

## PENGUKURAN NILAI TARGET STRENGTH DAN ACOUSTIC FISH DENSITY DI PERAIRAN PULAU TIDUNG, KEPULAUAN SERIBU

### TARGET STRENGTH AND ACOUSTIC FISH DENSITY MEASUREMENT TIDUNG ISLAND, KEPULAUAN SERIBU

Muhammad Farhan<sup>1</sup>, Henry Munandar Manik<sup>2\*</sup>, Totok Hestrianoto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor,  
Jalan Agatis, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor,  
Jalan Agatis, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

Korespondensi: henrymanik@apps.ipb.ac.id

#### ABSTRACT

Information on fish density is still not accurate, because the data obtained are not directly measured in real conditions of the waters. To overcome this problem, we used hydroacoustic technology of echosounder i.e., a Single Beam Echosounder (SBES) SIMRAD EK 15 with a frequency of 200 kHz. This study aimed to examine and interpret the measurement results of target strength and acoustic fish density in the waters of Tidung Island, Kepulauan Seribu in order to obtain a visualization of fish density and determine the relationship between target strength, fish density, temperature and salinity. Data processing used Sonar 5-Pro, Matlab 2016, and Minitab 16. TS in Tidung Island waters were -59,4 dB to -34,6 dB. The highest fish density value was found at station 3 at a depth of 12-21 m at 778,1 ind/m<sup>3</sup> the lowest fish density was at station 6 at a depth of 2-11 m at 0,3 ind/m<sup>3</sup>. Temperature and salinity had various values with values ranging from 29,6°C to 31,2°C and 32,2 PSU to 33,3 PSU. The results of PCA analysis of TS and fish density had a stronger relationship with temperature than salinity.

Keywords: fish density, salinity, target strength, temperature

#### ABSTRAK

Informasi mengenai densitas ikan masih kurang akurat, dikarenakan data yang diperoleh tidak dilakukan pengukuran langsung pada kondisi nyata di perairan. Untuk mengatasi masalah ini, digunakan teknologi hidroakustik berupa echosounder yaitu *Single Beam Echosounder* (SBES) SIMRAD EK 15 dengan frekuensi 200 kHz. Penelitian ini bertujuan mengkaji dan menginterpretasi hasil pengukuran *target strength* dan *acoustic fish density* perairan Pulau Tidung Kepulauan Seribu sehingga diperoleh visualisasi densitas ikan dan mengetahui hubungan *target strength*, densitas ikan, suhu, dan salinitas. Pengolahan data menggunakan perangkat Sonar 5-Pro, Matlab 2016, dan Minitab 16. Nilai TS di perairan Pulau Tidung yaitu -59,4 dB sampai dengan -34,6 dB. Nilai densitas ikan tertinggi terdapat pada stasiun 3 di kedalaman 12-21 m sebesar 778,1 ind/m<sup>3</sup> sedangkan densitas ikan terendah terdapat pada stasiun 6 di kedalaman 2-11 m sebesar 0,3 ind/m<sup>3</sup>. Suhu dan salinitas memiliki nilai yang bervariasi dengan kisaran nilai 29,6°C sampai 31,2°C dan 32,2 PSU sampai 33,3 PSU. Hasil analisis PCA nilai TS dan densitas ikan memiliki hubungan yang lebih kuat dengan suhu dibandingkan salinitas.

Kata kunci: densitas ikan, salinitas, suhu, *target strength*

## PENDAHULUAN

Pulau Tidung merupakan pulau yang memiliki potensi wisata bahari dan perikanan cukup baik yang terdapat di Kepulauan Seribu Selatan (Yogaswara *et al.* 2016). Kondisi perairan di Pulau Tidung memiliki suhu berkisar 28-29°C, salinitas bernilai 29‰, pH bernilai 8, dan kecerahan bernilai 90 cm (Dody dan Winanto 2018). Densitas ikan karang di perairan Kepulauan Seribu pada tahun 2007 melalui hasil sensus visual dengan transek garis sebanyak 42 ekor/250 m<sup>2</sup> - 536 ekor/250 m<sup>2</sup>. Potensi perikanan dalam pengukuran dan analisis *acoustic backscattering* ikan di perairan Pulau Tidung perlu dikaji agar sumberdaya ikan dapat dikelola dengan baik (Alajuri *et al.* 2022). Informasi mengenai densitas ikan diperoleh dari perhitungan ikan yang didaratkan di pelabuhan tidak dilakukan pengukuran langsung pada kondisi nyata di perairan, sehingga masih kurang akurat (Manik 2014). Teknologi hidroakustik dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan ini (Manik dan Nurkomala 2016). Menurut Fauziyah dan Jaya (2010) metode hidroakustik dapat menjamin akurasi dalam mengestimasi sumberdaya ikan dan referensi untuk kesesuaian akurasi dengan data tangkapan. Hal serupa pernah dilakukan di Pulau Baai Kota Bengkulu dengan menggunakan teknologi hidroakustik dalam menentukan kepadatan ikan (Septiyani *et al.* 2022).

Teknologi hidroakustik merupakan metode mendeteksi objek dalam air yang memanfaatkan gelombang suara dan memiliki kelebihan seperti informasi area yang dideteksi dapat diperoleh secara cepat (*real time*) dan secara langsung di wilayah deteksi (*in situ*) (Manik dan Ma'mun 2009). Teknologi hidroakustik sangat efektif dalam mempelajari hewan air dan lingkungannya tanpa menyebabkan kerusakan atau perubahan lingkungan yang signifikan (Shabangu *et al.* 2014; Lutron 2002). Teknologi hidroakustik dapat mengelompokkan dan membedakan biota dalam kolom perairan yaitu dengan menggunakan alat *echosounder*. Jenis *echosounder* yang digunakan yaitu *Single Beam Echosounder* (SBES) SIMRAD EK 15 dengan frekuensi 200 kHz dapat digunakan dalam perekaman hambur balik kolom perairan (Pujiyati *et al.* 2019). Informasi yang didapatkan oleh SBES berupa data dari pantulan gelombang suara dan nilai hambur balik dari sinyal suara yang ditransmisikan

mengenai dasar perairan atau objek yang disebut *backscatter*. Gelombang suara yang kembali (*backscatter*) dapat dianalisis untuk memperoleh informasi kolom perairan berupa *target strength* dan *volume backscattering strength* (Alajuri 2022).

*Target Strength* (TS) adalah kemampuan target dalam memantulkan suara yang mengenainya (Lubis *et al.* 2017). Nilai TS dapat merepresentasikan ukuran objek yang dideteksi, jika nilai TS kecil maka target berukuran kecil, sebaliknya jika nilai TS besar maka target berukuran besar (Anggraeni dan Supriyadi 2019). Faktor yang mempengaruhi perubahan nilai TS pada ikan yaitu tubuh ikan, tingkah laku ikan, gelembung renang, sudut datang pulsa, panjang gelombang dan frekuensi, *acoustic impedance*, dan elemen ikan (daging, tulang, kekenyalan kulit serta distribusi dari sirip dan ekor) (Simmonds dan MacLennan 2005). *Volume backscattering strength* (SV) adalah rasio antara intensitas yang direfleksikan oleh suatu kelompok *single target* pada suatu volume air (Lubis 2017). Nilai TS dan SV digunakan untuk mencari *acoustic fish density* di suatu perairan (Iida *et al.* 1996). *Acoustic fish density* atau densitas ikan akustik adalah merupakan jumlah ikan per unit volume air (ind/1000m<sup>3</sup> atau ind/m<sup>3</sup>) yang dihitung menggunakan instrumen akustik. Faktor yang mempengaruhi densitas ikan terdiri atas suhu permukaan laut, salinitas, klorofil-a, kedalaman, dan kecepatan arus (Amir *et al.* 2018). Terdapat dua metode dalam mengestimasi densitas ikan yaitu *echo counting* dan *echo integration*.

Metode *echo counting* berkerja dengan baik pada ikan besar yang hambur balik yang kuat, sering digunakan untuk mendeteksi spesies tunggal yang diketahui seperti migrasi salmon (Nurkomala 2016; Simmonds dan MacLennan 2005). Metode *echo integration* lebih cocok digunakan untuk densitas yang cukup tinggi dengan ikan berukuran kecil sehingga menghasilkan data yang lebih akurat dibandingkan *echo counting* (Manik dan Nurkomala 2016). Penelitian ini menggunakan metode *echo integration* bertujuan mengkaji dan menginterpretasi hasil pengukuran *target strength* dan *acoustic fish density* perairan Pulau Tidung Kepulauan Seribu dari *Single Beam Echosounder* SIMRAD EK 15 sehingga diperoleh visualisasi densitas ikan serta mengetahui hubungan *target strength* dan densitas ikan dengan suhu dan salinitas. Informasi ini sangat diperlukan

bagi nelayan sekitar untuk menentukan daerah tangkapan dan pemerintah untuk mengoptimalkan potensi bahari di Pulau Tidung.

data hasil rekaman SIMRAD EK15 yang digunakan dalam penelitian.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan bahan

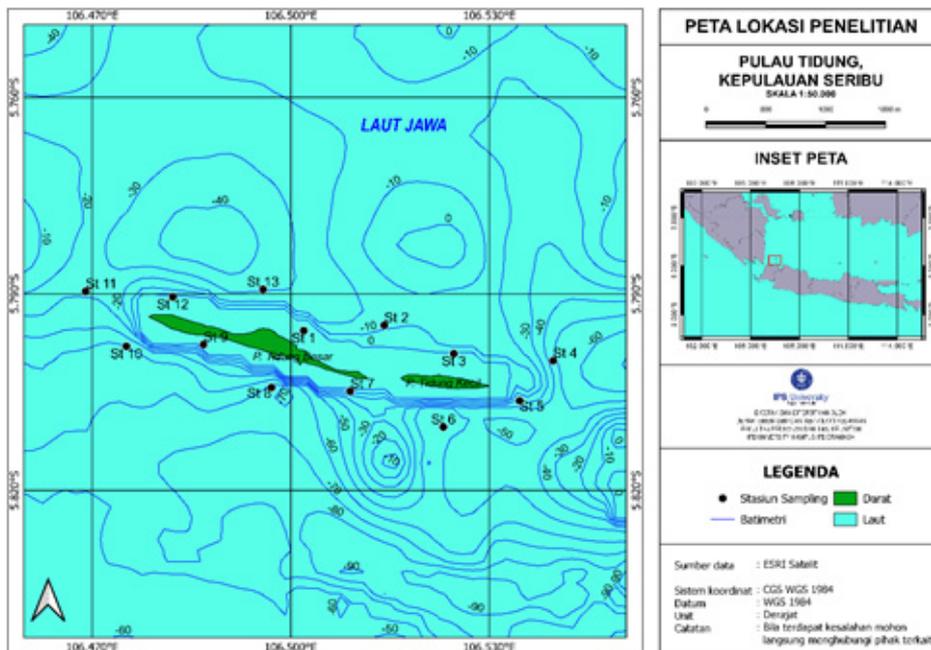
Alat yang digunakan terdiri atas laptop berbasis sistem operasi Windows yang sudah dilengkapi dengan perangkat lunak Microsoft Word dan Excel 2016, QGIS 3.16, Sonar 5 Pro, MINITAB 16, serta MATLAB 2016. Bahan yang digunakan berupa data rekaman dari instrumen *Single Beam Echosounder* SIMRAD EK15, yang telah diubah eksistensinya dari \*.raw menjadi \*.UUU, data dari instrument CTD AML Minos-X bereksistensi \*.xlsx, dan data BATNAS. Tabel 1 berisi informasi mengenai

### Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni 2021 sampai Juni 2022. Data akustik merupakan data hasil rekaman instrumen *Single Beam Echosounder* SIMRAD EK 15 di perairan Pulau Tidung, Kepulauan Seribu yang dilengkapi dengan data lingkungan. Data milik Prof. Henry Munandar Manik, S.Pi., M.T., Ph D. dengan posisi koordinat 5°77'43" LS -106°47'44" BT dan 5°81'30" LS 106°53'39" BT (Gambar 1). Pengolahan serta analisis data dilakukan di Laboratorium Akustik Kelautan, Divisi Akustik, Instrumentasi dan Robotika Kelautan, Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan (ITK), Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK), Institut Pertanian Bogor (IPB).

Tabel 1. Stasiun data penelitian hasil rekaman SIMRAD EK 15

Stasiun	Data	Kedalaman (m)	Total Ping	Bujur	Lintang
1	D20210610-T092730_R_0-50.uuu	37,5	589	106°50'19"	-5°79'56"
2	D20210610-T102949_R_0-50.uuu	42,1	939	106°51'41"	-5°79'47"
3	D20210611-T013145_R_0-50.uuu	43,5	597	106°52'46"	-5°79'91"
4	D20210611-T022457_R_0-50.uuu	54,8	583	106°53'96"	-5°80'01"
5	D20210611-T032147_R_0-50.uuu	31,0	605	106°53'45"	-5°80'63"
6	D20210611-T070203_R_0-50.uuu	71,0	641	106°52'30"	-5°81'03"
7	D20210611-T081525_R_0-50.uuu	34,7	623	106°50'89"	-5°80'48"
8	D20210611-T085744_R_0-50.uuu	58,3	604	106°49'70"	-5°80'43"
9	D20210611-T094907_R_0-50.uuu	31,0	585	106°48'68"	-5°79'77"
10	D20210612-T003251_R_0-50.uuu	63,4	624	106°47'51"	-5°79'79"
11	D20210612-T012317_R_0-50.uuu	35,0	589	106°46'90"	-5°78'95"
12	D20210612-T020949_R_0-50.uuu	37,3	625	106°48'21"	-5°79'04"
13	D20210612-T030058_R_0-50.uuu	48,3	589	106°49'58"	-5°78'93"



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan data di Pulau Tidung

### Pengambilan data

Pengambilan atau pengukuran data *sounding* dilakukan pada 13 titik koordinat sampling yang sudah dibuat terlebih dahulu. Data yang diambil berupa data stasioner, dikarenakan data tidak berubah signifikan dari waktu ke waktu dan jika dilakukan penelitian lebih lanjut dapat dibandingkan perubahannya. Data yang diambil berupa data hambur balik kolom perairan menggunakan SBES SIMRAD EK 15 dan data suhu serta salinitas menggunakan CTD AML Minos-X. Kapal berhenti pada koordinat stasiun yang sudah ditentukan, kemudian SBES SIMRAD EK 15 digunakan terlebih dahulu, setelah selesai SBES SIMRAD EK 15 dinonaktifkan kemudian CTD AML Minos-X dihanyutkan hingga ke dasar perairan.

### Pengolahan *Single Echo Detection*

Tahap awal dalam penelitian ini yaitu dengan menentukan pengaturan *Single Echo Detection* (SED) yang digunakan dalam membuat *SED-Echogram* menggunakan *single echo detector* (Samedy *et al.* 2015). Kriteria yang digunakan dalam *single echo detector* berdasarkan *echo-length* adalah *minimum echo-length* dan *maximum echo-length* (0,01 s.d 10,0), *minimum target size*, *maximum phase deviation* (0 s.d 45 derajat) serta *maximum gain compensation* (0 s.d 35 dB) (Zampolli *et al.* 2009). Kriteria SED yang digunakan dengan nilai minimum -65 dB

(mengestimasi biota ikan), *minimum echo length* 0,5; *maximum echo-length* 2; *maximum phase deviasi* 10 derajat; *maximum gain compensation* 6 dB.

### Analisis Biomassa

*Target Strength* (TS) adalah kemampuan target dalam memantulkan suara yang mengenainya. Raw data hasil rekaman SIMRAD EK15 dianalisis melalui *software* Sonar 5 Pro dengan ambang batas minimum -65 dB untuk mendapatkan nilai TS ikan setiap ping. Nilai TS akan diubah ke dalam bentuk linear menjadi *backscattering cross section* ( $\sigma_{bs}$ ) sebagai berikut (Buczyński dan Johnson 1986):

$$\sigma_{bsi} = 10^{(TS_i/10)}$$

$$\bar{\sigma}_{bs} = \left( \sum_{i=1}^n \sigma_{bsi} \right) / n$$

$$\bar{TS} = 10 \log \bar{\sigma}_{bs}$$

Dimana  $\sigma_{bsi}$  sebagai *backscattering cross section* ping ke-*i*, *TS<sub>i</sub>* sebagai *target strength* ping ke-*i*, *n* sebagai jumlah ping,  $\bar{\sigma}_{bs}$  sebagai rata-rata *backscattering cross section* dan  $\bar{TS}$  sebagai rata-rata *target strength* untuk tiap jenis ikan.

Perhitungan densitas ikan memerlukan nilai *Target Strength* (TS) dan *Volume backscattering strength* (*S<sub>v</sub>*). *S<sub>v</sub>* adalah rasio antara intensitas yang direfleksikan oleh suatu kelompok *single*

target pada suatu volume air (Lubis 2017).  $TS$  sebagai hasil dari deteksi organisme tunggal sedangkan  $Sv$  dari organisme kelompok. Nilai  $Sv$  dapat dicari menggunakan persamaan menurut Simmonds dan MacLennan (2005):

$$sv = 10^{(Sv/10)}$$

$$\bar{sv} = \sum sv/n$$

$$\overline{Sv} = 10 \log \bar{sv}$$

Dimana  $Sv$  sebagai *volume backscattering strength*,  $sv$  sebagai *volume backscattering strength* yang sudah di linearkan,  $\bar{sv}$  sebagai  $sv$  linear rata-rata, dan  $\overline{Sv}$  sebagai nilai rata-rata  $Sv$ . Densitas ( $\rho$ ) merupakan jumlah ikan per unit volume air (ind/m<sup>3</sup>). Densitas ikan dapat dicari menggunakan formula (Iida *et al.* 1996):

$$Sv = 10 \log(N \cdot \overline{\sigma_{bs}})$$

$$Sv = 10 \log N + 10 \log \overline{\sigma_{bs}}$$

$$Sv = 10 \log N + \overline{TS}$$

Dengan asumsi bahwa densitas numerik sebanding dengan densitas individu maka, persamaan  $Sv = 10 \log N + \overline{TS}$  dapat ditulis (Iida *et al.* 1996):

$$Sv = 10 \log \rho + \overline{TS}$$

Dengan menggunakan persamaan tersebut, pada Sonar 5 Pro dapat menentukan densitas ikan menggunakan persamaan:

$$\rho_v = 10^{\left(\frac{Sv}{10} - \overline{TS}\right)}$$

Dimana  $\rho_v$  sebagai densitas dengan satuan ikan (individu) per volume ind/m<sup>3</sup>. Metode yang digunakan dalam mengestimasi densitas ikan yaitu menggunakan  $S_v/TS$  *scalling*. Cara kerja metode ini yaitu dengan mengintegrasikan energi dari amplitud total dan target tunggal disebut dengan *echo integration*. *Echo integration* adalah penjumlahan energi gema yang diterima dari bagian yang dipilih pada *echogram* (Simmonds dan MacLennan 2005).

Hasil dari nilai densitas dengan suhu dan salinitas yang didapatkan kemudian dianalisis menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA) atau Analisis

Komponen Utama. PCA adalah teknik untuk mengekstraksi struktur dari suatu set data dengan dimensi yang cukup banyak (Saepurohman dan Putro 2019; Santosa 2007). Dalam penelitian ini, analisis PCA menggunakan Minitab 14 untuk melihat hubungan antara densitas dari masing-masing stasiun dengan suhu dan salinitas di perairan. PCA bertujuan untuk mereduksi variabel yang ada menjadi lebih sedikit tanpa harus kehilangan informasi dalam data asli, dengan kondisi jumlah variabel yang besar dan memiliki korelasi antar variabelnya. Sifat dari variabel baru yang terbentuk dari analisis PCA memiliki jumlah yang sedikit tetapi menghilangkan korelasi antar variabel yang terbentuk (Hendro *et al.* 2012).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Suhu dan salinitas di Perairan Pulau Tidung

Data suhu dan salinitas diperoleh menggunakan CTD AML Minos-X kemudian ditampilkan secara visual menggunakan MATLAB 2016. Gambar 2 merupakan profil menegak suhu dan salinitas di 13 stasiun perairan Pulau Tidung.

Suhu pada 13 stasiun memiliki nilai yang bervariasi dengan kisaran nilai 29,6°C sampai 31,2°C. Nilai suhu yang bervariasi disebabkan oleh jarak antar stasiun dengan daratan dan waktu pengambilan data. Suhu di permukaan laut lebih hangat dibandingkan suhu di kolom perairan dan mengalami penurunan seiring bertambahnya kedalaman. Hal ini disebabkan karena permukaan laut terpapar langsung oleh sinar matahari sehingga suhu di permukaan lebih hangat. Faktor yang mempengaruhi suhu perairan yaitu kondisi atmosfer, cuaca, dan intensitas matahari yang masuk ke laut (Patty *et al.* 2020; Officer 1976). Suhu di perairan Pulau Tidung memiliki kisaran nilai 29,0°C sampai 31,3°C dengan alat ukur termometer air raksa (Ekel *et al.* 2021).

Nilai salinitas di perairan Pulau Tidung bervariasi dengan kisaran nilai 32,2 PSU sampai 33,3 PSU. Nilai salinitas yang bervariasi disebabkan oleh jarak antar stasiun dengan daratan dan waktu pengambilan data. Salinitas di permukaan laut lebih rendah dibandingkan di kolom perairan dan mengalami penambahan seiring bertambahnya kedalaman. Hal ini

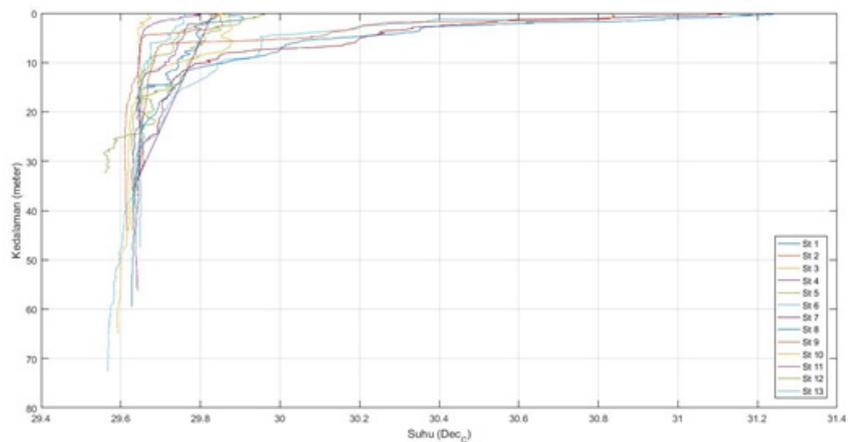
disebabkan permukaan laut mengalami penguapan sehingga nilai salinitas di permukaan laut lebih rendah. Faktor yang mempengaruhi salinitas yaitu penguapan, curah hujan, sirkulasi air, dan aliran sungai (Patty *et al.* 2020; Nontji 2002). Salinitas di Perairan Pulau Tidung memiliki kisaran nilai 30,0‰ sampai 31,0‰ dengan alat ukur refractometer (Ekel *et al.* 2021).

### Analisis nilai target strength

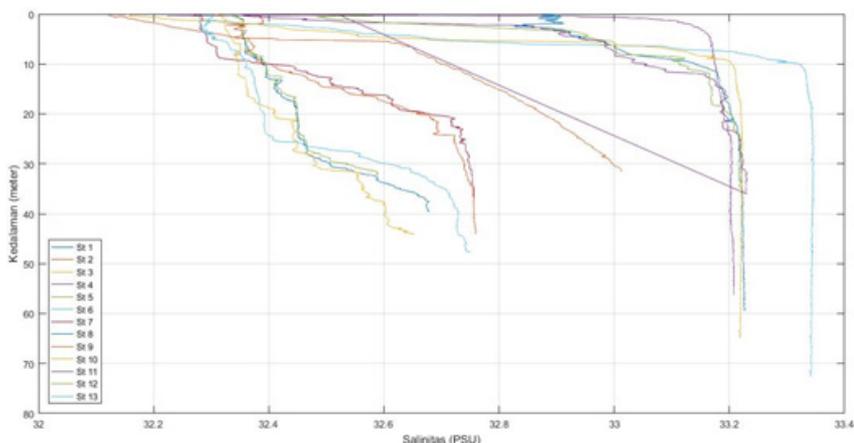
Data *target strength* diperoleh menggunakan SBES SIMRAD EK 15, kemudian ditampilkan nilainya menggunakan Sonar 5 Pro. Tabel 2 merupakan nilai *Range Target Strength* (dB) di setiap stasiun di kedalaman per 10 meter persebaran nilai TS per *segment*.

Data stasiun 1 terbagi menjadi 5 *segment* dan 4 *layer* dengan *range TS* bernilai -56,6 s.d -41,8 dB. Data stasiun 2 terbagi menjadi 9 *segment* dan 4 *layer* dengan *range TS* bernilai -57,5 s.d -40,4 dB. Data stasiun 3 terbagi menjadi 5 *segment* dan 4 *layer*

dengan *range TS* bernilai -55,7 s.d -37,0 dB. Data stasiun 4 terbagi menjadi 5 *segment* dan 5 *layer* dengan *range TS* bernilai -58,3 s.d 41,7 dB. Data stasiun 5 terbagi menjadi 6 *segment* dan 3 *layer* dengan *range TS* bernilai -49,8 s.d -35,8 dB. Data stasiun 6 terbagi menjadi 6 *segment* dan 7 *layer* dengan *range TS* bernilai -59,1 s.d -38,8 dB. Data stasiun 7 terbagi menjadi 6 *segment* dan 3 *layer* dengan *range TS* bernilai -55,9 s.d -35,2 dB. Data stasiun 8 terbagi menjadi 6 *segment* dan 6 *layer* dengan *range TS* bernilai -59,4 s.d -37,1 dB. Data stasiun 9 terbagi menjadi 5 *segment* dan 3 *layer* dengan *range TS* bernilai -53,6 s.d -34,6 dB. Data stasiun 10 terbagi menjadi 6 *segment* dan 7 *layer* dengan *range TS* bernilai -58,8 s.d -42,8 dB. Data stasiun 11 terbagi menjadi 5 *segment* dan 3 *layer* dengan *range TS* bernilai -55,9 s.d -40,7 dB. Data stasiun 12 terbagi menjadi 6 *segment* dan 3 *layer* dengan *range TS* bernilai -51,5 s.d -36,8 dB. Data stasiun 13 terbagi menjadi 5 *segment* dan 5 *layer* dengan *range TS* bernilai -57,9 s.d -36,1 dB.



(a)



(b)

Gambar 2. (a) Profil menegak suhu di 13 stasiun perairan Pulau Tidung, (b) Profil menegak salinitas di 13 stasiun perairan Pulau Tidung

Tabel 2. Nilai *TS* (dB) di setiap *segment* stasiun di kedalaman per 10 m

St	Kedalaman (m)	Range <i>TS</i> (dB)	$\overline{TS}$ (dB)	St	Kedalaman (m)	Range <i>TS</i> (dB)	$\overline{TS}$ (dB)
1	2-11	-56,6 s.d -43,6	-46,8	8	2-11	-59,4 s.d -37,1	-43,2
	12-21	-55,2 s.d -42,3	-44,4		12-21	-57,0 s.d -54,7	-56,0
	22-31	-50,5 s.d -45,0	-47,3		22-31	-53,9 s.d -51,4	-52,6
	32-41	-50,5 s.d -41,8	-44,6		32-41	-49,7 s.d -47,8	-48,7
2	2-11	-54,3 s.d -40,4	-45,7	9	42-51	-47,2 s.d -42,4	-44,7
	12-21	-57,5 s.d -40,7	-44,5		52-61	-42,8 s.d -41,8	-42,3
	22-31	-55,4 s.d -44,4	-48,9		2-11	-42,1 s.d -34,6	-38,4
	32-41	-52,0 s.d -45,9	-48,1		12-21	-53,6 s.d -40,8	-44,0
3	2-11	-50,6 s.d -37,0	-41,7	10	22-31	-45,3 s.d -35,1	-40,3
	12-21	-55,7 s.d -47,1	-51,4		2-11	-58,8 s.d -55,5	-57,8
	22-31	-51,4 s.d -47,1	-48,5		12-21	-57,0 s.d -51,8	-54,7
	32-41	-47,9 s.d -41,8	-45,1		22-31	-54,7 s.d -49,3	-52,8
4	2-11	-58,3 s.d -55,5	-57,2	11	32-41	-50,7 s.d -49,0	-50,0
	12-21	-56,3 s.d -45,6	-51,2		42-51	-49,0 s.d -47,8	-48,2
	22-31	-53,3 s.d -51,5	-52,2		52-61	-45,7 s.d -42,8	-43,8
	32-41	-50,8 s.d -45,3	-48,6		2-11	-54,0 s.d -40,7	-46,5
	42-51	-48,4 s.d -41,7	-45,2		12-21	-55,9 s.d -45,9	-50,3
5	2-11	-43,4 s.d -38,5	-40,4	12	22-31	-54,1 s.d -45,5	-49,2
	12-21	-49,8 s.d -41,1	-44,2		2-11	-51,5 s.d -36,8	-39,8
	22-31	-38,4 s.d -35,8	-37,0		12-21	-51,0 s.d -40,5	-43,9
6	2-11	-59,1 s.d -42,2	-49,4	13	22-31	-47,3 s.d 42,2	-44,3
	12-21	-57,2 s.d -47,3	-52,5		2-11	-57,9 s.d -36,1	-42,8
	22-31	-53,5 s.d -48,8	-50,4		12-21	-57,4 s.d -54,7	-56,3
	32-41	-49,6 s.d -47,7	-48,6		22-31	-53,9 s.d -51,9	-53,3
	42-51	-48,3 s.d -44,5	-46,6		32-41	-50,2 s.d -49,0	-49,5
	52-61	-45,2 s.d -42,4	-44,0		42-51	-47,1 s.d -43,8	-44,4
	62-71	-43,8 s.d -38,8	-40,8				
7	2-11	-55,9 s.d -35,2	-41,5				
	12-21	-55,1 s.d -43,0	-45,7				
	22-31	-51,7 s.d -40,0	-43,9				

Berdasarkan nilai *TS* dari semua stasiun didapatkan rentang nilai *TS* di perairan Pulau Tidung yaitu -59,4 dB sampai dengan -34,6 dB. Hasil nilai *TS* seiring bertambahnya kedalaman nilainya semakin besar. Menurut Manik dan Nurkomala (2016) ukuran *TS* ikan akan meningkat dengan bertambahnya kedalaman perairan. Alajuri (2022) dengan menggunakan data yang sama, namun menggunakan perangkat lunak yang berbeda dan daerah integrasi yang berbeda diperoleh nilai *TS* -59,08 dB sampai dengan -47,56 dB. Alajuri (2022) menggunakan perangkat lunak Echoview 4.0 dan daerah integrasi satu echogram

dengan mulai dari kedalaman 2 m hingga batas 1,5 m di atas dasar perairan.

#### Analisis nilai *acoustic fish density*

Data *acoustic fish density* (densitas ikan) diperoleh menggunakan SBES SIMRAD EK 15, kemudian ditampilkan secara visual dan dihasilkan nilainya menggunakan Sonar 5 Pro. Metode akustik akan menghasilkan densitas dengan satuan volume karena densitas adalah fungsi dari *volume backscattering coefficient* ( $s_v$ ). Tabel 3 merupakan nilai densitas ikan (ind/m<sup>3</sup>) pada setiap stasiun di kedalaman per 10 meter.

Tabel 3. Nilai densitas ikan (ind/m<sup>3</sup>) di setiap stasiun per kedalaman 10 m

St	Kedalaman (m)						
	2-11	12-21	22-31	32-41	42-51	52-61	62-71
	<b>Densitas ikan (ind/m<sup>3</sup>)</b>						
1	0,6	3,4	29,5	18,8	-	-	-
2	9,5	7,9	14,6	16,5	-	-	-
3	2,6	778,1	61,6	133,6	-	-	-
4	1,5	4,6	7,8	7,5	2,0	23,5	-
5	26,9	365,8	193,4	-	-	-	-
6	0,3	14,6	18,0	56,8	9,8	45,0	34,9
7	25,6	52,0	83,9	-	-	-	-
8	0,3	0,7	68,6	61,5	23,4	36,8	-
9	14,9	518,5	532,4	-	-	-	-
10	3,1	67,7	28,4	18,1	21,0	3,8	-
11	3,0	78,7	170,0	-	-	-	-
12	22,6	338,5	750,7	-	-	-	-
13	1,5	16,0	24,2	21,5	32,3	-	-

-) data tidak mencapai *layer* berikutnya

Nilai densitas tertinggi di kedalaman 12-21 m pada stasiun 3 dan 5 bernilai 778,1 ind/m<sup>3</sup> dan 365,8 ind/m<sup>3</sup>. Nilai densitas tertinggi di kedalaman 22-31 m pada stasiun 1, 8, 9, 11, dan 12 bernilai 29,5 ind/m<sup>3</sup>, 68,6 ind/m<sup>3</sup>, 532,4 ind/m<sup>3</sup>, 170,0 ind/m<sup>3</sup>, dan 750 ind/m<sup>3</sup>. Nilai densitas tertinggi di kedalaman 32-41 m pada stasiun 6 dan 7 bernilai 56,8 ind/m<sup>3</sup> dan 140,6 ind/m<sup>3</sup>. Nilai densitas tertinggi di kedalaman 42-51 m pada stasiun 2 dan 13 bernilai 348,3 ind/m<sup>3</sup> dan 32,3 ind/m<sup>3</sup>. Nilai densitas tertinggi di kedalaman 52-61 m pada stasiun 4 bernilai 23,5 ind/m<sup>3</sup> dan di kedalaman 62-71 m pada stasiun 10 bernilai 516,0 ind/m<sup>3</sup>. Nilai densitas tertinggi antar stasiun yaitu pada stasiun 3, 5, 9, 11, dan 12 karena pada daerah tersebut masih banyak terumbu karang (Alajuri *et al.* 2022) yang disukai oleh ikan karang yaitu 8 jenis dari family *Pomacentridae*, 4 jenis dari family *Labridae* dan 5 jenis dari family *Malachantidae*, *Caesionidaer*, *Lutjanidae*, *Nemipteridae*, dan *Chaetodontidae* (Suman *et al.* 2011). Nilai densitas ikan di setiap stasiun dan kedalaman memiliki nilai yang berbeda. Perbedaan ini disebabkan Alajuri (2022) menggunakan perhitungan dalam memperoleh  $TS = \log ts$ , sehingga diperoleh densitas ikan di perairan Pulau Tidung dari 0,81 ind/m<sup>3</sup> sampai dengan 6,17 ind/m<sup>3</sup>. Selain itu, nilai densitas yang beragam dapat disebabkan oleh kondisi perairan yang berbeda-beda. Habitat ikan sangat di

pengaruhi oleh parameter oseanografi yaitu suhu permukaan laut, konsentrasi klorofil-a dan kedalaman perairan (Laevastu dan Hayes 1981; Fuandi *et al.* 2018). Menurut Fauziyah dan Jaya (2010), densitas ikan akan berkurang dengan bertambahnya kedalaman. Persebaran ikan di perairan dipengaruhi oleh kedalaman (Pujiyati *et al.* 2007; Badrudin 2004). Bertambahnya kedalaman akan berpengaruh terhadap kadar oksigen terlarut yang semakin berkurang (Ridho *et al.* 2004). Hasil yang didapatkan densitas ikan di dasar cukup besar, hal tersebut disebabkan tidak diberikan batasan pada dasar perairan. Menurut Alajuri (2022) untuk menghindari gangguan dari dasar perairan, daerah kajian diberikan batas sebesar 1,5 meter.

#### **Hubungan target strength dan acoustic fish density dengan suhu dan salinitas**

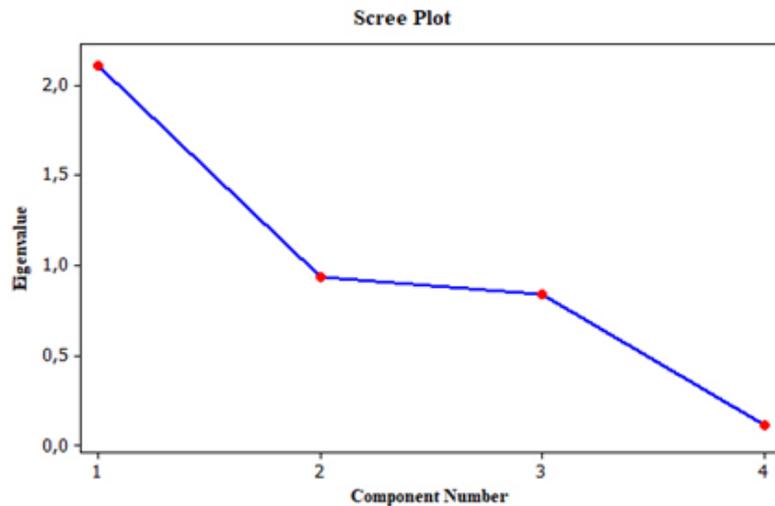
Hasil analisis PCA dengan 4 variabel yaitu *TS*, densitas, suhu, dan salinitas menunjukkan bahwa jumlah komponen yang terbentuk sama dengan jumlah dari variabel asli. Penelitian ini memiliki 4 variabel yang digunakan sehingga terbentuk 4 komponen utama. Gambar 3 merupakan hasil dari *scree plot target strength* dan *fish acoustic density* dengan suhu dan salinitas.

Hasil *scree plot* digunakan dalam menentukan PC yang akan diambil untuk mereduksi variabel. *Scree plot* adalah plot data dari nilai eigen yang komponennya

diambil dari nilai eigen yang paling tinggi yaitu pada PC1 dan PC2. Tabel 4 merupakan hasil analisis nilai eigen dan matriks korelasi.

PC1 memiliki proporsi dengan persentase 52,70% dan PC2 memiliki proporsi dengan persentase 23,40%. Jumlah PC1 dan PC2 memiliki nilai proporsi kumulatif dengan persentase 76,10% keragaman data. Variabel menjadi dua dimensi karena sudah

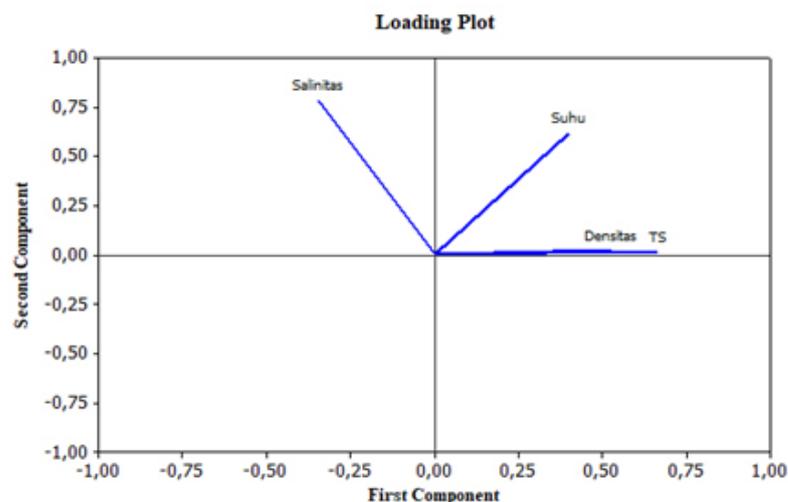
direduksi dari variabel data asli. Variabel dari data PC1 dan PC2 berpengaruh bagi pengelompokan data yang ditentukan untuk analisis *loading plot*. Analisis *loading plot* adalah korelasi antara variabel asli dengan yang baru yang memberikan informasi pengaruh antar variabel. Gambar 4 merupakan hasil analisis *loading plot* dari *target strength* dan *fish acoustic density* dengan suhu dan salinitas.



Gambar 3. Scree plot dari *target strength* dan *fish acoustic density* dengan suhu dan salinitas

Tabel 4. Analisis nilai eigen dari matriks korelasi

Variable	Eigenvalue	Proportion (%)	Cumulative (%)
PC1	2,12	52,70	52,70
PC2	0,94	23,40	76,10
PC3	0,84	21,00	97,10
PC4	0,11	2,90	100,00



Gambar 4. Analisis *loading plot* dari *target strength* dan *fish acoustic density* dengan suhu dan salinitas

Hasil analisis *loading plot* di atas menunjukkan suhu dan salinitas memiliki garis resultan terpanjang terhadap PC1 dan PC2. PC1 dicirikan oleh hubungan *TS* dan densitas sedangkan PC2 dicirikan oleh hubungan suhu dan salinitas. Panjang garis resultan menggambarkan perbedaan respon terhadap sampel, semakin panjang garis resultannya maka kontribusi terhadap pembentukan variabel baru semakin besar. Ke 4 variabel memiliki kontribusi yang besar sebagai variabel asli terhadap pembentukan variabel baru. Grafik *loading plot* dapat menggambarkan hubungan antar variabel dengan melihat sudut yang terbentuk, semakin kecil sudutnya maka hubungannya semakin kuat. *TS* dan densitas ikan memiliki sudut yang kecil yang berarti memiliki hubungan yang kuat. Hal tersebut dikarenakan untuk memperoleh densitas ikan memperhitungkan nilai *TS*. Berdasarkan grafik *loading plot* *TS* dan densitas ikan memiliki hubungan yang lebih kuat dengan suhu dibandingkan salinitas. Suhu memiliki peran penting dalam distribusi ikan di suatu perairan dikarenakan setiap spesies ikan memiliki batas optimum yang dapat ditoleransi, jika tidak sesuai ikan akan bermigrasi (Laveastu dan Hayes 1981; Kurnia *et al.* 2016). Nilai *TS* menurut Achmadi *et al.* (2014) dan nilai densitas menurut Ningsih dan Syah (2020) lebih dipengaruhi oleh suhu dibandingkan salinitas. Hal ini dikarenakan suhu menjadi aspek distribusi parameter seperti reaksi kimia dan proses biologi sedangkan salinitas hanya menjadi faktor penyebaran organisme (Patty *et al.* 2020).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Nilai *TS* dari stasiun 1 sampai dengan stasiun 13 di perairan Pulau Tidung yaitu -59,4 dB sampai dengan -34,6 dB. Hasil nilai *TS* seiring bertambahnya kedalaman nilainya semakin besar. Nilai densitas ikan tertinggi terdapat pada stasiun 3 di kedalaman 12-21 m sebesar 778,1 ind/m<sup>3</sup> sedangkan densitas ikan terendah terdapat pada stasiun 6 di kedalaman 2-11 m sebesar 0,3 ind/m<sup>3</sup>. Nilai densitas ikan disetiap stasiun dan kedalaman memiliki nilai yang berbeda. Suhu dan salinitas pada stasiun 1 sampai dengan stasiun 13 memiliki nilai yang bervariasi dengan kisaran nilai 29,6°C

sampai 31,2°C dan 32,2 PSU sampai 33,3 PSU. Nilai suhu dan salinitas yang bervariasi disebabkan oleh jarak antar stasiun dengan daratan dan waktu pengambilan data. Hasil analisis PCA nilai *TS* dan densitas ikan memiliki hubungan yang lebih kuat dengan suhu dibandingkan salinitas, dikarenakan suhu menjadi aspek distribusi parameter seperti reaksi kimia dan proses biologi sedangkan salinitas hanya menjadi faktor penyebaran organisme.

### Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya menambahkan batas dasar perairan pada wilayah kajian *echogram* agar hasil yang didapatkan lebih akurat. Perlu dilakukan pengukuran *TS* secara terkontrol menggunakan contoh ikan yang ada di perairan tersebut sebagai pembanding dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi A, Hestirianoto T, Manik HM. 2014. Deteksi *Schooling* Ikan Pelagis dengan Metode Hidroakustik di Perairan Teluk Palu, Sulawesi Tengah. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*. 5(2): 131-139.
- Alajuri MHS. 2022. Estimasi Hambur Balik Ikan dan Karakteristik *Bottom Scattering* di Perairan Pulau Tidung Menggunakan Metode *Echo Integration* [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Alajuri MHS, Manik HM, Pujiyati S. 2022. Pengukuran dan Analisis Nilai *Volume Backscattering Strength* Perairan Pulau Tidung Menggunakan *Single Beam Echosounder*. *Jurnal Kelautan Nasional*. 17(1): 59-70.
- Amir MI, Zainuddin M, Najamuddin, Putri ARS. 2018. Pendugaan Kelimpahan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) secara Spasial dan Temporal di Perairan Selat Makassar Menggunakan Data Citra Satelit dan Teknik Sistem Informasi Geografis. *Jurnal IPTEKS PSP*. 5(10): 183-212.
- Anggraeni DP, Supriyadi F. 2019. Estimasi *Standing Stock* Sumber Daya Ikan di Danau Toba, Sumatera Utara. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*. 16(2): 176-184.
- Badrudin. 2004. *Penelitian Sumber Daya Ikan Demersal*. Jakarta (ID): Departemen

- Kelautan dan Perikanan.
- Burczynski JJ, Johnson RL. 1986. Application of Dual-beam Acoustic Survey Techniques to Limnetic Populations of Juvenile Sockeye Salmon, *Oncorhynchus nerka*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 43(9): 1776-1788.
- Dody S, Winanto T. 2018. Status Gastropoda pada Ekosistem Terumbu Karang di Pulau Tidung Kepulauan Seribu. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*. 1(2): 11-21.
- Ekel JR, Manembu IS, Manengkey HWK, Roeroe KA, Ompi M, Sambali H. 2021. Keanekaragaman Genus Karang Scleractinia di Perairan Pulau Tidung Kepulauan Seribu Provinsi DKI Jakarta. *Jurnal Ilmiah Platax*. 9(2): 157-166.
- Fauziyah, Jaya A. 2010. Densitas Ikan Pelagis Kecil secara Akustik di Laut Arafura. *Jurnal Penelitian Sains*. 13(1): 21-25.
- Fuandi A, Wiryawan B, Mustaruddin. 2018. Pendugaan Daerah Penangkapan Ikan Layang dengan Citra Satelit di Perairan Aceh sekitar Pidie Jaya. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*. 9(2): 149-161.
- Hendro GM, Adji TB, Setiawan NA. 2012. Penggunaan Metodologi Analisa Komponen Utama (PCA) untuk Mereduksi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyakit Jantung Koroner. *ScieTech*. 47: 1-5.
- Iida K, Mukai T, Hwang D. 1996. Relationship between Acoustic Backscattering Strength and Density of Zooplankton in the Sound-Scattering Layer. *ICES Journal of Marine Science*. 53(2): 507-512.
- Kurnia, Purnawa S, Rizwan T. 2016. Pemetaan Daerah Penangkapan Ikan Pelagis Kecil di Perairan Utara Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. 1(2): 185-194.
- Laevastu T, Hayes ML. 1981. *Fisheries Oceanography and Echology*. England (UK): Fishing News Book.
- Lubis MZ. 2017. Acoustic Systems (Split Beam Echo Sounder) to Determine Abundance of Fish in Marine Fisheries. *Oceanography and Fisheries*. 3(2): 1-6.
- Lubis MZ, Surya G, Anggraini K, Kausarian H. 2017. Penerapan Teknologi Hidroakustik di Bidang Ilmu dan Teknologi Kelautan. *Jurnal Osean*. 42(2): 34-44.
- Lutron X. 2002. *An Introduction to Underwater Acoustic. Principles and Application*. Chincester (UK): Praxis Publishing Ltd.
- Manik HM. 2014. *Teknologi Akustik Bawah Air: Solusi Data Perikanan Laut Indonesia*. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan*. 1(3): 181-186.
- Manik HM, Ma'mun A. 2009. Rancang Bangun Sistem Informasi Data Hidroakustik Berbasis Web. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi. 20 Juni 2009; Yogyakarta, Indonesia.
- 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.
- Ningsih RK, Syah AF. 2020. Karakteristik Parameter Oseanografi Ikan Demersal di Perairan Laut Arafura Menggunakan Data Penginderaan Jauh. *Juvenil*. 1(1): 122-131.
- Nurkomala I. 2016. Penerapan *Single Echo Detection* dalam Estimasi *Target Strength* dan Densitas Ikan Menggunakan Perangkat Lunak *Sonar5-pro* [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Nontji A. 2002. *Laut Nusantara*. Jakarta (ID): Djambatan.
- Officer CB. 1976. *Physical Oseanography of Estuaries and Associated Coastal Waters*. John Willey and Sons. New York (US): Wiley.
- Patty SI, Huwae R, Kainama F. 2020. Variasi Musiman Suhu, Salinitas, dan Kekeruhan Air Laut di Perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*. 8(1): 110-117.
- Pujiyati S, Natih NMN, Hamuna B, Dimara L. 2019. The Value of Acoustic Backscattering in Determining the Integration Thickness of the Seabed in Yos Sudarso Bay Papua. *Journal of Applied Geospatial Information*. 3(2): 240-243.
- Pujiyati S, Wijopriono, Mahiswara, Pasaribu BP, Jaya I, Manurung D. 2007. Estimasi Hambur Balik Dasar Perairan dan Sumber Daya Ikan Demersal Menggunakan Metode Hidroakustik. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 13(2): 145-155.
- Ridho MR, Kaswadji RF, Jaya I, Nurhakim

- S. 2004. Distribusi Ikan Demersal di Laut Cina Selatan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. 11(12): 123-128.
- Saepurohman T, Putro BE. 2019. Analisis Principal Component Analysis (PCA) untuk mereduksi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Kulit Kikil Sapi. Seminar dan Konferensi Nasional IDEC. 2-3 Mei 2019. Surakarta, Indonesia.
- Santosa B. 2007. *Data Mining Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis*. Yogyakarta (ID): Graha Ilmu.
- Samedy V, Wach M, Lobry J, Selleslagh J, Pierre M, Josse E, Boet P. 2015. Hydroacoustics as a Relevant Tool to Monitor Fish Dynamics in Large Estuary. *Fisheries Research*. 172: 225-233.
- Septiyani F, Bakhtiar D, Anggoro A. 2022. Hubungan Hambur Balik Akustik Kelompok Ikan dan Kepadatan Ikan Pelagis di Perairan Pulau Baai Kota Bengkulu. *Jurnal Barakuda* 45. 4(2): 224-231.
- Shabangu FW, Coetzee JC, Hampton I, Kerwath SE, Wet WM, Ochoa AL. 2014. *Reflections on the State of Research and Development in the Marine and Maritime Sectors in South Africa*. Pretoria (ZA): Council for Scientific and Industrial Research.
- Simmonds EJ, MacLennan DN. 2005. *Fisheries Acoustic: Theory and Practice 2nd ed.* Oxford (UK): Blackwell Science Ltd.
- Suman A, Wudianto, Sumiono B. 2011. *Sumber Daya Ikan di Perairan Teluk Jakarta dan Alternatif Pengelolaannya*. Bogor (ID): IPB Press.
- Yogaswara GM, Indrayanti E, Setiyono H. 2016. Pola Arus Permukaan di Perairan Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, Provinsi DKI Jakarta pada Musim Peralihan (Maret-Mei). *Jurnal Oseanografi*. 5(2): 227-233.
- Zampolli M, Jensen FB, Tesei A. 2009. Benchmark Problems for Acoustic Scattering from Elastic Objects in the Free Field and Near the Seafloor. *The Journal of Acoustical Society of*