

PENENTUAN KARAKTERISTIK KAWANAN IKAN PELAGIS DENGAN MENGGUNAKAN DESKRIPTOR AKUSTIK

(Determination of Pelagic Fish Schools Characteristics Using Acoustic Descriptors)

Fauziyah¹ dan Indra Jaya²

ABSTRAK

Tulisan ini memaparkan tentang penentuan karakteristik kawanan ikan pelagis dengan menggunakan deskriptor akustik energetik, morfometrik dan batimetrik pada kawanan ikan pelagis. Perangkat lunak ADA versi 2004 (*Acoustic Descriptor Analyzer version 2004*) yang telah kami kembangkan sebelumnya digunakan untuk menentukan ciri-ciri (karakteristik) kawanan ikan pelagis dari tiga survei akustik di Perairan Selat Bali. Hasil matrik korelasi menyatakan bahwa kawanan setiap spesies dapat dibedakan berdasarkan deskriptor akustik. Beberapa peubah dari deskriptor akustik energetik, morfometrik dan batimetrik yakni tinggi, panjang, area, perimeter, *relative altitude*, *skewness* dan simpangan baku menunjukkan perbedaan yang nyata sebagai faktor penentu dalam pengelompokan spesies kawanan ikan pelagis.

Kata kunci: karakteristik kawanan, ikan pelagis, ADA versi 2004, deskriptor akustik.

ABSTRACT

This paper describes of the determination of pelagic fish schools characteristics using Acoustic Descriptor Analyzer (ADA) version 2004 namely energetic, morphometric and bathymetric. The software was developed based on three hydroacoustic surveys in Bali Strait. Result of correlation matrix shows that school of each species can be distinguished on the basis of such acoustic descriptors. Several variables from acoustic descriptors namely height, length, area, perimeter, relative altitude, skewness and standard deviation showed significant differences as determinant factor for species of pelagic fish schools identification (grouping).

Keywords: school characteristic, pelagic fish, ADA version 2004, acoustic descriptors.

PENDAHULUAN

Metode pendugaan stok ikan secara hidroakustik dengan cara observasi sederhana, *echo counting*, pemetaan sonar, pemetaan *echosounder* dan *echo* integrasi (MacIennan dan Simmonds 1992), telah banyak digunakan dalam pendugaan kelimpahan stok ikan pelagis. Metode yang paling umum digunakan adalah metode *echo* integrasi. Namun metode ini dibatasi oleh ketidakmampuannya dalam menentukan spesies kawanan target.

Selama ini metode identifikasi spesies kawanan yang paling umum digunakan adalah melakukan pengambilan contoh *trawl* atau *purse seine* untuk kemudian dicocokkan atau dibandingkan dengan target secara akustik yang ada pada *echogram*. Walaupun demikian, identifikasi spesies berdasarkan karakteristik *echogram*

tersebut bersifat subjektif (Coetzee, 2000). Selain itu, adanya spesies yang tercampur dalam agregasi (terutama di lingkungan tropis) akan mengarah pada komposisi spesies yang bias.

Untuk menyiasati kelemahan pada tampilan *echogram* dapat dilakukan dengan mengukur berbagai karakteristik kawanan ikan untuk digunakan sebagai *input* dalam algoritma pola pengenalan (Azzali (1982); Nion dan Castaldo (1982) *vide* Richards *et al.* (1991)).

Echogram yang merupakan sinyal akustik dapat dianalisis lebih lanjut dengan mendigitalisasi/mengekstrak data *back-scattering strength volume* (Sv)-nya untuk penentuan karakteristik kawanan ikan. Sinyal Sv adalah rasio antara intensitas yang direfleksikan oleh suatu group *single target*, dimana target berada pada volume air tertentu (m^3) yang diinsonifikasi sesaat dan diukur pada jarak satu meter dari target dengan intensitas suara yang mengenai target.

Pada tulisan ini digunakan perangkat lunak ADA versi 2004 (Fauziyah dan Jaya, 2004) untuk menentukan karakteristik kawanan ikan

¹ Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Sriwijaya, Palembang.

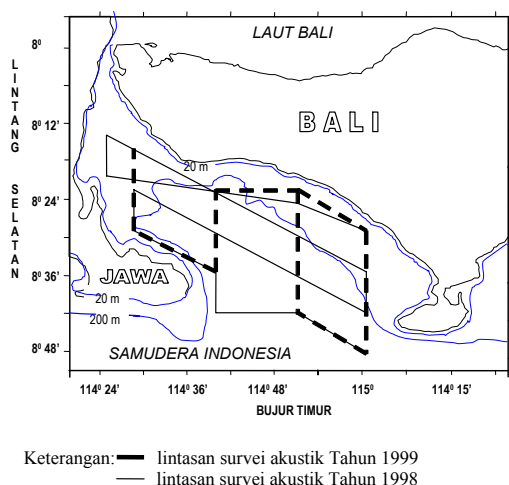
² Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

pelagis dan menggunakan analisis PCA (*Principal Component Analysis*) untuk menggambarkan pengelompokan karakteristik kawanan ikan pelagis. Karakteristik ini diharapkan dapat digunakan untuk membedakan kawanan antar spesies ikan pelagis sehingga dapat melengkapi identifikasi kawanan ikan pelagis tidak hanya secara *sampling* melalui alat tangkap (langsung) tetapi juga secara hidroakustik (tidak langsung).

METODE PENELITIAN

Data Akustik

Penelitian ini memanfaatkan data akustik yang dikumpulkan selama *cruise* akustik kapal Baruna Jaya IV BPPT tahun 1998-2000. Kapal yang digunakan adalah kapal *mid water trawl* dengan kecepatan 10 *knot*. Peralatan yang digunakan untuk akuisisi data akustik adalah SIMRAD EK 500 *split beam echosounder* (120 *kHz* dan panjang pulsa 0.2 *ms*) untuk pendeteksian target di bawah laut terutama kawanan ikan. *Transducer* dipasang secara tetap (*hull mounted*) di bawah Kapal Riset "Baruna Jaya IV". Lokasi survei dilaksanakan di perairan Selat Bali yang terletak diantara pulau Jawa dan pulau Bali menghubungkan perairan laut Bali dan Samudera Hindia (Gambar 1).



Gambar 1. Perairan Selat Bali.

Lintasan survei akustik ini berdasarkan bentuk dan lokasi perairan selat Bali berupa rancangan lintasan paralel sepanjang pantai Bali menuju Samudera Hindia dengan kisaran kedalaman 4-150 *m*. Untuk penentuan karakteristik kawanan ikan digunakan data survei akustik bu-

lan Mei 1999, Agustus 2000 dan September 1998. Data ini dianggap mewakili kondisi selama musim angin peralihan I (Maret - Mei) sebagai musim paceklik, musim timur (Juni - Agustus) dan musim angin peralihan II (September - November) sebagai musim ikan.

Data akustik yang dikumpulkan selama *cruise* akustik tahun 1998-2000 sebanyak 602 *echogram*. Data tersebut kemudian dipilih berdasarkan tipologi akustik (Reid, 2000) menjadi 58 *echogram* data terpilih. Pemilihan data tersebut berguna untuk menghemat waktu pengolahan citra dan menghindari tidak adanya target pada *echogram*.

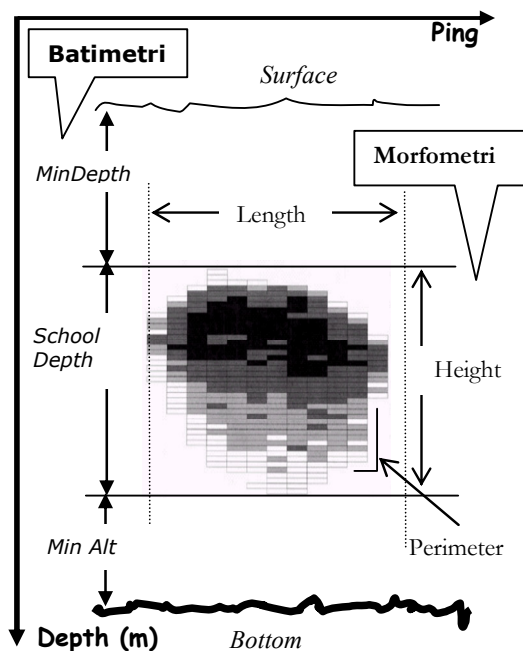
Pengolahan Data

Data kawanan ikan pelagis yang akan diolah, terlebih dahulu dipastikan komposisi spesiesnya dan didominasi oleh satu spesies. Spesies yang tercampur akan diabaikan. 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. Kawanan ikan pada kedalaman lebih dari 150 *m* diabaikan dengan asumsi bukan lagi merupakan ikan target yang ingin dideteksi.

Langkah pertama pengolahan data akustik adalah dengan menggunakan *software* EP500 untuk merubah data pada *display* berupa *echogram* ke dalam data akustik (dalam bentuk ASCII dengan ext *.csv). Langkah selanjutnya adalah mendeteksi kawanan ikan pelagis menggunakan perangkat lunak "Acoustics Descriptor Analyzer (ADA versi 2004)", yang telah dikembangkan sebelumnya (Fauziyah dan Jaya, 2004). Program ini dikembangkan dengan teknik pengolahan citra (*image processing techniques*) dan GUI (*Graphical User Interface*) untuk merubah data *echogram* dari EP 500 ke dalam bahasa pengolah citra. Program ini dibangun untuk mengekstraksi karakteristik kawanan ikan pelagis dengan menghitung deskriptor akustik secara otomatis dari data akustik.

Terdapat 10 peubah deskriptor akustik pada program ADA versi 2004. Deskriptor ini di kelompokkan menjadi 3 bagian. *Pertama*, des-

kriptor akustik energetik yang merupakan energi intensitas suara yang mengenai kawanan ikan. Peubah deskriptor tersebut yaitu rata-rata energi akustik, simpangan baku, *skewness* dan *kurtosis*. *Kedua*, deskriptor akustik morfometrik yang menggambarkan bentuk dan ukuran kawanan ikan dalam kolom perairan. Peubah deskriptor tersebut yaitu panjang, tinggi, perimeter dan area. *Ketiga*, deskriptor akustik batimetrik yang menggambarkan posisi kawanan ikan pada kolom perairan. Posisi ini menentukan jenis kawanan ikan yaitu kawanan ikan pelagis atau kawanan ikan demersal. Peubah deskriptor tersebut adalah rata-rata kedalaman kawanan dan *relative altitude*. Skema pengukuran deskriptor disajikan pada Gambar 2 dan Formulasi perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 2. Skema Pengukuran Deskriptor Akustik.

Keluaran program ADA versi 2004 berupa ekstraksi karakteristik kawanan ikan pelagis yaitu deskriptor morfometrik, batimetrik dan energetik. Teladan kawanan ikan pelagis yang telah diekstrak dengan program ADA versi 2004 dan parameter terukurnya disajikan pada Gambar 3.

Analisis Statistika

Tujuan penggunaan analisis statistika adalah: *pertama*, mencari keeratan hubungan an-

tar deskriptor (morfometrik, batimetrik dan energetik); *kedua*, mengelompokkan kawanan ikan dengan nilai deskriptor akustik berdasarkan ukuran kemiripan (*similarities*) atau ketakmiripan (*dissimilarities*); *ketiga*, menentukan deskriptor akustik yang berpengaruh terhadap pemisahan kelompok tersebut. Untuk tujuan tersebut dilakukan Analisis Komponen Utama (*Principal Component Analysis*) yang meliputi: analisis faktor (*factor analysis*), analisis gerombol (*cluster analysis*) dan analisis diskriminan (*discriminant analysis*). Program statistik yang digunakan adalah SPSS 11.5.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil perhitungan 58 kawanan ikan pelagis terpilih disajikan seperti pada Tabel 2.

Korelasi antar deskriptor akustik

Matrik korelasi pada Tabel 3 menghasilkan korelasi nyata seluruh peubah pada masing-masing deskriptor akustik morfometrik, energetik dan batimetrik. Hal ini menunjukkan adanya keeratan hubungan antar peubah pada masing-masing deskriptor akustik tersebut. Selain itu, terdapat korelasi yang sangat nyata antara deskriptor batimetrik dengan energetik yaitu, berkorelasinya rata-rata kedalaman kawanan dengan energi. *Relative altitude* berkorelasi dengan energi, standar deviasi dan *skewness*.

Korelasi yang nyata juga terjadi pada deskriptor batimetrik dengan morfometrik yaitu, berkorelasinya rata-rata kedalaman kawanan dengan tinggi dan perimeter. *Relative altitude* berkorelasi nyata dengan seluruh peubah pada deskriptor morfometrik. Hal ini menunjukkan bahwa bentuk dan ukuran kawanan ikan tergantung pada posisinya di kolom perairan, begitu pula sebaliknya. Korelasi antara deskriptor energetik dengan morfometrik terjadi pada peubah simpangan baku dan *skewness* dengan peubah panjang, area dan perimeter. Hal ini menandakan bahwa bentuk dan ukuran kawanan dapat memperkirakan energi Sv-nya.

Analisis Komponen Utama

Analisis Komponen Utama digunakan untuk mendistribusikan pembobotan pada komponen yang paling baik. Pembobotan tersebut me-

menunjukkan korelasi antar komponen. Untuk mengetahui banyaknya komponen yang paling ba-

ik dibuat komponen matrik seperti disajikan pada Tabel 4.

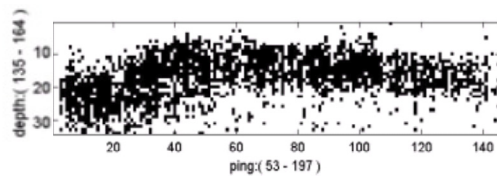
Tabel 1. Deskriptor Akustik dan Formula Perhitungan Berdasarkan Lawson (2001), Coetzee (2000) dan Bahri (2000).

No	Deskriptor	Formula perhitungan	Definisi
A. Energetik			
1	Rata-rata Energi Akustik, <i>dB</i>	$10 \log_{10} \left[\sum \frac{E_i}{n} \right]$ alternatif $E_n = 10^{\frac{Sv}{10}}$	Rata-rata energi diperoleh dari nilai Sv. Ei adalah bentuk aritmatika Sv. n adalah jumlah total piksel
2	Simpangan Baku	$E_{SD} = \sqrt{\sum_i \frac{(E_i - E_n)^2}{n-1}}$	
3	<i>Skewness</i>	$\frac{K_3}{(E_{SD})^2}$ dengan $K_3 = \frac{n \sum_i (E_i - E_n)^3}{[(n-1) \cdot (n-2)]}$	jika $n = 3$ dan 0 jika $n < 3$.
4	<i>Kurtosis</i>	$\frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum_i \left(\frac{E_i - E_n}{E_{SD}} \right)^4 - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$	
B. Morfometri			
5	Tinggi terlihat, <i>m</i>	$(\text{Vertikal}_{akhir} - \text{Vertikal}_{awal})$	Vertikal _{awal} adalah nilai pixel (<i>m</i>) pada titik awal kawanan ikan. Vertikal _{akhir} adalah nilai pixel (<i>m</i>) pada titik akhir kawanan ikan.
	Tinggi nyata, <i>m</i>	$Tinggi_{terlihat} - \left(\frac{C\gamma}{2} \right)$	$C\gamma/2$ adalah persamaan efek panjang pulsa, C adalah kecepatan sound (<i>m/det</i>) dan γ adalah panjang pulsa (<i>m.det</i>).
6	Panjang terlihat, <i>m</i>	$\sum ping.k$	<i>k</i> adalah faktor koreksi, yaitu jumlah meter per ping yang dihitung dari kecepatan kapal (knot) dan laju ping (<i>ping/menit</i>)
	Panjang nyata, <i>m</i>	$\left[Panjang_{terlihat} - \left(2D_m \tan\left(\frac{\phi}{2}\right) \right) \right] \frac{4}{\pi}$	$2D_m \tan(\phi/2)$ adalah efek lebar sorot (<i>beam</i>), 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 (<i>beam</i>) (Diner, 1998).
7	Perimeter	$\sum \text{sel terluar}$	$4/\pi$ Faktor koreksi untuk memperkirakan panjang kawanan yang dikehendaki (Coetzee, 2000)
8	Area, <i>m</i> ²	$\sum \text{sel} * \text{tinggi 1 sel} * \text{panjang 1 sel}$	
C. Batimetri			
9	Rata-rata kedalaman kawanan, <i>m</i>	$Mean_depth = \sum \frac{(D_i)}{n}$	
10	Relative Altitude, %	$R_Altitude = \frac{(Min.Alt + MaxH)/2}{Depth} * 100$	Posisi kawanan dalam kolom air (%)

Terdapat 3 (tiga) komponen yang bagus untuk meringkas ke sepuluh peubah deskriptor akustik. Pada komponen pertama, peubah panjang, tinggi, area dan perimeter benar-benar menggambarkan bentuk dan ukuran (morfometrik) kawanan lemuru. Pada komponen kedua

merefleksikan peubah yang berhubungan dengan posisi kawanan dalam kolom perairan (batimetrik). Pada komponen pertama, kedua dan ketiga mengkorelasikan peubah yang menggambarkan intensitas energi yang direfleksikan oleh suatu group *single target* dan distribusi ra-

ta-rata energi akustik tersebut seperti *kurtosis* dan *skewness*.



Parameter Kawanan Ikan

Spesies : Ikan Pelagis
Tanggal : 17-08-2000
Waktu : 07:56
Lintang : 114° 40' 346"
Bujur : 08° 40' 964"

Energeti

Mean energi acoustics : -75.91 dB
St Dev : 2.26
Skewness : -0.25
Kurtosis : -0.51
TS rata-rata : -46.89 dB

Morfometri

Tinggi : 1234 m
Panjang : 32 m
Area : 13555 m²
Perimeter : 1756
Elongasi : 38.6
Dimensi fraktal : 1.28

Batimetri

Minimum kedalaman : 133 m
Kedalaman rata-rata : 150 m
Relative Altitude : 40 %

Gambar 3. Contoh Kawanan Ikan Pelagis yang Telah Diekstrak Dengan Program ADA Versi 2004 dan Parameter Terukurnya.

Pada kajian ini difokuskan pada penentuan pemisahan kelompok spesies dari spesies lainnya. Spesies kawanan ikan pelagis di perairan Selat Bali sebagian besar didominasi oleh jenis ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) dengan kisaran 14-98%, selanjutnya tongkol (*Auxis* spp) dengan kisaran 0.5-56%, layang (*Decapterus* sp) dengan kisaran 0.1-61% dan ikan lainnya dengan kisaran 0.1-14% pada Tahun 1996-1998 (Wudianto, 2001).

Analisis Gerombol (*Cluster Analysis*) digunakan untuk mendeteksi kawanan ikan pelagis yang dominan. Untuk memudahkan deteksi, analisis dilakukan terhadap gerombol kawanan ikan pelagis lemuru dan bukan lemuru. Analisis Gerombol dengan teknik hierarki ini disajikan dalam bentuk dendrogram dan dapat dilihat pada Gambar 4. Dendrogram tersebut jika dipotong pada jarak terpanjang maka terdapat 2 gerombol kelompok kawanan ikan yaitu, kawanan lemuru sebanyak 86.2% dan bukan kawanan lemuru sebanyak 13.8%.

Tabel 2. Rataan Nilai Deskriptor Akustik yang Menggambarkan Kawanan Ikan Pelagis pada Setiap Survei, CV Merefleksikan Koefisien Keragaman dari Rata-rata.

Variabel	Musim Timur		Peralihan I		Peralihan II		Gabungan	
	Rata-rata	CV	Rata-rata	CV	Rata-rata	CV	Rata-rata	CV
Panjang (m)	249.7	0.010	536.4	0.32	1 813.0	0.09	772.8	1.48
Tinggi (m)	13.5	0.149	15.3	0.13	12.0	0.50	13.1	0.59
Area (m ²)	2 197.7	0.061	1 905.2	0.03	10 779.6	0.15	4 671.6	2.16
Perimeter	414.4	0.178	333.1	0.10	1 195.5	0.04	641.0	1.46
Energi (dB)	-55.1	1.395	-61.4	1.09	-58.1	1.13	-57.1	-0.13
Skewness	-0.9	1.913	-1.0	1.40	-0.5	2.70	-0.8	-0.55
Mean depth (m)	50.7	0.257	81.8	0.62	82.1	0.35	66.8	0.55
Relative Altitude (%)	32.0	0.197	19.1	0.30	35.5	0.24	30.1	0.61
Jumlah Kawanan	28		12		18		58	

Tabel 3. Matrik Korelasi untuk Menyeleksi Peubah Deskriptor Akustik

Peubah	Mean depth	Rel. Alt.	Energi	SB	Skew	Kurt	Panjang	Tinggi	Area
Relative altitude (Rel. Alt.)	-0.496								
Energi	-0.770	0.485							
Simpangan Baku (SB)	-0.142	-0.314	0.240						
Skewness (Skew)	0.209	0.361	-0.249	-0.853					
Kurtosis (Kurt)	-0.134	-0.187	-0.090	0.260	-0.495				
Panjang	0.174	0.425	-0.108	-0.451	0.501	-0.128			
Tinggi	0.227	0.217	-0.176	-0.163	0.196	-0.058	0.187		
Area	0.082	0.406	-0.107	-0.409	0.453	-0.018	0.914	0.299	
Perimeter	0.240	0.258	-0.130	-0.473	0.491	-0.126	0.750	0.474	0.758

Langkah selanjutnya menentukan deskriptor akustik yang berpengaruh terhadap pemisah-

an 2 kelompok kawanan ikan pelagis tersebut. Analisis yang dilakukan adalah Analisis Diskri-

minan (*Discriminant Function Analysis*). Hasilnya dapat dilihat pada uji kesetaraan kelompok pada Tabel 5. Berdasarkan hasil uji pada Tabel 5 terlihat deskriptor akustik dengan nilai $p < 0.05$ adalah *relative altitude*, *SD*, *Skewnees*, panjang, tinggi, area dan perimeter. Hal ini menunjukkan bahwa deskriptor akustik tersebut merupakan deskriptor yang berpengaruh terhadap pemisahan kelompok kawanan ikan pelagis

Tabel 4. Jumlah Komponen Matriks pada Analisis Faktor.

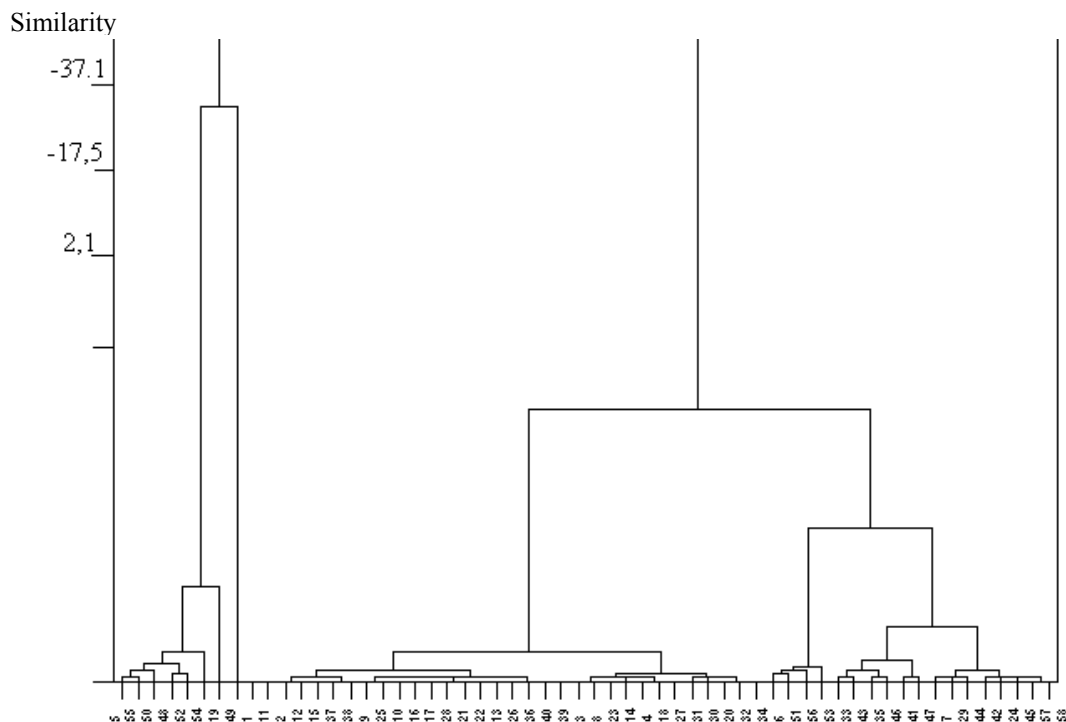
Peubah Deskriptor	Komponen		
	1	2	3
<i>Mean Depth</i>	0.359	-0.788	-0.080
<i>Rel. Altitude</i>	0.356	0.825	-0.008
Energi	-0.346	0.855	0.027
SD	-0.739	-0.079	0.404
<i>Skewness</i>	0.799	0.082	-0.509
<i>Kurtosis</i>	-0.301	-0.146	0.729
Panjang	0.843	0.168	0.297
Tinggi	0.441	-0.019	0.245
Area	0.815	0.201	0.417
Perimeter	0.834	0.080	0.294

Pembahasan

Kebutuhan terhadap ruang oleh ikan tidak selalu sama. Bentuk, ukuran, posisi dalam perairan dan energi kawanan ikan sebagai fak-

tor internal sangat bervariasi dari satu spesies ke spesies lain dan dalam spesies itu sendiri, serta dari kelas umur juvenil ke kelas umur dewasa. Karakteristik kawanan mungkin tergantung pada faktor eksternal seperti suhu, salinitas (hidrologi) dan keberadaan predator dan mangsanya. Komposisi spesies kawanan mungkin berpengaruh pada distribusi vertikal dan tingkah laku kawanan. Faktor internal dan eksternal mempunyai interaksi yang kompleks, sehingga perlu diurai satu persatu untuk mendapatkan pola yang benar.

Bentuk kawanan yang tampak pada *echogram*, hasilnya berbeda dengan perhitungan deskriptor akustik. Hal ini dikarenakan, kawanan pada *echogram* terdiri dari kumpulan piksel yang berbentuk bujursangkar antara panjang dan tinggi. Pada kenyataannya, saat sinyal ditembakkan pada target ada faktor koreksi terhadap kecepatan kapal, laju ping dan sudut sorot (*beam*) yang dibentuknya. Kawanan ikan yang terlihat pada *echosounder* tidak menghasilkan kawanan ikan nyata yang memproduksi jejak gema. Citra kawanan pada *echogram* dipertimbangkan sebagai 'true' *mask image* yang merupakan citra distorsi. Faktor koreksi dapat dilihat pada contoh peubah panjang. Panjang terlihat adalah 177.78 m dan panjang terkoreksi adalah 176.86 m dengan efek lebar sorot (*beam*) 38.95.



Gambar 5. Dendrogram Kawanan Ikan Pelagis di Perairan Selat Bali.

Tabel 5. Uji Kesetaraan Kelompok pada Analisis Diskriminan.

Peubah Deskriptor	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
<i>Mean Depth</i>	0.947	3.118	1	56	0.083
<i>Rel. Altitude</i>	0.921	4.823	1	56	0.032
Energi	0.983	0.949	1	56	0.334
Simpangan Baku	0.820	12.252	1	56	0.001
<i>Skewness</i>	0.818	12.474	1	56	0.001
<i>Kurtosis</i>	0.994	0.336	1	56	0.565
Panjang	0.522	51.280	1	56	0.000
Tinggi	0.853	9.614	1	56	0.003
Area	0.512	53.434	1	56	0.000
Perimeter	0.446	69.650	1	56	0.000

Berdasarkan penelitian Lawson (2001) kisaran nilai Sv untuk ikan pelagis kecil (*anchovy*, *sardine*, *round herring*) adalah $(-65\text{dB}) - (-60\text{dB})$. Disamping itu digunakan kisaran $(-30\text{dB}) - (-60\text{dB})$ untuk keakuratan analisis dan menghindari deteksi *secondary beam*. Coetzee (2000) menggunakan *threshold* nilai 10 SA unit ($\text{m}^2 \cdot \text{nautical mile}^{-2}$) yang ekuivalen dengan nilai Sv = -66 dB untuk ikan pelagis kecil yaitu *sardine*. Pada penelitian pendahuluan, perhitungan deskriptor untuk energi akustik dengan pendekatan nilai S_A hasilnya tidak menunjukkan adanya pengaruh pemisahan kelompok antara kawanan lemuru dan bukan kawanan lemuru. Berdasarkan hasil tersebut, maka digunakan pendekatan nilai Sv.

Adanya korelasi yang kuat antar deskriptor akustik (morfometrik, batimetrik dan energetik) di perairan Selat Bali cukup untuk dijadikan tolok ukur yang lebih baik dalam mendeteksi kawanan ikan pelagis secara internal. Dalam kajian ini, dapat dilihat juga dari hasil analisis multivariatnya bahwa deskripsi kawanan didominasi oleh 3 komponen.

Adanya korelasi antara posisi kawanan dalam kolom air (*relative altitude*) dengan deskriptor morfometri menjelaskan bahwa bentuk dan ukuran kawanan ikan tidak terlepas dari tingkah laku kawanan tersebut. Waktu harian berhubungan dengan posisi ikan pada kolom perairan, sehingga korelasi yang terjadi adalah korelasi tingkah laku kawanan ikan baik untuk alasan mencari makan atau hubungan sosial.

Peubah yang menggambarkan bentuk dan ukuran (morfometrik) kawanan ikan pelagis pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa pada musim panen ikan (musim peralihan II) mempunyai panjang kawanan yang lebih panjang dibanding

musim paceklik (peralihan I) dan musim timur serta tinggi kawanannya semakin rendah. Hal ini menunjukkan bahwa bentuk kawanan ikan pelagis pada musim panen cenderung berbentuk oval pipih dengan area dan perimeter kawanan yang semakin luas.

Energi kawanan ikan pelagis di perairan Selat Bali adalah $(-77\text{dB}) - (-42\text{ dB})$ dengan rata-rata (-57 dB) . Energi kawanan ikan pada musim paceklik dan musim panen memiliki intensitas energi akustik yang hampir sama yaitu $(-55) - (-67)\text{ dB}$ dan $(-55) - (-65)\text{ dB}$ namun rata-ratanya berbeda yaitu -61.4 dB dan -58.1 dB . Sedangkan energi kawanan ikan pada musim timur antara $(-42) - (77)\text{ dB}$ dengan rata-rata -55.1 dB .

Musim pemijahan dan ketersediaan makanan merupakan kunci dalam menjelaskan perbedaan intensitas energi kawanan ikan. Pada musim paceklik diperkirakan kawanan ikan pelagis melakukan pemijahan. Ukuran tubuh kawanan ikan pelagis dewasa terefleksikan pada rata-rata intensitas energinya yaitu -61.4 dB (memiliki intensitas energi paling rendah). Musim timur merupakan musim pemeliharaan bagi kawanan lemuru. Pada musim timur ini, ketersediaan makanan melimpah dibanding musim peralihan I dan II (Wudianto, 2000). Pada musim ini, ukuran ikan bervariasi mulai dari ikan pelagis dewasa, remaja sampai juvenile sehingga kisaran intensitas energinya besar dan rata-rata intensitas energinya paling tinggi (-55 dB) . Pada musim peralihan II, kawanan ikan pelagis umumnya adalah kelompok remaja sampai dewasa muda yang ditandai dengan rata-rata intensitasnya berada diantara musim timur dan peralihan I.

Posisi kawanan ikan pelagis dalam kolom perairan adalah 17.1% dari permukaan laut pada musim peralihan I dengan kedalaman rata-rata kawanan 81.8 m . Pada musim timur, posisi kawanan ikan berubah menjadi 32% dengan kedalaman rata-rata kawanan 50.7 m dan pada musim peralihan II, posisi kawanan ikan pada kolom air menjadi 35.5% dengan kedalaman rata-rata kawanan 82.1 m .

Pada musim peralihan I terjadi kenaikan massa air (Wudianto, 2000) sehingga kawanan ikan pelagis mencari kisaran suhu yang sesuai dengan habitat hidupnya dengan terkonsentrasi pada perairan lebih dalam (lebih dari 200 m) dengan posisi optimal 17.1% dari permukaan laut yaitu pada kedalaman rata-rata 81.8 m .

Pada musim timur (musim pemeliharaan) terjadi kenaikan massa air yang semakin jelas dan ketersediaan makanan yang melimpah, sehingga kawanan ikan pelagis sebagian besar menuju perairan dangkal. Kedalaman rata-rata kawanan ikan yang optimal adalah 50.7 m dengan posisi 32% dari permukaan laut (kedalaman dasar perairan sekitar 100 m). Pada musim peralihan II, kenaikan massa air tinggal sisa-sisa sehingga kawanan ikan pelagis mencari kisaran suhu yang sesuai dengan habitat hidupnya dengan terkonsentrasi pada perairan lebih dangkal (kedalaman dasar perairan sekitar 150 m).

Berdasarkan analisis gerombol dengan dendrogram, terdapat 50 kawanan ikan merupakan kawanan lemuru (86.2 %) dan sebanyak (8 kawanan) 13.8% bukan kawanan lemuru. Dan hasil penelitian Wudianto (2001) diketahui bahwa kawanan ikan pelagis yang dominan dan sering muncul di perairan Selat Bali adalah kawanan lemuru, kawanan tongkol dan kawanan layang, sehingga kawanan bukan lemuru pada penelitian ini diprediksi sebagian besar adalah kawanan ikan tongkol dan kawanan ikan layang.

Hasil analisis diskriminan memaparkan bahwa peubah yang berpengaruh terhadap pemisahan kawanan lemuru dan bukan lemuru adalah tinggi, panjang, area, perimeter (deskriptor morfometrik), *relative altitude* (deskriptor batimetrik), *Skewness* dan simpangan baku (deskriptor energetik). Merujuk dari hasil yang didapat, maka deskriptor morfometrik dapat dijadikan sebagai deskriptor yang berpengaruh terhadap pemisahan kawanan ikan. Pada deskriptor energetik hanya sebaran distribusi dan simpangan bakunya saja yang dapat dijadikan sebagai faktor pemisah. Peubah energi tidak dapat dijadikan sebagai faktor penentu, hal ini mungkin disebabkan energi *back-scattering volume* bernilai negatif. Pada deskriptor batimetrik hanya posisi kawanan dalam kolom perairan saja yang dapat dijadikan sebagai faktor penentu, sedang peubah rata-rata kedalaman kawanan tidak dapat dijadikan sebagai faktor penentu yang kemungkinan disebabkan *mean depth* hanya berpatokan pada kedalaman yang diukur dari permukaan perairan sehingga kedalaman dasar perairan tidak diketahui.

KESIMPULAN

Terdapat hubungan yang erat antara deskriptor akustik morfometrik, energetik dan bati-

metrik sehingga deskriptor akustik dapat dijadikan parameter dalam menggambarkan karakteristik kawanan ikan pelagis di perairan Selat Bali. Pendekatan nilai Sv dalam pengukuran deskriptor akustik dapat dijadikan tolak ukur yang lebih baik dalam mendeteksi kawanan ikan pelagis secara internal.

Berdasarkan hasil Analisis Komponen Utama pada penentuan kelompok spesies kawanan ikan pelagis, maka kawanan ikan pelagis dapat dideteksi dengan keakuratan mencapai 86.2% merupakan kawanan lemuru dan 13.8% merupakan bukan kawanan lemuru (diprediksi sebagai kawanan ikan tongkol dan ikan layang). Pada analisis diskriminan, peubah deskriptor akustik yang merupakan faktor penentu dalam mendeteksi kawanan ikan termasuk ke dalam kawanan lemuru atau bukan lemuru adalah tinggi, panjang, area, perimeter, *relative altitude*, *skewness* dan simpangan baku.

PUSTAKA

- Budiharjo, S. E., M. Amin dan Rusmadji. 1990. **Estimasi Pertumbuhan dan Tingkat Kematian Ikan Lemuru (*Sardinella longiceps*) di Selat Bali**. J. Pen. Perik. Laut, 56: 79-90.
- Coetzee, J. 2000. **Use of a Shoal Analysis and Patch Estimation System (SHAPES) to Characterise Sardine Schools**. Aquatic Living Resources, 13(1): 1-10.
- Fauziyah dan I. Jaya. 2004. **Pengembangan Perangkat Lunak Acoustic Descriptor Analyzer (ADA versi 2004) untuk Identifikasi Kawanan Ikan Pelagis**. J. Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia, 11(2): 87-92.
- Lawson, G. L., M. Barange dan P. Freon. 2001. **Species Identification of Pelagis Fish Schools on the South African Continental Shelf Using Acoustic Descriptors and Ancillary Information**. ICES Journal of Marine Science, 58: 275-287.
- MacLennan, D. N. dan J. Simmonds. 1992. **Fisheries Acoustics**. Chapman and Hall. Fish and Fisheries, Series 5.
- Reid, D. 2000. **Standard Protocols for the Analysis of School Based Data from Echo Sounder Surveys**. Fisheries Research, 47: 125-136.
- Richards, L. J., R. Kieser, J. M. Timothy and J. R. Candy. 1991. **Classification of Fish Assemblages Based on Echo Integration Surveys**. Canadian Journal Fish Aquatics Science, 48: 1264-1272.
- 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.