

ISSN 1907 - 767X
Akreditasi B

JURNAL KELAUTAN Nasional

Vol. 1 Edisi Khusus Januari 2009



Departemen Kelautan & Perikanan
Badan Riset Kelautan dan Perikanan
Pusat Riset Teknologi Kelautan

ISSN 1907-767X

JURNAL KELAUTAN NASIONAL

Vol. 1, Edisi Khusus Januari 2009

NOMOR REGISTRASI PUBLIKASI DOSEN FMIPA UNSRI

0	7	0	5	0	4	0	1	0	9	0	3	0	2	5	6
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



Departemen Kelautan dan Perikanan
Badan Riset Kelautan dan Perikanan
Pusat Riset Teknologi Kelautan

DAFTAR
Pengemb
Prof. Dr.
Pemodel:
A. Sulai
Variabili
Its Relati
Bisman N
Proses Di
Oktober
John I. P
Analisis
Berdasar
Mutiar
Pola Seba
:Suatu Te
T. Prarto
Aplikasi
Tingkah
Agus Cal
Bathyme
In Maka
Muhamm
Struktur
Fauziyah,
Biodivers
Underwa
Kanno S.,
Klasifikas
Hidroaku
Obed Agt
Studi Per
Perairan
Mahakar
Wayan Nu
Penguku
Enggano
Arthur Br
Identifil
dan Per
bagi Nel
Bidawi I
Acoustic
Model
Henry M
Deteksi
Lombok
Monia C
Pendek:
Tipe Sul
Sri Pujiy

JURNAL KELAUTAN NASIONAL

Jurnal ini merupakan perubahan nama dari **Jurnal Riset IPTEK Kelautan** dengan akreditasi **B (37/Akred-LIPI/P2MBI/9/2006)** yang ditetapkan melalui SK Kepala LIPI No. 1417/D/2006 tertanggal 1 Nopember 2006

Diterbitkan oleh : Pusat Riset Teknologi Kelautan
Penanggung jawab : Kepala Pusat Riset Teknologi Kelautan

Penyunting Ahli :

1. Prof. Dr. Ir. Bonar Parlindungan Pasaribu, M.Sc
2. Zainal Arifin, Ph.D
3. Daniel Mohammad Rosyid, Ph.D
4. Safwan Hadi, Ph.D
5. DR. Ir Aryo Hanggono, DEA

Penyunting Tamu :

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 1. Bisman Nababan, Ph.D | 7. Joko Santoso, Ph.D |
| 2. Richardus Kaswadji, Ph.D | 8. Vincentius Siregar, Ph.D |
| 3. Dr. Jonson L. Gaol | 9. Dr. Domu Simbolon |
| 4. Tri Prariono, Ph.D | 10. Prof. Dr. Harpasis Sanusi |
| 5. I. Wayan Nurjaya, Ph.D | 11. Hendry Manik, Ph.D |
| 6. Nevy P. Zamani, Ph.D | |

Penyunting Pelaksana :

1. Umi Anissah, S.Si
2. Sri Suryo Sukoraharjo, M.Si
3. Hary Krettiawan, S.Si
4. Catur Pramono Adi, Spi, MSi
5. Agus Sufyan, S.T
6. Kukuh Adiyana, S.T
7. Arid Ahmad Ridwan, SE

Alamat Redaksi :

Pusat Riset Teknologi Kelautan
Badan Riset Kelautan dan Perikanan
Jl. Pasir Putih No. 1, Ancol, Jakarta Utara
Telp. (021) 64711672 Ext. 4404
Fax. (021) 64711501
e mail : umi_anis@dkp.go.id

Isi dapat dikutip dengan menyebutkan sumbernya

Cover & Layout : Agus Cahyadi, Hary Krettiawan, Umi Anissah

Bathymetric Mapping Using Spot Satellite Of Pandangan Island Waters In Makassar Strait	
Muhammad Banda Selamatan Bisman Nababan	98
Struktur Kawanan Ikan Pelagis Kecil Secara Akustik <i>Acoustical Of The Small Pelagic Fish School Structure</i>	
Fauziyah, B.P. Pasaribu, dan I. Jaya	110
Biodiversity of Coral Reef in Sumbawa Sea, Indonesia: Underwater Observation and Satellite Imagery Classification	
<i>Kanno S., Y. Furushima, A. Ohgane, M. Yanagawa, T. Ohsawa, K. Homma</i>	123
Klasifikasi Habitat Dasar Perairan Dengan Menggunakan Instrumen Hidroakustik SIMRAD EY 60 di Perairan Sumur, Pandeglang – Banten <i>Seabed Habitat Classification by Using Instrument of Hydroacoustic SIMRAD EY 60 in Sumur Water, Pandeglang – Banten</i>	
Obed Agtapura Taruk Allo, Sri Pujiyati, IndraJaya	129
Studi Pendahuluan Kondisi Oseanografi Fisik pada Musim Barat di Perairan Pantai Timur Kalimantan antara Balikpapan dan Delta Mahakam <i>Preliminary Study of Physical Oceanography Condition of East Coast of Kalimantan located between Balikpapan and Mahakam Delta</i>	
I Wayan Nurjaya, Heron Surbakti	140
Pengukuran Target Strength Ikan-Ikan Pelagis Di Perairan Kepulauan Enggano <i>Target Strength Measurement Of Pelagis Fishes In Enggano Island Waters.</i>	
Arthur Brown, Deddy Bakhtiar dan Lina Nainggolan	151
Identifikasi Zona Potensi Penangkapan ikan di Selat Madura dan Perairan Sekitarnya Berdasarkan Data Penginderaan Jauh bagi Nelayan Kabupaten Situbondo <i>(Identification of Potential Fishing Zones in Madura Strait and Its Surrounding Sea Waters Based on Remote Sensing Data for Fishermen from Situbondo Regency)</i>	

STRUKTUR KAWANAN IKAN PELAGIS KECIL SECARA AKUSTIK
ACOUSTICAL OF THE SMALL PELAGIC FISH SCHOOL STRUCTURE

Fauziyah¹, B.P. Pasaribu², dan I. Jaya²

¹ Ilmu Kelautan Universitas Sriwijaya (UNSRI) Palembang
e-mail : siti_fauziyah@yahoo.com

² Ilmu Kelautan FPIK-Institut Pertanian Bogor (IPB)

ABSTRAK

Tulisan mengenai struktur kawanan ikan pelagis kecil ini menggunakan perangkat lunak ADA versi 2004 (*Acoustic Descriptor Analyzer version 2004*) yang telah kami kembangkan sebelumnya. Penelitian ini memanfaatkan data dari tiga survei akustik di Perairan Selat Bali. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa 60% deskriptor akustik berperan dalam menentukan struktur kawanan ikan pelagis. Perubahan struktur kawanan ikan pelagis tergantung pada perubahan spasial dan temporal menurut musim dan ukuran ikan. Kawanan ikan pelagis digolongkan ke dalam geometri yang disebut fraktal. Nilai dimensi fraktal pada seluruh survei kurang dari 1.5 yang berarti struktur kawanan ikan pelagis memiliki kecenderungan untuk dapat bertahan pada bentuk semula.

Kata kunci : Deskriptor akustik, Kawanan ikan pelagis, Fraktal, Selat Bali.

ABSTRACT

The paper regarding the structure of small pelagic fish school using *Acoustic Descriptor Analyzer version 2004* software that we have developed earlier. This research used three hydroacoustic surveys in the Bali Strait. The result showed that 60% acoustic descriptor play a role to determine the structure of pelagic fish schools. It was found that structure of the fish school depending on spatial and temporal variability based on season and fish size (length). The structure of the fish school categorized into geometry (dimension) called fractal. Since all the fractal dimension values obtained in three different seasons were less than 1.5, hence the pelagic fish school structure tend to stay on their initial regular form.

Keywords : Acoustic descriptor, Pelagic fish school, Fractal, Bali Strait.

PENDAHULUAN

Keanekaragaman (*heterogenity*) lingkungan abiotik memungkinkan berkumpulnya ikan di daerah yang sesuai, dan ruang hidup ikan ditentukan berdasarkan pola pergerakannya yang terkait dengan kehadiran ikan lainnya. Reaksi individu ikan terhadap keberadaan ikan lainnya akan membentuk formasi kawanan atau menempati daerah tertentu. Fungsi kawanan menurut Pitcher & Parrish (1983) yakni sebagai tempat ikan berlindung di dalam interaksi jaringan

yang kompleks. Spesies yang hidup berdampingan akan mengarah pada perubahan bentuk dan tingkah laku baik sebagian maupun seluruhnya (Wootton, 1990 dalam Masse *et al.*, 1996).

Struktur kawanan ikan menggambarkan geometri, densitas dan posisi kawanan dalam kolom perairan sehingga struktur tersebut dipahami sebagai perubahan bentuk kawanan dalam kolom air yang dipengaruhi oleh faktor internal maupun eksternal.

Perubahan struktur kawanan dipengaruhi oleh faktor internal (yaitu kondisi ikan dalam kawanan itu sendiri seperti adanya dua atau lebih spesies dan tingkat kematangan gonad) dan faktor eksternal. Faktor eksternal dibagi dua yaitu: faktor eksternal yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan (suhu, intensitas cahaya, ketersediaan mangsa), dan stimuli eksternal yaitu stimuli visual atau gangguan yang datang dari predator alami atau dari kapal (Freon *et al.*, 1992).

Ciri-ciri struktur kawanan menurut Bahri & Freon (2000) meliputi beberapa faktor yaitu: (1) *diurnal cycle*, secara umum faktor ini menyebabkan munculnya kawanan ikan ke permukaan diikuti dengan menyebarnya ikan saat tenggelam. Variabilitas tingkah laku tinggi karena adanya variasi *in situ* intensitas cahaya dan tingkah laku mencari makan; (2) **status fisiologi dan aktivitas individu** seperti reproduksi, mencari makan dan berburu yang berimplikasi pada terbentuknya individu secara berbeda-beda; (3) **interaksi antar spesies**. Kehadiran spesies lain mempengaruhi tingkah laku, bentuk dan posisi kawanan selama bersaing atau adanya hubungan antara predator dan mangsanya; (4) **adanya unsur yang mengganggu/merusak**, seperti kapal yang datang menyebabkan reaksi menghindar yang mungkin mengubah bentuk dan posisi kawanan; (5) **kondisi lingkungan**, diketahui berpengaruh paling tidak pada posisi vertikal kawanan, khususnya kehadiran termoklin yang jelas.

Penelitian ini ditujukan untuk menganalisis struktur kawanan ikan pelagis kecil khususnya ikan lemuru (*Sardinella lemuru*, Bleeker 1983) di perairan Selat Bali menggunakan teknik deskriptor akustik. Manfaat yang diharapkan adalah sebagai langkah awal untuk (1) mengkaji pengaruh faktor lingkungan terhadap struktur kawanan

ikan pelagis kecil dan (2) mengkaji pemanfaatan data akustik berdasarkan kawanan atau agregasi ikan bukan individu ikan (*single target*).

METODOLOGI

1. Data Akustik

Penelitian ini menggunakan data survei akustik kapal Baruna Jaya IV BPPT SIMRAD EK 500 *split beam acoustic system* (Frekuensi 120 kHz dan panjang pulsa 0.6 m/det) pada bulan Mei 1999 (musim angin peralihan I), Agustus 2000 (musim timur) dan September 1998 (musim angin peralihan II) di Perairan Selat Bali (Gambar 1). Data yang diambil adalah data hidroakustik dan data oseanografi.

2. Penentuan Sampel Penelitian

Data akustik yang akan diolah, terlebih dahulu dipastikan komposisi spesiesnya dan didominasi oleh satu spesies. Kawanan ikan pelagis yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan yang dominan tertangkap di suatu perairan. Budihardjo *et al.* (1990) menyatakan bahwa sekitar 80% produksi total ikan yang didaratkan dari perairan Selat Bali adalah jenis ikan lemuru (*Sardinella lemuru*). Sehubungan dengan itu dipilih ikan lemuru di perairan Selat Bali sebagai dasar studi.

Hasil Analisis Komponen Utama (AKU) menunjukkan bahwa kawanan ikan pelagis dapat dikelompokkan menjadi kawanan ikan lemuru (86.2%) dan bukan kawanan ikan lemuru (13.8%), diprediksi sebagai kawanan ikan tongkol dan ikan layang (Fauziyah dan Jaya, 2006a).

Hasil analisis *cluster* menunjukkan bahwa kawanan ikan lemuru dapat diklasifikasikan berdasarkan ukuran ikan dan musim yakni: pada Musim Peralihan I (Maret-Mei) didominasi kawanan protolan, Musim Timur (Juni-Agustus) didominasi kawanan lemuru dan campuran dan Musim Peralihan II

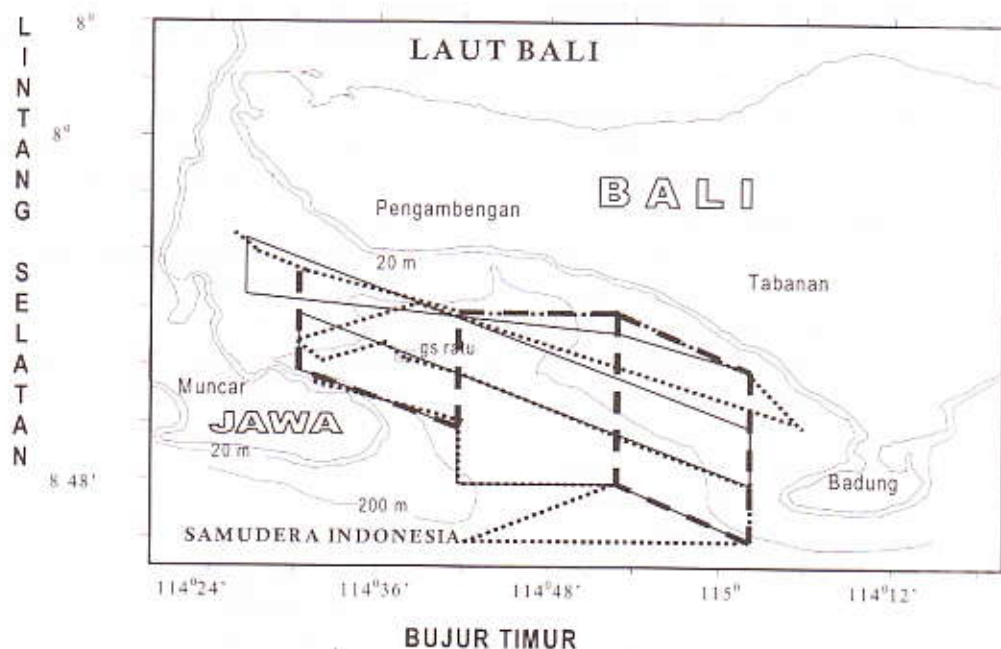
(September-November) didominasi kawanan sempenit dan protolan (Fauziyah dan Jaya, 2006b).

3. Pengolahan Data

Data akustik kawanan ikan lemuru di perairan Selat Bali selanjutnya diolah menggunakan perangkat lunak "Acoustics Descriptor Analyzer (ADA

versi 2004)" yang telah dikembangkan sebelumnya (Fauziyah dan Jaya, 2004).

Perhitungan deskriptor akustik yang digunakan tertera pada Tabel 1. Adapun simbol dan definisi yang digunakan dalam perhitungan tertera pada Tabel 2.



Gambar 1. Perairan Selat Bali
 Keterangan: — lintasan survei akustik Tahun 1999
 — lintasan survei akustik Tahun 1998
 lintasan survei akustik Tahun 2000

4. Analisis Data

Variogram mengukur variabilitas rata-rata antara 2 titik x dan x+h, dimana h adalah jarak (Matheron, 1970 dalam Bahri & Freon, 2000):

$$y(h) = 0.5E (z(x+h) - z(x))^2$$

dimana z(x) adalah nilai deskriptor pada titik x; z (x+h) adalah nilai deskriptor pada jarak h dari x; y(h) adalah fungsi modulus dan orientasi vektor h yang mengindikasikan perbedaan nilai yang

ada karena penambahan jarak. Perhitungan variogram menggunakan perangkat lunak "Acoustics Descriptor Analyzer (ADA versi 2004)".

Klasifikasi variogram berdasarkan strukturnya dibagi menjadi 3 bagian yaitu : (1) **Terstruktur**: garis bertambah perlahan-lahan secara teratur sampai mendekati nilai asimtotik. Jarak yang pendek atau panjang diketahui berdasarkan survei atau deskriptor.

Tabel 1. Deskriptor Akustik dan Formula Perhitungan

No	Deskriptor	Formula perhitungan
A Energetik		
1	Rata-rata energi akustik, dB	$10 \log_{10} \left[\sum \frac{E_i}{n} \right]^{(1)}$ atau $E_n = 10^{\frac{5n}{10}}$ (1)
2	Densitas Volume	$Density (g \cdot m^{-3}) = \left[\frac{S_A}{(4\pi \cdot 10^{0.175 / kg} \cdot 1852^2 \cdot \Delta R)} \right] * 1000$ (2)
B Morfometrik		
3	Tinggi, m	$Tinggi_{terlihat} = (Vertikal_{akhir} - Vertikal_{awal})^{(4)}$ $Tinggi_{rata} = Tinggi_{terlihat} - \left(\frac{C\sigma}{2} \right)^{(2)}$
4	Panjang, m	$Panjang_{terlihat} = \sum ping.k^{(2)}$ $Panjang_{rata} = \left[Panjang_{terlihat} - \left(2D_m \tan \left(\frac{\varphi}{2} \right) \right) \right] \frac{4}{\pi}$ (2)
5	Perimeter	Σ sel terluar dari kawanan ikan (menggunakan 4 neighbourhood) ⁽⁴⁾
6	Area, m ²	Σ sel * tinggi 1 sel * panjang 1 sel ⁽⁴⁾
7	Elongasi	Elongasi = Panjang/tinggi ⁽³⁾
8	Dimensi fraktal	$Dimensi_{fraktal} = \frac{\left(Ln \left(\frac{P}{4} \right) * 2 \right)}{Ln(A)}$ (3)
C Batimetrik		
9	Rata-rata kedalaman kawanan, m	$Mean_depth = \sum \frac{(D_i)}{n}$ (1)
10	Relative Altitude, %	$R_Altitude = \frac{Min_Alt + MaxH}{2} * 100$ (3)
11	Minimum Altitude	jarak antara dasar perairan dan batas kawanan yang paling rendah (m) ⁽³⁾
12	Minimum Depth	jarak antara permukaan laut dan batas kawanan yang lebih atas (m) ⁽³⁾

- 1 = Formula perhitungan merujuk Lawson (2001)
- 2 = Formula perhitungan merujuk Coetsee (2000)
- 3 = Formula perhitungan merujuk Bahri&Freon (2000)
- 4 = Formula perhitungan merujuk Fauziyah (2004)

Model yang digunakan adalah bola (*spherical*) atau eksponensial disesuaikan dengan variogram eksperimental (Gambar 2A); (2) **Struktur lemah**: model dicocokkan pada aspek variogram secara keseluruhan, tetapi dengan kualitas yang

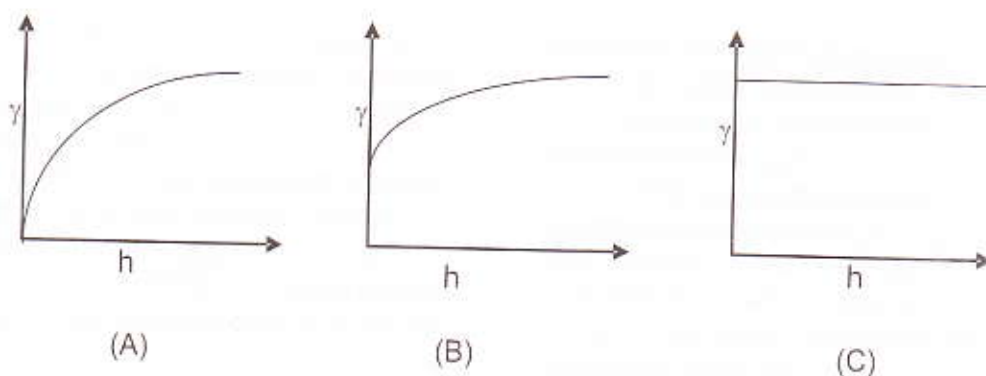
tidak bagus dan pilihan model tidak nyata. Selanjutnya variogram ini berada pada perbedaan adanya gumpalan (*nugget*) pada jarak yang kecil, biasanya sekitar 3 mil (Gambar 2B) dan; (3) **Tanpa struktur**: aspek yang benar-benar tidak menentu, murni

acak dan garis osilasi berada di sekitar tingkat keragaman jarak yang kecil. Dalam kategori ini, klasifikasi variogram menampakkan aspek tanpa tipe (*atypical*), bentuk kubah/lengkung, bentuk bintang atau gelombang (Gambar 2C).

Metode skoring digunakan untuk membuat peringkat struktur pada variabel deskriptor akustik menjadi 3 kategori, yakni terstruktur (bernilai 3), struktur lemah (bernilai 2) dan tanpa struktur (bernilai 1)

Tabel 2. Simbol dan Definisi yang Digunakan dalam Perhitungan

Simbol	Definisi
Rata-rata Energi akustik	Rata-rata nilai Sv adalah intensitas yang direfleksikan oleh suatu kelompok <i>single target</i> , dimana target berada pada volume air tertentu (m^3) dengan <i>threshold</i> 80 dB.
TS	<i>Target Strength</i> digunakan untuk mengetahui ukuran ikan (satuan dB) dan modulus TS digunakan untuk mengetahui nilai TS yang paling sering muncul
Densitas volume	Kepadatan kawanan ikan, S_A adalah <i>scattering area</i> dan R adalah jarak kawanan dalam hal ini adalah tinggi kawanan (satuan ikan/ m^3).
$(\text{Vert}_{\text{akhir}} - \text{Vert}_{\text{awal}}) / (C\sigma/2)$	$\text{Vert}_{\text{awal}}$ adalah nilai piksel (m) pada titik awal kawanan ikan $\text{Vert}_{\text{akhir}}$ adalah nilai piksel (m) pada titik akhir kawanan ikan adalah persamaan efek panjang pulsa, dimana C adalah kecepatan <i>sound</i> (m/det) dan σ adalah panjang pulsa (m.det).
K	adalah faktor koreksi, yaitu jumlah meter per <i>ping</i> yang dihitung dari kecepatan kapal (knot) dan laju <i>ping</i> (<i>ping</i> /menit)
$2D_m \tan(\phi/2)$	efek lebar sorot (<i>beam</i>) (Diner, 1998 diacu dalam Lawson, 2001) dimana D_m adalah rata-rata kedalaman kawanan dan ϕ adalah sudut antar transduser dan tepi kawanan diukur saat deteksi pertama. ϕ sebagai fungsi nominal sudut sorot dan perbedaan antar rata-rata densitas energetik gerombolan ikan (Sv) dan <i>processing threshold</i> .
$4/\pi$	Faktor koreksi untuk memperkirakan panjang kawanan yang dikehendaki (Coetzee, 2000)
Area	Luas kawanan ikan
Elongasi	Rasio panjang terhadap tinggi kawanan ikan
Dimensi fraktal	Geometri bangun alam, P adalah perimeter dan A adalah <i>area</i>
Relative altitude	posisi kawanan dalam kolom air (%)



Gambar 2. Contoh variogram. γ adalah *covariance* antar densitas ikan yang diamati di jarak lokasi bagian h . (A) distribusi *contagious*, ($0 \leq \gamma \leq 0$); (B) Efek *nugget*, $\gamma(0)$ menjadi batas; (c) distribusi acak, γ adalah bebas terhadap h (MacLennan & Simmonds, 1992).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

1.1. Deskriptor Akustik

Data hasil perhitungan program ADA versi 2004 ditabulasikan pada Tabel 3.

Data deskriptor morfometrik, menggambarkan bentuk kawanan ikan

lemuru secara umum adalah oval baik oval tebal, oval pipih maupun oval lonjong. Nilai dimensi fraktal kawanan ikan lemuru berada pada selang 1.0-1.5 yang berarti kawanan ikan lemuru memiliki bentuk yang akan berulang ke dalam bentuk yang sama.

Tabel 3. Nilai rata-rata deskriptor akustik kawanan ikan lemuru di perairan Selat Bali

Musim Jenis ikan lemuru Deskriptor Akustik Morfometrik	Timur Lemuru		Peralihan I, II Protolan		Peralihan II Sempenit		Timur Campuran	
	Rataan	CV	Rataan	CV	Rataan	CV	Rataan	CV
Panjang (m)	131.4	0.87	473.4	0.45	1392.6	0.53	104.8	0.47
Tinggi (m)	11.4	0.71	13.4	0.54	8.4	0.32	11.2	0.52
Perimeter	212.9	0.57	399.2	0.67	703.4	1.12	160.9	0.61
Area (m ²)	768.0	0.74	1490.0	0.93	5161.8	0.54	647.5	0.56
Elongasi	20.6	1.31	47.6	0.63	169.8	0.56	11.7	0.74
Dimensi Fraktal	1.2	0.07	1.3	0.07	1.1	0.21	1.1	0.08
Energetik								
Energi (dB)	-57.4	0.10	-60.1	0.07	-59.6	0.07	-46.1	0.06
Batimetrik								
Mean Depth (m)	55.2	0.34	70.4	0.39	105.9	0.25	22.4	0.22
Rel. Altitude (%)	18.4	0.42	22.3	0.59	26.9	0.67	51.2	0.26
Min depth (m)	45.10	0.36	62.0	0.46	100.6	0.27	15.4	0.40
Min Altitude (m)	5.10	0.94	9.3	0.70	34.0	0.81	17.7	0.50
Densitas (ikan/m ³)	0.156	1.05	0.070	0.81	0.074	0.64	1.499	0.64
Jumlah Kawanan (n)	15		16		8		10	

Kawanan lemuru kecil 'sempenit' dan lemuru sedang 'protolan' memiliki rata-rata energi akustik yang lemah yaitu -59.6 dB dan -60.1 dB, kawanan lemuru memiliki rata-rata energi akustik sedang yaitu -57.4 dB dan kawanan campur memiliki rata-rata energi akustik kuat yaitu -46.1 dB. Jika dihubungkan dengan densitas kawanan maka, kawanan sempenit dan protolan memiliki densitas rendah, kawanan lemuru memiliki densitas sedang dan kawanan campur memiliki densitas padat sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin kuat energi akustik sejalan dengan makin padatnya densitas kawanan. Hal ini berarti energi akustik merefleksikan densitas kawanan ikan.

Ikan lemuru membentuk kawanan pada pagi sampai siang hari pada seluruh musim kecuali musim peralihan II (Fauziyah dan Jaya, 2006a). Posisi kawanan lemuru dalam kolom air berada dekat dasar perairan (kedalaman dasar perairan maksimum 100m) yaitu di kedalaman rata-rata 55 m dari permukaan air. Posisi kawanan campuran dalam kolom air berada dekat permukaan sampai pertengahan kolom air (kedalaman dasar perairan maksimum 60m) yaitu di kedalaman rata-rata 22 m dari permukaan air. Posisi kawanan protolan dalam kolom air berada dekat dasar perairan (kedalaman dasar perairan maksimum 125m) yaitu di kedalaman rata-rata 81 m dari permukaan air (pada peralihan I), sedang pada peralihan II kawanan protolan berada pada seluruh kolom perairan. Kawanan sempenit pada kedalaman 150 m berada dekat dasar perairan, adapun pada kedalaman lebih dari 150m berada dekat permukaan sampai pertengahan kolom air.

1.2. Klasifikasi Variogram

Variogram diklasifikasikan menjadi tiga kategori berdasarkan kualitas strukturnya. Variogram

terstruktur berarti deskriptor akustik berperan dalam menentukan perubahan struktur kawanan ikan. Variogram struktur lemah berarti deskriptor akustik sedikit berperan dalam menentukan perubahan struktur kawanan ikan dan variogram tanpa struktur (struktur acak) berarti deskriptor akustik tidak berperan dalam menentukan perubahan struktur kawanan ikan.

Berdasarkan hasil skoring klasifikasi variogram (Tabel 4), sebagian besar (60%) variogram dapat dikategorikan memiliki struktur dan struktur lemah, sedangkan sisanya (40%) tanpa struktur (struktur acak). Hal ini berarti, deskriptor akustik yang berperan dalam mengkaji struktur kawanan ikan lemuru sebesar 60%. Variabel-variabel deskriptor akustik tersebut adalah panjang, tinggi, *minimum depth* dan *minimum altitude*.

Deskriptor akustik yang berperan dalam menentukan struktur kawanan ikan lemuru pada seluruh musim adalah tinggi kawanan dan yang tidak berperan dalam menentukan struktur kawanan ikan lemuru adalah energi akustik kawanan. Kawanan ikan lemuru yang mengalami perubahan struktur secara dinamis adalah pada musim peralihan II dan secara stabil/statis adalah pada musim timur.

2. Pembahasan

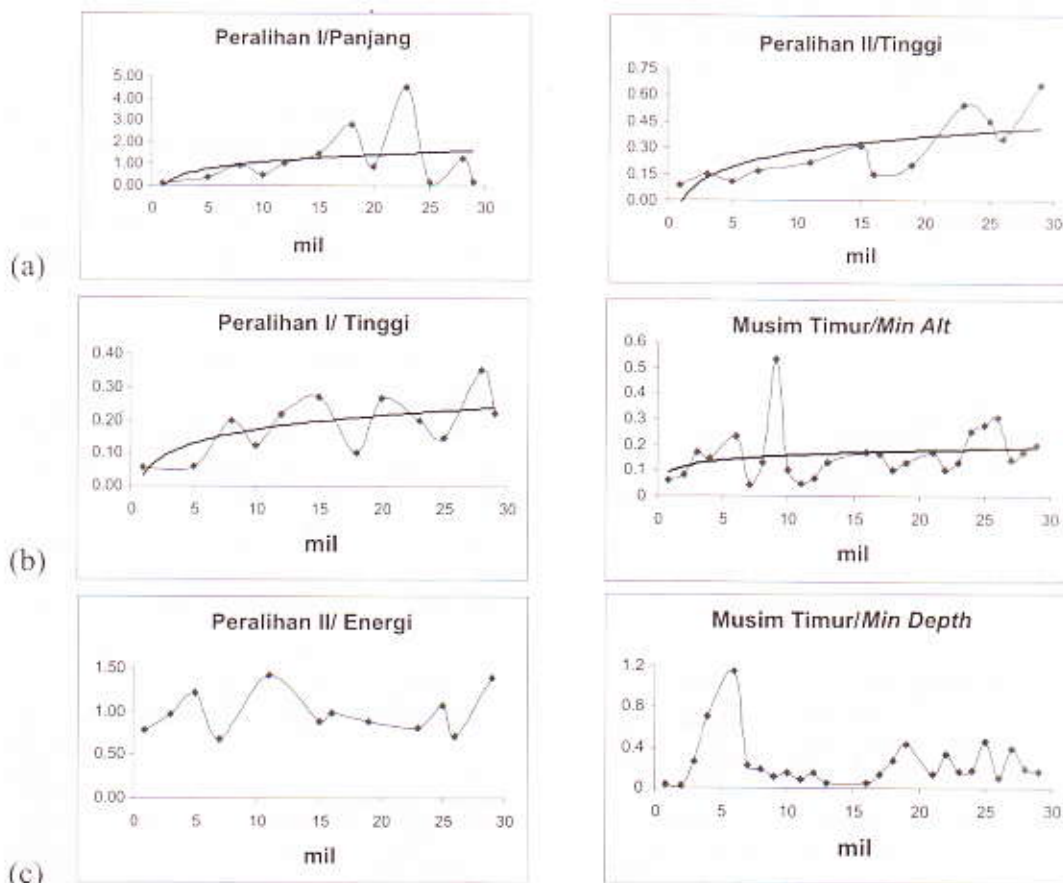
2.1. Struktur Kawanan Ikan Lemuru

Freon *et al.*, 1992 menyatakan perubahan struktur kawanan ikan dipengaruhi oleh *faktor internal* (yaitu kondisi ikan dalam kawanan itu sendiri seperti adanya dua atau lebih spesies dan tingkat kematangan gonad) dan faktor eksternal. Faktor eksternal dibagi dua yaitu: faktor eksternal yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan (suhu, intensitas cahaya, ketersediaan mangsa), dan stimuli eksternal yaitu stimuli visual atau gangguan yang datang dari predator alami atau dari kapal (Freon *et al.*, 1992).

Penentuan struktur berdasarkan hasil skoring deskriptor akustik menggunakan variogram menunjukkan bahwa sebesar 60% kawanan ikan lemuru di perairan Selat Bali memiliki struktur (terstruktur dan struktur lemah) pada seluruh survei. Hal ini menunjukkan bahwa kawanan ikan lemuru memiliki pola yang stabil untuk membentuk struktur spasial di setiap musim (peralihan I, II dan timur). Deskriptor tinggi maksimum terdapat pada kawanan ikan berperan kuat dalam membentuk struktur kawanan ikan lemuru di seluruh musim. Penelitian ini memperkuat hasil penelitian Bahri & Freon (2000) yang menyatakan bahwa

deskriptor tinggi maksimum terdapat pada kawanan ikan *sardine*, *sprat* dan *anchovy* terstruktur pada seluruh survei di Laut Adriatik dan Catalan.

Pada musim peralihan II, seluruh deskriptor saling berperan kuat dalam menentukan struktur kawanan ikan lemuru *kecuali* deskriptor energi akustik. Dwiponggo (1982) menyatakan bahwa pada Bulan September (musim peralihan II) yaitu permulaan dari musim ikan, 'lemuru' dan 'semenit' telah mulai nampak di bagian Utara dari Selat Bali. Diperkuat oleh pengamatan Wudianto (2001) menyatakan bahwa nilai TS ikan pada musim peralihan II menunjukkan gerombolan ikan lemuru kecil 'sempenit' berada di perairan lapisan atas.



Gambar 4. Contoh klasifikasi variogram berdasarkan tiga kategori (a) terstruktur, (b) struktur lemah, dan (c) tak berstruktur

Tabel 4 Metode skoring untuk menentukan klasifikasi *variogram*

Deskriptor Akustik	Peralihan I	Musim Timur	Peralihan II	Skor
Panjang	2	1	3	6
Tinggi	3	2	3	8
Energi akustik	1	1	1	3
<i>Minimum Depth</i>	2	1	3	6
<i>Minimum Altitude</i>	1	2	3	6
Skor	9	7	13	29

Nilai 3 = terstruktur, nilai 2 = struktur lemah, nilai 1 = tanpa struktur

Kawanan ikan lemuru kecil 'sempenit' belum memiliki bentuk kawanan yang stabil sehingga terlihat dinamika pembentukan kawanan (mencari kelompok) yaitu saling berperannya deskriptor akustik dalam membentuk struktur kawanan. Fungsi kawanan menurut Pitcher & Parrish (1983) yakni sebagai tempat ikan berlindung di dalam interaksi jaringan yang kompleks. Spesies yang hidup berdampingan akan mengarah pada perubahan bentuk dan tingkah laku baik sebagian maupun seluruhnya (Wootton, 1990 dalam Masse *et al.*, 1996).

Pada musim timur, peranan deskriptor akustik melemah, hanya deskriptor tinggi dan *minimum altitude* saja yang sedikit berperan dalam menentukan struktur kawanan ikan lemuru, sedangkan deskriptor lainnya tanpa struktur. Hal ini dikarenakan ukuran kawanan ikan lemuru yang mendominasi kawanan ikan adalah kawanan lemuru dan campuran.

Kawanan lemuru dewasa cenderung sudah memiliki bentuk yang stabil sehingga seluruh deskriptor akustik tidak berperan lagi dalam membentuk kawanan lemuru. *Minimum altitude* (jarak antara dasar perairan dengan kawanan ikan) dan tinggi kawanan sedikit berperan dalam menentukan kawanan lemuru karena terkait dengan tingkah laku pemijahan kawanan lemuru yang sudah matang

gonad. Merta (1992) menduga pada bulan Mei-Juli ikan lemuru melakukan pemijahan dan untuk memenuhi kebutuhan lingkungan yang sesuai, ikan lemuru beruaya ke perairan yang agak dalam. Kawanan lemuru yang akan berpijah berada didekat dasar perairan pada batas-batas tertentu yakni rata-rata 5.1 m dari dasar perairan.

Kawanan campuran cenderung tidak membentuk struktur yang jelas. Dwiponggo (1982) menyatakan bahwa setelah melakukan pemijahan, nampaknya ikan-ikan dewasa beruaya masuk ke Selat Bali, kadang berada bersama-sama dengan gerombolan ikan-ikan yang masih kecil, sehingga kawanan campuran diduga terdiri dari kawanan lemuru dan sempenit. Deskriptor akustik tinggi kawanan berperan lemah dalam membentuk struktur kawanan campuran. Hal ini mungkin terkait dengan penaikan massa air yang semakin jelas pada musim tersebut (Wudianto, 2001). Suhu permukaan cenderung tinggi dan kawanan lemuru mencari toleransi suhu yang sesuai dengan kisaran suhu yang relatif sempit. Deskriptor akustik nampaknya sedikit berperan dalam pembentukan kawanan terkait dengan kelimpahan plankton. Plankton sebagai sumber makanan pada musim tersebut cukup tinggi sehingga kawanan ikan lemuru berkumpul untuk mencari makan. Hal ini ditandai dari sebaran

energi akustik yang kuat (densitas padat). Berdasarkan hal tersebut maka kawanan campuran tidak membentuk struktur yang jelas.

Pada musim peralihan I, deskriptor akustik yang berperan kuat dalam menentukan struktur kawanan ikan lemuru adalah tinggi dan yang sedikit berperan adalah panjang dan *minimum depth* (jarak antara permukaan air dengan kawanan ikan). Kawanan ikan lemuru pada musim ini adalah kawanan protolan. Kawanan protolan merupakan kawanan ikan lemuru yang mencapai umur remaja dan mulai matang gonad. Merta (1992) menyatakan bahwa persentase tertinggi ikan lemuru matang gonad untuk siap memijah (TKG IV) terdapat pada bulan Juni. Musim peralihan I pada penelitian ini adalah bulan Mei. Pada musim ini kawanan protolan mulai memasuki tahap reproduksi sehingga kawanan protolan sedang mengalami masa transisi dalam membentuk struktur kawanan ikan. Deskriptor tinggi kawanan berperan dalam pembentukan struktur kawanan, terkait dengan terjadinya penaikkan massa air sehingga kisaran suhu secara vertikal relatif sempit. Kawanan ikan yang memasuki tahap reproduksi mulai menuju lingkungan yang sesuai, yaitu menuju perairan dalam. Berdasarkan hal tersebut, maka panjang kawanan dan *minimum depth* sedikit berperan dalam mengatur perubahan struktur kawanan menuju perairan dalam.

Ciri-ciri struktur kawanan menurut Bahri & Freon (2000) salah satunya adalah 1. status fisiologi dan aktivitas individu yakni reproduksi, mencari makan dan berburu yang berimplikasi pada terbentuknya individu secara berbeda-beda; dan 2. kondisi lingkungan, berdasarkan penelitian diketahui kehadiran termoklin yang jelas berpengaruh pada posisi tinggi kawanan.

Berdasarkan uraian diatas maka

kawanan ikan lemuru menunjukkan perubahan struktur tergantung pada perubahan spasial dan temporal menurut musim dan ukuran ikan (*body length*).

2.2. Migrasi Harian Kawanan Ikan Lemuru

Ciri-ciri struktur kawanan menurut Bahri & Freon (2000) salah satunya adalah *diurnal cycle*, secara umum faktor ini menyebabkan munculnya kawanan ikan ke permukaan diikuti dengan menyebarnya ikan saat tenggelam. Variabilitas tingkah laku menjadi tinggi karena adanya variasi intensitas cahaya, mencari makan dan kondisi lingkungan (adanya termoklin).

Ikan pelagis sebagian besar hidupnya berada di dekat permukaan air. Namun adanya *diurnal cycle* karena variabilitas tingkah laku, membuat ikan berenang dari permukaan sampai dasar perairan. Ikan lemuru sebagai ikan pelagis bisa berada dekat dasar perairan sampai kedalaman hampir 150 m.

Hal ini diperkuat oleh Dwiponggo (1982), berdasarkan survei menggunakan kapal penelitian Jurong diketahui bahwa ikan lemuru masih dapat bertahan hidup sampai dengan kedalaman 120 m. Pada kedalaman lebih dari 150 m, ikan lemuru akan tetap berada dekat permukaan sampai pertengahan kolom perairan. Hal ini menunjukkan bahwa ikan pelagis memiliki batas toleransi kedalaman.

Secara umum jenis ikan pelagis biasanya bergerak ke dekat permukaan pada saat menjelang malam hari dan menuju perairan agak dalam menjelang siang hari (Laevastu & Hayes, 1982). Lemuru yang merupakan ikan *diurnal* tersebar membentuk kawanan pada pagi dan siang hari di seluruh survei (peralihan I, musim timur dan peralihan II) pada kedalaman 22-81 m dan akan menyebar ke permukaan dalam bentuk terpecah (*scatter*) pada malam hari sehingga tidak ditemukan lemuru

berbentuk kawanan pada malam hari. Saat musim panen ikan (peralihan II), lemuru membentuk kawanan yang besar (*large school*) sepanjang hari di seluruh kolom perairan.

Kejadian ini sesuai dengan hasil pengamatan Dwiponggo (1982) yang menyatakan bahwa gerombolan ikan lemuru pada siang hari berada di kedalaman 40-80 m, dan berenang ke lapisan atas pada waktu malam hari. Begitupun dengan Freon *et al.* (1992) yang menyatakan bahwa kawanan *sardine* diketahui saat siang hari sebagian besar biomassa spesies ada dalam bentuk kawanan di dasar perairan. Kawanan *sardine* (*Sardinella aurita* off Venezuela, *Sardinella maderensis* off Cameroon dan *Harengula clupeola* off Martinique) ini masih satu sub genus (*Harengula*) dengan kawanan lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker, 1853) di Selat Bali.

Migrasi harian kawanan ikan lemuru tergantung pada pergerakan termoklin musiman. Saat termoklin mendekati permukaan (musim timur) maka ikan lemuru membentuk kawanan yang tipis (kecil), namun sebaliknya saat termoklin bergerak ke perairan dalam (peralihan II) maka ikan lemuru membentuk kawanan yang tebal. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Inakage & Hirano (1983) dan Wudianto (2001). Misund (1993) menyatakan bahwa kawanan ikan pelagis berbentuk pipih umumnya saat berada didekat permukaan atau dasar perairan dan berubah bentuk menjadi oval saat berada di lapisan tengah.

2.3. Bentuk Kawanan Ikan Lemuru

Pengamatan bentuk suatu objek dapat ditentukan secara *euclidean* atau fraktal. Secara *euclidean* kawanan *herring* berbentuk antara lain bulat, oval, memanjang, empat persegi, parabolik dan tidak beraturan, namun sebagian besar (hampir 70%) berbentuk beraturan

yaitu bulat, oval dan persegi empat (Misund *et al.*, 1993). Bentuk kawanan ikan lemuru di perairan Selat Bali sebagian besar adalah oval.

Secara geometri fraktal, bentuk kawanan ikan lemuru tidak dapat dikategorikan berbentuk oval, karena tidak terlihat adanya bangun tersebut. Untuk benda-benda alam, bentuk suatu objek tidak bisa digolongkan ke dalam bangun *Euclidean* biasa. Berdasarkan hal tersebut, maka kawanan lemuru dapat digolongkan ke dalam bangun yang disebut fraktal.

Wikipedia, 2008 menyatakan bahwa fraktal adalah benda geometris kasar pada segala skala, dan terlihat dapat "dibagi-bagi" dengan cara yang radikal. Beberapa fraktal bisa dipecah menjadi beberapa bagian yang semuanya mirip dengan fraktal aslinya. Fraktal dikatakan memiliki detil yang tak hingga dan dapat memiliki struktur serupa diri pada tingkat perbesaran yang berbeda. Pada banyak kasus, sebuah fraktal bisa dihasilkan dengan cara mengulang suatu pola.

Kusumayudha, 2004 menyatakan bahwa geometri fraktal mempunyai karakter-karakter penting antara lain *self similar*, *self affine*, *self inverse*, dan *self squaring*. Yang jelas skala panjangnya tidak spesifik atau *invariant*. Berbeda dengan geometri *euclidean*, penyekalaan fraktal dicirikan oleh bilangan-bilangan pecahan atau tak bulat (*noninteger*), yang disebut dimensi fraktal (*fractal dimensions*).

Rataan nilai dimensi fraktal pada seluruh survei adalah 1.17. Nilai ini berada diantara selang 1 sampai 1.5 yang berarti data akustik yang digunakan tidak bersifat acak dan data memiliki kecenderungan untuk bertahan pada bentuk semula/tetap, artinya bentuk kawanan ikan yang ada akan terus berulang ke dalam bentuk yang sama.

KESIMPULAN

Penentuan struktur kawanan ikan lemuru berdasarkan hasil skoring deskriptor akustik menggunakan variogram menunjukkan bahwa sebesar 60% deskriptor akustik berperan dalam menentukan struktur kawanan ikan lemuru di perairan Selat Bali dan sisanya tidak berperan dalam menentukan struktur kawanan ikan.

Perubahan struktur kawanan ikan lemuru tergantung pada perubahan spasial dan temporal menurut musim dan ukuran ikan (*body length*).

Kawanan ikan lemuru digolongkan ke dalam geometri yang disebut fraktal. Nilai dimensi fraktal pada seluruh survei adalah 1.17 yang berarti kawanan ikan memiliki kecenderungan untuk bertahan pada bentuk semula.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahri, T., and Freon, P. 2000. Spatial Structure of Coastal Pelagic Schools Descriptors in the Mediterranean Sea. *Fisheries Research*: 48:157-166.
- Coetzee, J. 2000. Use of a Shoal Analysis and Patch Estimation System (SHAPES) to Characterise Sardine Schools. *Aquatic Living Resources*: 13 (1):1-10
- Dwiponggo, A. 1982. Beberapa Aspek Biologi Ikan Lemuru, *Sardinella spp.* dalam: Prosiding Seminar Perikanan Lemuru (S. Nurhakim, Budiharjo dan Suparno). Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta. 205-216.
- Fauziyah dan Jaya I. 2004. Pengembangan Perangkat Lunak *Acoustic Descriptor Analyzer* (ADA versi 2004) untuk Identifikasi Kawanan Ikan Pelagis. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia (JIPPI)*: XI (2).
- Fauziyah dan Jaya I. 2006a. Penentuan Karakteristik Kawanan Ikan Pelagis dengan Menggunakan Deskriptor Akustik. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia (JIPPI)*: XII (1).
- Fauziyah dan Jaya I. 2006b. Klasifikasi Ex-Situ Kawanan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*, Bleeker 1983) di Selat Bali. *Jurnal Pesisir dan Lautan*: 6(1).
- Freon, P., Gerlotto, F., and Soria, M. 1992. Change in School Structure According to External Stimuli: Description and Influence on Acoustic Assessment. *Fisheries Research*: 15:45-66.
- Inagake, D., and Hirano, T. 1983. Vertical Distribution of the Japanese Sardine in Relation to Temperature and Thermocline at the Purse Seine Fishing Grounds East of Japan. *Bulletin Japan Society Fisheries*: 49(10): 1533-1539.
- Kusumayudha, S.B. 2004. *Geometri Fraktal*. Tanggal akses 18 Desember 2004. Website: <<http://publik.geopangea.or.id/sari/kk/artikel/3.shtml>>.
- Laevastu, T., and Hayes, M.L. 1982. *Fisheries Oceanography and Ecology*. Fishing News Books Ltd. Farnham, Surrey, England. 199pp.
- Lawson, G.L., Barange, M., and Freon, P. 2001. Species Identification of Pelagic Fish Schools on The South African Continental Shelf Using Acoustic Descriptors and Ancillary Information. *ICES Journal of Marine Science* : 58:275-287.
- MacIennan, D.N., and Simmonds, E.J.

1992. *Fisheries Acoustics*. Chapman and Hall. Fish and Fisheries Series 5. 325 pp.
- Masse, J., Koutsikopoulos, C., and Patty, W. 1996. The Structure and Spatial Distribution of Pelagic Fish Schools in Multispecies Clusters: An Acoustic Study. *ICES Journal and Marine Science*: 53: 155-160.
- Merta, I.G.S. 1992. Dinamika Populasi Ikan Lemuru *Sardinella lemuru* bleeker, 1853 di Perairan Selat Bali dan Alternatif Pengelolaannya. Disertasi (tidak dipublikasikan) Program Pascasarjana IPB. Bogor. 201 hal.
- Misund, O.A. 1993. Dynamics of Moving Masses Variability in Packing Density, Shape and Size Among Herring, Sprat, and Saithe Schools. *ICES Journal Marine Science*: 50:145-160
- Pitcher, T.J., and Parrish, J.K. 1983. *Behavior of Teleost Fishes*, 2nd Edition. Chapman & Hall, London. 295-337.
- Wikipedia, 2008. *Fraktal*. Tanggal akses 1 November 2008. Website: <<http://id.wikipedia.org/wiki/Fraktal>>
- Wudianto. 2001. Analisis Sebaran dan Kelimpahan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker, 1853) di Perairan Selat Bali; Kaitannya Dengan Optimasi Penangkapan. Disertasi (tidak dipublikasikan). Program Pascasarjana IPB. Bogor. 221 hal.

DAFTAR ISI

Pengembangan Ilmu Pengetahuan Teknologi Perikanan dan Kelautan Prof. Dr. Ir. Bonar P. Pasaribu, M.Sc.....	1
Pemodelan Analitik Sirkulasi Arus Imbuh Angin di Ekuator A. Sulaiman.....	29
Variability In The Light Absorption Coefficients Of Phytoplankton And Its Relationship With Chlorophyll Concentration Of Surface Waters Bisman Nababan.....	41
Proses Difusi Ganda Di Perairan Selat Makassar Pada Bulan September Oktober 2003 Dan 2004 John I. Pariwono, Krisnan T. Kurnadi, Hadikusumah.....	54
Analisis Transpor Massa Air antara Selat Malaka dan Karimata Berdasarkan pada Model Hidrodinamika 3-Dimensi Mutiara R. Putri.....	68
Pola Sebaran Menegak Cd, Pb, Cu Dan Zn Terlarut Di Perairan Laut Banda :Suatu Temuan Tambahan Proses Geokimiawi Laut Logam Kelumit. T. Prartono dan F.Hamzah.....	79
Aplikasi Akustik Perubahan Fase Untuk Merespon Tingkah Laku Ikan Bandeng (Channos Sp.) Agus Cahyadi.....	91
Bathymetric Mapping Using Spot Satellite Of Pandangan Island Waters In Makassar Strait Muhammad Banda Selamat dan Bisman Nababan.....	98
Struktur Kawanan Ikan Pelagis Kecil Secara Akustik Fauziah, B.P. Pasaribu, dan I. Jaya	110
Biodiversity of Coral Reef in Sumbawa Sea, Indonesia: Underwater Observation and Satellite Imagery Classification Kanno S., Y. Furushima, A. Ohgane, M. Yanagawa, T. Ohsawa, K. Homma	123
Klasifikasi Habitat Dasar Perairan Dengan Menggunakan Instrumen Hidroakustik SIMRAD EY 60 di Perairan Sumur, Pandeglang – Banten Obed Agtapura Taruk Allo, Sri Pujiyati, IndraJaya	129
Studi Pendahuluan Kondisi Oseanografi Fisik pada Musim Barat di Perairan Pantai Timur Kalimantan antara Balikpapan dan Delta Mahakam I Wayan Nurjaya, Heron Surbakti.....	140
Pengukuran Target Strength Ikan-Ikan Pelagis Di Perairan Kepulauan Enggano Arthur Brown, Deddy Bakhtiar dan Lina Nainggolan.....	151
Identifikasi Zona Potensi Penangkapan ikan di Selat Madura dan Perairan Sekitarnya Berdasarkan Data Penginderaan Jauh bagi Nelayan Kabupaten Situbondo Bidawi Hasyim, Fedi A. Sondita, John Haluan, Mahdi Kartasasmita.....	165
Acoustic Scattering By Zooplankton Measurement And Numerical Model Henry M. Manik.....	182
Deteksi Migrasi Vertikal Lapisan Penghambur Laut Dalam Di Selat Lombok Monia Gustamila, Indra Jaya, dan Salvienty Makarim.....	189
Pendekatan Metode Hidroakustik Untuk Analisis Tipe Substrat Dasar Perairan Sri Pujiyati Dan Sri Hartati.....	197

