

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jppi>

e-mail: jppi.puslitbangkan@gmail.com

JURNAL PENELITIAN PERIKANAN INDONESIA

Volume 22 Nomor 4 Desember 2016

p-ISSN: 0853-5884

e-ISSN: 2502-6542

Nomor Akreditasi: 653/AU3/P2MI-LIPI/07/2015



DINAMIKA SPASIAL IKAN MESOPELAGIS (*Ceratoscopelus warmingii* LÜTKEN, 1892) DI SAMUDERA HINDIA

SPATIAL DYNAMIC OF MESOPELAGIC FISH (*Ceratoscopelus warmingii* Lütken, 1892) IN THE INDIAN OCEAN

Andria Ansri Utama¹ dan Wudianto¹

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Jln. Pasir Putih II, Ancol Timur Jakarta Utara, 14430. Indonesia

Teregistrasi I tanggal: 6 Desember 2016; Diterima setelah perbaikan tanggal: 13 Januari 2017;

Disetujui terbit tanggal: 13 Januari 2017

ABSTRAK

Kajian mengenai ikan mesopelagis di perairan Samudera Hindia masih sangat terbatas, sehingga informasi terkait kelimpahan jenis ikan mesopelagis di Samudera Hindia sangat penting. Survei trawl lapisan pertengahan dilakukan pada tanggal 26 Juni-16 Juli 2015 di perairan laut lepas (*high seas*) Samudera Hindia untuk memperoleh data dan informasi tersebut dengan menggunakan kapal penelitian R.V. Dr. Fridtjof Nansen. Hasil penelitian menunjukkan distribusi kedalaman vertikal di malam hari jenis yang dominan *C. warmingii* sesuai dengan kedalaman operasi trawl yaitu $86,9 \pm 38,6$ m. Namun pada siang hari tidak ditemukan spesies *C. warmingii* saat operasi trawl pada kedalaman rata-rata $444,3 \pm 45,96$ m. Diperkirakan ketika siang hari distribusi *C. warmingii* terkonsentrasi pada lapisan perairan lebih dalam sehingga tidak terjangkau oleh jaring trawl tersebut. Distribusi spasial secara horizontal pada malam hari menunjukkan pola konsentrasi tertinggi berada pada area *gyre* yang diindikasikan dengan pola *geostrophic circulation*. Sementara, prosentase *C. warmingii* yang merupakan hasil tangkapan seluruh stasiun trawl selama penelitian terdiri dari 2,58% fase larva, 27,21% juvenile, dan 60,21% dalam keadaan dewasa

Kata Kunci: Ikan mesopelagis; distribusi spasial; Samudera Hindia; trawl pertengahan

ABSTRACT

Studies on mesopelagic fishes in the Indian Ocean are relatively limited, therefore data and information regarding spatial dynamic of the most abundant mesopelagic fish species Ceratoscopelus warmingii in the Indian Ocean would contribute a significant information on deepsea marine biodiversity. Pelagic-trawl stations were used to collect and identify the spatial dynamic of C. warmingii in the main scattering layers of the water column. Survey were carried out by RV Dr. Fridtjof Nansen in the high seas of Indian Ocean. Observation were made during day and night on 26th June to 16th July 2015 as part of the second International Indian Ocean Expedition (IIOE 2). The result shows that vertical distributions of C. warmingii were concentrated at the average depth 86.9 ± 38.6 m during nighttime. There were no individuals found during the daytime at the average depth 444.3 ± 45.96 m, diurnal migrations of C. warmingii to more than the depth of trawl operation might explain the absent of this species. Horizontal spatial distribution of trawl catches (number per hour) during nighttime show high concentration of C. warmingii close to gyre indicated by geostrophic circulation. Moreover, the total catches of C. warmingii across the Indian Ocean are dominated by 60.21% adult, 27.21% juvenile, and 2.58% larvae, respectively

Keywords: Mesopelagic fish; spatial distribution; Indian Ocean; midwater trawl

Korespondensi penulis:

e-mail: mir.undmeer@gmail.com

PENDAHULUAN

Ikan mesopelagis memiliki sebaran dan distribusi yang relatif luas, dapat ditemukan di seluruh perairan dunia (Robison, 1984). Biomassanya diperkirakan mencapai ~1000 juta ton dan paling dominan jika dibandingkan kelompok jenis ikan lainnya atau sekitar separuh dari total seluruh biomassa ikan di dunia. Menurut kajian Irigoien *et al.* (2014), angka estimasi tersebut diduga lebih rendah dari besaran biomassa yang sebenarnya jika mengacu pada kajian permodelan dan analisa data survei akustik terbaru (Kaaertvedt *et al.*, 2012).

Karakteristik ikan mesopelagis umumnya berada di zona peralihan (*twilight zone*) pada waktu siang hari, yaitu diantara zona fotik dan zona afotik pada kisaran kedalaman 200-1.000 m atau pada kedalaman perairan yang minim cahaya dengan tingkat produktifitas perairan yang sangat rendah (Beamish *et al.*, 1999; Gjøsaeter & Kawaguchi, 1980; Irigoien *et al.*, 2014). Sebagian besar ikan mesopelagis memiliki tingkah laku melakukan migrasi vertikal (*Diel Vertical Migration*) bergerak mendekati lapisan permukaan perairan yang kaya akan sumber makanan pada waktu malam hari (Salvanes *et al.*, 2001).

Walaupun tingkat eksploitasi ikan mesopelagis tergolong relatif rendah karena secara komersial kurang memiliki nilai ekonomis, namun ikan mesopelagis memiliki peranan penting sebagai komponen utama dalam struktur rantai makanan dan ekosistem komunitas mikronekton lautan (Salvanes *et al.*, 2001). Ikan-ikan komersial penting seperti ikan tuna, *billfish*, dan beberapa jenis ikan demersal bergantung pada ikan mesopelagis sebagai sumber makanan. Selain itu ikan mesopelagis juga diketahui merupakan bagian dari diet mamalia laut, burung laut, dan cephalopoda (Robertson & Chivers, 1998). Beberapa pemangsa berenang menuju zona mesopelagis dengan tujuan memburu ikan mesopelagis, sementara pemangsa lainnya memangsa ikan mesopelagis saat melakukan migrasi secara vertikal menuju permukaan laut untuk mencari makan di malam hari (Prince & Goodyear, 2006).

Kajian mengenai ekologi ikan mesopelagis di perairan Samudera Hindia masih perlu dilakukan. Menurut Gjøsaeter & Kawaguchi (1980), perairan Samudera Hindia merupakan salah satu kawasan dengan kepadatan ikan mesopelagis tertinggi di dunia. Oleh karena itu sangat penting untuk memperoleh informasi terkait distribusi dan sebaran jenis ikan mesopelagis paling dominan di Samudera Hindia

seperti spesies *Ceratoscopelus warmingii* dari keluarga Myctophidae. Spesies tersebut juga ditemukan paling dominan di perairan bagian utara Gulf Stream Samudera Atlantik, perairan sebelah selatan Azores, dan di Laut Tasman bagian timur Australia (Brandt, 1981; Craddock *et al.*, 1992; Pusch *et al.*, 2004). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kelimpahan dan sebaran ikan mesopelagis sebagai komponen ekologi penting dalam siklus hidup jenis ikan ekonomis penting seperti tuna, cakalang, marlin, dan lainnya.

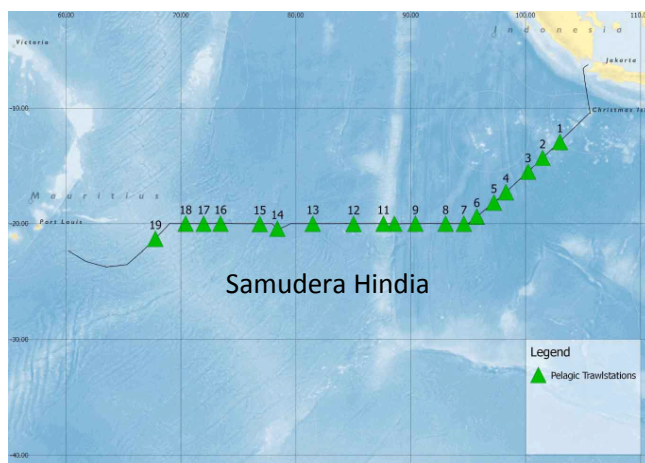
BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Peralatan Penelitian

Survei dilakukan di perairan laut lepas (*high seas*) Samudera Hindia dengan menggunakan kapal penelitian R.V. Dr. Fridtjof Nansen pada tanggal 26 Juni-16 Juli 2015. Desain penelitian mengikuti alur transek yang dibagi menjadi tiga bagian memotong melintang area penelitian (Gambar 1). Transek 1 dimulai dari pulau Christmas Australia (dari 20° LS, 102° BT) menuju arah barat daya, kemudian dilanjutkan transek 2 melintang kearah barat pada koordinat 20° S hingga 69° T, dan transek 3 arah barat daya dari titik melintang terakhir transek 2. Lokasi pengambilan sampel dibagi menjadi 19 titik di sepanjang garis transek pada rentang kedalaman dasar perairan lokasi penelitian berkisar antara 1.800-5.600 m dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Titik koordinat pengambilan sampel trawl
Table 1. Coordinates of trawl sampling

Stasiun	Koordinat
1	12° 54,72 LS; 102° 59,51 BT
2	14° 17,48 LS; 101° 29,32 BT
3	15° 29,64 LS; 100° 13,65 BT
4	17° 16,74 LS; 98° 17,64 BT
5	18° 10,40 LS; 97° 14,90 BT
6	19° 23,38 LS; 95° 45,50 BT
7	20° 0,39 LS; 94° 37,87 BT
8	20° 0,19 LS; 93° 2,40 BT
9	20° 0,35 LS; 90° 24,91 BT
10	20° 0,07 LS; 88° 35,08 BT
11	20° 0,37 LS; 87° 37,66 BT
12	20° 1,52 LS; 85° 1,82 BT
13	20° 0,28 LS; 81° 28,36 BT
14	20° 25,78 LS; 78° 23,71 BT
15	20° 1,44 LS; 76° 51,69 BT
16	19° 59,92 LS; 73° 26,73 BT
17	20° 0,43 LS; 71° 58,45 BT
18	20° 0,17 LS; 70° 24,31 BT
19	21° 18,27 LS; 67° 46,40 BT



Gambar 1. Lokasi survey dan desain transek.

Figure 1. Location of survey and design of transects.

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan trawl semi pelagis "Aakrataal Pelagic" buatan Norwegia dengan ukuran bukaan mulut 320 m² dan ukuran mata jaring bagian *cod-end* 22 mm. Karena tidak menggunakan sistem buka tutup pada bagian kantung jaring (*codend*) untuk mengatur lapisan kedalaman pengambilan sampel maka dilakukan pengaturan kecepatan pengangkatan jaring untuk menghindari kontaminasi pada sampel. Untuk memperoleh informasi kedalaman dan bukaan mulut jaring digunakan sensor SCANMAR BP9-50.

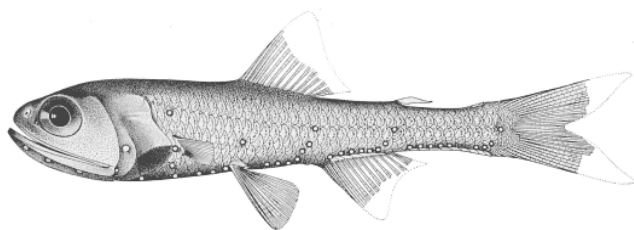
Lapisan kedalaman pengoperasian trawl diupayakan konsisten pada kedalaman yang sama pada setiap operasi penurunan jaring trawl. Perikaman data dengan menggunakan sensor SCANMAR diatur pada interval 1-*min polling frequency*. Penentuan titik lokasi pengoperasian trawl mengacu pada informasi kelimpahan ikan dari instrument akustik, pada tampilan echogram diketahui lapisan kedalaman perairan tempat kepadatan ikan terkonsentrasi. Lapisan kedalaman untuk ikan mesopelagis pada rentang kedalaman 30-100 m saat malam hari dan 300-500 m selama siang hari. Kecepatan kapal diupayakan tetap sekitar 3 knot saat jaring dihela dengan lama pengangkatan jaring trawl setelah dihela menuju kapal antara 0,5-1,0 jam menyesuaikan kelimpahan ikan yang terlihat pada echogram.

Prosedur Penelitian

Prosedur pengambilan sampel dan pencatatan data mengacu pada Spare & Venema (1992),

menggunakan protokol yang terstandarisasi untuk mendapatkan data mengenai komposisi jenis ikan berdasarkan berat dan jumlah spesies. Total berat ikan pada setiap titik atau stasiun trawl ditimbang menggunakan timbangan elektrik produksi Marel Islandia tipe M2200-M02. Penyortiran hasil tangkapan pada setiap stasiun trawl dilakukan hingga level spesies, dan jumlah total individu masing-masing spesies juga dicatat. Semua specimen ikan dari setiap spesies diukur hingga ketelitian mendekati 1 mm *Standard Length (SL)* dan ditimbang dengan tingkat ketelitian ± 0.1 g untuk spesies utama Myctophiformes. Pengukuran minimal *sub-sample* yaitu 100 individual dari sampel bila tidak dapat dilakukan pengukuran total sampel secara keseluruhan.

Identifikasi spesies ikan mesopelagis (Gambar 2) mengacu pada pedoman identifikasi utama dari beberapa penulis yaitu Bekker (1983), Hulley (1984), Kawaguchi & Shimizu (1978), dan Nafpaktitis (1978). Setelah selesai observasi semua sampel ikan disimpan ke dalam lemari pembeku (-18° C) atau diawetkan menggunakan larutan 5% formalin untuk tahapan identifikasi lanjutan. Perlakuan tersebut diperlukan jika proses identifikasi awal belum dapat menentukan hingga tingkat spesies. Penentuan fase larva, juvenil, dan dewasa ikan *C. warmingii* mengacu pada hasil kajian Takagi *et al.* (2006). Rentang ukuran panjang standar (SL) untuk fase larva 0.5-1.4 cm, fase juvenil 1.5-4.96 cm, dan fase dewasa 5.03-8.07 cm.



Gambar 2. Ilustrasi jenis *Ceratoscopelus warmingii* (Gilbert, 1908).
Figure 2. Illustration of *Ceratoscopelus warmingii* (Gilbert, 1908).

Analisis Data

Laju hasil tangkapan trawl diperoleh dari hasil standarisasi hasil tangkapan trawl dengan durasi penghelaan yang berbeda sehingga diperoleh satuan jumlah individu/jam. Selanjutnya, data dianalisa dengan menggunakan model linier tergeneralisir atau *Generalized Linear Models* (GLM). Dalam model yang digunakan, data laju tangkap merupakan variabel respon yang diprediksi dan disempurnakan taksiran rata-ratanya oleh variabel bebas yaitu data koordinat dan kedalaman. GLM digunakan dalam analisa data karena merupakan pengembangan dari model linier yang memungkinkan pengolahan data dengan deviasi dari variasi konstan dan pengolahan data dengan distribusi selain normal (Li *et al.* 2016).

HASIL DAN BAHASAN

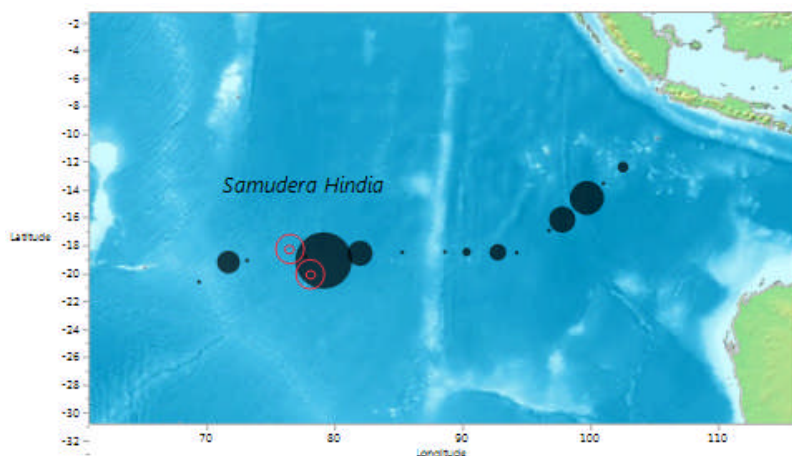
Hasil

Pola Spasial Sebaran Ikan Ceratoscopelus warmingii

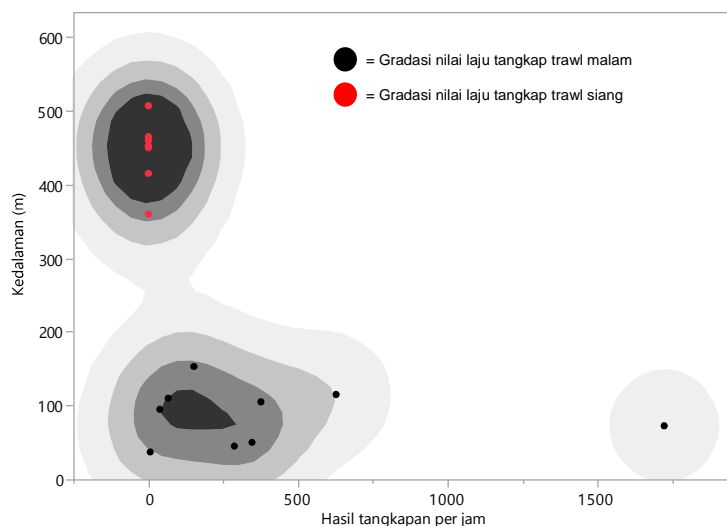
Besaran laju hasil tangkapan trawl (individu/jam) untuk jenis *C. warmingii* di sepanjang garis transek penelitian disajikan pada Gambar 3. Terdapat variasi

laju tangkap trawl di antara seluruh titik pengambilan sampel dengan rentang jumlah tangkapan 0-1.723 individu/jam. Jumlah tangkapan tertinggi pada saat pengoperasian trawl malam hari diperoleh pada stasiun 14 dengan jumlah tangkapan 1.723 individu/jam, sementara tangkapan terendah diperoleh pada stasiun 19 dengan jumlah tangkapan 19 individu/jam. Pada saat operasi trawl siang hari tidak diperoleh ikan *C. warmingii* pada stasiun 2, 5, 7, 10, 12, 15, dan 17. Jumlah hasil tangkapan tertinggi *C. warmingii* diperoleh pada kedalaman kurang dari 200 m dan pada pengoperasian trawl malam hari yaitu rata-rata 398 individu/jam. Sementara pada kedalaman 300-600 m dan pengambilan sampel siang hari tidak diperoleh spesies target *C. warmingii* (Gambar.3)

Hasil tangkapan pada kedalaman 300-600 m dan pengoperasian trawl siang hari didominasi famili Sternoptychidae dan Phosichthyidae (*Argyropelecus* spp., *Vinciguerria* spp., *Ichthyococcus ovatus*) dan jenis ikan bathypelagic lainnya. Secara keseluruhan untuk hasil tangkapan ikan mesopelagis pada saat siang hari di kedalaman 400-600 m lebih rendah bila dibandingkan dengan hasil tangkapan pada saat malam di kedalaman <200 m.



Gambar 3. Kelimpahan *Ceratoscopelus warmingii* di perairan Samudera Hindia mengikuti garis transek.
Figure 3. Abundance of *Ceratoscopelus warmingii* in Indian Ocean along the transect line.



Gambar 4. Besaran laju tangkap (ekor per jam) *C. warmingii* berdasarkan kedalaman operasi trawl.
 Figure 4. Catch rate of trawl (individual per hour) by depths.

Jumlah total sampel ikan *C. warmingii* yang diperoleh dari seluruh stasiun trawl dan diukur panjangnya sebanyak 387 ekor. Kelas ukuran panjang ikan yang tertangkap memiliki rentang dari 1-8 cm

yang didominasi oleh rentang kelas ukuran panjang 3-6,6 cm dan dengan frekuensi terbesar pada rentang ukuran panjang 4-4,5 cm.

Tabel 2. Pilihan model yang digunakan untuk menyempurnakan nilai rata-rata variabel respon
 Table 2. Model options that were used on fitting response variable

Model	AIC	p-value
Catch = depth	4481.9	< 0.001
Catch = depth + lat	4426.3	< 0.013
Catch = depth + long	4425.6	< 0.019
Catch = depth + lat + long	4422.1	< 0.001

Analisa Generalised Linear Model (GLM)

Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kedalaman, dan koordinat area terhadap hasil tangkapan trawl dilakukan analisa GLM. Berdasarkan analisa diperoleh hasil model log (E(hasil tangkapan)) = $6.22 + 0.001 \cdot \text{kedalaman} - 0.031 \cdot \text{lintang} - 0.011 \cdot \text{bujur}$. Lebih lanjut hasil uji diketahui bahwa variabel bebas kedalaman dan koordinat lokasi bujur maupun lintang berpengaruh nyata terhadap hasil tangkapan trawl sebagai variabel terikat dengan derajat pengaruh berbeda-beda (Tabel 2).

Dari Tabel 2 dapat diasumsikan dengan memasukkan variabel koordinat area bujur (*longitude*) ke dalam model akan memperbaiki *fitting model* ($P < 0.013$), memasukkan variabel koordinat lintang (*latitude*) ke dalam model akan memperbaiki *fitting model* ($P < 0.019$), dan dengan memasukkan variabel *depth* ke dalam model akan memperbaiki *fitting model* ($P < 0.001$). Model terbaik dipilih berdasarkan nilai

Akaike's Information Criterion (AIC) terkecil yaitu pada model hasil tangkapan = kedalaman + lintang + bujur dengan nilai AIC 4422.1. Hasil tangkapan trawl yang dioperasikan pada waktu malam cenderung meningkat 5.7% pada setiap penambahan kedalaman operasi trawl 10 m bersamaan dengan perpindahan area operasi trawl.

Bahasan

Jumlah hasil tangkapan tertinggi *C. warmingii* diperoleh pada kedalaman kurang dari 200 m atau dengan rata-rata kedalaman saat pengoperasian trawl dilakukan yaitu $86,9 \pm 38,6$ m pada saat malam hari. Kejadian demikian diperkirakan karena lapisan kedalaman trawl sesuai dengan konsentrasi distribusi *C. warmingii*. *C. warmingii* yang sedang melakukan migrasi vertikal harian atau *Diel Vertical Migration* (DVM) menuju ke permukaan perairan ketika malam dengan konsentrasi distribusi tertinggi pada kedalaman kurang dari 100 m (Robison, 1984).

Sementara menurut Pusch *et al.* (2004) dan Watanabe *et al.* (1999) sebaran vertikal migrasi *C. warmingii* pada malam hari lebih luas terkonsentrasi pada rentang kedalaman 25-800 m dan 20-400 m. Tingkah laku *C. warmingii* melakukan migrasi vertikal bertujuan untuk mencari makan di zona fotik yang lebih subur dekat dengan permukaan perairan (Davison *et al.*, 2015; Irigoien *et al.*, 2014).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Robison (1984) di area *gyre* Samudera Pasifik diperoleh informasi bahwa jenis makanan *C. warmingii* yang tertangkap di kedalaman perairan dekat dengan permukaan terdiri dari beberapa jenis zooplankton dan *Rhizosolenia*. Berbeda dengan jenis ikan dari famili Myctophidae lainnya, *C. warmingii* memiliki saluran usus lebih panjang yang mengindikasikan kebiasaan makan pada ikan omnivora dan herbivora. Hal tersebut dikarenakan adaptasi kebiasaan makan *C. warmingii* menyesuaikan kondisi lingkungan dengan produktifitas rendah dan tingkat kompetisi tinggi (Robison, 1984).

Pada saat pengoperasian trawl siang hari tidak ditemukan spesies *C. warmingii* pada kedalaman rata-rata $444,3 \pm 45,96$ m, hal ini diduga karena ketika siang hari distribusi *C. warmingii* terkonsentrasi lebih dalam dari jangkauan pengoperasian trawl tersebut. Walaupun pada layar echogram observasi akustik mengindikasikan densitas organisme yang tinggi pada kedalaman sekitar 300-600 m, tetapi tidak dapat dilakukan pembuktian yang boleh jadi bukan spesies sasaran. Hal ini terindikasi dengan hasil tangkapan trawl pada kedalaman tersebut yang didominasi keluarga Sternoptychidae dan Phosichthyidae (e.g. *Argyropelecus* spp., *Vinciguerria* spp., *Ichthyococcus ovatus*).

Hasil penelitian di perairan pusat equator Samudera Atlantik Kinzer & Schulz (1985) dan Badcock & Merrett (1976) di bagian timur Samudera Atlantik Utara menemukan bahwa *C. warmingii* memiliki rentang distribusi vertikal yang paling luas yaitu 400-1.250 m, konsentrasi tertinggi berada pada kedalaman 1.000-1.250 m bahkan mencapai 1.500 m. Selanjutnya, Watanabe *et al.* (1999) mengategorikan pola migrasi vertikal 11 spesies dalam famili Myctophidae menjadi empat kategori migrasi yaitu, *migrant* (antara habitat siang dan malam sangat jelas terpisah), *semi-migrant* (sebagian populasi tidak bermigrasi saat malam hari), *passive-migrant* (antara habitat siang-malam tidak jelas terpisah), dan *non-migrant* (tidak bermigrasi menuju dekat permukaan perairan). *C. warmingii* termasuk

ke dalam kategori *midwater migrant* yang distribusinya terkonsentrasi pada rentang kedalaman 400-500 m pada siang hari dengan kisaran suhu air 2-4°C. Pada kondisi siang hari distribusi *C. warmingii* terkonsentrasi cukup dalam sehingga semakin meningkatkan tekanan air dan memampatkan gelembung renang yang berdampak pada lemah hingga hilangnya refleksi gema pada layar observasi akustik (Davison *et al.*, 2015). Selain itu sudut kemiringan badan dan gelembung renang ikan semakin kearah vertikal (*head-up aspect*) dengan semakin bertambahnya kedalaman, sehingga refleksi gema pada layar observasi akustik semakin lemah.

Sebaran spasial secara horizontal hasil tangkapan trawl pada malam hari *C. warmingii* di perairan Samudera Hindia menunjukkan pola konsentrasi tertinggi berada pada area *gyre* yang diindikasikan dengan pola *geostrophic circulation* dengan simbol lingkaran merah pada Gambar 2. Hal serupa juga diamati di area oligotrofik di area pusat *gyre* Samudera Pasifik bagian utara dan selatan, dimana *C. warmingii* termasuk salah satu spesies paling dominan yang ditemui (Barnett, 1983; Loeb, 1979, 1980a, 1980b).

Konsentrasi plastik-mikro yang terkonsentrasi di area *gyre* diduga berkaitan dengan konsentrasi tinggi *C. warmingii* di area *gyre* tersebut (Goldstein *et al.*, 2012). Hasil kajian Boerger *et al.* (2010) di pusat *gyre* Samudera Pasifik bagian utara menemukan bahwa dari total 670 ikan sampel hasil survei trawl terdiri dari 5 spesies ikan mesopelagis dan 1 spesies ikan epipelagis yang mengandung plastik di dalam pencernaannya. Berdasarkan hasil pengambilan sampel plastik-mikro dengan menggunakan manta-trawl di sepanjang transek lokasi penelitian diketahui bahwa ukuran partikel plastik-mikro yang ditemukan di sepanjang Samudera Hindia terlihat semakin kecil dengan semakin mendekati *gyre*.

Menurut hasil penelitian Takagi *et al.* (2006) mengenai umur dan pertumbuhan *C. warmingii*, diketahui bahwa ukuran fase larva *C. warmingii* mencapai panjang 1,5 cm dengan kisaran umur 6-33 hari, sementara fase juvenil dan dewasa pada ukuran lebih dari 1,5 cm dengan kisaran umur 70-416 hari. Berdasarkan informasi tersebut dapat diperoleh gambaran bahwa prosentase *C. warmingii* hasil tangkapan di seluruh stasiun trawl sepanjang Samudera Hindia 2.58% fase larva, 27.21% juvenil, dan 60.21% dalam keadaan dewasa (Gjøsaeter & Kawaguchi, 1980; Takagi *et al.*, 2006).

KESIMPULAN

Distribusi kedalaman *C. warmingii* pada malam hari di perairan Samudera Hindia ditemukan pada kedalaman $86,9 \pm 38,6$ m. Spesies *C. warmingii* tidak ditemukan siang hari di kedalaman rata-rata $444,3 \pm 45,96$ m yang diduga karena keterbatasan jangkauan pengoperasian trawl. Distribusi spasial *C. warmingii* secara horizontal malam hari di perairan Samudera Hindia menunjukkan pola konsentrasi tertinggi berada pada area gyre yang diindikasikan dengan pola geostrophic circulation. Prosentase *C. warmingii* hasil tangkapan di seluruh stasiun trawl sepanjang Samudera Hindia 2,58% fase larva, 27,1% juvenile, dan 60,21% dalam keadaan dewasa. Kajian lebih lanjut mengenai korelasi antara kelimpahan dan sebaran ikan mesopelagis terhadap kelimpahan dan sebaran ikan predator seperti ikan tuna di Samudera Hindia sebaiknya dilakukan karena lokasi penelitian ini merupakan daerah penangkapan potensial perikanan tuna.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan terima kasih kepada the EAF-Nansen Project of Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO) dan semua anggota survei yang terlibat dalam kegiatan penelitian The Second International Indian Ocean Expedition (IIOE 2) Jakarta-Port Louis.

DAFTAR PUSTAKA

- Barnett, M.A. (1983). Species structure and temporal stability of mesopelagic fish assemblages in the Central Gyres of the North and South Pacific Ocean. *Marine Biology*, 74(3), 245-256.
- Beamish, R.J., Leask, K.D., Ivanov, O.A., Balanov, A.A., Orlov, A.M., & Sinclair, B. (1999). The ecology, distribution, and abundance of midwater fishes of the Subarctic Pacific gyres. *Progress in Oceanography*, 43(2), 399-442.
- Bekker, V.E. (1983). *Myctophid fishes of the world ocean*: Moscow, Nauka.
- Boerger, Christiana, M., Lattin, Gwendolyn, L., Moore, Shelly L., & Moore, Charles J. (2010). Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin*, 60(12), 2275-2278.
- Brandt, S.B. (1981). Effects of a Warm-Core Eddy on Fish Distributions. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 6, 19-33.
- Craddock, James, E., Backus, Richard, H., & Daher, Mary Ann. (1992). Vertical distribution and species composition of midwater fishes in warm-core Gulf Stream meander/ring 82-H. *Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers*, 39, S203-S218.
- Davison, Peter., Lara-Lopez, Ana., & Koslow, J Anthony. (2015). Mesopelagic fish biomass in the southern California current ecosystem. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 112, 129-142.
- Gilbert, Charles Henry. (1908). *Reports on the Scientific Results of the Expedition to the Tropical Pacific, in Charge of Alexander Agassiz, by the US Fish Commission Steamer "Albatross" from August, 1899, to March, 1900, Commander Jefferson F. Moser, USN, Commanding: The Lantern Fishes. X*: Museum of Comparative Zoology.
- Gjøsaeter, J., & Kawaguchi, Kōichi. (1980). *A review of the world resources of mesopelagic fish*: Food & Agriculture Org.
- Goldstein, Miriam, C., Rosenberg, Marci., & Cheng, Lanna. (2012). Increased oceanic microplastic debris enhances oviposition in an endemic pelagic insect. *Biology Letters*, 8(5), 817-820.
- Hulley, P.A. (1984). Myctophidae. *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*, 1, 429-483.
- Irigoiien, Xabier., Klevjer, Thor, A., Røstad, Anders., Martinez, U., Boyra, G., Acuña, JL., . . . Hernandez-Leon, S. (2014). Large mesopelagic fishes biomass and trophic efficiency in the open ocean. *Nature communications*, 5.
- Kaartvedt, S., Staby, Arved., & Aksnes, D.L. (2012). Efficient trawl avoidance by mesopelagic fishes causes large underestimation of their biomass. *Marine Ecology Progress Series*, 456(1), 1-6.
- Kawaguchi, Kōichi., & Shimizu, H. (1978). Taxonomy and distribution of the lanternfishes, genus *Diaphus* (Pisces, Myctophidae) in the western Pacific, eastern Indian Oceans and the southeast Asian seas. *Bulletin of the Ocean Research Institute University of Tokyo*.

- Kinzer, J., & Schulz, K. (1985). Vertical distribution and feeding patterns of midwater fish in the central equatorial Atlantic. *Marine biology*, 85(3), 313-322.
- Li, Yan., Jiao, Yan., & Browder, J.A. (2016). Modeling spatially-varying ecological relationships using geographically weighted generalized linear model: A simulation study based on longline seabird bycatch. *Fisheries Research*, 181, 14-24.
- Loeb, V.J. (1979). Larval fishes in the zooplankton community of the North Pacific Central Gyre. *Marine Biology*, 53(2), 173-191.
- Loeb, V.J. (1980a). Vertical distribution and development of larval fishes in the North Pacific central gyre during summer. *Fish Bull*, 77(4), 777-793.
- Loeb, V.J. (1980b). Patterns of spatial and species abundance within the larval fish assemblage of the North Pacific central gyre during late summer. *Marine Biology*, 60 (2-3), 189-200.
- Nafpaktitis, Basil G. (1978). *Systematics and distribution of lanternfishes of the genera Lobianchia and Diaphus (Myctophidae) in the Indian Ocean*: Natural History Museum of Los Angeles County.
- Prince., Eric, D., & Goodyear, C.P. (2006). Hypoxia based habitat compression of tropical pelagic fishes. *Fisheries Oceanography*, 15(6), 451-464.
- Pusch., Christian., Beckmann., Cora., Porteiro., Filipe Mora., & von Westernhagen, H. (2004). The influence of seamounts on mesopelagic fish communities. *Archive of fishery and marine research*, 51(1), 165-186.
- Robertson, K.M., & Chivers, S.J. (1998). Prey occurrence in pantropical spotted dolphins, *Stenella attenuata*, from the eastern tropical Pacific. *Oceanographic Literature Review*, 1(45), 125.
- Robison, B.H. (1984). Herbivory by the myctophid fish *Ceratoscopelus warmingii*. *Marine Biology*, 84(2), 119-123.
- Salvanes, A.G.V., Kristoffersen, J.B., Steele, J., Thorpe, S., & Turekian, K. (2001). Mesopelagic fish (life histories, behaviour, adaptation). *Encyclopedia of Ocean Sciences*, Steele JH, Thorpe SA & KK Turekian (eds), Academic Press Ltd, London.
- Spare, P., & Venema, S.C. (1992). Introduction to Tropical Fish Stock Assessment (Part 1). *FAO Fish. Tech. Pap., Rome*.
- Takagi., Kaori., Yatsu., Akihiko., Moku., Masatoshi., & Sassa, C. (2006). Age and growth of lanternfishes, *Symblophorus californiensis* and *Ceratoscopelus warmingii* (Myctophidae), in the Kuroshio–Oyashio Transition Zone. *Ichthyological Research*, 53(3), 281-289.
- Watanabe., Hikaru., Moku., Masatoshi., Kawaguchi., Kouichi., Ishimaru., . . . Akinori. (1999). Diel vertical migration of myctophid fishes (Family Myctophidae) in the transitional waters of the western North Pacific. *Fisheries Oceanography*, 8 (2), 115-127.