

ESTIMASI KEPADATAN DAN KEBERADAAN IKAN DI PERAIRAN KARANG TELUK SLAWI, PULAU KOMODO SUATU PENDEKATAN MELALUI METODE AKUSTIK

Duto Nugroho¹⁾, Willem M. Tatipatta²⁾, Sudjipto³⁾, dan Sam Wouthuyzen²⁾

ABSTRAK

Penelitian tentang keberadaan stok ikan di perairan karang perairan Pulau Komodo dilaksanakan pada periode musim tenggara (Juni-Juli 2001). Daerah penelitian dibagi menjadi beberapa sub-area yang mewakili perairan pantai utara dan timur. Tujuan penelitian diarahkan untuk mendapatkan keberadaan dan perkiraan kelimpahan sumber daya ikan di kawasan ini. Metode akustik sebagai salah satu perangkat pendugaan stok ikan digunakan sebagai pendukung metode sensus melalui teknik penyelaman dan pengamatan secara visual pada lintasan transek di daerah terpilih pada masing-masing sub area. Perangkat perum gema ikan dengan frekuensi 38 kHz/bim terbagi digunakan dalam penelitian ini. Penelitian ini disusun berdasarkan data terkumpul pada sub area Teluk Slawi yang meliputi gugusan karang di Teluk Sorogo, Sorolia serta bagian timur Tanjung Torolawi dan Pulau Punya. Pengamatan dilakukan pada kisaran kedalaman 5 hingga 30 meter. Analisis keberadaan ikan karang dilakukan terhadap semua nilai integrasi yang berada pada kisaran 0,1 hingga 3,0 m dari dasar perairan pada batas ambang nilai minimum rata-rata tingkat reverberasi (Sv) - 80 decibel (dB) dan ukuran ikan tunggal dengan kekuatan pantulan (TS) sebesar -60 dB. Hasil analisis menunjukkan bahwa perkiraan kelimpahan menurut kisaran kedalaman memperlihatkan nilai yang beragam di mana pada kedalaman kurang dari 10 m cenderung memberikan nilai kepadatan tertinggi, kemudian menurun sesuai dengan pertambahan kedalaman.

Abstract: *The estimation of fish density in coral reef in the Slawi Bay, Komodo Island. A case study through acoustic survey. By: Duto Nugroho, Willem M. Tatipatta, Sudjipto, and Sam Wouthuyzen*

A fish resource survey around the coral-reefs of Komodo Island was carried out during a period of southeast monsoon (June-July 2001). The areas of observation consisted of five different sub areas. The main objective of this study is to obtain the estimation of coral fish density and its distribution. Acoustic method as one of the tool of fish stock assessment was applied to support the well known standard and conventional census method on coral-reef waters through diving. The acoustic system split beam transducer with frequency of 38 kHz was applied during this survey. The analysis were done based on the acoustic data that has been collected through the standard zigzag transect within the bottom from 5 up to 30 m water depth. This results describe the estimated density and its size distribution by depth range. The analysis were focused to all the echo integration of fish within the water column 0.1 to 3.0 m above the bottom and a minimum threshold of Sv at -80 dB and the TS -60 dB were adjusted during the survey. The result shows that the estimated abundance of fish were high in the depth of less than 10 m and tend to decrease proportionally with the deeper depth range.

KEYWORDS: *acoustic, stock assessment, Komodo Island*

PENDAHULUAN

Keberadaan sumber daya hayati laut sebagai salah satu potensi kelautan memberikan peranan cukup penting pada berbagai subsektor perekonomian maupun sebagai penyedia protein hewani. Keterkaitan antara tipologi ekosistem perairan di kawasan tropis terhadap kesuburan dan keragaman jenis menunjukkan adanya hubungan yang sangat erat (Longhurst & Pauly, 1987). Perairan karang merupakan salah satu ekosistem kelautan yang memberikan peluang pemanfaatan sumber daya perikanan maupun pariwisata. Terumbu karang memiliki nilai dan arti yang sangat penting secara

sosial, ekonomi dan budaya di Indonesia terutama bagi masyarakat di kawasan pesisir yang sebagian besar sangat tergantung pada sumber daya perikanan perairan dangkal. Selain terkenal dengan eksotisme ragam jenis, peluang pemanfaatan terkendali terhadap sumber daya ikan yang terdapat di kawasan ini perlu untuk diteliti. Beberapa penelitian tentang keberadaan dan kelimpahan sumber daya ikan di perairan karang telah dilakukan di beberapa perairan Indonesia. Besarnya perkiraan besaran stok ikan karang diperoleh melalui metode sensus visual dengan teknik penyelaman telah dikemukakan oleh beberapa peneliti terdahulu (Hukom *et al.*, 2001; Panggabean & Wagiyono, 2000; Djamali & Mubarak,

¹⁾ Peneliti pada Pusat Riset Perikanan Tangkap, Jakarta

²⁾ Peneliti pada Balai Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Laut, Ambon, P2O-LIPI

1998; Effendi, 1998; Malikusworo *et al.*, 1991; Nuraini *et al.*, 1990).

Suatu uji coba keselarasan metodologi antara pendekatan sensus visual dengan akustik perikanan yang ditujukan untuk mendapatkan besaran stok ikan di perairan karang telah dilaksanakan pada bulan Juni-Juli 2001 di perairan pantai P. Komodo. Metode akustik bagi pendugaan stok telah banyak digunakan dalam berbagai jenis perikanan, khususnya perikanan pelagis (MacLennan & Simmonds, 1992; Simmonds *et al.*, 1992), penerapan metode akustik yang ditujukan untuk pendugaan stok ikan di perairan karang relatif tidak banyak mengingat umumnya perairan karang memiliki kedalaman yang relatif dangkal sehingga terdapat beberapa keterbatasan dalam pengoperasiannya. Namun demikian pengamatan terhadap perkiraan kelimpahan ikan karang melalui pendekatan survei akustik di perairan terumbu karang Costa Rica telah dapat memberikan indikasi bagi keberadaan dan kelimpahannya (Thorne *et al.*, 1987).

Seperti halnya di perairan karang pada umumnya dan di pantai timur Pulau Komodo merupakan perairan yang memiliki karakteristik ekologis spesifik yang dicirikan oleh derajat kecerahan dan keragaman biota laut yang tinggi serta berhubungan erat dengan Selat Linta di mana kontur dasar landai di kawasan pantai memiliki luasan terbatas yang diikuti oleh tubir dengan kemiringan sangat curam.

Penelitian ditujukan untuk membahas keberadaan, kelimpahan, sebaran dan perkiraan ukuran panjang berdasarkan analisis data akustik pada sub area perairan Teluk Slawi yang terdiri dari sub perairan Sorogo dan Sorolia, Tanjung Torolawi dan sekitar Pulau Punya yang terletak pada bagian timur pantai Pulau Komodo dengan batasan kedalaman 5 hingga 30 m.

BAHAN DAN METODE

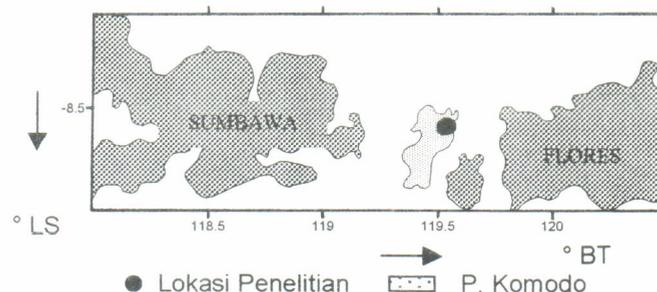
Pada periode musim tenggara bulan Juni-Juli 2001 telah dilakukan penelitian terpadu yang melibatkan metode sensus melalui teknik transek secara visual

melalui penyelaman, penangkapan dengan alat jaring insang serta diikuti oleh pengamatan dengan metode akustik. Perolehan data akustik akan lebih mengarah pada keberadaan ikan dengan batasan sekitar 3 m di atas dasar perairan.

Penelitian dilakukan pada lokasi lima sub-area yang tersebar di pantai utara dan timur Pulau Komodo. Salah satu lokasi tersebut terdiri dari perairan yang memiliki gugusan karang relatif luas yaitu: Teluk Slawi yang memiliki ekosistem dasar terutama terdiri dari karang pada bagian timur Pulau Komodo (Gambar 1).

Pada tulisan ini akan dibahas hasil pengamatan di lokasi penelitian sub-area Teluk Slawi yang meliputi gugusan perairan Teluk Sorogo, Sorolia, bagian timur Tanjung Torolawi dan Pulau Punya yang terletak di bagian timur Pulau Komodo, di mana pengumpulan data dilakukan dengan alat bantu utama perum gema saintifik EY-500 dengan frekuensi 38 kHz/bim terbagi yang dipasang pada sekoci K/R Baruna Jaya VII dan dilengkapi dengan alat bantu penentu posisi dengan bantuan satelit RS 5800, kompas serta generator. Perekaman data dilakukan pada sepanjang jalur pelayaran sedangkan pencetakan cercah gema pada kertas pencatat dilakukan setiap jarak baku pengambilan contoh (JBPC) 0,1 nm. Transek pelayaran dirancang secara zig zag, pada beberapa wilayah dilakukan modifikasi berdasarkan kondisi kontur dasar yang berlereng curam, terutama pada wilayah dekat garis pantai (Gambar 2). Data kedalaman perairan sebagai pedoman bagi perancangan jalur pelayaran hanya diperoleh dari peta dasar yang tersedia dengan ketelitian yang relatif terbatas. Keterbatasan pengalaman pada keadaan daerah survei menyebabkan kesulitan dalam olah gerak pada sub perairan Sorogo untuk mendapatkan jalur yang memadai, sehingga pengumpulan data ini dikategorikan sebagai tahapan eksperimental.

Kedalaman pengamatan dilakukan pada batasan 5 hingga 30 m, dengan pengecualian pada beberapa posisi dilakukan hingga kedalaman 50 m pada saat menjelang selesai pengamatan untuk mengetahui keberadaan ikan pada kedalaman yang juga menjadi



Gambar 1. Daerah Penelitian.
Figure 1. Survey area.

sasaran eksploitasi secara komersial. Pengaturan parameter perekaman data ditentukan pada kedudukan sebagai berikut:

Frekuensi : 38 kHz. Jarak sampling : 0.1 nm
 Kedalaman maks.: 50 m Kecepatan : 1-2 knot
 Lama pulsa : 0.3 ms TS min : - 60 dB
 T.V.G. : 20 log R Sv min : - 80 dB

Cerca gema dan data hasil rekaman sepanjang jalur pelayaran kemudian dilakukan pemrosesan dengan bantuan perangkat lunak pemroses sinyal EP 500 yang merupakan bagian pokok dari sistem akuisisi data dasar yang digunakan dalam proses analisis.

Besaran kelimpahan dihitung dalam rata-rata jumlah ikan per satuan volume 1000 m³, distribusi ukuran panjang digambarkan dalam satuan cm setelah melalui persamaan konversi (Love, 1971 dalam Burczynski, J.J. & J. Dawson, 1987). Perhitungan dilakukan dengan membuat batasan keberadaan ikan diasumsikan 3 m dari dasar perairan, sedangkan kedalaman perairan dibatasi pada kisaran 5 hingga 30 m.

Untuk menggambarkan kisaran panjang ikan sebenarnya, perhitungan konversi panjang relatif (dB) menjadi panjang absolut di mana semua pantulan ikan tunggal diasumsikan mengikuti persamaan seperti dikemukakan oleh Love (1971) dalam Burczynski & Dawson (1987) sebagai berikut:

$$TS = 19,1 \text{ Log } L - 0,9 \text{ Log } (f) - 62$$

di mana:

TS : target strength (dB)
 L : panjang ikan (TL, cm)
 f : frekuensi (kHz)

Analisis data dilakukan melalui pendekatan grafikal dan tabulasi. Sebaran data kepadatan ikan pada survei akustik umumnya bersifat tidak normal, sehingga data dasar umumnya ditransformasi melalui transformasi logaritmik (Embody, 1952 dalam Johannesson dan Mitsun, 1983; Laloe, 1985 dalam Simmonds, et.al., 1991).

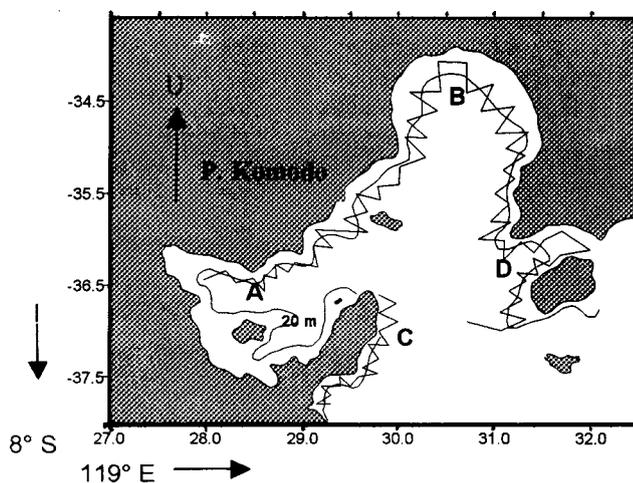
HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan Umum

Berdasarkan waktu pengambilan contoh terlihat bahwa pengumpulan data dilakukan pada kisaran waktu harian yang relatif sama sehingga dapat diasumsikan bahwa pengaruh sebaran dan tingkah laku ikan terutama ruaya diurnal ikan dasar dengan kedalaman perairan yang kurang dari 30 m pada ke empat sub perairan tersebut berada pada kondisi umum yang relatif tidak berbeda sehingga dianggap tidak terdapat pengaruh ruaya diurnal. Aspek operasional pengamatan menurut sub perairan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Keberadaan Ikan

Analisis pendahuluan tentang perkiraan kepadatan yang digambarkan dalam jumlah ikan tunggal yang terdeteksi pada kolom air yang diliput menurut kisaran kedalaman memberikan besaran yang beragam. Pemisahan selang kedalaman dilakukan hanya semata untuk mengetahui sebaran ikan secara spasial. Hasil perhitungan besarnya rata-rata jumlah ikan tunggal per satuan volume 1000 m³ dengan batasan kisaran panjang -60 dB hingga -33 dB menurut kedalaman dan sub perairan diperlihatkan pada Tabel 2.



Keterangan / Remarks:
 A: Sorogo; B: Sorolia; C: Tanjung Torolawi; D: P. Punya

Gambar 2. Transek akustik di Teluk Slawi P. Komodo.
 Figure 2. The acoustic transects in the Slawi Bay, East Komodo.

Tabel 1. Jumlah unit sampling menurut sub perairan di Teluk Slawi dan sekitarnya
 Table 1. Number of sample by sub-area in Slawi Bay and its adjacent waters

Sub area Sub area	Tanggal Date	Jam Time	Posisi (Potition)		N
			Awal (Start)	Akhir (Finish)	
Sorogo	25	11.30 -13.15	08°36.645' S 119°28.341' T	08°34.650' S 119°30'340' T	30
Sorolia	26	07.52-0907	08°35.198' S 119°29.978' T	08°34.701' S 119°31.308' T	35
Tg.Torolawi	29	08.09-0917	08°38.118' S 119°29.137 T	08°36.853' S 119°29.641' T	33
P. Punya.	29	09.30-10.43	08°36.931 S 119°31.005 T	08°35.296' S 119°31.281' T	35

Tabel 2. Rataan jumlah ikan dan simpangan baku per 1000 m³ menurut selang kedalaman
 Table 2. The average number of fish and its deviation by 1000 m³ by depth intervals

Kedalaman (m) Depth (m)	Sub-perairan Sub-waters			
	Sorogo	Sorolia	Tg. Torolawi	P. Punya
< 10	364 ± 2.7	257 ± 3.2	1429 ± 5.1	139 ± 1.0
10-20	276 ± 3.8	139 ± 1.3	1431 ± 4.9	208 ± 4.6
20-30	5.8 ± 1.7	91 ± 2.7	1260 ± 9.7	252 ± 3.1

Keterangan : ± simpangan baku
 Remarks : ± standard deviation

Secara keseluruhan jumlah ikan tertinggi ditemukan di sub perairan Tanjung Torolawi. Sebaran kepadatan menurut kisaran kedalaman memperlihatkan bahwa pada kedalaman kurang dari 10 m memberikan nilai terpadat pada sub perairan Tanjung Torolawi dan Sorogo, demikian pula pada kedalaman 10-20 m. Sedangkan pada kedalaman 20-30 m hanya ditemukan di sub perairan Tanjung Torolawi. Perairan Pulau Punya memberikan nilai kepadatan terendah di antara ke empat sub perairan tersebut. Perbedaan ini menunjukkan keragaman kepadatan ikan yang tinggi pada kawasan Teluk Slawi dan kecenderungan pengelompokan ikan pada jumlah

yang beragam pada kedalaman tertentu. Perkiraan ini masih memerlukan dukungan penelitian lebih spesifik melalui teknik perekaman secara visual yang akan sangat berguna dalam proses analisis keberadaan jenis secara *in situ* dikaitkan dengan jenis karang dan kedalaman perairan sebagai habitatnya.

Sebaran Panjang

Pengamatan terhadap struktur ukuran panjang ikan dilakukan dengan menggunakan kriteria ikan yang berukuran kecil, sedang, dan besar sebagai diperlihatkan pada Tabel 3.

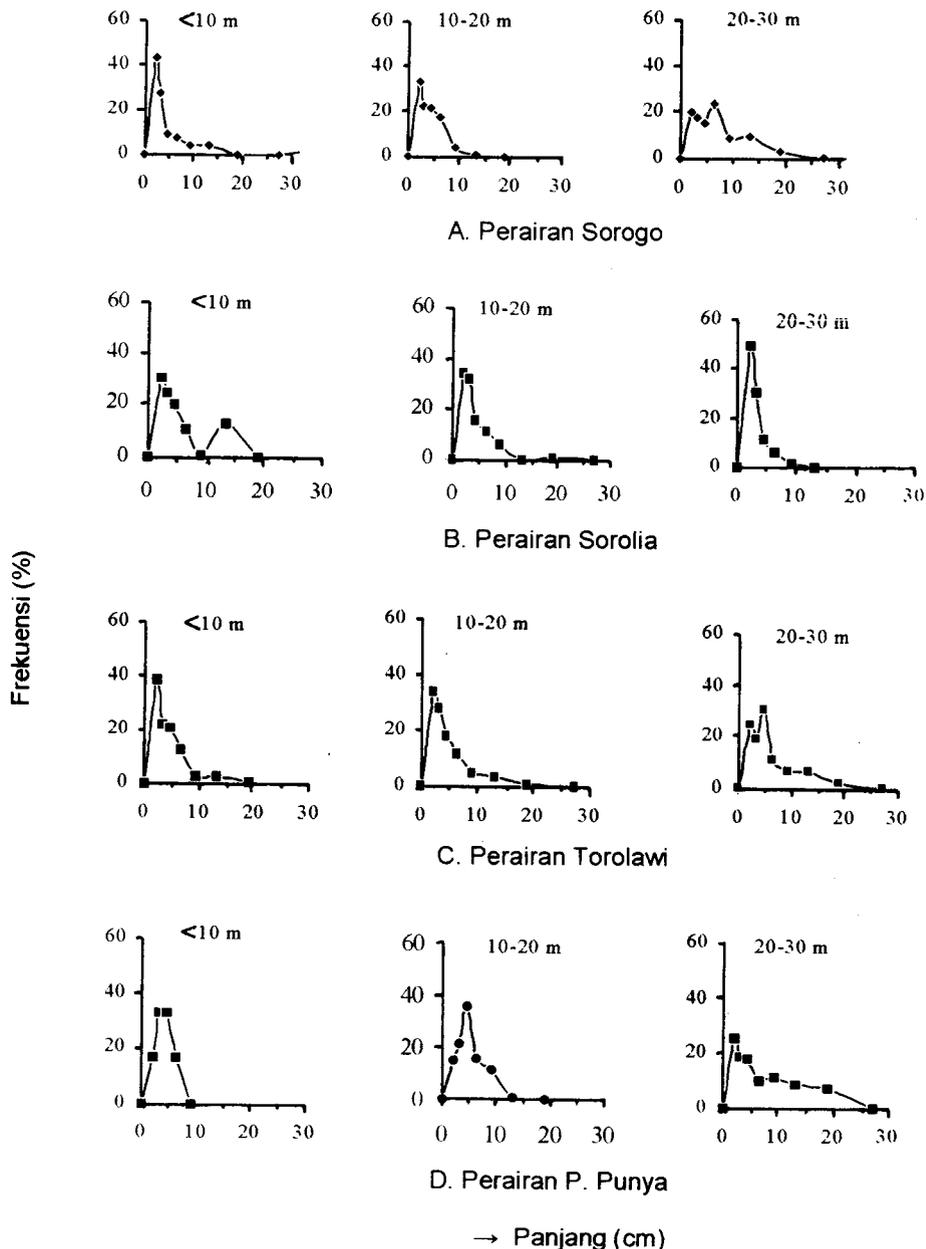
Tabel 3. Kriteria kelompok ukuran panjang ikan dalam dB dan cm
 Table 3. Group of fish size in dB and cm

Kriteria panjang Size level	Ukuran panjang Size length	
	dB	cm
Kecil (Small)	[- 60.0] – [- 45.0]	2 – 10
Sedang (Medium)	[- 44.9] – [- 39.0]	10 – 20
Besar (Long)	[- 38.9] – [- 33.0]	20 – 40

Sebaran frekuensi panjang tersebut memperlihatkan bahwa ikan berukuran kecil (<10 cm) terdapat pada setiap kisaran kedalaman semua perairan dan mendominasi keberadaannya. Kelompok ikan berukuran sedang (10-20 cm) juga berada pada setiap kedalaman semua perairan namun keberadaan yang tinggi berada pada kedalaman kurang dari 10 m di perairan Sorolia. Kelompok ikan berukuran besar (20-30 cm) memberikan kontribusi yang tinggi di kedalaman 20-30 m di semua perairan kecuali di perairan Sorolia. Dengan mengabaikan adanya reaksi penghindaran ikan besar terhadap olah gerak perahu

pada waktu pengamatan di perairan dangkal, dapat diketahui bahwa komunitas ikan berukuran besar sebagian besar cenderung berada kedalaman 20-30m.

Distribusi ukuran panjang menurut kisaran kedalaman pada setiap sub perairan terlihat memberikan pola sebaran ukuran yang relatif berbeda seperti terlihat pada Gambar 4. Secara umum, dapat dikemukakan bahwa keberadaan ikan banyak ditemui pada kedalaman <10 m dan cenderung menurun sesuai dengan pertambahan kedalaman.



Gambar 4. Sebaran ukuran panjang (cm) menurut kedalaman dan sub perairan.
 Figure 4. Distribution of estimated size (cm) of fish by depth and by sub-area.

Perkiraan Kelimpahan

Penelitian untuk mengkaji kelimpahan ikan di perairan karang mempunyai tingkat kesulitan yang cukup tinggi karena keragaman jenis, mobilitas dan tingkah laku ikan pada habitat spesifik tersebut (Scale & Douglas, 1981 dalam Gledhill *et al.*, 1996). Penerapan teknik akustik perikanan di perairan ini juga mempunyai kesulitan terutama ketidak mampuannya untuk mengintegrasikan pantulan gema ikan yang tepat berada di dasar perairan. Bias perhitungan perkiraan kelimpahan ikan juga dimungkinkan pada koversi nilai integrasi gema di perairan dangkal menjadi besaran pada luasan tertentu (Johannesson & Mitson, 1983).

Keberadaan ikan yang berasosiasi dengan lingkungan perairan karang terdiri dari beberapa kelompok famili. Famili yang sangat spesifik berada di perairan karang adalah Chaetodontidae, sedangkan beberapa jenis lain yang juga berada di perairan ini adalah famili Scaridae dan Labridae, Acanthuridae, Holocentridae, Balistidae dan Ostraciodontidae, Pomacentridae dan Serranidae demikian pula ikan demersal yang termasuk kelompok Belontiidae dan Muraenidae. Kelompok jenis ikan pelagis yang berasosiasi dengan habitat ini merupakan predator tingkat atas yang antara lain terdiri dari *Sphyaena* spp, Carangidae dan cucut (Longhurst & Pauly, 1987).

Perhitungan perkiraan kepadatan sebagai indikator kelimpahan ikan di perairan karang dilakukan melalui perekaman data akustik dengan kerapatan jalur transek yang cukup tinggi. Untuk mengurangi reaksi penghindaran ikan akibat pengaruh kebisingan suara mesin maka perekaman data dilakukan dengan kecepatan kapal yang rendah 1-2 knot. Kebisingan yang timbul oleh suara dan getaran mesin dapat menjadi faktor dominan yang dapat berperan sebagai pemicu terjadinya reaksi penghindaran ikan dari akustik bim (Goncharon *et al.*, 1989; Bordeau & Bercy, 1987). Reaksi penghindaran ini dapat mengakibatkan ikan menjauh dari akustik bim sehingga rekaman data terbias.

Perkiraan kepadatan menurut ukuran panjang dan sub-perairan memberikan keragaman yang tinggi

dengan nilai rata-rata tertinggi terdapat di perairan Tanjung Torolawi sebesar 1083 ekor/1000 m³ sedangkan kepadatan terendah terdapat di perairan Sorogo sebesar 120 ekor/1000 m³. Kepadatan ini mewakili ukuran panjang – 60 dB hingga – 36 dB atau 2 – 40 cm. Perbedaan besarnya nilai kepadatan tersebut belum dapat dijelaskan, namun dengan memperhatikan salah satu pengaruh karakteristik lingkungan terestrial secara umum kemungkinan rendahnya nilai di perairan Sorogo boleh jadi berkaitan dengan adanya daerah pemukiman yang berfungsi sebagai basis kehidupan nelayan di perairan Komodo, sedangkan nilai tinggi di perairan Tanjung Torolawi selain bukan merupakan daerah pemukiman dan berhubungan langsung dengan Selat Linta. Pengamatan ini belum dapat dijadikan kesimpulan karena masih memerlukan pembuktian melalui pengukuran karakteristik lingkungan perairan secara lebih spesifik.

Rataan kepadatan ikan menurut ukuran panjang tanpa membedakan kedalaman perairan menunjukkan bahwa ukuran ikan pada saat pengamatan didominasi oleh ikan berukuran kecil (<10 cm) dengan keragaman jumlah menurut kelompok ukuran yang tinggi pada setiap satuan pengukuran. Hal ini dapat diterjemahkan sebagai jumlah individu menurut kelompok ukuran cenderung bervariasi yang boleh jadi menggambarkan adanya perbedaan kelompok jenis dan atau famili yang berbeda di mana hasil penelitian di beberapa perairan menunjukkan bahwa komunitas ikan karang ditandai dengan keragaman jenis dengan dominasi jumlah individu berukuran kecil (Hukum, 2001; Panggabean & Wagiy, 2000). Besarnya perkiraan kepadatan menurut ukuran panjang ikan dan sub perairan dapat dilihat pada Tabel 4.

Beberapa jenis ikan yang selalu bergerombol dan terdiri dari ukuran panjang yang relatif seragam dapat dieksploitasi di perairan karang Indonesia umumnya adalah famili Caesiodidae (Djamali & Mubarak, 1998; Effendi, 1998). Keberadaan ikan yang berukuran lebih dari 10 cm banyak ditemukan di sekitar Tanjung Torolawi yang berbatasan langsung dengan Selat Linta.

Tabel 4. Rataan kepadatan ikan (/1000 m³) dan simpangan baku menurut kelompok ukuran panjang sub perairan

Table 4. The fish density estimate and its standard deviation (/ 1000 m³) by length groups by sub areas

TS	L _a (cm)	Sorogo	Sorolia	Tg. Torolawi	P. Punya
< [-50]	< 5	85 ± 2.5	301 ± 16.2	893 ± 8.5	427 ± 4.8
[-50] – [-44]	5.1 - 10	3 ± 0.3	19 ± 2.1	223 ± 10.4	34 ± 1.4
[-44] – [-38]	10.1 - 20	2 ± 0.1	1 ± 0.1	73 ± 5.9	5 ± 0.8
> 38	> 20	1 ± 0.1	1 ± 0.1	-	45 ± 3.1

Keterangan:

L_a : Panjang ikan (cm) berdasarkan persamaan Love (1971) dalam Burczynski & Dawson (1987)

Remarks:

L_a : Calculated fish length (cm) determined through Love's formula (1971) in Burczynski & Dawson (1987)

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Keberadaan ikan di perairan Teluk Slawi berdasarkan rekaman akustik menunjukkan bahwa kepadatan tertinggi berada pada kedalaman perairan kurang dari 10 m kemudian menurun sesuai dengan pertambahan kedalaman, kecuali di perairan P. Punya di mana ditemukan fenomena yang berlawanan dan belum diperoleh data dukung untuk menjawabnya.
2. Nilai kepadatan tertinggi dengan batasan ukuran panjang sekitar 2 hingga 30 cm ditemukan di perairan Tanjung Torolawi dengan nilai sebesar 1083 ekor / 1000 m³ sedangkan terendah di perairan Sorogo sebesar 120 ekor /1000 m³, dengan dominasi rata-rata ukuran panjang banyak ditemui pada kelompok ukuran ikan kecil (<10 cm).
3. Penggunaan konversi panjang relatif melalui pengukuran kalibrasi ikan hidup sangat memungkinkan di perairan ini. Keragaman ukuran dan jenis akan lebih memberikan keluaran analisis dengan akurasi yang lebih tinggi.
4. Keterpaduan pelaksanaan penelitian yang telah dilakukan pada periode ini seyogyanya didukung pula oleh perekaman melalui teknik video perlu dipertimbangkan untuk memudahkan proses validasi dan visualisasi data

DAFTAR PUSTAKA

- Bordeau, B. & C. Bercy, 1987. Effect on underwater noise radiated by tuna fishing boat on fish behaviour. *Int. Symp. on Fish. Acoustics*, 22-24 June Seattle, Washington, E.U. Contrib. 8b, 12 pp.
- Burczynski, J.J. & J. Dawson, 1987. Dual-beam techniques for fish sizing and quantity estimates. Application memo # 104. Biosonics Inc., 8 pp.
- Djamali, A. & H. Mubarak., 1998. Sumber daya ikan konsumsi perairan karang. *Dalam Potensi dan Penyebaran Sumber daya Ikan Laut di Indonesia*. Widodo *et al.*, (Eds.), p. 195–200.
- Effendi, Y., 1998. Kondisi Terumbu Karang dan Ikan Karang di Pulau Semangka Besar dan Kecil di Kabupaten Pesisir Selatan. *Prosiding Simposium Perikanan Indonesia II*. Ujung Pandang 2-3 Desember 1997. Widodo *et al.*, (Eds), p. 142–149.
- Gledhill, C.T., J. Lyczkowski-shultz, K. Redemacher, E. Kargard, G. Christ & M.A. Grace, 1996. Evaluation of video and acoustic index method for assessing reef-fish population. *In Fisheries and Plankton acoustics*. ICES. *Journal of Mar. Sci.*, 53: 181--188.
- Goncharon, S.M., E.S. Barisento & A.I. Pyanov. Jack mackerel school defense reaction to a survey vessel. *Proc. Inst. Acoustics.*, 2(3): 74-78
- Hukom, F.D., L. Tanda, Y. Lorwens & S. Wouthuyzen, 2001. Sensus ikan di Pulau-Pulau Padaido, Biak timur, Irian Jaya. *Lap. Akhir. Pengkajian metodologi pendugaan stok ikan karang di P. Biak dan P.P. Padaido*. BPPSDL, Ambon, P3O-LIPI, p. 28--58.
- Johannesson, K.A. & R.B. Mitson, 1983. Fisheries acoustics a practical manual for aquatic biomass estimation. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 240: 249 hal.
- Malikusworo, H., I. Hadisubroto, M.M. Wahyono & P. Prahoro, 1991. Potensi dan penyebaran sumber daya ikan karang. *Dalam Potensi dan penyebaran sumber daya ikan laut di Indonesia*. Martosubroto *et al.*, (eds). Hal: 65 -- 78.
- McLennan, D.N. & E.J. Simmonds, 1992. Fisheries acoustics. Chapman & Hall. London. 325 hal.
- Nuraini, S., I.S. Wahyuni & S.T. Hartati, 1992. Studi tentang sumber daya tripang dan ikan karang di perairan Pulau-Pulau Sembilan. Sinjai, Sulawesi Selatan. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, 71: 81--88.
- Longhurst, A.R. & D. Pauly, 1987. *Ecology of tropical oceans*. Academic Press, Inc. London Ltd. 407 pp.
- Panggabean, A.S. & K. Wagiyu, 2000. Kondisi terumbu karang di timur Pulau Komodo, Nusa Tenggara Timur. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan 1999/2000*. Suparno *et al.*, (eds), p. 105--109.
- Simmonds, J.E., N.J. Williamson, F. Gerlotto & A. Aglen, 1992. Acoustic survey design and analysis procedure: A comprehensive review of current practise. *ICES Cooperative Research Report No. 187*. Copenhagen. Denmark, 127 pp.
- Thorne, R.E., J.B. Hedgepeth & J. Campos, 1987. Hydroacoustic observation of fish abundance. *In Artificial reef in Coasta Rica*. *Bull. Mar. Sci.*, 44(2): 1058--1064.

