

# **ANALISIS *TARGET STRENGTH IN SITU-EX SITU* DAN DENSITAS IKAN TONGKOL KOMO (*Euthynnus affinis*) MENGGUNAKAN *BROADBAND ECHOSOUNDER***

**MOH. RAFLI FURQAN HIDAYAT**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI KELAUTAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2026**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “*Analisis Target Strength In situ-Ex situ dan Densitas Ikan Tongkol Komo (Euthynnus affinis) Menggunakan Broadband Echosounder*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, 25 Januari 2026

Moh. Rafli Furqan Hidayat  
C5502241004



## RINGKASAN

MOH. RAFLI FURQAN HIDAYAT. Analisis *Target Strength In situ-Ex situ* dan Densitas Ikan Tongkol Komo (*Euthynnus affinis*) Menggunakan *Broadband Echosounder*. Dibimbing oleh HENRY MUNANDAR MANIK dan TOTOK HESTIRIANOTO.

Tongkol komo (*Euthynnus affinis*) merupakan salah satu ikan pelagis ekonomis penting di Indonesia yang rentan terhadap tekanan penangkapan. Pengelolaan stok ikan memerlukan metode pemantauan yang lebih akurat, salah satunya menggunakan teknologi *broadband echosounder* yang mampu mengukur respons hambur balik ikan pada rentang frekuensi yang luas. Namun, informasi mengenai karakteristik *target strength* (TS) tongkol komo berbasis *broadband* masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan menganalisis hubungan antara panjang ikan, frekuensi akustik, sudut orientasi tubuh, dan nilai TS ikan tongkol komo, serta mengestimasi densitas *schooling* ikan secara *in situ*. Pengukuran *ex situ* dilakukan pada sembilan spesimen ikan tongkol komo dengan panjang cagak (*fork length*) 23,3–46,0 cm dengan orientasi 0°, -45°, dan 45° pada rentang frekuensi 160-260 kHz. Pengukuran *in situ* dilakukan di perairan Palabuhanratu menggunakan *broadband echosounder* untuk mendeteksi *schooling* ikan dan mengestimasi densitasnya berdasarkan nilai *Nautical Area Scattering Coefficient* (NASC). Pengolahan data akustik dilakukan menggunakan perangkat lunak ESP3, sedangkan analisis data dilakukan menggunakan MATLAB melalui pendekatan regresi logaritmik, regresi linear berganda, serta konversi *target strength* menjadi *backscattering cross-section* ( $\sigma_{bs}$ ) untuk estimasi densitas ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai TS *ex situ* berada pada kisaran -49,50 dB hingga -20,84 dB, sedangkan nilai TS *in situ* berada pada kisaran -44,1 dB hingga -27,88 dB. Nilai TS cenderung meningkat seiring bertambahnya ukuran ikan, namun hubungan tersebut tidak linier karena setiap ukuran ikan menunjukkan respons spektral yang berbeda. Pergeseran frekuensi minimum TS juga menunjukkan bahwa setiap ukuran ikan memiliki *signature spektral* yang berbeda. Pada orientasi 0° dan -45°, frekuensi minimum cenderung bergeser ke frekuensi yang lebih tinggi seiring bertambahnya ukuran ikan, sedangkan pada orientasi 45° pola tersebut tidak lagi konsisten karena pengaruh orientasi tubuh menjadi lebih dominan. Model regresi terbaik diperoleh pada orientasi 0° dengan  $R^2 = 0,82$ , sedangkan model gabungan panjang ikan, frekuensi, dan sudut orientasi menghasilkan  $R^2 = 0,86$ . Pada pengukuran *in situ* ditemukan tiga *schooling* ikan dengan estimasi densitas berturut-turut sebesar  $2,53 \times 10^7$  ikan/nmi<sup>2</sup>,  $2,89 \times 10^7$  ikan/nmi<sup>2</sup>, dan  $2,01 \times 10^8$  ikan/nmi<sup>2</sup>. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *broadband echosounder* mampu menggambarkan karakteristik akustik tongkol komo secara rinci dan dapat digunakan sebagai dasar pengembangan metode identifikasi spesies, estimasi biomassa, dan pemantauan stok ikan tongkol komo di perairan Indonesia.

Kata kunci: *Broadband echosounder*, densitas *schooling*, Ikan tongkol komo, orientasi tubuh, *target strength*

## SUMMARY

MOH. RAFLI FURQAN HIDAYAT. Analysis of In Situ-Ex Situ Target Strength and Density of Komo Tuna (*Euthynnus affinis*) Using a Broadband Echosounder. Supervised by HENRY MUNANDAR MANIK and TOTOK HESTIRIANOTO.

Kawakawa (*Euthynnus affinis*) is one of the economically important pelagic fish species in Indonesia and is increasingly vulnerable to fishing pressure. Effective fisheries stock management requires more accurate monitoring methods than conventional fisheries statistics. One promising approach is the use of broadband echosounder technology, which enables the measurement of fish acoustic backscatter over a wide frequency range. However, information on the broadband target strength (TS) characteristics of kawakawa remains limited. This study aimed to measure and analyze the relationship between fish length, acoustic frequency, body orientation, and the target strength (TS) of kawakawa, as well as to estimate the density of fish schools under *in situ* conditions. *Ex situ* measurements were conducted on nine kawakawa specimens with fork lengths ranging from 23.3 to 46.0 cm at body orientations of 0°, -45°, and 45° over a broadband frequency range of 160–260 kHz. *In situ* measurements were carried out in the waters of Palabuhanratu using a broadband echosounder to detect fish schools and estimate their density based on the *Nautical Area Scattering Coefficient* (NASC). Acoustic data were processed using ESP3 software, while subsequent analyses were performed in MATLAB using logarithmic regression, multiple linear regression, and target strength conversion to *backscattering cross-section* ( $\sigma_{bs}$ ) for fish density estimation. The results showed that *ex situ* TS values ranged from -49,50 dB to -20,84 dB, while *in situ* TS values ranged from -44,1 dB to -27,88 dB. TS values tended to increase with increasing fish size; however, the relationship was not linear because each fish size exhibited a different spectral response. The shift in minimum TS frequency also indicated that each fish size had a distinct spectral signature. At orientations of 0° and -45°, the minimum frequency tended to shift toward higher frequencies as fish size increased, whereas at an orientation of 45°, this pattern was no longer consistent because body orientation had a more dominant influence. The best regression model was obtained at an orientation of 0° with  $R^2 = 0,82$ , while the combined model of fish length, frequency, and orientation angle produced  $R^2 = 0,86$ . In the *in situ* measurements, three fish schools were detected, with estimated densities of  $2,53 \times 10^7$  fish/nmi<sup>2</sup>,  $2,89 \times 10^7$  fish/nmi<sup>2</sup>, and  $2,01 \times 10^8$  fish/nmi<sup>2</sup>, respectively. The findings of this study demonstrate that broadband echosounders are capable of describing the acoustic characteristics of kawakawa in detail and can be used as a basis for developing species identification methods, biomass estimation, and stock monitoring of kawakawa in Indonesian waters.

Keywords: Broadband echosounder, body orientation, kawakawa tuna, schooling density, target strength



*@Hak cipta milik IPB University*

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





@Hak cipta milik IPB University

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026  
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

*Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.*

*Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.*

# **ANALISIS *TARGET STRENGTH IN SITU-EX SITU* DAN DENSITAS IKAN TONGKOL KOMO (*Euthynnus affinis*) MENGUNAKAN *BROADBAND ECHOSOUNDER***

**MOH. RAFLI FURQAN HIDAYAT**

Tesis  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister pada  
Program Studi Teknologi Kelautan

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI KELAUTAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2026**



*@Hak cipta milik IPB University*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

- 1 Dr. Angga Dwinovantyo, S.I.K., M.Si
- 2 Dr. Steven Solikin, S.I.K., M.Si

Judul Tesis : Analisis *Target Strength In Situ-Ex Situ* dan Densitas Ikan Tongkol Komo (*Euthynnus affinis*) Menggunakan *Broadband Echosounder*  
Nama : Moh. Rafli Furqan Hidayat  
NIM : C5502241004

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Prof. Henry M. Manik, S.Pi., MT., Ph.D.



Pembimbing 2:  
Dr. Ir. Totok Hestirianoto, M.Sc.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:  
Prof. Dr.Ir. Sri Pujiyati, M.Si  
NIP 19671021 199203 2 002



Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan:  
Dr. Beginer Subhan, S.Pi. M.Si  
NIP 198001182005011003

Tanggal Ujian: 11 Mei 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Juni sampai bulan Agustus 2025 dengan judul “*Analisis Target Strength In Situ–Ex Situ dan Densitas Ikan Tongkol Komo (Euthynnus affinis) Menggunakan Broadband Echosounder*”

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Kedua orang tua, yang selama ini telah mendoakan, mendukung, serta memotivasi penulis.
2. Bapak Prof. Henry Munandar Manik, S.Pi., M.T., Ph.D. dan Bapak Dr. Ir. Totok Hestirianoto, M.Sc. selaku pembimbing atas segala masukan, serta arahannya, selama pendidikan hingga selesai.
3. Bapak Dr. Angga Dwinovantyo, S.I.K., M.Si. selaku penguji sidang tesis atas segala masukan dan saran yang di berikan demi kesempurnaan hasil penulisan dan Bapak Dr. Steven Solikin, S.I.K., M.Si. selaku Gugus Kedali Mutu atas segala masukan, koreksi serta arahannya dalam penyempurnaan hasil tesis.
4. Ketua Prodi Teknologi Kelautan, Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Pujiyati, M.Si. Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University yang memberikan dukungan selama pendidikan
5. Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi (Kemendiksisaintek) atas kesempatan dan dukungan melalui Program Beasiswa PMDSU Batch VIII yang memungkinkan penulis menempuh pendidikan dan melaksanakan penelitian ini.
6. Balai Riset Perikanan Laut (BRPL), Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) atas dukungan dan bantuan dalam peminjaman peralatan penelitian berupa Simrad EK80 *broadband echosounder* yang sangat menunjang pelaksanaan peneliti
7. Karya siswa PMDSU Batch VIII IPB University yang telah merangkul dan saling menguatkan dalam proses ini
8. Bapak Mohammad Fadli Yahya, S.Pi. yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan memberikan bantuan selama proses pengambilan data di lapangan.
9. Bapak Dr. La Elson S. Pi. M. Si. yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan memberikan bantuan selama proses pengambilan data di lapangan.
10. Teman-teman “*Rumana Sulsel-Bar*” yang telah merangkul dan memberikan dukungan kepada penulis dalam penyusunan Tesis
11. Sekretariat Prodi TEK Oktavika Mayasari, A.Md dan Ibu Sri Ratih Deswati, S.Pi, M.Si yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan semangat kepada penulis selama menempuh pendidikan

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, 25 Januari 2026

Moh. Rafli Furqan Hidayat  
C5502241004



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## DAFTAR ISI

RINGKASAN	iv
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	5
1.5 Batasan Penelitian	5
II METODE	7
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	7
2.2 Alat dan Bahan	7
2.2.1 Sistem <i>Broadband</i> Echosounder	7
2.2.2 Ikan Tongkol Komo ( <i>Euthynnus affinis</i> )	8
2.3 Kalibrasi dan Konfigurasi Sistem Akustik	9
2.3.1 Kalibrasi Bola <i>Sphere</i>	9
2.3.2 Pengukuran <i>Near field</i> transducer <i>broadband</i>	10
2.3.3 Pengukuran Kecepatan Suara	11
2.4 Prosedur Kerja	11
2.5 Metode Pengukuran <i>Ex Situ</i>	12
2.5.1 Penyiapan Spesimen Tongkol Komo	12
2.5.2 Pengaturan Posisi dan Orientasi Ikan	13
2.5.3 Identifikasi Target Tunggal	14
2.5.4 Pengukuran Panjang dan Bobot Ikan	15
2.6 Metode Pengukuran <i>In Situ</i>	16
2.6.1 Survei Akustik	16
2.6.2 Perhitungan Koefisien Absorpsi Air Laut	17
2.6.3 Pemilihan Signal-to-Noise Ratio (SNR)	18
2.6.4 Estimasi Densitas Ikan Tongkol Komo	19
2.7 Pengolahan dan Analisis Data <i>Broadband</i>	20
2.7.1 Nilai TS tiap Individu Ikan	20
2.7.2 Nilai TS Sebagai Fungsi Frekuensi dan panjang ikan	20
2.7.3 Hubungan Empiris Nilai TS dan Ukuran Panjang Ikan	20
III HASIL DAN PEMBAHASAN	22

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

3.1	Karakteristik Sinyal dan <i>Beam Pattern</i> pada <i>Broadband Echosounder</i> SIMRAD EK80	22
3.2	Koefisien Absorpsi pada Rentang Frekuensi 160 - 260 kHz	25
3.3	Hasil Kalibrasi <i>Broadband Echosounder</i>	27
3.4	Karakteristik <i>Target Strength</i> Ikan Tongkol <i>Ex Situ</i>	28
	Karakteristik TS pada Orientasi 0°	28
	Karakteristik TS pada Orientasi -45°	31
	Karakteristik TS pada Orientasi 45°	32
3.5	Pengaruh Frekuensi <i>Broadband</i> dan Panjang Ikan terhadap <i>Target Strength</i>	34
3.4.1	<i>Strength</i>	34
3.4.2	Hubungan <i>Target Strength</i> , Frekuensi, Panjang Ikan, dan Sudut	35
3.4.3	Orientasi Ikan	35
3.7	Hubungan Panjang dan Bobot Ikan	35
3.8	Karakteristik <i>Target Strength</i> Ikan Tongkol Komo <i>In Situ</i>	37
3.9	Evaluasi <i>Signal-to-Noise Ratio</i> (SNR)	40
	Penggunaan SNR 1 dB	40
	Penggunaan SNR 10 dB	41
3.9.1	Penggunaan SNR 15 dB	41
3.9.2	Penggunaan SNR 19 dB	42
3.9.3	Penggunaan SNR 19 dB	42
3.9.4	Estimasi Densitas Ikan Tongkol Komo	42
IV	SIMPULAN DAN SARAN	46
4.1	Simpulan	46
4.2	Saran	46
	DAFTAR PUSTAKA	47
	LAMPIRAN	56
	RIWAYAT HIDUP	68

## DAFTAR TABEL

1	Alat dan bahan	7
2	Spesifikasi <i>broadband echosounder</i>	8

## DAFTAR GAMBAR

1	<i>Portable scientific echo sounder</i> dan transduser <i>split beam</i> 200 kHz (Sumber: SIMRAD 2016)	8
2	Pengukuran TS model bola <i>sphere</i> 38,1 mm oleh (NOAA Fisheries)	10
3	Pengukuran panjang cagak (Sumber: Fuadi <i>et al.</i> 2016) <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
4	Diagram alir kegiatan penelitian	12
5	Ilustrasi pengambilan data akustik <i>ex situ</i>	14
6	Jalur <i>tracking</i> di perairan Palabuhanratu	17
7	Pulsa <i>broadband chirp</i> simrad EK80 pada rentang 160 -260 kHz yang digunakan selama pengukuran <i>ex situ</i>	23
8	Spektrum pulsa akustik <i>broadband</i> EK80	23
9	Pola <i>beam transducer broadband echosounder</i> (160 -260 kHz)	25
10	Kurva koefisien absorpsi akustik pada rentang frekuensi <i>broadband</i> 160-260 kHz	27
11	Echogram proses kalibrasi menggunakan bola <i>sphere</i> 38.1 mm secara <i>ex situ</i>	28
12	Echogram proses kalibrasi menggunakan bola <i>sphere</i> 38.1 mm secara <i>in situ</i>	28
13	Grafik nilai TS tongkol komo pada orientasi 0° terhadap frekuensi	30
14	Grafik nilai TS tongkol komo pada orientasi - 45° terhadap frekuensi	32
15	Grafik nilai TS tongkol komo pada orientasi 45° terhadap frekuensi	34
16	Grafik hubungan panjang berat ikan tongkol komo	37
17	Peta lajur survei dan lokasi <i>schooling</i> ikan	37
18	Dokumentasi <i>ground truth</i> ikan tongkol komo di lapangan, meliputi proses penarikan jaring, pengukuran berat, dan pengukuran panjang ikan sebagai validasi target akustik <i>in situ</i>	39
19	Hasil pengukuran <i>in situ</i> TS kan tongkol komo pada frekuensi	39
20	Echogram <i>broadband</i> 160-260 kHz sebagai dasar evaluasi <i>Signal-to-Noise Ratio</i> (SNR)	40
21	Echogram dengan ambang <i>Signal-to-Noise Ratio</i> (SNR) 1 dB	41
22	Echogram dengan ambang <i>Signal-to-Noise Ratio</i> (SNR) 10 dB	41
23	Echogram dengan ambang <i>Signal-to-Noise Ratio</i> (SNR) 15 dB	41
24	Echogram dengan ambang <i>Signal-to-Noise Ratio</i> (SNR) 19 dB	42
25	Distribusi spasial <i>schooling</i> 1 Ikan tongkol komo	43
26	Distribusi spasial <i>schooling</i> 2 ikan tongkol komo	44
27	Distribusi spasial <i>schooling</i> 3 ikan tongkol komo	44



## DAFTAR LAMPIRAN

1	<i>Data TS broadband echosounder</i>	57
2	Lokasi penelitian <i>ex situ</i>	58
3	Proses instalasi alat <i>broadband echosounder</i>	58
4	Proses kalibrasi alat <i>broadband echosounder</i> secara <i>ex situ</i>	58
5	Proses pengukuran dan pengambilan data TS <i>ex situ</i> ikan tongkol komo	59
6	Proses instalasi alat <i>broadband echosounder</i> pada kapal payang	60
7	Proses kalibrasi alat <i>broadband echosounder</i> pada kapal payang	60
8	Proses penarikan jaring	61
9	Dokumentasi pengambilan data <i>in situ</i>	61
10	<i>Listing code</i> Matlab dalam proses visualiasasi TS ikan tongkol komo	62
11	<i>Listing code</i> Matlab dalam proses perhitungan densitas	64
12	<i>Listing code</i> Matlab dalam proses visualiasasi koefisien absorpsi air laut	64
13	Grafik nilai TS tongkol komo pada orientasi 0°	65
14	Grafik nilai TS tongkol komo pada orientasi -45°	66
15	Grafik nilai TS tongkol komo pada orientasi 45°	67

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.