



TUGAS AKHIR - SB-141510

STUDI KERENTANAN *Rhizophora mucronata*
TERHADAP SERANGGA HERBIVORA DI KAWASAN
MANGROVE WONOREJO BERDASARKAN TINGKAT
KERUSAKAN DAUN DAN KANDUNGAN NITROGEN
DAUN

Rizki Fajar Wati
01311440000054

Dosen Pembimbing:
Indah Trisnawati D. T. M. Si, Ph. D.

DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS ILMU ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018



TUGAS AKHIR - SB-141510

STUDI KERENTANAN *Rhizophora mucronata*
TERHADAP SERANGGA HERBIVORA DI
KAWASAN MANGROVE WONOREJO
BERDASARKAN TINGKAT KERUSAKAN DAUN
DAN KANDUNGAN NITROGEN DAUN

Rizki Fajar Wati
0131144000054

Dosen Pembimbing:
Indah Trisnawati D. T. M. Si, Ph. D.

DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS ILMU ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018



FINAL PROJECT - SB-141510

**THE STUDY OF VULNERABILITY IN
Rhizophora mucronata TO HERBIVOROUS
INSECT IN MANGROVE WONOREJO
AREA BASED ON LEAF DAMAGE LEVEL
AND LEAF NITROGEN CONTENT**

**Rizki Fajar Wati
0131144000054**

**Dosen Pembimbing:
Indah Trisnawati D. T. M. Si, Ph. D.**

**DEPARTMENT BIOLOGY
FACULTY OF SCIENCE
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**

LEMBAR PENGESAHAN

**STUDI KERENTANAN *Rhizophora mucronata* TERHADAP
SERANGGA HERBIVORA DI KAWASAN MANGROVE
WONOREJO BERDASARKAN TINGKAT KERUSAKAN
DAUN DAN KANDUNGAN NITROGEN DAUN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains pada
Departemen S-1 Biologi
Fakultas Ilmu Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**RIZKI FAJAR WATI
NRP. 0131144000054**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:
Indah Trisnawati D. T. M. Si, Ph. D..... (Pembimbing)



**STUDI KERENTANAN *Rhizophora mucronata* TERHADAP
SERANGGA HERBIVORA DI KAWASAN MANGROVE
WONOREJO BERDASARKAN TINGKAT KERUSAKAN
DAUN DAN KANDUNGAN NITROGEN DAUN**

Nama : Rizki Fajar Wati
NRP : 0131144000054
Departemen : Biologi
Dosen Pembimbing : Indah Trisnawati D. T. M. Si, Ph. D.

Abstrak

Rhizophora mucronata merupakan salah satu jenis tumbuhan mangrove mayor yang dominan di kawasan mangrove Wonorejo dengan nilai proporsi yang tinggi pada setiap kategori di berbagai tipe habitat yang berbeda. Salah satu ancaman bagi pertumbuhan *Rhizophora mucronata* adalah kerusakan daun yang disebabkan oleh serangga herbivora, sehingga untuk mengetahui tingkat kerentanan *Rhizophora mucronata* terhadap serangga herbivora dapat dilakukan dengan membandingkan tingkat kerusakan daun pada setiap habitus dan tipe habitat yang berbeda dan melakukan pengukuran kandungan nitrogen dalam daun, serta menghubungkan tingkat kerusakan daun dengan kandungan nitrogen daun dan kelimpahan serangga herbivora. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa tingkat kerusakan daun tertinggi terjadi pada kategori habitus pancang, sedangkan tipe habitat yang lebih rentan mengalami kerusakan daun adalah habitat Tambak. Kandungan nitrogen dalam daun dan kelimpahan serangga herbivora berkorelasi positif dan berpengaruh signifikan terhadap tingkat kerusakan daun.

Kata kunci : Kerentanan, Nitrogen, Rhizophora mucronata, Serangga Herbivora.

**THE STUDY OF VULNERABILITY IN
Rhizophora mucronata TO HERBIVOROUS INSECT IN
MANGROVE WONOREJO AREA BASED ON LEAF
DAMAGE LEVEL AND LEAF NITROGEN CONTENT**

Name : Rizki Fajar Wati
NRP : 0131144000054
Departement : Biology
Supervisor : Indah Trisnawati D. T. M. Si, Ph. D.

Abstract

Rhizophora mucronata is one of the dominant major mangrove species in the mangrove Wonorejo area, with high proportion numbers in each habitus category at different habitat types. One of the threats to *Rhizophora mucronata*'s growth is leaf damage caused by herbivorous insect. To determine the degree of vulnerability on *Rhizophora mucronata* to herbivorous insect, we might compare the leaf damage level on each growth category at different types of habitat with leaf nitrogen content and abundance of herbivorous insect. The result showed that the highest leaf damage value was occurred on sapling category, while the most vulnerable habitat type of leaf damage was Tambak area. Both leaf nitrogen content and herbivorous insect abundance positively correlated with leaf damage level. Leaf nitrogen content and herbivorous insect abundance show significant effect on leaf damage level.

Keywords : Herbivorous insect, Nitrogen content, *Rhizophora mucronata*, Vulnerability.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan hikmat yang diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “**Studi Kerentanan *Rhizophora mucronata* terhadap Serangga Herbivora di Kawasan Mangrove Wonorejo Berdasarkan Tingkat Kerusakan Daun dan Kandungan Nitrogen Daun**” di Departemen Biologi, Fakultas Ilmu Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan terma kasih kepada:

1. Kedua Orang Tua beserta kedua adik penulis, yang memberikan semangat dan kasih sayang yang luar biasa.
2. Ibu Indah Trisnawati D. T. M. Si, Ph. D. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang tidak kenal lelah memberikan ilmu, waktu berbagi dan nasihat dalam proses pengerjaan Tugas Akhir dari awal hingga penyelesaian laporan.
3. Bapak Triono Bagus Saputro, S. Si M. Biotech selaku dosen wali sekaligus dosen penguji yang memberikan banyak nasihat baik dalam hal perkuliahan maupun pengerjaan tugas akhir.
4. Ibu Ir. Sri Nurhatika, MP dan Ibu Dra. Dian Saptarini, M. Sc selaku dosen penguji yang memberikan evaluasi dan masukan yang membangun dalam penyusunan laporan tugas akhir.
5. Teman-teman angkatan Biologi ITS 2014, Albatros Tristan (*Diomedea dabbenena*), khususnya anggota Laboratorium Ekologi dan Adam, yang merupakan teman seperjuangan yang selalu kebersamai, menemani, mengingatkan, dan memberi semangat.
6. Adit, Rosyita, Rabil, dan Iis yang membantu dalam bentuk tenaga maupun pikiran dengan banyak berdiskusi dengan penulis.

Surabaya , 1 Agustus 2018

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	vi
<i>Abstrak</i>	ix
<i>Abstract</i>	xi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Permasalahan.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Manfaat.....	3
BAB II.....	<u>5</u>
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Mangrove.....	5
2.2. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mangrove.....	7
2.3. <i>Rhizophora mucronata</i>	8
2.4. Serangga Herbivora	11
2.5. Tingkat Kerusakan Daun.....	12
2.6. Kandungan Nitrogen dalam Jaringan Tumbuhan.....	14
BAB III.....	17

METODOLOGI	17
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	17
3.2. Alat, Bahan, dan Cara Kerja.....	18
3.2.1 Alat dan Bahan	18
3.2.2 Cara Kerja.....	18
3.3. Rancangan Penelitian dan Analisis Data.....	24
HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1. Faktor Fisik Lingkungan Serangga pada Tipe Habitat yang Berbeda.....	25
4.2. Jumlah Jenis, Komposisi dan Kelimpahan Serangga Herbivora.....	26
4.3 Hubungan Kelimpahan Serangga Herbivora terhadap Tingkat Kerusakan Daun.....	32
4.4 Tingkat Kerusakan Daun <i>Rhizophora mucronata</i>	34
4.4.1 Tingkat Kerusakan Daun pada Habitus yang Berbeda.. ..	36
4.4.2 Tingkat Kerusakan Daun pada Tipe Habitat yang Berbeda.....	38
4.5 Hubungan Kandungan Nitrogen Daun terhadap Tingkat Kerusakan Daun.....	41
KESIMPULAN DAN SARAN	43
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN	34
BIODATA PENULIS.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Skoring Tingkat Kerusakan Tanaman.....	23
Tabel 4.1 Faktor Fisik Lingkungan Serangga	25
Tabel 4.2 Proporsi Serangga Herbivora terhadap Total Serangga	26
Tabel 4.3 Hasil Analisis Korelasi Kelimpahan Serangga Herbivora dengan Tingkat Kerusakan Daun.....	32
Tabel 4.4 Interval Klasifikasi Kekuatan Korelasi.....	32
Tabel 4.5 Hasil Analisis Kandungan Nitrogen pada Habitus yang Berbeda.....	37
Tabel 4.6 Hasil Analisis Kandungan Nitrogen pada Habitat yang Berbeda.....	39
Tabel 4.7 Hasil Analisis Korelasi Kandungan Nitrogen Daun dengan Tingkat Kerusakan Daun.....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pola Umum Zonasi Mangrove.....	6
Gambar 2.2. <i>Rhizophora mucronata</i>	9
Gambar 2.3. Morfologi <i>Rhizophora mucronata</i>	10
Gambar 2.4. Kerusakan Daun <i>Rhizophora</i> sp.....	13
Gambar 3.1. Titik Sampling Berdasarkan Citra Satelit.....	17
Gambar 3.2. Rangkaian Proses Destruksi.....	21
Gambar 3.3. Rangkaian Proses Destilasi.....	21
Gambar 3.4. Rangkaian Proses Titrasi.....	22
Gambar 4.1 Perbandingan Kelimpahan Serangga Herbivora dan Non-Herbivora pada Tipe Habitat yang Berbeda.....	27
Gambar 4.2 Komposisi Serangga Herbivora pada Berbagai Tipe Habitat.	29
Gambar 4.3 Tingkat Keanekaragaman Serangga Herbivora pada Tipe Habitat yang Berbeda.....	32
Gambar 4.4 Grafik Regresi Linier Kelimpahan Serangga Herbivora dengan Tingkat Kerusakan Daun.....	33
Gambar 4.5 Grafik Tingkat Kerusakan Daun.....	33
Gambar 4.6 Grafik Tingkat Kerusakan Daun pada Habitats yang Berbeda.....	36
Gambar 4.7 Grafik Tingkat Kerusakan Daun pada Habitat yang Berbeda.....	38
Gambar 4.8 Grafik Regresi Linier Kandungan Nitrogen Daun dengan Tingkat Kerusakan Daun.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Analisis Keanekaragaman Serangga....	59
Lampiran 2. Hasil Analisis Korelasi dan Regresi Kelimpahan Serangga terhadap Tingkat Kerusakan Daun.....	64
Lampiran 3. Hasil Analisis Korelasi dan Regresi Kandungan Nitrogen terhadap Tingkat Kerusakan Daun.....	65
Lampiran 4. Tabel Hasil Pengamatan Kerusakan Daun.....	66
Lampiran 5. Hasil Analisis Tingkat Kerusakan Daun Berdasarkan Faktor Habitus.....	70
Lampiran 6. Hasil Analisis Tingkat Kerusakan Daun Berdasarkan Faktor Habitat.....	72
Lampiran 7. Hasil Analisis Kandungan Nitrogen.....	73
Lampiran 8. Dokumentasi Hasil Penelitian.....	74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Rhizophora mucronata merupakan salah satu jenis tumbuhan mangrove mayor yang dominan di kawasan mangrove Wonorejo dan memiliki peranan ekologi yang penting (Setyawan dan Kusumo, 2006). Berdasarkan hasil analisis vegetasi yang telah dilakukan pada tiga tipe habitat yang berbeda yang mewakili lokasi dekat pemukiman (Bozem), tengah (Tambak), dan pesisir, spesies mangrove *Rhizophora mucronata* memiliki nilai proporsi yang lebih tinggi dibandingkan dengan spesies mangrove lainnya pada setiap kategori pertumbuhan di setiap tipe habitat yang berbeda. Hal tersebut mengartikan bahwa spesies *Rhizophora mucronata* ditemukan pada tiga tipe habitat yang berbeda dengan jumlah individu yang tinggi dibandingkan dengan spesies lainnya.

Peranan ekologi *Rhizophora mucronata* diantaranya sebagai tempat sekuestrasi karbon, remediasi bahan pencemar, menjaga stabilitas pantai dari abrasi, intrusi air laut, dan gelombang badai, menjaga kealamian habitat, menjadi tempat bersarang, pemijahan dan pembesaran berbagai jenis ikan, udang, kerang, burung dan fauna lain, serta pembentuk daratan (Setyawan dan Kusumo, 2006). Ditinjau dari habitat dan peranannya dalam ekosistem, *Rhizophora mucronata* merupakan spesies mangrove yang rentan mengalami gangguan, salah satunya adalah gangguan terhadap daun yang pada umumnya disebut dengan kerusakan daun (Pribadi, 2010). Kerusakan pada helai daun diketahui dapat secara langsung mempengaruhi laju pertumbuhan tanaman karena berkurangnya daerah fotosintesis, perubahan keseimbangan karbohidrat, gangguan transport nutrisi dan air, serta melemahnya struktur fisik tumbuhan. Kerusakan daun dapat disebabkan oleh agen biotik maupun abiotik. Salah satu agen biotik yang dapat menimbulkan kerusakan daun dan dapat menurunkan kualitas tegakan adalah hama yang pada umumnya meliputi serangga herbivora (Pribadi, 2010).

Diketahui bahwa daun merupakan organ terpenting bagi tumbuhan dalam melangsungkan hidup, dan memiliki peranan penting dalam menentukan produktivitas suatu tumbuhan, dimana produktivitas tumbuhan menunjukkan laju penyimpanan energi sinar matahari oleh aktivitas fotosintetik yang dapat digunakan sebagai bahan makanan (Odum, 1983). Salah satu unsur hara yang berperan penting dalam proses fotosintesis adalah nitrogen. unsur nitrogen terdapat dalam keadaan kurang, maka pertumbuhan dan produksi tanaman akan terganggu (Armiadi, 2009). Sehingga diperlukan adanya suatu penelitian mengenai tingkat kerentanan *Rhizophora mucronata* berdasarkan tingkat kerusakan daun yang diduga oleh serangga herbivora, dan pengaruhnya terhadap kandungan nitrogen dalam daun.

1.2. Rumusan Permasalahan

Permasalahan yang dibahas adalah :

1. Bagaimana tingkat kerentanan *Rhizophora mucronata* terhadap serangga herbivore melalui besarnya kerusakan daun pada habitus yang berbeda?
2. Bagaimana tingkat kerentanan *Rhizophora mucronata* terhadap serangga herbivore melalui besarnya kerusakan daun pada tipe habitat yang berbeda?
3. Bagaimana hubungan kandungan nitrogen daun terhadap tingkat kerusakan daun?

1.3. Batasan Masalah

Batasan Masalah dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian dilakukan pada Vegetasi *Rhizophora mucronata* yang homogen
2. Pengukuran kerusakan daun didasarkan pada jumlah daun yang terserang serangga herbivora
3. Pengukuran kadar nitrogen hanya pada organ daun

1.4. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui tingkat kerentanan *Rhizophora mucronata* terhadap herbivora melalui besarnya kerusakan daun pada habitus yang berbeda
2. Mengetahui tingkat kerentanan *Rhizophora mucronata* terhadap herbivora melalui besarnya kerusakan daun pada tipe habitat yang berbeda
3. Mengetahui hubungan kandungan nitrogen daun terhadap tingkat kerusakan daun

1.5. Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah sebagai *baseline data* yang nantinya dapat digunakan sebagai sarana penelitian selanjutnya untuk mengetahui dan membuat model respon dan kapasitas adaptasi *Rhizophora mucronata* terhadap serangga herbivora di kawasan mangrove Wonorejo. Disamping itu, penelitian ini juga dapat digunakan sebagai acuan pengelolaan atau budidaya mangrove di kawasan pesisir lain.

“ Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mangrove

Kata mangrove merupakan kombinasi antara kata *Mangue* (Bahasa Portugis) yang berarti tumbuhan dan *Grove* (Bahasa Inggris) yang berarti belukar atau hutan kecil. Dalam Bahasa Inggris, kata mangrove digunakan baik untuk komunitas tumbuhan yang tumbuh di daerah jangkauan pasang-surut maupun untuk individu-individu spesies tumbuhan yang menyusun komunitas tersebut. Sedangkan dalam bahasa Portugis, kata mangrove digunakan untuk menyatakan individu spesies tumbuhan yang tumbuh di daerah jangkauan pasang-surut, dan kata *mangal* untuk menyatakan komunitas tumbuhan tersebut. Mangrove juga dapat digunakan untuk menyebut populasi tumbuhan-tumbuhan dari beberapa spesies yang mempunyai perakaran *Pneumatophores* (akar nafas) dan tumbuh di antara garis pasang surut (Farhaeni, 2016) sehingga hutan mangrove juga disebut sebagai "hutan pasang". Berdasarkan SK Dirjen Kehutanan Nomor 60 Tahun 1978, hutan mangrove dikatakan sebagai hutan yang terdapat di sepanjang pantai dan dipengaruhi oleh pasang surut air laut, yakni tergenang pada waktu pasang dan bebas pada waktu surut.

Menurut Tomlinson (1986), mangrove dapat di klasifikasikan kedalam tiga kelompok utama, yaitu:

1. Komponen utama (*major component*): jenis-jenis dalam kelompok ini mengembangkan spesialisasi morfologi seperti sistem akar udara dan mekanisme fisiologi khusus untuk mensekresikan kelebihan garam dalam upaya beradaptasi dengan lingkungan mangrove. Jenis-jenis ini hanya tumbuh di hutan mangrove dan tidak terdapat di lingkungan terestrial (darat).
2. Komponen minor (*minor component*): bukan merupakan elemen utama mangrove dan dapat tumbuh di tepi mangrove atau lebih kearah darat.

3. Mangrove asosiasi (*associates*): jenis-jenis ini bukan merupakan anggota komunitas mangrove sejati dan tumbuh pada lingkungan vegetasi darat.

Kemudian disebutkan bahwa mangrove umumnya tumbuh dalam 4 zona, yaitu;

1. Mangrove daratan (zona belakang)

Merupakan zona terdalam dibelakang zona mangrove sejati. Pada zona ini dapat dijumpai jenis-jenis mangrove asosiasi.

2. Mangrove tengah

Zona ini terletak dibelakang zona terbuka, umumnya didominasi oleh *Rhizophora* namun *Bruguiera* juga sering tumbuh pada zona ini.

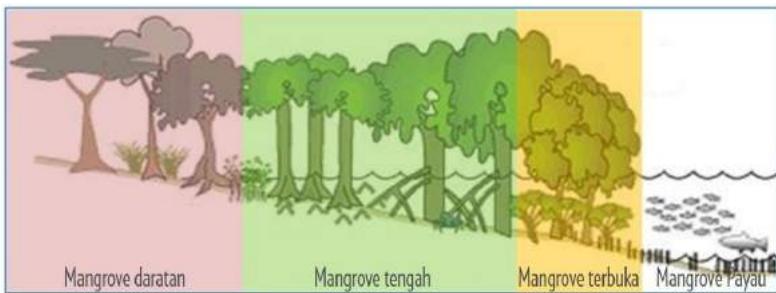
3. Mangrove terbuka

Zona ini berada di bagian yang berhadapan dengan laut dan didominasi oleh *Sonneratia* dan *Avicennia*. Kadang *Rhizophora* juga terdapat pada zona ini.

4. Mangrove payau

Zona ini berada di sepanjang sungai berair payau hingga hampir tawar. Zona ini biasanya didominasi oleh komunitas *Nypa* atau *Sonneratia*.

(Rusila dan Suryadiputra, 1999)



Gambar 2.1. Pola Umum Zonasi Mangrove (Sumber: Muzaki dkk., 2012).

Ekosistem mangrove memiliki peranan ekologi, sosial-ekonomi, dan sosia-budaya yang sangat penting. Fungsi ekologi

hutan mangrove meliputi; tempat sekuestrasi karbon, remediasi bahan pencemar, menjaga stabilitas pantai dari abrasi, intrusi air laut, dan gelombang badai, menjaga kealamian habitat, menjadi tempat bersarang, pemijahan dan pembesaran berbagai jenis ikan, udang, kerang, burung dan fauna lain, serta pembentuk daratan. Fungsi sosial-ekonomi hutan mangrove meliputi; kayu bangunan, kayu bakar, kayu lapis, bubur kertas, tiang telepon, tiang pancang, bagan penangkap ikan, dermaga, bantalan kereta api, kayu untuk mebel dan kerajinan tangan, atap huma, tannin, bahan obat, gula, alkohol, asam asetat, protein hewani, madu, karbohidrat, dan bahan pewarna, serta memiliki fungsi sosial-budaya sebagai areal konservasi, pendidikan, ekoturisme dan identitas budaya (Setyawan dan Kusumo, 2006).

2.2. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mangrove

Ekosistem mangrove diketahui memiliki peranan ekologi, sosial-ekonomi, dan sosia-budaya yang sangat penting (Setyawan dan Kusumo, 2006). Disamping itu, ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir yang mengambil peran sebagai stabilisator siklus nutrient, lingkungan, dan sekaligus menopang sumber mata pencaharian masyarakat. Kemampuan ekosistem mangrove untuk dapat mempertahankan fungsi ekologi tersebut tergantung dari faktor-faktor pendukung lingkungan, yaitu kualitas lingkungan dan kondisi substrat dasar (Wantasen, 2013). Pertumbuhan mangrove yang ada didalam suatu ekosistem akan selalu dipengaruhi dan dikendalikan oleh faktor habitat, faktor tersebut akan lebih dominan meskipun tidak lepas dari peran resesif yang ada didalam ekosistem tersebut (Poedjirahajoe, 2007). Faktor habitat dapat berupa kondisi substrat dan salinitas (kadar garam). Kondisi substrat merupakan salah satu faktor yang berperan dalam pembentukan zonasi mangrove. Kondisi salinitas mempengaruhi komposisi mangrove, dimana berbagai jenis mangrove dapat mengatasi kondisi salinitas dengan cara yang berbeda (Muzaki dkk., 2012). Pertumbuhan mangrove juga dipengaruhi oleh keadaan sifat fisik-kimia habitatnya. Sifat fisik

dan kimia tersebut diantaranya; bahan organik, unsur kalium, unsur kalsium, unsur magnesium, dan pH . Diketahui bahwa peran gabungan dari parameter habitat mangrove sangat besar terhadap pertumbuhan vegetasinya. Walaupun demikian, setiap habitat sangat bergantung pada kandungan faktor-faktor yang membentuknya, sehingga nampak pada pertumbuhan vegetasi yang tumbuh pada habitat tersebut (Poedjirahajoe, 2007).

Sebagai daerah peralihan antara laut dan daratan, hutan mangrove mempunyai gradien sifat lingkungan yang sangat ekstrim. Pasang surut air laut menyebabkan terjadinya perubahan beberapa faktor lingkungan (Pramudji, 2001) yang penting dalam mengontrol zonasi adalah pasang surut dan kemiringan pantai, tipe tanah, salinitas, cahaya dan aliran air sungai yang mampu membawa lumpur (Poedjirahajoe, 1998). Hal tersebut menunjukkan bahwa zonasi pada hutan mangrove tergantung pada keadaan tempat tumbuh spesifik yang berbeda dengan tempat lain. Zonasi juga menggambarkan tahapan suksesi yang terjadi sejalan dengan perubahan tempat tumbuh. Tempat tumbuh mangrove selalu berubah karena adanya laju pengendapan (sedimentasi) dan pengikisan (abrasi). Daya adaptasi dari tiap jenis penyusun mangrove terhadap keadaan tempat tumbuh akan menentukan komposisi jenis yang menyusun mangrove (Poedjirahajoe, 2007).

2.3. *Rhizophora mucronata*

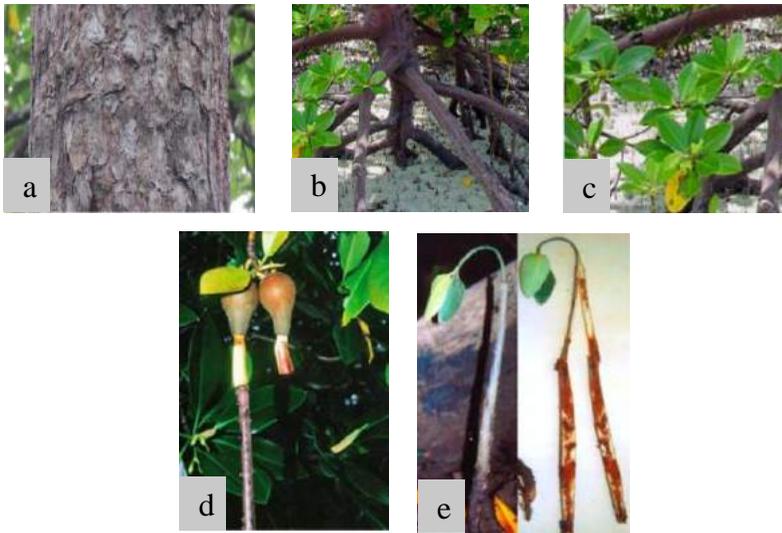
Rhizophora mucronata merupakan salah satu jenis tumbuhan mangrove yang mempunyai habitat dekat atau terletak pada pematang sungai pasang surut dan di muara sungai. Jenis ini masuk dalam flora mangrove inti yang mempunyai peran utama dalam formasi mangrove (Kusamana dalam Kusmana dan Maulina, 2014). Berikut klasifikasi dari *Rhizophora mucronata*:



Kingdom : Plantae
 Divisio : Magnoliophyta
 Clasis : Magnoliopsida
 Ordo : Myrtales
 Familia : Rhizophoraceae
 Genus : Rhizophora
 Species : *Rhizophora mucronata* Lmk.
 (Puspayanti dkk., 2013)

Gambar 2.2. *Rhizophora mucronata*
 (Sumber: Duke, 2006)

Rhizophora mucronata memiliki ciri morfologi tinggi dapat mencapai 20 m, batang silinder hampir berwarna hitam atau kemerahan dengan permukaan kulit batang kasar. Akar tunjang, melebar ke samping pada radius 7-12 m dari bagian pangkal pohon, dan sepanjang akar tersebut muncul sejumlah akar lutut (Idrus dkk., 2014). Daun tebal dan berwarna hijau cerah, berbentuk elips sampai bulat panjang, ukuran 10-16 cm, ujung meruncing dengan duri (*mucronatus*), permukaan bawah tulang daun berwarna kehijauan, berbintik-bintik hitam tidak merata. Bunga tersusun atas 4-8 bunga tunggal, kelopak 4, warna kuning gading, mahkota 4, berambut pada bagian pinggir dan belakang, benang sari 8. tangkai putik panjang 1–2 mm dengan ujung berbelah dua. Buah bentuk mirip jambu air, ukuran 2-2,3 cm, warna hijau kekuningan, hipokotil silindris berdiameter 2-2,5 cm, panjang dapat mencapai 90 cm, dengan permukaan berbintik-bintik, warna hijau kekuningan (Sumardji, 2014). Buah tersebut akan tumbuh menjadi propagul yang memanjang berwarna kecoklatan. Habitat tanah berlumpur dalam dan sedikit berpasir (Puspayanti dkk., 2013)



Gambar 2.3. Morfologi *Rhizophora mucronata*. a. Batang, b. Akar, c. Daun, d. Buah, e. Propagul (Sumber: Duke, 2006 dan Pimandana dkk., 2016)

Rhizophora mucronata berpotensi meredam luapan logam berat pencemar karena memiliki kemampuan untuk mengakumulasi logam berat, sehingga toksisitas logam berat di pantai dapat berkurang. Diantara logam berat yang dapat diakumulasi oleh *Rhizophora mucronata* adalah; tembaga (Cu), mangan (Mn), dan seng (Zn), besi (Fe), dan mangan (Mn) (Handayani, 2006). Disamping itu, daun *Rhizophora mucronata* diketahui mengandung senyawa metabolit sekunder berupa katekin dan epigalokatekingalat, yang merupakan senyawa yang mampu menghambat hipermotilitas usus pada saat diare (Sulistiyati dan Yunita, 2015).

2.4. Serangga Herbivora

Serangga merupakan spesies hewan yang jumlahnya paling dominan di antara spesies hewan lainnya dalam filum Arthropoda maupun hewan lainnya dan terdapat dimana-mana. Serangga memiliki karakter yang beragam dalam hal struktur sayap, antena, bentuk tubuh, dan ciri morfologi lainnya. Keberadaannya banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan, yang meliputi; curah hujan, cuaca, suhu, kelembaban, cahaya dan angin (Jekti dkk., 2013). Serangga merupakan komponen keanekaragaman hayati yang memiliki peranan penting dalam jaring makanan yaitu sebagai herbivora, karnivora dan detritivora (Masfiah dkk., 2014). Diketahui bahwa serangga yang dapat langsung berhubungan dengan tanaman yaitu kelompok serangga herbivora atau fitofagus dan serangga pollinator (Sanjaya dan Wiwin, 2005).

Serangga herbivora untuk mempertahankan hidupnya membutuhkan tanaman sebagai makanan. Kegiatan makan bagi serangga bertujuan untuk mendapatkan energi agar dapat melakukan aktivitas hidup seperti kopulasi, migrasi, pertumbuhan dan reproduksi. Pada dasarnya serangga melakukan aktivitas atau perilaku tertentu agar serangga dapat survive, termasuk strategi menghindari dari predator (Riyanto, 2010). Makanan serangga herbivora biasanya mempunyai kandungan nitrogen dan air yang tinggi yang dibutuhkan untuk mempercepat pertumbuhannya. Sehingga nitrogen bagi serangga herbivora merupakan faktor pembatas, sedangkan jaringan tumbuhan lebih sedikit mengandung nitrogen jika dibandingkan dengan jaringan hewan. Kadar nitrogen dan air dalam daun dapat berfluktuasi karena berhubungan dengan musim dan fenologi tumbuhan, keadaan ini dapat mempengaruhi kehidupan (*performance*) serangga herbivora ini (Hariani dkk., 2008).

Berdasarkan tipe alat mulutnya, serangga herbivora dibedakan menjadi dua, yaitu; tipe pemakan (*chewing type*) dan tipe penghisap (*sucking type*). Serangga hama tipe pemakan mempunyai mandibular yang digunakan untuk menggigit dan

mengunyah makanan sehingga tanaman yang terserang akan menunjukkan kerusakan seperti defoliasi daun, lubang pada daun dan buah, korokan pada daun, gerakan pada batang dan buah, dan kerusakan akar. Sedangkan serangga hama tipe penghisap mempunyai modifikasi alat mulut untuk menghisap cairan tanaman, dimana golongan ini tidak mengunyah makanannya. Serangga jenis ini yang pada umumnya sebagai vector transmisi pathogen yang menyebabkan tanaman menjadi sakit (Purnomo, 2010).

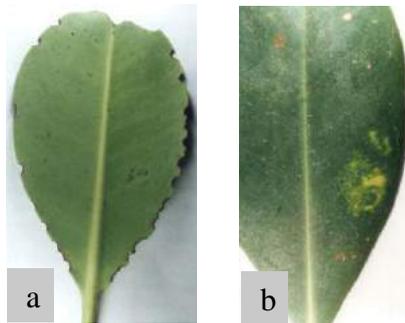
2.5. Tingkat Kerusakan Daun

Daun merupakan salah satu organ tumbuhan yang tumbuh dari batang, umumnya berwarna hijau (mengandung klorofil) dan terutama berfungsi sebagai penangkap energi dari cahaya matahari melalui fotosintesis. Daun merupakan organ terpenting bagi tumbuhan dalam melangsungkan hidup, karena tumbuhan adalah organisme autotrof obligat yang harus memasok kebutuhan energinya sendiri melalui konversi energi cahaya menjadi energi kimia (Latifa, 2015). Daun memiliki peranan penting dalam menentukan produktivitas suatu tumbuhan, dimana produktivitas tumbuhan menunjukkan laju penyimpanan energi sinar matahari oleh aktivitas fotosintetik yang dapat digunakan sebagai bahan makanan (Odum, 1983), sehingga gangguan terhadap daun merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas tumbuhan.

Gangguan terhadap daun pada umumnya disebut dengan kerusakan daun, dapat disebabkan oleh agen biotik maupun abiotik. Salah satu agen biotik yang dapat menimbulkan kerusakan daun dan dapat menurunkan kualitas tegakan adalah hama (Pribadi, 2010). Diantara jenis hama yang dapat menyebabkan kerusakan daun adalah serangga herbivora. Diketahui bahwa interaksi tanaman dengan serangga bagi tanaman, mempunyai dua efek yaitu menguntungkan dan merugikan. Efek interaksi yang menguntungkan bagi tanaman adalah serangga mampu membantu penyerbukan dan penyebaran

biji. Serangga herbivora berpotensi membuat kerugian bagi tanaman yaitu sebagai hama yang akan memakan bagian bagian tubuh tanaman, terutama daun (Muhamat dkk, 2015).

Kerusakan yang ditimbulkan akibat serangan serangga herbivora dapat bersifat langsung dan tidak langsung, yaitu sebagai vektor virus (Sulistyo dan Marwoto, 2011). Kerusakan langsung dan tidak langsung akibat serangga berhubungan erat dengan stadia perkembangan serangga, stadia perkembangan tanaman, dan jenis tanaman (Purnomo, 2010). Pada umumnya, tanaman cenderung lebih toleran terhadap hama yang menyebabkan kerusakan tidak langsung, karena hubungan serangga herbivora dengan tumbuhan sangat khas. Interaksi ini merupakan hasil koevolusi di antara kedua spesies sehingga terbentuk interaksi yang sangat kuat diantara keduanya (Muhamat dkk., 2015). Berikut beberapa kerusakan daun yang disebabkan oleh agen biotik berupa serangga:



Gambar 2.4. Kerusakan Daun *Rhizophora* sp. a. Disebabkan oleh serangga tipe pemakan pada tepi daun, b. Disebabkan oleh serangga tipe pemakan dan penggali yang makan pada bagian dalam jaringan daun sehingga menyebabkan warna kuning pada daun (Sumber: Burrows, 2003).

2.6. Kandungan Nitrogen dalam Jaringan Tumbuhan

Nitrogen merupakan unsur hara esensial karena merupakan penyusun utama protein dan beberapa molekul biogenik lainnya. Nitrogen diperlukan baik oleh tumbuhan maupun hewan dalam jumlah yang besar (Nainggolan dkk., 2009). Tumbuhan membutuhkan suplai nitrogen dalam jumlah besar pada semua tingkat pertumbuhan untuk pertumbuhan dan perkembangan semua jaringan hidup, terutama pada awal pertumbuhan. Jika unsur nitrogen terdapat dalam keadaan kurang, maka pertumbuhan dan produksi tanaman akan terganggu (Armiadi, 2009).

Unsur nitrogen dalam tubuh tanaman dijumpai dalam bentuk anorganik yang bergabung dengan unsur C, H, O membentuk asam amino, protoplasma, enzim, asam nukleat dan klorofil sehingga mempengaruhi peningkatan laju fotosintesis, konduktivitas stomata terhadap CO_2 , dan laju respirasi. Nitrogen juga berperan dalam translokasi karbohidrat dari daun ke organ tanaman yang lain. Dalam hal ini, nitrogen berperan dalam perombakan karbohidrat menjadi protein sehingga mampu mempercepat proses translokasi karbohidrat. Pada kondisi demikian tidak terjadi penimbunan karbohidrat di dalam daun. Dengan demikian penyerapan energi cahaya meningkat dan laju fotosintesis meningkat (Sonbai, dkk., 2013). Tanaman yang mengalami defisiensi unsur N menunjukkan pertumbuhan yang lambat, kelihatan lemah, daunnya berwarna hijau terang hingga kuning (Fahmi dkk., 2010).

Nitrogen pada umumnya diserap tanaman dalam bentuk NH_4^+ atau NO_3^- yang dipengaruhi oleh sifat tanah, jenis tanaman dan tahapan dalam pertumbuhan tanaman (Fahmi dkk., 2010). Asimilasi N menjadi molekul organik tergantung dari reduksi NO_3^- oleh enzim nitrat reduktase di dalam jaringan tanaman. Reduksi nitrat yang harus terjadi sebelum diproduksi asam amino, memerlukan elektron. Donor utama elektron ini adalah nikotinamida adenin dinukleotida (NADH), yang merupakan hasil fotosintesis. Cahaya terik dan laju fotosintesis yang tinggi

merupakan kondisi yang kondusif untuk aktivitas enzim nitrat reduktase (Isnaini dan Endang, 2009).

Nitrogen merupakan unsur yang sifatnya mobil, nitrogen akan berpindah dari jaringan tua ke jaringan yang lebih muda. Kadar nitrogen dalam jaringan dipengaruhi oleh aktivitas nitrogen reduktase, yang berhubungan dengan pengangkutan nitrogen menuju organ reproduktif (Khristyana, 2005). Rata-rata kandungan nitrogen meningkat seiring dengan besarnya tingkat naungan, hal tersebut disebabkan karena reaksi reduksi nitrogen dipengaruhi oleh cahaya (Latifa dan Endang, 2009). Keberadaan nitrogen dalam struktur tumbuhan juga dipengaruhi oleh ketersediaan air dan unsur hara dalam tanah terutama nitrogen (Patty dkk., 2013).

“ Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Bulan September hingga November 2017. Pengambilan data lapangan berupa kerusakan daun dan serangga herbivora dilakukan di Kawasan Mangrove Wonorejo, identifikasi serangga dilakukan di Laboratorium Ekologi, Jurusan Biologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, sedangkan pengujian kandungan nitrogen dalam daun dilakukan di Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri, Surabaya. Pengambilan data lapangan di Kawasan Mangrove Wonorejo dibagi menjadi tiga lokasi, yang mewakili habitat pesisir, tengah (habitat tambak), dan dekat pemukiman (habitat bozem).



Gambar 3.1. Titik Sampling Berdasarkan Citra Satelit. A. Habitat Bozem, B. Habitat Tambak, C. Habitat Pesisir (Sumber: *Google Earth*)

3.2. Alat, Bahan, dan Cara Kerja

3.2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah; buku catatan, bolpoin, spidol, laptop yang dilengkapi *Software* Microsoft Excel dan Minitab, pita, *Global Positioning System* (GPS), *Counting*, alumunium foil, plastik *ziplock*, kertas label, kamera, *sweep net* (*insect net*) dengan diameter 30 cm, kuas, toples plastic, oven, neraca analitik, blender, labu Kjeldahl, labu ukur 100 ml, 500 ml, dan 1000 ml, pipet volumetric 25 ml, alat destilasi, buret 50 ml, thermometer 300°C, *luxmeter*, dan *hygrometer*.

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah sampel daun *Rhizophora mucronata* pada setiap kategori pertumbuhan di tiga kategori habitat (Bozem, Tambak, dan Pesisir), dimana pemilihan *Rhizophora mucronata* didasarkan pada hasil analisis vegetasi di masing-masing habitat yang datanya terlampir, serbuk silica gel, kapas, kloroform, larutan asam sulfat-salisilat, natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), larutan asam borat 1%, larutan asam sulfat (H_2SO_4) 0,05 N, indikator conway, akuades, dan natrium hidroksida (NaOH) 40%.

3.2.2 Cara Kerja

3.2.2.1. Pengambilan Data Kerusakan Daun

Pengamatan kerusakan daun di lapangan dilakukan melalui pengamatan morfologi daun secara langsung sesuai tipe kerusakan yang disebabkan oleh serangga dengan menggunakan buku *A Systematic Approach to Diagnosing Plant Damage* (Green dan Joe, 1990), buku *Guide to Insect (and Other) Damage Types on Compressed Plant Fossils* (Labandeira et al., 2007) dan buku *GMS moth tips 3: Identification of Micro-moth Families* (Grudy, 2013).

Pengambilan data kerusakan daun dibedakan menjadi tiga kategori sesuai dengan tingkat pertumbuhannya, yaitu; semai, pancang, dan pohon (Anonim, 2011). Pengambilan data kerusakan daun pada masing-masing kategori dilakukan sebanyak

3 individu, dan pada setiap individu pengamatan dilakukan pada 3 cabang atas. Pemilihan individu pada setiap kategori didasarkan pada diameter setiap kategori pertumbuhan; semai 2 cm, pancang 3,5 cm, dan pohon 10 cm. Pengamatan tersebut dilakukan secara rutin dengan interval 2 minggu pada ketiga tipe habitat yang berbeda. Perhitungan tingkat kerusakan daun menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{a}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Tingkat kerusakan tanaman (%)

a = Jumlah daun yang terserang

N = Jumlah daun total

(Moekasan dkk., 2012)

3.2.2.2. Pengambilan Data Serangga Herbivora

Pengambilan data serangga herbivora dilakukan dengan metode *sweep net (insect net)* dan *hand collecting*. Metode penangkapan dengan *sweep net (insect net)* dilakukan dengan cara mengayunkan jaring secara menyilang pada plot (Michael dalam Sanjaya dan Wiwin, 2005). Jaring ini digunakan untuk menangkap serangga yang aktif terbang (Septianella dkk, 2015). Metode pengkapan secara langsung dengan tangan (*hand collecting*) dilakukan dengan bantuan kuas untuk menangkap serangga yang memiliki motilitas rendah yang pada umumnya berada pada batang dan daun (Oktarima, 2015). Serangga yang tertangkap dengan *sweep net (insect net)* maupun *hand collecting* dimasukkan dalam toples plastik yang berisi kapas yang telah diberi kloroform (Mairawita dkk, 2012).

Serangga yang telah didapat, dikoleksi berdasarkan buku *Pedoman Mengoleksi, Preservasi serta Kurasi Serangga dan Arthropoda Lain* (Oktarima, 2015) dan diidentifikasi berdasarkan buku *Hymenoptera of The World: An Identification guide to Families* (Goulet and Huber, 1993), buku *Identification key to The Subfamilies of Ichneumonidae (Hymenoptera)* (Broad, 2011),

buku *Butterfly: Natural scottish* (Kirkland, 2006), buku *GMS moth tips 2: Identification of Macro-moth Families and Sub-families* (Grundy, 2010), dan buku *GMS moth tips 3: Identification of Micro-moth Families* (Grudy, 2013).

3.2.2.3. Pengambilan Sampel Daun untuk Uji Kandungan Nitrogen

Pengambilan daun untuk uji kandungan nitrogen dilakukan pada akhir penelitian untuk mengetahui kadar nitrogen yang terkandung dalam jaringan tumbuhan (Latifa dan Endang, 2009). Daun yang diambil sebagai sampel uji pada kandungan nitrogen merupakan daun dari masing-masing individu yang mewakili setiap kategori pertumbuhan pada berbagai tipe habitat yang diamati kerusakan daunnya, yaitu sebanyak 250 gram. Daun kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 70°C hingga diperoleh berat konstan (Suharja dan Sutarno, 2009). Selanjutnya sampel daun kering dimasukkan dalam *ziplock* dan ditambahkan dengan silica gel untuk mempertahankan kelembapan udara sehingga menjaga ketahanan sampel dalam plastik sebelum dilakukan pengujian.

3.2.2.4. Pengambilan Data Kandungan Nitrogen Daun

Pengujian kandungan nitrogen dalam daun dilakukan dengan metode Kjeldahl, yang terdiri dari tiga tahap, yaitu; destruksi, destilasi, dan titrasi (Latifa dan Endang, 2009).

1. Tahap Destruksi

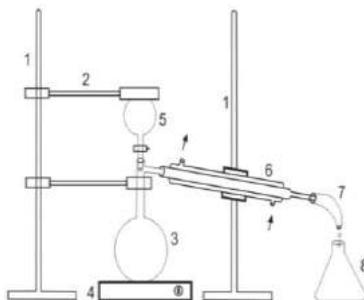
Sampel daun yang sudah dikeringkan ditimbang sebanyak 0,5 g, dihaluskan, kemudian dimasukkan ke dalam tabung Kjeldahl. Larutan tersebut ditambahkan 25 ml asam sulfat-salisilat kemudian digoyangkan hingga merata, dan didiamkan selama semalam.



Gambar 3.2. Alat Proses Destruksi (Sumber: Wiyantoko dkk., 2017)

2. Tahap Destilasi

Larutan dari tahap destruksi sebelumnya dimasukkan ke dalam tabung destilasi. Ditambahkan 4 gr $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ kemudian dipanaskan pada suhu rendah hingga gelembung habis. Suhu dinaikkan secara bertahap maksimum 300°C (sekitar 2 jam) dan dibiarkan dingin. Larutan di encerkan dengan akuades, dipindahkan ke dalam labu takar 500 ml, kemudian diambil 25 ml untuk dimasukkan ke dalam labu suling dengan ditambahkan 150 ml akuades dan batu didih. Suling setelah penambahan 10 ml larutan NaOH 40% dengan penampung hasil sulingan 20 ml larutan asam borat 1% yang ditambah 3 tetes indicator Conway. Penyulingan dihentikan ketika hasil sulingan mencapai 100 ml.



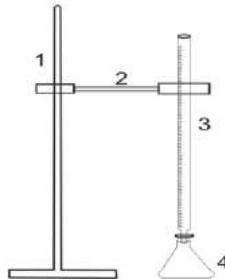
Keterangan :

- 1 dan 2 = Statif klem
- 3 = Labu Kjeldahl
- 4 = Pemanas
- 5 = Labu alas bulat
- 6 = kondensor *liebig*
- 7 = Pipa bengkok
- 8 = Erlenmeyer

Gambar 3.3. rangkaian Proses Destilasi (Sumber: Wiyantoko dkk., 2017).

3. Tahap Titrasi

Titration dilakukan dengan larutan H_2SO_4 0,05 N hingga terjadi perubahan warna dari hijau menjadi merah.



Keterangan :

- 1 dan 2 = Statif klem
- 3 = Buret
- 4 = Erlenmeyer

Gambar 3.4. Rangkaian Proses Titrasi (Sumber: Wiyantoko dkk., 2017).

Untuk mengetahui kandungan nitrogen total digunakan persamaan berikut:

$$\text{N total \%} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 14,008 \times P \times 100}{W} \times \frac{100}{100 - \text{KA}}$$

Keterangan:

V_1 = Volume larutan H_2SO_4 yang digunakan untuk titrasi sampel (ml)

V_2 = Volume larutan H_2SO_4 yang digunakan untuk titrasi blanko (ml)

N = Normalitas larutan H_2SO_4

14,008 = Berat atom nitrogen

P = Pengenceran

W = Berat sampel (mg)

KA = kadar air (%)

(Anonim, 2010)

3.2.2.5. Pengumpulan Data Pendukung

Data pendukung meliputi berbagai faktor yang dapat mempengaruhi kemampuan atau aktivitas serangga, diantaranya; kondisi umum lokasi penelitian dan intensitas kerusakan daun oleh serangga herbivora. Kondisi umum lokasi penelitian meliputi; intensitas cahaya dan kelembapan. Intensitas cahaya diukur dengan *lux meter* (Gunandhi, 2002), sedangkan kelembapan udara yang menggambarkan kandungan uap air di udara diukur dengan alat *hygrometer* (Harisuryo dkk., 2015).

Pengukuran tingkat kerusakan tanaman berdasarkan intensitas kerusakan oleh serangga herbivora dilakukan pada awal dan akhir penelitian menggunakan rumus Kilmaskossu dan Nero-kouw (1993):

$$I = \sum \frac{ni \cdot vi}{N \cdot V} \times 100\%$$

Keterangan:

I = Tingkat kerusakan tanaman

ni = Jumlah tanaman dengan skor ke-i

vi = Nilai skor serangan

N = Jumlah tanaman yang diamati

V = Skor tertinggi

Tabel 3.1 Skoring Tingkat Kerusakan Tanaman

Kategori Kerusakan	Persentase Kerusakan pada Tanaman	Skoring Kerusakan
Sehat	0 %	0
Sangat Ringan	1 – 20 %	1
Ringan	21 – 40 %	2
Sedang	41 – 60 %	3
Berat	61 – 80 %	4
Sangat Berat	81 – 100 %	5

(Kilmaskossu dan Nero-kouw, 1993)

3.3. Rancangan Penelitian dan Analisis Data

Analisis data menggunakan teknik deskriptif kuantitatif. Teknik deskriptif kuantitatif dilakukan dengan bantuan *software* Microsoft Excel dan Minitab. Dimana untuk membandingkan tingkat kerusakan daun pada masing-masing tingkat pertumbuhan dan tipe habitat dilakukan dengan metode analisis *One Way ANNOVA*, sedangkan untuk mengetahui hubungan tingkat kerusakan daun terhadap kandungan nitrogen daun digunakan metode analisis korelasi dan regresi.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Faktor Fisik Lingkungan Serangga pada Tipe Habitat yang Berbeda

Faktor fisik lingkungan serangga pada berbagai tipe habitat yang berbeda disajikan pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Faktor Fisik Lingkungan Serangga

Habitat	Intensitas Cahaya	Kelembapan Udara
Bozem	10.28	73
Tambak	9.71	76.25
Pesisir	6.71	77.25

Diketahui bahwa habitat Bozem menunjukkan intensitas cahaya tertinggi dengan kelembapan udara terendah, sedangkan habitat Pesisir menunjukkan kelembapan udara tertinggi dengan intensitas cahaya terendah. Intensitas cahaya dan kelembapan udara memiliki nilai yang berkebalikan karena berhubungan dengan faktor suhu. Pada habitat Bozem, Tambak, maupun Pesisir diketahui memiliki kriteria kelembapan (RH) optimum yang mendukung keberlangsungan hidup serangga. Diketahui bahwa serangga dapat hidup optimum pada rentang kelembapan (RH) 73-100% dengan suhu 26°-33°C (Alim dan Harry, 2012). Berdasarkan Ruslan (2009), diketahui bahwa kelembapan tanah dan kandungan hara berpengaruh terhadap perkembangan dalam daur hidup serangga, suhu tanah mempengaruhi peletakan telur, sedangkan intensitas cahaya dan tata udara mempengaruhi aktivitas serangga (Ruslan, 2009).

4.2. Jumlah Jenis, Komposisi dan Kelimpahan Serangga Herbivora

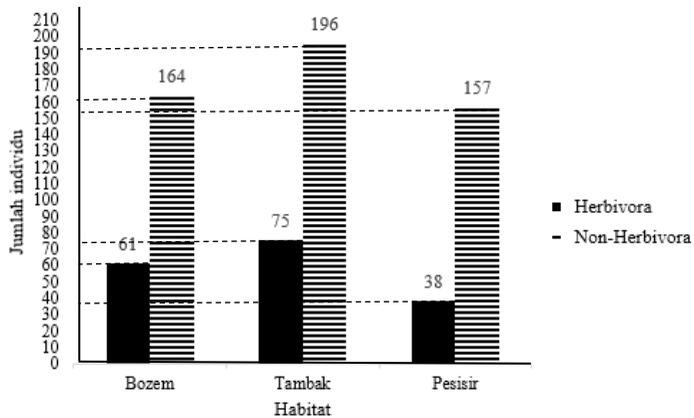
Data proporsi serangga herbivora terhadap total serangga yang teramati pada tipe habitat yang berbeda disajikan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Proporsi Serangga Herbivora terhadap Total Serangga

Habitat	Proporsi (%)			
	Serangga Herbivora		Serangga Non-Herbivora	
	Individu	Jenis	Individu	Jenis
Bozem	27,11	75	72,89	25,00
Tambak	27,68	75	72,32	25,00
Pesisir	19,49	73,33	80,51	26,67

Data tersebut menunjukkan bahwa masing-masing tipe habitat memiliki proporsi serangga herbivora yang berbeda. Habitat Tambak memiliki proporsi individu tertinggi (27,68 %), dan diikuti habitat Bozem yang memiliki proporsi individu sebesar 27,11 %, sedangkan habitat Pesisir memiliki proporsi individu terendah (19,49%). Tinggi rendahnya proporsi tersebut menggambarkan komposisi serangga herbivora terhadap jumlah serangga total. Tinggi-rendahnya proporsi serangga herbivore diduga dipengaruhi oleh kondisi habitat yang sesuai untuk mendukung kehidupannya. Hal ini didukung oleh Suhardjono dkk (1997) dan Ruslan (2009) dalam penelitiannya, menunjukkan bahwa faktor vegetasi dapat mempengaruhi penyediaan habitat bagi serangga.

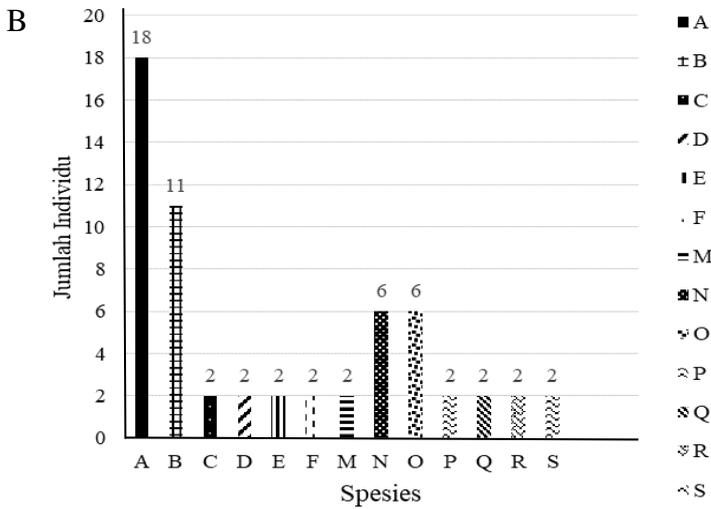
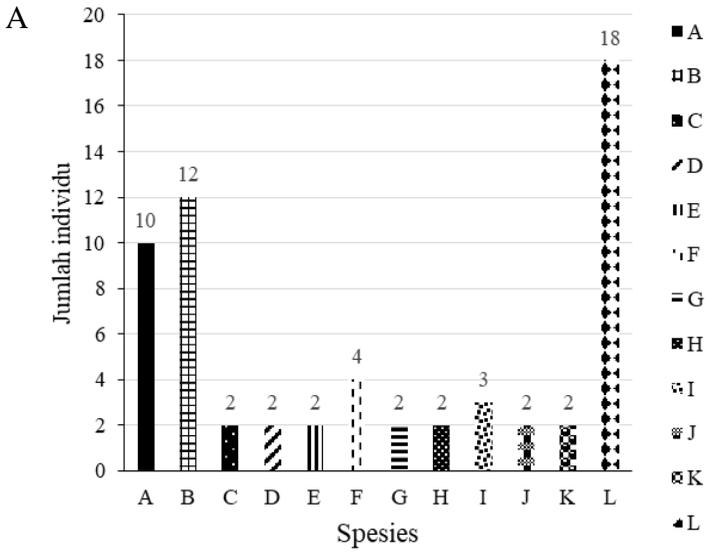
Proporsi serangga herbivora tersebut, dijelaskan lebih lanjut pada tabel 4.1 yang menggambarkan kelimpahan serangga herbivora pada tipe habitat yang berbeda.

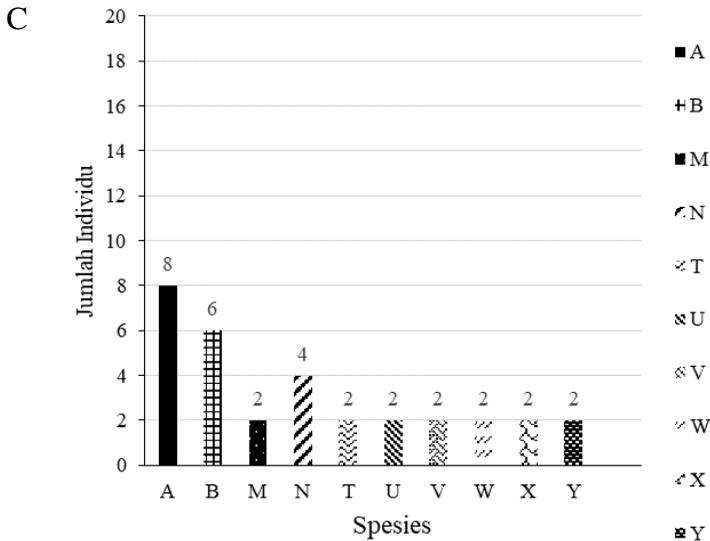


Gambar 4.1 Perbandingan Kelimpahan Serangga Herbivora dan Non-Herbivora pada Tipe Habitat yang Berbeda

Berdasarkan data tersebut, diketahui bahwa habitat Tambak memiliki jumlah serangga herbivora tertinggi, sedangkan habitat Pesisir memiliki jumlah serangga terendah. Haneda (2013) dalam Arifin (2016) menyatakan bahwa kelimpahan serangga herbivora dipengaruhi oleh faktor kualitas dan kuantitas makanan, antara lain banyaknya tanaman inang yang cocok, kerapatan tanaman inang, umur tanaman inang, dan komposisi tegakan.

Diketahui bahwa pada berbagai tipe habitat memiliki komposisi serangga herbivora yang berbeda. Data terkait hal tersebut disajikan pada gambar 4.2





Keterangan:

A = *Polistes fuscatus*

B = *Apis trigonaa*

C = *Apis mellifera*

D = *Eristalis* sp.

E = *Sceliphron curvatum*

F = *Eumenes fraternus*

G = *Nezara* sp.

H = *Vespa* sp.

I = *Hedychrum* sp.

J = *Valanga nigricornis*

K = *Sphex* sp.

L = *Allocoris pulicaria*

M = *Lucilia sericata*

N = *Polistes stigma*

O = *Harmonia axyridis*

P = *Thyreus* sp.

Q = *Xylocopa confusa*

R = *Zizina otis*

S = *Chilades pandava*

T = *Gypsonoma* sp.

U = *Strangalia* sp.

V = *Platycheirus* sp.

W = *Odontomachus* sp.

X = *Nemotelus* sp.

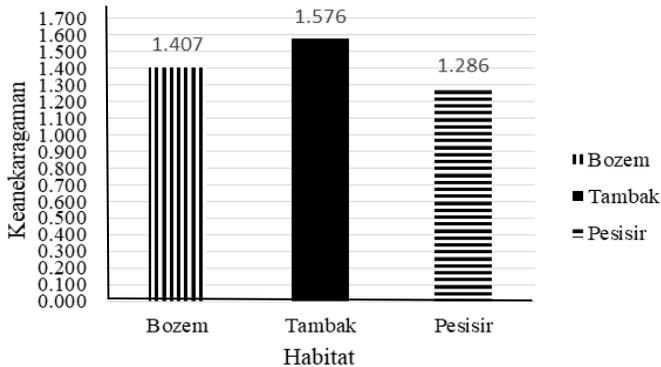
Y = *Leptocorisa acuta*

Gambar 4.2 Komposisi Serangga Herbivora pada Berbagai Tipe Habitat. A. Habitat Bozem, B. Habitat Tambak, C. Habitat Pesisir.

Berdasarkan data tersebut, diketahui bahwa pada pada ketiga habitat dapat ditemukan *Polistes fuscatus* dan *Apis trigonaa* dengan jumlah individu yang cukup tinggi. Kedua spesies ini diduga memiliki preferensi terhadap kondisi habitat tertentu. *P. fuscatus* banyak ditemui pada area pepohonan karena menggunakan sumber daya area tersebut untuk membangun sarang. Disamping itu, *P. fuscatus* juga banyak ditemui pada area terbuka yang dekat dengan tempat tinggal manusia (Eberhard, 1969). Sedangkan *Apis trigonaa* pada umumnya lebih menyukai daerah terbuka yang terkena cahaya matahari, memiliki kecenderungan membuat sarang pada batang pohon dan memiliki jarak terbang hingga 600 m (Syafrizal dkk, 2014).

Habitat Bozem menunjukkan persamaan komposisi dengan habitat Tambak, yaitu ditemukan memiliki 4 jenis spesies yang sama (*Apis mellifera*, *Eristalis* sp., *Sceliphron curvatum*, dan *Eumenes fraternus*). *Apis mellifera* merupakan jenis lebah yang memiliki distribusi tinggi secara geografis, adaptasi tersebut dikembangkan untuk mendapatkan sumber makanan berupa nektar yang cukup bagi kelangsungan hidupnya (Budiwijono, 2012). *Eristalis* sp. diketahui memiliki larva akuatik sehingga akan lebih mudah ditemukan pada lingkungan perairan cukup tenang dengan kondisi lingkungan yang lembab (Ssymank, 2007), *Eristalis* sp. dewasa hidup disekitar perakaran tanaman atau di sekitar tumpukan bahan organik yang lembab (Bugg *et al*, 2007). Disamping memiliki kesamaan komposisi dengan habitat Bozem, habitat Tambak juga memiliki kesamaan komposisi serangga dengan habitat Pesisir, yaitu dengan ditemukannya *Polistes stigma* pada kedua habitat. *P. stigma* merupakan *common species* yang cenderung hidup dan bersarang baik pada daerah urban maupun daerah rural, pada vegetasi daerah pesisir (Lee, 2002).

Hasil analisis keanekaragaman serangga pada tipe habitat berbeda yang disajikan di Lampiran 1 (tabel 1-12) dan dirangkum pada Gambar 4.3. Hasil tersebut menunjukkan bahwa masing-masing tipe habitat menunjukkan tingkat keanekaragaman serangga herbivora yang berbeda.



Gambar 4.3 Tingkat Keanekaragaman Serangga Herbivora pada Tipe Habitat yang Berbeda

Data tersebut menunjukkan bahwa habitat Tambak memiliki nilai H' tertinggi, sedangkan habitat Pesisir memiliki nilai H' terendah. Keanekaragaman serangga herbivora pada habitat Bozem, Tambak, maupun Pesisir dapat dikategorikan dalam keanekaragaman sedang, dikarenakan berada pada interval $1 \leq H' \leq 3$. Hal tersebut sesuai dengan interval indeks diversitas Shannon-Wiener yang disebutkan oleh Magurran (2004), dimana:

$H' < 1$ = Keanekaragaman rendah

$1 \leq H' \leq 3$ = Keanekaragaman sedang

$H' > 3$ = Keanekaragaman tinggi

4.3 Hubungan Kelimpahan Serangga Herbivora terhadap Tingkat Kerusakan Daun

Hasil analisis korelasi yang menjelaskan adanya hubungan sebab akibat antara kelimpahan serangga herbivora dengan tingkat kerusakan daun disajikan dalam Lampiran 2 dan Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Analisis Korelasi Kelimpahan Serangga Herbivora dengan Tingkat Kerusakan Daun

Parameter	Nilai
R	0,255
P _{value}	0,008

Hasil analisis korelasi tersebut membuktikan bahwa kelimpahan serangga herbivora berkorelasi positif dan menunjukkan hubungan linier yang cukup kuat ($r = 0,255$) terhadap tingkat kerusakan daun, dikarenakan berada pada interval $0,25 \leq r \leq 0,5$. Analisis korelasi tersebut didasarkan pada interval klasifikasi kekuatan korelasi yang dibuat oleh Sarwono (2009) seperti terlihat pada Tabel 4.4.

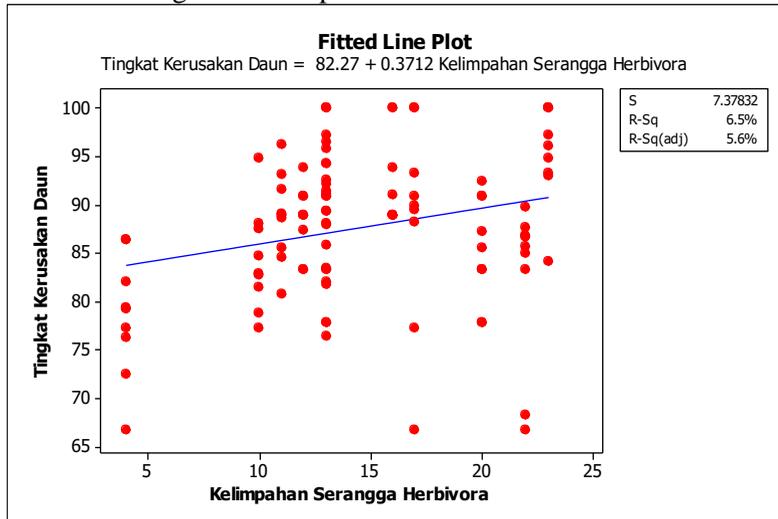
Tabel 4.4 Interval Klasifikasi Kekuatan Korelasi

Koefisien (r)	Kekuatan Korelasi
0	Tidak ada korelasi
0,00 – 0,25	Korelasi sangat lemah
0,25 – 0,50	Korelasi cukup
0,50 – 0,75	Korelasi kuat
0,75 – 0,99	Korelasi sangat kuat
1	Korelasi sempurna

(Sumber: Sarwono, 2009)

Berdasarkan Tabel 4.3, diketahui bahwa kelimpahan serangga herbivora secara signifikan mempengaruhi tingkat kerusakan

daun. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai P_{value} (0,008) kurang dari 0,05. Kelimpahan serangga herbivora memiliki hubungan linier yang signifikan dengan tingkat kerusakan daun. Hasil analisis tersebut disajikan dalam Lampiran 2 dan ditampilkan dalam bentuk grafik linier pada Gambar 4.4.



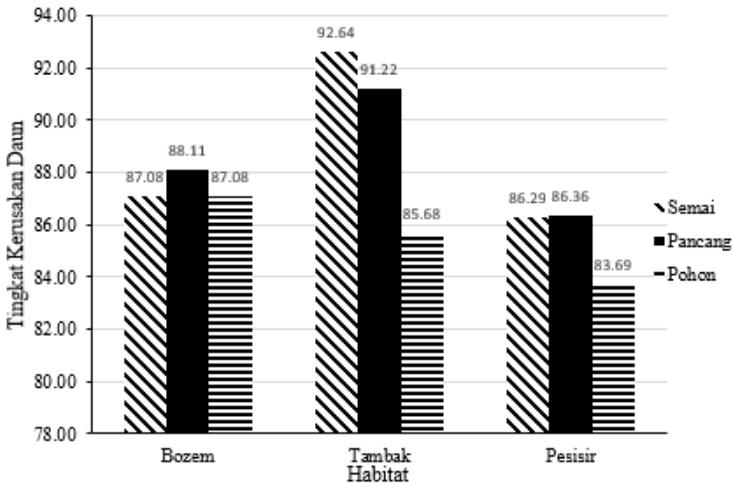
Gambar 4.4 Grafik Regresi Linier Kelimpahan Serangga Herbivora dengan Tingkat Kerusakan Daun

Grafik tersebut menggambarkan bahwa tingginya tingkat kerusakan daun pada seluruh tipe habitat dipengaruhi oleh tingginya kelimpahan serangga herbivora. Persamaan regresi yang dihasilkan menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1 satuan kerusakan daun, dipengaruhi oleh peningkatan kelimpahan serangga herbivora sebanyak 0,37 satuan. Hasil analisis ini didukung penelitian Burrows (2003) yang menyatakan bahwa serangga herbivora merupakan salah satu penyebab kerusakan tertinggi pada mangrove, dimana serangga herbivora dapat menyebabkan akumulasi kerusakan hingga 60% bahkan 80%. Hal

tersebut sejalan dengan hasil penelitian Zvereva *and* Kozlov (2014) yang menyebutkan bahwa serangga herbivora dapat menyebabkan kerusakan 3-80% dari total luas area daun. Sehingga serangga herbivora menjadi salah satu hal penting yang harus diperhatikan agar dapat meminimalisir tingkat kerusakan yang dapat ditimbulkan pada tanaman.

4.4 Tingkat Kerusakan Daun *Rhizophora mucronata*

Tingkat kerusakan daun *Rhizophora mucronata* disajikan pada Lampiran 4 (Tabel 1) dan dirangkum dalam Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik Tingkat Kerusakan Daun

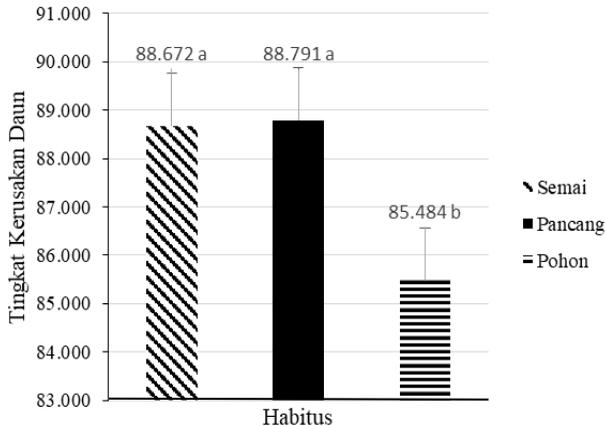
Data tersebut menunjukkan bahwa pada setiap kategori pertumbuhan di masing-masing lokasi menunjukkan terjadinya kerusakan daun. Tingkat kerusakan daun tertinggi terjadi pada habitus semai di habitat Tambak (92,64 %), sedangkan tingkat kerusakan daun terendah terjadi pada habitus pohon di habitat Pesisir (83,69 %). Tingkat kerusakan daun yang disebabkan oleh

serangga herbivora diduga dipengaruhi oleh faktor kualitas makanan. Sesuai dengan penelitian Sunjaya (1970) dalam Masauna (2013), makanan dengan kualitas dan kuantitas yang menunjang dapat meningkatkan populasi serangga herbivora karena berpengaruh terhadap pertumbuhan, perkembangan, dan kesuburan.

Berdasarkan hasil analisis tingkat kerusakan tanaman melalui intensitas kerusakan daun oleh serangga herbivora yang disajikan pada Lampiran 4 (Tabel 2-7), diketahui bahwa tingkat kerusakan tanaman tertinggi di awal pengamatan terjadi pada habitat Tambak yaitu sebesar 95,56%, sedangkan tingkat kerusakan tanaman terendah terjadi pada habitat Pesisir yaitu sebesar 86,67%. Pada akhir penelitian, masing-masing habitat menunjukkan intensitas kerusakan tanaman yang sama besar, yaitu mencapai 100%. Berdasarkan Klimaskossu dan Nerokouw (1993), kerusakan yang terjadi pada masing-masing habitat tersebut tergolong kerusakan yang sangat berat.

4.4.1 Tingkat Kerusakan Daun pada Habitus yang Berbeda

Hasil analisis tingkat kerusakan daun *Rhizophora mucronata* berdasarkan faktor habitus disajikan dalam Lampiran 5 dan Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik Tingkat Kerusakan Daun pada Habitus yang Berbeda

Berdasarkan data tingkat kerusakan daun diatas, diketahui bahwa setiap kategori pertumbuhan menyebabkan tingkat kerusakan daun yang berbeda. Tingkat kerusakan daun pada habitus semai dan pancang menunjukkan nilai yang tidak berbeda signifikan (ditunjukkan dengan notasi a), habitus pancang mengalami tingkat kerusakan daun tertinggi (88,791%), yang kemudian diikuti habitus semai (88,672%). Sedangkan habitus pohon menunjukkan tingkat kerusakan terendah (85,484%) yang berbeda signifikan dengan habitus semai dan pancang (ditunjukkan dengan notasi b). Sehingga diketahui bahwa kategori pertumbuhan *Rhizophora mucronata* yang lebih rentan mengalami kerusakan daun adalah pancang dan semai. Hal tersebut diduga disebabkan oleh konsentrasi kandungan nitrogen

yang tinggi pada habitus pancang dan semai yang mempengaruhi tingkat pemangsaan oleh serangga herbivora. Tabel hasil analisis kandungan nitrogen pada habitus yang berbeda disajikan dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Analisis Kandungan Nitrogen pada Habitus yang Berbeda

Habitus	Kandungan N dalam Daun (%)
Semai	0.280
Pancang	0.310
Pohon	0.207

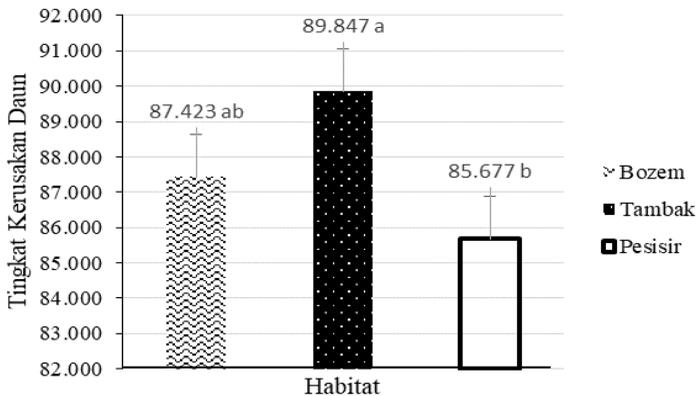
Data hasil analisis kandungan nitrogen tersebut sesuai dengan tingkat kerusakan daun yang terjadi pada berbagai habitus. Tingginya kandungan nitrogen dalam jaringan tanaman cenderung menunjukkan tingkat kerusakan yang tinggi. Hal tersebut dimungkinkan karena nitrogen merupakan unsur hara esensial yang dibutuhkan serangga herbivora untuk kelangsungan pertumbuhannya (Hariani dkk., 2008). Selain memiliki kandungan nitrogen yang cukup, *Rhizophora* diketahui memiliki konsentrasi tannin terlarut tinggi, yang merupakan faktor pembatas bagi serangga herbivora karena dapat menurunkan palatabilitas (Asikin, 2012). Turner dalam Saur *et al*, (1999) menemukan bahwa kandungan tannin pada *Rhizophora* umumnya memiliki konsentrasi yang lebih tinggi pada daun tua, dimana kandungan tannin berkorelasi negatif dengan kandungan nitrogen (Alvim, *et al*, 2011).

Pada habitus semai, ketersediaan daun muda yang melimpah berakibat tingginya kandungan nitrogen dan rendahnya kandungan tannin sehingga meningkatkan resiko pemangsaan

oleh serangga herbivora. Menurut Tong *et al* (2006), laju pertumbuhan tanaman secara signifikan berkorelasi positif dengan laju aktifitas makan serangga terhadap jaringan tumbuhan. Umur daun yang lebih tua akan mengandung senyawa pertahanan diri seperti tannin lebih banyak. Sehingga hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa tingkat kerusakan daun pada kategori pohon lebih rendah dibandingkan pada kategori pancang dan semai.

4.4.2 Tingkat Kerusakan Daun pada Tipe Habitat yang Berbeda

Hasil analisis tingkat kerusakan daun *Rhizophora mucronata* berdasarkan faktor habitat disajikan dalam Lampiran 6 dan Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik Tingkat Kerusakan Daun pada Habitat yang Berbeda

Berdasarkan data tingkat kerusakan daun diatas, diketahui bahwa perbedaan tipe habitat menunjukkan tingkat kerusakan

daun yang berbeda. Tingkat kerusakan daun pada habitat Bozem menunjukkan nilai yang tidak berbeda signifikan dengan tingkat kerusakan daun pada habitat Tambak dan Pesisir (ditunjukkan dengan notasi ab pada habitat Bozem), sedangkan tingkat kerusakan daun pada habitat Tambak menunjukkan nilai yang berbeda signifikan dengan habitat Pesisir (ditunjukkan dengan notasi a pada habitat Tambak, dan notasi b pada habitat Pesisir). Habitat Tambak memiliki tingkat kerusakan daun tertinggi (89,847%), sedangkan habitat Pesisir merupakan tipe habitat yang memiliki tingkat kerusakan daun terendah (85,677%). Tingginya tingkat kerusakan daun pada habitat Tambak, diduga disebabkan karena habitat Tambak memiliki kelimpahan serangga herbivora yang lebih tinggi dibandingkan pada kedua habitat lainnya, sehingga memungkinkan terjadinya tingkat pemangsaan yang tinggi terhadap daun *Rhizophora mucronata*. Tingginya tingkat kerusakan daun pada habitat Tambak juga didukung oleh kandungan nitrogen pada berbagai tipe habitat (Tabel 4.6) yang menunjukkan bahwa kandungan nitrogen *Rhizophora mucronata* di habitat Tambak lebih tinggi dibandingkan pada habitat Bozem dan Pesisir. Nitrogen merupakan unsur hara esensial yang dibutuhkan oleh serangga. Analisis terkait hubungan nitrogen terhadap tingkat kerusakan daun dijelaskan dalam Sub Bab 4.5.

Tabel 4.6 Hasil Analisis Kandungan Nitrogen pada Habitat yang Berbeda

Habitat	Kandungan N dalam Daun (%)
Bozem	0.277
Tambak	0.313
Pesisir	0.207

Rhizophora mucronata pada habitat Tambak memiliki kandungan nitrogen tertinggi dibandingkan pada habitat Bozem maupun Pesisir, hal tersebut kemungkinan disebabkan karena adanya faktor pengayaan nitrogen yang berasal dari kegiatan pertambakan. Menurut Putro, dkk (2014) diketahui bahwa aktivitas budidaya ikan (pertambakan) memberikan dampak berupa pengayaan materi organik, salah satunya yaitu nitrogen. Unsur nitrogen tersebut dapat berasal dari sisa pakan yang tidak dimanfaatkan oleh ikan, maupun hasil metabolisme ikan (Hastuti, 2011). Sedangkan pada habitat Bozem, kandungan nitrogen yang lebih tinggi dibandingkan pada habitat pesisir, kemungkinan disebabkan karena adanya faktor pengayaan nitrogen yang berasal dari limbah domestik dan limbah rumah tangga, mengingat habitat Bozem bersinggungan langsung dengan bendungan yang merupakan tempat saluran air masyarakat. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Lestari (2015) yang menyatakan bahwa keberadaan nitrogen di perairan sangat dipengaruhi oleh buangan limbah cair yang berasal dari kegiatan domestik, industri, pirotehnik dan pemupukan. Sejalan dengan hal tersebut, dalam penelitian yang dilakukan Djuwansah dkk (2009) diketahui bahwa salah satu unsur yang biasa didapati pada limbah rumah tangga adalah nitrogen (N) yang merupakan salah satu senyawa polutan yang berpotensi menimbulkan penyuburan pada perairan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Tong *et al* (2006) menyebutkan bahwa faktor nutrisi pengayaan nitrogen baik secara alami maupun buatan, memiliki hubungan yang signifikan dengan tingkat kerusakan daun oleh serangga herbivora.

4.5 Hubungan Kandungan Nitrogen Daun terhadap Tingkat Kerusakan Daun

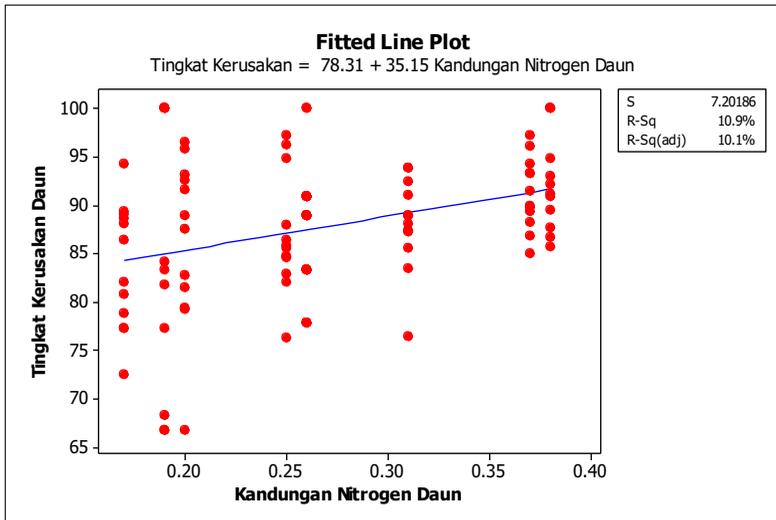
Hasil analisis korelasi yang menjelaskan adanya hubungan sebab akibat antara kandungan nitrogen daun dengan tingkat kerusakan daun disajikan dalam Lampiran 3 dan Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Analisis Korelasi Kandungan Nitrogen Daun dengan Tingkat Kerusakan Daun

Parameter	Nilai
R	0,330
P _{value}	0,000

Hasil analisis korelasi tersebut membuktikan bahwa kandungan nitrogen daun berkorelasi positif dan menunjukkan hubungan linier yang cukup kuat ($r = 0,330$) terhadap tingkat kerusakan daun, dikarenakan berada pada interval $0,25 \leq r \leq 0,5$. Analisis korelasi tersebut didasarkan pada interval klasifikasi kekuatan korelasi yang dibuat oleh Sarwono (2009) seperti terlihat pada Tabel 4.4.

Berdasarkan Tabel 4.5, diketahui bahwa kandungan nitrogen daun secara signifikan mempengaruhi tingkat kerusakan daun, yang ditunjukkan dengan nilai P_{value} (0,000) kurang dari 0,05. Disamping itu, kandungan nitrogen daun diketahui memiliki hubungan yang linier terhadap tingkat kerusakan daun. Hasil analisis terkait hubungan linier tersebut disajikan dalam Lampiran 3 dan ditampilkan dalam bentuk grafik linier pada Gambar 4.8. Hal ini sesuai dengan penelitian Alvim, *et al*, (2011) yang mengemukakan bahwa konsentrasi nitrogen menunjukkan hubungan yang signifikan linier dengan kerusakan yang disebabkan oleh herbivora.



Gambar 4.8 Grafik Regresi Linier Kandungan Nitrogen Daun dengan Tingkat Kerusakan Daun

Grafik tersebut menggambarkan bahwa tingginya tingkat kerusakan daun pada seluruh tipe habitat dipengaruhi oleh tingginya kandungan nitrogen daun. Persamaan regresi yang dihasilkan menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1 satuan kerusakan daun, dipengaruhi oleh peningkatan kandungan nitrogen daun sebanyak 35,15 satuan. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Furlan *et al* (1999) yang menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi nitrogen daun menjadi salah satu penyebab kerusakan daun oleh herbivora. Peningkatan konsentrasi nitrogen menyebabkan peningkatan kandungan gizi dan menurunkan konsentrasi metabolit sekunder dalam daun, sehingga meningkatkan palabilitas dan melemahkan kapasitas pertahanan tanaman terhadap herbivora.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian kerentanan *Rhizophora mucronata* terhadap serangga herbivora di kawasan Mangrove Wonorejo, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Habitus pancang merupakan kategori pertumbuhan mangrove yang lebih rentan mengalami kerusakan daun, yaitu sebesar 88,791%. Selanjutnya diikuti habitus semai dengan nilai kerusakan 88,672%, dan habitus pohon (85,484%).
2. Habitat Tambak merupakan tipe habitat yang lebih rentan mengalami kerusakan daun, yaitu sebesar 89,847%. Selanjutnya diikuti habitat Bozem (87,423%), dan habitat Pesisir dengan nilai kerusakan 85,677%.
3. Kandungan nitrogen daun memiliki korelasi yang cukup kuat dengan tingkat kerusakan daun ($r = 0,330$). Kandungan nitrogen daun berpengaruh secara signifikan ($P_{\text{value}} 0,000$) terhadap tingkat kerusakan daun.
4. Kelimpahan serangga herbivora memiliki korelasi yang cukup kuat dengan tingkat kerusakan daun ($r = 0,255$). Kelimpahan serangga herbivora berpengaruh secara signifikan ($P_{\text{value}} 0,008$) terhadap tingkat kerusakan daun.

4.2 Saran

Dalam penelitian ini, faktor habitus dan habitat menunjukkan nilai kemampuan model (R-sq) yang rendah, sehingga diduga terdapat faktor lain yang mempengaruhi tingkat kerusakan daun *Rhizophora mucronata* di kawasan Mangrove Wonorejo tersebut. Oleh karena itu, pada penelitian selanjutnya diperlukan observasi parameter-parameter lain yang dapat mempengaruhi tingkat kerusakan pada daun mangrove.

“ Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

Alim, E. Sjaiful dan Harry R. 2012. Perancangan Piranti Perangkap Serangga (Hama) dengan Intensitas Cahaya. **Rekayasa Teknologi** Vol 3 (1): 28-34.

Alvim, Silmary J.G., Tate C. L., Bernardo D. R. and Geraldo W. F. 2011. Test of Hypothese about Herbivory and Chemical Defense of *Qualea parviflora* (Vochysiaceae) in Brazilian *Cerrado*. **Revista Brasil. Bot.** Vol 34 (2): 223-230.

Anonim. 2010. SNI 2803: 2010 tentang Pupuk NPK Padat.

Anonim. 2011. SNI 7717:2011 tentang **Survey dan Pemetaan Mangrove**.

Arifin, Lutfi, M. Irfan, Indah P., Aulia R. A., dan A. T. Arminudin. 2016. Keanekaragaman Serangga pada Tumpangsari Tanaman Pangan sebagai Tanaman Sela di Pertanian Kelapa Sawit Belum Menghasilkan. **Jurnal Agroteknologi** Vol 7 (1): 33-40.

Armiadi. 2009. Penambahan Nitrogen secara Biologis pada Tanaman Leguminosa. **Wartazoa** Vol 19 (1): 23-30.

Barthelemy, Christophe. 2000. A Provisional Identification Guide To The Social Vespids of Hong Kong (Hymenoptera: Vespidae). <http://insectahk.com/HK-Vespids.Rev.M%20Web.pdf>

Basna, Mailani, Roni K., Adelfia P. Distribusi dan Diversitas Serangga Tanah di Taman Hutan Raya Gunung Tumpa Sulawesi Utara. **JURNAL MIPA UNSRAT ONLINE** Vol 6 (1): 36-42.

Briscoe, Adriana D and Lars Chittka. 2001. The Evolution of Color Vision in Insects. **Annu. Rev. Entomol** 46: 471-510.

Broad, Gavin. 2011. **Identification Key to The Subfamilies of Ichneumonidae (Hymenoptera)**. London: Dept. of Entomology, The Natural History Museum.

Budiwijono, Tedjo. 2012. Identifikasi Produktivitas Koloni Lebah Apis Mellifera Melalui Mortalitas Dan Luas Eraman Pupa Di Sarang Pada Daerah Dengan Ketinggian Berbeda. **Jurnal Gamma** Vol 7 (2): 111-123.

Bugg, Robert L., R. G. Colfer, W. E. Chaney, H. A. Smith, and J. Cannon. 2008. **Flower Flies (Syrphidae) and Other Biological Control Agents for Aphids in Vegetable Crops**. ANR Publication 8285.

Burrows, D. Wayne. 2003. **The Role of Insect Leaf Herbivory on The Mangroves *Avicennia marina* and *Rhizophora stylosa***. Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy in Zoology and Tropical Ecology within the School of Tropical Biology, James Cook University.

Direktorat Jenderal Kehutanan. 1978. **Surat Keputusan Jenderal Kehutanan Nomor 60** tentang Pedoman Silvikultur Hutan Mangrove.

Djuwansah, M. R., A. Suriadarma, D. Suherman, A. F. Rusydi, dan W. Naili. 2009. Pencemaran Air Permukaan dan Air Tanah Dangkal di Hilir Kota Cianjur. **Riset Geologi dan Pertambangan** Jilid 19 (2) : 109-121.

Duke, Norman C. 2006. *Rhizophora apiculata*, *R. mucronata*, *R. x annamalai*, *R. x lamarckii* (Indo-West Pacific stilt mangrove). **Traditional Tree Initiative: Species Profile for Pacific Island Agroforestry**.

Eberhard, M.J. 1969. The social biology of polistine wasps. *Mis. Publ.Zool.* Univ. Michigan 140, 1-101.

Fachrul, M. F. 2007. **Metode Sampling Bioekologi**. Jakarta: Bumi Aksara.

Fahmi, A, Syamsudin, Sri N. H. Utami, dan Bostang R. 2010. Pengaruh Interaksi Hara Nitrogen dan Fosfor terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L) pada Tanah Regosol dan Latosol. **Berita Biologi** Vol 10 (3): 297-304.

Farhaeni, mutria. 2016. Komodifikasi Buah Mangrove untuk Pemberdayaan Masyarakat di Desa Tuban, Kecamatan Kuta, Kabupaten Bandung Bali. **Journal Studi Kultural** Vol 1 (1): 22-28.

Firmansyah, I. dan Sumarni N. 2013. Pengaruh Dosis Pupuk N dan Varietas Terhadap pH Tanah, N-Total Tanah, Serapan N, dan Hasil Umbi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) pada Tanah Entisols-Brebes Jawa Tengah (Effect of N Fertilizer Dosages and Varieties On Soil pH, Soil Total-N, N Uptake, and Yield of Shallots (*Allium ascalonicum* L.) Varieties On Entisols-Brebes Central Java). **J. Hort.** Vol 23 (4): 358-364.

Furlan, C.M., Salatino, A. & Domingos, M. 1999. Leaf Content of Nitrogen and Phenolic Compounds and Their Bearing With The Herbivory Damage to *Tibouchina*

pulchra Cogn. (Melastomataceae), Under the Influence of Air Pollutants From Industries of Cubatão, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** 22:317-323.

Goulet, Henri and Huber J. T. 1993. **Hymenoptera of The World: An Identification guide to Families**. Canada: Canada Communicating Group.

Green, J. L. and Joe C. 1990. A Systematic Approach To Diagnosing Plant Damage. **Ornamentals Northwest Archives** Vol 13 Issue 6 Pages ii-24.

Grundy, Dave. 2010. GMS moth tips 2: Identification of Macro-moth Families and Sub-families. **Garden Moth Scheme**.

Gunandhi, Albert. 2002. Perancangan Implementasi Alat Ukur Cahaya Sederhana. **Proceeding Komputer dan Sistem Intelijen Universitas Gunadarma, Jakarta**.

Handayani, Titin. 2006. Bioakumulasi Logam Berat dalam Mangrove *Rhizophora mucronata* dan *Avicennia marina* di Muara Angke Jakarta. **Jurnal Teknik Lingkungan** Vol 7 (3): 266-270.

Hariani, Nova, Intan A., dan Resti R. 2008. Efisiensi Makan *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) pada Bawang Daun, Sawi Hijau dan Seledri di Laboratorium. **Jurnal Natur Indonesia** Vol 14(1): 86-89.

Harisuryo, Rafdito, Sumardi, dan B. Setiyono. 2015. Sistem Pengukuran Data Suhu, Kelembapan, dan Tekanan Udara dengan Telemetri Berbasis Frkuensi Radio. **Transient** Vol 4 (3).

Hastuti, Y. Puji. 2011. Nitrifikasi dan Denitrifikasi di Tambak. **Jurnal Akuakultur Indonesia** Vol 10 (1): 89-98.

Idrus, A. Al, I. G. Mertha, Gito H., dan M. L. Ilhami. 2014. Kekhasan Morfologi Spesies Mangrove di Gili Sulat. **Jurnal Biologi Tropis** Vol 14 (2): 120-128.

Isnaini, C. LATifa dan Endang A. 2009. Kandungan Nitrogen Jaringan, Aktivitas Nitrat Reduktase, dan Biomassa Tanaman Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) pada Variasi Naungan dan Pupuk Nitrogen. **Nusantara Bioscience** Vol 1: 65-71.

Jekti, Kedawung, dan Wachju. 2013. Keanekaragaman Serangga Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) di Area Pertanian Desa Sapikerep Sukapura Probolinggo dan Pemanfaatannya sebagai Buku Panduan Lapang Serangga. **Pancaran** Vol 2(4): 142-155.

Kirkland, Paul. 2006. **Butterfly: Natural scottish**. Scottish Natural Heritage.

Khristyana, Lya, Endang A., dan Marsusi. 2005. Pertumbuhan, Kadar Saponin dan Nitrogen Jaringan Tanaman Daun Sendok (*Plantago major* L.) pada Pemberian Asam Giberelat (GA₃). **Biofarmasi** Vol 3 (1): 11-15.

Kilmaskossu, S.T.E.M and J.P. Nero-kouw. 1993. Inventory of Forest Damage at Faperta Uncen Experiment Gardens in Manokwari Irian Jaya Indonesia. Proceedings of the Symposium on Biotechnological and environmental Approaches to Forest and Disease Management. SEAMEO, Bogor.

Kusmana, Cecep dan Maulina S. 2014. Respon Pertumbuhan Semai Bakau (*Rhizophora mucronata* Lamk.) terhadap Tingkat Kedalaman dan Lama Penggenangan. **Jurnal Silvikultur Tropika** Vol 5 (3): 155-159.

Labandeira, C. C., Peter W., Kirk R. J., and Finnegan M. 2007. **Guide to Insect (and Other) Damage Types on Compressed Plant Fossils**. Washington: Smithsonian Institution.

Latifa, I. Choirul dan Endang A. 2009. Kandungan Nitrogen Jaringan, Aktivitas Nitrat Reduktase, dan Biomassa Tanaman Kimpul (*Xhantosoma sagittifolium*) pada Variasi Naungan dan Pupuk Nitrogen. **Nusantara Bioscience** Vol 1: 65-71.

Latifa, Roimil. 2015. Karakter Morfologi Daun Beberapa Jenis Pohon Penghijauan Hutan Kota di Kota Malang. **Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi** Prodi Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang.

Lee, John X. Q. 2002. *Polistes stigma*. <http://www.vespa-bicolor.net/main/vespid/polistes-stigma.htm> diakses 3 Agustus 2018.

Lestari, Febrianti. 2015. Sebaran Nitrogen Anorganik Terlarut di Perairan Pesisir Kota Tanjungpinang, Kepulauan Riau. **Dinamika Maritim** Vol 4 (2): 88-96.

Liebert, Aviva E., G. J. Gamboa, N. E. Stamp, T. R. Curtis, K. M. Monnet, S. Turillazzi, and P. T. Starks. 2006. Genetics, Behavior and Ecology of A Paper Wasp Invasion: *Polistes dominulus* in North America. **Ann. Zool. Fennici** Vol 43: 595-624.

Magurran, A.E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. USA: Blackweell Publishing.

Masauna, E. D., Helly L. J. T., dan Helen H. 2013. Studi Kerusakan Akibat Serangan Hama Utama pada Tanaman Kacang Tunggak (*Vigna Unguiculata*). **Jurnal Budidaya Pertanian** Vol 9 (2): 95-98.

Mattson, William J. 1980. Herbivory in Relation to Plant Nitrogen Content. **Annual Review Ecol. Sys.** 11: 119-161.

Mirawita, Trimurti H., Ahsol H., Nasril N., dan Suswiti. 2012. Potensi Serangga Pengunjung Bunga Sebagai Vektor Penyakit Darah Bakteri (*Ralstonia solanacearum* Phylotipe IV) pada Pisang di Sumatera Barat. **Jurnal Entomologi Indonesia** Vol 9 (1): 38-47.

Masfiah, E., Sri Karindah, dan Retno D. P. 2014. Asosiasi Serangga Predator dan Parasitoid dengan Beberapa Jenis Tumbuhan Liar di Ekosistem Sawah. **Jurnal HPT** Vol 2(2): 9-14.

Moekasan, TK, Basuki RS, dan Prabaningrum L. 2012. Penerapan Ambang Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan pada Budidaya Bawang Merah dalam Upaya Mengurangi Penggunaan Pestisida. **J. Hort** Vol 22 (1): 47-56.

Muhamat, Hidayaturrahman, dan Anni N. 2015. Serangga-serangga Pengunjung pada Tanaman Zodia (*Evodia suaveolens*). **PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON** Vol 1(5): 1040-1044.

Muzaki, F. Kamal, Dian S. N. D. Kuswytasari, dan Aries S. 2012. **Menjelajah Mangrove Surabaya**. Surabaya: Pusat Studi

Kelautan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Nainggolan, G. Darmono, Suwardi, dan Darmawan. 2009. Pola Pelepasan Nitrogen dari Pupuk Tersedia Lambat (Slow Release Fertilizer) Urea-Zeolit-Asam Humat. **Jurnal Zeolit Indonesia** Vol 8 (2): 89-96.

Nugroho, Sigit, Syahrul A, dan Resi V. 2008. Kajian Hubungan Koefisien Korelasi Pearson (r), Spearman-rho (ρ), Kendall-Tau (τ), Gamma (G), dan Somers (d_{yx}). **Jurnal Gradien** Vol 4 (2): 372-381

Odum, E. P. 1983. **Dasar-dasar Ekologi Ed 3**. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Oktarima, D. Wahidati. 2015. **Pedoman Mengoleksi, Preservasi serta Kurasi Serangga dan Arthropoda Lain**. Jakarta: Pusat Karantina Tumbuhan dan Keamanan Hayati Nabati, Badan Karantina Pertanian Kementerian Pertanian.

Patti, P. S., E. Kaya dan Ch. Silahooy. 2013. Analisis Status Nitrogen Tanah dalam Kaitannya dengan Serapan N oleh Tanaman Padi Sawah di Desa Waimitl, Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat. **Agrologia** Vol 2 (1): 51-58.

Pimandana, Dafid, Hendi S., Riza K., Teguh I., Rendra B. P. 2016. **Draft Panduan Lapangan Pengenalan Jenis Mangrove Taman Nasional Sembilang, Sumatera Selatan**. Palembang: Biodiversity and Climate Change Project.

Poedjirahajoe, Erny. 1998. Peranan Zonasi Vegetasi Mangrove dalam Pengembangan *Silvofishery*. Penelitian DPP Fakultas UGM. Tahun 1998.

Poedjirahajoe, Erny. 2007. Dendogram Zonasi Pertumbuhan Mangrove Berdasarkan Habitatnya di Kawasan Rehabilitasi Pantai Utara Jawa Tengah Bagian Barat. **Jurnal Ilmu Kehutanan** Vol 1(2): 10-21.

Pribadi, Avry. 2010. Serangan Hama dan Tingkat Kerusakan Daun Akibat Hama *Defoliator* pada Tegakan Jabon (*Arthrocephalus cadamba* Miq.). **Penelitian Hutan dan Konservasi Alam** Vol 7 (4): 451-458.

Pramudji. 2001. Ekosistem Hutan Mangrove dan Peranannya sebagai Habitat BERbagai Fauna Aquatik. **Oseana** Vol 26(4): 13-23.

Purnomo, Hari. 2010. **Pengantar Pengendalian Hayati**. Yogyakarta: CV. ANDI OFFSET.

Puspayanti, N. Made, H. Andi T. T., dan Samsurizal M. S. 2013. Jenis-jenis Tumbuhan Mangrove di Desa Lebo Kecamatan Parigi Kabupaten Parigi Motong dan Pengembangannya sebagai Media Pembelajaran. **E-Jipbiol** Vol 1 : 1-9. ISSN: 2338-1795.

Putro, S. P., I. J. Febria, dan F. Muhammad. 2014. Comparative Study of Characteristics of Sediment and Water Quality in Aquaculture Farming Systems Area with Coastal Area Adjacent to Industrial Activities. **Jurnal Sains dan Matematika** Vol 22 (3): 79-83.

Riyanto. 2010. Cara Serangga Mematahkan Pertahanan Tanaman. **Forum MIPA** Vol 13(1): 1-9. ISSN: 1410-1262.

Rusila Noor, Y., M. Khazali dan I.N.N Suryadiputra. 1999. **Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia**. Bogor: Ditjen. PHKA dan Wetlands International – Indonesia Programme.

Ruslan, Hasni. 2009. Komposisi dan Keanekaragaman Serangga Permukaan Tanah pada Habitat Hutan Homogen Dan Heterogen di Pusat Pendidikan Konservasi Alam (PPKA) Bodogol, Sukabumi, Jawa Barat. **VIS VITALIS** Vol 2 (1): 43-53. ISSN1978-9513.

Sanjaya, yayan dan Wiwin S. 2005. Keragaman Serangga pada Tanaman Roay (*Phaseolus lunatus*). **Biodiversitas** Vol 6(4): 276-280.

Sarmiyasih, Siti, Tata B. S, dan Juwarno. 2016. Karakter Antomi Daun Tumbuhan Mangrove Akibat Pencemaran di Hutan Mangrove Kabupaten Cilacap. **Biosfera** Vol 33 (1): 31-36.

Sarwono, J. 2009. **Statistik Itu Mudah: Panduan Lengkap untuk Belajar Komputasi Statistik Menggunakan SPSS 16**. Yogyakarta: Penerbit Universitas Atma Jaya.

Saur, E. D. Imbert, J. Etienne, and D. Mian. 1999. Insect Herbivory on Mangrove Leaves in Guadeloupe: Effects on Biomass and Mineral Content. **Hydrobiologia** 413: 89-93.

Senoaji, Wasis, dan R. Heru P. 2013. Interaksi Nitrogen dengan Insidensi Penyakit Tungro dan Penedaliannya Secara Terpadu pada Tanaman Padi. **Iptek Tanaman Pangan** Vol 8 (2): 80-89.

Septiana, Geo, Rosnaeni, Yusuf B., Lulu N., Fatihah D. Q., Resti A., Dewi E., Pungki L. 2015. Identifikasi Serangga di Kawasan Industri Pertambangan Kapur Palimanan, Cirebon, Jawa Barat. **PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON** Vol 1(8): 1790-1794.

Septyaningsih, Erma, Erwin R. A., dan Ani W. 2014. Studi Morfometri Dan Tingkat Herbivori Daun Mangrove di Segara Anakan Cilacap. **Scripta Biologica** Vol 1 (2): 137-140.

Setyawan, A. Dwi dan Kusumo W. 2006. Pemanfaatan Langsung Ekosistem Mangrove di Jawa Tengah dan Penggunaan Lahan di Sekitarnya; Kerusakan dan Upaya Restorasinya. **Biodiversitas** Vol 7 (3): 282-291.

Sirait, A. Maria. 2001. Analisis Varians (ANOVA) dalam Penelitian Kesehatan. Artikel Media Litbang Kesehatan Vol 11 (2): 39-43.

Siregar, A. Sari, Darma B. Fatimah Z. 2014. Keanekaragaman Jenis Serangga Di Berbagai Tipe Lahan Sawah. **Jurnal Online Agroekoteknologi** Vol 2 (4): 1640-1647. ISSN 2337-6597.

Soenardjo, Nirwani. 2013. Pemangsaan daun *Rhizophora stylosa* Griff dan *Avicennia marina* (Forsk) Vierh. **Buletin Oseanografi Marina** Vol 2: 41 - 47.

Sonbai, J. H. H., Djoko P., Abdul S. 2013. Pertumbuhan dan Hasil Jagung pada Berbagai Pemberian Pupuk Nitrogen di Lahan Kering Regosol. **Ilmu Pertanian** Vol 16 (1): 77-89.

Ssymank, Axel. 2007. Habitat use by Syrphidae (Diptera) in the valley of the river Strom – Part 2: Comparison of wet grassland and its succession stages. **Volucella** 8: 165-184.

Stilling, Peter and Daniel C. Moon. 2005. Quality or quantity: the direct and indirect effects of host plants on herbivores and their natural enemies. **Oecologia** 142: 413-420.

Suharja dan Sutarno. 2009. Biomassa, Kandungan Klorofil dan Nitrogen Daun Dua Varietas Cabai (*Capsicum annum*) pada Berbagai Perlakuan Pemupukan. **Nusantara Bioscience** Vol 1: 9-16.

Sulistiyati, T. D. dan Yunita E. P. 2015. Kerupuk Mengrove Anti-diare dari Buah Bakau *Rhizophora mucronata*. **Journal of Innovation and Applied Technology** Vol 1 (1): 82-87.

Sulistyo, Apri dan Marwoto. 2011. Hubungan Antara Trikoma dan Intensitas Kerusakan Daun dengan Ketahanan Kedelai terhadap Hama Kutu Kebul (*Bemisia tabaci*). **Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi**. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-umbian.

Sumardji. 2014. Deskripsi Jenis-jenis Anggota Suku Rhizophoraceae di Hutan Mangrove Taman Nasional Baluran Jawa Timur. **Biodiversitas** Vol 5 (2): 66-70.

Suyoga, K. Bagus, Ni Luh W., dan Ni Made S. 2016. Preferensi Makan Kumbang Koksi (*Epilachna admirabilis*) pada Beberapa Tanaman Sayuran Famili Solanaceae. **Jurnal Symbiosis** Vol 4 (1): 19-21. ISSN: 2337-7224.

Syafrizal, D. Tarigan, dan R. Yusuf. 2014. Keragaman dan Habitat Lebah Trigona pada Hutan Sekunder Tropis Basah di Hutan Pendidikan Lempake, Samarinda, Kalimantan Timur. **Jurnal Teknologi Pertanian** Vol 9 (1) :34-38.

Tomlinson P.B., 1986. **The Botany of Mangroves**. Cambridge: Cambridge University Press.

Tong, Y. F., S. Y. Lee, and B. Morton. 2006. The Herbivore Assemblage, Herbivory and Leaf Chemistry of The Mangrove *Kandelia Obovata* in Two Contrasting Forests in Hong Kong. **Wetlands Ecology and Management** 14: 39-52.

Tsani, M. Kartika dan R. Safe'i. 2017. Identifikasi Tingkat Kerusakan Tegakan pada Kawasan Pusat Pelatihan Gajah Taman Nasional Way Kambas. **Jurnal Hutan Tropis** Vol 5 (3): 215-218.

Wantasen, Adnan S. 2013. Kondisi Kualitas Perairan dan Substrat Dasar sebagai Faktor Pendukung Aktivitas Pertumbuhan Mangrove di Pantai Pesisir Desa Basaan I, Kabupaten Minahasa Tenggara. **Jurnal Ilmiah Platax** Vol 1(4): 204-209.

Wiyantoko, B., P. Kurniawati, dan T. E. Purbaningias. 2017. Pengujian Nitrogen Total, Kandungan Air dan Cemar Logam Timbal pada Pupuk Anorganik Nitrogen Phospor Kalium (NPK) Padat. **Jurnal Sains dan Teknologi** Vol 6 (1): 51-60.

Wulandari, D. Agustina, Lintang D. Saraswati, dan Martini. 2015. Pengaruh Variasi Warna Kuning pada *Fly Grill* terhadap Kepadatan Latat (Studi di Tempat Pelelangan Ikan Tambak Lorok Kota Semarang. **Jurnal Kesehatan Masyarakat** Vol 3 (3). ISSN: 2356-3346.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Analisis Keanekaragaman Serangga

Tabel 1. Keanekaragaman Serangga di Lokasi Bozem Pengamatan Ke-1

No.	Spesies	Nama Indonesia	Famili	Ni	H'
1	<i>Polistes fuscatus</i>	Tawon	Vespidae	3	0,338
2	<i>Apis trigonaa</i>	Lebah Klanceng	Apidae	3	0,338
3	<i>Vespa sp</i>	Tawon	Vespidae	2	0,288
4	<i>Hedychrum sp</i>	Tawon	Chrysididae	3	0,338
5	<i>Sceliphron curvatum</i>	Tawon	Sphecidae	2	0,288
Total				13	
Nilai indeks diversitas Shannon-Wiener					1,59

Tabel 2. Keanekaragaman Serangga di Lokasi Bozem Pengamatan Ke-2

No.	Spesies	Nama Indonesia	Famili	Ni	H'
1	<i>Polistes fuscatus</i>	Tawon	Vespidae	4	0,322
2	<i>Apis trigonaa</i>	Lebah Klanceng	Apidae	3	0,285
3	<i>Allocoris pulicaria</i>	Kepik	Pentatomidae	11	0,329
4	<i>Nezara sp</i>	Belalang sangit	Pentatomidae	2	0,230
Total				20	
Nilai indeks diversitas Shannon-Wiener					1,166

Tabel 3. Keanekaragaman Serangga di Lokasi Bozem Pengamatan Ke-3

No.	Spesies	Nama Indonesia	Famili	Ni	H'
1	<i>Apis mellifera</i>	Lebah Madu	Apidae	2	0,299
2	<i>Polistes fuscatus</i>	Tawon	Vespidae	3	0,347
3	<i>Apis trigonaa</i>	Lebah Klanceng	Apidae	3	0,347
4	<i>Valanga nigricornis</i>	Belalang	Acrididae	2	0,299
5	<i>Eristalis</i> sp.	Lalat	Syrphidae	2	0,299
Total				12	
Nilai indeks diversitas Shannon-Wiener					1,591

Tabel 4. Keanekaragaman Serangga di Lokasi Bozem Pengamatan Ke-4

No.	Spesies	Nama Indonesia	Famili	Ni	H'
1	<i>Sphex</i> sp.	Tawon	Sphecidae	2	0,260
2	<i>Allocoris pulicaria</i>	Kepik	Pentatomidae	7	0,362
3	<i>Eumenes</i> sp.	Tawon	Vespidae	4	0,347
4	<i>Apis trigonaa</i>	Lebah Klanceng	Apidae	3	0,314
Total				16	
Nilai indeks diversitas Shannon-Wiener					1,283

Tabel 5. Keanekaragaman Serangga di Lokasi Tambak Pengamatan Ke-1

No.	Spesies	Nama Indonesia	Famili	ni	H'
1	<i>Apis trigonaa</i>	Lebah Klanceng	Apidae	3	0,272
2	<i>Eumenes fraternus</i>	Tawon	Vespidae	2	0,218
3	<i>Camponotus</i> sp	semut	Formicidae	2	0,218
4	<i>Lucilia sericata</i>	Lalat	Calliphoridae	2	0,218
5	<i>Polistes fuscatus</i>	Tawon	Vespidae	3	0,272
Total				22	
Nilai indeks diversitas Shannon-Wiener					1,198

Tabel 6. Keanekaragaman Serangga di Lokasi Tambak Pengamatan Ke-2

No.	Spesies	Nama Indonesia	Famili	ni	H'
1	<i>Polistes stigma</i>	Tawon	Vespidae	2	0,252
2	<i>Apis mellifera</i>	Lebah Madu	Apidae	2	0,252
3	<i>Zizina otis</i>	Kupu-kupu	Lycaenidae	2	0,252
4	<i>Camponotus</i> sp	semut	Formicidae	4	0,340
5	<i>Polistes fuscatus</i>	Tawon	Vespidae	7	0,365
Total				17	
Nilai indeks diversitas Shannon-Wiener					1,461

Tabel 7. Keanekaragaman Serangga di Lokasi Tambak Pengamatan Ke-3

No.	Spesies	Nama Indonesia	Famili	ni	H'
1	<i>Xylocopa confusa</i>	Lebah (female)	Apidae	2	0,288
2	<i>Polistes stigma</i>	Tawon	Vespidae	2	0,288
3	<i>Apis trigonaa</i>	Lebah Klanceng	Apidae	4	0,363
4	<i>Polistes fuscatus</i>	Tawon	Vespidae	5	0,368
Total				13	
Nilai indeks diversitas Shannon-Wiener					1,307

Tabel 8. Keanekaragaman Serangga di Lokasi Tambak Pengamatan Ke-4

No.	Spesies	Nama Indonesia	Famili	ni	H'
1	<i>Chilades pandava</i>	Kupu-kupu	Lycaenidae	2	0,212
2	<i>Harmonia axyridis</i>	Kepik	Coccinellidae	6	0,351
3	<i>Polistes stigma</i>	Tawon	Vespidae	2	0,212
4	<i>Apis trigonaa</i>	Lebah Klanceng	Apidae	4	0,304
5	<i>Thyreus</i> sp.	Lebah	Apidae	2	0,212
6	<i>Polistes fuscatus</i>	Tawon	Vespidae	3	0,266
7	<i>Eristalis</i> sp	Lalat	Syrphidae	2	0,212
8	<i>Sceliphron curvatum</i>	Tawon	Sphecidae	2	0,212
Total				23	
Nilai indeks diversitas Shannon-Wiener					1,981

Tabel 9. Keanekaragaman Serangga di Lokasi Pesisir Pengamatan Ke-1

No.	Spesies	Nama Indonesia	Famili	ni	H'
1	<i>Polistes fuscatus</i>	Tawon	Vespidae	2	0,347
2	<i>Platycheirus</i> sp	Lalat	Syrphidae	2	0,347
Total				4	
Nilai indeks diversitas Shannon-Wiener					0,694

Tabel 10. Keanekaragaman Serangga di Lokasi Pesisir Pengamatan Ke-2

No.	Spesies	Nama Indonesia	Famili	ni	H'
1	<i>Gypsonoma</i> sp	Ngengat	Tortricidae	2	0,322
2	<i>Polistes fuscatus</i>	Tawon	Vespidae	2	0,322
3	<i>Strangalia</i> sp	Kumbang	Cerambycidae	2	0,322
4	<i>Lucilia sericata</i>	Lalat	Calliphoridae	4	0,367
Total				10	
Nilai indeks diversitas Shannon-Wiener					1,333

Tabel 11. Keanekaragaman Serangga di Lokasi Pesisir
Pengamatan Ke-3

No.	Spesies	Nama Indonesia	Famili	ni	H'
1	<i>Polistes fuscatus</i>	Tawon	Vespidae	2	0,310
2	<i>Polistes stigma</i>	Tawon	Vespidae	2	0,310
3	<i>Apis trigonaa</i>	Lebah Klanceng	Apidae	3	0,354
4	<i>Camponotus</i> sp	semut	Formicidae	4	0,368
Total				11	
Nilai indeks diversitas Shannon-Wiener					1,342

Tabel 12. Keanekaragaman Serangga di Lokasi Pesisir
Pengamatan Ke-4

No.	Spesies	Nama Indonesia	Famili	ni	H'
1	<i>Polistes fuscatus</i>	Tawon	Vespidae	2	0,288
2	<i>Polistes stigma</i>	Tawon	Vespidae	2	0,288
3	<i>Apis trigonaa</i>	Lebah Klanceng	Apidae	3	0,338
4	<i>Odontomachus</i> sp	Semut	Formicidae	2	0,288
5	<i>Nemotelus</i> sp	Lalat	Stratiomyidae	2	0,288
6	<i>Leptocorisa acuta</i>	Belalang sangit	Rhopalidae	2	0,288
Total				13	
Nilai indeks diversitas Shannon-Wiener					1,778

Lampiran 2. Hasil Analisis Korelasi dan Regresi Kelimpahan Serangga terhadap Tingkat Kerusakan Daun

Correlations: Kelimpahan Serangga, Nilai Kerusakan

Pearson correlation of Kelimpahan Serangga and Nilai Kerusakan = 0.255
P-Value = 0.008

Regression Analysis: Nilai Kerusakan versus Kelimpahan Serangga

The regression equation is

Nilai Kerusakan = 82.3 + 0.371 Kelimpahan Serangga

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	82.266	2.107	39.04	0.000
Kelimpahan Serangga	0.3712	0.1368	2.71	0.008

S = 7.37832 R-Sq = 6.5% R-Sq(adj) = 5.6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	400.66	400.66	7.36	0.008
Residual Error	106	5770.59	54.44		
Total	107	6171.25			

Unusual Observations

Obs	Kelimpahan Serangga	Tingkat Kerusakan	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
25	4.0	66.667	83.751	1.603	-17.084	-2.37R
89	22.0	66.720	90.433	1.248	-23.713	-3.26R
90	17.0	66.720	88.577	0.788	-21.857	-2.98R
93	22.0	68.210	90.433	1.248	-22.223	-3.06R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Lampiran 3. Hasil Analisis Korelasi dan Regresi Kandungan Nitrogen Daun terhadap Tingkat Kerusakan Daun

Correlations: Tingkat Kerusakan, Nitrogen

Pearson correlation of Tingkat Kerusakan and Nitrogen = 0.330
P-Value = 0.000

Regression Analysis: Tingkat Kerusakan versus Nitrogen

The regression equation is
Tingkat Kerusakan = 78.3 + 35.1 Nitrogen

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	78.315	2.682	29.21	0.000
Nitrogen	35.148	9.755	3.60	0.000

S = 7.20186 R-Sq = 10.9% R-Sq(adj) = 10.1%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	673.37	673.37	12.98	0.000
Residual Error	106	5497.88	51.87		
Total	107	6171.25			

Unusual Observations

Obs	Nitrogen	Tingkat Kerusakan	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
25	0.200	66.667	85.345	0.943	-18.678	-2.62R
86	0.190	100.000	84.993	1.012	15.007	2.10R
87	0.190	100.000	84.993	1.012	15.007	2.10R
88	0.190	100.000	84.993	1.012	15.007	2.10R
89	0.190	66.720	84.993	1.012	-18.273	-2.56R
90	0.190	66.720	84.993	1.012	-18.273	-2.56R
91	0.190	100.000	84.993	1.012	15.007	2.10R
92	0.190	100.000	84.993	1.012	15.007	2.10R
93	0.190	68.210	84.993	1.012	-16.783	-2.35R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Lampiran 4. Tabel Hasil Pengamatan Kerusakan Daun

Tabel 1. Hasil Pengamatan Tingkat Kerusakan Daun (%)

Habitat	Habitat												
	Bozem				Tambak				Pesisir				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Semai	1	90.91	90.91	90.91	100.00	87.72	89.47	91.23	92.98	66.67	81.48	88.89	92.59
	2	77.78	77.78	88.89	88.89	85.71	90.91	92.21	94.81	79.17	87.50	91.67	95.83
	3	83.33	83.33	83.33	88.89	86.67	100.00	100.00	100.00	100.00	79.31	82.76	93.10
Pancang	1	76.48	85.56	87.41	88.95	86.84	89.87	91.46	96.08	86.36	94.79	96.30	97.28
	2	88.06	87.27	88.86	91.09	85.03	88.26	89.30	93.23	76.33	82.88	84.60	85.78
	3	83.49	92.40	93.85	93.90	89.76	93.29	94.30	97.24	82.05	84.75	85.49	87.88
Pohon	1	90.92	90.92	90.92	100.00	83.28	100.00	100.00	100.00	72.52	78.77	80.75	82.01
	2	77.80	77.80	88.87	88.87	66.72	66.72	100.00	100.00	77.24	77.24	89.01	94.32
	3	83.33	83.33	83.33	88.86	68.21	77.28	81.81	84.10	86.37	88.11	88.61	89.40

Tabel 2. Presentase Tingkat Kerusakan Tanaman pada Habitat Bozem di Awal Pengamatan

Skoring	Semai	Pancang	Pohon	Jumlah	Jumlah*Skoring	Intensitas Kerusakan (%)
0	-	-	-	0	0	93.33
1	-	-	-	0	0	
2	-	-	-	0	0	
3	-	-	-	0	0	
4	1	1	1	3	12	
5	2	2	2	6	30	
Jumlah	3	3	3	9	45	

Tabel 3. Presentase Tingkat Kerusakan Tanaman pada Habitat Bozem di Akhir Pengamatan

Skoring	Semai	Pancang	Pohon	Jumlah	Jumlah*Skoring	Intensitas Kerusakan (%)
0	-	-	-	0	0	100
1	-	-	-	0	0	
2	-	-	-	0	0	
3	-	-	-	0	0	
4	-	-	-	0	0	
5	3	3	3	9	45	
Jumlah	3	3	3	9	45	

Tabel 4. Presentase Tingkat Kerusakan Tanaman pada Habitat Tambak di Awal Pengamatan

Skoring	Semai	Pancang	Pohon	Jumlah	Jumlah*Skoring	Intensitas Kerusakan (%)
0	-	-	-	0	0	95.56
1	-	-	-	0	0	
2	-	-	-	0	0	
3	-	-	-	0	0	
4	-	-	2	2	8	
5	3	3	1	7	35	
Jumlah	3	3	3	9	45	

Tabel 5. Presentase Tingkat Kerusakan Tanaman pada Habitat Tambak di Akhir Pengamatan

Skoring	Semai	Pancang	Pohon	Jumlah	Jumlah*Skoring	Intensitas Kerusakan (%)
0	-	-	-	0	0	100
1	-	-	-	0	0	
2	-	-	-	0	0	
3	-	-	-	0	0	
4	-	-	-	0	0	
5	3	3	3	9	45	
Jumlah	3	3	3	9	45	

Tabel 6. Presentase Tingkat Kerusakan Tanaman pada Habitat Pesisir di Awal Pengamatan

Skoring	Semai	Pancang	Pohon	Jumlah	Jumlah*Skoring	Intensitas Kerusakan (%)
0	-	-	-	0	0	86.67
1	-	-	-	0	0	
2	-	-	-	0	0	
3	-	-	-	0	0	
4	3	1	2	6	24	
5	-	2	1	3	15	
Jumlah	3	3	3	9	45	

Tabel 7. Presentase Tingkat Kerusakan Tanaman pada Habitat Pesisir di Akhir Pengamatan

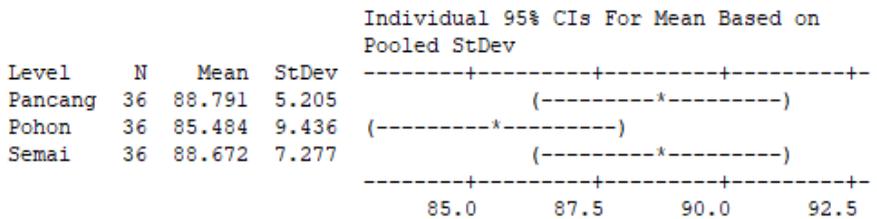
Skoring	Semai	Pancang	Pohon	Jumlah	Jumlah*Skoring	Intensitas Kerusakan (%)
0	-	-	-	0	0	100
1	-	-	-	0	0	
2	-	-	-	0	0	
3	-	-	-	0	0	
4	-	-	-	0	0	
5	3	3	3	9	45	
Jumlah	3	3	3	9	45	

Lampiran 5. Hasil Analisis Tingkat Kerusakan Daun Berdasarkan Faktor Habitus

One-way ANOVA: Tingkat Kerusakan versus Habitus

Source	DF	SS	MS	F	P
Habitus	2	253.3	126.7	2.25	0.111
Error	105	5917.9	56.4		
Total	107	6171.3			

S = 7.507 R-Sq = 4.11% R-Sq(adj) = 2.28%



Pooled StDev = 7.507

Grouping Information Using Fisher Method

Habitus	N	Mean	Grouping
---------	---	------	----------

Pancang	36	88.791	A
Semai	36	88.672	A
Pohon	36	85.484	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher 95% Individual Confidence Intervals

All Pairwise Comparisons among Levels of Habitus

Simultaneous confidence level = 87.85%

Habitus = Pancang subtracted from:

Habitus	Lower	Center	Upper	-----+-----+-----+-----+
Pohon	-6.816	-3.307	0.202	(-----*-----)
Semai	-3.628	-0.119	3.389	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+
				-3.5 0.0 3.5 7.0

Habitus = Pohon subtracted from:

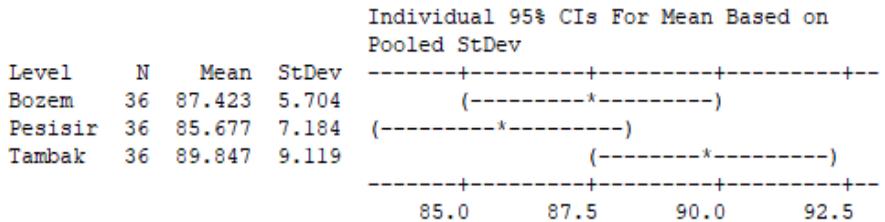
Habitus	Lower	Center	Upper	-----+-----+-----+-----+
Semai	-0.321	3.188	6.696	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+
				-3.5 0.0 3.5 7.0

Lampiran 6. Hasil Analisis Tingkat Kerusakan Daun Berdasarkan Faktor Habitat

One-way ANOVA: Tingkat Kerusakan versus Habitat

Source	DF	SS	MS	F	P
Habitat	2	315.8	157.9	2.83	0.063
Error	105	5855.5	55.8		
Total	107	6171.3			

S = 7.468 R-Sq = 5.12% R-Sq(adj) = 3.31%



Pooled StDev = 7.468

Grouping Information Using Fisher Method

Habitat	N	Mean	Grouping
Tambak	36	89.847	A
Bozem	36	87.423	A B
Pesisir	36	85.677	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher 95% Individual Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons among Levels of
Habitat

Simultaneous confidence level = 87.85%

Habitat = Bozem subtracted from:

Habitat	Lower	Center	Upper	-----+-----+-----+-----+
Pesisir	-5.236	-1.746	1.744	(-----*-----)
Tambak	-1.066	2.424	5.914	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+
				-4.0 0.0 4.0 8.0

Habitat = Pesisir subtracted from:

Habitat	Lower	Center	Upper	-----+-----+-----+-----+
Tambak	0.680	4.170	7.660	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+
				-4.0 0.0 4.0 8.0

Lampiran 7. Hasil Analisis Kandungan Nitrogen



**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA
LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI
BARISTAND INDUSTRI SURABAYA**

Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya (60244), Telp. (031) 8410054, Fax. (031) 8410480
<http://baristandsurabaya.kemenperin.go.id/>

No. LHU : 0176-0184/18/LHU/1/1/2018
No. Analisa : P0176 s/d P0184
Jenis Sampel : Daun Mangrove
Parameter Uji : Nitrogen
Metode Uji : Kjeldahl
Hasil Uji :

No	Nomor Analisa	Kode	Satuan	Hasil Uji
1	P 0176	B-S	%	0.25
2	P 0177	B-G	%	0.17
3	P 0178	B-N	%	0.37
4	P 0179	T-S	%	0.38
5	P 0180	T-G	%	0.37
6	P 0181	T-N	%	0.19
7	P 0182	P-S	%	0.20
8	P 0183	P-G	%	0.31
9	P 0184	P-N	%	0.26

Catatan: Parameter uji sesuai permintaan

Surabaya, 18 Januari 2018

Laboratorium
Kimia dan Lingkungan



Ardhaningtyas Riza Utami, ST, MT
NIP. 197708232005022001

Lampiran 8. Dokumentasi Hasil Penelitian



Gambar 1. Lokasi Bozem



Gambar 2. Lokasi Tambak



Gambar 3. Lokasi Pesisir

BIODATA PENULIS



Rizki Fajar Wati yang kerap disapa “Fafa” merupakan anak pertama dari tiga bersaudara yang dilahirkan di Gresik pada tanggal 29 September 1996. Pada tahun 2008 silam, penulis dinyatakan lulus dari MI Roudlotul Ulum Yosowilangun, pada tahun 2011 dinyatakan lulus dari SMP N 1 Manyar Gresik, dan pada 2014 dinyatakan lulus dari SMP N 1

Manyar. Penulis aktif dalam beberapa organisasi, diantaranya; Unit Kegiatan Mahasiswa Pecinta Lingkungan Hidup SIKLUS ITS, Unit Kegiatan Mahasiswa Koperasi Mahasiswa Dr. Angka ITS, dan Badan Eksekutif Mahasiswa ITS. Sedangkan ketertarikan dalam bidang keilmuan biologi di ekspresikan penulis dengan turut tergabung dalam tim surveyor Laboratorium Ekologi, tim kumbang jamur Laboratorium Mikologi, dan beberapa *project* penelitian. Tergabung dalam beberapa organisasi dan beberapa kesibukan lainnya, pada umumnya membuat setiap pribadi harus pandai dalam manajemen waktu, sehingga pada tahun terakhir masa perkuliahan ini, disamping menjalankan kewajiban akademik di kampus, penulis hanya menjabat sebagai sekretaris Kementerian Riset dan Teknologi BEM ITS 2016-2018 dengan tetap berkontribusi aktif sebagai anggota di organisasi dan kegiatan yang lainnya.