

SEBARAN SPASIAL DAN TEMPORAL IKAN SEBELUM DAN SETELAH MORATORIUM DI LAUT ARAFURA BERDASARKAN STUDI SURVEI AKUSTIK

SPATIAL AND TEMPORAL DISTRIBUTION OF FISH PRE AND POST MORATORY IN ARAFURA SEA BASED ON STUDY ACOUSTIC SURVEY

Asep Ma'mun^{*1}, Asep Priatna¹, Moh.Natsir², Hufiadi¹ dan Baihaqi¹

¹Balai Riset Perikanan Laut, Gedung BRSDMKP I, Lantai 2, Ancol Timur Jakarta Utara-14430, Indonesia

²Pusat Riset Perikanan, Gedung BRSDMKP II, Lantai 2, Ancol Timur Jakarta Utara-14430, Indonesia

Teregistrasi I tanggal: 13 Desember 2021; Diterima setelah perbaikan tanggal: 17 Februari 2022;

Disetujui terbit tanggal: 03 Maret 2022

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pola sebaran spasial-temporal sumberdaya ikan sebelum dan sesudah moratorium perikanan pukat hela di perairan Laut Arafura. Pengamatan dilakukan berdasarkan pendekatan hidroakustik. Penelitian dilaksanakan pada November 2006 (sebelum moratorium dengan wahana riset KR. Bawal Putih I), Oktober 2016 (KR. Baruna Jaya IV) dan November 2018 (setelah moratorium KR Bawal Putih III). Akuisisi data akustik menggunakan echosounder *split beam* Simrad EK60 dengan frekuensi 120 kHz dan 38 kHz. Analisis deskriptif diterapkan untuk menjelaskan distribusi densitas ikan secara spatio-temporal, hasil analisis data disajikan dalam bentuk grafik dan peta distribusi pada perairan yang diamati. Sebaran temporal ikan pelagis sebelum dan setelah moratorium menunjukkan bahwa kelompok ikan ini cenderung berada di lapisan permukaan pada malam hari (41-75%) dan cenderung turun ke lapisan yang lebih dalam pada siang hari (25-59%). Sedangkan untuk ikan demersal lebih banyak terdapat di dekat dasar perairan pada malam hari (45-81%) daripada siang hari (19-55%). Distribusi dan kelimpahan ikan setelah moratorium lebih banyak ditemukan daripada sebelum moratorium dengan tingkat signifikansi malam (Sig=0.980), sedangkan siang hari (Sig= 0.986). Distribusi spasial menunjukkan bahwa ikan pelagis maupun demersal tidak tersebar merata pada perairan yang diamati, tapi masing-masing kelompok ikan ditemukan / terdeteksi berada pada lokasi tertentu.

Kata Kunci: Hidroakustik; densitas ikan; distribusi spasial; pelagis; demersal

ABSTRACT

This study compared the spatial-temporal distribution pattern of fish resources within a period of pre and postmoratorium trawl banned in the Arafura Sea. The observation was carried out based on the hydroacoustic approach. The research was conducted in November 2006 (before moratorium), October 2016, and November 2018 (after moratorium), with research vessel RV. Bawal Putih I, RV. Baruna Jaya IV and RV. Bawal Putih III. Acquisition of acoustic population by using a Simrad EK60 split beam echosounder with a frequency of 120 kHz and 38 kHz. Descriptive analysis was applied to explain the spatial and temporal distribution of fish density. The results were performed on graphs and distribution maps in the observed area. The temporal distribution of pelagic fish pre and post moratory shows that this group of fish tends to be in the surface layer at night (41-75%) and tends to descend to a deeper layer during daytime (25-59%). Mean while, demersal fish are more abundant near the bottom during night (45-81%) than at daytime (19-55%). The distribution and abundance of fish after moratorium more than before moratorium with a significance level of night (Sig=0.980), while during daytime (Sig= 0.986). The spatial distribution shows that both pelagic and demersal fish are not evenly distributed in observed waters, but each group of fish detected is in a particular location.

Keywords: Hydroacoustic; fish density; spatial distribution; pelagic; demersal

Korespondensi penulis:
asepmamun@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.27.4.2021.187-201>

PENDAHULUAN

Pendugaan kuantitatif ukuran populasi ikan sangat diperlukan dalam perencanaan dan pengelolaan sumberdaya perikanan. Pemanfaatan sumberdaya ikan dapat dilakukan secara optimal apabila sediaan (*stock*) dan sebaran sumberdaya ikan tersebut diketahui dan dipetakan dengan tingkat akurasi yang tinggi sehingga langkah-langkah kebijakan pemanfaatan dapat dilakukan dengan tepat tanpa membahayakan kelestariannya. Informasi status sumberdaya secara kuantitatif dapat dijadikan sebagai dasar penentuan indikator stok yang sangat bergantung kepada ketersediaan informasi dasar. Upaya yang dapat dilakukan yaitu melalui survei eksplorasi menggunakan kapal riset dan upaya pengumpulan data hasil penangkapan secara berkala di tempat pendaratan ikan (BRPL, 2007). Dalam perkembangannya para ilmuwan menggunakan kapal dalam mengumpulkan data akustik untuk tujuan dibidang perikanan dan berhasil memberikan manfaat untuk keperluan eksplorasi sumber daya laut maupun pencarian target tertentu (Manik & Nurkomala, 2016).

Tingginya aktivitas perikanan tangkap perlu diiringi dengan pengelolaan yang terukur secara berkesinambungan. Hilborn *et al.* (2005) menyatakan bahwa perikanan tangkap perlu dikelola dalam rentang struktur kebijakan yang luas dan termasuk juga pemberian hak atas sumberdaya ikan yang memperhatikan aspek moral sosial. Dalam konteks pengelolaan perikanan skala kecil, Cinner *et al.* (2013) menyatakan bahwa perlunya pendekatan institusi untuk mengatasi problem klasik perikanan seperti kegagalan dalam tata kelola, stok ikan yang *collaps* dan mengurangi kemiskinan.

Informasi mengenai penyebaran ikan berkaitan erat dengan upaya dan pemilihan teknik penangkapan ikan yang sesuai. Informasi mengenai keberadaan ikan pada waktu tertentu atau kapan ikan tersebut muncul, faktor yang menyebabkan ikan berkumpul pada daerah tertentu, bagaimana sifatnya, apakah menyebar atau mengelompok serta faktor lainnya. Pola kehidupan ikan tidak bisa dipisahkan dari adanya berbagai karakteristik oseanografi di lingkungan tersebut. Interaksi antara berbagai faktor lingkungan tersebut senantiasa berubah. Karakter oseanografi suatu perairan, sangat berguna untuk memahami keterkaitannya dengan distribusi dan kelimpahan sumber daya ikan (Cahya *et al.*, 2016).

Secara umum, karakteristik ikan pelagis akan naik ke lapisan permukaan sebelum matahari terbenam. Setelah matahari terbenam mereka menyebar di kolom perairan, kemudian turun ke lapisan yang lebih

dalam saat matahari terbit. Intensitas cahaya adalah faktor utama dalam migrasi ikan secara vertikal, ikan akan menempati kedalaman tertentu sesuai dengan kondisi tubuh ikan. Beberapa jenis ikan aktif berenang pada siang hari, dan sebagian lagi beberapa jenis ikan aktif berenang pada malam hari (Gunarso, 1998). Sumber daya ikan pelagis kecil di perairan Indonesia bagian timur pada umumnya terdistribusi luas karena memiliki sifat migrasi yang kuat (Zamroni dan Suwarso 2011). Untuk menunjang eksplorasi dan eksploitasi sumberdaya laut, dapat digunakan teknologi akustik bawah air (*underwater acoustics*). Survei hidroakustik dapat menghasilkan data jangka panjang dan berke-lanjutan dalam studi sumber daya ikan tanpa memengaruhi populasi ikan dalam suatu perairan (Wang *et al.* 2013).

Wijopriyono (2019) menjelaskan bahwa penggunaan alat tangkap trawl pada akhirnya dilarang di seluruh perairan Indonesia sejak 1980 melalui Keputusan Presiden No.39/1980, diikuti Keputusan Presiden No 85 Tahun 1982 tentang pengecualian pelarangan pengoperasian trawl untuk perairan Kepulauan Kei, Tanimbar, Aru, Irian Jaya (Papua), dan Laut Arafura dengan batas koordinat 1300 BT ke arah timur, dengan pertimbangan investasi dan pemanfaatan sumber daya ikan di wilayah perairan yang masih *under exploited* termasuk zona ekonomi eksklusif (ZEE). Untuk melindungi sumber daya dan lingkungan di area perikanan yang masih diberlakukan pengoperasian trawl, khususnya di Laut Arafura, berbagai regulasi dan pengaturan teknis (*technical measures*), telah diberlakukan, termasuk kewajiban penggunaan BRD/TED (Kep. Dirjen Perikanan No. 868/Kpts/IK.340/II/2000; Kep. Dirjen Perikanan No. IK.010/S3.80.75/1982), dan pengaturan ukuran mata jaring (Kep. Dirjen Perikanan 340/1990).

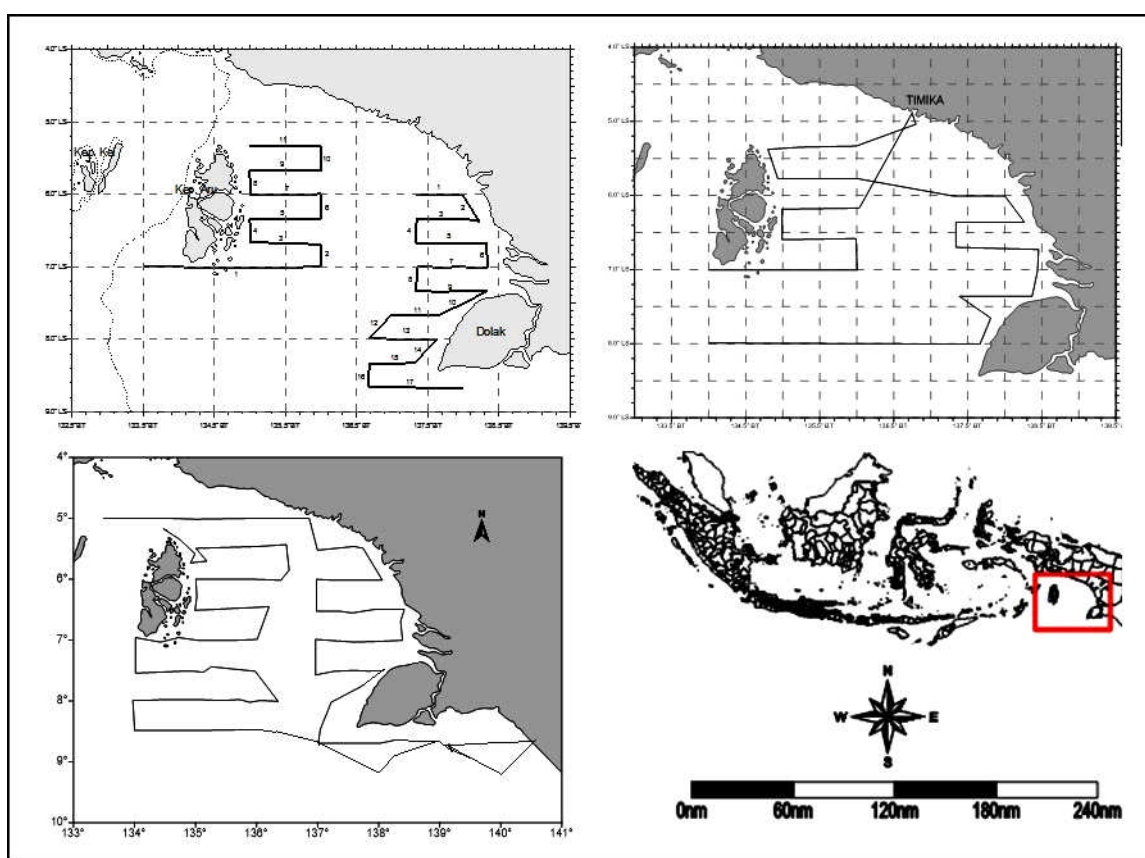
Perkembangan selanjutnya menunjukkan bahwa berbagai regulasi yang diberlakukan di Laut Arafura belum diikuti dengan penegakan hukum (*law enforcement*) yang memadai dalam tataran implementasinya, sehingga belum mampu mengurangi ekse negatif dari pengoperasian trawl. Keadaan ini diperburuk dengan semakin maraknya *IUU fishing, markdown* registrasi ukuran kapal yang mendistorsi sistem dan mekanisme pengendalian lisensi (*input control*), ditambah penegakan aturan yang tidak optimal, menjadikan perikanan trawl di wilayah ini menjadi tidak terkendali. Sebagai akibat, terjadi lebih tangkap pada stok berbagai komoditas sumberdaya ikan (Nurhakim, 2004; Badrudin *et al.*, 2002), peningkatan hasil tangkap sampingan (Badrudin & Karyana, 1993; Widodo, 1997; Sumiono *et al.*, 2011), serta kerusakan lingkungan dan penurunan keanekaragaman jenis (Suprpto, 2008). Tujuan dari penelitian ini adalah

untuk mempelajari pola distribusi spasial-temporal sumberdaya ikan pelagis dan demersal berdasarkan metode hidroakustik pada kurun waktu sebelum dan sesudah moratorium.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di perairan laut Arafura pada bulan November 2006 (periode I - sebelum moratorium), November 2016 (periode II- peralihan moratorium) dan November 2018 (periode III-setelah moratorium). Periode II-peralihan moratorium diasumsikan bahwa kegiatan penangkapan masih dilakukan, namun mulai berkurang karena mulai diperketat pengawasan. Periode III- sesudah moratorium

memiliki asumsi bahwa sudah tidak ada lagi kegiatan eksploitasi secara besar-besaran seiring meningkatnya pengawasan. Wahana penelitian adalah KR. Bawal Putih I (185 GT), KR. Baruna Jaya IV (1219 GT) dan KR. Bawal Putih III (395 GT). Alat akustik yang digunakan yaitu *Simrad EK60 Scientific Digital Echosounder System*, dengan frekuensi transduser 120 KHz dan 38 kHz. Penempatan transduser di sisi kanan lunas kapal (*hull mounted system*) dengan kecepatan 6 sampai 7 knot. Perekaman data dilakukan secara terus menerus siang dan malam hari, trek akuisisi data akustik dibuat dengan bentuk paralel menyesuaikan dengan kondisi geografis area survei. Gambaran lokasi penelitian dan trek akuisisi data akustik ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian dan trek survei akustik 2006 (a), 2016 (b) (atas) dan 2018 (c) (bawah).
Figure 1. Research location and track acoustic survey 2006 (a), 2016 (b) (top) and 2018(c)(down).

Data akustik diolah menggunakan perangkat lunak BI60 pada tahun 2006, sedangkan untuk tahun 2016 dan 2018 menggunakan Sonar 5. Analisis data akustik untuk bahasan distribusi spasial dibagi dalam beberapa strata kedalaman. Laut Arafura merupakan perairan semi tertutup dengan kedalaman rata-rata sekitar 30-90 m, sedangkan di Laut Timor yaitu 50-120 m dan sebagian kecilnya memiliki kedalaman >3000 m (Alongi *et al.*, 2011). Dengan kedalaman tersebut maka, kedalaman maksimum yang dianalisis

untuk dugaan ikan pelagis adalah 40 meter yang merupakan kedalaman rata-rata perairan yang diamati, selanjutnya di kelompokkan setiap strata kedalaman 10 meter. Sedangkan strata dugaan untuk ikan demersal adalah 5 meter dari dasar perairan (Kang *et al.*, 2008). Untuk bahasan distribusi temporal analisis data dibedakan antara siang dan malam hari. Perbedaan juga dilakukan berdasarkan tahun sebelum moratorium (Periode I) dan sesudah moratorium (Periode II dan Periode III).

Berdasarkan Laevastu & Hayes (1981) yang membatasi waktu migrasi vertikal saat permulaan siang dan permulaan malam, maka batasan waktu siang adalah mulai pukul 06.00 – 18.00 sementara waktu malam mulai pukul 18.00 – 06.00 waktu setempat. *Elementary Sampling Distance Unit* (ESDU) ± 1 nmi, menghasilkan data distribusi nilai *target strength* (TS) ikan tunggal (dB) sebagai indeks refleksi ukuran ikan, serta data *areabackscattering coefficient* (S_A) dalam m^2/nmi^2 , selanjutnya diperoleh data volume densitas dalam jumlah individu tiap meter kubik (ind/m^3).

Persamaan untuk memperoleh densitas ikan dalam suatu area (Simrad, 1993) adalah

$$\rho A = S_A / obs \quad \dots\dots\dots (1)$$

Hubungan TS dan obs dihitung berdasarkan (MacLennan & Simmonds, 1992) yaitu: $TS = 10$

$$\log obs \quad \dots\dots\dots (2)$$

Integrasi echo secara vertikal dilakukan untuk menghitung ikan dalam suatu volume menjadi :

$$\rho V = \rho A (R_2 - R_1) \quad \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

- TS = nilai target strength ikan (dB)
- obs = *acousticbackscatteringcoefficient* ikan tunggal
- S_A = *areabackscattering coefficient* (m^2/nmi^2)
- ρA = densitas area (ind/nmi^2)
- ρV = densitas volume (ind/m^3)
- R_1 dan R_2 = batas strata kedalaman 1 dan 2 (m)

Data dianalisis secara deskriptif untuk menjelaskan distribusi densitas ikan yang terdeteksi selama pengamatan dilapangan secara spasial maupun temporal, hasil analisis data disajikan dalam bentuk grafik dan peta distribusi tiap strata kedalaman.

Untuk melihat apakah terjadi perbedaan distribusi ikan pada siang hari dan malam hari antar tahun tersebut menggunakan serangkaian uji statistik. Uji statistik yang digunakan Uji Anova untuk melihat

perbedaan secara umum antar variabel, kemudian secara spesifik dapat dibedakan dengan menggunakan uji LSD (*Least Significant Different*) atau dikenal dengan istilah Uji BNT (Beda Nyata terkecil). Semua uji menggunakan software SPSS 24.

HASIL DAN BAHASAN

Hasil

Distribusi Vertikal-Temporal

Panjang transek antara siang dan malam adalah sama, sedangkan posisi transek antara siang dan malam di perairan diamati secara acak. Pada periode I dan periode III, hasil menunjukkan mulai dari permukaan sampai kedalaman 30 meter persentase densitas ikan pelagis banyak ditemukan pada malam hari. Ikan demersal pada malam hari banyak ditemukan pada periode II (Gambar 2). Sekitar 74% densitas ikan pelagis berada dikedalaman sampai 30 meter pada malam hari, dan hanya 26% densitas ikan pelagis pada siang hari untuk periode I (Tabel 1). Densitas ikan demersal pada siang hari periode I sebesar 55% lebih banyak dari malam hari 45% (Gambar 2(a)). Persentase densitas ikan pelagis pada periode II ditemukan pada siang hari relatif lebih banyak ditemukan yaitu sebesar 67% sedangkan pada malam hari 33% (Tabel 1). Densitas ikan demersal pada periode II siang hari yaitu 19% dan pada malam hari 81% (Gambar 2(b)). Pada periode III, densitas ikan pelagis pada siang hari 40% lebih sedikit dibandingkan pada malam hari yaitu sebesar 60% (Tabel 1). Ikan demersal di periode III pada siang hari 54% lebih banyak dibandingkan pada malam hari 46% (Gambar 2(c)). Sebaran temporal pada periode III relatif lebih sama dengan sebaran temporal periode I, berbeda nyata dengan sebaran temporal periode II.

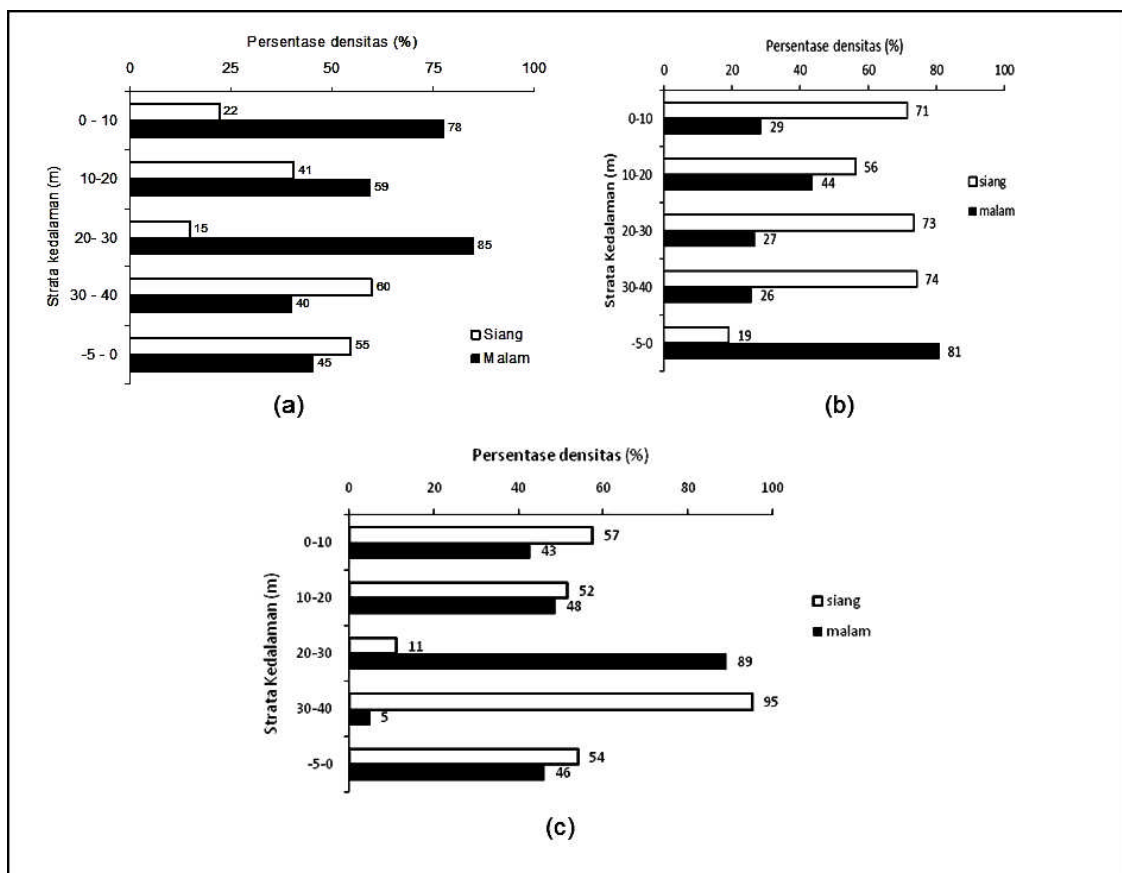
Dari data yang diperoleh dapat terlihat secara temporal bahwa ikan pelagis banyak ditemukan pada malam hari sebelum moratorium (Periode I) dilakukan, sedangkan setelah moratorium (Periode II dan Periode III) banyak ditemukan pada siang hari. Pola sebaran temporal ikan demersal banyak ditemukan pada siang hari (Periode I dan Periode III), sedangkan pada malam hari untuk Periode II.

Tabel 1. Rata-rata dan persentase distribusi densitas ikan
 Table 1. Average and percentage distribution of fish density

Strata	Periode I (Pre Moratory)				Periode II (Post Moratory)				Periode III (Post Moratory)			
	Siang		Malam		Siang		Malam		Siang		Malam	
	Density (f/m ³)	%	Density (f/m ³)	%	Density (f/m ³)	%	Density (f/m ³)	%	Density (f/m ³)	%	Density (f/m ³)	%
0-10 m	9	22	31	78	48	71	19	29	58	57	43	43
10-20 m	16	41	22	59	5	56	4	44	15	52	14	48
20-30 m	4	15	24	85	1	73	0	27	3	11	27	89
30-40 m	6	60	4	40	1	74	0	26	5	95	0	5
-5-0 m	22	55	17	45	3	19	13	81	15	54	13	46
Rata-rata	10	26	26	74	18	67	8	33	25	40	28	60

Fenomena migrasi diurnal juga terlihat pada stratum yang lebih dalam yaitu pada kedalaman 30 sampai 40 meter persentase densitas ikan pelagis pada siang hari (95%) lebih banyak dari pada malam hari (5%), hal ini terlihat pada ketiga periode survei yang dilakukan (Tabel 1). Pada stratum 5 meter dari dasar perairan yang diduga sebagai habitat utama ikan de-

mersal, persentase densitas pada siang hari (54%) lebih banyak dari pada malam hari (46%) meskipun perbedaannya tidak terlalu signifikan untuk periode I dan periode III (Tabel 1). Ikan demersal pada malam hari banyak ditemukan pada periode II dengan persentase sebesar 80.6% bila dibandingkan dengan siang hari sebesar 19.4% (Gambar 2(b)).



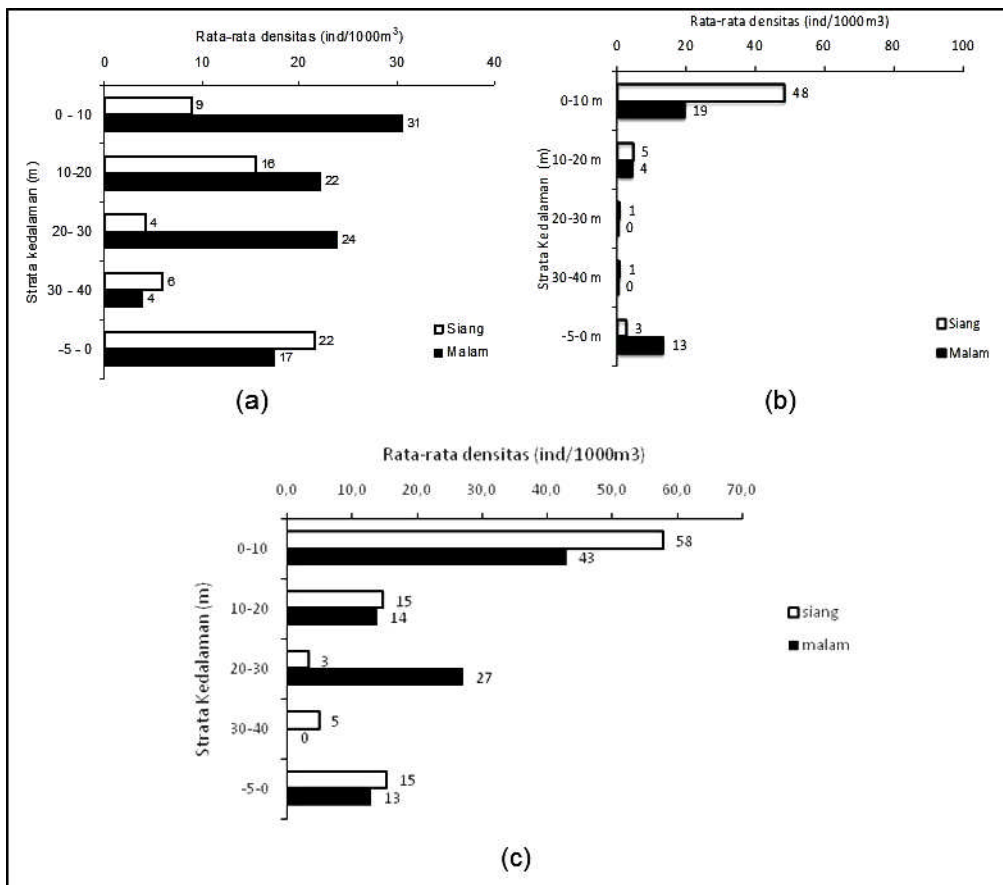
Gambar 2. Persentase densitas ikan pada siang dan malam hari Periode I (atas kiri), Periode II (atas kanan) dan Periode III (bawah).

Figure 2. Percentage of fish density at day and night time Period I (top left), Period II (top right) and Period III (down).

Berdasarkan nilai rata-rata densitas absolut dari seluruh periode pengambilan data (Gambar 3(a)(b)(c)), mulai dari permukaan sampai kedalaman 30 meter densitas kumulatif pada malam hari lebih tinggi dari pada siang hari secara keseluruhan. Pada strata yang lebih dalam yaitu pada kedalaman 30-40 meter, dimana rata-rata densitas absolut pada siang hari lebih besar dibanding malam hari karena ikan cenderung menempati lapisan lebih dalam pada siang hari. Nilai

rata-rata densitas absolutnya pada strata 30-40 meter paling rendah dibanding dengan strata lainnya.

Pada stratum 5 meter dari dasar perairan, terlihat bahwa perbedaan rata-rata densitas pada siang dan malam hari tidak terlalu signifikan untuk periode I. Pada periode II dan periode III densitas ikan demersal mengalami peningkatan, hal ini diduga karena adanya perbaikan lingkungan yang menyebabkan banyaknya ikan pada lokasi tersebut.



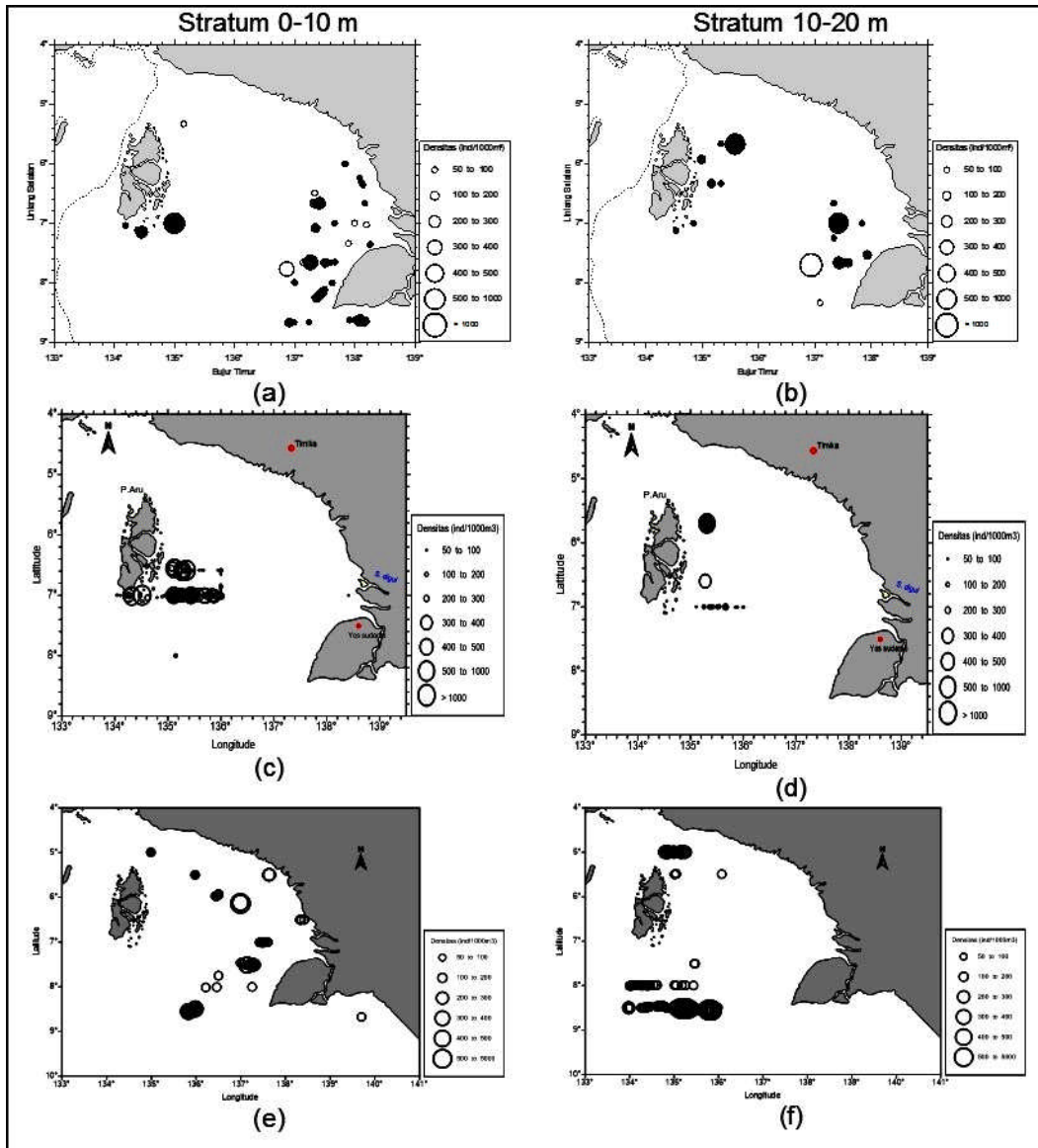
Gambar 3. Rata-rata densitas ikan pelagis dan demersal pada siang dan malam hari Periode I, Periode II (atas) dan Periode III (bawah).

Figure 3. Mean density of pelagic and demersal fish at day and night time Period I, Periode II (top) and Period III (down).

Distribusi Horizontal-Temporal

Gambaran distribusi horizontal secara mendatar tiap strata kedalaman (Gambar 4 sampai 6). Simbol lingkaran warna putih menunjukkan konsentrasi ikan pada siang hari sedangkan lingkaran hitam adalah konsentrasi ikan pada malam hari. Densitas ikan pelagis pada kedalaman permukaan sampai 30 meter, sebagian besar ditemukan kelompok ikan dengan jumlah cukup besar, banyak ditemukan pada malam hari (Gambar 4 dan Gambar 5).

Sebaran densitas ikan pelagis saat sebelum moratorium (Periode I)(Gambar 4(a)(b)) umumnya memiliki kisaran densitas ikan lebih kecil (50-300 ind/1000m³) bila dibandingkan dengan densitas ikan pelagis setelah moratorium (Periode III)(Gambar 4(e)(f)) dengan kisaran rata-rata densitas dominan (>300 ind/1000m³) pada lapisan permukaan hingga 20 m. Densitas rata-rata tersebut berbeda secara temporal pada siang dan malam. Sebaran densitas ikan pelagis pada Periode II umumnya ditemukan pada titik-titik tertentu, cenderung pada lokasi yang berdekatan dengan pemukiman dengan tingkat pengawasan relatif lebih tinggi daripada wilayah lainnya (Gambar 4 (c) (d)).

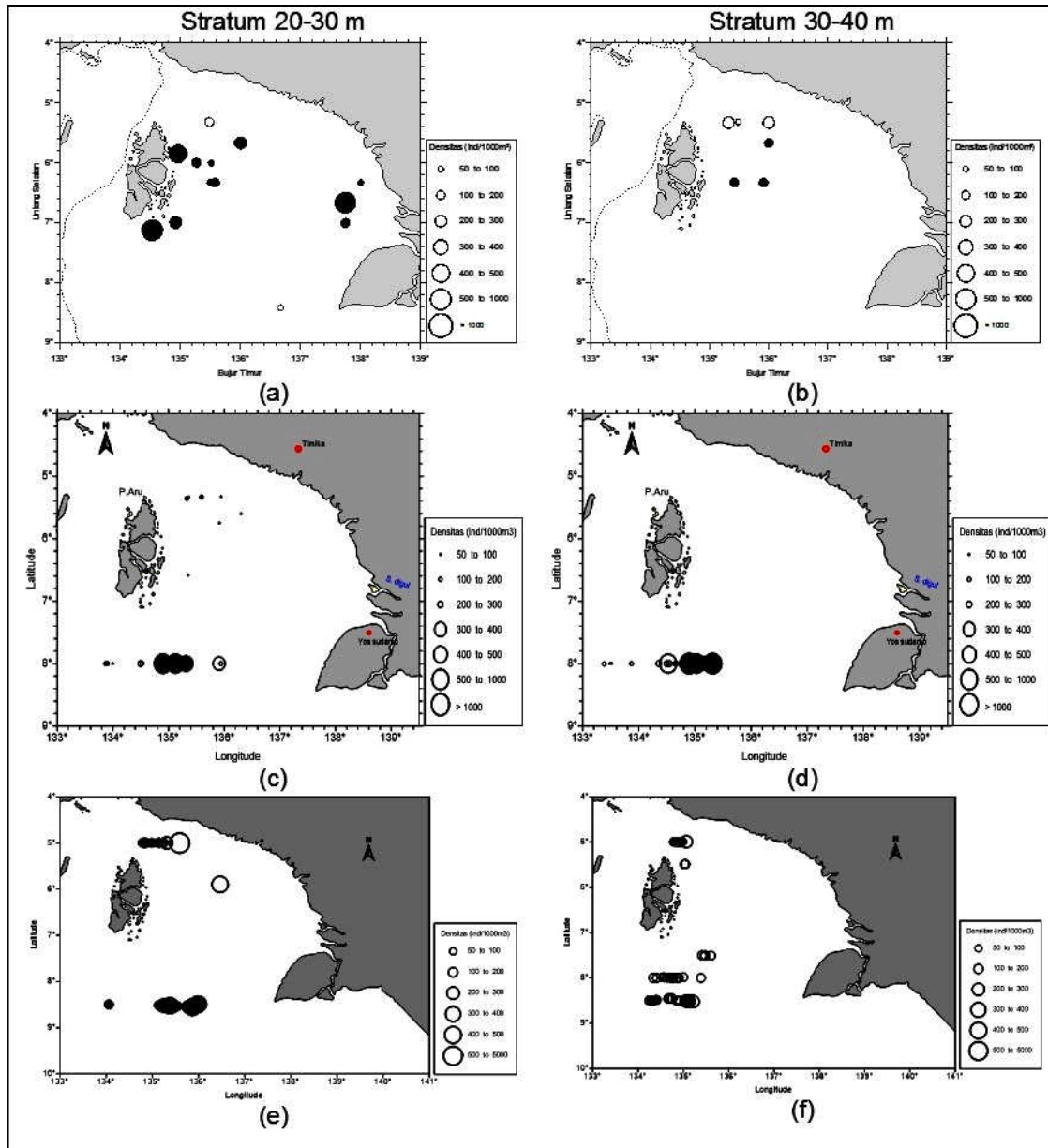


Gambar 4. Sebaran densitas ikan pada siang dan malam hari di stratum 0-10 m (a) Periode I (c) Periode II (e) Periode III dan 10-20 m (b) Periode I (d) Periode II (f) Periode III.

Figure 4. Distribution of fish density at day and night time at 0-10 m ((a) Period I (c) Period II (e) Period III and 10-20 m (b) Period I (d) Period II (f) Period III.

Gambar 5. memberikan gambaran bahwa densitas rata-rata ikan pada malam hari pada stratum kedalaman 20-40 m lebih banyak ditemukan pada malam hari dari pada siang hari dengan nilai densitas (>200 ind/1000m³) di semua periode pengambilan data. Densitas ikan pelagis menyebar hampir diseluruh perairan Laut Arafura pada periode sebelum

moratorium (Periode I), dengan densitas ikan rata-rata 300-400 ind/1000m³. Densitas ikan pelagis setelah moratorium (Periode II dan Periode III) secara umum mengelompok pada lokasi-lokasi tertentu dengan jumlah yang cukup besar. Nilai densitas ikan pelagis rata-rata pada Periode II dan Periode III yaitu 400-500 ind/1000m³.

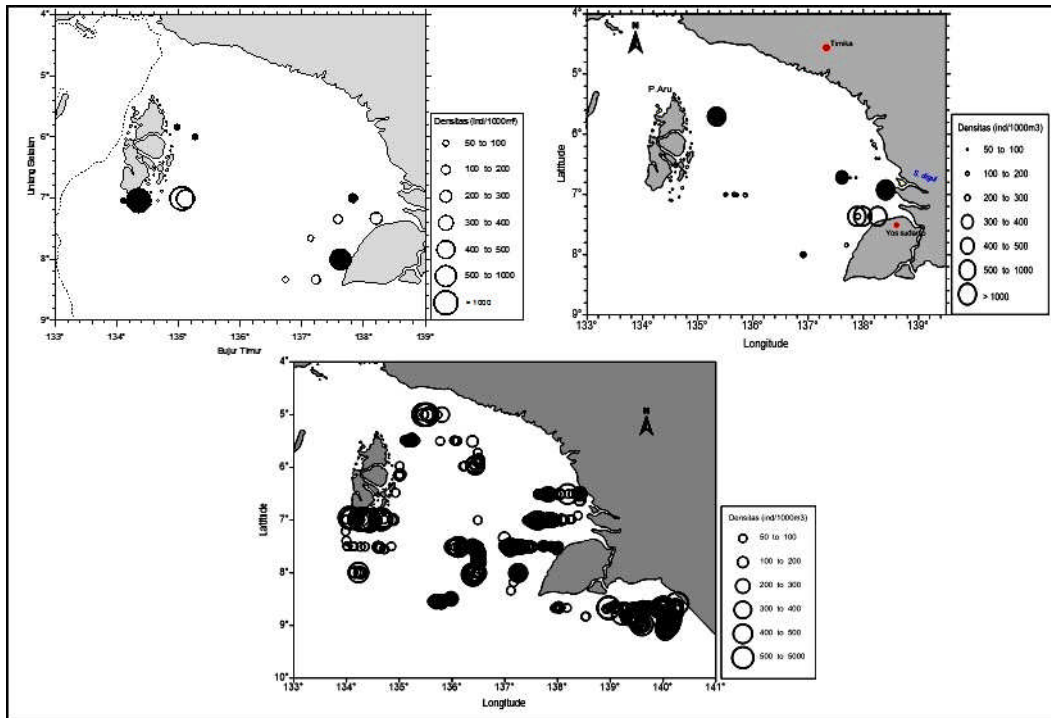


Gambar 5. Sebaran densitas ikan pada siang dan malam hari di stratum 20-30m(a) Periode I (c) Periode II (e) Periode III dan 30-40 m (b) Periode I (d) Periode II (f) Periode III.

Figure 5. Distribution of fish density at day and night time at 20-30 m at 0-10 m ((a) Period I (c) Period II (e) Period III and 30-40 m (b) Period I (d) Period II (f) Period III.

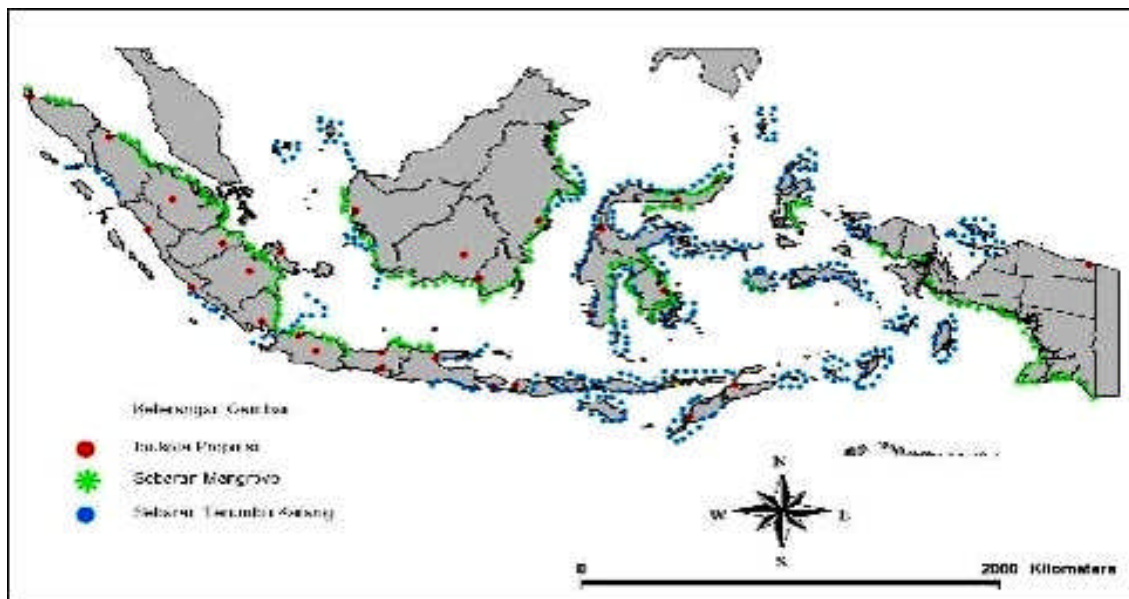
Gambar 6. menunjukkan bahwa keberadaan kelompok ikan demersal pada siang hari tidak terlalu jauh dari posisi kelompok ikan yang terdeteksi pada malam hari. Keberadaan ikan terdeteksi pada

kawasan yang diduga berasosiasi dengan terumbu karang dan daerah lainnya yang berdekatan dengan kawasan mangrove serta keluaran muara sungai (Gambar 7) (Kepel, 2010).



Gambar 6. Sebaran densitas ikan pada siang dan malam hari pada 5 m dari dasar perairan (kiri atas (Periode I); kanan atas (Periode II) dan bawah (Periode III)).

Figure 6. Distribution of fish density at day and night time at 5 m range from bottom (top left(Period I) top right(Period II) and down (Period III)).



Gambar 7. Sebaran terumbu karang dan mangrove di Indonesia (Sumber: Rene Charles Kepel, 2010).

Figure 7. Distribution of coral reefs and mangroves in Indonesia (Source: Rene Charles Kepel, 2010).

Perbandingan sebaran densitas ikan antara sebelum dan sesudah moratorium menggunakan beberapa tahapan uji statistik. Hasil dari uji homogenitas menunjukkan bahwa data yang digunakan homogen ($\text{sig} > 0.05$) (Tabel 2). Data yang diperoleh

terdistribusi normal berdasarkan jumlah data yang digunakan ($n < 50$) maka hasil uji yang digunakan didasarkan kepada Shapiro-Wilk, hasil menunjukkan data tersebar normal dengan ($\text{sig} > 0.05$) (Tabel 3).

Tabel 2. Uji Homogenitas
Table 2. Homogeneity Test

Test of Homogeneity of Variances						
	Levene Statistic	df1	df2		Sig.	
Period I	,161	1	8			,698
Period II	1,750	1	8			,222
Period III	,171	1	8			,690

Tabel 3. Uji Normalitas
Table 3. Normality Test

Tests of Normality							
	Tahun	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Siang	Period I	,226	5	,200*	,926	5	,570
	Period II	,427	5	,103*	,622	5	,061
	Period III	,374	5	,121*	,757	5	,085
Malam	Period I	,198	5	,200*	,951	5	,747
	Period II	,247	5	,200*	,867	5	,253
	Period III	,230	5	,200*	,962	5	,825

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Hasil Uji Anova menunjukkan bahwa data kelimpakan ikan antara layer kedalaman pada kondisi siang dan malam menunjukkan adanya perbedaan pada setiap tahun pengambilan data (Sig<0.05) (Tabel 4). Hasil uji LSD (*Least Significant Different*) / Uji BNT (Beda Nyata terkecil) (Tabel 5) menunjukkan adanya perbedaan kelimpakan ikan (Sig>0.05) pada siang hari

antara tahun Periode I vs Periode II (Sig= 0.986); Periode I vs Periode III (Sig=0.507) dan Periode I vs Periode III (Sig=0.517), sedangkan pada malam hari Periode I vs Periode II (Sig=0.131); Periode I vs Periode III (Sig=0.980) dan Periode II vs Periode III (0.136).

Tabel 4. Hasil Uji Anova
Table 4. Anova Test Results

		ANOVA					
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
Siang	Between Groups	197,733	2	398,867	1,229	,001	
	Within Groups	3895,200	12	324,600			
	Total	4092,933	14				
Malam	Between Groups	504,400	2	252,200	1,726	,002	
	Within Groups	1753,200	12	146,100			
	Total	2257,600	14				

Tabel 5. Hasil LSD (Least Significant Different) / Uji BNt (Beda Nyata terkecil)
 Table 5. Results of LSD (Least Significant Different) / BNt Test (Least Significant Difference)

Multiple Comparisons								
LSD	Dependent Variable	(I) Tahun	(J) Tahun	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
Siang	Period I	Period II		-,20000	11,39474	,986	-25,0270	24,6270
			Period III		-7,80000	11,39474	,507	-32,6270
	Period II	Period I		,20000	11,39474	,986	-24,6270	25,0270
		Period III		-7,60000	11,39474	,517	-32,4270	17,2270
	Period III	Period I		7,80000	11,39474	,507	-17,0270	32,6270
		Period II		7,60000	11,39474	,517	-17,2270	32,4270
Malam	Period I	Period II		12,40000	7,64461	,131	-4,2562	29,0562
		Period III		,20000	7,64461	,980	-16,4562	16,8562
	Period II	Period I		-12,40000	7,64461	,131	-29,0562	4,2562
		Period III		-12,20000	7,64461	,136	-28,8562	4,4562
	Period III	Period I		-,20000	7,64461	,980	-16,8562	16,4562
		Period II		12,20000	7,64461	,136	-4,4562	28,8562

Bahasan

Distribusi Vertikal-Temporal

Nilai densitas absolut atau kepadatan ikan dalam kajian ini dinyatakan dalam jumlah individu ikan tiap 1000 meter kubik (ind/1000m³). Semakin banyak jumlah ikan yang berkumpul dalam suatu kolom air maka semakin tinggi nilai densitas ikan pada strata tersebut. Sebaran tegak karena pergerakan atau migrasi harian (*diurnal migration*) dari jenis ikan pelagis maupun demersal tersebut mempengaruhi tinggi rendahnya nilai densitas absolut tiap strata kedalaman pada perairan yang diamati. Hal ini dipengaruhi oleh tingkah laku ikan, dimana pada siang hari ikan pelagis bermigrasi ke lapisan bawah dan pada malam hari, ikan pelagis menempati seluruh kolom perairan dengan merata (Gauthier, S. dan G.A. Rose, 2002). Freon *et al.* (1992) menyatakan bahwa schooling sardine diketahui saat siang hari sebagian besar biomassa spesies ada dalam bentuk schooling di dasar perairan Perbedaan komposisi densitas ikan pada siang (25-59 %) dan malam hari (41-75%) di kolom permukaan khususnya sampai kedalaman 30 meter, mengindikasikan bahwa pada kedalaman 0 sampai 30 meter perairan dihuni oleh jenis ikan pelagis yang melakukan migrasi harian secara vertikal

(*diurnal migration*). Ikan pelagis cenderung bermigrasi ke arah permukaan pada malam hari dan mendiami kolom permukaan selama periode malam hari. Migrasi ini dilakukan oleh ikan pelagis untuk menyesuaikan diri terhadap faktor lingkungan seperti faktor suhu, salinitas dan kadar oksigen di perairan (Kinzer *et al*, 1993; Lougee *et al*, 2002; Kaartvedt *et al*, 2009).

Perbedaan nilai rata-rata densitas pada siang dan malam hari pada kolom permukaan, juga menunjukkan adanya dinamika densitas ikan pelagis akibat migrasi harian vertikal. Pada lapisan permukaan (*pelagic layers*), pada malam hari selain adanya penambahan jumlah ikan karena migrasi diurnal juga diduga ikan cenderung membentuk gerombolan yang lebih besar dibandingkan siang hari. Salah satu tujuan dilakukan pembentukan gerombolan cukup besar yaitu untuk menghindari resiko dimangsa predator lain (Marchal & Lebourges, 1996). Fenomena sebaliknya terjadi pada strata yang lebih dalam (>30 meter), dimana rata-rata densitas absolut pada siang hari lebih besar (19-95%) dibanding malam hari (5-41%). Hal ini menunjukkan bahwa pada siang hari ikan cenderung turun ke lapisan yang lebih dalam dan mendiami kolom perairan tersebut selama periode siang hari. Penyesuaian terhadap suhu lingkungan

merupakan faktor utama penyebabnya (Mehner, 2006). Hasil uji LSD (*Least Significant Different*) / Uji BNT (Beda Nyata terkecil) menunjukkan adanya perbedaan kelimpakan ikan ($\text{Sig} > 0.05$) pada siang hari antara sebelum moratorium dan setelah moratorium dengan nilai signifikansi berturut-turut tahun 2006 vs 2016 ($\text{Sig} = 0.986$); 2016 vs 2018 ($\text{Sig} = 0.517$) dan 2006 vs 2018 ($\text{Sig} = 0.507$), sedangkan pada malam hari 2006 vs 2018 ($\text{Sig} = 0.980$); 2016 vs 2018 (0.136) dan 2006 vs 2016 ($\text{Sig} = 0.131$).

Hasil tersebut mengindikasikan adanya ketidakkonsistensian perubahan antara sebelum dan sesudah moratorium dalam perubahan kelimpahan secara temporal. Dari data yang diperoleh dapat terlihat secara temporal bahwa ikan pelagis banyak ditemukan pada malam hari sebelum moratorium (Periode I) dilakukan, sedangkan setelah moratorium (Periode II dan Periode III) banyak ditemukan pada siang hari. Sebaran ikan demersal sesudah dan sebelum moratorium tidak dapat disimpulkan, namun ada pola yang menarik yaitu pada awal-awal setelah moratorium diberlakukan. Tingginya densitas ikan demersal pada malam hari diduga karena adanya pergerakan masuk ikan dari luar Laut Arafura pada waktu malam hari untuk mencari makan, kemudian menjelang siang hari ikan tersebut keluar dari perairan. Seiring adanya perbaikan habitat dengan bertambahnya waktu, keberadaan ikan demersal secara temporal antara waktu siang dan malam relatif seimbang, hal ini menandakan ikan-ikan demersal cenderung berada di perairan tersebut.

Adanya perubahan struktur komunitas ikan dan rantai makanan dilokasi diduga menjadi salah satu faktor penyebabnya. Dengan melihat nilai signifikansi ($\text{Sig} > 0.05$) dari kelimpahan ikan, hasil tersebut diindikasikan adanya perbaikan lingkungan sehingga banyak ditemukan ikan setelah moratorium dari pada sebelum moratorium. Hal ini dapat dilihat dengan membandingkan agregat densitas rata-rata dari kelompok ikan pelagis kecil dan demersal pada masa peralihan (Periode II) sesaat setelah moratorium diberlakukan dengan beberapa tahun kemudian (Periode III). (Tabel 1). Nilai rata-rata densitas absolutnya relatif paling rendah, disebabkan karena ikan meninggalkan strata ini pada malam hari, sedangkan pada siang hari cenderung tidak membentuk gerombolan yang besar.

Perbedaan komposisi densitas pada siang dan malam hari juga terjadi pada kolom dasar perairan yang merupakan habitat ikan demersal. Hal ini juga mengindikasikan bahwa seperti halnya ikan pelagis, ikan demersal melakukan migrasi vertikal harian. Gambar 6. menunjukkan distribusi kelimpahan ikan

demersal banyak ditemukan pada malam hari dibandingkan siang hari. Ikan demersal akan berpindah ke lapisan atas pada malam hari dan cenderung berada di dekat dasar perairan selama periode siang hari. Daur hidup zooplankton atau organisme bentik yang hidup pada dasar perairan salah satu faktor yang mempengaruhi keberadaan ikan tersebut (Sogard & Olla, 1996).

Dalam penelitian ini menunjukkan pola migrasi diurnal ikan demersal secara vertikal terjadi dalam skala kecil dan diduga hanya jenis ikan demersal tertentu saja yang melakukan migrasi. Hal ini dengan melihat tidak adanya perbedaan yang signifikan antara rata-rata densitas pada siang dengan malam hari, atau densitas ikan demersal di perairan yang diamati adalah cenderung konstan pada siang dan malam hari

Secara umum, nilai rata-rata densitas absolut tiap strata kedalaman baik siang maupun malam hari dari seluruh area yang diamati adalah relatif sangat rendah, bahkan dikategorikan miskin untuk kedua kelompok yaitu ikan pelagis dan ikan demersal karena kurang dari $500 \text{ ind}/1000\text{m}^3$ (Pasaribu *dalam* Sudibyo, 2001). Hal ini lebih disebabkan karena distribusi spasial dari sumberdaya ikan tersebut tidak merata pada area yang diamati, tapi masing-masing kelompok ikan berada pada lokasi tertentu. Sehingga secara rata-rata nilai densitasnya menjadi relatif rendah.

Distribusi Horizontal-Temporal

Distribusi temporal secara mendatar tiap strata kedalaman menunjukkan bahwa masing-masing kelompok ikan (*shoaling*) yang terdeteksi terdapat di lokasi tertentu. Sebaran ikan secara horizontal pada sebelum moratorium ikan terdistribusi dengan kelompok ikan yang cenderung berukuran kecil, sedangkan setelah moratorium ikan banyak ditemukan dalam kelompok ikan yang cukup besar terutama pada malam hari. Keberadaan dan besarnya pengelompokan ikan dari masing-masing strata pun cenderung berbeda. Sesuai sifat hidupnya kelompok-kelompok ikan tersebut akan cenderung menempati lokasi perairan yang optimum, baik dari segi makanan, kondisi lingkungan, maupun predator (Gunarso, 1998). Migrasi temporal-horizontal dari kelompok ikan pelagis akan bergerak ke arah lebih dangkal dari perairan lebih dalam pada malam hari, hal ini merupakan salah satu bentuk adaptasi terhadap suhu lingkungan dan ketersediaan makanan (Giske *et al*, 1990; Staby & Aksnes, 2011). Ikan pelagis cenderung akan terus bergerak untuk memenuhi kebutuhan tubuhnya (Pearre, 2003; Ward *et al.*, 2010) dan biasanya pergerakannya reaktif terhadap sumber cahaya di lingkungan (Balino & Aksnes, 1993; Staby & Aksnes, 2011; Prihartato, 2014).

Migrasi harian ikan dalam hubungannya dengan cahaya juga dipengaruhi oleh fitoplankton. Beberapa organisme fitoplankton mampu untuk memproduksi substansi *toxic* selama periode fotosintesis yang menyebabkan ikan menjauh dari konsentrasi fitoplankton saat siang hari (Blaxter & Southward, 1990 dalam Hidayat, 2000).

Keberadaan kelompok ikan demersal pada siang maupun malam hari di laut Arafura cenderung menempati lokasi yang sama atau tidak terlalu jauh (Lampiran 1). Sehubungan dengan tingkah laku mencari makan, ikan demersal mencari makan hanya pada malam hari dan beristirahat pada siang hari (Dwiponggo *et al*, 1989 dalam Irawan, 2005). Walaupun ikan demersal melakukan migrasi vertikal dalam hal mencari makan pada malam hari, namun migrasinya hanya dalam skala sempit.

KESIMPULAN

Distribusi temporal ikan pelagis sebelum dan setelah moratorium menunjukkan bahwa kelompok ikan ini cenderung berada di lapisan permukaan pada malam hari dan cenderung turun ke lapisan yang lebih dalam pada siang hari. Sedangkan untuk ikan demersal lebih banyak terdapat di dekat dasar perairan laut Arafura pada siang hari daripada malam hari. Secara temporal distribusi dan kelimpahan ikan setelah moratorium lebih banyak ditemukan dibandingkan sebelum moratorium dengan tingkat signifikansi ($\text{Sig} > 0.05$). Distribusi spasial menunjukkan bahwa ikan pelagis maupun demersal di perairan Arafura tidak tersebar merata pada perairan yang diamati, tapi masing-masing kelompok ikan menempati wilayah perairan tertentu. Data dan informasi keberadaan sumberdaya ikan tersebut sangat bermanfaat sebagai acuan dalam strategi pemanfaatannya.

PERSANTUNAN

Tulisan ini merupakan kontribusi dari hasil kegiatan tim peneliti BPPL dan teknisi kapal KR. Bawal Putih I, KR. Baruna Jaya IV dan KR. Bawal Putih III pada kegiatan penelitian (1) Riset Pengkajian Stok SDI, Oseanografi Perikanan, dan Sistem Perikanan di Laut Halmahera, Banda dan Arafura, (2) Karakteristik Biologi Perikanan, Habitat Sumber Daya dan Produksi Sumber Daya Ikan di WPP 718 T.A. 2016, (3) Karakteristik Biologi Perikanan, Habitat Sumber Daya dan Produksi Sumber Daya Ikan di WPP NRI 712 T.A. 2018, Balai Riset Perikanan Laut

DAFTAR PUSTAKA

- Alongi, D.M., Edyvane, K., do Ceu Guterres, W.S., Pranowo, S., Wirasantosa., & Wasson, R. (2011). Biophysical profile of the Arafura and Timor Seas. *Report prepared for the Arafura Timor Seas Ecosystem Action (ATSEA) Program*. 32p
- Badrudin, Sumiono, B., & Wirdaningsih, N. (2002). Laju tangkap, hasil tangkapan maksimum (MSY), dan upaya optimum perikanan udang di perairan Laut Arafura. *J. Lit. Perikan. Ind*, 8(4), 23-29. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.8.4.2002.23-29>
- Badrudin & Karyana, D. (1993). Proporsi komposisi hasil tangkapan sampingan pukat udang di perairan Maluku-Irian Jaya. *J. Pen. Perikan. Laut* (79), 14-23
- Balai Riset Perikanan Laut. (2007). Status dan Tren Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Laut Arafura. *Executive Summary*. BRKP. DKP. 2pp.
- Balino, B. M., & Aksnes, D. L. (1993). Winter distribution and migration of the sound-scattering layers, zooplankton and micronekton in Masfjorden, western Norway. *J. Mar. Ecol. Prog* (102):35-50.
- Cahya, C. N., Setyohadi, D., & Surinati, D. (2016). Pengaruh parameter oseanografi terhadap distribusi ikan. *Oseana*, 41(4), 1-14. ISSN 0216-1877
- Cinner, J.E., McNeil, M.A., Basurto, X., & Gelcich, S. (2013). Looking beyond the fisheries crisis: Cumulative learning from small-scale fisheries through diagnostic approaches. Editorial. *Global Environ. Change* 2 (6): 1359-1365. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.11.001>
- Freon, P., Gerlotto, F., & Soria, M., (1992), Change in school structure according to external stimuli: Description and influence on acoustic assessment, *Fisheries Research*, 15(1-2), 45-66. [https://doi.org/10.1016/0165-7836\(92\)90004-D](https://doi.org/10.1016/0165-7836(92)90004-D)
- Gauthier, S., & Rose, G.A. (2002), Acoustic observation of diel vertical migration and shoaling behaviour in Atlantic red fishes, *Journal of Fish Biology*, 61(5), 1135 - 1153. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2002.tb02461.x>
- Giske, J., Aksnes, D.L., Baliño, B.M., Kaartvedt, S, Lie U., Nordeide, J.T., Salvanes, A.G.V., Wakili,

- S.M., & Aadnesen, A. (1990). Vertical distribution and trophic interactions of zooplankton and fish in Masfjorden, Norway. *J. Sarsia* (75):65-81. <https://doi.org/10.1080/00364827.1990.10413442>
- Gunarso, W. (1998). Tingkah Laku Ikan dalam Hubungannya dengan Alat, Metode, dan Taktik Penangkapan. *Jurusan PSP*. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor. 98pp.
- Hidayat, S. (2000). Studi Tentang Distribusi Kecepatan Renang Ikan Pelagis Di Perairan Selat Sunda Dengan Sistem Akustik Bim Terbagi. *Skripsi* (Tidak dipublikasikan). Program Studi Ilmu Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. 112pp.
- Hilborn, R., Orensanz, J.M. Lobo., Parma, A.M. (2005). Institutions, incentives and the future of fisheries. *Philosophical Transaction of the Royal Society B* 360: 47–57. <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1569>
- Irawan, S. (2005). Perbandingan Pendugaan Densitas Ikan Demersal Antara Metode Akustik BIM Terbagi Dengan Metode “Swept Area” Di Perairan Timur Kalimantan. *Tesis* (Tidak Dipublikasikan). Institut Pertanian Bogor. p. 4-19.
- Kaartvedt, S., Røstad, A., Klevjer, T.A., & Staby A. (2009). Use of bottom-mounted echo sounders in exploring behavior of mesopelagic fishes. *J. Mar Ecol Prog* (395):109-118. <https://doi.org/10.3354/meps08174>
- Kang, D. H., Cho, S. H., & Myoung, J. G. (2008). Hydroacoustic Survey of Spatiotemporal Stability and Distribution of Demersal Fish Aggregations in the Coastal Region. *Ocean and Polar Research* 30(1): 79-87. <https://doi.org/10.4217/OPR.2008.30.1.079>
- Kinzer, J., Böttger-Schnack, R., & Schulz, K. (1993). Aspects of horizontal distribution and diet of myctophid fish in the Arabian Sea with reference to deep-water oxygen deficiency. *Deep-Sea Res II* (40):783–800.
- Laevastu, T., & Hayes. (1981). Fisheries Oceanography and Ecology. *Fishing News Books Ltd*, London. 378pp.
- Lougee, A. L., Bollens, S. M., & Avent, S. R. (2002). The effects of haloclines on the vertical distribution and migration of zooplankton. *J Experimental Mar Biol. Ecol.* (278):111-134. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(02\)00326-X](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(02)00326-X)
- Manik, H.M, Nurkomala, I. (2016). Pengukuran *target strength* dan stok ikan di Perairan Pulau Pari menggunakan metode *single echo detector*. *Marine Fisheries*. 7(1): 69-81. <https://doi.org/10.29244/jmf.7.1.69-81>
- Mehner T. (2006). Individual variability of diel migrations in European vendace (*Coregonus albula*) explored by stationary vertical hydroacoustics. *J. Ecol. Freshw. Fish* (15):146-154. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0633.2006.00137.x>
- Marchal E, Lebourges A. (1996). Acoustics evidence for unusual diel behaviour of a mesopelagic fish (*Vinciguerria nimbaria*) exploited by tuna. *ICES J Mar Sci* (53):443-447.
- Nurhakim, S. (2004). Estimasi hasil tangkapan maksimum sumber daya udang di laut arafura dengan model produksi surplus. *J. Lit. Perikan. Ind.* 10 (6), 85-93. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.10.6.2004.85-93>
- Pearre, S. (2003). Eat and run? The hunger/satiation hypothesis in vertical migration: history, evidence, and consequences. *J. Biol Rev* (78):1-79. <https://doi.org/10.1017/s146479310200595x>
- Prihartato, P. (2014). Vertical distribution of diel migrating mesopelagic fish in respect to nocturnal lights. *Disertation*. King Abdullah University of Science and Technology. Kingdom of Saudi Arabia. 188pp
- Rene Charles Kepel, (2010). Arah Dan Kebijakan Pembangunan Kelautan Dan Perikanan Kawasan Timur Indonesia. Simposium Nasional Pembangunan Sektor Kelautan Dan Perikanan Kawasan Timur Indonesia 2010. [Bahan Paparan]
- Simmonds, E. J., & MacLennan, D. N. (2005). *Fisheries Acoustic: Theory and Practice 2nd ed*. UK: Blackwell Science Ltd.
- Simrad. (1993). Simrad EK500 Scientific Echo Sounder Operator Manual. *Simrad Subsea A/S Horten, Norway*. 204pp.
- Sogard, S. M., & Olla, B. L. (1996). Food deprivation affects vertical distribution and activity of a marine fish in a thermal gradient: Potential energy-conserving mechanisms. *J. Mar. Ecol. Prog* (133):43-55.

- Sudibyo, G. (2001). Pengukuran Nilai Target Strength dan Densitas Ikan Serta Sebarannya Dengan Sistem Akustik BIM Terbagi Di Perairan Utara Jawa Pada Bulan Juni 2000. *Skripsi* (Tidak Dipublikasikan). Institut Pertanian Bogor. 29pp.
- Sumiono, B., Aisyah, S., & Badrudin. (2011). Proporsi udang dan hasil tangkapan sampingan perikanan pukat udang di sub area laut Arafura. *J. Lit. Perikan. Ind.* 17(1), 41-49. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.17.1.2011.41-49>
- Suprpto, (2008). Indeks keanekaragaman hayati ikan demersal di perairan Arafura. *J.Lit. Perikan.Ind.* 14 (3), 321-335. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.14.3.2008.321-335>
- Staby, A., & Aksnes, D. L. (2011). Follow the light-diurnal and seasonal variations in vertical distribution of the mesopelagic fish *Maurolicus muelleri*. *J. Mar. Ecol. Prog* (422): 265-273. <http://dx.doi.org/10.3354/meps08938>
- Wang, K., Duan, X.B., Liu, SP, Chen DQ, Liu MD. (2013). Acoustic assessment of the fish spatio-temporal distribution during the initial filling of the Three Gorges Reser-voir, Yangtze River (China), from 2006 to 2010. *J. Appl. Ichthyol.* 29(2013): 1395-1401. <https://doi.org/10.1111/jai.12370>
- Ward, D. M., Nislow, K. H., Chen, C. Y., Folt, C. L. (2010). Rapid efficient growth reduces mercury concentrations in stream-dwelling Atlantic salmon. *J. Trans. Am. Fish. Soc.* 139(1):1-10. <https://dx.doi.org/10.1577%2FT09-032.1>
- Widodo, J. (1997). Laporan survei pengamatan sumber daya perikanan demersal menggunakan K.M. Bawal Putih II di perairan kawasan timur Indonesia (Nopember 1995 sampai dengan April 1996). BPPI Semarang. (Tidak diterbitkan).
- Wijayanti, D. (2000). Pendugaan Distribusi Ikan Lemuru (*Sardinella* sp) di Perairan Selat Bali Dengan Menggunakan Metode Akustik Pada Bulan September 1998. *Skripsi* (Tidak Dipublikasikan). Institut Pertanian Bogor. 64pp.
- Wijopriono, Wiadnyana, N.N., Dharmadi, Suman, A. 2019. Implementasi Penutupan Area dan Musim Penangkapan untuk Pengelolaan Perikanan Udang di Laut Arafura. *J.Jkpi* (11):11-21. <http://dx.doi.org/10.15578/jkpi.11.1.2019.11-21>
- Zamroni A, Suwarso. 2011. Studi tentang biologi reproduksi beberapa spesies ikan pelagis kecil di perairan Laut Banda. *Bawal.* 3(5):337-344. <http://dx.doi.org/10.15578/bawal.3.5.2011.337-344>