi A merujuk pada L_c berdasarkan hasil tangkapan yang sesungguhnya saat ini, sedangkan strategi B merujuk pada suatu nilai L_c yang disimulasikan.

Tabel 15. Simulasi nilai Y'/R pada L_c yang berbeda.

Spesies	Strategi A (L_c : cm)	Strategi B (L_c : cm)	Persentase perubahan Y'/R strategi A ke B (%)
<i>P. homarus</i>	2,2	4	38,5
	2,2	6	51,5
	2,2	7,6*	18,2
	2,2	8	3,5
<i>P. ornatus</i>	3,1	4	17,6
	3,1	6	36,9
	3,1	7,6*	16,8
	3,1	8	6,1

Berdasarkan tabel tersebut di atas, maka pada kedua spesies sebaiknya diberlakukan kebijakan tangkap mulai dengan panjang karapas 6 cm, karena akan meningkatkan Y'/R yang optimal, yaitu 51,5 % pada *P. homarus* dan 36,9 % pada *P. ornatus*. Pembatasan ini didasarkan pada prinsip *save minimum biomass level* (SMBL) yang mengedepankan asas kehati-hatian (*precautionary approach to fishery management*) dalam memanfaatkan sumber daya perikanan (Anderson, 2000 dalam Mahasin, 2002).

Supaya sumber daya udang karang dapat dimanfaatkan secara lestari, maka perlu adanya suatu pengendalian pada penangkapannya. Beberapa tindakan yang bisa diambil antara lain pemberlakuan batas ukuran minimum yang boleh ditangkap, pembatasan penangkapan pada musim pemijahan (*close season*), pembatasan

penangkapan pada area tertentu (*close area*) yang merupakan habitat perkembangbiakan alaminya dan menghindari penangkapan terhadap udang betina yang sedang bertelur (Nikijuluw, 2002). Untuk memberlakukan kebijakan *close season* dan *close area* di Kebumen memerlukan penelitian lebih lanjut. Sedangkan untuk pembatasan ukuran tangkap minimum sesungguhnya telah dilakukan himbauan, namun di lapangan kurang bisa berjalan dengan berbagai alasan.

Agar tujuan pengelolaan dan pembangunan perikanan dapat dicapai maka dibutuhkan suatu alternatif manajemen, baik dilihat dari sudut pandang biologi maupun sosial ekonomi. Gulland (1977) mengajukan enam pendekatan manajemen sumberdaya perikanan : 1) pembatasan alat tangkap, 2) penutupan daerah penangkapan, 3) penutupan musim, 4) pemberlakuan kuota penangkapan yang dialokasikan menurut alat tangkap, kelompok nelayan atau daerah penangkapan, 5) pembatasan ukuran tangkap, dan 6) penetapan jumlah kapal dan jumlah tangkapan yang diperbolehkan.

Pilihan terhadap alternatif manajemen sangat bergantung pada kekhasan daerah, situasi dan kondisi perikanan yang dikelola serta tujuan pengelolaan atau pembangunan perikanan. Nikijuluw (2002) menganjurkan agar setiap pilihan sebaiknya berdasarkan kriteria-kriteria berikut : diterima nelayan, implementasi secara gradual, fleksibel, implementasi didorong oleh efisiensi dan inovasi, pengetahuan yang sempurna tentang peraturan serta biaya yang dikeluarkan untuk mengikuti peraturan tersebut, dan ada implikasi terhadap tenaga kerja, pengangguran dan keadilan.

4.2.2. Aspek bioekonomi

Udang karang atau yang dikenal dengan nama dagang *spiny lobster*, pada hampir sebagian besar habitatnya telah mengalami tekanan akibat penangkapan. Hal ini disebabkan oleh daya tarik ekonomi yang besar dari crustacea jenis ini. Apalagi jenis udang ini belum dapat dibudidayakan dari tingkatan larva, sehingga untuk memenuhi kebutuhan pasar, jalan yang ditempuh adalah dengan mengeksploitasinya secara lebih intensif. Sering dijumpai di lapangan, adanya nelayan yang 'beruaya' (*andon*) dalam rangka memburu udang karang yang berharga mahal. Kegiatan tersebut dimodali oleh pengepul besar.

Produksi udang karang di Kebumen dari tahun 1996 sampai dengan tahun 2003 menunjukkan fluktuasi. Hasil terbesar yang tercatat pernah dicapai adalah sebesar 23.700 kg pada tahun 1998 dan 18.600 kg pada tahun 2003. Dari periode tahun yang diamati, produksi rata-ratanya adalah sebesar 10.363 kg. Produksi sebesar itu diperoleh melalui upaya (f) sebesar 5.127 trip per tahun dengan hasil (CPUE) sekitar 2,2 kg/trip. Jika dibandingkan dengan produktifitas nelayan di Gunung Kidul seperti penelitian yang dilakukan oleh Mahasin (2002), produktifitas nelayan di Kebumen ternyata lebih kecil, karena di Gunung Kidul produktifitasnya rata-rata 4,1 kg/trip. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh alat tangkap yang digunakan berbeda. Nelayan di Kebumen, hampir semuanya menggunakan jaring sirang (*gill net monofilamen*), sedangkan di Gunung Kidul menggunakan krendet dan jaring sirang. Dari survei yang dilakukan terhadap 37 orang nelayan yang melakukan penangkapan dari bulan Nopember 2003 sampai dengan Februari 2004 dengan jumlah upaya 713 trip, diperoleh hasil tangkapan udang karang

sebesar 1.841 kg. Dengan demikian hasil tangkapan rata-rata per tripnya adalah 2,58 kg atau jika dihitung nilai ekonomi sekitar Rp 261.000,00 per trip (Lampiran 9).

Perhitungan dengan metode produksi surplus model Schaefer menghasilkan nilai MSY sebesar 13.600 kg pada tingkat upaya (f_{MSY}) sebanyak 8.700 trip. Hasil tangkapan tahun 1998 sebesar 23.700 kg dan tahun 2003 sebesar 18.600 kg berarti telah melewati batas hasil maksimum lestari. Jika dilihat hasil tangkapan rata-rata per tahun 10.363 kg sekitar 76 persen dari tangkapan maksimum lestari (MSY), sehingga hasil tangkapan hampir mendekati nilai maksimum jumlah yang boleh ditangkap (TAC) sebesar 80 persen MSY. Dengan demikian, penambahan jumlah upaya diperkirakan akan dapat berakibat buruk terhadap kelestarian udang karang di Kebumen.

Hasil tangkapan per satuan upaya (CPUE) menunjukkan suatu kecenderungan yang menurun. Secara ekonomis maupun biologis, sama-sama tidak menguntungkan, apalagi jika jumlah upayanya diperbesar dan tidak terkontrol, yang akan menimbulkan pengurasan terhadap sumberdaya udang karang. Keadaan demikian oleh A.G. Huntsman (1944) dalam Marahuddin dan Smith (ed)(1986), dirumuskan dalam bahasa ekonomi sebagai :” *keadaan dimana hasil tangkapan dibandingkan dengan upaya tidak mampu menghasilkan suatu kehidupan yang layak bagi nelayan*”. Oleh karena itu, dalam mengelola sumberdaya udang karang perlu dikedepankan prinsip kehati-hatian agar sumberdaya tersebut tetap mampu mempertahankan kelestariannya, sebab jika tidak hati-hati mudah diprediksikan bahwa suatu saat sumberdaya akan benar-benar habis.

Nelayan di Kebumen menggunakan dua jenis mesin, yaitu mesin 5,5 PK dan mesin 15 PK. Kedua mesin tersebut menggunakan perahu yang sedikit berbeda, yaitu

konstruksi pada bagian belakang (*buritan*) sesuai dengan dudukan mesin yang berbeda. Perbedaan penggunaan mesin ini menyebabkan biaya operasional yang berbeda, namun hasil tangkapan yang diperoleh tidak berbeda. Perbedaan penggunaan mesin ini hanya pada manuver yang bisa dilakukan, dimana pada mesin 15 PK manuvernya lebih mudah karena bisa maju maupun mundur dan lebih bertenaga, sedangkan pada mesin 5,5 PK hanya satu arah dan tenaga lebih kecil. Perbedaan biaya operasional penggunaan kedua jenis mesin tersebut menurut harga yang berlaku tahun 2003 adalah sebagai berikut :

Tabel 16. Perbandingan biaya/trip dengan mesin yang berbeda.

Mesin	Harga (Rp)	Harga Kapal (Rp)	Harga Jaring (Rp)	Bahan Bakar ^{*)}	Total/Trip
5,5 PK	2,5 juta	6 juta	3,2 juta 40 pcs.	2 – 5 lt./trip (bensin murni)	Rp 41.101,-
15 PK	11,5 juta	6,5 juta	3,2 juta 40 pcs.	5 – 10 lt./trip (bensin campur)	Rp 63.043,-

^{*)}Harga eceran bensin murni Rp 2.100,-; bensin campur Rp 2.850,-.

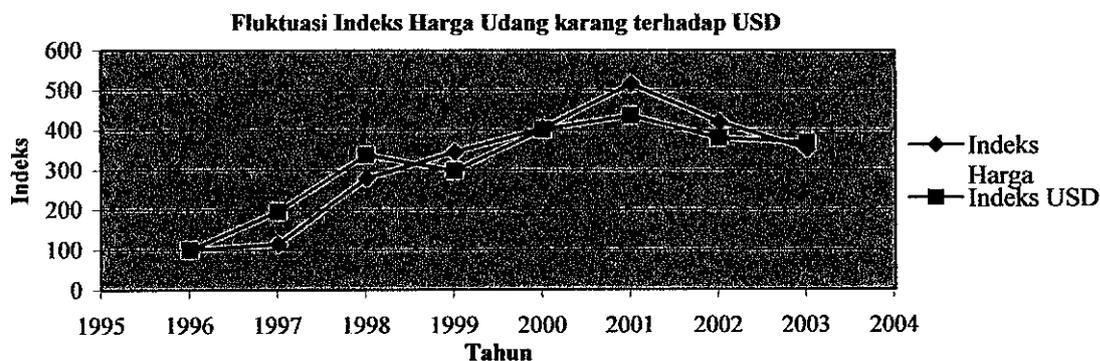
Komponen biaya per trip yang paling besar dalam operasional penangkapan adalah untuk jaring, yaitu 65 persen pada mesin 5,5 PK dan 42 persen pada mesin 15 PK. Menurut nelayan, hal tersebut disebabkan oleh karena seringnya jaring tersangkut oleh karang dan robek atau putus ketika ditarik, sehingga usia ekonomis jaring sirang rata-rata hanya satu tahun.

Putusnya jaring sirang yang tersangkut pada bebatuan karang di dasar laut, sebenarnya dapat menimbulkan persoalan tersendiri. Seperti diketahui, bahan yang digunakan untuk *webbing* jaring sirang adalah dari bahan plastik PA yang memiliki tingkat kestabilan yang tinggi, sehingga sukar terdegradasi di dasar laut. Adanya jaring bekas yang terhampar begitu saja di dasar laut, dapat menjerat udang karang maupun biota dasar laut yang lain tanpa disadari. Untuk menghindari resiko tersebut dan

menurunkan biaya operasionalnya, maka dapat dicoba alternatif menggunakan alat tangkap lain, seperti krendet atau perangkap (*trap*) yang terbuat dari bahan dasar kayu atau bambu.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Bagian Proyek Pengembangan Teknologi Penangkapan Ikan - BPPI Semarang tahun 1996, perbandingan harga jaring sirang (40 pcs.) dan krendet (40 buah) adalah 4 : 1, sehingga harga krendet hanyalah seperempat harga jaring sirang, lagi pula sebenarnya krendet dapat dibuat dengan menggunakan jaring bekas yang sudah tidak terpakai dan diberi bingkai besi atau bambu melingkar. Usia ekonomis krendet lebih lama 2,5 kali usia ekonomis jaring sirang. Perbedaan antara menggunakan jaring sirang dengan krendet adalah krendet memerlukan umpan dalam pengoperasiannya sedangkan jaring sirang tidak perlu umpan. Produktivitas alat tangkap krendet lebih besar jika dibandingkan dengan jaring sirang, seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Mahasin (2002) di perairan pantai selatan Yogyakarta, yaitu sebesar 72,5 persen, sedangkan sisanya dihasilkan dengan menggunakan jaring sirang. Berdasarkan kedua hasil penelitian tersebut di atas, maka penggunaan krendet menjadi relevan untuk dijadikan pilihan teknis dalam penangkapan udang karang di Kebumen, dimana saat ini mereka menggunakan jaring sirang saja. Penggunaan krendet akan dapat meningkatkan hasil tangkapan.

Hasil tangkapan udang karang di kabupaten Kebumen sebagian besar diekspor ke luar negeri, sehingga harganya mengikuti nilai tukar dollar yang berlaku saat itu. Fluktuasi harga rata-rata udang karang per tahun terhadap nilai kurs tengah dollar Amerika dapat digambarkan sebagai berikut :



Ilustrasi 14. Grafik fluktuasi indeks harga udang karang terhadap indeks kurs tengah USD.

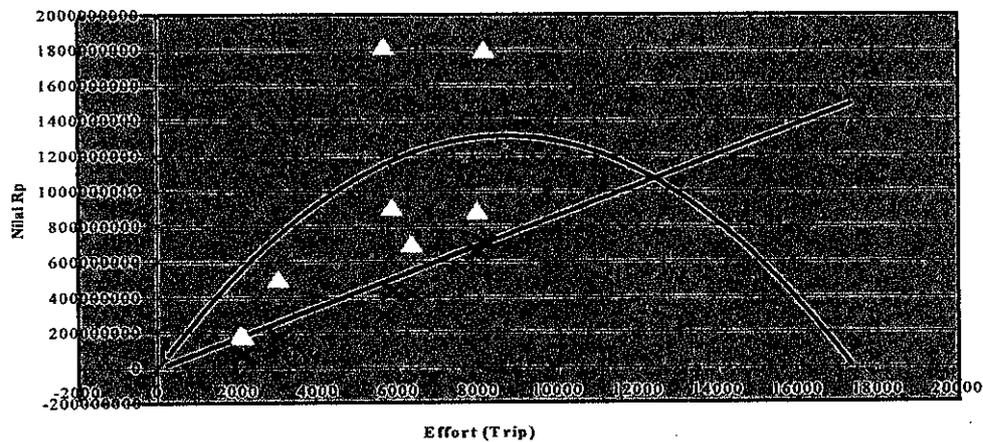
Dengan asumsi bahwa harga udang dan biaya yang dikeluarkan adalah tetap, maka nilai ekonomi maksimal yang mungkin dapat diperoleh (MER) adalah sebesar 669,3 juta, dengan jumlah tangkapan (MEY) 12.440 kg pada tingkat upaya (f_{MEY}) 6.200 trip per tahun. Nilai ekonomi tersebut didasarkan pada biaya total (TC) sebesar Rp 86.125,00 per trip (survei tahun 2003), dengan harga udang Rp 96.700,00 (harga udang rata-rata tahun 2003). Pendapatan aktual pada penangkapan udang karang di Kebumen sampai saat ini seperti terlihat pada ilustrasi 15 (halaman 70). Sedangkan keuntungan riil per trip menunjukkan gejala yang relatif menurun seperti pada tabel berikut.

Tabel 17. Keuntungan riil per trip.

Tahun	Penerimaan/ Trip (Rp)	Biaya/Trip (Rp)	Keuntungan/ Trip (Rp)	IHK	Keuntungan Riil/Trip
1996	91.300	32.400	58.900	179	32.905
1997	84.700	38.500	46.200	199	23.216
1998	322.300	52.650	269.650	185	145.757
1999	168.000	57.950	110.050	187	58.850
2000	153.600	66.900	86.700	204	42.500
2001	155.700	75.050	80.650	232	34.763
2002	111.800	82.550	29.250	264	11.080
2003	221.000	86.200	134.800	267	50.487

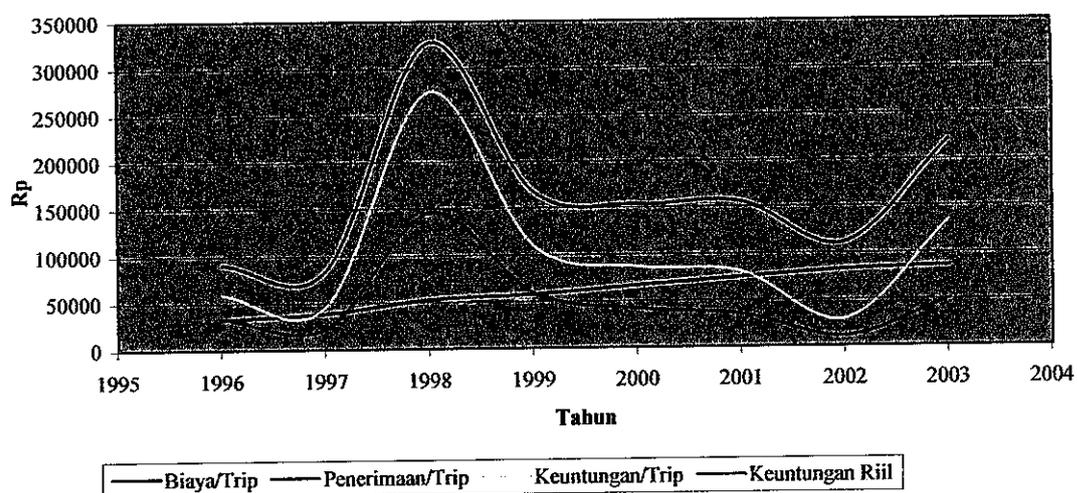
Indeks tahun dasar = 1996. IHK dari BPS Jateng.

Bioekonomi Udang Karang



Ilustrasi 15. Model bioekonomi usaha penangkapan udang karang di Kebumen.
 (Δ = Pendapatan aktual; x = Biaya Aktual; — = Total Penerimaan;
 — = Total Biaya; Keuntungan $\pi = TR - TC$).

Perkembangan keuntungan riil per trip dari tahun 1996 sampai dengan tahun 2003 dapat dilihat pada ilustrasi di bawah ini. Penghitungan keuntungan riil didasarkan pada Indeks Harga Konsumen Jawa Tengah dengan tahun dasar 1996 yang diperoleh dari BPS Jawa Tengah (Bank Indonesia, 2003).



Ilustrasi 16. Fluktuasi keuntungan riil per trip.

Jika dilihat pada ilustrasi di atas, maka dapat diketahui bahwa daya beli yang tertinggi terjadi pada tahun 1998, dimana pada saat itu hasil tangkapan per trip adalah tertinggi sekitar 4,2 kg dan total hasil tangkapan 23.700 kg. Oleh karena itu, pada tahun 1998 banyak nelayan yang mampu mengganti perahu kayu menjadi perahu *fiber glass* dan membeli motor tempel, terutama di Karangduwur. Untuk tahun 2003, keuntungan riil per tripnya menunjukkan kenaikan dibandingkan tahun sebelumnya, tetapi masih di bawah hasil tahun 1998.

Nilai ekonomi yang lebih baik bisa diperoleh jika harga udang karang lebih tinggi. Harga udang karang ditentukan oleh ukuran berat individu, jenis dan kondisi udang serta permintaan pasar. Sehingga untuk memperoleh nilai ekonomi yang optimal, maka salah satu cara yang dapat ditempuh adalah melalui pembatasan ukuran tangkap minimum yang diperbolehkan. Dari simulasi perhitungan Y'/R (tabel 15 hal. 63), maka dengan melakukan pembatasan ukuran minimum panjang karapas 6 cm, di samping akan meningkatkan hasil per rekrut relatif (*P. homarus* sebesar 51,5 % dan *P. ornatus* sebesar 36,9 %), juga akan dapat mempertahankan kelestarian udang karang. Selain itu, semakin besar ukuran panjang karapas maka berat tubuh juga meningkat, dengan demikian harga udang per kg juga akan naik.

Kemampuan nelayan untuk memasarkan hasil tangkapan dengan harga yang menguntungkan masih lemah, baik untuk pasaran domestik apalagi pasaran ekspor. Harga jual hasil tangkapan tidak dapat ditentukan oleh nelayan sebagai produsen, namun ditentukan oleh pembeli (*bakul*) yang lebih menguasai pasar dan informasi. Menurut Dahuri (2000), produk-produk perikanan sangat cepat berubah dan sering mengalami "*market glut*". Suatu kondisi pasar dimana harga jual suatu komoditas

menurun drastis ketika pasokan komoditas tersebut melimpah, sebaliknya harga membaik manakala pasokannya kecil (paceklik). Sedangkan harga faktor-faktor produksi relatif mahal dan bersifat fluktuatif.

Hasil tangkapan udang karang per bulan menunjukkan Fluktuasi, dimana puncak hasil tangkapan dicapai pada bulan Nopember. Musim puncak ini biasanya terjadi hampir bersamaan di beberapa daerah, sehingga bisa diperkirakan harga udang karang akan jatuh. Namun diketahui pula bahwa permintaan pasar pada saat menjelang hari raya "*Imlek*" (Februari) akan sangat tinggi dengan harga yang tinggi pula. Dengan melakukan pengaturan penjualan melalui penundaan sementara waktu menunggu datangnya hari raya "*Imlek*" tersebut akan dapat diperoleh keuntungan yang cukup tinggi. Hal ini sangat mungkin sekali dilakukan karena udang karang memiliki daya hidup yang tinggi dengan pakan yang harganya sangat murah yaitu ikan rucah.

Meskipun masih ada peluang untuk dikembangkan upaya penangkapan udang karang secara ekonomis, namun sebaiknya tidak dianjurkan untuk menambah jumlah armada atau jumlah upaya yang dilakukan. Akan lebih baik jika dilakukan upaya memberikan nilai tambah terhadap hasil yang telah dicapai saat ini, serta penggunaan alat tangkap yang efisien dan ekonomis. Salah satu yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan budidaya pembesaran pada udang yang memiliki ukuran kecil yang terlanjur ditangkap. Selain itu, panjangnya rantai distribusi hasil tangkapan turut mengurangi hasil yang diterima oleh nelayan.

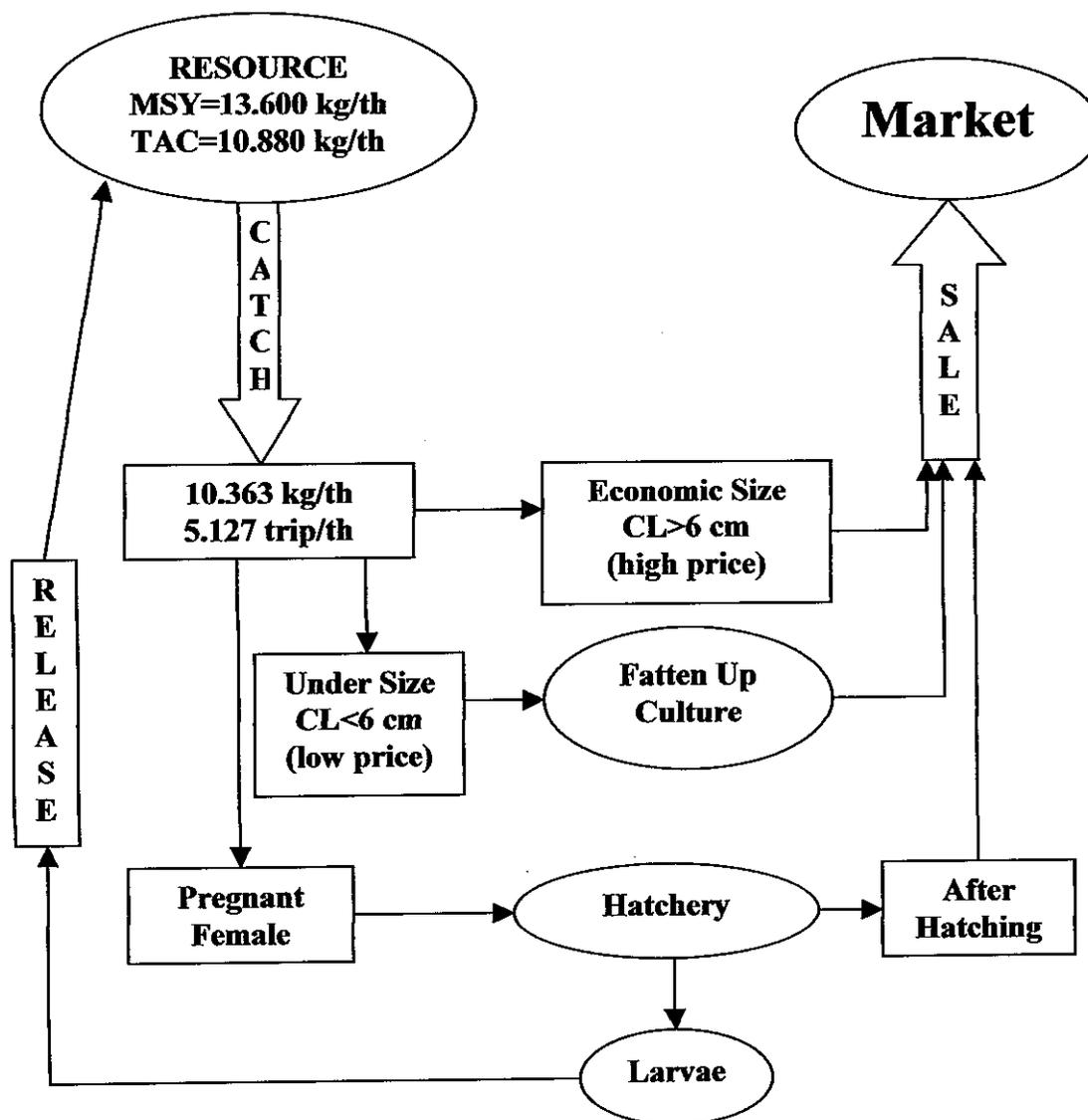
Peran koperasi (KUD Mina Baruna) sangat dibutuhkan untuk lebih dapat memberikan sumbangan dalam aspek pemasaran hasil tangkapan. Sejauh ini peran KUD sepertinya belum ada, selain hanya sebagai institusi kepanjangan tangan

pemerintah dalam hal menarik retribusi hasil tangkapan. Mestinya kedepan peran koperasi harus dapat memberikan informasi pasar yang akurat, sehingga harga jual yang diterima oleh nelayan tidak dipermainkan oleh *bakul*, sebab lelang yang terjadi saat ini sebetulnya adalah *lelang semu*, dimana diantara bakul telah diambil kesepakatan harga sebelum lelang dilakukan.

Berdasarkan hasil pengamatan dari aspek biologis maupun aspek ekonomis udang karang dalam penelitian ini serta studi pustaka yang dilakukan, maka manajemen pengelolaan sumber daya udang karang yang dilakukan hendaknya ditujukan untuk :

- a. *memberikan kondisi biologis yang konsisten sehingga mampu memberikan hasil maksimum yang lestari*, dengan mengurangi faktor penyebab penurunan bahkan kepunahan stok, seperti pemberlakuan ukuran tangkap minimum dan menghindari penangkapan pada individu betina yang sedang bertelur, penetapan *close season*;
- b. *mendorong efisiensi ekonomis pada usaha penangkapannya*, seperti penggunaan alat tangkap dengan daya tangkap lebih besar dan lebih murah namun tetap ramah lingkungan dengan kemampuan *self-destruct panel* pada alat tangkap perangkap (berbahan dasar dari kayu), serta manajemen pemasaran yang ekonomis dan efisien;
- c. *menyediakan data biologis, ekonomis dan sosial*, untuk dapat dijadikan sebagai dasar manajemen pengelolaan sumberdaya udang karang.

**SKEMA PENGELOLAAN UDANG KARANG YANG KOMPROMISTIS
ANTARA KEPENTINGAN PELESTARIAN SUMBERDAYA DAN
KEPENTINGAN EKONOMI NELAYAN**



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Populasi udang karang di perairan pantai selatan Kebumen didominasi oleh spesies *Panulirus homarus* (75,2%). Spesies yang lain berturut-turut adalah *P. ornatus* (13,8%), *P. penicillatus* (7%), *P. longipes* (2,4%), *P. versicolor* (1,2%) dan *P. polyphagus* (0,4%).
2. Pertambahan berat tubuh udang karang sebanding dengan pertambahan panjang karapas (*P. homarus* dan *P. ornatus*) atau bersifat isometris.
3. Persamaan pertumbuhan Von Bertalanffy untuk *P. homarus* adalah $L_{(t)} = 10,7[(1 - \exp(-0,6(t + 0,42)))]$ dan untuk spesies *P. ornatus* adalah $L_{(t)} = 11,2[(1 - \exp(-0,52(t + 0,41)))]$.
4. Mortalitas total (Z) *P. homarus* = 2,58 dan *P. ornatus* = 2,45. Mortalitas alami (M) *P. homarus* = 1,07 dan *P. ornatus* = 0,92. Tingkat eksploitasi (E) *P. homarus* 0,58 dan *P. ornatus* 0,62. Tingkat eksploitasi tersebut lebih besar dari yang dianjurkan oleh Gulland (1971) sebesar 0,5.
5. Nilai MSY adalah sebesar 13.600 kg per tahun, dengan hasil tangkapan rata-rata per tahun sebesar 10.363 kg atau sekitar 76 % dari MSY, sehingga hampir melewati TAC sebesar 80 % MSY (10.880 kg/th).
6. Pada asumsi biaya dan harga tetap, nilai MEY dapat diperoleh dengan hasil tangkapan sebesar 12.444 kg per tahun, namun sudah melewati TAC (10.880 kg).

7. Persamaan linier produksi surplus dengan model Schaefer adalah :

$Y/f = 3,123 - 0,00018xf$ dan $Y = 3,123xf - 0,00018xf^2$. Dengan demikian, hasil per satuan upaya (CPUE) menunjukkan suatu kecenderungan yang menurun, dengan rata-rata 2,2 kg/trip.

8. Status perikanan udang karang di Kebumen secara biologis sudah di ambang batas maksimum pengusahaan. Meskipun demikian, secara ekonomis masih dapat memberikan keuntungan yang baik.

5.2. Saran

1. Upaya penangkapan udang karang di perairan pantai selatan Kebumen, cenderung meningkat setiap tahunnya, hal ini perlu mendapatkan perhatian yang cukup, agar sumberdaya tetap lestari. Sebaiknya ukuran tangkap minimum adalah mulai dengan panjang karapas 6 cm (perhitungan untuk spesies *P. homarus* dan *P. ornatus*).
2. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut terhadap parameter pertumbuhan pada spesies udang karang yang lain.
3. Perlu dicoba penggunaan alat tangkap lain yang lebih efisien dan ekonomis supaya dapat meningkatkan keuntungan yang diperoleh.
4. Manajemen pengelolaan sumber daya udang karang yang dilakukan hendaknya ditujukan untuk : *memberikan kondisi biologis yang konsisten sehingga mampu memberikan hasil maksimum yang lestari; mendorong efisiensi ekonomis pada usaha penangkapannya; dan menyediakan data biologis, ekonomis dan sosial.*

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, T. and P. Dalzell. 1993. *Pacific Island Lobster Fisheries : Bonanza or Bankruptcy ?* Fisheries Newsletter of the South Pacific Commition Fisheries Programme. New Caledonia. No. 67. pp. 28 – 33.
- Anderson, L.G. 1986. *The Economic of Fisheries Management*. The John Hopkins University Press. Baltimore. 296 pp.
- Dirjen Perikanan. 1996. *Petunjuk Pelaksanaan Pembinaan dan Pelestarian Lobster (Panulirus spp.)*. Direktorat Bina Sumber Hayati. Direktorat Jendral Perikanan.
- Badan Riset DKP. 2001. *Pengkajian Stok Ikan di Perairan Indonesia*. Kerjasama Badan Riset Kelautan dan Perikanan-DKP dengan Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi-LIPI. Jakarta.
- Bagian Proyek Pengembangan Teknologi Penangkapan Ikan – BPPI. 1996. *Penangkapan Udang Barong dengan Menggunakan Krendet dan Gill Net (Jaring Sirang) Lobster*. BPPI – Semarang.
- Bal, D.V. and K.V. Rao. 1979. *Marine Fisheries*. Tata McGraw Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Bank Indonesia. 2003. *Statistika Ekonomi dan Keuangan Daerah Jawa Tengah*. Bank Indonesia Semarang.
- Bardach, J.E., J. Ryther and W.O. Mc.Larney. 1972. *Aquaculture*. John Wiley and Sons. Inc. New York.
- Barnes, R.D. 1974. *Invertebrate Zoology*. 3rd edition. W.B. Sanders. Co. Philadelphia.
- Clark, F.W. 1985. *Bioeconomic Modelling and Fisheries Management*. John Wiley and Sons. Inc. New York.
- Chistensen, S and N. Vestergaard. 1993. *A Bioeconomic Analysis of the Greenland Shrimp Fishery in the Davis Strait*. Marine Resource Economics. Vol. 8. pp. 345 – 365.
- Cobb, J.S. and R.T. Phillips. 1980. *The Biology and Management of Lobster*. Volume I and II. Academic Press. New York.
- Dahuri, R. 2000. *Pendayagunaan Sumber Daya Kelautan untuk Kesejahteraan Rakyat*. Lembaga Informasidan Studi Pembangunan Indonesia-

Bekerjasama dengan Ditjen Pesisir, Pantai dan Pulau-Pulau Kecil, Departemen Eksplorasi Laut dan Perikanan. Jakarta.

FAO and ICLARM. 2004. *FiSAT II (Beta Version 1.1.0)*. URL; <http://www.fao.org/fisat/fisat.zip/download>.

Froese, R., M.L.D. Palomares and D. Pauly. 2000. *Estimation of Life History Key Facts of Fishes*. <http://www.fishbase.org/download/keyfacts.zip>.

Froese, R., M.L.D. Palomares and J.M. Vakily. 2000. *A Spreadsheet With Useful Equation to Estimate Life History Parameter in Fishes*. URL; <http://www.fishbase.org/download/keyfacts.zip/>

Froese, R. and C. Binohlan. 2000. *Empirical Relationships to Estimate Asymptotic Length, Length at First Maturity, and Length at Maximum Yield per Recruit in Fishes, With A Simple Method to Evaluate Length Frequency Data*. URL; <http://www.fishbase.org/download/keyfacts.zip/>

Gulland, J.A. 1983. *Fish Stock Assessment. A Manual of Basic Methods*. John Wiley and Sons. Inc. New York.

Hasrun. 1996. *Kajian Beberapa Parameter Populasi Udang Karang (Panulirus Homarus) Berdasarkan Hasil Tangkapan Jaring Insang Dasar di Perairan Pantai Pangandaran Jawa Barat*. Tesis. Institut Pertanian Bogor.

Junus, S., S. Marzuki, Y.E. Herumurti, Suhendro, T.S. Murtojo, A. Widodo dan Nurbambang. 2000. *Laporan Hasil Pengkajian Uji Adaptasi Teknologi Penangkapan Ikan Demersal dan Udang di Perairan Selatan Jawa Tengah*. BPPT-Ungaran.

Koeshendrajana, S. and O. Cacho. 2001. *Bioeconomic Approach on Assessing Management Option for the Fishery*. IFR Journal Vol.7 No.1. 54-61.

Mahasin, M.Z. 2002. *Kajian Stok dan Bioekonomi Lobster (Panulirus spp.) Bagi Pemanfaatan Berkelanjutan Di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta*. Tesis. Universitas Diponegoro Semarang.

Marahuddin, F. Dan I.R. Smith. 1986. *Ekonomi Perikanan*. Penerbit PT. Gramedia Jakarta.

Mason, R.D. dan D.A. Lind. 1999. *Teknik Statistik untuk BISNIS dan EKONOMI*. Jilid I dan II. Penerbit Erlangga. Jakarta.

Menzeis, R.A. and V. Kerrigan. 1980. *The Larval Recruitment Problem of The Spiny Lobster*. Fisheries. A Buletin of the American Fisheries Society.

Pgs 41-46.

- Moosa, M.K. dan I. Aswandy. 1984. *Udang Karang (Panulirus spp.) dari Perairan Indonesia*. Lembaga Oseanologi Nasional-LIPI. Jakarta.
- Morgan, G.R. 1980. *Population Dinamic of Spiny Lobster.dalam J.J. Cobb and B.F. Phillips. 1980. The Biologi and Management of Lobster. II*. Academic Press. New York. 189 – 217.
- Munro, G.R. and A.D. Scott. 1984. *The Economic of Fisheries Management*. The University of British Colombia. Vancouver.
- Nikijulluw, V.P.H. 2002. *Rezim Pengelolaan Sumberdaya Perikanan*. PT.Pustaka Cidesindo. Jakarta.
- Nitimulyo,K.H., I.Y.B. Lelana, Supardjo, Suhardi, H. Saksono dan Soeparno. 1996. *Rancang Bangun PengembanganSentra Agribisnis Komoditas Lobster di Kabupaten Gunung Kidul DIY*. Laporan Penelitian. Fakultas Pertanian Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Purnomo, A. 1999. *Sumberdaya Lobster di Indonesia dan Alat Penangkapnya*. Direktorat Jendral Perikanan – BPPI. Semarang.
- Purwanto. 2002. *Bio-Ekonomi Penangkapan Ikan: Model Statik*. Makalah Work Shop Pengkajian Sumberdaya Ikan.
- Sjarif, B. Sutarto dan Tapsirin. 2000. *Jaring Sirang Lobster*. BPPI Semarang.
- Simmons, D.C. 1980. *Review of The Florida Spiny Lobster Resource*. Fisheries. A Bulletin of the American Fisheries Society. Vol.5.No.4.p.37-41.
- Spare, P., E. Ursin dan S.C. Venema. 1996. *Introduksi Pengkajian Stok Ikan Tropis*. Bagian I – Petunjuk. FOA. Rome. Terjemahan BPPI Semarang.
- Subani, W. 1978. *Perikanan Udang Karang (Spiny Lobster) dan Prospek Masa Depan*. Lemabaga Penelitian Perikanan Laut. Jakarta.
- _____. 1983. *Survei Alat Penangkapan Udang Barong di Pantai Selatan Bali*. Laporan Penelitian Perikanan Laut No. 25. BPPL. Jakarta. Hal : 37-52.
- Subani, W, P.Prahor dan M.H. Wahyono. 1991. *Perikanan Udang Barong di Indonesia dan Prospek Masadepannya*. Prosiding PUSLITBANGKAN No. 19/1991. Hal : 667-670.
- Sudjana. 1996. *Metode Statistika*. Edisi ke 6. Penerbit Tarsito. Bandung.

- Suman,A., W. Subani dan P. Prahoro. 1999. *Beberapa Parameter Biologi Udang Pantung (Panulirus homarus) di Perairan Pangandaran Jawa Barat*. Jurnal Penelitian Perikanan Laut. Jakarta. No. 85. Hal : 1-8.
- Suryaningrum, T.D., E. Setiabudi dan M.D. Erlina. 1997. *Pengaruh Penurunan Suhu Bertahap Terhadap Aktivitas dan Sintasa Lobster Hitam (P. penicillatus) Selama Transportasi Sistem Kering*. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia. Vol. III. No. 2. Hal.: 63-69.
- Widodo, J., K.A. Aziz, B.E. Priyono, G.H. Tampubolon, N. Naamin dan A. Djamali (ed). 1998. *Potensi dan Penyebaran Sumberdaya Ikan Laut di Perairan Indonesia*. Komisi Nasional Pengkajian Stok Sumber Daya Ikan Laut. Lembaga Penelitian Indonesia. Jakarta.
- Wirosaputro, S. 1996. *Jenis dan Seks Rasio Udang Barong (Panulirus spp.) di Kawasan Pantai Gunung Kidul Yogyakarta*. Jurnal Perikanan UGM. Yogyakarta. Vol. 1(1). Hal : 12 – 21.