



DISERTASI

OSMOREGULASI DAN BIOEKOLOGI MOLUSKA *Teredo. navalis* Linnaeus 1758 PADA HABITAT MANGROVE YANG MENGALAMI STRES OSMOTIK LINGKUNGAN DI HALMAHERA TIMUR

**Yumima Sinyo
NIM 30000117510007**

SEKOLAH PASCASARJANA

**PROGRAM DOKTOR ILMU LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2021**



**OSMOREGULASI DAN BIOEKOLOGI MOLUSKA *Teredo navalis*
Linnaeus 1758 PADA HABITAT MANGROVE YANG MENGALAMI
STRES OSMOTIK LINGKUNGAN DI HALMAHERA TIMUR**

Disertasi
Untuk memperoleh gelar Doktor
dalam Ilmu Lingkungan

Untuk dipertahankan dihadapan
Dekan Sekolah Pascasarjana dan Tim Penguji pada Ujian Promosi
Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro
Pada tanggal 13 bulan Desember tahun 2021 pukul 13.00 WIB

SEKOLAH PASCASARJANA

Oleh

**YUMIMA SINYO
NIM. 30000117510007**

HALAMAN PENGESAHAN

**OSMOREGULASI DAN BIOEKOLOGI MOLUSKA *Teredo navalis*
Linnaeus 1758 PADA HABITAT MANGROVE YANG MENGALAMI
STRES OSMOTIK LINGKUNGAN DI HALMAHERA TIMUR**

Oleh
Yumima Sinyo
NIM. 30000117510007

Telah diuji dan dinyatakan lulus ujian pada tanggal 13 Bulan Desember Tahun
2021 oleh tim penguji Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan
Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro

Promotor

Ko Promotor

Prof.Dr. Ir. Sutrisno Anggoro,MS
NIP. 195212111976031003

Prof. Dr.Tri R. Soeprbowati, Mapp,Sc
NIP. 196404291989032001

Dekan Sekolah Pascasarjana
Universitas Diponegoro

Ketua Program Studi
Doktor Ilmu Lingkungan
Sekolah PascasarjanaP
Universitas Diponegoro

Dr. R.B. Sularto, SH., M.Hum.
NIP. 196701011991031005

Dr. Budi Warsito, S.Si., M.Si
NIP. 197508241999031003

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

OSMOREGULASI DAN BIOEKOLOGI MOLUSKA *Teredo navalis* *Linnaeus 1758* PADA HABITAT MANGROVE YANG MENGALAMI STRES OSMOTIK LINGKUNGAN DI HALMAHERA TIMUR

Oleh

YUMIMA SINYO
NIM. 30000117510007

Telah disetujui oleh:

Pimpinan Sidang:

Dr. R.B. Sularto, SH., M.Hum.
(Ketua Sidang/Penguji)

Dr. Budi Warsito, S.Si., M.Si.
(Sekretaris Sidang/Penguji/Prodi Doktor Ilmu Lingkungan)

Anggota Tim Penguji:

Dr. Abdulrasyid Tolangara, S.Pd., M.Si
(Penguji Eksternal/Fakultas KIP UNKHAIR)

Dr. Drs. Subagiyo, M.Si
(Penguji 1/Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNDIP)

Dr. Ing Sudarno, ST., M.Si
(Penguji 2/Fakultas Teknik UNDIP)

Prof. Dr. Tri Retnaningsih Soeprbowati, MApp.Sc
Ko Promotor/Sekolah Pascasarjana UNDIP

Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, MS
Promotor/Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNDIP



PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Yumima Sinyo

NIM : 30000117510007

Mahasiswa : Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan Pascasarjana
Universitas Diponegoro

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Disertasi ini dengan judul “Osmoregulasi Dan Bioekologi Moluska *Teredo navalis Linnaeus 1758* Pada Habitat Mangrove Yang Mengalami Stres Osmotik Lingkungan di Halmahera Timur” adalah karya asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (Doktor) di perguruan tinggi manapun.
2. Disertasi ini adalah murni ide, rumusan, dan hasil penelitian saya serta dilakukan tanpa bantuan orang lain, kecuali Tim Promotor dan narasumber.
3. Disertasi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan judul aslinya serta dicantumkan dalam daftar pustaka..
4. Pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh serta sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku di Universitas Diponegoro.

Semarang, 13 Desember, 2021

Yumima Sinyo

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah Yang Maha Kuasa atas Kasih dan Hikmatya sehingga penulis dapat menyelesaikan disertasi ini, dengan judul "Osmoregulasi dan bioekologi moluska Linnaeus 1758 pada habitat mangrove yang mengalami stres osmotik lingkungan di Halmahera Timur". Disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Program Doktor (S3) pada Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang.

Disertasi ini berisikan tentang osmoregulasi dan bioekologi di habitat mangrove. Data osmoregulasi diketahui melalui pengamatan osmolaritas hemolim dan osmolaritas media menggunakan alat, data osmolaritas yang diperoleh kemudian digunakan untuk menganalisis nilai tingkat (beban) kerja osmotik berdasarkan selisih nilai osmolaritas hemolim dan osmolaritas media. Data kadar garam pada akar, batang dan daun mangrove sp dan sp diketahui dengan menggunakan refraktometer. Data karakteristik bioekologi diketahui melalui identifikasi karakteristik morfologi dan analisis kepadatan populasi menggunakan buku kunci determinasi dan rumus kepadatan. Penetapan data protein kasar menggunakan metode KJELDAHL melalui tahapan destruksi, destilasi dan titrasi. Data strategi pengelolaan lingkungan diketahui melalui penetapan media optimum untuk domestikasi, pola pertumbuhan dan faktor kondisi menggunakan metode eksperimen dan analisis kurva normal. Tujuan disertasi ini yaitu untuk menganalisis osmoregulasi dan bioekologi moluska pada habitat mangrove yang mengalami stres osmotik lingkungan di Halmahera Timur.

Disadari dalam penulisan disertasi ini masih banyak kekurangan dan kendala. Namun demikian penulis telah berupaya menyajikan suatu gambaran secara umum pada disertasi ini, agar bisa dikaji dan ditelaah tentang karya penelitian. Pada kesempatan ini kami menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada, yang terhormat :

1. Prof. Dr. Yos Johan Utama, SH., MH selaku Rektor Universitas Diponegoro yang selalu mengarahkan tentang semangat, dan keuletan kepada kami selaku mahasiswa selama dalam menjalani proses studi.
2. Dr. R.B. Sularto, S.H., M.Hum, selaku Dekan Sekolah Pasca Sarjana Universitas Diponegoro yang selalu mengarahkan dan memberi semangat, motivasi dan keuletan kepada kami dalam menjalani studi serta selalu memberikan arahan di setiap pertemuan.
3. Dr. Budi Warsito, S.Si, M.Si, selaku pengelola dan Ketua Program Doktor Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro, juga selaku penguji yang selalu memotivasi dan memberikan saran, masukan serta perhatian hingga selesainya studi saya.
4. Prof. Dr. Ir. H. Sutrisno Anggoro, MS, selaku Promotor, yang dengan ketulusan hati dan perhatiannya sejak awal perkuliahan, pembimbingan hingga dimulainya permasalahan yang ditemukan di lapangan sampai selesainya studi saya.
5. Prof. Dr. Tri Retnaningsih Soeprobawati, MApp,Sc selaku Ko-Promotor, yang dengan penuh ketulusan hati dan perhatian dari awal bimbingan memberikan masukan, petunjuk, koreksi, dan cara penulisan disertasi maupun jurnal yang

sistematis serta simpel hingga penulis bisa memahami isi dan substansi materi disertasi ini.

6. Dr. Abdulrasyid Tolangara, S.Pd.,M.Si (Penguji Eksternal), dosen pada Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Khairun yang telah berkenan menguji dan memberikan masukan, saran-saran yang sangat berharga bagi penyempurnaan disertasi ini. Atas saran dan masukan, saya ucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya.
7. Dr. Drs. Subagiyo, M.Si selaku penguji, dosen pada Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro yang telah berkenan menguji dan memberikan masukan, saran-saran yang sangat berharga bagi penyempurnaan disertasi ini. Saya ucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya.
8. Dr. Ing. Sudarno, ST., M.Sc. selaku penguji, yang telah berkenan menguji dan memberikan masukan, saran untuk perbaikan dan penyempurnaan disertasi ini. saya ucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya.
9. Segenap dosen pengampu Mata kuliah di Program Doktor Ilmu Lingkungan yang telah membekali ilmu yang sangat bermanfaat kepada saya dalam menunjang penyusunan proposal ini.
10. Terima kasih kepada Sekretariat Program Doktor Ilmu Lingkungan (PDIL) yang selalu memberi perhatian dan motivasi serta banyak membantu penulis hingga dapat menyelesaikan studi di Universitas Diponegoro Semarang.
11. Kepada Tendik DIL (Mbak Fitri, Mas Dhani, Mbak Ima, Mas Panji dan Mbak Andri) yang telah banyak membantu saya dalam berproses selama studi dan pelaksanaan ujian. Saya ucapkan terima kasih.

12. Kepada teman-teman DIL Angkatan 2017 (Umi, Rossi, Rita, Syarif, Pribadyo, Kartono, Suhartana, dan Hardian) yang selalu bersama menjalani berproses dari awal studi, suka, duka, tawa hingga selesainya studi. Saya ucapkan Terima kasih atas segalanya.
13. Kepada Rektor Universitas Khairun Ternate Prof. Dr. Husen Alting, SH., MH yang telah memberikan rekomendasi, perhatian dan motivasi selama saya menjalani studi di Sekolah Pasca sarjana UNDIP, saya ucapkan banyak terima kasih.
14. Kepada Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Khairun Ternate dan bapak ibu dosen di fakultas KIP Dr. Abdilrasyid Tolangara, S.Pd., M.Si, terima kasih atas segala motivasi, doa dan bantuan yang diberikan selama saya menempuh studi.
15. Kepada Ketua Program Studi Pendidikan Biologi dan Bapak Ibu dosen PRODI Biologi FKIP UNKHAIR yang selalu memberi perhatian, doa, motivasi dan bantuan selama saya menjalani studi, saya sampaikan terima kasih banyak.
16. Terima kasih saya haturkan untuk Pemerintah Daerah Kabupaten Halmahera Timur Bapak Bupati Drs. Hi. Ubaid Yakub, MPA yang telah banyak memberikan bantuan berupa fasilitas dan topangan dana selama saya melakukan penelitian di Halmahera Timur. Terima kasih atas apresiasi, doa dan suport yangtelah diberikan.

17. Kepala Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Halmahera Timur (Drs. Asmar Hi. Daud, S.P, M.Si) yang banyak membantu saya dalam pelaksanaan penelitian di lokasi juga telah mengeluarkan surat keterangan menelitian.
18. Kepada kedua orangtua saya Papa Mesak Sinyo dan Mendiang Mama Menderika Sopus, yang tidak pernah merasa lelah mendidik, memotivasi dan mendoakan saya hingga selesainya studi ini.
19. Suami terkasih Frengky Wamese dan anak-anak tercinta: Jesfy, Frenly, Putri dan Elya yang selalu setia mendoakan, menyayangi serta menjadi penyemangat hidup saya.
20. Kakak Ona, Oya, Adik Merci, Mias, dan Ponakan: Sisi, Defi, Aldi, Aldo, Indra, Tasya, Evelin, Rido, Onyong, dan Rio, yang selalu memberikan kasih sayang, perhatian dan topangan DOA, saya ucapkan Terima kasih.

Semarang, 13 Desember, 2021

Penulis

SEKOLAH PASCASARJANA

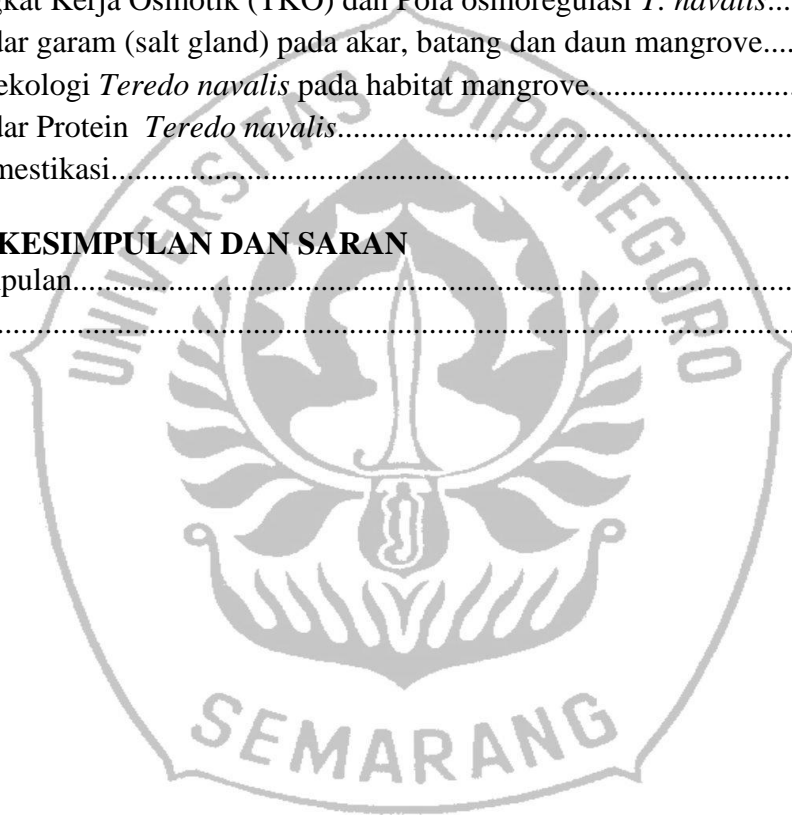
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	Xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
DAFTAR SINGKATAN.....	xx
GLOSARI.....	xxi
ABSTRAK.....	xxix
ABSTRACT.....	xxx
RINGKASAN.....	xxxix
SUMMARY.....	xxxix
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Perumusan Masalah.....	11
C. Pertanyaan Penelitian.....	13
D. Orisinalitas.....	14
E. Tujuan Penelitian.....	34
1. Tujuan Umum.....	34
2. Tujuan Khusus.....	14
E. Manfaat Penelitian.....	35
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	38
A. Osmoregulasi pada <i>Teredo navalis</i> Linnaeus 1758.....	38
1. Prinsip-prinsip dasar osmoregulasi.....	40
2. Mekanisme Osmoregulasi pada moluska <i>T. navalis</i> dan Mangrove	41
B. Salinitas dan Osmolaritas.....	44
C. Pengaruh Lingkungan Terhadap Osmoregulasi moluska <i>T. navalis</i>	44
D. Bioekologi <i>Teredo navalis</i> Linnaeus 1758.....	45
1. Morfologi dan klasifikasi <i>T. navalis</i>	46
2. Sistem reproduksi dan siklus hidup <i>T. navalis</i>	49
3. Habitat <i>T. navalis</i>	51
4. Populasi dan distribusi <i>T. navalis</i>	53

5. Pertumbuhan dan faktor kondisi <i>T. navalis</i>	54
6. Kebiasaan makan.....	55
7. Predator dan kompetisi.....	57
8. Adaptasi dan Faktor Pembatas.....	58
D. Kadar Garam.....	60
E. Protein <i>Teredo navalis</i>	67
F. Mangrove sebagai habitat <i>Teredo navalis</i> Linnaeus 1758.....	69
1. Deskripsi <i>Rhizophora</i> sp sebagai habitat <i>T. navalis</i>	71
2. Deskripsi <i>Avicennia</i> sp sebagai habitat <i>T. navalis</i>	76
G. Domestikasi <i>Teredo navalis</i> Linnaeus 1758.....	82
H. Pengelolaan Lingkungan Domestikasi.....	86
 BAB III KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS	
A. Kerangka Teori.....	88
B. Kerangka Konsep.....	89
C. Hipotesis.....	91
1. Hipotesis Mayor.....	91
2. Hipotesis Minor.....	91
 BAB IV METODE PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	93
1. Deskripsi Lokasi Penelitian.....	93
B. Desain Penelitian.....	95
C. Populasi dan Sampel.....	96
D. Variabel Penelitian.....	96
1. Nama Variabel.....	96
2. Definisi Operasional Variabel.....	97
E. Materi Penelitian.....	99
F. Tehnik Pengumpulan Data.....	99
1. Tehnik Pengumpulan Data Pola Osmoregulasi.....	100
2. Tehnik pengumpulan data kadar karam media akar, batang dan daun..	103
3. Tehnik pengumpulan data karakter morfologi dan kepadatan populasi <i>T. navalis</i>	105
4. Tehnik pengumpulan data kadar protein <i>T. navalis</i>	106
5. Tehnik pengumpulan sampel pengelolaan lingkungan media optimum dan perumusan strategi domestikasi <i>T. navalis</i> untuk konservasi lingkungan bervegetasi mangrove di Halmahera Timur.....	110
G. Diagram Alur Penelitian.....	123
H. Pengolahan dan Analisa Data.....	124

BAB V HASIL PENELITIAN DAN BAHASAN

A. Hasil Penelitian.....	127
1. Tingkat Kerja Osmotik (TKO) dan Pola osmoregulasi <i>T. navalis</i>	127
2. Kadar garam pada akar, batang dan daun mangrove.....	136
3. Bioekologi <i>Teredo navalis</i> pada habitat mangrove.....	140
4. Kadar Protein <i>Teredo navalis</i>	146
5. Domestikasi.....	146
B. Bahasan.....	181
1. Tingkat Kerja Osmotik (TKO) dan Pola osmoregulasi <i>T. navalis</i>	181
2. Kadar garam (salt gland) pada akar, batang dan daun mangrove.....	185
3. Bioekologi <i>Teredo navalis</i> pada habitat mangrove.....	187
4. Kadar Protein <i>Teredo navalis</i>	189
5. Domestikasi.....	191
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	206
B. Saran.....	207



SEKOLAH PASCASARJANA

DAFTAR GAMBAR

2.1. Bagan osmoregulasi pada moluska <i>T. navalis</i> dan mangrove.....	43
2.2. Morfologi tubuh <i>T. navalis</i>	47
2.3. Siklus hidup <i>Teredo navalis</i>	51
2.4. Habitat <i>Teredo navalis</i>	53
2.5. Fase pertumbuhan tubuh dan kondisi habitat <i>T. navalis</i>	55
2.6. Perilaku (kebiasaan) makan <i>T. navalis</i> di habitat mangrove	57
2.7. Spesies <i>Rhizophora apiculata</i>	72
2.8. Spesies <i>Rhizophora mucronata</i> Lamk	74
2.9. Spesies <i>Rhizophora Stylosa</i>	75
2.10. Spesies <i>Avicennia marina</i>	77
2.11. Spesies <i>Avicennia alba blume</i>	78
2.12. Spesies <i>Avicennia officinalis</i> L	80
2.13. Spesies <i>Avicennia lanata</i>	81
3.1. Kerangka Teori.....	88
3.2. Kerangka konsep.....	89
3.3. Kerangka Pendekatan Masalah Penelitian	90
4.1. Peta lokasi pengambilan sampel penelitian	95
4.2. Bagian-bagian alat <i>Automatic Micro Osmometer Roebing</i>	100
4.3. Pengoperasian alat <i>Automatic micro osmometer roebing</i>	101
4.4. Proses kalibrasi alat <i>Automatic micro osmometer roebing</i>	102
4.5. Pengukuran osmolaritas hemolim dan osmolaritas media.....	103
4.6. Sampel uji kadar garam (akar, batang dan daun).....	104
4.7. Alat Refraktometer uji kadar garam (salinitas).....	104
4.8. Pengumpulan sampel pada akar akar dan batang mangrove.....	106
4.9. Tempat pengujian kadar protein.....	107
4.10. Lokasi penelitian domestikasi di perairan mangrove Wailukum Halmahera Timur.....	112
4.11. Skema tata letak sampel.....	114
4.12. Media (habitat) dan alat perangkap yang digunakan untuk menangkap <i>T. navalis</i>	115
4.13. Sampel hewan uji (<i>T. navalis</i>) dari habitat akar dan batang mangrove .	117
4.14. Sistem resirkulasi yang digunakan dalam penelitian	121
4.15. Penataan potongan sampel akar dan batang mangrove sebagai unit pemeliharaan <i>T. navalis</i>	121
4.16. Diagram alur penelitian.....	123
5.1. Grafik nilai tingkat kerja osmotik (TKO) <i>T. navalis</i> pada habitat akar <i>Rhizopora</i> sp <i>Avicennia</i> sp	128

5.2.	Grafik nilai tingkat kerja osmotik (TKO) <i>T. navalis</i> habitat batang <i>Rhizophora</i> sp dan <i>Avicennia</i> sp.....	131
5.3.	Nilai kadar garam <i>Rhizophora</i> sp dan <i>Avicennia</i> sp pada media akar. .	133
5.4.	Nilai kadar garam <i>Rhizophora</i> sp dan <i>Avicennia</i> sp pada media batang	135
5.5.	Nilai rata-rata kadar garam pada daun <i>Rhizophora</i> sp dan <i>Avicennia</i> sp	136
5.6.	Ukuran tubuh <i>T. navalis</i>	138
5.7.	Jumlah ukuran tubuh <i>T. navalis</i> pada habitat akar.....	139
5.8.	Jumlah ukuran tubuh <i>T. navalis</i> pada habitat batang.....	141
5.9.	Tingkat kerja osmotik <i>T. navalis</i> media perairan pada salinitas media yang berbeda	142
5.10.	Hubungan tingkat kerja osmotik <i>T. navalis</i> dengan media perairan pada salinitas berbeda	143
5.11.	Tingkat kerja osmotik <i>T. navalis</i> pada media akar <i>Rhizophora</i> sp di salinitas berbeda	148
5.12.	Hubungan tingkat kerja Osmotik <i>T. navalis</i> dengan media akar <i>Rhizophora</i> sp di berbagai salinitas.....	153
5.13.	Tingkat kerja osmotik <i>T. navalis</i> pada media batang <i>Rhizophora</i> sp di berbagai salinitas.....	154
5.14.	Hubungan tingkat kerja osmotik <i>T. navalis</i> pada media batang <i>Rhizophora</i> sp di berbagai salinitas	155
5.15.	Tingkat kerja osmotik <i>T. navalis</i> pada media akar <i>Avicennia</i> sp di berbagai salinitas	156
5.16.	Hubungan tingkat kerja osmotik <i>T. navalis</i> pada media akar <i>Avicennia</i> sp di berbagai salinitas.....	158
5.17.	Tingkat kerja osmotik <i>T. navalis</i> pada batang <i>Avicennia</i> sp diberbagai salinitas	159
5.18.	Hubungan tingkat kerja osmotik <i>T. navalis</i> pada batang <i>Avicennia</i> sp diberbagai salinitas.....	161
5.19.	Pertumbuhan mutlak <i>T. navalis</i> pada habitat akar <i>Rhizophora</i> sp di salinitas yang berbeda.....	162
5.20.	Kurva respon pertumbuhan mutlak <i>T. navalis</i> pada habitat akar salinitas yang berbeda.....	164
5.21.	Pertumbuhan mutlak <i>T. navalis</i> di batang <i>Rhizophora</i> sp pada salinitas yang berbeda	167
5.22.	Kurva respon pertumbuhan mutlak <i>T. navalis</i> di habitat batang <i>Rhizophora</i> sp pada salinitas yang berbeda.....	168
5.23.	Kurva respon pertumbuhan mutlak <i>T. navalis</i> di habitat akar <i>Avicennia</i> sp pada salinitas yang berbeda.....	160
5.24.	Kurva respon pertumbuhan mutlak <i>T. navalis</i> di habitat akar <i>Avicennia</i> sp pada salinitas yang berbeda.....	171

5.25. Pertumbuhan <i>T. navalis</i> pada habitat batang <i>Avicennia</i> sp di salinitas berbeda	173
5.26. Kurva respon pertumbuhan mutlak <i>T. navalis</i> di habitat batang <i>Avicennia</i> sp pada salinitas yang berbeda.....	174
5.27. Grafik hubungan panjang dan berat <i>T. navalis</i> pada habitat akar <i>Rhizophora</i> sp	176
5.28. Hubungan panjang dan berat <i>T. navalis</i> pada habitat batang <i>Rhizophora</i> sp.	177
5.29. Hubungan panjang dan berat <i>T. navalis</i> pada habitat akar <i>Avicennia</i> sp.....	179
5.30. Hubungan panjang dan berat <i>T. navalis</i> pada habitat batang <i>Avicennia</i> sp.....	180



SEKOLAH PASCASARJANA

DAFTAR TABEL

	Halaman
1.1. Penelusuran penelitian terdahulu	15
4.1. Definisi operasional dan pengukuran variabel	97
5.1. Karakteristik Morfologi <i>T. navalis</i> yang berhabitat di akar dan batang	141
5.2. Nilai kepadatan populasi <i>T. navalis</i>	145
5.3. Kualitas air habitat <i>T. navalis</i> di perairan mangrove Halmahera Timur	147
5.4. Hasil pengukuran tingkat kerja osmotik media perairan	149
5.5. Tingkat Kerja Osmotik media akar <i>Rhizophora</i> sp	150
5.6. Hasil pengukuran tingkat kerja osmotik media batang <i>Rhizophora</i> sp	152
5.7. Hasil Pengukuran Tingkat Kerja Osmotik pada media akar <i>Avicennia</i> sp	154
5.8. Hasil Pengukuran tingkat kerja osmotik media batang <i>Avicennia</i> sp	158
5.9. Pertumbuhan <i>T. navalis</i> di habitat akar <i>Rhizophora</i> sp pada salinitas Berbeda	163
5.10. Pertumbuhan <i>T. navalis</i> pada habitat batang <i>Rhizophora</i> sp di salinitas berbeda	166
5.11. Pertumbuhan <i>T. navalis</i> pada habitat akar <i>Avicennia</i> sp di salinitas Berbeda	169
5.12. Pertumbuhan <i>T. navalis</i> pada habitat batang <i>Avicennia</i> sp di salinitas berbeda	172

SEKOLAH PASCASARJANA

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Surat Ijin Penelitian	220
Lampiran 2. Surat Keterangan Penelitian	221
Lampiran 3. Hasil uji kadar protein	222
Lampiran 4. Hasil Pemeriksaan Osmolaritas Hemolim <i>Teredo navalis</i>	224
Lampiran 5. Hasil Uji Osmolaritas Media Perairan	227
Lampiran 6. Hasil Pemeriksaan Osmolaritas dan Kadar Garam Media Akar	228
Lampiran 7. Hasil Pemeriksaan Osmolaritas dan Kadar Garam Media Batang	229
Lampiran 8. Hasil Pemeriksaan Osmolaritas dan Kadar Garam Media daun	230
Lampiran 9. Hasil analisis tingkat kerja osmotik dan pola osmoregulasi habitat perairan	231
Lampiran 10. Hasil analisis tingkat kerja osmotik dan pola osmoregulasi habitat akar	232
Lampiran 11. Hasil analisis tingkat kerja osmotik dan pola osmoregulasi habitat batang	233
Lampiran 12. Peta Kabupaten Halmahera Timur	234
Lampiran 13. Peta sampling penelitian	235
Lampiran 14. Dokumentasi penelitian lapangan	236
Lampiran 15. Dokumentasi penelitian laboratorium	237
Lampiran 16. Hasil pengulangan nilai osmolaritas dan salinitas	240
Lampiran 17. Pertumbuhan <i>T. navalis</i> pada habitat akar <i>Rhizophora</i> sp Diberbagai salinitas	244
Lampiran 18. Pertumbuhan <i>T. navalis</i> pada habitat batang <i>Rhizophora</i> sp Diberbagai salinitas	245
Lampiran 19. Pertumbuhan <i>T. navalis</i> pada habitat akar <i>Avicennia</i> sp Diberbagai salinitas	246
Lampiran 20. Pertumbuhan <i>T. navalis</i> pada habitat batang <i>Avicennia</i> sp Diberbagai salinitas	247
Lampiran 21. Data hasil perhitungan panjang dan bobot <i>T. navalis</i> pada habitat akar <i>Rhizophora</i> sp di berbagai salinitas	248
Lampiran 22. Data hasil perhitungan panjang dan bobot <i>T. navalis</i> pada habitat batang <i>Rhizophora</i> sp di berbagai salinitas	249
Lampiran 23. Data hasil perhitungan panjang dan bobot <i>T. navalis</i> pada habitat akar <i>Avicennia</i> sp di berbagai salinitas	251

Lampiran 24. Data hasil perhitungan panjang dan bobot *T. navalis*
pada habitat batang *Avicennia* sp di berbagai salinitas..... 253

Lampiran 25. Data hasil perhitungan hubungan panjang dan bobot *T. navalis*
pada habitat batang *Avicennia* sp di berbagai salinitas.....255



SEKOLAH PASCASARJANA

DAFTAR SINGKATAN

TKO	: Tingkat Kerja Osmotik
OWL	: Osmotik work level
pH	: Potential of hydrogen
PP	: Peraturan Pemerintah
PSU	: Practical salinity unit
DO	: Dissolved oxygen
Na	: Natrium
Cl	: Clorida
S1	: Salinitas 1
FK	: Faktor kondisi
ST	: Stasiun
HPB	: Hubungan Panjang Berat

SEKOLAH PASCASARJANA

GLOSARI

- Osmoregulasi : Proses fisiologis *T. navalis* dalam mengatasi perbedaan konsentrasi ion dalam tubuh dan lingkungan eksternal untuk mempertahankan kehidupan fisiologi secara normal.
- Bioekologi : Bidang ilmu yang mempelajari tentang kehidupan makhluk hidup serta aksi interaksinya dengan lingkungan
- Teredi navalis* : Jenis moluska kelas Bivalva famili Teredinidae yang disebut “Shipworm”
- Eurihalin : Organisme yang mampu bertahan hidup pada media dengan rentang salinitas tinggi.
- Osmotik : Perpindahan partikel pelarut dari larutan encer ke dalam larutan yang lebih pekat melalui selaput semipermeabel
- Tekanan osmotik : Pergerakan air dari konsentrasi tinggi (encer) ke konsentrasi cairan yang konsentrasi airnya rendah atau pekat.
- Tingkat kerja osmotik : Perbedaan osmolaritas media dengan osmolaritas hemolim (cairan tubuh).
- Stres osmotik : Tekanan yang dialami oleh organisme (*T. navalis*) ketika kondisi lingkungan berada pada

kisaran salinitas yang tinggi dan menurun secara drastis di habitat.

Osmolaritas : Pengukuran suatu zat terlarut dalam zat lain. Semakin tinggi konsentrasi zat yang terlarut, semakin tinggi pula osmolalitas zat yang diukur.

Hemolim : Patokan konsentrasi zat terlarut dalam suatu larutan.

Osmolaritas hemolim : Cairan tubuh yang berperan untuk memudahkan proses osmoregulasi.

Media : Habitat dari organisme.

Osmolaritas media : Cairan/zat atau plasma sel media

Hiperosmotik : Regulasi konsentrasi cairan tubuh yang lebih tinggi dari konsentrasi air (media).

Hipoosmotik : Pengaturan konsentrasi cairan tubuh yang lebih rendah dari konsentrasi media (air)

Isoosmotik : Regulasi saat konsentrasi cairan tubuh sama dengan konsentrasi media.

Osmoregulator : Hewan yang mampu melakukan osmoregulasi dengan baik dan memiliki nilai tingkat kerja osmotik lebih besar dari 500.

Osmoconformer : Hewan yang tidak mampu mempertahankan tekanan osmotik dan memiliki nilai tingkat kerja osmotik kuran dari atau lebih kecil dari 500.

- Isotonik : Dua macam larutan yang mempunyai tekanan osmotik sama (isoosmotik) pada kondisi osmoregulasi.
- Nefron : Unit terkecil dari ginjal yang menghasilkan cairan.
- Tentakel atau Siphon : Alat pernapasan dan ekskresi *T. navalis* yang berfungsi mengisap plankton dan membuang kotoran. Berbentuk lubang kecil berfungsi untuk menghubungkan tubuh dengan kondisi luar
- Sifon inhalan dan exhalan : Struktur anatomi yang berbentuk tabung yang berfungsi sebagai saluran untuk mengalirkan air, udara dan senyawa lain yang dibutuhkan.
- Palet : Organ tubuh *T. navalis* yang berfungsi untuk menarik dan menutup siphon.
- Hermafrodit : Individu yang memiliki dua alat atau organ kelamin yaitu jantan dan betina yang berfungsi penuh.
- Cangkang : Bulatan keras berbentuk bor yang berfungsi melubangi kayu.
- Lobus anterior : Bagian depan dari kelenjar pituitari.
- Lobus posterior : Bagian belakang kelenjar pituitari
- Periostracum : Lapisan terluar dari cangkang moluska.

- Xylotrophy* : Sifat yang menunjukkan bahwa *T. navalis* memiliki kemampuan untuk melubangi dan merusak kayu mangrove yang terendam air pasang dan surut.
- Monocious* : Perbedaan sifat jantan dan betina yang tidak tampak jelas secara biologik. Pada sifat ini juga gamet jantan dan betina dihasilkan dalam individu yang sama.
- Spermcaster* : sifat yang menonjol pada jantan saat melepaskan sperma secara bebas ke badan air laut, dan sifat betina untuk mempertahankan telur di dalam rongga epibranchial untuk menjalani proses fertilisasi melalui penarikan sperma.
- Ekofisiologi : Respon pertama kali organisme terhadap perubahan lingkungan.
- Teredinibacter turnerae* : Bakteri yang menghasilkan enzim selulolitik
- Omoy : Nama lokal dari *Teredo navalis*. Penamaan ini didasarkan pada bentuk tubuh seperti cacing dan habitat akar dan batang mangrove yang mudah rusak karena terendam air laut.
- Protein : Nutrisi dengan fungsi utama memperbaiki jaringan sel agar bisa bekerja dengan baik.

- Aprodisiak : Makanan atau obat yang membangkitkan naluri seksual.
- Adaptasi morfologi : Penyesuaian bentuk tubuh atau struktur tubuh tertentu suatu organisme terhadap lingkungannya.
- Adaptasi fisiologis : Penyesuaian fungsi kerja alat-alat tubuh suatu organisme terhadap lingkungannya.
- Populasi : Sekumpulan individu yang memiliki ciri, spesies, tempat dan waktu yang sama untuk menyusun satu kesatuan.
- Kepadatan populasi : Gambaran untuk mengetahui jumlah individu persatuan luas wilayah tertentu.
- Pertumbuhan : Berubahnya panjang dan berat tubuh dalam satu waktu yang dipengaruhi oleh faktor morfologi, fisiologis dan faktor lingkungan.
- Hermaprodit protandric* : Organisme yang dapat menghasilkan spermatozoa dan ovum pada waktu yang sama maupun berbeda.
- Protandric* : Perubahan kelamin dari jantan menjadi betina.
- Seston : Bahan organik tersuspensi yang terdiri dari plankton dan detritus menjadi sumber makanan utama pada saat *T. navalis* berada pada fase

	larva dan sebagai makanan tambahan ketika berada pada fase dewasa.
Metamorfosis	: Perubahan bentuk yang terjadi pada hewan.
Salinitas	: Faktor pembatas yang berpengaruh pada daya konsumsi organisme.
Faktor pembatas	: Faktor lingkungan yang membatasi hidup organisme yang diperlihatkan melalui penurunan jumlah dan perkembangan suatu ekosistem.
Nilai minimum	: Nilai terendah suatu organisme untuk dapat hidup.
Nilai optimum	: Nilai tertinggi dari faktor pembatas, jika organisme melebihi ambang batas toleransi maka organisme akan mati.
Rentang optimum	: Rentang nilai faktor pembatas bagi organisme untuk dapat hidup sehingga semua proses fisiologi tubuhnya berjalan secara normal dan organisme dapat tumbuh dan berkembang secara optimal.
Potential of hydrogen (pH)	: Derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan.
Dissolved oxygen (DO)	: Jumlah oksigen terlarut dalam air.

- Lethal factor* : Faktor lingkungan bertindak sebagai faktor mematikan ketika mempunyai pengaruh menghancurkan integrasi organisme.
- Controlling factor* : Salah satu kategori yang mengatur tingkat metabolisme. Mengontrol faktor-faktor yang mengatur tingkat metabolisme dengan mempengaruhi aktivasi komponen molekul dari rantai metabolisme.
- Limiting factor* : Kategori kedua yang mengatur tingkat metabolisme. Efek dari faktor pembatas untuk mempercepat tingkat metabolisme oleh tingkat maksimum kontrol faktor. Faktor-faktor pembatas beroperasi untuk membatasi pasokan atau penghapusan bahan rantai metabolisme.
- Masking factor* : Faktor-faktor yang bisa memperbaharui parameter lingkungan menjadi satu melalui regulasi osmotik tubuh tubuh organisme.
- Directive factor* : Faktor memaksa gerakan terkenal direktif yang memberikan bimbingan dalam bergerak hewan di lingkungan dalam kaitannya dengan hambatan fisik dan untuk interaksi dengan organisme lain.

- Domestikasi : Suatu cara pengadopsian hewan dari habitat asli dalam suatu populasi yang terancam kelestariannya ke dalam lingkungan budidaya.
- Aklimasi : Tahapan domestikasi yang menunjukkan perubahan fisiologis dapat balik yang membantu mempertahankan fungsi dari organisme dalam kondisi lingkungan yang berubah.
- Aklimatisasi : Proses penyesuaian pada kondisi lingkungan yang berbeda sehingga tidak menimbulkan stress pada organisme.
- Kultivasi : Proses optimalisasi media dan pakan pada kondisi isoosmotik.
- Faktor kondisi : Kondisi fisiologis pada hewan akuatik yang memberikan pengaruh tidak langsung yang dijadikan nilai dalam menentukan angka pertumbuhan.

SEKOLAH PASCASARJANA

ABSTRAK

T. navalis Linnaeus 1758 merupakan organisme euryhaline osmoregulator yang dapat beradaptasi dengan kadar salinitas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis (1) pola osmoregulasi *T. navalis* yang berhabitat di akar dan batang mangrove mangrove *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp, (2) kadar garam pada akar, batang dan daun, (3) karakter morfologi dan kepadatan populasi *T. navalis*, (4) kadar protein *T. navalis* dan (5) strategi domestikasi *T. navalis* melalui optimalisasi media, pola pertumbuhan dan faktor kondisi lingkungan bervegetasi mangrove di Halmahera Timur. Jenis penelitian ini yaitu studi kasus menggunakan metode purposive sampling dan eksperimen. Pengambilan sampel penelitian dilaksanakan di perairan mangrove Wailukum Kabupaten Halmahera Timur. Penelitian pola osmoregulasi, salinitas dan kadar garam dilakukan di Laboratorium MSDP UNDIP. Karakteristik morfologi dan kepadatan populasi dilakukan di laboratorium Biologi UNKHAIR. Kadar protein *T. navalis* dilakukan di laboratorium BBTPI Semarang. Pengelolaan lingkungan media yang optimum untuk domestikasi *T. navalis* dilakukan di perairan mangrove Wailukum Halmahera Timur menggunakan metode eksperimen. Hasil penelitian menunjukkan nilai TKO *T. navalis* di habitat alami bervariasi dari 17 hingga lebih besar dari 500 mOsm/l H₂O. Osmoregulasi *T. navalis* bersifat osmoregulator dengan pola osmoregulasi hiperosmotik pada saat batang dan akar mangrove terendam air tawar, berpola hipoosmotik pada saat batang dan akar mangrove terendam air laut pasang, serta berpola isohiperosmotik sampai isoosmotik selama terendam air payau dengan TKO sebesar 17-19 mOsm/l H₂O. Kadar garam tertinggi pada media akar *Avicennia* sp (31%) dan terendah pada daun *Rhizophora* sp (10%). Karakteristik morfologi *T. navalis* yang ditemukan yaitu permukaan tubuh berwarna bening dan halus, terdapat cangkang di kepala berwarna bening kekuningan, insang berwarna merah kecoklatan, mempunyai 2 tentakel bertekstur lembut dan jernih, tekstur tubuh elastis, padat dan licin. Tubuh berukuran 15 cm, 30 cm dan 60 cm. Kepadatan populasi *T. navalis* yaitu 0,65 ind/m² hingga 1,85 ind/m². Kadar protein *T. navalis* adalah 13,30 %. Lingkungan media optimum untuk domestikasi *T. navalis* dan pola osmoregulasi, yaitu 16%. Pola pertumbuhan *T. navalis* allometrik nilai $b \neq 3$. Nilai faktor kondisi *T. navalis* tertinggi pada habitat batang *Avicennia* sp ($W = 9,786 + 0,756x$), nilai $Y = -0,0046x^2 + 1,115x + 3,8989$ dan $R^2 = 0,9751$. Nilai faktor kondisi (FK) terendah ditemukan pada habitat batang *Rhizophora* sp ($W = 0,657 + 0,741x$), nilai $Y = -0,0309x^2 + 2,8533x - 32,701$, $R^2 = 0,9751$ menunjukkan pengaruh signifikan sebesar ($\text{sig} < 0,05$).

Kata Kunci: Osmoregulasi, Bioekologi, *T. navalis*, Habitat mangrove, Halmahera Timur

ABSTRACT

T. navalis Linnaeus 1758 is a euryhaline osmoregulator organism that can adapt to salinity levels. This study aimed to analyze (1) the osmoregulation pattern of *T. navalis* inhabiting the roots and stems of the *Rhizophora* sp and *Avicennia* sp mangroves, (2) the salt content of the roots, stems and leaves, (3) the morphological character and population density of *T. navalis*, (4) protein content of *T. navalis* and (5) domestication strategy of *T. navalis* through optimization of media, growth patterns and environmental conditions of mangrove vegetation in East Halmahera. This type of research is a case study using purposive sampling and experimental methods. The sampling of the research was carried out in the Wailukum mangrove waters, East Halmahera Regency. Research on patterns of osmoregulation, salinity and salt content was carried out at the UNDIP MSDP Laboratory. Morphological characteristics and population density were carried out in the UNKHAIR Biology laboratory. The protein content of *T. navalis* was carried out at the BBTPI laboratory in Semarang. The optimum media environment management for the domestication of *T. navalis* was carried out in the mangrove waters of Wailukum, East Halmahera using an experimental method. The results showed that the TKO value of *T. navalis* in natural habitats varied from 17 to greater than 500 mOsm/l H₂O. Osmoregulation *T. navalis* is an osmoregulator with a hyperosmotic osmoregulation pattern when mangrove stems and roots are submerged in fresh water, a hypoosmotic pattern when mangrove stems and roots are submerged in high tides, and an isohyperosmotic to isoosmotic pattern when submerged in brackish water with an TKO of 17-19 mOsm/ l H₂O. The highest salt content was in the root media of *Avicennia* sp (31‰) and the lowest was in the leaves of *Rhizophora* sp (10‰). The morphological characteristics of *T. navalis* were found, namely the body surface is clear and smooth, there is a clear yellowish shell on the head, brownish red gills, has 2 soft and clear textured tentacles, elastic body texture, solid and slippery. The body measures 15 cm, 30 cm and 60 cm. The population density of *T. navalis* is 0,65 ind/m² to 1,85 ind/m². The protein content of *T. navalis* was 13.30%. The optimum medium environment for the domestication of *T. navalis* and the osmoregulation pattern was 16‰. Growth pattern of *T. navalis* allometric b value 3. The highest condition factor value of *T. navalis* was in the stem habitat of *Avicennia* sp ($W = 9.786 + 0.756x$), Y value = $-0.0046x^2 + 1.115x + 3.8989$ and $R^2 = 0,9751$. The lowest condition factor (FK) value was found in the stem habitat of *Rhizophora* sp ($W = 0.657 + 0.741x$), Y value = $-0.0309x^2 + 2.8533x - 32.701$, $R^2 = 0.9751$ showed a significant effect of (sig<0, 05).

Keywords: Osmoregulation, Bioecology, *T. navalis*, Mangrove habitat, East Halmahera

RINGKASAN

Pengelolaan dan pemanfaatan lingkungan mangrove merupakan upaya pengendalian kegiatan ekologi. Hutan mangrove mempunyai keanekaragaman fauna. Kabupaten Halmahera Timur memiliki kawasan mangrove potensial seluas 5.389 hektar yang perlu dikelola dan dikembangkan secara baik terutama untuk aspek karakteristik bioekologi. Sumber daya mangrove Halmahera Timur yang berpotensi untuk dikelola dan dimanfaatkan masyarakat lokal yaitu moluska *T. navalis* yang dikenal sebagai euryhaline osmoregulator atau organisme yang dapat beradaptasi dengan kadar salinitas. *T. navalis* disebut juga *shipworm* termasuk dalam kelompok kelas Bivalva Teredinidae yang pertama kali ditemukan di perairan pesisir Denmark, Swedia, dan Jerman pada tahun 1930 sampai pada tahun 1950an.

T. navalis merupakan hewan euryhaline osmoregulator atau organisme yang dapat beradaptasi dengan kadar salinitas. Perkembangan dan pertumbuhan *T. navalis* dipengaruhi salinitas yang bekerja melalui osmotiknya serta pengaruhnya terhadap osmoregulasi, pencernaan makanan dan penyerapan. Kondisi salinitas yang lebih tinggi dapat mempengaruhi keseimbangan osmolaritas, osmoregulasi dan bioenergi *T. navalis*. Keberadaan *T. navalis* perlu dipertahankan untuk keberlanjutannya di ekosistem mangrove. Salinitas menjadi variabel utama dan berpengaruh terhadap tekanan osmotik tubuh dan lingkungan/media, membutuhkan pengaturan osmolaritas media dan keseimbangan cairan tubuh (osmolaritas hemolim) melalui tingkat kerja osmotik, sehingga konsentrasi ion dalam tubuh akan menjadi sama dengan konsentrasi ion pada media. Kisaran

salinitas yang tinggi menyebabkan osmoregulasi tubuh *T. navalis* mengalami tekanan (stres osmotik) dan menyebabkan kematian. Sebaliknya jika kadar salinitas menurun, organisme akan kembali mengalami tekanan osmotik (stres osmotik) sehingga harus mengeluarkan energi tambahan. *T. navalis* mengalami *stress osmotik* pada saat salinitas menurun secara drastis di habitat. Pada kondisi tersebut *T. navalis* mengeluarkan energi ekstra untuk mempertahankan cairan dalam tubuhnya harus lebih tinggi dari lingkungan luar. Salinitas yang berubah (menurun) secara mendadak pada kisaran salinitas 30‰ hingga 15‰ dapat menyebabkan *T. navalis* mengalami stres osmotik. Osmoregulasi adalah proses fisiologis penting bagi *T. navalis* dalam mengatasi perbedaan antara konsentrasi ion dalam tubuh dengan lingkungan eksternal. Perbedaan tersebut dapat terjadi apabila sel menyerap air dalam jumlah besar yang menyebabkan sel pecah, sebaliknya jika sel menyerap air dalam jumlah sedikit maka kondisi sel akan mengerut. Pengaturan tekanan osmotik sangat diperlukan oleh *T. navalis* dalam menjalankan aktivitas fisiologis secara normal. Tekanan osmotik dibutuhkan untuk menyatakan perbedaan tekanan osmotik lingkungan, tekanan osmotik cairan tubuh, serta aliran cairan yang masuk dan keluar dari tubuh melalui insang dan kulit.

Mangrove yang selalu terendam air pasang dan surut memiliki kemampuan untuk menyerap kadar garam. Proses penyerapan garam pada tumbuhan mangrove dalam bentuk kation atau anion. Proses penyerapan garam berkaitan dengan proses domestikasi *T. navalis* karena berkaitan dengan osmolaritas media dan osmolaritas hemolim kultivan. Produksi *T. navalis* berasal

dari hasil penangkapan di alam (hutang mangrove). Salah satu alternatif penyelamatan *T. navalis* agar tetap eksis dan lestari di habitat alami adalah melalui strategi domestikasi melalui tahap aklimasi, aklimatisasi dan kultivasi. Domestikasi merupakan suatu cara pengadopsian hewan dari habitat asli dalam suatu populasi yang terancam kelestariannya ke dalam lingkungan budidaya. Pengertian domestikasi pada penelitian ini yaitu proses pengadopsian *T. navalis* di mangrove melalui pengaturan media dan pakan selama domestikasi. Domestikasi *T. navalis* dalam penelitian ini dilakukan melalui optimalisasi media dan pakan alami yang merupakan faktor yang sangat berpengaruh pada keberhasilan domestikasi *T. navalis*.

Di Indonesia pemanfaatan *T. navalis* untuk kepentingan konsumsi secara nasional masih sangat rendah karena kurangnya informasi yang diketahui masyarakat. Masyarakat Halmahera Timur mengkonsumsi daging *T. navalis* dengan cara sederhana yaitu dengan mengkonsumsi daging mentahnya secara langsung setelah dibersihkan (dicuci), dan dengan cara diolah (dimasak dengan bumbu). Daging *T. navalis* mengandung protein yang dibutuhkan tubuh. Daging mentah mengandung rasa garam yang tinggi sedangkan daging yang sudah diawetkan (dikeringkan) mengandung gula tinggi. Masyarakat Halmahera Timur memanfaatkan *T. navalis* sebagai makanan karena selain memiliki kadar protein juga mengandung karbohidrat, lemak dan serat kasar. Masyarakat Halmahera Timur sering menggunakan daging *T. navalis* sebagai obat penurun panas, obat daya tahan tubuh dan apodisiak yang mengandung zat untuk merangsang daya seksual pada laki-laki.

Penelitian tentang *T. navalis* di habitat mangrove yang sudah mati masih sangat minim. Pohon mangrove memiliki jasa lingkungan mulai sejak hidup sampai matipun tetap bermanfaat bagi alam semesta termasuk berfungsi sebagai habitat hunian *T. navalis*. Hal menjadikan peneliti tertarik untuk melakukan penelitian ini yaitu karena tekanan eksploitasi sangat besar dan adanya permintaan terutama dari luar Negeri terutama sebagai bahan makanan, obat kuat dan bahan untuk obat-obatan, sehingga jika dibiarkan untuk dieksploitasi secara terus menerus, disamping nanti menyebabkan kerugian karena adanya depresi pengurangan populasi *T. navalis* sekaligus juga menyebabkan kerusakan pada habitat mikro, apalagi saat ini sering terjadi fenomena perubahan iklim global. Pemanasan global memicu kenaikan paras muka air laut sehingga mangrove terutama akar napasnya terendam oleh air laut saat pasang tinggi sehingga menyebabkan sebagian mangrove stres kemudian mati. Setelah mati, mangrove tersebut dijadikan habitat oleh *T. navalis*. Pola osmoregulasi merupakan bagian penting yang perlu dikaji karena adanya fenomena pasang surut yang berubah. Hal inilah yang menjadi permasalahan mendasar dari penelitian ini termasuk keberadaan *T. navalis* sangat melimpah di mangrove Halmahera Timur namun belum pernah terungkap data tentang mekanisme osmoregulasi dan bioekologi serta strategi domestikasi *T. navalis* sehingga perlu adanya kajian untuk menjadi informasi ilmiah bagi masyarakat setempat. Kajian tentang *T. navalis* menarik dilakukan di Halmahera Timur karena biota ini sangat terkenal dan digemari oleh masyarakat setempat. Masyarakat Halmahera Timur menamai *T. navalis* adalah Omoy (nama lokal) penamaan ini didasarkan pada bentuk tubuh seperti cacing dan

habitat akar dan batang mangrove yang mudah rusak karena terendam air laut. Pengelolaan lingkungan bervegetasi mangrove dilakukan untuk menjaga kelestarian sumber daya hayati, terutama yang berkaitan dengan mekanisme osmoregulasi dan bioekologi *T. navalis*. Tujuan dari Penelitian ini adalah menganalisis (1) menganalisis pola osmoregulasi *T. navalis* yang berhabitat di akar dan batang mangrove *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp (2) menentukan kadar garam pada akar, batang dan daun mangrove *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp, (3) menganalisis karakter morfologi dan kepadatan populasi *T. navalis* yang berhabitat di mangrove *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp, (4). menganalisis kadar protein *T. navalis* yang berhabitat di mangrove *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp, dan (5) merumuskan strategi domestikasi *T. navalis* melalui optimalisasi media, pola pertumbuhan dan faktor kondisi lingkungan bervegetasi mangrove di Halmahera Timur.

Penelitian dilaksanakan di perairan mangrove Wailukum Kabupaten Halmahera Timur. Pengambilan sampel karakteristik morfologi, kepadatan populasi dan pengelolaan lingkungan penetapan lingkungan media optimum untuk domestikasi *T. navalis*, pola pertumbuhan dan faktor kondisi *T. navalis* dilakukan di lapangan. Penentuan pola osmoregulasi melalui pengukuran osmolaritas media dan osmolaritas hemolim serta pengukuran data kadar garam dilakukan di laboratorium MSDP FPIK UNDIP. Penentuan karakteristik morfologi dan analisis kepadatan populasi dilakukan di Laborarodan biologi UNKHAIR, penentuan kadar protein dilakukan di laboratorium Pengujian dan Kalibrasi BBTPPI Semarang. Penelitian ini didesain berdasarkan tipe studi kasus

(*case study*) dan deskriptif kuantitatif menggunakan metode purposive sampling dan eksperimen penelitian yang dilakukan terhadap variabel mandiri, tanpa membuat perbandingan, atau menghubungkan dengan variabel yang lain, dalam artian bahwa hanya menguji hipotesis yang ditetapkan, serta untuk mendapatkan informasi mengenai pola osmoregulasi, kadar garam, karakteristik bioekologi, kadar protein *T. navalis*, pengelolaan lingkungan media yang optimum dan perumusan strategi domestikasi *T. navalis* (penetapan media optimum untuk domestikasi *T. navalis*, pola pertumbuhan dan faktor kondisi *T. navalis* untuk konservasi lingkungan mangrove di Halmahera Timur.

Penentuan pola osmoregulasi dilakukan melalui pengukuran osmolaritas media dan osmolaritas hemolim. Pengukuran dan pengambilan data dilakukan di laboratorium menggunakan alat *Automatic Micro-Osmometer Roebing*. Analisis pola osmoregulasi (osmolaritas media dan osmolaritas hemolim) menggunakan Tingkat Kerja Osmotik menurut Anggoro dan Nakamura, (2005). Pengumpulan dan pengambilan sampel kadar garam pada akar, batang dan daun mangrove dilakukan di lokasi penelitian, sedangkan pengukuran dan analisis data dilakukan di laboratorium MSDP UNDIP menggunakan alat refractometer. Analisis kadar garam (salt gland) melalui tekanan potensial air, yaitu penjumlahan tekanan potensial dan tekanan osmotik menggunakan persamaan (Salisbury dan Ross, 1995).

Pengumpulan sampel karakteristik bioekologi akar dan batang mangrove *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp yang telah rusak secara alami dilakukan di lokasi penelitian perairan mangrove Halmahera Timur. Cara pengumpulan: mengukur

panjang akar dan batang menggunakan meteran, memotong dan membelah menggunakan sensor, kapak dan pedang. Melakukan pengambilan sampel *T. navalis* di akar dan batang mangrove *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp menggunakan sarung tangan dan pinset, sampel yang terkumpul dimasukkan ke dalam ember, dibersihkan menggunakan aquades, dan dimasukkan ke dalam coolbox yang telah di beri label selanjutnya dibawa ke laboratorium. Pengukuran panjang dan analisis kepadatan populasi di laksanakan di laboratorium. Analisis karakter (ciri) morfologi *T. navalis* menggunakan mikroskop dan buku kunci determinasi menurut Didziulis (2011), Analisis kepadatan populasi *T. navalis* menggunakan rumus kepadatan menurut (Ehrich *et al.*, 2001). Analisis protein dilakukan di laboratorium BBTPI Semarang menggunakan metode KJELDAHL menurut AOAC, 2005. Kadar protein kasar *T. navalis* dianalisis menggunakan rumus menurut (AOAC, 2005). Penetapan media optimum untuk domestikasi *T. navalis*, pola pertumbuhan dan faktor kondisi *T. navalis* untuk konservasi lingkungan mangrove di Halmahera Timur dilakukan melalui tahapan aklimasi, aklimatisasi dan kultivasi.

Penetapan media optimum untuk domestikasi *T. navalis*, pola pertumbuhan dan faktor kondisi *T. navalis* dianalisis menggunakan rumus dari Efendi, (2002). Pertumbuhan biomassa mutlak *T. navalis* dan hubungan panjang tubuh dengan bobot *T. navalis* dihitung menggunakan rumus $W = a L^b$ menurut Capuzzo (1999).

Hasil penelitian menunjukkan nilai TKO *T. navalis* di habitat alami bervariasi dari 17 hingga lebih besar dari 500 mOsm/l H₂O. Osmoregulasi *T.*

navalis bersifat osmoregulator dengan pola osmoregulasi hiperosmotik pada saat batang dan akar mangrove terendam air tawar, berpola hipoosmotik pada saat batang dan akar mangrove terendam air laut pasang, serta berpola isohiperosmotik sampai isoosmotik selama terendam air payau dengan TKO sebesar 17-19 mOsm/l H₂O. Kadar garam tertinggi pada media akar *Avicennia* sp (31‰) dan terendah pada daun *Rhizophora* sp (10‰). Karakteristik morfologi *T. navalis* yang ditemukan yaitu permukaan tubuh berwarna bening dan halus, terdapat cangkang di kepala berwarna bening kekuningan, insang berwarna merah kecoklatan, mempunyai 2 tentakel bertekstur lembut dan jernih, tekstur tubuh elastis, padat dan licin. Tubuh berukuran 15 cm, 30 cm dan 60 cm. Kepadatan populasi *T. navalis* yaitu 0,65 ind/m² hingga 1,85 ind/m². Kadar protein *T. navalis* adalah 13,30 %. Lingkungan media optimum untuk domestikasi *T. navalis* dan pola osmoregulasi, yaitu 16‰. Pola pertumbuhan *T. navalis* allometrik nilai $b \neq 3$. Nilai faktor kondisi *T. navalis* tertinggi pada habitat batang *Avicennia* sp ($W = 9,786 + 0,756x$), nilai $Y = -0,0046x^2 + 1,115x + 3,8989$ dan $R^2 = 0,9751$. Nilai faktor kondisi (FK) terendah ditemukan pada habitat batang *Rhizophora* sp ($W = 0,657 + 0,741x$), nilai $Y = -0,0309x^2 + 2,8533x - 32,701$, $R^2 = 0,9751$ menunjukkan pengaruh signifikan sebesar ($\text{sig} < 0,05$).

SUMMARY

Management and utilization of the mangrove environment is an effort to control ecological activities. Mangrove forests have a diversity of fauna. East Halmahera Regency has a potential mangrove area of 5,389 hectares that needs to be managed and developed properly, especially for aspects of bioecological characteristics. East Halmahera's mangrove resources that have the potential to be managed and utilized by local communities are the mollusk *T. navalis* known as euryhaline osmoregulator or organisms that can adapt to salinity levels. *T. navalis* also called shipworm belongs to the class Bivalva Teredinidae which was first discovered in the coastal waters of Denmark, Sweden, and Germany in the 1930s to the 1950s.

T. navalis is a euryhaline osmoregulator or organism that can adapt to salinity levels. The development and growth of *T. navalis* is influenced by salinity which works through its osmosis and its influence on osmoregulation, food digestion and absorption. Higher salinity conditions can affect the osmolarity, osmoregulation and bioenergy balance of *T. navalis*. The existence of *T. navalis* needs to be maintained for its sustainability in the mangrove ecosystem. Salinity is the main variable and affects the osmotic pressure of the body and the environment/media, requiring regulation of the osmolarity of the medium and the balance of body fluids (hemolymph osmolarity) through the osmotic level of work, so that the concentration of ions in the body will be the same as the concentration of ions in the medium. The high salinity range causes osmoregulation of the body of *T. navalis* under pressure (osmotic stress) and

causes death. Conversely, if the salinity level decreases, the organism will again experience osmotic pressure (osmotic stress) so that it must expend additional energy. *T. navalis* experiences osmotic stress when salinity drops drastically in the habitat. Under these conditions *T. navalis* expends extra energy to maintain the fluid in his body must be taller than the outside environment. Salinity changes (decreased) suddenly in the salinity range of 30‰ to 15‰ can cause *T. navalis* to experience osmotic stress. Osmoregulation is an important physiological process for *T. navalis* in overcoming the difference between the ion concentration in the body and the external environment. This difference can occur if the cell absorbs water in large quantities which causes the cell to burst, on the contrary if the cell absorbs water in a small amount, the condition of the cell will shrivel. Osmotic pressure regulation is needed by *T. navalis* in carrying out normal physiological activities. Osmotic pressure is needed to express differences in the osmotic pressure of the environment, the osmotic pressure of body fluids, and the flow of fluids into and out of the body through the gills and skin.

Mangroves that are always submerged in high and low tides have the ability to absorb salt levels. The process of salt absorption in mangrove plants in the form of cations or anions. The process of salt absorption is related to the domestication process of *T. navalis* because it is related to the osmolarity of the media and the osmolarity of the cultivar hemolymph. The production of *T. navalis* comes from fishing in nature (mangrove debt). One of the alternatives to save *T. navalis* so that it can still exist and be sustainable in its natural habitat is through a domestication strategy through acclimation, acclimatization and cultivation stages.

Domestication is a way of adopting animals from their natural habitat in a population that is threatened with sustainability into the cultivation environment. The definition of domestication in this study is the process of adopting *T. navalis* in mangroves through media and feed settings during domestication. Domestication of *T. navalis* in this study was carried out through optimization of media and natural feed, which are factors that greatly influence the success of domestication of *T. navalis*.

In Indonesia, the utilization of *T. navalis* for the benefit of national consumption is still very low due to the lack of information known to the public. Public East Halmahera consumes *T. navalis* meat in a simple way, namely by consuming the raw meat directly after cleaning (washing), and by processing it (cooked with spices). *T. navalis* meat contains protein that the body needs. Raw meat is high in salt, while cured (dried) meat is high in sugar. The people of East Halmahera use *T. navalis* as food because in addition to having protein content, it also contains carbohydrates, fats and crude fiber. The people of East Halmahera often use the meat of *T. navalis* as a febrifuge, immune medicine and aphrodisiac which contains substances to stimulate sexual power in men.

Research on *T. navalis* in dead mangrove habitats is still very minimal. Mangrove trees have environmental services from life to death but are still beneficial to the universe, including functioning as a habitat for *T. navalis*. The thing that makes researchers interested in conducting this research is because the exploitation pressure is very large and there is demand, especially from abroad, especially as food ingredients, strong drugs and ingredients for medicines, so that

if left to be exploited continuously, in addition to causing losses due to the presence of The depression of population reduction of *T. navalis* also causes damage to micro-habitats, especially nowadays the phenomenon of global climate change often occurs. Global warming triggers an increase in sea level so that mangroves, especially their breath roots are submerged by sea water during high tides, causing some mangroves to be stressed and then die. After death, the mangrove is used as a habitat by *T. navalis*. The pattern of osmoregulation is an important part that needs to be studied because of the changing tidal phenomenon. This is the fundamental problem of this research, including the presence of *T. navalis* which is very abundant in the mangroves of East Halmahera, but data on osmoregulation and bioecological mechanisms as well as the domestication strategy of *T. navalis* so that there is a need for a study to become scientific information for the local community. It is interesting to study *T. navalis* in East Halmahera because this biota is very well known and loved by the local community. The people of East Halmahera named *T. navalis* is Omoy (local name) this naming is based on the body shape like a worm and the habitat of mangrove roots and stems which are easily damaged by being submerged in sea water. The management of the mangrove vegetated environment is carried out to maintain the preservation of biological resources, especially those related to the osmoregulation and bioecological mechanisms of *T. navalis*. The purpose of this study was to analyze (1) to analyze the osmoregulation pattern of *T. navalis* which inhabits the roots and stems of *Rhizophora sp* and *Avecenia sp* mangroves (2) to determine the salt content in the roots, stems and leaves of *Rhizophora sp* and

Avicennia sp mangroves, (3) to analyze morphological character and population density of *T. navalis* that inhabits *Rhizophora* sp and *Avicennia* sp mangroves, (4). analyzing the protein content of *T. navalis* inhabiting mangroves *Rhizophora* sp and *Avicennia* sp, and (5) formulating a domestication strategy of *T. navalis* through optimization of media, growth patterns and environmental conditions of mangrove vegetation in East Halmahera.

The research was conducted in the mangrove waters of Wailukum, East Halmahera Regency. Sampling of morphological characteristics, population density and environmental management to determine the optimum media environment for the domestication of *T. navalis*, growth patterns and condition factors of *T. navalis* was carried out in the field. Determination of the pattern of osmoregulation by measuring the osmolarity of the media and the osmolarity of hemolymph as well as measuring the salt content data (salt gland) was carried out in the MSDP FPIK UNDIP laboratory. Determination of morphological characteristics and population density analysis were carried out at the UNKHAIR Laboratory of Biology, determination of protein content was carried out at the Testing and Calibration Laboratory of BBTPPI Semarang. This research is designed based on the type of case study (case study) and quantitative descriptive using purposive sampling and experimental methods research conducted on independent variables, without making comparisons, or connecting with other variables, in the sense that only testing the established hypothesis, as well as to obtain information on osmoregulation patterns, salt content, bioecological characteristics, protein content of *T. navalis*, environmental management of media

optimum and formulation of strategy for domestication of *T. navalis* (determination of optimum media for domestication of *T. navalis*, growth pattern and condition factors of *T. navalis* for environmental conservation of mangroves in East Halmahera.

Determination of the pattern of osmoregulation is done by measuring the osmolarity of the medium and the osmolarity of the hemolymph. Measurement and data collection were carried out in the laboratory using Roebing's Automatic Micro-Osmometer. Analysis of osmoregulation patterns (medium osmolarity and hemolymph osmolarity) using Osmotic Work Rate according to Anggoro and Nakamura, (2005). The collection and sampling of salt content in the roots, stems and leaves of mangroves was carried out at the research site, while the measurement and data analysis was carried out in the UNDIP MSDP laboratory using a refractometer. Analysis of salt content (salt gland) through water potential pressure, namely the sum of potential pressure and osmotic pressure using the equation (Salisbury and Ross, 1995).

The collection of samples of bioecological characteristics of mangrove roots and stems of *Rhizophora* sp and *Avicennia* sp that have been damaged naturally was carried out at the research location of the East Halmahera mangrove waters. Method of collection: measuring the length of roots and stems using a tape measure, cutting and splitting using sensors, axes and swords. Taking samples of *T. navalis* on the roots and stems of *Rhizophora* sp and *Avicennia* sp mangroves using gloves and tweezers, the collected samples were put into a bucket, cleaned using distilled water, and put into a labeled coolbox which was then brought to the

laboratory. Length measurement and analysis population density was carried out in the laboratory. Analysis of the morphological characters (characteristics) of *T. navalis* using a microscope and the key book of determination according to Didziulis (2011), population density analysis of *T. navalis* using the density formula according to (Ehrich et al., 2001). Protein analysis was carried out at the BBTPI Semarang laboratory using the KJELDAHL method according to AOAC, 2005. Crude protein content of *T. navalis* was analyzed using the formula according to (AOAC, 2005). Determination of the optimum media for the domestication of *T. navalis*, growth patterns and condition factors of *T. navalis* for environmental conservation of mangroves in East Halmahera was carried out through the stages of acclimation, acclimatization and cultivation. Determination of the optimum media for the domestication of *T. navalis*, growth patterns and condition factors of *T. navalis* were analyzed using the formula of Efendi, (2002). The absolute biomass growth of *T. navalis* and the relationship between body length and weight of *T. navalis* were calculated using the formula $W = a L^b$ according to Capuzzo (1999).

The results showed that the TKO value of *T. navalis* in natural habitats varied from 17 to greater than 500 mOsm/l H₂O. Osmoregulation *T. navalis* is an osmoregulator with a hyperosmotic osmoregulation pattern when mangrove stems and roots are submerged in fresh water, a hypoosmotic pattern when mangrove stems and roots are submerged in high tides, and an isohyperosmotic to isoosmotic pattern when submerged in brackish water with an TKO of 17-19 mOsm/ l H₂O. The highest salt content was in the root media of *Avicennia* sp

(31‰) and the lowest was in the leaves of *Rhizophora* sp (10‰). The morphological characteristics of *T. navalis* were found, namely the body surface is clear and smooth, there is a clear yellowish shell on the head, brownish red gills, has 2 soft and clear textured tentacles, elastic body texture, solid and slippery. The body measures 15 cm, 30 cm and 60 cm. The population density of *T. navalis* is 0,65 ind/m² to 1,85 ind/m². The protein content of *T. navalis* was 13.30%. The optimum medium environment for the domestication of *T. navalis* and the osmoregulation pattern was 16‰. Growth pattern of *T. navalis* allometric b value 3. The highest condition factor value of *T. navalis* was in the stem habitat of *Avicennia* sp ($W = 9.786 + 0.756x$), Y value = $-0.0046x^2 + 1.115x + 3.8989$ and $R^2 = 0,9751$. The lowest condition factor (FK) value was found in the stem habitat of *Rhizophora* sp ($W = 0.657 + 0.741x$), Y value = $-0.0309x^2 + 2.8533x - 32.701$, $R^2 = 0.9751$ showed a significant effect of ($\text{sig} < 0, 05$).

SEKOLAH PASCASARJANA