



KARAKTERISASI ENERGI HAMBUR BALIK AKUSTIK DARI KUDA LAUT (*Hippocampus sp.*)

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

DONY APDILLAH



**SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2019**

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.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Bogor Agricultural



PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi berjudul Karakterisasi Energi Hambur Balik Akustik dari Kuda Laut (*Hippocampus* sp.) adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi 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 disertasi ini.

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

Bogor, April 2019

Dony Apdillah
NIM C562140031

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.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural



RINGKASAN

DONY APDILLAH. Karakterisasi Energi Hambur Balik Akustik dari Kuda Laut (*Hippocampus* sp.). Dibimbing oleh INDRA JAYA, HENRY MUNANDAR MANIK dan TOTOK HESTIRIANOTO.

Kuda laut (*Hippocampus* sp.) merupakan ikan laut karnivora yang terancam punah dan berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekologis perairan. Kuda laut adalah ikan bertulang keras yang telah dimanfaatkan untuk akuarium sebagai ikan hias, pengobatan tradisional Cina sebagai penambah stamina (*aphrodisiac*), cenderamata dan sebagai bahan makanan penguat (*food tonic*). Sejauh ini telah terjadi eksploitasi besar dan penurunan terhadap populasi mereka di perairan. Kuda laut telah diatur dalam *Convention of International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES) appendix II*, dan tercantum dalam Daftar Merah Spesies yang terancam (*IUCN Red List of Threatened Species* 2014). Penurunan populasi kuda laut di alam telah meningkatkan perhatian peneliti dan menjadi penting dilakukan melalui pendekatan multidisiplin ilmu, khususnya riset pemantauan distribusi dan kelimpahan kuda laut.

Pemantauan populasi kuda laut di perairan sulit dilakukan. Pada saat ini untuk memantau keberadaannya umumnya masih menggunakan teknik visual, biologi dan statistik. Pendekatan tersebut memiliki keterbatasan antara lain membutuhkan waktu yang lama, akurasi yang rendah, sehingga diperlukan suatu pendekatan alternatif yang berbasis telemetri (*hydroacoustic*). Pendekatan *hydroacoustic* telah digunakan sebagai *tool* dalam penelitian perikanan di perairan laut. Implementasi teknologi akustik aktif sangat ditentukan melalui informasi hamburan balik (*backscattering*) akustik atau dikenal dengan Target Strength (TS). Kuda laut memiliki sifat yang unik, dimana kuda laut jantan memiliki kantong pengeraman (*brood pouches*). Kuda laut jantan yang mengalami kehamilan dan memelihara anak-anaknya dalam kantong perutnya hingga menetas. Keberadaan *brood pouch* diduga berpengaruh terhadap respon *backscatter* akustik, sehingga dapat menjadi faktor penciri (*acoustic signature*) untuk membedakan jenis kelamin melalui metode akustik aktif di masa akan datang.

Pengamatan akustik kuda laut dilakukan dengan menggunakan *watertank* eksperimen. Kuda laut ditempatkan dengan metode ikat dan gantung (*tethered*). Perekaman data akustik kuda laut dilakukan dengan menggunakan *scientific echosounder single beam* SIMRAD EK-15. Transduser diletakan pada posisi vertikal (*downward looking*). Pemrosesan *signal processing* menggunakan perangkat lunak Sonar-4. Kuda laut yang diamati dikumpulkan dari Perairan Pulau Bintan, Indonesia. Kalibrasi instrumen dilakukan dengan teknik transmisi akustik *on-axis* dengan *sphere ball* diameter 38.1 mm *tungsten carbide* (TS = -42 dB). Selama perekaman data akustik juga dilakukan pengambilan gambar video melalui kamera *underwater* yang ditempatkan pada sisi dinding *watertank*. Pengambilan gambar dan perekaman data akustik dilakukan pada saat bersamaan untuk melihat tingkah laku orientasi dari kuda laut.

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.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang



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.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hasil pengukuran nilai TS rerata kuda laut berdasarkan ukuran pada aspek dorsal berkisar pada interval -47,04 s.d -48,94 dB dan pada aspek ventral berkisar -49,30 s.d -56,43. Kisaran nilai TS kuda laut pada aspek dorsal lebih besar dibandingkan dari pada aspek ventral, hal ini diduga disebabkan oleh struktur tubuh bagian dorsal lebih rata (flat) dengan material pembedak otot tubuh yang lebih keras sehingga memberikan respon pantulan gelombang suara yang kembali lebih kuat. Bagian ventral merupakan bagian tubuh depan sekitar perut, bagian ini lebih relatif lunak, pada kuda laut jantan terdapat organ reproduksi (*brood pouch*) berfungsi sebagai tempat pengeraman telur. Organ ini tampaknya memberikan pengaruh terhadap respon nilai TS pada kuda laut.

Hasil penelitian telah memformulasikan persamaan logaritma hubungan TS-ukuran, yakni untuk *H. comes* dengan panjang total antara 11 sampai 15 cm, dihasilkan $TS_{Dorsal} = 20 \text{ Log } (L) - 70,35 \text{ (dB)}$ dan $TS_{Ventral} = 20 \text{ Log } (L) - 74,51 \text{ (dB)}$. Respon nilai TS pada *H. comes* juga dipengaruhi sudut atau arah orientasi target terhadap transduser. Pengukuran dilakukan dengan memutar *body orientation* (orientasi tubuh) dari kuda laut. Hasil pengamatan menunjukkan nilai TS mengikuti pola sorot (*beam pattern*) dimana nilai maksimal pada sudut 0^0 .

Hasil pengukuran nilai TS rerata kuda laut jantan hamil (kehadiran *brood pouch*) lebih kecil dibandingkan dengan kuda laut betina (tanpa *brood pouch*) baik pada aspek dorsal dan ventral, hal ini terkait dengan struktur komposisi anatomi internal dari *brood pouch*, yang mampu meredam hambur balik suara. Hasil Uji T, menunjukkan terdapat perbedaan respon TS *H. kuda ada brood pouch* (jantan hamil) dibandingkan dengan *H. kuda tanpa brood pouch* (betina) secara nyata. Kondisi ini mengindikasikan bahwa dimungkinkan kedepan dapat dibedakan kuda laut berdasarkan jenis kelamin secara akustik.

Keywords: Acoustic Backscattering, Seahorse, Hippocampus, Target Strength



SUMMARY

DONY APDILLAH. Characterization of Acoustic Backscattering Energy of Seahorses (*Hippocampus* sp.). Supervised by INDRA JAYA, HENRY MUNANDAR MANIK and TOTOK HESTIRIANOTO.

Seahorses (*Hippocampus* sp.) is a carnivorous fish, endangered species and play an important role in maintaining the ecological balance of waters. Seahorse is a hard-boned fish used as ornamental fish in aquariums, traditional Chinese medicine, love drugs (aphrodisiac), souvenirs, and as food tonic. Evidently, the fish great economic value. Soaring market demand causes huge exploitation on seahorses to fulfill the necessity. This animal are listed on The Red List of Threatened Species (IUCN Red List of Threatened Species, 2014). The population has continuously decreased in their wild-life. Therefore, the population monitoring is an important element as an initial step to formulate their conservation policy. Monitoring on the distribution and abundance of seahorses has received great attention, and become important through multidisciplinary study.

Observation of the seahorse presence in the water are difficult to be done. Nowadays, the observation still use visual, biological, and statistical techniques. The approach has limitations, for example time-consuming and low accuracy, so it requires an alternative approach from other discipline, for example using hydroacoustic technology. The hydroacoustic approach has been used as tool in fisheries research for the marine environment. The implementation of active acoustic technology is rely on acoustic backscattering or known as Target Strength (TS). The seahorse is unique properties, where male seahorse have brood pouches. Male seahorse who experience pregnancy and keep their children in their stomach pockets until they hatch. The present of the brood pouches was affected the acoustic backscatter response, hence it open up the possibility of using acoustic signatures to distinguish their sex through an active acoustic method .

The observation of seahorse was done using the water tank experiment where seahorse was placed using the tethered method. Recording of seahorses acoustic data was done by using the scientific echosounder single beam SIMRAD EK-15 and the transducer was placed vertically downward. Signal processing was performed using Sonar-4 software. The biological samples of seahorse were collected from Bintan Island sea waters. The calibration of the instrument was using the on-axis acoustic transmission technique within 38.11 mm tungsten carbide (TS = -42 dB) of sphere ball diameter. During the acoustic data recording, underwater camera was used to record video and placed on the side of the watertank. The recording and the filming process was done at the same time to observe the behavior orientation of the seahorse.

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.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



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.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

The result was shown that mean TS value of seahorse ranged from -48.94 to -47.04 dB based on the size of the dorsal aspect and -56.43 to -49.30 dB based on the ventral aspect. TS value from the dorsal aspect was higher than the ventral aspect, which assumed from the flatter of the dorsal part of the body within the harder of muscle builder, which provide a higher backscatter respond. The ventral part is the front body part near the abdomen was relatively soft, which is the male seahorse the brood pouch existed as hatching organ, were affected the response of seahorse TS value.

The result of study are formulated using logarithmic equation for TS-size relationship, where for *H. comes* with 11 to 15 cm of total length as $TS_{Dorsal} = 20 \text{ Log (L) - 70.35 (dB)}$ and $TS_{Ventral} = 20 \text{ Log (L) - 74.51 (dB)}$. The response of *H. comes* also influenced by the angle or direction of targets orientation to the transducer. The measurement was then made by rotation of the body orientation of the seahorse. The observation shows that TS follow the beam pattern of tranducer used, where maximum value is *on-axis* (0° degree).

The results of mean TS value of pregnant male seahorse (with brood pouch) was smaller than female seahorse (without brood pouch) in both dorsal and ventral aspects, due to the internal anatomy structure composition of the brood pouch, that able to reduce the backscattering sound. The T-test result shows that there was different response in the TS of *H. kuda* with brood pouch (pregnant male) compared to *H. kuda* without brood pouch (female). This results indicates that it is possible in the future to distinguish the sex of seahorses acoustically.

Keywords: Acoustic Backscattering, Seahorse, Hippocampus, Target Strength



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

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.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2019

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

Bogor Agricultural



KARAKTERISASI ENERGI HAMBUR BALIK AKUSTIK DARI KUDA LAUT (*Hippocampus sp.*)

DONY APDILLAH

Disertasi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor
pada
Program Studi Teknologi Kelautan

**SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2019**

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural

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.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



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.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Penguji Luar Komisi pada Ujian Tertutup :

1. Dr. Fauziah, M.Si
2. Dr. Entin A. Karjadi, M.CE

Penguji Luar Komisi pada Sidang Promosi Terbuka :

1. Dr. Fauziah, M.Si
2. Dr. Entin A. Karjadi, M.CE

Bogor Agricultural



- 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.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Judul Disertasi : Karakterisasi Energi Hambur Balik Akustik dari Kuda Laut
(*Hippocampus* sp.)
Nama : Dony Apdillah
NRP : C562140031

Disetujui oleh
Komisi Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Indra Jaya, M.Sc
Ketua

Prof. Henry M. Manik, MT, Ph.D
Anggota

Dr. Totok Hestirianoto, M.Sc
Anggota

Diketahui oleh

Ketua Program Studi
Teknologi Kelautan

Prof. Henry M. Manik, MT, Ph.D



Dekan Sekolah Pascasarjana IPB

Prof. Dr. Anas Miftah Fauzi, M.Eng

Tanggal Ujian: 15 April 2019
(tanggal sidang promosi terbuka)

Tanggal Lulus: ...15 APR 2019...



PRAKATA

Puji dan syukur Penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala Karunia-Nya sehingga karya ilmiah berupa disertasi ini dapat diselesaikan. Disertasi ini berjudul “Karakterisasi Energi Hambur Balik Akustik dari Kuda Laut (*Hippocampus sp.*)”.

Terima kasih Penulis sampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Indra Jaya, M.Sc, Prof. Henry M. Manik, M.T, PhD dan Dr. Ir. Totok Hestirianoto, M.Sc selaku komisi pembimbing, atas arahan dan masukannya sehingga penyusunan karya ilmiah ini dapat diselesaikan. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Dr. Agung Dhamar Syakti, DEA, Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Maritim Raja Ali Haji (UMRAH), Laboratorium Riset Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan UMRAH, teman sejawat dan kolega-ku di civitas akademika FIKP UMRAH, yang telah memberikan bantuan sarana dan dukungan moril selama pengumpulan data dilaksanakan. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada penguji luar komisi Dr. Fauziah, S.Pi (Program Studi Ilmu Kelautan UNSRI) dan Entin A. Karjadi, MCE, Ph.D (Program Studi Teknik Kelautan ITB), Ketua Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan FPIK IPB, yang telah membantu memberikan review dan masukan terhadap disertasi ini, serta kedua orangtuaku (Bapak dan Ibu), keluarga dan kerabat serta istri dan anak-anakku yang tercinta atas dukungan dan doanya.

Bogor, April 2019

Dony Apdillah

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.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
1 PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Rumusan Masalah	2
Tujuan Penelitian	5
Manfaat Penelitian	5
Kebaruan (Novelty)	5
Waktu dan Lokasi Penelitian	6
Alat dan Bahan	7
Metode Umum	7
2 REFLEKSI AKUSTIK KUDA LAUT PADA KONDISI BERGERAK AKTIF DAN PASIF	
Pendahuluan	11
Bahan dan Metode	12
Alat dan Bahan	12
Analisis Data	13
Hasil dan Pembahasan	13
Simpulan	19
3 TARGET STRENGTH KUDA LAUT BERDASARKAN UKURAN DAN ORIENTASI TUBUH (SUDUT) PADA ASPEK DORSAL DAN VENTRAL	
Pendahuluan	20
Metode Penelitian	21
Komputasi Data Akustik	22
Hasil dan Pembahasan	24
Simpulan dan Saran	32
4 TARGET STRENGTH KUDA LAUT BERDASARKAN KEHADIRAN BROOD POUCH PADA ASPEK DORSAL DAN VENTRAL DENGAN PENDEKATAN IMMOBILE FISH	
Pendahuluan	33
Metode Penelitian	34
Analisis Data	35
Hasil dan Pembahasan	36
Simpulan dan Saran	42

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta dilindungi IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

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.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR ISI (lanjutan)

5	TARGET STRENGTH KUDA LAUT BERDASARKAN KONDISI PERKEMBANGAN ORGAN REPRODUKSI (JANTAN HAMIL, JANTAN TIDAK HAMIL DAN BETINA) DENGAN PENDEKATAN LIVE FISH	43
	Pendahuluan	43
	Metode Penelitian	44
	Komputasi Data Akustik	45
	Hasil dan Pembahasan	47
	Simpulan dan Saran	53
6	PEMBAHASAN UMUM	55
	DAFTAR PUSTAKA	59
	RIWAYAT HIDUP	65

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.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR TABEL

1.	<i>Setting</i> echosounder dalam perekaman	9
2.	Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian	12
3.	Rekapitulasi hasil pengukuran panjang, berat dan distribusi nilai TS rerata dari <i>Hippocampus sp.</i>	14
4.	Nilai TS rerata hasil multi scatter plot, standar deviasi pada kondisi aktif dan tidak aktif	18
5.	Hasil ANOVA TS kuda laut terhadap kondisi aktif dan tidak aktif	18
6.	<i>Setting</i> parameter akustik dalam perekaman	22
7.	Rekapitulasi hasil pengukuran panjang dan nilai TS rerata dari <i>Hippocampus comes</i>	25
8.	Hasil ANOVA TS kuda laut terhadap aspek dorsal dan ventral	27
9.	Nilai L (length) dan c	28
10.	Perbandingan persamaan TS-ukuran ikan dari penelitian sebelumnya	28
11.	Spesifikasi instrumen dan parameter akustik dalam perekaman data	34
12.	Rekapitulasi hasil pengukuran panjang dan nilai TS rerata dari <i>Hippocampus kuda</i>	36
13.	Hasil Uji T (two-sample) <i>H. kuda</i> jantan versus betina pada aspek dorsal	40
14.	Hasil Uji T (two-sample) <i>H. kuda</i> jantan versus betina pada aspek ventral	41
15.	Hasil Uji klasifikasi ANN pada aspek dorsal	41
16.	Hasil Uji klasifikasi ANN pada aspek ventral	41
17.	Parameter akustik dan spesifikasi instrumen dalam perekaman	45
18.	Rekapitulasi hasil pengukuran panjang dan nilai TS rerata dari <i>Hippocampus kuda</i> berdasarkan perkembangan organ reproduksi	47
19.	Hasil ANOVA perbedaan TS <i>H. kuda</i> berdasarkan kondisi perkembangan organ reproduksi	52
20.	Hasil uji lanjut Tukey beda nyata TS <i>H. kuda</i> jantan hamil dan betina	52
21.	Hasil uji klasifikasi JST, Betina vs Jantan Hamil vs Jantan tidak Hamil pada pendekatan <i>live fish</i>	53
22.	Rekapitulasi hasil pengukuran TS kuda laut berdasarkan kondisi tingkah laku, ontogeni, sudut (body orientation) dan organ reproduksi	58

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.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

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.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

DAFTAR GAMBAR

1. Morfologi Hippocampus sp.	5
2. Diagram Alir Kerangka Pemikiran	6
3. Penangkaran Kuda Laut dengan akuarium kaca di Laboratorium Budidaya FIKP UMRAH	8
4. Desain <i>water tank</i> eksperimen kuda laut dengan metode <i>thetered</i> pendekatan <i>immobile fish dan live fish</i> menggunakan SIMRAD EK-15	9
5. Skematik bagan alir penelitian	10
6. <i>Rancang bangun watertank</i> untuk eksperimen kuda laut	13
7. Echogram refleksi signal suara kuda laut yang bergerak pada kondisi aktif (a) dan pasif (b)	14
8. <i>Scatter plot</i> menunjukkan variabilitas refleksi signal suara kuda laut pada kondisi bergerak aktif dan pasif	15
9. Fluktuasi nilai TS kuda laut kondisi bergerak aktif dan pasif pada kondisi bergerak aktif (a) dan pasif (b)	15
10. Variabilitas nilai TS yang dipengaruhi oleh sudut	16
11. Hasil Regresi Linear hubungan TS terhadap ukuran kuda laut pada kondisi bergerak aktif (a) dan pasif (b)	17
12. Boxplot hubungan perbedaan nilai TS kudalaut terhadap ukuran (kondisi aktif dan pasif)	17
13. Sebaran nilai TS kudalaut (kondisi aktif dan pasif) berdasarkan Probability Density Fuction (PDF)	18
14. Diagram alir akuisisi dan pengolahan data akustik	23
15. Rancangan eksperimen, perekaman TS kuda laut pendekatan <i>immobile fish</i> dengan metode <i>tethered (downward looking transducer)</i> pada aspek Dorsal and Ventral di <i>watertank</i>	24
16. Echogram <i>Acoustic Backscatteing Signal</i> kuda laut, terlihat terpisah secara jelas dengan pemberat dan obyek lainnya yang terdapat pada lingkungan watertank	24
17. Perbandingan kurva regresi linear TS rerata terhadap ukuran <i>H.comes</i> pada aspek dorsal dan ventral, Titik (poin) menggambarkan distribusi data, garis solid menjelaskan hasil regresi linear	26
18. Boxplot Mean TS Distribution dari <i>H. Comes</i> , (a) pada aspek dorsal dan (b) ventral	26
19. (A) <i>H. Kuda</i> jantan hamil, <i>brood pouch</i> terlihat membesar, (B) <i>H.comes</i> betina pada kondisi matang gonad dan belum, terlihat pada kondisi matang gonad, menyebabkan gonad mendesak dan menutupi gelembung renang (<i>swimbladder</i>)	27
20. Histogram nilai TS rerata dari <i>H. comes</i> (a) pada aspek dorsal, dan (b) aspek ventral menunjukkan sebaran data bi-modal pada nilai TS	27
21. Pengukuran TS berdasarkan sudut (<i>body orientation</i>) <i>H. comes</i> pada Aspek dorsal dan ventral	29
22. Boxplot sebaran nilai TS rerata <i>H. comes</i> terhadap <i>body orientation</i> (sudut) pada aspek dorsal (a) dan ventral (b)	29
23. Hasil Normalisasi Nilai TS rerata <i>H. comes</i> terhadap sudut (<i>degree</i>) pada aspek dorsal (a) dan ventral (b)	30
24. Pola <i>beam patterns</i> instrumen EK15 Frek 200 kHz	31



25. Arsitektur MLP JST standar	35
26. Rancangan watertank eksperimen dalam perekaman TS kuda laut	36
27. Echogram hasil pemrosesan sinyal pada aspek dorsal	37
28. Echogram hasil pemrosesan sinyal pada aspek ventral	38
29. Morfologi kuda laut (a) <i>H. Kuda</i> Betina, tanpa <i>brood pouch</i> terlihat <i>swimbladder</i> yang terdapat pada rongga leher, (b) <i>H.comes</i> jantan hamil	38
30. Grafik TS <i>H. kuda</i> versus <i>brood pouch</i> pada aspek dorsal dan ventral	39
31. Histogram distribusi normal distribusi nilai TS <i>H. kuda</i> dengan kehadiran <i>brood pouch</i> versus tanpa <i>brood pouch</i>	40
32. Diagram alir akuisisi dan pengolahan data akustik	46
33. Rancangan eksperimen perekaman data TS <i>H. kuda</i> berdasarkan perkembangan organ reproduksi menggunakan pendekatan live fish	46
34. Hasil perekaman data <i>H. kuda</i> menggunakan <i>scientific echosounder</i>	48
35. Hasil analisis <i>signal processing</i>	49
36. Histogram distribusi normal distribusi nilai TS <i>H. kuda</i> betina, jantan hamil dan jantan tidak hamil	50
37. Morfologi sampel <i>H. kuda</i> berdasarkan kondisi reproductive state	51
38. Plot interval hasil ANOVA sebaran TS <i>H. kuda</i> berdasarkan kondisi reproductive state pada selang kepercayaan 95 %	52
39. Orientasi kuda laut di perairan, umumnya berada pada posisi vertikal (<i>pectoral aspect</i>)	55
40. Teknik Aplikasi horizontal transduser untuk pengamatan kuda laut untuk menemukan kuda laut jantan hamil	56

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.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.