

## PENERAPAN TEKNOLOGI HIDROAKUSTIK UNTUK PENGUKURAN SEBARAN SPASIAL DAN TEMPORAL IKAN PELAGIS KECIL DI LAUT BANDA

*Application of Hydroacoustic Technology to Measure Spatial and Temporal Distribution  
of Small Pelagic Density in Banda Sea*

*Oleh:*

Henry M. Manik<sup>1\*</sup>, Tri Nur Sujatmiko<sup>1</sup>, Asep Ma'mun<sup>2</sup>, Asep Priatna<sup>2</sup>

<sup>1</sup> FPIK, IPB; [henrymanik@yahoo.com](mailto:henrymanik@yahoo.com); [sujatmiko.trinur@gmail.com](mailto:sujatmiko.trinur@gmail.com)

<sup>2</sup> Kementrian Kelautan dan Perikanan RI; [asepmamun.bppl@gmail.com](mailto:asepmamun.bppl@gmail.com); [aseppri.brpl@gmail.com](mailto:aseppri.brpl@gmail.com)

Diterima: 5 Mei 2017; Disetujui: 14 Februari 2018

### ABSTRACT

*Acoustic method can be used to objectively solve various scientific purposes and management, especially in fisheries field. Banda Sea is a part of fisheries management area (FMA) 714 which is dominated by small pelagic fish according to 2010 Fisheries Statistics. The dominant pelagic fish in Banda is scad (*Decapterus spp.*) which belongs to small pelagic fish and is commonly caught in Banda Sea. The objective of this research is to estimate small pelagic fish density through spatial and temporal distribution as information on fisheries resources in Banda Sea, especially the location and depth where scad is abundant and found in the highest density. Acoustic survey was conducted on 3-18 February 2016. Spatially, density measurement showed that the small pelagic fish distribution in Banda Sea spreaded along the track of data acquisition and had the highest density in the swimming depth of 5-20 m. Moreover high density of scad was tended to be found near the slopes of the sea close to the mainland. Temporally, small pelagic fish tended to travel in groups at the day and disperse at night. Density of small pelagic fish distribution according to daily distribution is commonly found at night (06.00 p.m.-05.00 a.m. GMT+8) and dawn (05.00 a.m.-06.00 a.m. GMT+8).*

**Keywords:** *Banda Sea, fish density, small pelagic fish, spatial, temporal*

### ABSTRAK

Metode akustik dapat digunakan untuk mengatasi berbagai tujuan ilmiah dan manajemen secara objektif terutama dibidang perikanan, dan berhasil memberikan manfaat. Laut Banda merupakan bagian dari wilayah pengelolaan perikanan (WPP) 714 dengan sumberdaya ikan didominasi oleh kelompok ikan pelagis berdasarkan data Statistik Perikanan tahun 2010. Jenis ikan pelagis yang dominan di perairan Laut Banda adalah ikan layang (*Decapterus spp.*) yang termasuk kedalam kelompok ikan pelagis kecil dan banyak dimanfaatkan di Laut Banda. Penelitian ini bertujuan mengestimasi densitas ikan pelagis kecil secara spasial dan temporal sebagai informasi mengenai sumber daya perikanan di Laut Banda terutama lokasi dan kedalaman ikan pelagis kecil yang banyak ditemukan. Survei akustik dilaksanakan pada tanggal 3-18 Februari 2016 di Laut Banda. Perhitungan densitas secara spasial densitas ikan pelagis kecil menunjukkan hasil sebaran ikan pelagis kecil di perairan Laut Banda menyebar sesuai lintasan survei dan memiliki ukuran densitas ikan tertinggi berada di kedalaman renang 5-20 meter dengan densitas ikan cenderung tinggi berada di lereng laut yang dekat dengan daratan utama. Secara temporal, tingkah laku ikan pelagis pada siang hari cenderung membentuk kelompok, sedangkan pada

malam hari cenderung menyebar. Sebaran densitas ikan pelagis kecil berdasarkan distribusi harian lebih banyak ditemukan pada waktu malam (18.00-05.00 WITA) dan rembang fajar (05.00-06.00 WITA).

**Kata kunci:** densitas ikan, ikan pelagis kecil, Laut Banda, spasial, temporal

## PENDAHULUAN

Metode akustik dapat digunakan untuk mengatasi berbagai tujuan ilmiah dan manajemen perikanan dan kelautan secara objektif. Dalam dunia perikanan, ilmuwan di dunia mulai menggunakan kapal dalam mengumpulkan data akustik untuk tujuan di bidang perikanan dan berhasil memberikan manfaat untuk keperluan eksplorasi sumber daya laut maupun pencarian target tertentu (Manik dan Nurkomala 2016). Namun perlu diperhatikan dalam penggunaan sistem akustik di kapal, mempengaruhi perilaku ikan terhadap kebisingan/noise yang ditimbulkan dari kapal tersebut (ICES 2007).

Metode sonar aktif untuk estimasi kelimpahan dan distribusi ikan dan plankton merupakan aplikasi yang sering digunakan dalam dunia perikanan. Estimasi kelimpahan ikan secara kuantitatif dilakukan dengan pengembangan integrasi suara/echo integration dan teknik echo-counting (Thomas dan Kirsch 2000). Dalam menyimpulkan informasi kuantitatif tentang target ikan, seperti jumlah per satuan volume, merupakan syarat penting untuk mengetahui nilai *target strength* sebagai sinyal dari target ikan (Simmonds dan MacLennan 2005). Oleh karena itu, metode ini dapat untuk mengestimasi jumlah ikan secara kuantitatif pada kondisi sebenarnya.

Laut Banda yang terletak diantara Pulau Sulawesi dan Maluku merupakan salah satu bagian wilayah pengelolaan perikanan (WPP) 714 sesuai dengan Peraturan Menteri KKP No. 1 tahun 2009. Menurut Direktorat Jendral Perikanan Tangkap (2012) sumberdaya ikan di Perairan Laut Banda berdasarkan data Statistik Perikanan tahun 2010 didominasi oleh kelompok ikan pelagis, yaitu ikan layang (*Decapterus* sp.) dan cakalang (*Katsuwonus pelamis*). Ikan layang termasuk kedalam kelompok ikan pelagis kecil yang banyak dimanfaatkan di Perairan Laut Banda.

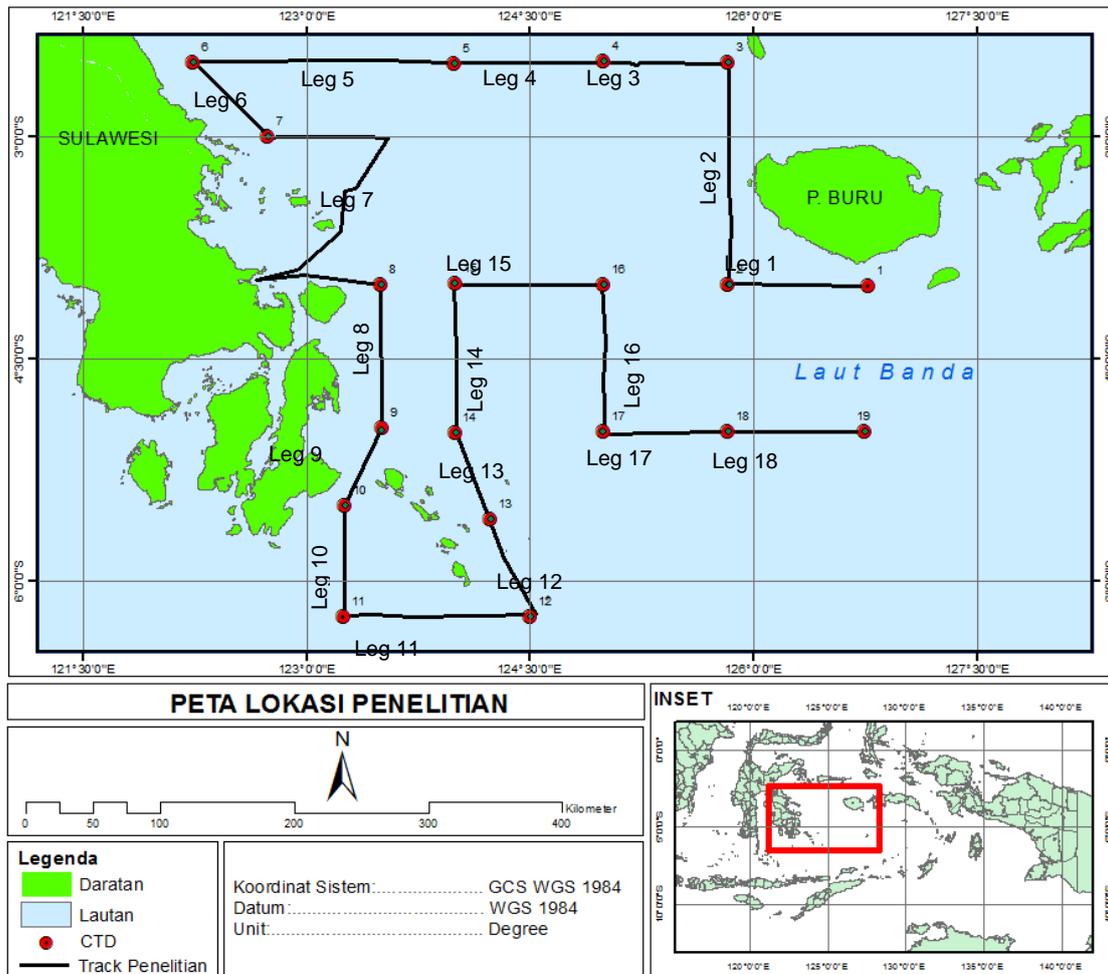
Eksplorasi ikan pelagis kecil di Laut Banda tahun 1985-2006 telah menunjukkan status *excess capacity* dan indikasi *over capacity*. Dari perspektif pengelolaan perikanan, diperlukan kebijakan pengurangan kapasitas untuk menyeimbangkan upaya penangkapan maupun alat tangkap terhadap ketersediaan sumber daya ikan pelagis kecil di WPP 714 (Hiariey dan Baskoro 2011). Survei hidroakustik dapat

menghasilkan data jangka panjang dan berkelanjutan dalam studi sumber daya ikan tanpa mempengaruhi populasi ikan dalam suatu perairan (Wang *et al.* 2013). Penelitian ini bertujuan mengestimasi densitas ikan pelagis kecil di Laut Banda secara spasial dan temporal. Hasil penelitian ini digunakan sebagai informasi mengenai sumber daya perikanan di Laut Banda terutama lokasi dan kedalaman ikan pelagis kecil yang banyak ditemukan. Sebaran spasial dan temporal diperlukan untuk melihat informasi kepadatan ikan yang selalu dinamis. Informasi ini diperlukan untuk pengelolaan perikanan yang berkesinambungan.

## METODE

Penelitian ini menggunakan data hasil survei Balai Penelitian Perikanan Laut (BPPL) di perairan Laut Banda yang dilaksanakan tanggal 3-18 Februari 2016 dan pengolahan data dilakukan di laboratorium komputasi akustik kelautan, Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, FPIK IPB. Pengumpulan data akustik direkam menggunakan instrumen transduser bim terbagi SIMRAD EK-60 *Scientific Echosounder* frekuensi 120 kHz yang terpasang di Kapal Baruna Jaya VII. Selama survei data yang direkam menggunakan *software* ER60 untuk memperoleh data mentah (*raw data*) yang nantinya akan digunakan untuk tahapan pengolahan selanjutnya. Perekaman data akustik dilakukan sepanjang hari sesuai dengan lintasan survei di Gambar 1. Selain pengambilan data akustik dilakukan juga pengukuran nilai suhu dan salinitas menggunakan CTD hingga kedalaman 500 meter.

Data hasil perekaman transduser berekstensi \*.raw selanjutnya diolah menggunakan *dongled software Echoview* 4.8 dengan menggunakan *threshold level* di selang -70 sampai -24 dB. Kemudian data yang di *export* ke ekstensi \*.csv di kedalaman 5 hingga 100 m setiap 100 ping dan 10 meter. Hal ini sebagai dugaan awal bahwa di kedalaman tersebut merupakan kedalaman renang ikan yang dieksplorasi harian oleh nelayan lokal khususnya ikan pelagis kecil. Sebaran densitas ikan pelagis kecil dipetakan secara spasial dan temporal dengan menggunakan *software Surfer* dan MATLAB. Data perekaman CTD berekstensi \*.cnv diolah menggunakan *Microsoft Excel* 2007 untuk



Gambar 1 Peta lokasi penelitian dan alur pelayaran di Laut Banda

memperoleh nilai salinitas dan suhu. Kemudian data tersebut diolah menggunakan *software* ODV (*Ocean Data View*) untuk melihat sebaran menegak suhu dan salinitas di area penelitian.

Penelitian ini membuat pola sebaran dari densitas ikan pelagis kecil di Laut Banda terbagi dalam 5 lapis kedalaman renang dengan pembagian lapisan kedalaman renang per 20 meter hingga kedalaman 100 meter. Sebaran temporal ikan pelagis kecil dibuat untuk mengetahui pola sebaran densitas ikan terhadap waktu dan penelitian ini membagi waktu antara siang dan malam berdasarkan akuisisi data pada waktu lokal yaitu Waktu Indonesia Tengah (WITA/GMT +8). Pembagian waktu dibagi menjadi rembang fajar (05.00-06.00 WITA), siang (06.00-17.00 WITA), rembang petang (17.00-18.00 WITA), dan malam (18.00-05.00 WITA). Waktu rembang fajar merupakan waktu peralihan menuju matahari terbit dan rembang petang merupakan waktu peralihan menuju matahari terbenam. Distribusi sebaran horizontal densitas ikan pelagis dibagi menjadi waktu siang (06.00-18.00 WITA) dan malam (18.00-06.00 WITA).

Data panjang ikan yang digunakan adalah ikan layang (*Decapterus spp.*) sebanyak 172 ekor yang dibeli langsung dari nelayan yang diasumsikan beroperasi di Laut Banda. Konversi nilai TS yang dihubungkan dengan panjang ikan berkaitan dengan jenis gelembung renang/*swim bladder* dari ikan. Gelembung renang ikan layang tergolong kedalam gelembung renang tunggal/*physoclist* (Sasmowiyono *et al.* 2010), sehingga untuk mengkonversi nilai panjang ikan menjadi nilai *Target Strength* mengikuti persamaan Foote (1987) sebagai berikut:

$$TS = 20 \log L - 67,5 \text{ dB} \dots \dots \dots (1)$$

dengan:

$$TS = \text{Target Strength}$$

$$L = \text{panjang ikan (cm)}$$

Setelah diperoleh nilai TS, maka dicari nilai  $\sigma_{bs}$  (*backscattering cross section*). Nilai ini diperoleh dengan melakukan linearisasi data TS yang telah diperoleh dari konversinya. Kemudian persamaan TS diperoleh dengan formula (Simmonds dan MacLennan 2005):

$$TS=10 \log (\sigma_{bs}) \text{ dB} \dots\dots\dots(2)$$

$$\sigma_{bs} = 10^{\frac{TS}{10}} \dots\dots\dots(3)$$

Nilai  $\sigma_{bs}$  untuk masing-masing ukuran ikan selanjutnya digunakan untuk menghitung *average backscattering cross section* ( $\langle\sigma_{bs}\rangle$ ). Nilai inilah yang digunakan untuk mencari densitas ikan nantinya. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\langle\sigma_{bs}\rangle = (\sigma_{bs1} + \sigma_{bs2} + \dots + \sigma_{bsN})/N \dots\dots\dots(4)$$

dengan:

N = banyaknya data (Simmonds dan MacLennan 2005)

*Volume backscattering strength* (Sv) merupakan pengukuran densitas organisme dan pengukuran utama dari pendugaan densitas dan kelimpahan ikan secara akustik (Parker-Stetter *et al.* 2009). Jika target individu sangat kecil dan banyak, *echo* masing-masing objek digabungkan (Simmonds dan MacLennan 2005). Persamaan logaritmik untuk mengukur *volume backscattering strength* (Sv) adalah sebagai berikut:

$$Sv=10 \log (s_v) \text{ dB} \dots\dots\dots(5)$$

$$s_v = 10^{\frac{Sv}{10}} \dots\dots\dots(6)$$

dengan:

$s_v$  = *volume backscattering coefficient* ( $m^2 \cdot m^{-3}$ )

Penelitian ini difokuskan untuk melihat sebaran densitas volume dari ikan pelagis kecil di Laut Banda menggunakan persamaan yang mengacu kepada Parker-Stetter *et al.* (2009) yaitu persamaan dasar untuk menghitung densitas dari akustik:

$$\rho = s_v / \langle\sigma_{bs}\rangle \dots\dots\dots(7)$$

dengan:

$\rho$  = densitas volume ( $ind/m^3$ )

Nilai densitas agar tidak berbentuk desimal selanjutnya dikalikan dengan 1.000/1.000 satuan, sehingga menjadi 1.000 ind/1.000  $m^3$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pendekatan Nilai TS terhadap Panjang Ikan

Nilai *target strength* yang diperoleh dilakukan dengan pendekatan Foote (1987) yang dihubungkan dengan panjang ikan layang. Panjang ikan layang yang diperoleh memiliki panjang minimal 14,9 cm dan panjang maksimal 30,9 cm dengan rata-rata 20,83 cm. Nilai TS ikan pelagis kecil ketika survey berdasarkan panjang ikan diperkirakan dengan kisaran (-44,04) dB-(-38,71) dB dengan nilai rata-rata -41,2 dB. Tabel 1 menampilkan kisaran dari nilai *target strength* di Laut Banda.

Nilai TS yang diperoleh merupakan pendekatan terhadap persamaan dari Foote (1987) yang merupakan hasil penelitian secara *in situ* terhadap ikan dan memperhatikan tipe gelembung renang. Tipe gelembung renang ikan seperti *physostome* dan *physoclist* memberikan pengaruh dalam pengukuran nilai TS. Kesulitan dalam mengukur nilai *target strength* telah lama menjadi dorongan untuk mengontrol pengukuran ikan dengan keuntungan mengetahui target secara tepat, seperti spesies dan panjang.

Jenis ikan pelagis kecil di Laut Banda antara lain ikan layang, selar, belanak, julung-julung, ikan terbang, teri, tembang, lemuru, golok-golok, dan kembung. Ikan pelagis kecil merupakan elemen penting dari ekosistem laut karena berada di tingkat menengah dalam jaring-jaring makanan, sehingga memainkan peran yang cukup penting dalam menghubungkan

Tabel 1 Kisaran nilai target strength terhadap panjang ikan layang di Laut Banda dengan pendekatan persamaan Foote (1987)

Ukuran (cm)	TS (dB)
14,9 – 15,6	(-44,04) – (-43,64)
16,6 – 17,3	(-43,10) – (-42,74)
18,3 – 19,0	(-42,25) – (-41,92)
20,0 – 20,7	(-41,48) – (-41,18)
21,7 – 22,4	(-40,77) – (-40,50)
23,4 – 24,1	(-40,12) – (-49,86)
25,1 – 25,8	(-39,51) – (-39,27)
26,8 – 27,5	(-38,94) – (-38,71)
28,5 – 29,2	(-38,40) – (-39,19)
30,2 – 30,9	(-37,90) – (-37,70)

tingkat bawah dan atas tropik makanan (Checkley *et al.* 2009; Chauvelon *et al.* 2015). Populasi ikan pelagis kecil berfluktuasi disebabkan oleh

variabilitas lingkungan dan karena siklus hidup yang relatif singkat (2-3 tahun) (Palomera *et al.* 2007).

### Sebaran Spasial Densitas Ikan Pelagis Kecil di Laut Banda

Sumberdaya ikan pelagis kecil merupakan salah satu potensi perikanan yang melimpah di perairan Indonesia. Sumber daya ikan pelagis kecil di perairan Indonesia bagian timur pada umumnya terdistribusi luas karena memiliki sifat migrasi yang kuat (Zamroni dan Suwarso 2011). Namun profil perikanan di perairan tropis dicirikan jumlah spesies yang banyak dengan jumlah yang kecil.

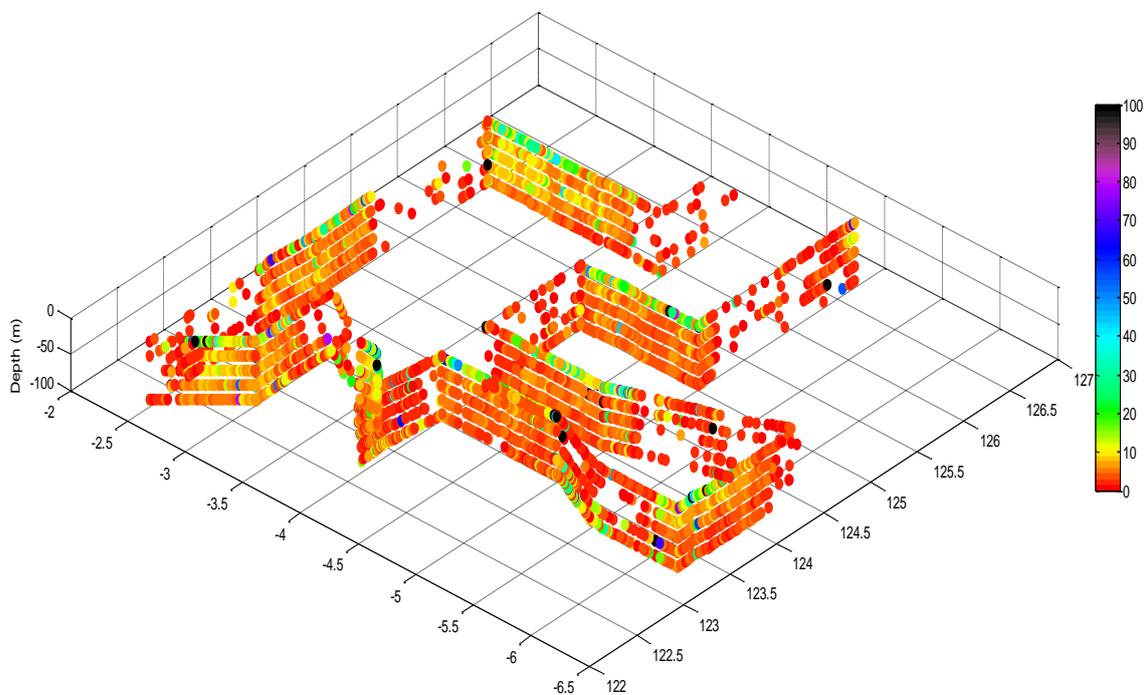
Densitas ikan pelagis kecil di lima lapisan kedalaman renang berdasarkan hasil survei diplotkan kedalam bentuk tiga dimensi (3D) pada Gambar 2. Secara keseluruhan nilai densitas ikan pelagis kecil di seluruh lintasan berada diselang <math><10\text{ ind}/1.000\text{m}^3</math>, dan beberapa lapisan ke dalam renang dengan nilai densitas >10 ind/1.000m<sup>3</sup>. Sebaran densitas di lintasan bagian utara, tepatnya di lintasan sepanjang koordinat 2,5° LS dan 124,7° - 125,8° BT (*leg* 3 dan *leg* 5) memiliki kekosongan densitas lebih banyak dibandingkan dengan posisi lainnya.

Adanya kondisi densitas yang kosong di lapisan permukaan dan sekitar kolom perairan dapat disebabkan oleh banyak kemungkinan, misalnya memang tidak adanya ikan pelagis kecil di perairan tersebut dan dapat disebabkan oleh faktor yang berasal dari kebisingan atau *noise* atau kondisi fisika kimia lingkungan yang

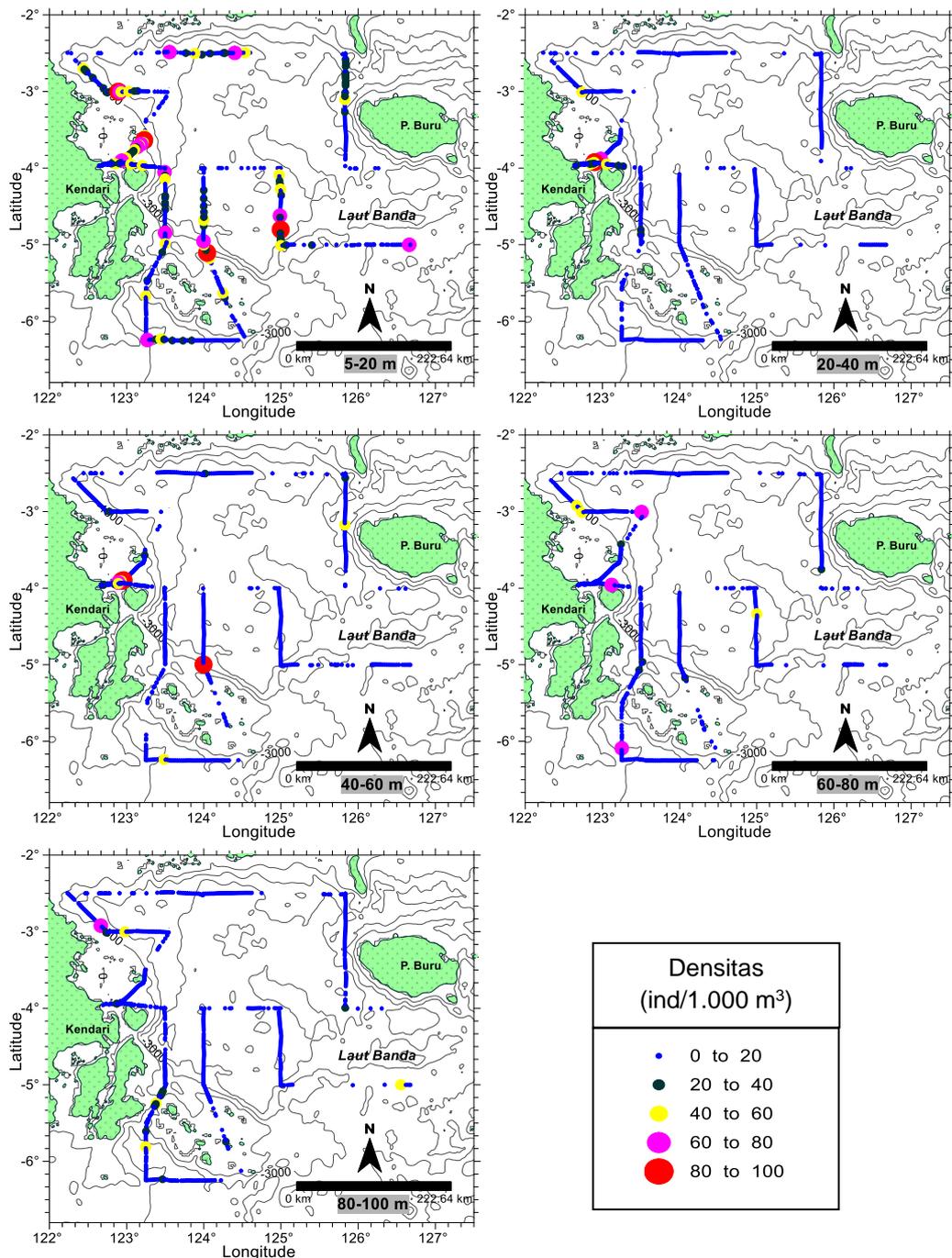
tidak disukai. Simmonds dan MacLennan (2005) menggolongkan beberapa sumber *noise* yaitu: (a) fisik seperti angin, pecahan gelombang, turbulensi; (b) biologi seperti suara dan pergerakan hewan; (c) buatan seperti suara mesin kapal, baling-baling kapal, aliran air di sekitar lambung kapal.

Menurut Handegard *et al.* (2003) *noise* yang bersumber dari kapal ketika akusisi data dapat memungkinkan hal ini terjadi, terutama yang berada dekat permukaan perairan. Ikan dapat mendeteksi *noise* yang ditimbulkan dari pergerakan kapal dan memperlihatkan tingkah laku menghindar (*avoidance*), yang dapat mengurangi kemungkinan deteksi. Hal ini juga dapat disebabkan oleh kondisi lingkungan ketika survei dilaksanakan menunjukkan kondisi cuaca yang berubah-ubah dengan kondisi gelombang yang tinggi dan terjadinya hujan. Kecepatan kapal juga menjadi salah satu faktor yang memengaruhi dalam survei akustik kelautan.

Perhitungan densitas dengan satuan ind/1.000 m<sup>3</sup> dengan menggunakan nilai Sv dan  $\sigma_{bs}$ . Parker-Stetter *et al.* (2009) menyatakan bahwa metode ini terkadang mengacu kepada skala Sv/TS dengan catatan bahwa estimasi densitas ini tergantung kepada nilai integrasi *echo* (Sv) dan estimasi dari  $\sigma_{bs}$ . Banyak ikan dengan gelembung renang menunjukkan tingkah laku migrasi vertikal. Perubahan volume



Gambar 2 Sebaran spasial densitas ikan pelagis kecil dalam tampilan 3D di Laut Banda



Gambar 3 Sebaran spasial densitas ikan pelagis kecil tiap strata kedalaman renang

gelembung renang akan memengaruhi nilai *backscattering cross section* ( $\sigma_{bs}$ ). Perubahan frekuensi resonansi yang dihasilkan dari perubahan volume gelembung renang umumnya mempengaruhi  $\sigma_{bs}$  dan  $sv$  di frekuensi yang lebih rendah (Godø *et al.* 2009).

Sebaran secara spasial ikan pelagis kecil di Laut Banda setiap kedalaman renang 20 meter (Gambar 3). Pengelompokan nilai densitas menjadi 5 kelas untuk mengetahui sebaran ikan tiap kedalaman renang tersebut. Umumnya ukuran densitas ikan pelagis kecil didominasi

oleh nilai  $<20$  ind/1.000 m<sup>3</sup> dengan melihat sebaran tiap kedalaman renang. Ukuran densitas ikan tertinggi sebesar 100 ind/1.000 m<sup>3</sup> berada di kedalaman 5-60 meter. Hal ini menandakan bahwa kedalaman tersebut memungkinkan untuk memperoleh jumlah ikan yang lebih banyak dibandingkan dengan di kedalaman setelahnya.

Lokasi ikan pelagis dengan densitas yang tinggi ditandai dengan lokasi perairan yang secara batimetri mengalami perapatan *isodepth*. Ikan pelagis kecil pada penelitian ini lebih banyak terdeteksi di perairan yang berada

di sekitar lereng laut atau *slope* yang berada di dekat daratan utama, seperti Pulau Sulawesi, Pulau Buru, Pulau Buton, dan Kepulauan Wakatobi. Hal ini disebabkan Laut Banda bagian barat, terdapat palung laut yang memiliki kedalaman hingga 5.800 meter (DJPT 2012), sehingga faktor geografis diduga mempengaruhi dalam sebaran ikan pelagis. Informasi mengenai kondisi batimetri dari suatu perairan dapat menjadi salah satu penciri untuk mengetahui pola distribusi ikan secara spasial.

Ikan pelagis cenderung berada di perairan yang dekat dengan pulau yang berkaitan dengan sumber nutrisi yang cukup melimpah untuk ikan mencari makan dibandingkan di laut lepas. Ketersediaan makanan, dengan kondisi arus, dan intensitas cahaya yang menguntungkan akan mempengaruhi pola migrasi untuk ikan pelagis. Survei penelitian ini dilaksanakan pada musim barat (bulan Februari) yang menurut penelitian Hamka (2012) sebaran daerah penangkapan ikan (DPI) musim barat berpotensi di perairan Sulawesi Tenggara (perairan Wakatobi, Muna, dan sekitar perairan Kepulauan Banggai), sedangkan DPI yang tergolong kurang potensial terlihat mendominasi di seluruh perairan Laut Banda.

Perairan yang dekat dengan pulau atau daratan utama memberikan pengaruh untuk ikan pelagis dalam mencari makan dan beruaya. Checkley (2009) mengkaji ikan teri dan sarden di Jepang mengemukakan bahwa ikan cenderung memijah di perairan sekitar daratan utama, yaitu Pulau Honshu dan Kyushu selama kelimpahannya rendah, dan akan menuju ke lepas pantai ketika kelimpahannya tinggi. Rahrjo *et al.* (2011) menyatakan bahwa kehidupan ikan berlangsung disetiap kedalaman, namun lebih padat terdapat di sekitar daratan dan pulau-pulau.

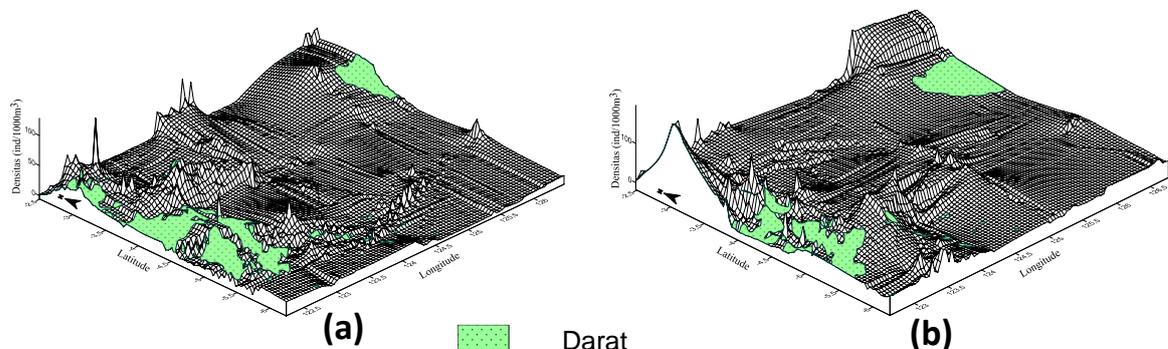
Sebaran spasial ikan pelagis kecil di lapisan pertama memiliki nilai densitas yang lebih tinggi. Hal ini dapat diduga dipengaruhi oleh

kondisi perairan, seperti suhu perairan. Ikan pelagis kecil lebih banyak terdeteksi di kedalaman renang dengan kisaran suhu 28-30 °C. Dalam FishBase.org, menyebutkan bahwa salah satu ikan pelagis kecil yaitu ikan layang jenis *Decapterus russelli* yang hidup di perairan tropis menyukai perairan dengan suhu 28 °C. Faktor suhu akan mempengaruhi proses metabolisme, aktifitas gerakan tubuh, dan berfungsi sebagai stimulus saraf ikan pelagis (Bernal 2011). Hughes *et al.* (2014) di dalam penelitiannya menyatakan suhu secara signifikan mempengaruhi tingkat pencernaan di lambung. Kisaran toleransi suhu berubah-ubah sampai fase ontogeni dan kisaran toleransi semakin besar ketika memasuki fase juvenil (Freitas *et al.* 2010).

### Sebaran Temporal Ikan Pelagis Kecil di Laut Banda

Pola distribusi horizontal densitas ikan pelagis kecil dikelompokkan antara waktu siang dan malam (Gambar 4). Densitas ikan pelagis kecil di Laut Banda pada siang hari menunjukkan pola yang beragam, terlihat kontur dari densitas beragam yang menunjukkan ukuran dari densitas ikan, terutama di bagian yang berdekatan dengan pulau. Pola densitas pada malam hari menunjukkan pola yang cenderung seragam. Namun, nilai densitas pada waktu malam lebih tinggi jika dibandingkan dengan waktu siang. Perbedaan ini mengindikasikan adanya perbedaan pola distribusi ikan berkaitan dengan tingkah laku ikan. Tingkah laku kebanyakan hewan akuatik akan berubah menyesuaikan waktu yang berkaitan dengan intensitas cahaya di lingkungan tersebut. Hal ini menjadi salah satu implikasi dalam survei akustik (Simmonds dan MacLennan 2005).

Tingkah laku berkelompok merupakan karakteristik yang menonjol pada ikan pelagis. Tingkah laku ikan pelagis pada siang hari cenderung membentuk kelompok, sedangkan pada



Gambar 4 Distribusi horizontal total densitas ikan pelagis kecil di Laut Banda pada waktu (a) siang dan (b) malam

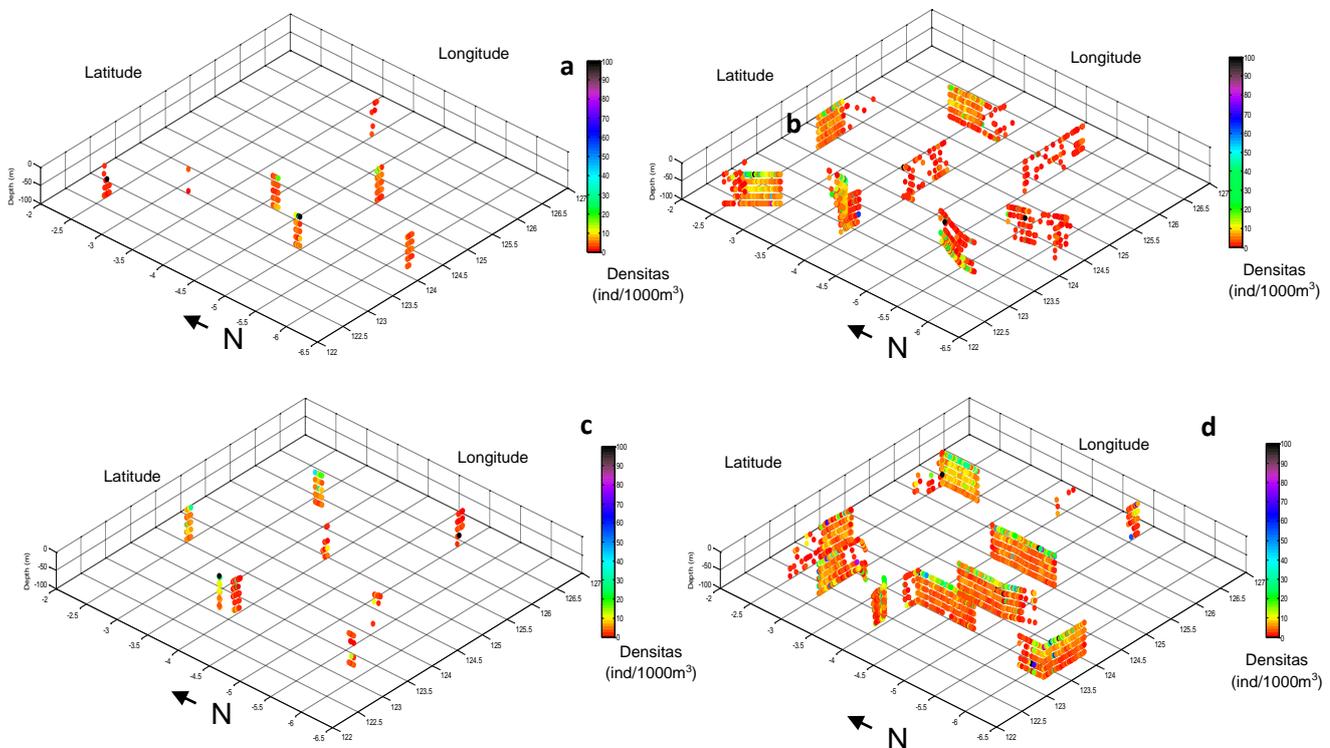
malam hari cenderung menyebar (Soria *et al.* 2009). Tingginya densitas ikan pelagis kecil menunjukkan jumlah individu yang sangat tinggi serta keragaman genetik intraspecies yang tinggi pula. Oleh karena itu, ikan pelagis merupakan kelompok yang paling khas, dicirikan dengan tingkat trofik menengah yang memiliki tingkah laku, sifat, dan dinamika yang berbeda dengan spesies lain serta berperan penting dalam ekosistem (Curry *et al.* 2000).

Pola sebaran densitas ikan pelagis secara temporal dibagi berdasarkan empat waktu yang telah ditentukan (Gambar 5). Sebaran densitas pada waktu rembang fajar, akusasi data berada di selatan Pulau Buru, Sulawesi, dan sekitar Kepulauan Wakatobi. Densitas ikan pelagis kecil menunjukkan menyebar di setiap kedalaman renang dengan nilai densitas lebih tinggi berada di kedalaman renang bagian atas. Posisi koordinat  $2,5^{\circ}$  LU dan  $122,5^{\circ}$  BT (*leg 5*) menunjukkan sebaran densitas ikan pelagis kecil pada waktu rembang fajar berada di kedalaman renang lebih dari 50 meter dan termasuk kedalam lapisan termoklin. Kondisi densitas pada waktu siang hari menunjukkan nilai densitas memiliki nilai yang lebih tinggi di kedalaman renang kurang dari 50 meter. Namun, nilai densitas yang berada di antara Pulau Buton dan Kepulauan Wakatobi ( $4,5^{\circ}$ - $5,5^{\circ}$  LS dan

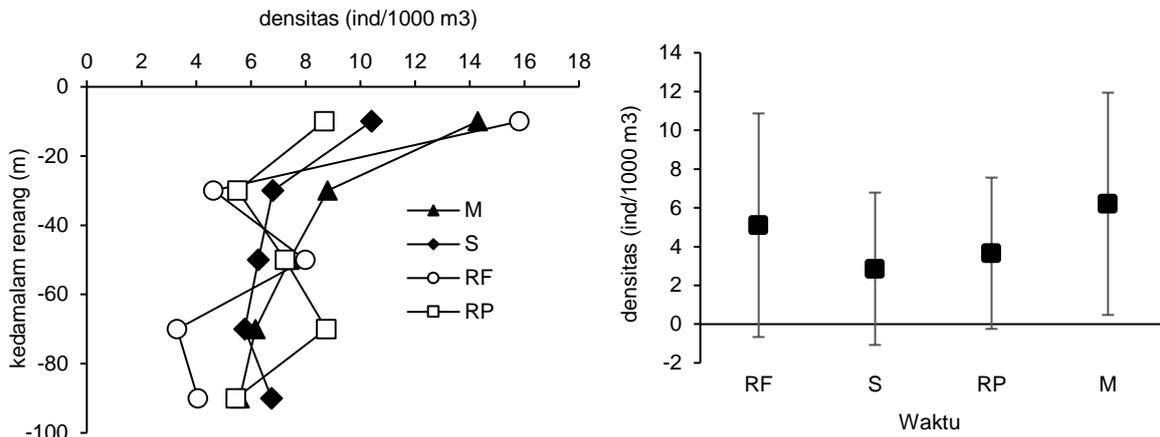
$123^{\circ}$ - $123,5^{\circ}$  BT) memiliki nilai densitas lebih tinggi di kedalaman renang lebih dari 50 meter. Selain itu, pada waktu siang hari, densitas ikan pelagis kecil lebih banyak mengalami kekosongan deteksi di beberapa lintasan akusasi data.

Akusasi data pada waktu rembang petang menunjukkan sebaran densitas ikan pelagis kecil memiliki nilai lebih tinggi di kedalaman renang kurang dari 50 meter. Kondisi sebaran densitas ikan pelagis kecil pada waktu malam hampir sama dengan waktu rembang petang, yaitu densitas ikan nilainya lebih tinggi di kedalaman renang yang dangkal. Namun, pada waktu malam hari terdapat densitas ikan yang mengalami kekosongan di strata kedalaman renang, yaitu berada di timur Pulau Sulawesi tepatnya di koordinat diantara  $-2,5^{\circ}$  LS dan  $122,5^{\circ}$ - $123,5^{\circ}$  BT (*leg 5*).

Data akustik pada penelitian ini lebih banyak terekam pada waktu malam hari berhubungan dengan perekaman data *tracking* pada malam hari lebih banyak dibandingkan dengan siang hari ketika pelaksanaan survei. Berdasarkan pembagian empat waktu tersebut, nilai densitas ikan pelagis lebih banyak di kedalaman renang kurang dari 50 meter. Ikan pelagis kecil merupakan jenis ikan yang hidup di kolom



Gambar 5 Pola plot 3D distribusi densitas ikan pelagis kecil pada waktu (a) rembang fajar, (b) siang, (c) rembang petang, dan (d) malam



Gambar 6 (a) Distribusi harian rata-rata densitas ikan pelagis kecil di Laut Banda berdasarkan strata kedalaman renang; (b) Distribusi harian rata-rata densitas ikan pelagis kecil di Laut Banda

perairan dan memiliki kemampuan gerak dan mobilitas yang tinggi. Hal ini dapat disebabkan di lapisan kedalaman tersebut memungkinkan bagi ikan untuk dapat lebih mudah beradaptasi terhadap kondisi lingkungan. Dalzell (1993) mengemukakan bahwa ikan pelagis kecil seperti kembung (*Rastrelliger* spp.) ditemukan di lepas pantai yang berada di zona neritik, sedangkan ikan layang (*Decapterus* spp.) umumnya ditemukan di zona neritik hingga laut lepas.

Kekosongan densitas ikan pelagis kecil yang terjadi di lapisan kedalaman renang dapat disebabkan oleh beberapa faktor, misalnya kondisi lapisan perairan tersebut tidak memungkinkan bagi ikan ataupun dapat disebabkan oleh faktor lain seperti kondisi ketika akuisisi data. Kekosongan densitas ikan lebih banyak terjadi pada waktu siang hari diduga disebabkan oleh faktor suara mesin kapal didukung dengan ketersediaan cahaya matahari membuat ikan merespon dengan berenang menghindari kapal dan terhindar dari area deteksi. Handegard *et al.* (2003) menyatakan bahwa ikan menghindari kapal telah dilaporkan dalam kegiatan survei *trawl*, yaitu ikan *atlantic cod* mampu mendeteksi sebuah kapal *trawl* di kisaran minimal 2,5 km. Ikan dapat menanggapi beberapa rangsangan dari kapal seperti suara pada frekuensi yang berbeda, rangsangan visual, dan tingkat cahaya.

Distribusi ikan pelagis berdasarkan kedalaman renang menunjukkan adanya perbedaan nilai densitas antara waktu rembang fajar, siang, petang, dan malam hari (Gambar 6). Nilai densitas total keseluruhan ikan pelagis kecil yang terdeteksi saat penelitian sebesar 33.158 ind/1.000 m<sup>3</sup>. Berdasarkan keempat waktu tersebut, densitas ikan pelagis kecil pada waktu malam hari mengalami penurunan dengan ber-

tambahnya kedalaman, yang menandakan pada malam hari distribusi ikan pelagis kecil lebih banyak di kedalaman renang dekat permukaan. Berbeda dengan waktu rembang fajar, siang, dan rembang petang yang mengalami fluktuatif dengan bertambahnya kedalaman. Nilai densitas ikan pelagis kecil pada waktu rembang fajar, siang, dan malam lebih tinggi nilainya pada kedalaman renang 5-20 meter, sedangkan pada waktu rembang petang (17.00-18.00 WITA) nilai densitas lebih tinggi pada kedalaman renang 60-80 meter.

Distribusi harian rata-rata densitas ikan pelagis kecil selama sembilan hari survey di Laut Banda dimaksudkan melihat densitas ikan pada empat kelompok waktu. Berdasarkan Gambar 8b, densitas ikan pada waktu rembang fajar sebesar  $5,10 \pm 5,77$  ind/1.000 m<sup>3</sup>, siang sebesar  $2,86 \pm 3,93$  ind/1.000 m<sup>3</sup>, rembang petang sebesar  $3,66 \pm 3,90$  ind/1.000 m<sup>3</sup>, dan malam sebesar  $6,21 \pm 5,73$  ind/1.000 m<sup>3</sup>. Waktu malam hari menunjukkan densitas ikan pelagis kecil lebih beragam dengan nilai densitas yang lebih tinggi dibandingkan waktu lainnya. Hal ini menandakan bahwa pada malam hari kelompok ikan pelagis kecil ditemukan dengan nilai yang lebih bervariasi yang berhubungan dengan tingkah laku pada malam hari cenderung menyebar (Simmonds and MacLennan, 2005).

Densitas ikan pelagis kecil lebih dipengaruhi oleh waktu dan kedalaman renang. Sebagai planktivora, ikan pelagis kecil umumnya aktif mencari makan pada waktu matahari terbit dan saat matahari terbenam. Adanya hubungan antara radiasi matahari pagi dan matahari terbenam dikaitkan dengan kemampuan ikan untuk mencari mangsa (Thomson dan Allen 2000). Tingkah laku yang demikian ini diduga berhubungan dengan kebiasaan makan dari ikan pe-

lagis kecil. Ikan pelagis kecil tergolong kedalam planktivora yang memakan jenis fitoplankton dan zooplankton (Ward *et al.* 2008). Migrasi vertikal zooplankton sangat bergantung terhadap respon dan adaptasi organisme tersebut terhadap perubahan lingkungan, kondisi intensitas cahaya, dan kehadiran predator (Brierley 2014). Dalam hubungannya dengan rantai makanan, zooplankton merupakan sumber pangan bagi semua ikan pelagis.

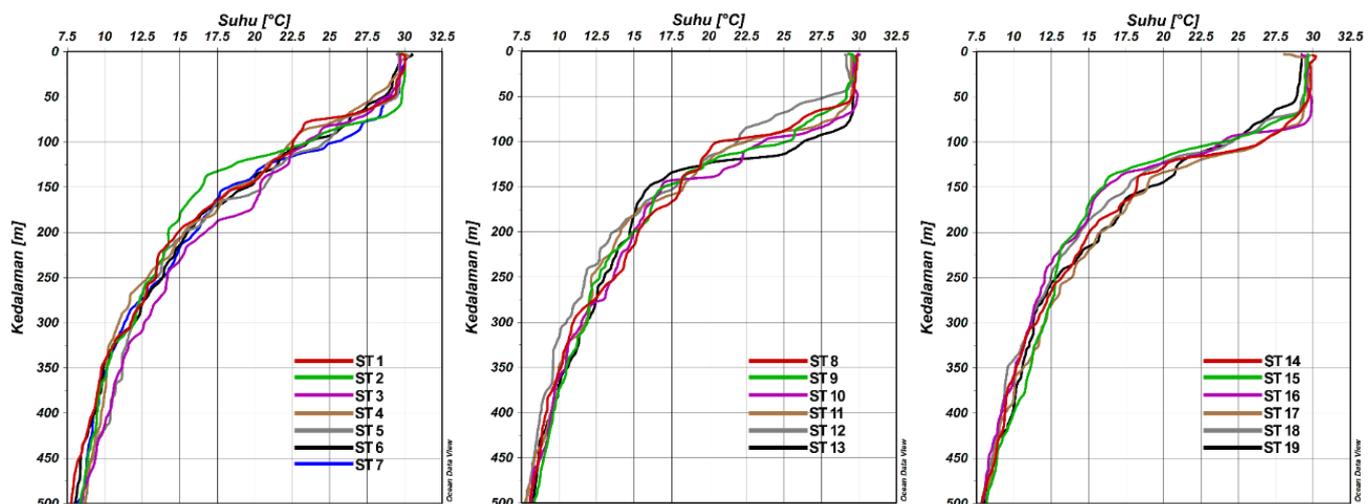
Densitas ikan pelagis kecil di Laut Banda lebih banyak terdeteksi di kedalaman renang dangkal dengan karakteristik suhu cenderung hangat. Sebaran densitas ikan pelagis kecil dapat dipengaruhi oleh waktu yang akan mempengaruhi tingkah laku ikan. Tingkah laku kelompok ikan dari suatu spesies dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti umur dari populasi, kondisi lingkungan abiotik, serta kehadiran spesies lain yang selanjutnya parameter itu dapat berhubungan dengan distribusi spesies dan habitat (Tsagarakis *et al.* 2015). Tingkah laku ikan pelagis kecil pada waktu siang hari membentuk kelompok dan malam hari akan menyebar sebagai bentuk penyesuaian terhadap kondisi gelap dan terang di lingkungan.

### Kondisi Suhu dan Salinitas di Laut Banda

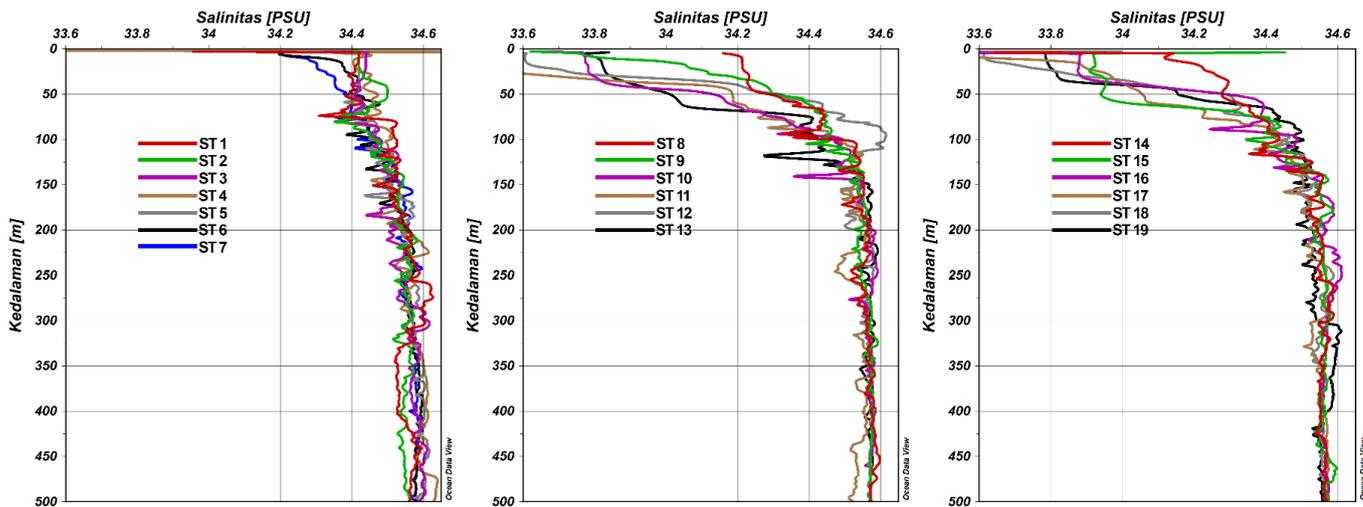
Laut Banda merupakan kategori laut dalam sehingga stratifikasi suhu sangat dipengaruhi oleh pola musim. Gambar 7 merupakan profil sebaran menegak suhu di 19 stasiun penelitian selama survei menggunakan instrumen CTD hingga kedalaman 500 meter. Fenomena penurunan suhu secara drastis di stasiun penelitian dimulai dari kedalaman 60-350 meter. Penurunan suhu secara drastis ini merupakan fe-

nomena yang umum terjadi di lautan dan dikenal dengan istilah lapisan termoklin. Lapisan termoklin merupakan lapisan perairan laut dengan terjadinya penurunan suhu yang drastis terhadap kedalaman (Yang dan Wang 2009). Kisaran suhu lapisan termoklin di penelitian ini adalah 10-28 °C. Suhu di lapisan permukaan cenderung lebih hangat dan semakin menurun dengan bertambahnya kedalaman disebabkan oleh energi matahari cenderung lebih besar berada di bagian atas kolom perairan dan semakin berkurang dengan bertambahnya kedalaman. Hal ini juga dapat dipengaruhi oleh faktor lain, seperti arus permukaan, keadaan tutupan awan, pertukaran massa air secara vertikal dan horizontal, maupun peristiwa *upwelling* (Yahya 2006).

Sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan (evaporasi), curah hujan (presipitasi), dan masukan dari aliran sungai (*run off*) yang ada disekitarnya. Gambar 8 menunjukkan profil sebaran menegak dari salinitas di Laut Banda di 19 stasiun penelitian dengan variasi salinitas memiliki pola perubahan yang cukup kecil dengan bertambahnya kedalaman. Selang salinitas di lokasi penelitian berkisar dari 33,6-34,6 psu. Salinitas di perairan dalam lebih tinggi jika dibandingkan dengan bagian permukaan. Umumnya salinitas di perairan oseanik memiliki variasi perubahan yang kecil jika dibandingkan dengan perairan pesisir. Perubahan salinitas di perairan Laut Banda hampir disebabkan oleh penguapan dan presipitasi (Moniharapon *et al.* 2014). Distribusi ikan di Laut Banda dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti suhu dan salinitas. Namun keterkaitan parameter ini perlu dilakukan kajian secara mendalam dan komprehensif.



Gambar 7 Profil sebaran menegak suhu di Laut Banda



Gambar 8 Profil sebaran menegak salinitas di Laut Banda

## KESIMPULAN

Secara spasial densitas ikan pelagis kecil di perairan Laut Banda menyebar sesuai lintasan penelitan dengan ukuran densitas ikan tertinggi berada di kedalaman 5-20 meter dan densitas ikan cenderung tinggi berada di lereng laut yang dekat dengan daratan utama. Nilai estimasi densitas total keseluruhan ikan pelagis kecil yang terdeteksi saat penelitian sebesar 33.158 ind/1.000 m<sup>3</sup>. Secara temporal, tingkah laku ikan pelagis pada siang hari cenderung membentuk kelompok, sedangkan pada malam hari cenderung menyebar. Sebaran densitas ikan pelagis kecil berdasarkan distribusi harian lebih banyak ditemukan pada waktu malam dan rebang fajar. Densitas ikan pelagis kecil lebih dipengaruhi oleh faktor kedalaman renang dan perubahan waktu yang berpengaruh terhadap proses gelap dan terang di perairan. Informasi mengenai sebaran spasial dan temporal ikan pelagis kecil di Laut Banda sangat berkaitan erat dengan kondisi perairan seperti suhu perairan, kondisi batimetri, dan waktu yang mengindikasikan persebaran dari ikan pelagis kecil. Hal ini akan mempengaruhi penyebaran ikan pelagis kecil yang akan menjadi informasi penting dalam penentuan daerah penangkapan ikan bagi nelayan.

## SARAN

Penelitian ini mengacu kepada estimasi jumlah ikan yang diperoleh dari survei akustik. Untuk melakukan validasi hasil survei akustik, diperlukan data tangkapan ikan di lokasi penelitian. Kajian secara komprehensif perlu dilakukan untuk melihat hubungan parameter lingkungan dengan distribusi ikan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Penelitian Perikanan Laut (BPPL) atas kesempatannya mengikuti *cruise* di Laut Banda sebagai data penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- [DJPT] Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap. 2012. RPP-Teluk Tolo dan Laut Banda [Internet]. [diunduh 2016 Maret 20]. Tersedia pada: [www.djpt.kkp.go.id/ditsdi/arsip/file/869/rpp\\_wpp\\_714.pdf](http://www.djpt.kkp.go.id/ditsdi/arsip/file/869/rpp_wpp_714.pdf).
- [ICES] International Council for the Exploration of the Sea. 2007. *Collection of Acoustic Data from Fishing Vessel*. Denmark: ICES Cooperative Research Report No. 287. 83 pp.
- Bernal D. 2011. Physiological Specializations of Different Fish Groups: Pelagic Fishes. Di dalam : Farrell AP, Cech JJ, Richards JG, Stevens ED, editor. *Encyclopedia of Fish Physiology: From Genome to Environment*. Volume 1. London : Academic Pr. 1887-1902.
- Brierley AS. 2014. Diel Vertical Migration. *Current Biology*. 24(22): 1074-1076.
- Checkley DM, Ayon P, Baumgartner TR. 2009. Habitats. Di dalam : Checkley DM, Alheit J, Oozeki Y, Roy C, editor. *Climate Change and Small Pelagic Fish*. New York : Cambridge University Pr. 12-44.
- Chouvelon T, Violamer L, Dessier A. 2015. Small Pelagic Fish Feeding Patterns in Relation to Food Resource Variability: an Isotopic Investigation for *Sardina pilchardus* and *Engraulis encrasiocolus* from the

- Bay of Biscay (North-East Atlantic). *Marine Biology*. 162(1): 15-37.
- Curry P, Bakun A, Crawford RJM, *et al.* 2000. Small Pelagics in Upwelling Systems: Patterns of Interaction and Structural Changes in "Wasp-waist" Ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*. 57: 603-618.
- Dalzell PJ. 1993. Small Pelagic Fishes. Di dalam: Wright A, Hill L, editor. *Nearshore Marine Resources of the South Pacific*. Canada : International Centre for Ocean Development. 97-133.
- Foote KG. 1987. Fish Target Strengths for Use in Echo Integrator Surveys. *J. Acoust. Soc. Am.* 82(3): 981-987.
- Freitas V, Cardoso JF, Lika K, Peck MA, Campos J, Kooijman SALM, van der Veer HW. 2010. Temperature Tolerance and Energetics: a Dynamic Energy Budget-Based Comparison of North Atlantic Marine Species. *Phil. Trans. R. Soc. B*. 365(2010): 3553-3565.
- Godø OR, Patel R, Pedersen G. 2009. Diel Migration and Swimbladder Resonance of Small Fish: Some Implications for Analyses of Multifrequency Echo Data. *ICES J. Mar. Sci.* 66: 1143-1148.
- Hamka E. 2012. Pemetaan Daerah Penangkapan Potensial Ikan Layang (*Decapterus* spp.) di Laut Banda [tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Handegard NO, Michalsen K, Tjøstheim D. 2003. Avoidance Behaviour in Cod (*Gadus morhua*) to a Bottom-Trawling Vessel. *Aquat. Living Res.* 16: 265-270.
- Hiariey J, Baskoro MS. 2011. Fishing Capacity of the Small-Pelagic Fishery at Banda Sea, Moluccas. *Journal of Coastal Development*. 14(2): 115-124.
- Hughes JM, Stewart J, Lyle JM, Suthers M. 2014. Top-Down Pressure on Small Pelagic Fish by Eastern Australian Salmon *Arripis trutta* : Estimation of Daily Ration and Annual Prey Consumption Using Multiple Techniques. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 459: 190-198.
- Manik HM, Nurkomala I. 2016. Pengukuran Target Strength dan Stok Ikan di Perairan Pulau Pari Menggunakan Metode Single Echo Detector. *Marine Fisheries*. 7(1): 69-81.
- Moniharapon D, Jaya I, Manik HM, Pujiyati S, Hestirianoto T, Syaihailatua A. 2014. Mi-grasi Vertikal Zooplankton di Laut Banda. *Jurnal Kelautan Nasional*. 9(3): 143-151.
- Palomera I, Olivar MP, Salat J, Sabatés A, Coll M, García A, Morales-Nin B. 2007. Small Pelagic Fish in the NW Mediterranean Sea: an Ecological Review. *Progress in Oceanography*. 74: 377-396.
- Parker-Stetter SL, Rudstam LG, Sullivan PJ, Warner DM. 2009. *Standard Operating Procedures for Fisheries Acoustics Surveys in the Great Lakes*. Ann Arbor : Great Lakes Fish. Comm. Spec. Pub.
- Raharjo MF, Sjafei DS, Affandi R, Sulistiono, Hutabarat J. 2011. *Iktiologi*. Bandung: Lubuk Agung.
- Sasmowiyono S, Yudhana A, Din J, Raja-Hassan RB. 2010. Fish Species Identification Based on its Acoustic Target Strength Using *In Situ* Measurement. *AACL Bioflux*. 3(3): 195-2210.
- Simmonds J, MacLennan D. 2005. *Fisheries Acoustics Theory and Practice Second Edition*. Oxford: Blackwell Science Ltd.
- Soria M, Dagorn L, Fréon P. 2009. First Field-Based Experiment Supporting the Meeting Point Hypothesis for Schooling in Pelagic Fish. *An. Behaviour*. 30: 1-6.
- Thomas GL, Kirsch J. 2000. Nekton and Plankton Acoustics: an Overview. *Fisheries Research*. 47(2-3): 107-113.
- Thomson RE, Allen SE. 2000. Time Series Acoustic Observations of Macrozooplankton Diel Migration and Associated Pelagic Fish Abundance. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57: 1919-1931.
- Tsagarakis K, Giannolaki M, Pyrounaki M, Machias A. 2015. Species Identification of Small Pelagic Fish Schools by Mean Hydroacoustics in the Eastern Mediterranean Sea. *Medit. Mar. Sci.* 16(1): 151-161.
- Wang K, Duan XB, Liu SP, Chen DQ, Liu MD. 2013. Acoustic Assessment of the Fish Spatio-Temporal Distribution During the Initial Filling of the Three Gorges Reservoir, Yangtze River (China), from 2006 to 2010. *J. Appl. Ichthyol.* 29: 1395-1401.
- Ward TM, Goldsworthy S, Rogers PJ, Page B. 2008. *Ecological Importance of Small Pelagic Fishes in The Flinders Current System*. Report to Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts. South Australian Research and Development Institute (Aquatic Science).

- Adelaide: SARDI Publication No. F2007/001194-1.
- Yahya MA. 2006. Studi Tentang Perikanan Ikan Terbang di Selat Makassar Melalui Pendekatan Dinamika Biofisik, Musim dan Daerah Penangkapan [disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Yang H, Wang F. 2009. Revisiting the Thermocline Depth in the Equatorial Pacific. *Journal of Climate*. 22: 3856-3863.
- Zamroni A, Suwarso. 2011. Studi Tentang Biologi Reproduksi Beberapa Spesies Ikan Pelagis Kecil di Perairan Laut Banda. *Bawal*. 3(5): 337-344.