

Aplikasi Teknologi Akustik Dalam Penentuan Distribusi dan Kelimpahan Ikan Pelagis Pada Musim Barat Di Perairan Enggano Bengkulu

Oleh:

Deddy Bakhtiar

Prodi Ilmu Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

Jl. Raya Kandang Limun Bengkulu 38371A. Tel/ Fax. 0736-21290. Email: deddy_b2@yahoo.co.id

A. ABSTRACT

This study aims to estimate the abundance of pelagic fish as the basis in determining the potential for sustainable and distribution of pelagic fish resources in Enggano waters on the west season. The research was conducted with acoustic survey methods. The design of the survey in the form of systematic parallel transects. The results showed that the average density of pelagic fish in the waters around the island Enggano on the west season at 331 kg / km² with a total abundance of 6247 tonnes, it means that the potential magnitude of pelagic fish sustainably by 3123.5 tons / year that may be commercialized in waters around the island of Enggano. Small pelagic fish in waters Enggano tend distributed in coastal waters or into between 0-100 meters above the thermocline layer with a total abundance of 711.4 tons. While for large pelagic fishes tend abundant in waters 100-150 meters deep with a total abundance of 5535.1 tons. Distribution of pelagic fish, mainly small pelagic fish near the surface waters show a close relationship with the distribution of water temperature, phytoplankton and zooplankton that developed because of the phenomenon up welling.

Key words: Pelagic fishes, acoustic technology, fish abundances, Enggano island

ISBN : 978-979-8389-18-4



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL
DAN RAPAT TAHUNAN DEKAN

Bidang Ilmu-Ilmu Pertanian
Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Negeri
(BKSP-PTN) Wilayah Barat

VOLUME II

TEMA :
PERAN IPTEK UNTUK MENGANTISIPASI PERUBAHAN IKLIM
DALAM PERSPEKTIF PERTANIAN BERKELANJUTAN

FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

PALEMBANG, 23 - 25 MEI 2011

Perpustakaan Nasional RI : Katalog Dalam Terbitan (KDT)

PROSIDING SEMINAR NASIONAL DAN RAPAT TAHUNAN DEKAN
Bidang Ilmu-Ilmu Pertanian Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat

Volume 2

Badan Penerbitan Fakultas Unsri, 2011
541 halaman, ukuran A4

ISBN : 978-979-8389-18-4

Tim Penyunting :

Arfan Abrar
Gatot Muslim
Elly Rosana
Thirtawati
Selly Oktarina
Hilda Agustina
Desi Aryani

Desain Sampul : Arfan Abrar
Tata Letak Isi : Arfan Abrar

Undang-Undang No.19 Tahun 2002
Tentang Perubahan atas Undang-Undang No. 12 Tahun 1997
Pasal 44 tentang Hak Cipta

Pasal 72

1. Barang Siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda sedikit Rp. 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) dan/atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000,00 (lima milyar rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyerahkan, menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjualkan kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil penyelenggaraan Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

APLIKASI TEKNOLOGI AKUSTIK DALAM PENENTUAN DISTRIBUSI DAN KELIMPAHAN IKAN PELAGIS PADA MUSIM BARAT DI PERAIRAN ENGGANO BENGKULU

Deddy Bakhtiar

Prodi Ilmu Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

ABSTRACT

This study aims to estimate the abundance of pelagic fish as the basis in determining the potential for sustainable and distribution of pelagic fish resources in Enggano waters on the west season. The research was conducted with acoustic survey methods. The design of the survey in the form of systematic parallel transects. The results showed that the average density of pelagic fish in the waters around the island Enggano on the west season at 331 kg / km² with a total abundance of 6247 tonnes, it means that the potential magnitude of pelagic fish sustainably by 3123.5 tons / year that may be commercialized in waters around the island of Enggano. Small pelagic fish in waters Enggano tend distributed in coastal waters or into between 0-100 meters above the thermocline layer with a total abundance of 711.4 tons. While for large pelagic fishes tend abundant in waters 100-150 meters deep with a total abundance of 5535.1 tons. Distribution of pelagic fish, mainly small pelagic fish near the surface waters show a close relationship with the distribution of water temperature, phytoplankton and zooplankton that developed because of the phenomenon up welling.

Key words: Pelagic fishes, acoustic technology, fish abundances, Enggano island

PENDAHULUAN

Pulau Enggano merupakan salah satu pulau terluar yang berada di Samudera Hindia memiliki potensi sumberdaya perikanan pelagis yang sangat besar mengingat posisinya yang berada di tengah samudra yang merupakan jalur migrasi ikan pelagis. Sebagai pulau terluar dan terpencil, perairan pulau Enggano sangat memungkinkan terjadi aktifitas illegal fishing baik oleh nelayan Indonesia maupun nelayan asing, hal ini dikarenakan lemahnya pengawasan dan pengelolaan yang dilakukan pemerintah.

Kalau selama ini pengelolaan sumberdaya ikan hanya dikonsentrasikan pada upaya bagaimana mencapai hasil tangkapan yang maksimum, maka pengelolaan perikanan sekarang sudah mempertimbangkan keseimbangan pemanfaatan sumberdaya ikan baik secara ekonomi, ekologi dan lingkungan (Wiyono, 2005)

Baru-baru ini telah dilaporkan bahwa stok ikan laut dunia telah menurun dengan cepat (Sargent dan Tacon, 1999). Penurunan stok ikan laut ini diperkirakan sebagai akibat dari kegagalan pengelolaan perikanan laut dalam beberapa dekade terakhir di hampir seluruh belahan dunia. Dan hal ini menyebabkan penangkapan ikan di laut tidak akan bertahan lebih lama lagi dan mungkin tidak ada lagi yang tersisa untuk bisa dikelola (Pauly et al., 2002). Kondisi perikanan Indonesia tidak jauh berbeda dengan kondisi perikanan dunia secara umum. Sistem penentuan stok sumberdaya ikan yang kurang akurat (Wiyono, 2005) dan lemahnya penegakan hukum di laut, telah menyebabkan kegiatan penangkapan ikan di Indonesia mencapai *overfishing* di berbagai wilayah perairan. Beratnya beban laut Indonesia untuk menyediakan stok ikan semakin diperparah dengan tingginya kejadian *illegal fishing* (Alimudin dan Wiyono, 2005).

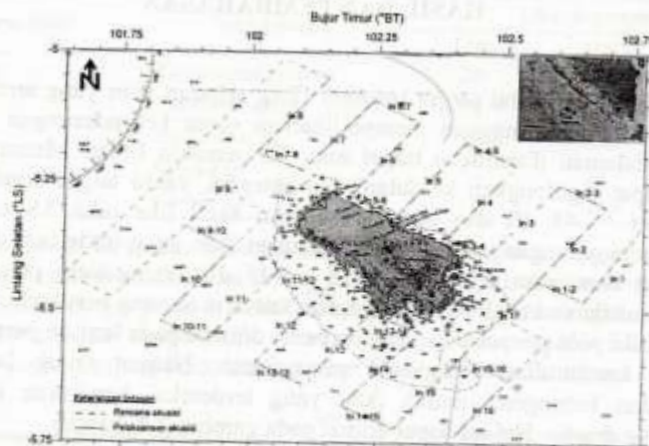
Pemerintah Indonesia berupaya secara terus menerus mengoptimalkan pemanfaatan potensi sumber daya ikan laut agar dapat menyediakan pangan yang cukup bagi rakyat Indonesia dan meningkatkan devisa negara yang dihasilkan dari sektor kelautan dan

perikanan. Namun demikian, masalah yang paling krusial terletak pada pola perolehan dan pemantauan data potensi dan produksi ikan. Padahal data potensi dan produksi ikan sangat penting sebagai dasar pengelolaan, terutama yang berkaitan dengan pemberian izin usaha penangkapan ikan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan data yang akurat tentang kelimpahan sumberdaya ikan serta distribusinya dengan metode akustik sebagai dasar pengelolaan pemanfaatan sumberdaya perikanan di perairan Enggano.

METODE PENELITIAN

Pengambilan data akustik dilakukan dengan menggunakan alat echo sounder SIMRAD EK-500 tipe split beam. Data diperoleh dengan cara memancarkan sinyal akustik secara vertikal dari permukaan laut hingga ke dasar perairan. Sinyal akustik yang kembali (echo) diterima oleh receiver echosounder kemudian disimpan untuk diproses lebih lanjut dengan program pemrosesan sinyal EP-500. Survei dirancang mengikuti suatu alur pelayaran yang dibuat berbentuk transek paralel sistematik (MacLennan dan Simmonds, 1992) di area sekeliling perairan laut pulau Enggano..



Gambar.1. Lintasan akusisi data akustik di perairan sekitar pulau Enggano, Desember 2005.

Pengambilan data biologi ikan dilakukan dengan cara melakukan penangkapan ikan, maka data biologi ikan diukur dari hasil tangkapan nelayan yang menangkap ikan di sekitar perairan Enggano. Ikan yang tertangkap tersebut selanjutnya diukur panjang dan berat ikan menurut jenisnya yang diambil secara sampling. Nilai TS ikan yang terdeteksi secara akustik selanjutnya digunakan untuk menduga panjang ikan secara akustik dari kajian yang dilakukan Foote (1987) diperoleh bahwa hubungan antara target strength dengan ukuran panjang ikan adalah:

$$TS = 20 \log L - 68 \dots\dots\dots 1)$$

Selanjutnya nilai kepadatan ikan yang diperoleh secara akustik dipilah-pilah menurut nilai TS dan ukuran panjangnya. Nilai TS ini selanjutnya digunakan sebagai faktor skala dalam menduga berat biomass ikan.

Data biologi ikan ditabulasikan dalam bentuk tabel kemudian dianalisis hubungan panjang dan berat tiap jenis ikan dengan menggunakan analisis regresi linear. Hubungan panjang berat ikan diketahui adalah

$$W = a L^b, \text{ secara logaritmik dirubah menjadi}$$

$$\log W = a + b \log L \dots\dots\dots 2)$$

Dimana, W adalah berat ikan (kg) dan L adalah panjang ikan (cm)

Untuk menduga kelimpahan atau berat biomass ikan di perairan Enggano, maka dilakukan perhitungan berat ikan untuk tiap nilai TS yang telah diperoleh dengan mensubstitusikan nilai L (panjang ikan) pada persamaan 1) dengan model regresi yang diperoleh dari persamaan 2) untuk tiap jenis ikan. Berat dugaan ikan tunggal berdasarkan nilai TS tersebut selanjutnya dijadikan sebagai faktor skala dalam menduga kepadatan ikan yang telah dipisahkan sesuai dengan nilai TS-nya. Kepadatan ikan tiap jenis ikan per satuan luas area (kg/mil laut²) digunakan untuk menduga kelimpahan tiap jenis ikan di perairan Enggano, dengan rumusan

$$Q_i = D_i \times A$$

Dimana Q_i adalah total berat biomass untuk jenis ikan i (kg atau ton)

D_i adalah kepadatan untuk jenis ikan i (kg/mil laut²)

A adalah total luas area perairan Enggano (mil laut²)

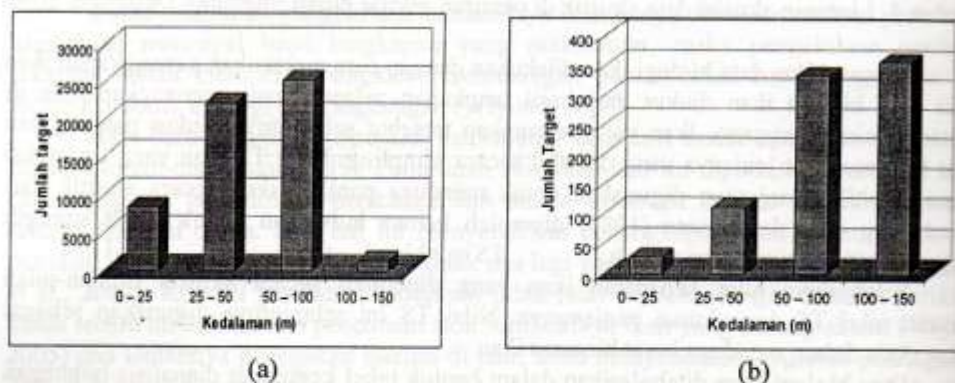
Potensi lestari (MSY) sumberdaya ikan pelagis untuk tiap jenis ikan dapat diperkirakan dengan rumusan (Gulland, 1971):

$$P_y = 0,5 \times Q_i \quad (\text{ton/tahun})$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Target Strength

Jika dilihat dari nilai *target strength* (TS), sebaran ikan yang terdeteksi di daerah pelagis perairan Pulau Enggano memperlihatkan suatu kecenderungan bahwa semakin bertambah kedalaman ditemukan target nilai TS semakin besar. Menurut Foote (1987) target ikan dapat digolongkan ke dalam dua kategori, yakni target berukuran besar jika nilai TS target > -45 dB dan target berukuran kecil jika nilai TS target < -45 dB. Berdasarkan penggolongan ini, secara keseluruhan ikan yang terdeteksi di perairan Pulau Enggano yang berukuran besar (nilai TS > -45 dB) mengalami peningkatan dengan semakin bertambahnya kedalaman. Sedangkan untuk ikan yang berukuran kecil (nilai TS < -45 dB) memiliki pola penyebaran yang berbeda, dimana pada lapisan permukaan perairan, target secara keseluruhan mengalami peningkatan. Namun untuk lapisan termoklin (campuran) dan homogen, jumlah ikan yang terdeteksi berukuran kecil mengalami penurunan yang drastis. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2 di bawah.



Gambar 2 Distribusi vertikal target strength ikan daerah pelagis di perairan Pulau Enggano; a) Target ukuran kecil (TS < -45 dB); b) Target ukuran besar (TS > -45dB).

Tabel.1. Klasifikasi ukuran ikan pelagis berdasarkan sebaran TS dan dugaan panjang ikan (Foote, 1987)

Sebaran TS (dB)	Ukuran dugaan (cm)	Kategori
-65 sampai -60	1,41 s/d 2,51	Kecil
-60 sampai -55	2,51 s/d 4,47	Kecil
-55 sampai -50	4,47 s/d 7,94	Kecil
-50 sampai -45	7,94 s/d 14,13	Kecil
-45 sampai -40	14,13 s/d 25,12	Sedang
-40 sampai -35	25,12 s/d 44,67	Besar
-35 sampai -30	44,67 s/d 79,43	Besar

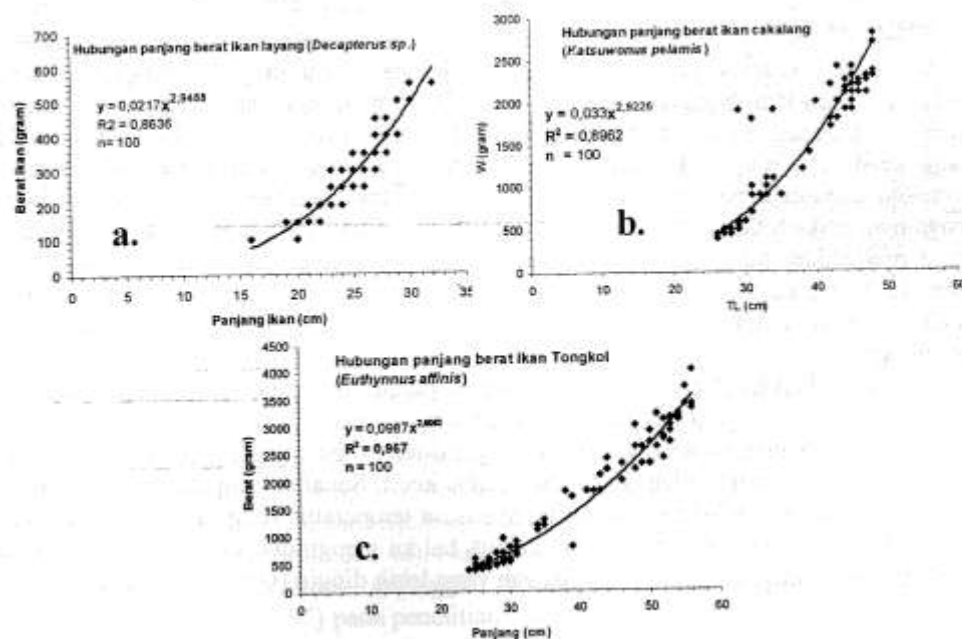
2. Kelimpahan Ikan

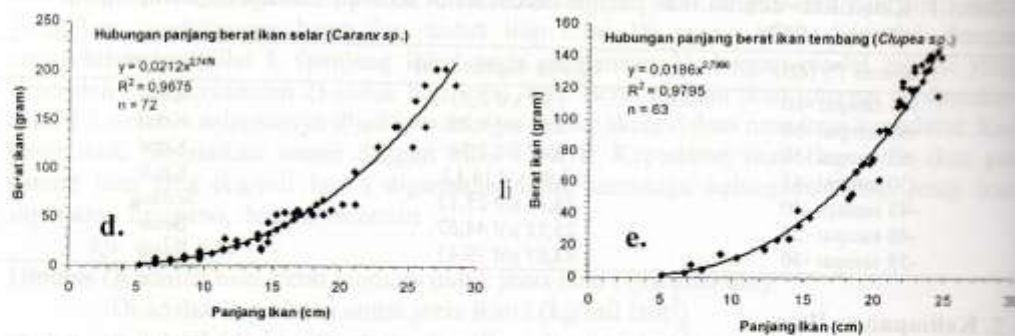
Berdasarkan survei biologi diperoleh data hasil tangkapan ikan pelagis menggunakan alat tangkap purseine. Informasi tentang komposisi hasil tangkapan purse seine di perairan sekitar P. Enggano saat itu adalah sebagaimana Tabel 2

Tabel 2. Komposisi panjang ikan hasil tangkapan ikan pelagis menggunakan alat tangkap purse seine, di perairan sekitar P. Enggano

NO	Nama lokal	Nama ilmiah	Ukuran panjang (cm)		
			Min	Maks	Rata-rata
1	Cakalang	<i>Katsuwonus pelamis</i>	26	48	34,56
2	Tongkol	<i>Euthynnus affinis</i>	24	56	38,5
3	Layang	<i>Decapterus sp</i>	16	32	24,87
4	Tembang	<i>Clupea sp.</i>	5,2	24,7	18,15
5	Selar	<i>Caranx sp</i>	5,3	28,4	16,12

Pada penentuan biomassa perairan sekitar pulau Enggano, data ikan pelagis yang digunakan sebagai contoh adalah ikan layang (*Decapterus sp.*), ikan tembang (*Clupea sp*) dan ikan selar (*Caranx sp*) yang mewakili ikan pelagis kecil. Sedangkan ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) dan tongkol (*Euthynnus affinis*) yang mewakili ikan pelagis besar. Persamaan hubungan panjang berat ikan tersebut disajikan pada Gambar 3.





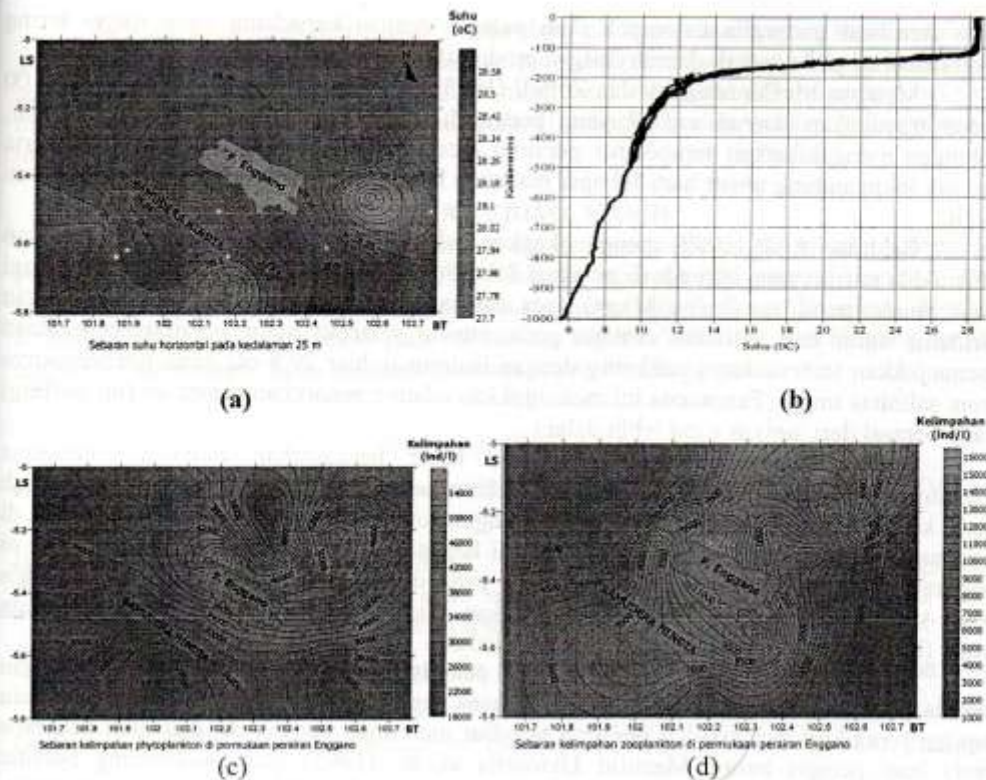
Estimasi kelimpahan ikan dilakukan dengan mengkonversi persamaan hubungan panjang berat ikan yang dominan tertangkap di perairan sekitar pulau Enggano pada waktu yang sama. Berdasarkan hasil konversi dari data panjang ke berat ikan yang diperoleh dari hubungan panjang-berat ikan, maka diperoleh kepadatan rata-rata ikan pelagis di perairan sekitar pulau Enggano sebesar 331 kg/km² dengan total kelimpahan biomass sebesar 6.247 ton (Tabel 3). Berdasarkan hasil kelimpahan yang diperoleh, maka dapat diperkirakan besarnya potensi lestari ikan pelagis sebesar 3.123,5 ton/tahun yang dapat diusahakan/dimanfaatkan di perairan sekitar pulau Enggano.

Tabel 3. Biomass ikan pelagis di perairan sekitar pulau Enggano

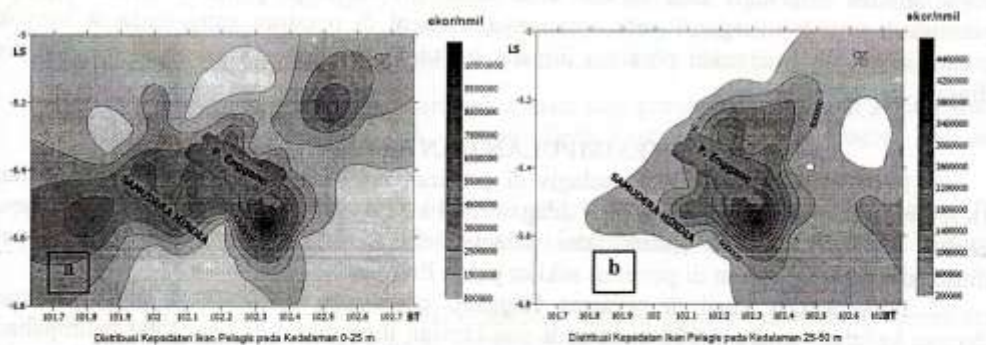
Strata kedalaman (m)	Kepadatan (kg/km ²)	Kelimpahan Total (Ton)	Kelimpahan menurut ukuran ikan	
			Pelagis kecil	Pelagis besar
0-25	295	1.391	261,9	1.128,9
25-50	172	811	150,0	661,0
50-100	55	258	79,8	178,1
100-150	803	3.787	219,7	3.567,1
150-200			0,0	0,0
Total		6.247	711,4	5.535,1
Rata-rata	331			

Estimasi potensi perikanan pelagis di sekitar perairan pulau Enggano apabila dibandingkan antara ikan pelagis kecil dan pelagis besar menunjukkan bahwa sebagian besar potensi yang dihasilkan di perairan Enggano didominasi ikan-ikan pelagis besar. Ikan-ikan pelagis kecil cenderung padat pada perairan dengan kedalaman 0-50 meter meskipun juga ditemukan dengan kepadatan yang tinggi pada perairan dengan kedalaman 100 meter. Sebagaimana dikemukakan Merta et, al. (1998) bahwa sumberdaya perikanan pelagis kecil diduga merupakan salah satu sumberdaya perikanan yang paling melimpah di perairan Indonesia. Sumberdaya ini merupakan sumberdaya neritik karena terutama penyebarannya adalah di perairan dekat pantai, di daerah dimana terjadi proses penaikkan massa air (upwelling).

Berdasarkan hasil pengukuran temperatur perairan selama penelitian menunjukkan bahwa di perairan Enggano secara vertikal terbentuk lapisan thermoklin pada kedalaman 100-200 m. Pada lapisan antara kedalaman perairan 0-100 m merupakan perairan yang lebih hangat yang disukai oleh ikan-ikan pelagis kecil. Sebaran temperatur di permukaan secara horizontal menunjukkan adanya front temperatur yang membentuk kantong-kantong massa air yang lebih dingin (cold ring), hal ini mengindikasikan adanya penaikkan massa air (up welling) dari perairan di bawah yang lebih dingin (Gambar 4 a dan 4 b).



Gambar 4. a). Sebaran suhu permukaan sampai kedalaman 25 m; b) profil suhu secara vertikal di perairan Enggano; c) sebaran phytoplankton di permukaan perairan; d) sebaran zooplankton dipermukaan perairan.



Gambar 5. Distribusi ikan pelagis di perairan Enggano: a). Distribusi ikan pelagis pada kedalaman 0-25 m; b) distribusi ikan pelagis pada kedalaman 25-50 m.

Keberadaan distribusi ikan pelagis kecil di perairan dekat permukaan (Gambar 5a dan 5b) juga berhubungan dengan keberadaan phytoplankton maupun zooplankton yang melimpah pada perairan dimana terjadi up welling yang merupakan sumber makanan bagi ikan pelagis kecil (Gambar 4c dan 4d). Naiknya massa air dari perairan yang kaya zat hara akan menyuburkan perairan sehingga phytoplankton berkembang dengan pesat sebagaimana Nanlohy (1997) pada penelitiannya di Teluk Ambon mengindikasikan bahwa

pola distribusi geografis kelompok ikan pelagis dengan kepadatan yang tinggi sering terkonsentrasi pada daerah-daerah dengan produktifitas yang cukup tinggi.

Menurut McConnaughey dan Zottoli (1983) daerah pada rentang kedalaman 0-300 meter merupakan *daerah eufotik* yang pengaruh cahaya matahari masih sangat besar, sehingga mengakibatkan temperatur perairan menjadi lebih hangat dan homogen, serta banyak mengandung unsur hara sebagai makanan bagi ikan-ikan daerah pelagis berukuran kecil.

Bakhtiar et al. (1999) mengungkapkan bahwa terjadi perbedaan kepadatan ikan antara dua musim yang berbeda di perairan Selat Sunda. Kepadatan ikan yang sangat tinggi pada musim peralihan (bulan Maret) pada dasarnya dipengaruhi oleh faktor lingkungan terutama suhu dan salinitas dimana pada musim tersebut suhu perairan permukaan menunjukkan terbentuknya cold ring dengan isotherm terluar 29,8 oC serta terbentuknya front salinitas tinggi. Fenomena ini menunjukkan adanya penarikan massa air (*up welling*) yang berasal dari lapisan yang lebih dalam.

Sedangkan untuk ikan-ikan pelagis besar berdasarkan estimasi potensinya menunjukkan bahwa ikan pelagis besar di sekitar perairan Enggano cenderung melimpah pada kedalaman perairan 100-150 meter dengan total kelimpahan ikan pelagis besar di perairan Enggano sebesar 5.535,1 ton hal ini berarti potensi lestari ikan pelagis besar di perairan Enggano sebesar 2.767,5 ton/tahun yang dapat dieksploitasi. Jenis ikan pelagis besar yang dominan diketahui adalah jenis ikan madidihiang (yellow fin tuna), tuna mata besar (big eye tuna), setuhuk, tongkol, dan cakalang.

Apabila dilihat dari kepadatan ikan pelagis besar menunjukkan kecenderungan berada pada kedalaman 100-150 meter dimana lapisan kedalaman tersebut merupakan lapisan termoklin dan kondisi perairan tersebut umumnya banyak disukai oleh beberapa jenis ikan pelagis besar. Menurut Uktoselja et, al. (1998) ikan madidihiang bersifat epipelagis dan oseanis yang menyukai perairan di atas dan di bawah lapisan termoklin. Demikian pula ikan tuna mata besar yang bersifat epipelagis, mesopelagis dan oseanis dan terdapat pada perairan mulai dari permukaan hingga 250 meter. Selanjutnya ikan cakalang juga bersifat epipelagis dan oseanis dan sangat menyukai perairan dimana terjadi pertemuan arus konvergensi yang umumnya terdapat di perairan yang terdapat banyak pulau, selain itu menyukai perairan dimana terjadi pertemuan massa air panas dan air dingin.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kepadatan rata-rata ikan pelagis di perairan sekitar pulau Enggano pada bulan Desember 2005 sebesar 331 kg/km² dengan total kelimpahan biomass sebesar 6.247 ton, berarti besarnya potensi lestari ikan pelagis sebesar 3.123,5 ton/tahun yang dapat diusahakan/dimanfaatkan di perairan sekitar pulau Enggano.

Ikan pelagis kecil di perairan Enggano cenderung berdistribusi pada perairan dengan kedalaman antara 0-100 m atau di atas lapisan termoklin dengan total kelimpahan sebesar 711,4 ton hal ini berarti potensi lestari ikan pelagis kecil di perairan Enggano sebesar 355,7 ton/tahun yang dapat dieksploitasi. Sedangkan untuk ikan-ikan pelagis besar berdasarkan estimasi potensinya menunjukkan bahwa ikan pelagis besar di sekitar perairan Enggano cenderung melimpah pada kedalaman perairan 100-150 meter dengan total kelimpahan sebesar 5.535,1 ton hal ini berarti potensi lestari ikan pelagis besar di perairan Enggano sebesar 2.767,5 ton/tahun yang dapat dieksploitasi.

Distribusi ikan pelagis terutama ikan pelagis kecil di dekat permukaan perairan menunjukkan hubungan yang erat dengan distribusi temperatur perairan, phytoplankton dan zooplankton yang berkembang karena adanya fenomena *up welling*.

Sebagaimana diketahui bahwa sumberdaya perikanan merupakan suatu sumber yang bersifat dinamis, sehingga distribusinya dan kelimpahannya akan berbeda-beda untuk setiap musim. Oleh karena itu, maka disarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan pada musim lainnya sehingga akan diketahui pola distribusinya serta potensi kelimpahannya untuk satu tahun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana atas bantuan dan kerjasama Bapak Ali Alkatiri beserta tim Peneliti dari UPT Baruna Jaya BPPT Jakarta, terimakasih sebesar-besarnya atas kesempatan yang diberikan dalam pelayaran survei di perairan Enggano. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan pada seluruh kru kapal R/V Baruna Jaya IV yang banyak membantu kelancaran dalam pengambilan data di perairan Enggano.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimudin dan E.S. Wiyono. 2005. Domestikasi laut atau restocking?. *INOVASI* 5(XVII);1-10.
- Bakhtiar, D., B.P. Pasaribu, I. Jaya dan C. Nainggolan. 1999. Estimation of pelagic fish density in sunda strait by split beam acoustic system. Proc. The 3rd JSPS International seminar on fisheries science in Tropical area, (8) : 230-235.
- Foote, K.G. 1987. Fish target strength for use in echo integrator survey. *J. Acoust. Soc. Am.*, 82:981-7.
- Gulland, J.A. 1971. The Fish Resources of The Ocean. Fishing News (Book) Ltd. England. 255p.
- McConnaughey, B. H., dan Zottoli, R. 1983. Pengantar Biologi Laut, edisi keempat. The C. V. Mosby Company, Amerika Serikat
- Merta, I G S; S. Nurhakim dan J. Widodo, 1998. Sumberdaya Perikanan Pelagis Kecil. Dalam Potensi dan Penyebaran Sumberdaya Ikan Laut di Perairan Indonesia. Komnas Pengkajian Stok Sumberdaya Ikan Laut, LIPI. Jakarta
- Nanlohy, A. 1997. Studi tentang distribusi spasial dan perubahan musiman kelimpahan ikan pelagis di perairan Teluk Ambon. Tesis Pascasarjana IPB, Bogor. 162 hal (tidak dipublikasikan).
- Pauly, D., V. Christensen, S. Guenette, T.J. Pitcher, U.R. Sumaila, C.J. Walters, R. Watson, and D. Zeller. 2002, Towards sustainability in world fisheries, *Nature*, 418, 689-695.
- Sargent JR and Tacon A. 1999. Development of farmed fish: a nutritionally necessary alternative to meat, *Proc Nutr Soc.*, 58, 377-383.
- Uktolseja, JCB.; R. Purwasasmita; K. Susanto dan AB Sulistiadji. 1998. Sumberdaya Ikan Pelagis Besar. Dalam Potensi dan Penyebaran Sumberdaya Ikan Laut di Perairan Indonesia. Komnas Pengkajian Stok Sumberdaya Ikan Laut, LIPI. Jakarta
- Wiyono, E.S. 2005. Pengembangan Teknologi Penangkapan Dalam Pengelolaan Sumberdaya Ikan. Artikel IPTEK