



TUGAS AKHIR - SB184830

STUDI TINGKAT HERBIVORI DAN KANDUNGAN KIMIAWI DAUN *Rhizophora apiculata* DI KAWASAN MANGROVE WONOREJO, SURABAYA DAN LEMBUNG PASESER MADURA

Alifah 'Adany
01311640000024

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

DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020



TUGAS AKHIR - SB 184830

STUDI TINGKAT HERBIVORI DAN KANDUNGAN KIMIAWI DAUN *Rhizophora apiculata* DI KAWASAN MANGROVE WONOREJO, SURABAYA DAN LEMBUNG PASESER, MADURA

Alifah 'Adany
01311640000024

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

DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020



FINAL PROJECT - SB 184830

STUDY OF HERBIVORY LEVEL AND CHEMICAL COMPOSITION OF *Rhizophora apiculata* LEAF IN WONOREJO, SURABAYA AND LEMBUNG PASESER, MADURA

Alifah 'Adany
01311640000024

Supervisor :
Indah Trisnawati D.T., M.Si., Ph.D.

DEPARTMENT OF BIOLOGY
FACULTY OF SCIENCE AND DATA ANALYTICS
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2020

LEMBAR PENGESAHAN

**Studi Tingkat Herbivori dan Kandungan Kimia Daun
Rhizophora apiculata di Kawasan Mangrove Wonorejo,
Surabaya dan Lembung Paseser, Madura**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains pada
Departemen S1 Biologi
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Alifah 'Adany
NRP. 01311640000024

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Indah Trisnawati D.T., M.Si., Ph. D  (Pembimbing)

Surabaya, 30 Juli 2020



**STUDI TINGKAT HERBIVORI DAN KANDUNGAN
KIMIAWI DAUN *Rhizophora apiculata* DI MANGROVE
WONOREJO, SURABAYA DAN LEMBUNG PASESER,
MADURA**

Nama

: Alifah ‘Adany

NRP

: 01311640000024

Departemen

: Biologi

Pembimbing

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

Abstrak

Perbedaan kondisi lingkungan pada kawasan mangrove memungkinkan adanya perbedaan tingkat herbivori daun oleh serangga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan dan korelasi antara tingkat herbivori dan kandungan kimiawi daun *Rhizophora apiculata* pada habitus yang berbeda di Mangrove Wonorejo Surabaya dan Lembung Paseser Madura. Pengambilan sampel daun rusak dilakukan secara acak pada habitus pohon dan pancang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat herbivori secara signifikan lebih tinggi di mangrove Wonorejo dibanding Lembung Paseser ($p=0,002$). Kandungan metabolit sekunder pada daun yaitu, polifenol dan lignin lebih tinggi di mangrove Lembung Paseser daripada di Wonorejo ($p=0,006$ dan $p=0,003$). Sebaliknya kandungan nutrisi daun berupa air dan nitrogen secara signifikan lebih tinggi di mangrove Wonorejo ($p=0,007$ dan $0,0001$) sedangkan kandungan serat kasar dan fosfor tidak berbeda signifikan di kedua lokasi ($p=0,26$). Tingkat herbivori di mangrove Wonorejo secara signifikan berkorelasi dengan kandungan daun polifenol ($r=0,321$; $p=0,01$), lignin ($r=-0,277$; $p=0,04$), serat kasar ($r=0,547$; $p=0,0001$), dan air ($r=-0,365$; $p=0,036$) sedangkan tingkat herbivori di Lembung Paseser secara signifikan berkorelasi dengan kandungan lignin ($r=-0,285$; $p=0,036$) dan nitrogen ($r=-0,305$; $p=0,025$).

Kata Kunci: Herbivori serangga, Metabolit sekunder, Nutrisi daun, *Rhizophora apiculata*

X

**STUDY OF HERBIVORY LEVEL AND CHEMICAL
COMPOSITION OF *Rhizophora apiculata* LEAF IN
MANGROVE WONOREJO, SURABAYA AND LEMBUNG
PASESER, MADURA**

Nama : Alifah ‘Adany
NRP : 01311640000024
Departemen : Biologi
Pembimbing : Indah Trisnawati D.T. S.Si., M.Si., Ph.D.

Abstract

*The differences of environmental conditions on mangrove site sustain the difference of leaf herbivory level by insect. This study aimed to investigate the different and correlation between herbivory level and chemistry leaf contents of *Rhizophora apiculata* in different growing category and study site in Mangrove area of Wonorejo, Surabaya and Lembung Paseser, Madura. The samples of damaged leaf were taken randomly in trees and sapling that attacked by insect herbivore. This study shows that the herbivory level is significantly higher in the mangrove Wonorejo than Lembung Paseser ($p=0.002$). The leaf metabolite secondary content, polyphenol and lignin are significantly higher in mangrove Lembung Paseser than Wonorejo. Whereas the leaf nutrient content, water and nitrogen are significantly higher in mangrove Wonorejo ($p=0.007$ and 0.0001) while phosphorus and crude fiber content not significantly different in both sites ($p=0.26$). The herbivory level is significantly correlated to polyphenol ($r=0.321$, $p=0.01$), lignin ($r=-0.277$, $p=0.04$), crude fiber ($r=0.547$, $p=0.0001$), and water contents ($r=-0.365$, $p=0.036$) while herbivory level in Lembung Paseser is significantly correlated to lignin ($r=-0.285$, $p=0.036$) and nitrogen contents ($r=-0.305$, $p=0.025$).*

Key Words: Insect herbivory, Leaf nutrient, Metabolite secondary, *Rhizophora apiculata*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal Tugas Akhir yang berjudul **Studi Tingkat Herbivori dan Kandungan Kimia Daun *Rhizophora apiculata* di Kawasan Mangrove Wonorejo, Surabaya dan Lembung Paseser, Madura.**

Dalam melakukan studi literatur penelitian dan penyusunan laporan penulis tidak lepas dari bimbingan dan bantuan berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Indah Trisnawati D.T., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan dukungan kepada penulis selama penyusunan Penelitian Tugas Akhir.
2. Ibu Kristanti Indah Purwani, S.Si., M.Si., dan Ibu Iska Desmawati, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji yang senantiasa mendampingi dan memberikan ilmu, waktu, kritik dan saran yang membangun.
3. Bapak Mukhammad Muryono, Ph.D. yang telah mendampingi dan memberi saran dalam pengambilan data di lapangan.
4. Orang tua yang memberikan dukungan dan doa kepada penulis
5. Anggota Laboratorium Ekologi, Tim Surveyor SUTRA X, dan Teman-Teman Angkatan 2016 (*Bucheros rhinoceros*) yang membantu dalam proses berjalannya penyusunan Tugas Akhir.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Saran dan kritik membangun akan sangat berarti bagi penulis. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat kepada para pembaca.

Surabaya, 30 Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

COVER.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Mangrove.....	5
2.2 Faktor-Faktor Pertumbuhan Mangrove	7
2.3 <i>Rhizophora apiculata</i> Blume	8
2.4 Serangga Herbivora.....	10
2.5 Aktivitas Herbivori	12
2.6 Kandungan Kimia Daun	13
2.6.1 Senyawa Metabolit Sekunder	13
2.6.2 Serat Kasar Daun sebagai Penolak (<i>Deterrent</i>)	15
2.6.3 Nutrien Daun	15
2.7 Lokasi Penelitian.....	17

2.7.1 Mangrove Wonorejo	17
2.7.2 Mangrove Lembung Paseser	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
3.2 Penentuan Karakteristik Sedimen	22
3.3 Pengukuran Tingkat Herbivori	23
3.3.1 Pengambilan Sampel Daun Rusak	23
3.3.2 Pengukuran Kerusakan Daun	23
3.4 Penentuan Kandungan Kimiawi Daun	24
3.4.1 Pengukuran Kadar Nitrogen Daun.....	24
3.4.2 Pengambilan Sampel Daun Uji.....	25
3.4.3 Uji Kadar Senyawa Polifenol Daun	25
3.4.4 Uji Kadar Lignin Daun	26
3.4.5 Uji Serat Kasar Daun	26
3.4.6 Uji Kadar Fosfor Daun.....	27
3.4.7 Uji Kadar Air Daun.....	28
3.5 Analisis Data	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Faktor Lingkungan Mangrove di Lokasi Penelitian.....	31
4.2 Tingkat Herbivori <i>Rhizophora apiculata</i>	34
4.3 Kandungan Kimiawi Daun <i>R. apiculata</i>	37
4.3 Korelasi Tingkat Herbivori dan Kandungan Kimiawi Daun <i>R. apiculata</i>	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	67

BIODATA PENULIS	93
-----------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tumbuhan Mangrove <i>R. apiculata</i>	9
Gambar 2. 2 Bagian Tumbuhan Mangrove <i>R. apiculata</i>	10
Gambar 2. 3 Kerusakan Daun pada <i>R. stylosa</i>	13
Gambar 2. 4 Ekowisata Mangrove Wonorejo, Surabaya	17
Gambar 2. 5 Mangrove Lembung Paseser, Madura	19
Gambar 3. 1 Lokasi Pengambilan Daun <i>R. apiculata</i> Wonorejo, Surabaya.....	21
Gambar 3. 2 Lokasi Pengambilan Daun <i>R. apiculata</i> Lembung Paseser Madura.....	22
Gambar 4. 1 Grafik Luas Area Kerusakan Daun <i>R.</i> <i>apiculata</i> . pada habitus pohon dan pancang di kawasan Mangrove Wonorejo dan Lembung Paseser.	34
Gambar 4. 2 Grafik Tingkat Herbivori Daun <i>R. apiculata</i> pada habitus pohon dan pancang di kawasan Mangrove Wonorejo dan Lembung Paseser	35
Gambar 4. 3 Grafik Rata-Rata Kadar Polifenol Daun <i>R.</i> <i>apiculata</i>	37
Gambar 4. 4 Grafik Rata-Rata Kadar lignin Daun <i>R. apiculata</i> ..	39
Gambar 4. 5 Grafik Rata-Rata Kadar Serat Kasar Daun <i>R.</i> <i>apiculata</i>	40
Gambar 4. 6 Grafik Rata-Rata Kadar Air Daun <i>R. apiculata</i> ..	41
Gambar 4. 7 Grafik Rata-Rata Kadar Nitrogen Daun <i>R.</i> <i>apiculata</i>	42
Gambar 4. 8 Grafik Rata-Rata Kadar Fosfor Daun <i>R. apiculata</i> .	

	44

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Kelas Kerusakan Daun.....	24
Tabel 3. 2 Rancangan Data Tingkat Herbivori dan Kandungan Kimiawi Daun	29
Tabel 4. 1 Karakteristik Sedimen pada Kawasan Mangrove Wonorejo, Surabaya dan Lembung Paseser, Madura.	31
Tabel 4. 2 Rangkuman Karakteristik Kimiawi Daun <i>R. apiculata</i> di Mangrove Wonorejo, Surabaya dan Lembung Paseser, Madura	45
Tabel 4. 3 Korelasi Karakteristik Daun <i>R. apiculata</i> Pohon dan Pancang terhadap Persentase Herbivori di Mangrove Wonorejo, Surabaya dan Lembung Paseser, Madura.	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Skema Kerja.....	67
Lampiran 2 Dokumentasi Kegiatan	68
Lampiran 3 Hasil Uji Laboratorium.....	71
Lampiran 4 Data dan Analisis Data Karakteristik Sedimen Mangrove Wonorejo dan Lembung Paseser	73
Lampiran 5 Data Perhitungan Persentase Herbivori dan Perhitungan Nitrogen dari nilai SPAD	75
Lampiran 6 Data Hasil Uji Kandungan Kimia Daun <i>Rhizophora apiculata</i>	80
Lampiran 7 Hasil Analisis Data Kruskal Wallis Intensitas Herbivori	81
Lampiran 8 Hasil Analisis Data Kruskal-Wallis Karakteristik Kimiawi Daun <i>Rhizophora apiculata</i>	83
Lampiran 9 Hasil Analisis Data Korelasi Pearson	89

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktivitas herbivori merupakan salah satu faktor alami penyebab kerusakan dan penurunan produktivitas tumbuhan secara signifikan (Balakrishnan, *et al.*, 2016). Serangga sebagai hewan herbivora ikut berperan dalam menyebabkan gangguan defoliasi ekosistem mangrove yang sangat besar. Frekuensi dan tingkat keparahan akibat serangan serangga pada ekosistem mangrove telah meningkat secara global dalam beberapa dekade terakhir (Lu, *et al.*, 2019). Tumbuhan mengatasi serangan serangga dengan cara menghasilkan struktur morfologi khusus, metabolit sekunder, protein beracun, dan *feeding deterrent* (War, *et al.*, 2012). Terjadinya herbivori merupakan respon herbivora terhadap nutrisi dan kandungan kimia yang terdapat di dalam daun (Septyaningsih, 2015). Daun muda lebih disukai oleh serangga karena tidak keras dan memiliki nutrisi yang banyak meskipun juga mengandung senyawa kimia tinggi untuk pertahanan (Caldwell, *et al.*, 2016). Hal tersebut memungkinkan adanya perbedaan intensitas herbivori pada kategori pertumbuhan.

Kawasan mangrove yang berbeda memungkinkan adanya perbedaan kondisi lingkungan yang berbeda pula, sehingga memungkinkan adanya perbedaan tingkat herbivori oleh serangga. Penelitian yang sudah dilakukan oleh Tong dan Morton (2006) menunjukkan bahwa pada habitat yang berbeda terdapat perbedaan intensitas herbivori dan kandungan metabolit sekunder pada *Kandelia obovata* (Famili: Rhizophoraceae). Selanjutnya, Tong dan Morton (2006) menunjukkan bahwa intensitas herbivori lebih banyak terdapat pada habitat yang memiliki salinitas rendah dan materi organik serta nitrogen yang tinggi. Selain itu terdapat perbedaan signifikan kandungan kimiawi pada daun muda dan daun tua di kedua lokasi yang diteliti. Penelitian tersebut

menunjukkan adanya hubungan perbedaan habitat dengan intensitas herbivori dan kandungan kimiawi daun.

Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan studi intensitas herbivori dan kandungan kimiawi daun *Rhizophora apiculata* di lokasi yang berbeda yaitu Mangrove Wonorejo, Surabaya dan Lembung Paseser, Madura. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Australia oleh Robertson dan Duke (1987) sebesar 4-6% *R. apiculata* yang merupakan mangrove mayor telah mengalami kehilangan daun akibat serangan serangga herbivora sedangkan di Thailand, *R. apiculata* mengalami kerusakan 6-8% akibat serangan serangga herbivora (Rau dan Murphy, 1990 dalam Murphy 1990). Mangrove Wonorejo terletak wilayah pantai timur kota Surabaya yang didominasi lahan kosong, tambak, dan perumahan (DLH Surabaya, 2018). Hutan mangrove Lembung Paseser merupakan kawasan rehabilitasi lahan bekas pertambakan udang yang terbengkalai karena sudah tidak produktif. Lahan tersebut di rehabilitasi menjadi hutan mangrove dengan luas 93,8 hektar. Mangrove Lembung Paseser yang terletak di kawasan pesisir Madura ini terancam oleh pencemaran sampah domestik, limbah budidaya perikanan, aktivitas pelayaran, dan pertambakan (Satriyono, 2019). Kedua lokasi yang berbeda tersebut dipilih karena diduga memiliki faktor lingkungan yang berbeda dalam hal karakteristik sedimen. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui adanya hubungan antara tingkat herbivori dengan senyawa kimia daun *R. apiculata* pada habitat yang berbeda.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana perbedaan persentase herbivori pada daun *R. apiculata* antara Mangrove Wonorejo, Surabaya dan Mangrove Lembung Paseser, Madura?
2. Apakah terdapat perbedaan pada kandungan metabolit sekunder, penolak (*deterrent*) dan nutrien daun *R. apiculata* kategori pohon dan pancang antara Mangrove Wonorejo, Surabaya dan Lembung Paseser, Madura?

3. Apakah terdapat korelasi antara tingkat herbivori dengan kandungan metabolit sekunder, penolak (*deterrent*), dan nutrien pada daun *R. apiculata* pada kategori pertumbuhan dan habitat yang berbeda?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Tingkat herbivori yang diteliti adalah luas daun yang rusak dan persentase herbivori yang disebabkan oleh aktivitas serangga herbivora.
2. Senyawa metabolit sekunder daun mangrove yang diuji adalah kandungan polifenol dan lignin.
3. Kandungan nutrien daun mangrove yang diuji berupa fosfor, kandungan air, dan nitrogen.
4. Kandungan nutrien pada sedimen yang diamati adalah N, P, C/N, dan salinitas.

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini yaitu

1. Mengetahui perbedaan tingkat herbivori daun *R. apiculata* oleh serangga di Mangrove Wonorejo, Surabaya dan Lembung Paseser, Madura.
2. Mengetahui perbedaan kandungan metabolit sekunder, penolak (*deterrent*), dan nutrien daun *R. apiculata* antara kategori pohon dan pancang di Mangrove Wonorejo, Surabaya dan Lembung Paseser Wonorejo.
3. Mengetahui korelasi antara tingkat herbivori dengan kandungan metabolit sekunder, penolak (*deterrent*), dan nutrien daun *R. apiculata* pada kategori pertumbuhan dan habitat yang berbeda.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah

1. Hasil dari penelitian bisa digunakan sebagai referensi dalam melakukan pengelolaan mangrove yang rusak akibat serangan serangga herbivora.

2. Hasil penelitian bisa digunakan sebagai referensi dalam upaya mitigasi kerusakan mangrove akibat perubahan lingkungan pada ekosistem mangrove.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mangrove

Mangrove dalam Bahasa Portugis adalah individu jenis tumbuhan, sedangkan dalam Bahasa Inggris mangrove diartikan sebagai komunitas pohon-pohonan atau rumput-rumputan yang tumbuh di kawasan pesisir maupun untuk individu jenis tumbuhan lainnya yang berasosiasi dengannya (Pramuadji, 2001). Hutan mangrove merupakan pohon dan semak yang toleran terhadap garam dan tumbuh di sepanjang pantai intertidal tropis dan subtropik (Yuvaraj, *et al.*, 2017). Hutan mangrove memiliki sekolompok tumbuhan dari famili yang berbeda tetapi memiliki persamaan daya adaptasi morfologi dan fisiologi yang berbeda pada habitat yang dipengaruhi oleh adanya pasang-surut air laut, dengan keadaan tanah yang anaerobik (Saenger, *et al.* 1986; Sukardjo, 1996; Pramudji, 2001). Ekosistem mangrove bersifat dinamis karena dapat terus tumbuh dan berkembang, mengalami suksesi, dan juga mengalami perubahan zonasi. Ekosistem mangrove juga bersifat labil karena mudah sekali rusak dan sulit untuk pulih kembali. Selain itu, mangrove juga bersifat kompleks karena merupakan habitat dari berbagai jenis satwa dan biota perairan yang beranekaragam (Kusmana, 1995 dalam Mughofar, *et al.*, 2018). Pada daerah pantai yang tergenang air laut ditemukan tegakan *Avicennia marina* dengan ketinggian 1-3 m dan tegakan campuran *Bruguiera-Rhizophora-Ceriops* dengan ketinggian 30 m. Daerah pantai terbuka umumnya ditemukan *Sonneratia alba* dan *Avicennia alba*, sementara itu di sepanjang sungai dengan salinitas rendah umumnya ditemuka *Nypa fruticans* dan *Sonneratia caseolaris* (Noor, *et al.*, 2012). Tumbuhan penyusun komunitas mangrove saling berinteraksi satu sama lain. Interaksi tersebut meliputi parasitisme, antagonis, mutualisme, dan kompetisi. Interaksi tumbuhan-tumbuhan atau tumbuhan-mikroba berperan dalam menentukan struktur dan/atau fungsi vegetasi mangrove, sedangkan interaksi dengan fauna

mangrove meliputi polinasi, aktivitas herbivori, dan pelapukan tanah dan sedimen oleh moluska dan krustasea (Saenger, 2002).

Mangrove merupakan habitat bagi berbagai jenis satwa liar seperti primata, moluska, krustasea, serangga, reptilia dan burung. Mangrove tersebut menyediakan tempat berkembang biak, pertumbuhan, dan persediaan makanan (Noor, *et al.*, 2012). Secara ekologis, mangrove berperan sebagai mata rantai makanan di suatu perairan dan menciptakan suasana iklim yang kondusif bagi biota perairan serta memiliki kontribusi terhadap keseimbangan siklus biologi. Tipe perakaran beberapa jenis mangrove, kondisi lantai hutan, kubangan lumpur, dan alur-alur akar yang saling berhubungan merupakan perlindungan bagi larva berbagai biota laut. Kondisi tersebut penting dalam menyediakan tempat untuk bertelur, pemijahan dan pembesaran serta tempat mencari makan dan berlindung burung, ikan dan krustasea (Pramudji, 2001).

Manfaat lain dari mangrove adalah menjaga stabilitas pantai dari abrasi, dan sedimentasi, menyimpan karbon dan sebagai remediasi bahan pencemar (Setyawan dan Winarno, 2006). Produksi primer mangrove rata-rata 11,1 ton berat kering per tahun diduga mangrove bisa menyerap karbon hingga satu abad. Sebagian besar karbon disimpan pada tanah dan akar rata-rata 937 ton karbon per hektar, jika ekosistem mangrove terganggu maka akan mengeluarkan emisi karbon sebesar 0,02-0,12 PgC per tahun setara dengan 2-10% emisi yang dikeluarkan akibat deforestasi (Alongi, 2012). Hal ini menunjukkan bahwa hutan mangrove berperan dalam upaya mitigasi dan perubahan iklim dunia (Lestariningsih, *et al.*, 2018). Selain sebagai penyimpan karbon, ekosistem mangrove memiliki kemampuan alami untuk membersihkan lingkungan dari zat pencemar. Tumbuhan mangrove mampu menyerap logam berat dari perairan tercemar sehingga mangrove dapat dijadikan tanaman fitoremediasi terhadap pencemaran logam berat di perairan Indonesia (Karuniastuti, 2013).

Dari segi fungsi ekonomi, beberapa jenis tanaman mangrove diketahui telah dimanfaatkan manusia sejak lama, baik digunakan untuk keperluan lokal maupun bahan industri. Secara lokal, tanaman mangrove digunakan masyarakat pesisir sebagai sumber makanan, obat, dan bahan keperluan rumah tangga. Selain itu, lahan mangrove telah banyak dikonversi menjadi berbagai peruntukan seperti sebagai pertambakan ikan dan udang, perkebunan, pertanian, pertambangan, perumahan, dan tempat penggaraman (Pramudji, 2001). Sedangkan fungsi sosial budaya dari mangrove adalah sebagai area konservasi, pendidikan, ekotourisme dan identitas budaya (Setyawan dan Winarno, 2006).

2.2 Faktor-Faktor Pertumbuhan Mangrove

Tumbuhan mangrove memiliki kemampuan khusus untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ekstrem, seperti tanah yang tergenang, salinitas tinggi serta kondisi tanah yang kurang stabil. Dengan kondisi lingkungan yang seperti itu, beberapa jenis mangrove mengembangkan mekanisme yang memungkinkan secara aktif mengeluarkan garam dari jaringan, sementara yang lainnya mengembangkan sistem akar napas untuk membantu memperoleh oksigen bagi sistem perakarannya (Noor, *et al.*, 2012).

Pertumbuhan mangrove sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Fluktuasi sifat fisik dan kimia habitat mangrove dipengaruhi oleh pasang surut, endapan lumpur, serta komposisi bahan organik (Rahmania, *et al.*, 2018). Lama waktu pasang di kawasan mangrove akan mempengaruhi perubahan salinitas air dimana salinitas akan meningkat saat pasang dan menurun pada saat air laut turun. Salinitas optimum yang dibutuhkan pertumbuhan mangrove adalah 10-30 ppt (Alwikkado, *et al.*, 2014). Sedangkan kisaran pH yang cocok untuk pertumbuhan mangrove adalah 6-8,5 (Wijayantai, 2007 dalam Saru, *et al.*, 2017). Proses fotosintesis dan laju asimilasi daun mangrove terjadi secara maksimal pada suhu 25-30°C dan akan mengalami penurunan pada suhu di atas 35°C (Alongi, 2009 dalam Poedjiraharjoe, 2017). Kandungan unsur hara juga mempengaruhi

kesuburan mangrove. Semakin bertambahnya umur mangrove, jumlah daun semakin bertambah, jatuhnya daun-daun tersebut akan terdekomposisi sehingga daerah yang ditumbuhi mangrove menjadi subur karena kaya akan nutrisi (Chrisyariati, *et al.*, 2014). Mangrove adalah tumbuhan *long day plants* yang membutuhkan intensitas cahaya yang tinggi sehingga sesuai untuk hidup di daerah tropis. Cahaya berpengaruh terhadap pembungaan dan germinasi dimana akan menghasilkan lebih banyak bunga pada tumbuhan yang mendapat sinar matahari lebih banyak (Alwikkado, *et al.*, 2014).

Nutrien dalam tanah juga mempengaruhi pertumbuhan mangrove. Mangrove membutuhkan nitrogen dan fosfor, seringkali pertumbuhannya dibatasi oleh kandungan nutrien tersebut di alam (Alongi, 2011). Kandungan C organik dalam tanah berperan dalam mendukung produksi biomassa tanaman (Hardjowigeno, 2003 dalam Setiawan, 2013), lokasi yang memiliki ketebalan mangrove tinggi menunjukkan bahwa lokasi tersebut memiliki kandungan bahan organik yang tinggi pula (Setiawan, 2013).

2.3 *Rhizophora apiculata* Blume

Rhizophora apiculata merupakan salah satu spesies yang jumlahnya melimpah di Indonesia (Noor, *et al.*, 2012). *R. apiculata* merupakan spesies paling penting dalam komersial kayu di wilayah Asia Pasifik. *R. apiculata* tumbuh mendominasi di wilayah tersebut dan dieksplorasi kayunya (Ong, *et al.*, 2004). Klasifikasi *R. apiculata* adalah sebagai berikut:

<i>Kingdom</i>	:	Plantae
<i>Division</i>	:	Tracheophyta
<i>Sub Division</i>	:	Spermatophytina
<i>Class</i>	:	Magnoliopsida
<i>Order</i>	:	Malpighiales
<i>Family</i>	:	Rhizophoraceae
<i>Genus</i>	:	Rhizophora
<i>Species</i>	:	<i>Rhizophora apiculata</i>

(Blume, 1827).



Gambar 2. 1 Tumbuhan Mangrove *R. apiculata* (Sumber: Romadlon, 2019).

Tinggi pohon *R. apiculata* dapat mencapai 15-30 m, batang berkayu, silindris, kulit luar berwarna abu-abu kecokelatan. Kadang-kadang muncul akar udara dari percabangan pohon. Akar pohon tunjang, tingginya dapat mencapai 5 m. Daun berbentuk elips dengan permukaan atas mengkilap dan permukaan bawah terdapat bintik-bintik hitam sangat kecil, ujung daun meruncing, tangkai daun seringkali berwarna kemerahan. Karangan bunga terletak di ketiak daun, umumnya bunga berpasangan dan berukuran 9-11 mm, kelopak bunga berwarna cokelat kekuningan berjumlah 4, mahkota bunga berwarna keputihan berjumlah 4, putik 1 berbelah 2 dengan panjang 0,5-1 mm. Buah berwarna cokelat berukuran 3-4 cm mirip dengan buah jambu air. Hipokotil berbentuk silindris dengan diameter 1-2 cm, berwarna hijau saat muda dan

kemerahan saat tua, terdapat bintik-bintik hitam pada ujung, panjang sekitar 20 cm (Sudarmadji, 2004).



Gambar 2.2 Bagian Tumbuhan Mangrove *R. apiculata*: a. Daun berbentuk elips dengan ujung meruncing, b. Bunga berwarna cokelat kekuningan berukuran 9-11 mm, c. Hipokotil berukuran 20 cm berwarna hijau kemerahan (Sumber: Noor, *et al.*, 2012).

R. apiculata tumbuh pada tanah berlumpur, halus, dan tergenang pada saat pasang normal. Tingkat dominansi dapat mencapai 90% dari vegetasi yang tumbuh di suatu lokasi. Tumbuh di perairan pasang surut yang memiliki pegaruh masukan air tawar yang kuat secara permanen. Percabangan akarnya dapat tumbuh abnormal karena gangguan kumbang yang menyerang ujung akar. Pertumbuhan *R. apiculata* lambat tetapi pertumbuhan terdapat sepanjang tahun. *R. apiculata* seringkali ditanam di pinggiran tambak dan sering digunakan sebagai tanaman penghijauan. Kayu *R. apiculata* biasanya dimanfaatkan sebagai kayu bakar dan bahan bangunan (Noor, *et al.*, 2012).

2.4 Serangga Herbivora

Serangga memiliki peranan penting dalam jaring-jaring makanan yakni sebagai herbivora, karnivora, dan detritivora (Masfiyah, *et al.*, 2014). Serangga herbivora berperan dalam konversi biomassa tumbuhan ke biomassa hewan melalui jaring-jaring makanan. Serangga herbivora membantu proses dekomposisi biomassa tanaman dan mendaur ulang kembali energi dan nutrien (Price, *et al.*, 2011). Serangga herbivora pada

mangrove biasanya memakan daun, bunga, biji, atau propagule. Tanda-tanda yang jelas terlihat dari serangan serangga herbivora adalah kerusakan pinggir daun dan adanya lubang-lubang di daun (Scholwater, 2011).

Berdasarkan makanannya serangga herbivora dapat dikelompokkan menjadi *grazer* (pengunyah dedaunan, batang, bunga, dan akar), *gall-former* (tinggal dan makan di dalam tumbuhan yang menyebabkan pertumbuhan abnormal), pengisap getah (*sap-sucker*), frugivor, *leaf miner* dan florivor (Scholwater, 2011). Terdapat dua jenis serangga herbivora yaitu generalis (polifag) yang memakan pada famili tumbuhan yang berbeda, atau spesialis (*monophagous* dan *oligophagous*) yang memakan satu atau beberapa jenis tumbuhan dari famili yang sama (Fürstenberg-Hägg, *et al.*, 2013). Aktivitas herbivori bisa mengubah struktur morfologi tumbuhan yang nantinya akan mempengaruhi pertumbuhan dan kerentanannya terhadap serangga herbivora. Serangga herbivora *gall-former* akan merusak bentuk daun dan pucuk yang berkembang. Pelubangan berulang selama pemilihan lokasi makan oleh spesies serangga penghisap getah juga dapat menyebabkan deformasi dedaunan dan pucuk. *Folivores* dan *leaf miner* mengurangi luas area daun dan kapasitas fotosintesis dengan demikian serangga-serangga tersebut membatasi kemampuan tumbuhan untuk berfotosintesis sehingga pertumbuhannya terganggu (Scholwater, 2011).

Serangga merusak daun dengan cara pertama menyebabkan daun menguning diikuti dengan nekrosis hingga menyebabkan daun mengering dan rontok. Serangga herbivora bisa menjadi hama pada agrikultur dan hortikultur (Kathiresan, 2003). Serangga herbivora tersebut akan melemahkan dan membunuh individu tumbuhan sehingga dapat mengubah kompoisisi dan keanekaragaman komunitas tumbuhan (Price, *et al.*, 2011). Serangga herbivora pemakan dedaunan (folivori) merupakan serangga herbivora yang paling banyak dipelajari karena bisa diukur melalui hilangnya luas daun yang menunjukkan efek herbivora (Schowalter, 2011).

Beberapa serangga merupakan hama serius bagi tumbuhan mangrove. Pada mangrove, kerusakan daun paling umum adalah disebabkan oleh serangga jenis *Sap-Sucker*, *Gall former*, dan *Leaf miner* yang menyerang *Avicennia* spp., adanya bintik-bintik nekrosis pada *Ceriops decandra* dan *Rhizophora* spp., dan serangan yan terjadi pada pinggiran daun *Bruguire cylindrica*. Ulat atau larva ngengat dari genus *Dassychira* sp, famili *Lepidoptera*, dan sub ordo *Lymantriidae* merupakan serangga yang umum merusak daun dari *Rhizophora* spp. Selain itu larva dari ngengat *Capua endocypha* dan *Odites* spp merupakan serangga yang biasanya menyerang pucuk daun dan daun dewasa *Rhizophora*. Sedangkan serangga jenis *leaf miner* seperti *Phyllocnistis* menyerang daun muda dari *Avicennia* spp (Kathiresan, 2003). Sedangkan pada daun *R. apiculata*, kerusakannya bisa disebabkan oleh lalat *Tropicomia* sp., *Hopolycaena erylus* dan *Monolepta longitarsis* yang menyerang daun muda, yang menyerang daun muda dan pada daun yang sudah tua biassanya diserang oleh serangga *grazer* yaitu ngengat dari famili *Lasiocampidae* (Murphy, 1990).

2.5 Aktivitas Herbivori

Aktivitas herbivori mempengaruhi berbagai sifat ekosistem, terutama melalui perubahan diferensial dalam kelangsungan hidup, produktivitas, dan bentuk pertumbuhan di antara spesies tanaman (Scholwater, 2011). Herbivori secara langsung mempengaruhi laju pertumbuhan tanaman karena berkurangnya luas daerah fotosintesis (pemangsaan helaian daun), perubahan keseimbangan karbohidrat (pengisapan cairan dari daging buah), gangguan penyaluran nutrien dan air (pemangsaan akar) dan melemahnya struktur fisik tumbuhan (Soenardjo, 2013). Pengukuran intensitas kerusakan daun merupakan salah satu cara untuk mengukur tingkat herbivori. Sejumlah metode telah digunakan untuk mengukur intensitas dan efek herbivori, metode yang paling umum untuk mengukur intensitas adalah estimasi konsumsi tingkat oleh masing-masing herbivora dengan ukuran populasi serta dengan melakukan perhitungan biomassa yang

hilang (Scholwater, 2011). Pengukuran intensitas kerusakan daun sebagian besar dilakukan dengan cara mengukur luas area daun sampel yang hilang atau rusak oleh serangga (Burrows, 2003).



Gambar 2. 3 Kerusakan Daun pada *R. stylosa* (Sumber: Burrows, 2003)

2.6 Kandungan Kimiai Daun

2.6.1 Senyawa Metabolit Sekunder

Tumbuhan akan mengeluarkan senyawa metabolit sekunder yang beracun bagi tubuh serangga sebagai pertahanan secara langsung terhadap serangan serangga herbivora (War, *et al.*, 2018). Pengeluaran senyawa metabolit sekunder ini dipengaruhi oleh stres lingkungan, misalnya saat kekeringan, level senyawa metabolit sekunder yang dikeluarkan berkangseperti yang terjadi pada mangrove *Excoecaria sp.* yang jarang terserang oleh serangga kecuali pada musim kemarau (Hogarth, 2015).

Senyawa fenolik atau polifenol merupakan senyawa metabolit sekunder yang diproduksi tanaman yang berperan sebagai pertahanan terhadap stres lingkungan salah satunya yang diakibatkan oleh serangan herbivora (Lattanzio, 2013). Polifenol adalah senyawa yang paling banyak terdapat pada tumbuhan dan terdistribusi luas. Polifenol memiliki berbagai peran dalam kondisi biologis tumbuhan, termasuk agen pelindung UV,

senyawa defensif terhadap herbivora dan patogen (Hättenschwiler dan Vitousek, 2000). Meskipun polifenol diproduksi secara konstitusional pada tanaman, konsentrasi polifenol tersebut diinduksi sebagai respon terhadap serangan serangga. Polifenol merupakan senyawa racun bagi serangga dan berperan sebagai *feeding deterrent*. Polifenol memberikan rasa pahit yang dibenci oleh larva lepidopteran, kumbang, tungau bahkan herbivora selain serangga (War, *et al.*, 2012). Efek polifenol dalam tubuh serangga adalah mengurangi kemampuan mencerna daun dalam tubuh serangga dengan membentuk ikatan hidrogen dengan protein makanan dan/atau enzim pencernaan dalam usus serangga (Hemingway dan Laks, 1992).

Lignin adalah salah satu metabolit sekunder yang diproduksi oleh jalur metabolisme fenilalanin/tyrsine dalam sel tanaman (Liu, *et al.*, 2018). Lignin berperan penting dalam pertahanan terhadap serangga dan patogen dengan cara meningkatkan ketebalan daun dan mengurangi kandungan nutrien daun untuk mengurangi aktivitas makan yang dilakukan herbivora (War, *et al.*, 2012). Lignin memadatkan dinding sel, menyediakan penghalang yang tidak dapat terdegradasi untuk patogen (bakteri, jamur, dan serangga herbivora) oleh karena itu lignin dianggap meningkatkan perlindungan terhadap stres biotik. Lignin yang merupakan polimer fenolik selain meningkatkan ketebalan daun, senyawa ini juga mengurangi nutrien daun sehingga mengurangi aktivitas dimakan oleh serangga herbivora (Belete, 2018). Daun yang tebal memberikan perlindungan terhadap serangga herbivora secara tidak langsung karena herbivora akan lebih banyak menghabiskan waktu dan energinya untuk mengunyah dan mencerna daun daripada waktu untuk reproduksi dan menghindari mangsa (Caldwell, 2016). Daun muda memiliki ketebalan dan kekuatan daun yang rendah sehingga daun muda sangat rentan terhadap serangga herbivora (Lamarre, *et al.*, 2014). Sedangkan pada daun yang sudah tua memiliki karakteristik fisik yang kuat dan tebal sehingga bisa melindungi dari serangan serangga (Caldwell, 2016).

2.6.2 Serat Kasar Daun sebagai Penolak (*Deterrent*)

Serat kasar bisa menjadi nutrisi penolak (*deterrent*) bagi herbivora. Serat kasar adalah bahan organik yang tersusun dari selulosa, hemisolulosa, dan lignin (Tillman, *et al.*, 1998 dalam Putri, *et al.*, 2012). Serat kasar mengganggu makan serangga baik dari segi fisik maupun gizi daun. Kadar serat kasar yang tinggi meningkatkan kepadatan daun sehingga serangga herbivora tidak dapat mencerna nutrisi dan air pada daun dalam jumlah yang dibutuhkan. Selain itu, kandungan serat yang tinggi menguatkan dan menebalkan daun sehingga serangga akan sulit mengunyah (Santiago, *et al.*, 2013).

2.6.3 Nutrien Daun

Status nutrien suatu tumbuhan memiliki efek positif terhadap dinamika populasi herbivora (Shah, 2017). Nutrien dalam tumbuhan berupa makronutrien (nitrogen, fosfor dan kalium), dan mikronutrien (besi, mangan, seng, tembaga, boron, molibdenum, klorin dan nikel) yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Ketersediaan berbagai nutrien tersebut mempengaruhi pertumbuhan herbivora, yang mana biomassanya mengandung konsentrasi unsur jauh lebih besar dibandingkan dengan tumbuhan (Bala, *et al.*, 2018). Aktivitas herbivori serangga meningkat pada tumbuhan yang kaya nutrien, meskipun respon tersebut bervariasi antara taksa dalam komunitas. Selain efek pada angka herbivora, teori menunjukkan bahwa ketersediaan nutrien yang tinggi juga mengacaukan dinamika populasi (Kolb dan Hambäck, 2015). Kandungan nutrisi tumbuhan yang disukai oleh serangga adalah nitrogen dan fosfor (Bala, *et al.*, 2018).

Nitrogen (N) adalah nutrien penting untuk produksi primer dan pertumbuhan, dan kandungan nitrogen per unit daun adalah variabel kunci dalam ekologi dan siklus biogeokimia tumbuhan (Dong, *et al.*, 2017). Nitrogen yang terkandung dalam tumbuhan merupakan nutrien utama bagi serangga dan sebagian besar menjadi faktor pembatas pertumbuhan optimal pada serangga, namun terdapat beberapa kasus dimana nitrogen dapat

mengurangi kinerja herbivora (Rostami, *et al.*, 2012 dalam Bala, *et al.*, 2018). Kadar nitrogen yang rendah pada tumbuhan sering membatasi pertumbuhan dan reproduksi herbivora serangga (Scholwater, 2011). Ohmart, *et al.* (1985) melaporkan bahwa *Eucalyptus blakelyi* mengalami tingkat pemupukan N yang berbeda secara signifikan mempengaruhi fekunditas *Paropsis atomaria*, kumbang *Chrysomelid*. Peningkatan N daun dari 1,5% menjadi 4,0% meningkatkan jumlah telur yang diletakkan 500% dan tingkat produksi telur sebesar 400%. Namun, peningkatan nitrogen dalam jaringan tanaman tidak serta merta meningkatkan kinerja herbivora. Zehnder dan Hunter (2009) melaporkan bahwa pertumbuhan populasi *Aphis nerii* pada tumbuhan *Asclepias syriaca*, meningkat saat penambahan nitrogen yang sedang. Tumbuhan melakukan pertahanan terhadap serangan serangga dengan cara mengurangi suplai nitrogen agar mengurangi nilai nutrien daun bagi herbivora (Coqueret, *et al.*, 2017). Serangga herbivora terkadang akan meningkat ketika kandungan nitrogen pada daun meningkat dikarenakan tanah kaya akan nitrogen (Hogarth, 2015).

Fosfor diperlukan untuk pembentukan ATP dan sintesis asam nukleat (RNA dan DNA), keterbatasan fosfor dapat menimbulkan kerusakan fungsi seluler sehingga pertumbuhan konsumen daun (herbivora) terganggu (Rashid, *et al.*, 2016). Fosfor dianggap tidak membatasi pertumbuhan serangga khususnya serangga herbivora dibandingkan dengan nitrogen. Namun, fosfor merupakan penentu laju pertumbuhan dan kepadatan populasi. Fosfor merupakan komponen penting bagi serangga untuk mempercepat pertumbuhan dan juga menambah rasio RNA:Protein dalam jaringan tubuh serangga (Rode, *et al.*, 2018). Kandungan fosfor yang lebih tinggi dapat meningkatkan populasi serangga, namun fosfor dapat menurunkan kepadatan populasi serangga pengisap (Skinner dan Cohen, 1994; Pitan, *et al.*, 2000; Shah, 2017).

Kandungan air merupakan salah satu parameter yang sudah jelas dalam menentukan respon fisiologis tanaman terhadap

faktor biotik, kimia, dan fisik di lingkungan (Füzy, *et al.*, 2019). Kandungan air dalam daun merupakan parameter penting dalam menentukan toleransi tanaman terhadap salinitas dan kekeringan, karena proses transpirasi dibatasi dengan menutupnya stomata dan penguapan air dari permukaan daun (Jin., *et al.*, 2017). Secara umum kadar air pada daun mangrove relatif rendah diduga karena habitat mangrove memiliki salinitas dan suhu tinggi akibat pengaruh transfer panas dari laut (Ridlo, *et al.*, 2017).

2.7 Lokasi Penelitian

2.7.1 Mangrove Wonorejo

Hutan Mangrove Wonorejo Surabaya merupakan bagian timur pantai Surabaya berbatasan dengan selat Madura yang terletak di Kelurahan Wonorejo Kecamatan Rungkut, Surabaya (Syahroni, 2016). Mangrove Wonorejo mulai direhabilitasi sejak tahun 2009 dan selanjutnya dijadikan sebagai kawasan ekowisata, hingga saat ini mangrove Wonorejo telah mengalami perubahan pada pola zonasi ekosistemnya. Perubahan tersebut antara lain pada pembentukan zonasi vegetasinya (Wijaya dan Huda, 2018). Luas wilayah ekowisata mangrove wonorejo saat ini adalah ± 200 ha (Syahroni, 2016).



Gambar 2. 4 Ekowisata Mangrove Wonorejo, Surabaya
(Sumber: Muzaki, *et al.*, 2019)

Mangrove Wonorejo memiliki tiga zonasi, yaitu zona terbuka, zona tengah, dan zona mangrove payau. Zona terbuka di sempadan pantai memiliki ketebalan 40-200 m didominasi oleh *Avicennia marina* dan terdapat *Avicennia officinalis*, *Sonneratia alba*, *Bruguiera cylindrica*, *Rhizophora apiculata*, dan *Rhizophora mucronata*. Zona tengah terdapat di belakang zona terbuka. Zona tengah disini diperkirakan bukan merupakan mangrove alami mengingat zona tersebut berada di kawasan pertambakan. Zona mangrove payau terdapat di sepanjang sempadan kali Jagir dan kali Wonorejo. Ketebalan mangrove di sempadan kali Jagir antara 10- 60 m didominasi oleh *Sonneratia caseolaris* sedangkan di kali wonorejo 10-170 m didominasi *Avicennia alba*. Pada zona mangrove payau terdapat aktivitas pembersihan lahan untuk penanaman mangrove jenis *Rhizophora* (Muzaki, et al., 2012).

2.7.2 Mangrove Lembung Paseser

Mangrove Lembung Paseser secara geografis terletak di antara $6^{\circ}52'-6^{\circ}53'$ LS dan $112^{\circ}59'-113^{\circ}01'$ dan secara administratif terletak di Desa Lembung Paseser Kecamatan Sepulu Kabupaten Bangkalan, Madura. Luas lahan mangrove Lembung Paseser pada tahun 2014 mencapai 93,8 dengan kerapatan ≥ 1500 pohon/ha mencapai 56,09 ha; 1000-1500 pohon/ha mencapai 7,7 ha; dan <1000 pohon/ha mencapai 30,02 ha. Ketebalan mangrove Lembung Paseser mencapai 513-895,6 m. Zonasi mangrove di Lembung Paseser membentuk tiga tipe zonasi, yaitu *fringe mangrove forest* (mangrove tepi), *riverine mangrove forest* (mangrove sungai), dan *basin mangrove forest* (mangrove basins). Zona mangrove tepi didominasi oleh *Sonneratia alba*, *Rhizophora stylosa*, dan *Rhizophora apiculata* dengan tinggi pohon mencapai 10-30 m. Zona mangrove sungai didominasi oleh *Rhizophora stylosa*, *Nypa fruticans*, dan *Avicenniamarina* dengan pohon bisa mencapai 35 m. Zona mangrove basin didominasi oleh *Ceriops spp.*, *Avicennia marina*, dan *Rhizophora apiculata*. Pesisir Lembung Paseser memiliki 34 spesies mangrove, yaitu 17 spesies mangrove sejati dan 17 spesies mangrove asosiasi. Dari 34 jenis tercatat 2 jenis berstatus mendekati terancam punah (*near*

threatened) berdasarkan IUCN yaitu *Aegiceras floridum* dan *Ceriops decandra*. Mangrove di Lembung passer yang merupakan bekas lahan pertambakan hutan memiliki berbagai ancaman pencemaran, diantaranya adalah sampah domestik dan yang terbawa oleh arus, limbah budidaya perikanan, serta potensi dari laut yang diakibatkan oleh aktivitas pelayaran dan pertambangan (Satryono, *et al.*, 2019).



Gambar 2. 5 Mangrove Lembung Paseser, Madura (Sumber: Satryono, *et al.*, 2019)

,

BAB III

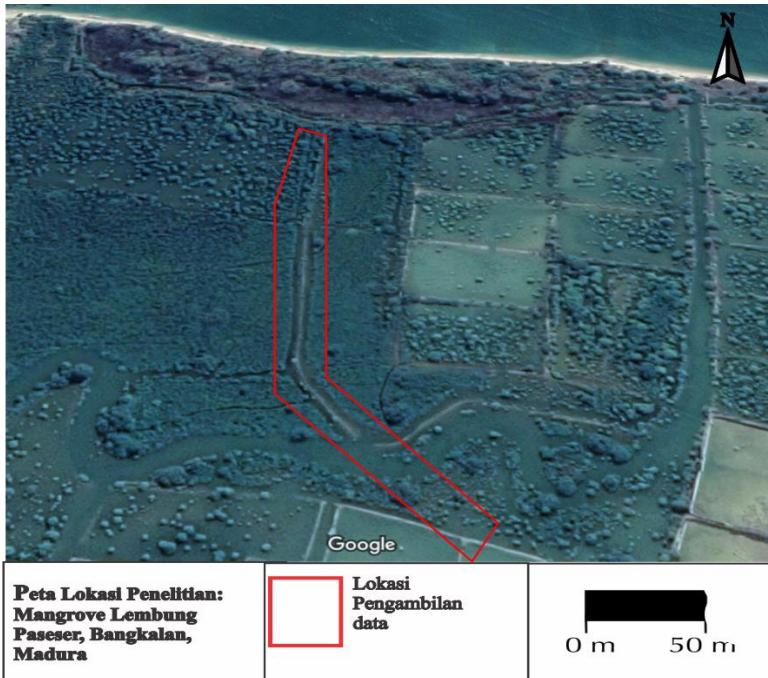
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Bulan Juni 2019-Maret 2020. Pengambilan data lapangan berupa data sedimen, kerusakan daun, dan sampel daun untuk uji kandungan kimiawi yang diambil setiap bulan sekali di Mangrove Lembung Paseser, Madura dan Mangrove Wonorejo, Surabaya. Pengukuran luas area daun yang rusak dilakukan di Laboratorium Ekologi, Departemen Biologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Sedangkan pengujian kandungan kimiawi daun yang meliputi polifenol, lignin, fosfor, kadar air, dan serat kasar dilakukan di Laboratorium Tanah, Jurusan Tanah, Universitas Brawijaya Malang dan Laboratorium Gizi, Departemen Gizi, Universitas Airlangga Surabaya. Sedangkan pengujian tanah lengkap sedimen dilakukan di Laboratorium Tanah, Departemen Tanah, Universitas Brawijaya Malang.



Gambar 3. 1 Lokasi Pengambilan Daun *R. apiculata* Wonorejo, Surabaya (Sumber: Google Earth, 2019).



Gambar 3. 2 Lokasi Pengambilan Daun *R. apiculata* Lembung Paseser Madura (Sumber: Google Earth, 2019).

3.2 Penentuan Karakteristik Sedimen

Sampel sedimen diambil menggunakan *soil sampler* sampai kedalaman \pm 30 cm. Sedimen diambil sebanyak tiga sampel di area sekitar tumbuhan yang diambil data kerusakan daunnya. Sampel sedimen yang sudah diambil dimasukkan ke dalam plastik dan disimpan di dalam kulkas untuk diuji total sedimen di Laboratorium Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Data parameter fisik sedimen yang diambil berupa salinitas air. Salinitas air diukur menggunakan *refractometer*.

Karakteristik sedimen yang diukur adalah kandungan C organik, nitrogen (N), fosfor (P), Penentuan organik tanah C

sedimen dilakukan dengan menggunakan metode *Walkey and Black*. Nitrogen dalam sedimen ditentukan dengan metode *Kjeldhal* yaitu dengan cara ekstraksi Se dan H₂SO₄. Ekstrak sedimen dianalisis dengan metode klorimetri menggunakan spektrofotometer untuk menentukan kandungan P dalam sedimen (Nugroho dan Junaidi, 2019).

3.3 Pengukuran Tingkat Herbivori

3.3.1 Pengambilan Sampel Daun Rusak

Daun yang diambil merupakan daun yang rusak akibat serangan serangga. Pengambilan sampel daun di lapangan dilakukan dengan mengamati morfologi secara langsung. Kategori kerusakan daun dibatasi dengan adanya bekas herbivori, yaitu hilangnya sebagian luasan daun akibat gigitan atau pelubangan (Septyaningsih, 2014). Sampel daun rusak diambil pada dua kategori pertumbuhan, yaitu pohon dan pancang. Daun rusak diambil secara acak sebanyak 18 pengulangan dimana daun diambil 3 individu *Rhizophora apiculata* masing-masing diambil daun yang rusak sebanyak 6 helai. Daun yang rusak diambil pada 3 individu *R. apiculata* yang mewakili *R. apiculata* yang mengalami kerusakan daun akibat serangan serangga. Daun yang sudah diambil dimasukkan dalam plastik *ziplock* dan diberi label berdasarkan kategori pertumbuhan untuk dianalisis luas kerusakan dan persentase herbivori menggunakan *scanner* dan aplikasi *ImageJ* di laboratorium Ekologi.

3.3.2 Pengukuran Kerusakan Daun

Sampel daun rusak yang sudah diambil, di-*scan* menggunakan *scanner* untuk mengetahui luas area daun yang hilang. Hasil gambar daun dari *scanning* diolah menggunakan *software ImageJ* agar didapatkan data luas area daun yang rusak dan luas daun imaginer sehingga bisa dihitung persentase luas daun yang hilang.

Perhitungan persentase luas daun yang hilang adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ herbivori} = \frac{(PLA - ALA)}{PLA} \times 100\%$$

dimana:

PLA = Luasan daun imaginer

ALA = Luasan daun tersisa

(Khusna, 2008 dalam Septyaningsih, 2014)

Taksiran luas daun yang dimakan serangga didapatkan dari selisih luas daun imaginer (PLA) dengan luas daun rusak yang tersisa (ALA). Cooke, *et al.* (1984) dan Pribadi (1998) dalam Septyaningsih (2014) membagi tingkat herbivori ke dalam delapan kelas kerusakan sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Kelas Kerusakan Daun

Kelas Kerusakan	
I	<2,5%
II	2,5-5%
III	5,1-10%
IV	10,1-20%
V	20,1-40%
VI	40,1-60%
VII	60,1-80%
VIII	>80%

3.4 Penentuan Kandungan Kimiawi Daun

3.4.1 Pengukuran Kadar Nitrogen Daun

Pengukuran kadar nitrogen daun dilakukan secara langsung pada daun utuh di pohon (tanpa dipetik) dengan menggunakan alat klorofilometer/SPAD (*Soil Plant Analysis Development*). SPAD merupakan alat untuk mengukur klorofil daun yang dinyatakan dalam satuan unit. Penggunaan alat SPAD dapat memudahkan dalam pengukuran tingkat kehijauan daun yang disebabkan oleh kandungan klorofil daun. Klorofil adalah salah satu faktor untuk menentukan status nitrogen daun (Prabowo, 2018). Nilai nitrogen didapatkan dengan dari hasil

perhitungan regresi nilai SPAD dengan pasokan nitrogen daun sehingga didapatkan formula berikut:

$$N = 19,825 + \frac{\text{nilai SPAD} - 22,07}{10,1638}$$

(Reis, 2008).

3.4.2 Pengambilan Sampel Daun Uji

Sampel daun untuk uji karakteristik kimiawi diambil pada *R. apiculata* pada kategori pertumbuhan pohon dan pancang yang tumbuh disekitar area *R. apiculata* digunakan sebagai sampel pengambilan kerusakan daun. Daun diambil sebanyak 250 g kemudian ditimbang di laboratorium masing-masing 50 g untuk uji kadar air dan fosfor, uji polifenol dan lignin, serta uji serat kasar yang dilakukan di Laboratorium Gizi, Departemen Gizi, Universitas Airlangga, Surabaya.

3.4.3 Uji Kadar Senyawa Polifenol Daun

Uji kadar senyawa polifenol pada daun menggunakan metode pereaksi *Folin Ciocalteu*. Penetapan kadar polifenol menggunakan pembanding larutan standar asam galat (Pourmorad, 2006). Asam galat sebanyak 50 mg dilarutkan dengan etanol hingga 100 ml. Larutan standar asam galat dibuat seri konsentrasi, 80, 100, 120, 140, 160, 180, dan 200 ppm. Sebanyak 0,5 ml dari masing-masing konsentrasi larutan standar asam galat ditambah dengan 5 ml pereaksi *Folin Ciocalteu* (1:10) dan 4 ml natrium karbonat 1 M. campuran dibiarkan sebanyak 15 menit. Salah satu konsentrasi larutan standar asam galat diambil dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 701 nm kemudian dibuat kurva standar asam galat.

Penetapan kadar polifenol total dalam sampel dilakukan dengan cara melarutkan 30 mg sampel uji dalam 10 ml etanol sehingga diperoleh larutan sampel sebanyak 3000 ppm. Sebanyak 0,5 ml larutan sampel uji ditambahkan dengan 5 ml pereaksi *Folin Ciocalteu* (1:10) dan 4 ml natrium karbonat 1 M. Campuran dibiarkan selama 15 menit kemudian absorbansi diukur

menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 701 nm. Polifenol total dihitung dengan menggunakan persamaan regresi dari kurva kalibrasi asam galat yang telah diukur sebelumnya.

3.4.4 Uji Kadar Lignin Daun

Penetapan kadar lignin dalam daun menggunakan metode *datta* (Chesson, 1981). Sampel daun dikeringkan dengan oven. Sampel kering daun sebanyak 1 g (berat a) ditambahkan 1 ml aquades dan direfluk pada suhu 100°C dengan *water bath* selama 1 jam kemudian hasilnya disaring. Residu yang dihasilkan dicuci dengan air panas 300 ml. Residu kemudian dikeringkan dengan oven sampai beratnya konstan dan kemudian ditimbang. Residu ditambah 150 ml H₂SO₄ 1 N, kemudian direfluk dengan *water bath* selama 1 jam pada suhu 100°C. Hasilnya disaring dan dicuci sampai netral (300 ml) dan residunya dikeringkan hingga beratnya konstan lalu ditimbang. Residu kering ditambahkan 100 ml H₂SO₄ 72% dan direndam pada suhu kamar selama 4 jam lalu ditambahkan 150 ml H₂SO₄ 1 N dan direfluk pada suhu 100°C dengan *water bath* selama 1 jam pada pendingin balik. Residu disaring dan dicuci dengan aquades sampai netral (400 ml). residu kemudian dipanaskan dengan oven pada suhu 105°C sampai beratnya konstan dan ditimbang (berat d). Selanjutnya residu diabukan (berat e).

Perhitungan kadar lignin menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar Lignin} = \frac{(d - e)}{a} \times 100\%$$

Dimana;

d = berat residu setelah dikeringkan pada suhu 105°C (berat d)

e = berat abu (berat e)

a = sampel kering daun sebanyak 1 g (berat a)

3.4.5 Uji Serat Kasar Daun

Sampel daun dihaluskan dan disaring pada saringan dengan diameter 1 mm kemudian diaduk. Sampel kemudian

ditimbang sebanyak 2 g untuk diekstraksi lemak sampel dengan metode *Soxhlet*. Sampel yang telah diekstrak lemaknya dipindahkan ke dalam erlenmeyer 600 ml lalu ditambahkan 200 ml H₂SO₄ 1,25% yang panas dan ditutup dengan pendingin balik kemudian dipanaskan selama 30 menit dengan sesekali digoyangkan. Suspensi yang terbentuk disaring melalui kertas saring. Residu yang tertinggal dalam erlenmeyer dicuci dengan air mendidih, residu dalam kertas saring dicuci sampai air cucian tidak bersifat asam lagi (air cucian diuji dengan kertas lakmus). Residu dari kertas saring dipindahkan kembali secara kuantitatif ke dalam erlenmeyer dengan spatula. Sisanya dicuci kembali dengan 200 ml larutan NaOH 1,25% mendidih sampai semua residu masuk ke dalam erlenmeyer. Residu dididihkan dengan pendingin balik selama 30 menit sambil sesekali digoyangkan. Residu disaring kembali melalui kertas saring yang telah diketahui beratnya sambil dicuci dengan larutan K₂SO₄ 10%. Residu dicuci lagi dengan air mendidih kemudian dicuci dengan alkohol 95% sebanyak 15 ml. Kertas saring dikeringkan pada oven 110°C sampai beratnya konstan selama 1-2 jam, kemudian kertas saring didinginkan dalam desikator dan ditimbang serta dikurangi dengan berat asbes. Perhitungan serat kasar adalah sebagai berikut:

$$\text{Serat Kasar} = \frac{\text{Berat Residu (gram)} \times 100\%}{\text{Berat Sampel (gram)}}$$

3.4.6 Uji Kadar Fosfor Daun

Uji kadar fosfor daun dilakukan dengan cara membuat kurva standar P terlebih dahulu. Larutan kerja P 10 mg/L dimasukkan ke dalam labu ukur 25 ml sebanyak 0,25 ml; 0,5 ml; 0,75 ml; 1 ml; dan 1,25 ml. Larutan ditambahkan aquademineral hingga setengahnya lalu ditambahkan 2,5 ml ammonium vanadate dan 2,5 ml ammonium molibdat ke dalam masing-masing labu lalu diencerkan dengan aquademineral hingga tanda batas dan dihomogenkan. Masing-masing larutan standar diukur

absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400 nm.

Pengukuran kadar fosfor pada sampel dilakukan dengan cara sebanyak 1 g sampel halus dimasukkan ke dalam beaker, ditambahkan 20-30 ml HNO₃ (pa) dan dipanaskan sampai mendidih selama 30-45 menit lalu ditambahkan 10-20 ml HClO₄ (pa) dan dipanaskan sampai mendidih, ditambahkan 50 ml air dan dididihkan, lalu sampel diletakkan ke dalam labu ukur 500 ml dengan akuades. Filtrat disaring dan diambil sebanyak 12,5 ml ke labu ukur 25 ml lalu ditambah pereaksi ammonium vanadate sebanyak 2,5 ml, absorbansinya diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400 nm.

3.4.7 Uji Kadar Air Daun

Penetapan kadar air dalam daun dilakukan menggunakan metode oven dengan prinsip sampel dikeringkan dalam oven bersuhu 100°C-102°C sampai diperoleh berat yang tetap. Cawan kosong dan tutupnya dikeringkan dalam oven selama 10 menit kemudian didinginkan dalam desikator selama 10 menit kemudian ditimbang (=W₀ gram). Sebanyak 5 g sampel ditimbang dalam cawan tersebut, sampel disebarluaskan secara merata (=W₁ gram). Cawan beserta isi dan tutupnya dioven selama 6 jam. Cawan beserta isi diangkat dari oven dan didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang (= W₂ gram). Cawan beserta isinya dikeringkan kembali di oven sampai diperoleh bobot tetap. Perhitungan kadar air adalah sebagai berikut:

$$\text{Kadar Air (\% Water Basis)} = \frac{W_1 - (W_2 - W_0)}{W_1} \times 100\%$$

3.5 Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini adalah menggunakan deskripsi kuantitatif. Deskripsi kuantitatif dilakukan dengan bantuan *software Microsoft excel* dan SPSS 16. Untuk

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Faktor Lingkungan Mangrove di Lokasi Penelitian

Pertumbuhan mangrove dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Rahmania, *et al.*, 2018). Nutrien dalam sedimen dan faktor lingkungan seperti salinitas, tipe dan tekstur sedimen merupakan kunci utama yang mempengaruhi nutrisi pada mangrove (Alongi, 2018).

Tabel 4. 1 Karakteristik Sedimen pada Kawasan Mangrove Wonorejo, Surabaya dan Lembung Paseser, Madura.

Karakteristik sedimen	Wonorejo	Lembung Paseser
	Rata-Rata (\pm SD)	Rata-Rata (\pm SD)
Salinitas (%)	7,67 \pm 0,58	33,67 \pm 3,51
C organik (%)	1,6 \pm 0,35	1,06 \pm 0,23
Nitrogen (%)	0,16 \pm 0,01	0,008 \pm 0,02
C/N	10 \pm 2,65	13,67 \pm 2,51
Fosfor (mg/kg)	59,7 \pm 13,99	9,29 \pm 4,29
Tekstur (%):		
(i) Pasir	1,33 \pm 0,58	16,67 \pm 10,59
(ii) Debu	33,33 \pm 4,51	26,33 \pm 8,5
(iii) Lempung	65,33 \pm 4,04	57 \pm 11,35

Habitat mangrove yang berbeda memungkinkan adanya perbedaan kondisi lingkungan. Berdasarkan **Tabel 4.1**, mangrove Wonorejo dan Lembung Paseser memiliki kondisi lingkungan yang berbeda dilihat dari karakteristik sedimen yang diamati. Salinitas sedimen mangrove Lembung Paseser lebih tinggi dibandingkan dengan Wonorejo. Rata-rata salinitas sedimen di Lembung Paseser adalah 33,67% sedangkan di Wonorejo 7,67%. Habitat mangrove Wonorejo dan Lembung Paseser merupakan habitat yang baik untuk pertumbuhan mangrove *Rhizophora apiculata*. Berdasarkan zona salinitas, kawasan mangrove Wonorejo termasuk zona salinitas rendah atau *oligohaline* yaitu zona yang memiliki salinitas rata-rata 5-15% sedangkan

mangrove Lembung Paseser termasuk zona salinitas tinggi atau *Polyhaline* yaitu zona yang memiliki salinitas rata-rata >25‰ (Barik, *et al.*, 2017). Menurut Alwikdado, *et al* (2014), salinitas optimum yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mangrove adalah 10-30‰ (Alwikdado, *et al.*, 2014), untuk spesies dari genus *Rhizophora* sendiri memiliki mampu hidup pada salinitas relatif tinggi (Pramudji, 2001) *Rhizophora* juga mampu tumbuh dan bertahan pada kondisi salinitas rendah, sedang, maupun tinggi (Kodikara, *et al.*, 2017).

Tabel 4.1 juga menunjukkan perbedaan pada kandungan bahan organik sedimen habitat mangrove Wonorejo dan Lembung Paseser. Mangrove Wonorejo kaya akan bahan organik dibandingkan dengan Mangrove Lembung Paseser. Kandungan bahan organik sedimen sering diukur sebagai total C organik. Rasio C organik terhadap total nitrogen digunakan sebagai indikator sumber bahan organik (Yuan, *et al.*, 2017). Kandungan C organik mangrove Wonorejo memiliki rata-rata sebesar 1,6 %, rata-rata kandungan nitrogen sebesar 0,16%, dan nilai C/N adalah 10 sedangkan mangrove Lembung Paseser memiliki rata-rata kandungan C organik pada sedimen hanya 1,06%, rata-rata nitrogen sebesar 0,08%, dan nilai C/N adalah 13,67. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi pengayaan nutrisi pada kedua habitat mangrove tersebut. Menurut Khan (2019) C/N digunakan sebagai indikator pengambilan nitrogen yang mana jika C/N kurang dari 18 menunjukkan bahwa adanya pengayaan nutrisi pada suatu area. C/N menunjukkan laju dekomposisi atau proses mineralisasi bahan organik (Swangjang, 2015). Rasio C/N pada sedimen Mangrove Wonorejo dan Lembung Paseser kurang dari 20, menurut Swangjang (2015) proses mineralisasi terbesar terjadi ketika rasio C/N adalah 25 apabila rasio C/N <20 menunjukkan bahwa nitrogen dilepaskan pada tahap awal mineralisasi. Semakin tinggi aktivitas organisme pada proses dekomposisi bahan organik menyebabkan C organik berkurang karena pelepasan CO₂ sementara kadar total nitrogen akan mengalami peningkatan. Peningkatan total nitrogen menyebabkan penurunan rasio C/N.

Sedimen yang kaya akan bahan organik baik untuk fiksasi nitrogen, fiksasi nitrogen pada mangrove ini merupakan sumber nitrogen yang bagi mangrove (Reef, *et al.*, 2010). Nitrogen dan C organik sendiri merupakan nutrien yang dibutuhkan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas (Khan, 2018).

Selain C dan N, fosfor merupakan nutrien pembatas pertumbuhan mangrove (Alongi, 2011). Berdasarkan **Tabel 4.1** kandungan fosfor pada Mangrove Wonorejo juga lebih tinggi dibandingkan dengan Lembung Paseser. Rata-rata kandungan fosfor di Wonorejo sebesar 59,68 mg/kg sedangkan di Lembung Paseser hanya 9,29 mg/kg. Hal menunjukkan bahwa Mangrove Wonorejo memiliki habitat yang kaya akan fosfor apabila dibandingkan dengan habitat Mangrove Lembung Paseser. Fosfor diserap tanaman mangrove dalam bentuk organik untuk pertumbuhan. Menurut penelitian Sahoo *et al* (2017) kandungan fosfor lebih banyak terdapat pada daerah berlumpur yang memiliki kandungan lempung atau tanah liat lebih tinggi dibandingkan dengan tanah liat berpasir. Hal ini memungkinkan fosfor paling banyak pada Mangrove Wonorejo karena tekstur sedimennya mengandung banyak lempung dan mengandung sedikit pasir jika dibandingkan dengan Lembung Paseser.

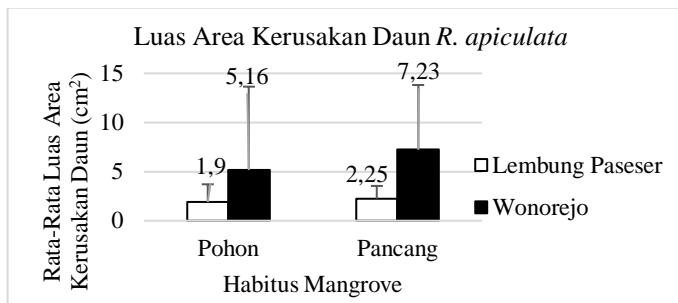
Tekstur sedimen pada habitat Mangrove Wonorejo dan Lembung Paseser tinggi akan lempung yaitu masing-masing sebesar 65,33% dan 57 % sedangkan kandungan pasir pada Mangrove Wonorejo sebesar 1,33% lebih sedikit apabila dibandingkan dengan kandungan pasir pada sedimen Lembung Paseser yaitu sebesar 16,67%. Jenis dan tekstur sedimen merupakan salah satu faktor lingkungan yang berperan dalam kandungan nutrisi mangrove (Alongi, 2018).

Berdasarkan hasil data pada **Tabel 4.1** tersebut dapat disimpulkan bahwa mangrove Wonorejo memiliki kondisi habitat yang lebih baik untuk pertumbuhan mangrove jika dibandingkan dengan Lembung Paseser. Hal ini dikarenakan habitat Mangrove Wonorejo memiliki salinitas yang cukup untuk pertumbuhan mangrove dan kaya akan nutrisi karena kandungan bahan organik,

nitrogen, dan fosfor yang tinggi serta memiliki kandungan tekstur tanah liat pada sedimen yang tinggi pula.

4.2 Tingkat Herbivori *Rhizophora apiculata*

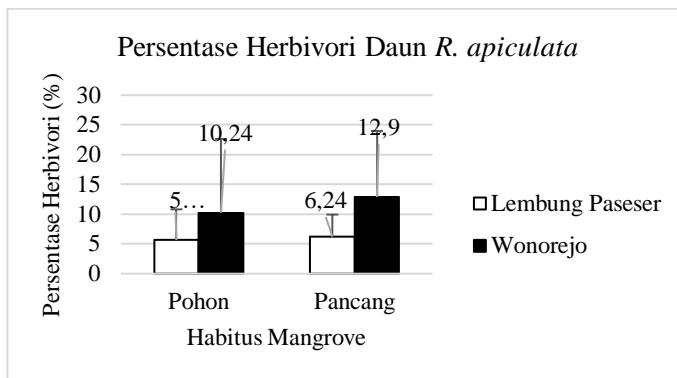
Berdasarkan hasil penelitian tingkat herbivori pada daun *R. apiculata* di kawasan Mangrove Wonorejo Surabaya dan Lembung Paseser Madura diperoleh hasil yang ditunjukkan pada **Gambar 4.1** dan **4.2**:



Gambar 4. 1 Grafik Luas Area Kerusakan Daun *R. apiculata*. pada habitus pohon dan pancang di kawasan Mangrove Wonorejo dan Lembung Paseser.

Hasil penelitian terhadap luas area kerusakan daun dan persentase herbivori daun *R. apiculata* pada **Gambar 4.1** dan **4.2** menunjukkan bahwa tingkat herbivori paling tinggi terjadi di Mangrove Wonorejo daripada di Lembung Paseser. Tingkat herbivori juga paling banyak terjadi pada kategori pertumbuhan pancang. Berdasarkan hasil analisis Kruskal-Wallis, luas area kerusakan daun *R. apiculata* pada kedua lokasi penelitian menunjukkan perbedaan yang signifikan dimana luas area kerusakan daun paling tinggi terjadi di mangrove Wonorejo ($p=0,0001$) namun luas area kerusakan daun akibat serangan herbivori pada kategori pertumbuhan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dimana luas area kerusakan pancang lebih tinggi daripada pohon ($p=0,001$). Persentase herbivori berbeda secara signifikan pada kedua lokasi penelitian yang

berbeda dimana persentase herbivori paling tinggi juga terjadi di Kawasan Mangrove Wonorejo ($p=0,011$) begitu juga pada kategori pertumbuhan pohon dan pancang dimana persentase herbivori pancang lebih tinggi daripada pohon ($p=0,002$).



Gambar 4. 2 Grafik Tingkat Herbivori Daun *R. apiculata* pada habitus pohon dan pancang di kawasan Mangrove Wonorejo dan Lembung Paseser

Tingkat herbivori di Wonorejo lebih tinggi yaitu total rata-rata sebesar 11,57% sedangkan di Madura 5,95%. Tingkat herbivori di Wonorejo termasuk dalam kategori tinggi sedangkan pada Lembung Paseser masuk dalam kategori tingkat herbivori yang rendah. Berdasarkan pembagian tingkat herbivori oleh Cooke, *et al.* (1984) dan Pribadi (1998) tingkat herbivori di Wonorejo termasuk dalam kelas kerusakan daun tingkat IV (10,1-20%) sedangkan Lembung passer termasuk dalam kelas kerusakan tingkat III (5,1-10%). Pada penelitian tingkat herbivori *R. apiculata* yang sudah dilakukan, Pribadi (1998) melaporkan bahwa tingkat herbivori *R. apiculata* di Bintuni, Papua sebesar 4,3%, area mangrove di Australia sebesar 5,3% (Robertson dan Duke, 1987), dan di kawasan mangrove Papua New Guinea sebesar 8,6% (Jonhstone, 1981). Pada penelitian herbivori pada mangrove spesies lainnya yang pernah dilakukan oleh Tong dan

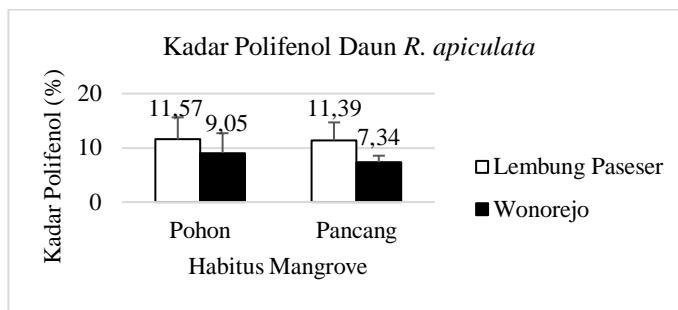
Morton (2006) melaporkan bahwa tingkat herbivori pada *Kandelia obovata* (Famili: Rhizophoraceae) di Hong Kong memiliki rata-rata 1,6-6,5% dimana diduga serangan herbivori pada daun tidak terlalu tinggi. Tingkat herbivori mangrove lebih banyak terdapat pada habitat yang memiliki salinitas rendah dan kandungan materi organik dalam sedimen yang tinggi, penelitian Tong dan Morton (2006) yang dilakukan di mangrove Mai Po dan Tingkok, Hongkong melaporkan bahwa *K. obovata* (Famili: Rhizophoraceae) secara signifikan mengalami kerusakan daun akibat herbivori paling tinggi di mangrove Mai Po dimana Mai Po memiliki karakteristik lingkungan yang tinggi akan bahan organik dan kandungan nitrogen serta salinitas rendah dibandingkan Ting Kok. Pada penelitian ini, habitat Wonorejo memiliki kondisi habitat yang kaya akan nitrogen (N), fosfor (P), dan karbon (C) organik. Hal ini diduga dapat mempengaruhi tingkat herbivori pada *R. apiculata*. Penelitian yang telah dilakukan Onuf (1977) dan Feller (1995) dalam Canicci (2008) melaporkan bahwa tingkat herbivori dan kerusakan daun meningkat secara signifikan pada area yang kaya akan nitrogen. Herbivori pada pohon *R. mangle* semakin meningkat saat diberi penambahan pupuk N, P, K. Habitat yang mengalami pengayaan nutrien mengalami peningkatan intensitas herbivori oleh serangga pelubang daun (Feller dan Chamberlain, 2007 dalam Reef, *et al.*, 2010).

Berdasarkan habitus mangrove, tingkat herbivori pada habitus pancang dan pohon berbeda signifikan ($P=0,011$) yang menunjukkan bahwa pada penelitian ini, tingkat herbivori dipengaruhi oleh habitus. Wonorejo memiliki rata-rata luas area kerusakan daun sebesar $5,16 \text{ cm}^2$ pada habitus pohon dan $7,23 \text{ cm}^2$ pada habitus pancang sehingga dengan rata-rata persentase herbivori pohon sebesar 10,24% dan pancang sebesar 12,9%. Lembung Paseser rata-rata luas kerusakan daun pada pohon sebesar $1,9 \text{ cm}^2$ dan pancang sebesar $2,25 \text{ cm}^2$ dengan rata-rata persentase herbivori pada pohon sebesar 5,66% dan pancang sebesar 6,24%. Pada penelitian yang sudah dilakukan oleh Pribadi (1998) menunjukkan bahwa tanaman *R. apiculata* dengan

ketinggian 1-5 m memiliki tingkat herbivori yang tinggi dibandingkan dengan semai (tinggi <1 m). Tumbuhan yang kanopinya lebih tinggi banyak memperoleh sinar matahari untuk fotosintesis sehingga lebih banyak memiliki kandungan nutirisi dan nitrogen lebih tinggi yang disukai serangga herbivora (Basset, 1991 dalam Septyaningsih, 2014).

4.3 Kandungan Kimiaiwi Daun *R. apiculata*

Karakter kimiaiwi daun yang diuji meliputi kandungan senyawa metabolit sekunder (lignin dan polifenol) sebagai antiherbivori, senyawa penolak atau *deterrant* (serat kasar), dan nutrien daun (air, fosfor, dan nitrogen).

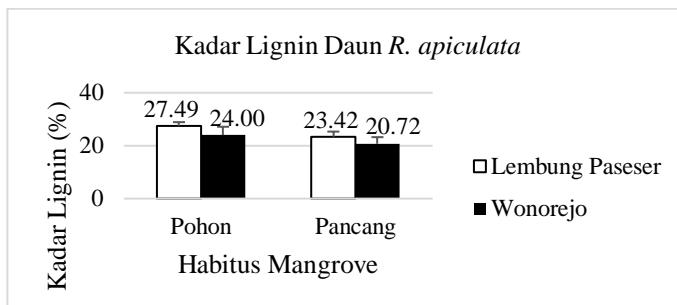


Gambar 4. 3 Grafik Rata-Rata Kadar Polifenol Daun *R. apiculata*.

Hasil penelitian terhadap kandungan metabolit sekunder daun *R. apiculata* pada **Gambar 4.3** menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada kadar polifenol daun antara Mangrove Wonorejo dan Lembung Paseser. Kadar polifenol paling banyak pada daun *R. apiculata* di Lembung Paseser daripada di Wonorejo. Hasil Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan kadar polifenol pada kedua lokasi penelitian ($p=0,06$) dimana kadar polifenol daun di Lembung Paseser lebih tinggi sedara signifikan dibanding di Wonorejo.

Berdasarkan habitus pertumbuhan, tidak ada perbedaan yang signifikan antara habitus pohon dengan pancang ($p=0,537$). Daun *R. apiculata* di Lembung Paseser memiliki rata-rata kadar polifenol sebesar 11,57% pada habitus pohon dan pancang sebesar 11,39%. Wonorejo memiliki rata-rata kadar polifenol pada habitus pohon dan pancang masing-masing sebesar 9,05% dan 7,34%. Polifenol merupakan senyawa racun bagi serangga dan berperan sebagai *feeding deterrent* (War, *et al.*, 2012). Kandungan polifenol daun *R. apiculata* di Lembung Paseser lebih tinggi diduga dikarenakan habitat Lembung Paseser yang memiliki kadar salinitas tinggi. Hal ini sama dengan hasil penelitian Nurchayati, *et al* (2018) yang mengatakan bahwa *Rhizophora* merupakan salah satu mangrove yang tumbuh pada lingkungan yang cenderung salin (asin) sehingga tinggi akan kandungan polifenol. Burrows (2003) melaporkan bahwa pada lingkungan yang salin, *R. stylosa* mengandung banyak senyawa fenolik untuk mencegah dan mengurangi serangan herbivora. Tong dan Morton (2006) juga melaporkan bahwa pada lingkungan yang kekurangan nutrien dan sangat salin, tumbuhan mencegah hilangnya biomassa akibat herbivora melalui pertahanan fisik dan kimia. Selain itu, tumbuhan yang hidup pada area yang rendah nutrisi kurang memiliki kemampuan untuk mengganti kehilangan jaringan fotosintesis akibat herbivori sehingga harus mengumpulkan sumber daya dengan mengeluarkan senyawa anti herbivori (Coley, *et al.*, 1985 dalam da Silva, *et al.*, 2017). Pada kondisi salinitas yang tinggi, tumbuhan melakukan biosintesis senyawa fenolik untuk mencegah kerusakan sel yang disebabkan oleh meningkatnya tingkat ROS (*reactive oxygen species*) akibat salinitas lingkungan yang tinggi, yang mana senyawa fenolik yang dihasilkan ini juga berfungsi untuk pertahanan terhadap herbivori (Jithesh, *et al.*, 2006, Petridis, *et al.*, 2012 dalam da Silva, *et al.*, 2015). Keberagaman kadar dan kualitas polifenol juga dipengaruhi oleh bentuk pertahanan terhadap serangga dan herbivora (Kandil, 2004). Kadar polifenol paling banyak terdapat pada daun yang

lebih muda dibandingkan dengan daun yang sudah tua. Sintesis senyawa fenolik dimulai pada usia daun muda kemudian akan berkurang pada saat daun bertambah tua (Goncalves-Alvim, *et al.*, 2011).

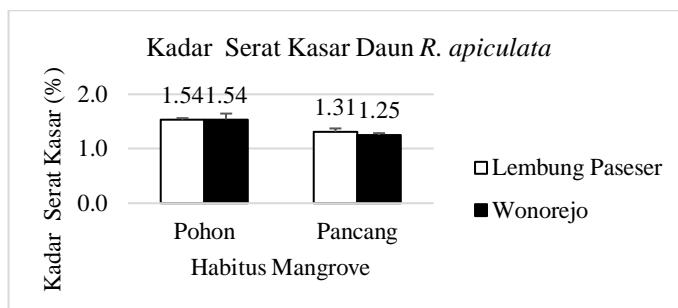


Gambar 4.4 Grafik Rata-Rata Kadar lignin Daun *R. apiculata*

Rata-rata kadar lignin daun *R. apiculata* di Lembung Paseser lebih banyak dibandingkan dengan di Wonorejo. Selain itu kadar lignin paling banyak terdapat pada habitus pohon daripada habitus pancang. Berdasarkan hasil analisis Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan kadar lignin baik di Mangrove Wonrejo dan Lembung Paseser ($p=0,002$) maupun habitus yang berbeda pula ($p=0,003$). Daun *R. apiculata* di Lembung Paseser memiliki rata-rata kadar lignin 27,49% pada habitus pohon dan 23,42% pada habitus pancang sedangkan rata-rata kadar lignin daun *R. apiculata* di Wonorejo pada habitus pohon sebesar 24% dan 20,07% pada habitus pancang. Kadar lignin paling banyak di daun *R. apiculata* Lembung Paseser dimana kondisi lingkungannya lebih salin dibandingkan dengan Wonorejo. Hal ini menunjukkan daun *R. apiculata* di Lembung Paseser lebih tebal. Pada lingkungan yang salin, tumbuhan memiliki kandungan lignin yang lebih tinggi dan mengalami lignifikasi sehingga mengalami penebalan sel (Shafi dan Zahoor, 2019). Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa kadar lignin daun *R. apiculata* paling banyak ditemukan di habitus pohon. Hal tersebut menunjukkan bahwa daun pada

pohon *R. apiculata* memiliki tingkat pertahanan terhadap serangga lebih tinggi daripada daun pada pancang. Lignin berperan penting dalam pertahanan serangga dengan cara melakukan meningkatkan kekerasan daun dan mengurangi kandungan nutrisi daun sehingga aktivitas makan serangga herbivora berkurang, selain itu lignin dalam tubuh serangga mengurangi laju reproduksi serangga (Johnson *et al.*, 2009, Barakat *et al.*, 2010 dalam War, *et al.*, 2012).

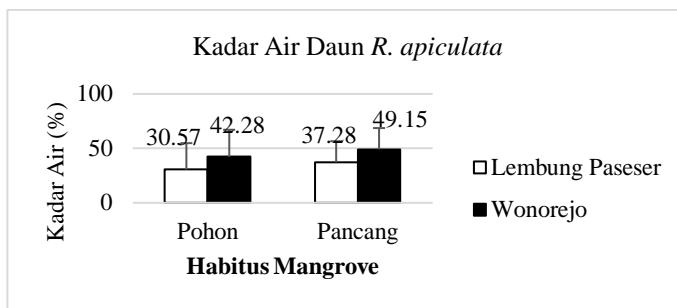
Hasil penelitian terhadap kandungan serat kasar daun *R. apiculata* pada **Gambar 4.5** menunjukkan bahwa kandungan serat kasar habitus pohon lebih tinggi dibandingkan dengan habitus pancang di kedua lokasi penelitian. Berdasarkan analisis Kruskal-Wallis, terdapat perbedaan kandungan serat kasar daun yang signifikan di habitus pohon dan pancang ($p=0,0001$) sedangkan kandungan serat kasar pada habitat Lembung Paseser dan Wonorejo tidak memiliki perbedaan yang signifikan ($p=0,261$).



Gambar 4. 5 Grafik Rata-Rata Kadar Serat Kasar Daun *R. apiculata*.

Daun pada habitus pohon *R. apiculata* di Wonorejo dan Lembung Paseser memiliki kandungan serat kasar yang sama yaitu sebesar 1,54% sedangkan pada kategori pancang kandungan serat kasar daun di Wonorejo sebesar 1,31% dan di Lembung Paseser sebesar 1,25%. Hal ini menunjukkan bahwa habitus

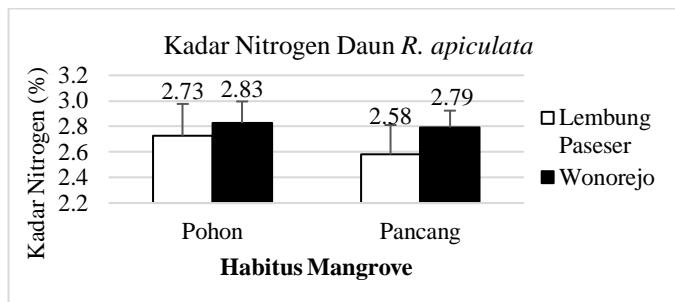
pancang lebih rentan terhadap herbivori daripada pohon dikarenakan kandungan serat kasar sebagai *feeding deterrent*. Kandungan serat kasar daun dikenal sebagai penghalang aktivitas herbivori oleh predator dan parasit (Nascimento, *et al.*, 2017). Pada penelitian yang dilakukan oleh Tong dan Morton (2006) menunjukkan kandungan serat tertinggi terdapat pada daun yang sudah tua di habitat mangrove Mai Po dan Ting Kok, Hong Kong. Daun yang sudah tua memiliki kandungan serat kasar lebih tinggi dibandingkan dengan daun muda sehingga daun muda lebih disukai serangga untuk dikonsumsi (Cooke, *et al.*, 1984 dalam Septyaningsih, *et al.*, 2014).



Gambar 4. 6 Grafik Rata-Rata Kadar Air Daun *R. apiculata*.

Kadar air daun paling banyak terdapat pada habitus pohon daripada pancang. Kadar air pada daun juga terdapat pada *R. apiculata* yang tumbuh di Wonorejo daripada di Lembung Paseser. Kadar air daun pada habitus pohon sebesar 42,28% dan pancang sebesar 49,15% di Wonorejo sedangkan kadar air daun *R. apiculata* di Lembung Paseser sebesar 30,57% pada habitus pohon dan 37,28% pada habitus pancang. Berdasarkan hasil analisis Kruskal-Wallis, terdapat perbedaan yang signifikan pada habitat yang berbeda dimana kadar air daun *R. apiculata* lebih tinggi di Wonorejo ($p=0,007$). Perbedaan kadar air dalam daun di kedua lokasi ini bisa diduga karena perbedaan faktor lingkungan. Kadar air daun *R. apiculata* di Lembung Paseser lebih rendah dibandingkan dengan Wonorejo diduga karena habitat Lembung

Paseser memiliki salinitas yang lebih tinggi dibandingkan di Wonorejo. Kadar air pada habitus pancang lebih besar dibandingkan dengan habitus pohon namun berdasarkan analisis Kruskal-Wallis perbedaan tersebut tidak signifikan ($p=0,173$). Secara umum, kadar air dalam daun mangrove relatif lebih rendah karena memiliki habitat yang memiliki salinitas lebih tinggi (Ridlo, et al., 2017). Habitat mangrove yang memiliki salinitas tinggi menyebabkan daun kekurangan air (Biber, 2006). Rata-rata persentase kadar air tumbuhan pada habitat yang salinitasnya rendah secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan tumbuhan yang hidup di habitat dengan salinitas sedang dan tinggi (Lambs, et al., 2008, Wie, et al., 2013 dalam Kodikara, et al., 2017). Selain itu, pada penelitian Kodikara et al (2017) melaporkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan kadar air antara salinitas rendah dan tinggi. Hal ini diasumsikan bahwa spesies tersebut merupakan spesies yang toleran terhadap salinitas yang tinggi (Jayatissa, et al., 2008). Kadar air pada kategori pertumbuhan juga berbeda, menurut Setyaningsih (2014), daun muda memiliki kadar air yang banyak daripada daun yang sudah tua.



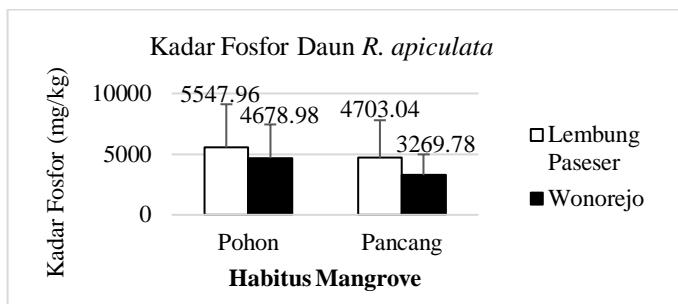
Gambar 4. 7 Grafik Rata-Rata Kadar Nitrogen Daun *R. apiculata*

Hasil penelitian terhadap kadar nitrogen daun *R. apiculata* pada **Gambar 4.7** menunjukkan bahwa kadar nitrogen pada daun paling banyak terdapat di habitat Mangrove Wonorejo daripada di Lembung Paseser. Mangrove Wonorejo memiliki

rata-rata kadar nitrogen pada daun sebesar 4,24% pada habitus pohon dan 4,13% pada habitus pancang sedangkan di Lembung Paseser kadar nitrogen pada habitus pohon sebesar 3,98% dan 3,29% pada habitus pancang. Berdasarkan hasil analisis Kruskal-Wallis, terdapat perbedaan kadar nitrogen yang signifikan pada kedua lokasi penelitian ($p=0,0001$) dan kategori pertumbuhan yang berbeda ($p=0,015$). Kadar nitrogen paling banyak terdapat pada kategori pohon daripada pada kategori pancang. Hal ini diduga dikarenakan pohon memiliki kanopi yang lebih tinggi sehingga lebih mudah untuk berfotosintesis dan mengandung banyak nitrogen. Menurut Bassett (1991) dalam Septyaningsih (2014), tumbuhan yang memiliki kanopi lebih tinggi akan memperoleh banyak sinar matahari sehingga kandungan nutrisi dan nitrogennya lebih tinggi. Pada penelitian ini, kandungan nitrogen daun *R. apiculata* di Wonorejo lebih tinggi dibandingkan di Lembung Paseser. Hal dikarenakan habitat Wonorejo yang memiliki nutrisi habitat yang lebih tinggi terutama nitrogen. Daun *R. mangle* yang tumbuh pada area yang rendah nutrien di dekat Fort Pierce, Florida secara signifikan mengandung persentase nitrogen yang rendah daripada pada habitat yang mengalami pengayaan nutrien yang tinggi oleh pupuk guano (Onuf, *et al.*, 1977 dalam Tong dan morton, 2006).

Hasil penelitian terhadap kadar fosfor pada daun *R. apiculata* pada **Gambar 4.8** menunjukkan bahwa kadar fosfor terbanyak pada habitat Mangrove Lembung Paseser pada habitus pohon. Daun *R. apiculata* di Madura memiliki kadar fosfor sebesar 5547,96 mg/kg pada habitus pohon dan 4603,04 mg/kg pada pancang sedangkan di Wonorejo sebesar 4678,98 mg/kg pada habitus pohon dan 3269,78 mg/kg pada pancang. Berdasarkan hasil analisis Kruskal-Wallis, kadar fosfor daun pada kedua lokasi penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang tidak signifikan ($p=0,268$). Beberapa penelitian mengenai hubungan kandungan fosfor daun dengan kandungan fosfor pada sedimen atau tanah masih belum jelas. Menurut penelitian yang dilakukan Talkner, *et al* (2015) dan Lang, *et al* (2017) dalam

Meller, *et al* (2019) kandungan fosfor pada daun dan akar pada dua habitat yang berbeda tidak berhubungan dengan kandungan fosfor tanah di kedua habitat tersebut. Pada kategori pertumbuhan juga tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan kadar fosfor daun antara pohon dan pancang.



Gambar 4. 8 Grafik Rata-Rata Kadar Fosfor Daun *R. apiculata*.

Fosfor merupakan nutrien yang dibutuhkan tanaman untuk proses fotosintesis dan respirasi, fosfor berperan dalam pertumbuhan batang, akar, ranting, dan daun (Embleton, *et al.*, 1973 dalam Liferdi, 2009). Daun yang kekurangan fosfor memiliki warna yang lebih gelap dan luas area daun lebih kecil, kekurangan fosfor dapat mengurangi pembelahan dan pembesaran sel pada daun sehingga daun berukuran kecil (Malhotra, *et al.*, 2018). Daun yang memiliki kadar fosfor lebih banyak lebih disukai serangga herbivori. Hal ini dikarenakan fosfor dibutuhkan serangga untuk mempercepat pertumbuhan serangga (Rode, *et al.*, 2018). Pertumbuhan tanaman dan serangga membutuhkan nitrogen dan fosfor, tanaman yang pertumbuhannya cepat lebih disukai serangga herbivori karena kandungan nitrogen dan fosfor lebih banyak (Grutters, *et al.*, 2016). Penelitian Bala, *et al* (200) menunjukkan bahwa kandungan fosfor tinggi pada tanaman meningkatkan populasi wereng cokelat.

Tabel 4. 2 Rangkuman Karakteristik Kimiai Daun *R. apiculata* di Mangrove Wonorejo, Surabaya dan Lembung Paseser, Madura

Parameter	Wonorejo		Madura	
	Pohon Mean ± Sd	Pancang Mean ± Sd	Pohon Mean ± Sd	Pancang Mean ± Sd
Tingkat Herbivori (%)	10.24 ± 1.69	12.90 ± 1.51	5.66 ± 0.7	6.24 ± 0.5
<i>Leaf Area Damage (cm²)</i>	5.16 ± 1.16	7.23 ± 0.90	1.9 ± 0.25	2.25 ± 0.18
Polifenol (%)	9.05 ± 1.21	7.34 ± 0.4	11.57 ± 1.35	11.39 ± 1.1
Lignin (%)	24 ± 1.05	20.72 ± 0.84	27.49 ± 0.47	23.42 ± 0.64
Serat Kasar (%)	1.54 ± 0.04	1.25 ± 0.01	1.54 ± 0.01	1.31 ± 0.02
Kadar Air (%)	42.28 ± 8.27	49.15 ± 6.49	30.57 ± 8.07	37.28 ± 6.44
Fosfor (mg/kg)	4679 ± 992.5	3269.8 ± 570.649	5548 ± 1187.75	4703 ± 1030.71
Nitrogen (%)	4.24 ± 0.07	4.13 ± 0.06	3.98 ± 0.13	3.3 ± 0.11

Berdasarkan **Tabel 4.2**, mangrove Wonorejo mengalami tingkat herbivori lebih tinggi. Karakteristik kimiawi daun *R. apiculata* di Wonorejo mengandung banyak nitrogen dan air sedangkan kandungan fosfor lebih rendah dibandingkan dengan *R. apiculata* di Lembung paseser. Nitrogen, air, dan fosfor merupakan nutrien yang dibutuhkan oleh serangga herbivora. Nitrogen yang terkandung dalam tumbuhan merupakan nutrisi utama bagi serangga dan sebagian besar menjadi faktor pembatas pertumbuhan optimal pada serangga (Bala, *et al.*, 2018). Kadar nitrogen yang rendah pada tumbuhan sering membatasi pertumbuhan dan reproduksi herbivora serangga (Scholwater, 2011). Fosfor diperlukan serangga untuk pertumbuhan karena merupakan komponen penting sintesis asam nukleat serangga (Rashid, *et al.*, 2016).

Mangrove Lembung Paseser memiliki tingkat herbivori *R. apiculata* lebih rendah dimana karakteristik daun dari *R. Apiculata* di lembung Paseser memiliki kandungan antiherbivori lebih tinggi yaitu lignin dan polifenol. Kedua senyawa tersebut

merupakan senyawa anti herbivori yang berfungsi untuk mengurangi intensitas serangan serangga pada daun. Polifenol tidak disukai serangga karena efeknya dapat mengurangi kemampuan serangga dalam mencerna makanan (Appel dan Schultz, 1992) sedangkan lignin tidak disukai serangga karena menyebabkan penebalan daun sehingga menghabiskan waktu dan energi serangga untuk mengunyah dan mencerna daun (Caldwell, 2016). Kandungan serat kasar sebagai senyawa *deterrent* juga merupakan bentuk pertahanan daun dari herbivori lebih banyak terkandung pada habitus pohon di kedua lokasi penelitian. Kandungan serat kasar yang tinggi membuat daun menjadi padat sehingga serangga tidak dapat mencerna nutrisi dan air dalam jumlah yang dibutuhkan (Santiago, *et al.*, 2013).

4.3 Korelasi Tingkat Herbivori dan Kandungan Kimia Daun *R. apiculata*

Berdasarkan hasil analisis korelasi Pearson pada **Tabel 4.3**, persentase herbivori di Mangrove Wonorejo berkorelasi positif dengan luas kerusakan daun secara signifikan pada habitus pohon ($r=0,0888$, $p=0,0001$) dan pancang ($r=0,943$, $p=0,0001$). Persentase herbivori berkorelasi positif secara signifikan dengan kandungan polifenol ($r=0,321$, $p=0,001$), dan serat kasar ($r=0,547$, $p=0,0001$) daun *R. apiculata* pada kategori pohon saja kecuali kandungan serat kasar yang juga berkorelasi dengan persentase herbivori ada kategori pancang. Hal tersebut menunjukkan bahwa jika persentase herbivori Wonorejo meningkat, luas area kerusakan daun juga meningkat begitu juga kandungan polifenol dan serat kasar daun sebagai antiherbivori akan meningkat. Tumbuhan akan memproduksi senyawa fenolik sebagai pertahanan terhadap serangga herbivora (Lattanzio, 2013) dan meningkatkan kandungan serat kasar agar daun menjadi kuat dan tebal sehingga tidak disukai oleh serangga (Santiago, *et al.*, 2013). Sedangkan kadar lignin ($r=-0,277$, $p=0,04$) dan air ($r=-0,365$, $p=0,007$) berkorelasi negatif dengan persentase herbivori pada habitus pohon yang menunjukkan bahwa ketika persentase herbivori meningkat, kadar lignin daun dan air di dalam daun

rendah. Persentase herbivori di Mangrove Lembung Paseser berkorelasi positif dengan luas kerusakan daun secara signifikan pada habitus pohon ($r=0,916$, $p=0,0001$) dan pancang ($r=0,868$, $p=0,0001$) sedangkan kandungan nitrogen ($r=-0,305$, $p=0,025$) dan lignin ($r=-0,285$, $p=0,036$) daun pada pancang yang berkorelasi negatif secara signifikan terhadap persentase herbivori.

Tabel 4. 3 Korelasi Karakteristik Daun *R. apiculata* Pohon dan Pancang terhadap Persentase Herbivori di Mangrove Wonorejo, Surabaya dan Lembung Paseser, Madura.

Karakteristik Daun	Lokasi			
	Wonorejo		Lembung Paseser	
	Pohon	Pancang	Pohon	Pancang
% Herbivori vs Luas	$r= 0,888^{**}$	$r= 0,943^{**}$	$r= 0,916^{**}$	$r= 0,868^{**}$
Kerusakan Daun	$p= 0,0001$	$p= 0,0001$	$p= 0,0001$	$p= 0,0001$
% Herbivori vs Polifenol	$r= 0,321^*$	$r= 0,036$	$r= -0,065$	$r= -0,237$
% Herbivori vs lignin	$p= 0,01$	$p= 0,797$	$p= 0,01$	$p= 0,084$
% Herbivori vs Serat	$r= -0,277^*$	$r= -0,203$	$r= 0,106$	$r= -0,285^*$
Kasar	$p= 0,04$	$p= 0,14$	$p= 0,448$	$p= 0,036$
% Herbivori vs Kadar Air	$r= 0,547^{**}$	$r= 0,365^{**}$	$r= 0,068$	$r= -0,199$
% Herbivori vs Fosfor	$p= 0,0001$	$p= 0,007$	$p= 0,623$	$p= 0,149$
% Herbivori vs Nitrogen	$r= -0,365^{**}$	$r= -0,248$	$r= 0,128$	$r= 0,232$
	$p= 0,007$	$p= 0,007$	$p= 0,358$	$p= 0,092$
% Herbivori vs Nitrogen	$r= 0,248$	$r= 0,26$	$r= -0,142$	$r= -0,214$
	$p= 0,071$	$p= 0,058$	$p= 0,307$	$p= 0,12$
% Herbivori vs Nitrogen	$r= 0,05$	$r= 0,098$	$r= -0,147$	$r= -0,305^*$
	$p= 0,972$	$p= 0,482$	$p= 0,288$	$p= 0,025$

** Signifikasnsi $<0,001$

*Signifikansi $<0,05$

Hal tersebut menunjukkan ketika persentase herbivori meningkat, luas area kerusakan daun akan meningkat sedangkan kadar nitrogen dan lignin daun rendah. Penelitian yang

dilakukan oleh Casotti dan Bradley (1991) tingkat herbivori berkorelasi negatif ($p<0,05$) dengan kandungan nitrogen daun *Eucalyptus resinifera*. Hal ini berbeda dengan penelitian yang mengatakan bahwa kandungan nitrogen yang rendah dalam tanaman berasosiasi dengan rendahnya tingkat herbivore serangga (Fenny, 1997 dalam Casotti dan Bradley, 1991). Hal ini menunjukkan bahwa tidak semua kandungan kimiawi dan senyawa penolak daun mempengaruhi kerentanan pohon dan pancang *R. apiculata* terhadap tingkat herbivori di Mangrove Wonorejo dan Lembung Paseser.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan berdasarkan hasil penelitian ini adalah:

1. Tingkat herbivori di Mangrove Wonorejo, Surabaya dan Lembung Paseser berbeda signifikan, dimana tingkat herbivori mangrove Wonorejo lebih tinggi dibanding Lembung Paseser ($p=0,002$).
2. Kandungan metabolit sekunder daun, yaitu polifenol dan lignin secara signifikan lebih tinggi di mangrove Lembung Paseser daripada Wonorejo ($p=0,006$ dan $p=0,007$). Kandungan nutrisi daun berupa air dan nitrogen secara signifikan lebih tinggi di mangrove Wonorejo dibandingkan dengan Lembung Paseser ($p=0,007$ dan $p=0,0001$) sedangkan kandungan fosfor dan serat kasar tidak berbeda secara signifikan ($p=0,26$).
3. Tingkat herbivori di mangrove Wonorejo secara signifikan berkorelasi positif dengan kandungan polifenol ($r=0,321$; $p=0,01$) dan serat kasar ($r=0,547$; $p=0,0001$) serta berkorelasi negatif dengan kandungan lignin ($r=-0,277$; $p=0,04$) dan air ($r=-0,365$; $p=0,007$). Tingkat herbivori di mangrove Lembung Paseser secara signifikan berkorelasi negatif dengan kandungan lignin ($r=-0,285$; $p=0,036$) dan nitrogen ($r=-0,305$; $p=0,025$).

5.2 Saran

Saran pada penelitian ini adalah dilakukan studi herbivori dengan mempertimbangkan umur daun dan posisi daun pada cabang. Untuk melihat pengaruh karakteristik tumbuhan mangrove terhadap tingkat herbivori bisa dilakukan pengamatan pada spesies yang berbeda dan parameter kimiawi daun lain (metabolit sekunder, *nutrient*, dan *deterrent*).

DAFTAR PUSTAKA

- Alongi DM. 2009. **The energetics of mangrove forests.** Australia: Springer.
- Alongi, D.M. 2011. Early Growth Responses of Mangroves to Different Rates of Nitrogen and Phosphorus Supply. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.** Vol. 397: 85-93.
- Alongi, D.M. 2012. Carbon Sequestration in Mangroves Forests. **Carbon Management.** Vol. 3 (3): 313-322.
- Alongi, D.M. 2018. Review: Impact of Global Change on Nutrient Dynamics in Mangrove Forests. **Forests.** Vol. 596: 1-13.
- Alwidakdo, A., Azham, Z., dan Kamarubayana, L. 2014. Studi Pertumbuhan Mangrove pada Kegiatan Rehabilitasi Hutan Mangrove di DesaTanjung Limau Kecamatan Muara Badak Kabupaten Kutai Kartanegara. **JurnalAgrifor.** Vol. 13 (1): 11-18.
- Appel, H. M. and Schultz, J.C. 1992. Activity of Phenolic in Insects: The Role of Oxidation in R.W. Hemmingway (ed) **Plant Phenolic Basic Life Sciences.** Vol. 59. Boston: Springer.
- Bala, K., Sood, A.K., Pathania, V.S., and Thakur, S. 2018. Effect of Plant Nutrition in Insect Pest Management: A Review. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry.** Vol.7 (4): 2737-2742.
- Balakishnan, S., Srinivisan, M., and Santhanam, P. 2016. Interactions of Nutrients, Plants Growth and Herbivory in a Parangipettai Mangrove Ecosystem of the Vellar Estuary, Southeast Coast of India. **Regional Studies in Marine Science.** Vol. 5: 19-26.

Barakat, A., Bagniewska-Zadworna, A., Frost, C.J., Carlson, J.E. 2010. Phylogeny and Expression Profiling of CAD and CAD-like Genes in Hybrid Populus (*P. deltoids* x *P. nigra*): Evidence from Herbivore Damage for Subfunctionalization and Functional Divergence. **BMC Plant Biol.** Vol. 10: 100.

Barik, J., Mukhopadhyay, A., Ghosh, T., Mukhopadhyay, S.K., Chowdhury, S.H., and Hazra, S. 2017. Mangrove Species Distribution and Water Salinity: An Indicator Species Approach to Sundarban. **Journal of Coastal Conservation.** 1-8.

Basset, Y. 1991. The Spatial Distribution of Herbivory, Mines, and Galls within an Australuua ratin forest trees. **Biotropica.** Vol. 23 (3): 271-281.

Betele, T. 2018. Defense Mechanisms of Plants to Insect Pests: From Morphological to Biochemical Approach. **Trends tech Sci Res.** Vol. 2 (2): 30-38.

Biber, P.D. 2006. Measuring the Effects of salinity Stress in the Red Mangrove, *Rhizophora mangle* L. **African Journal of Agricultural Research.** Vol. 1 (1): 1-4.

Boswell, A.M., Provin, T., Behmer, S.T. 2008. The Relationship Between Body Mass and Elemental Composition in Nymphs of the Grasshopper *Schistocerca americana*. **Journal of Orthoptera Research.** Vol.17: 307-313.

Brunt, C., Read, J., Sanson, G.D. 2006. Changes in Resource Concentration and Defence during Leaf Development in a Tough-Leaved (*Nothofagus moorei*) and Softed-Leaved (*Toona ciliata*) Species. **Oecologia.** Vol. 148: 583-592.

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

Caldwell, E., Read, J., and Sanson, G.D. 2016. Which Leaf Mechanical Traits Correlate with Insect Herbivory among Feeding Guilds? **Annals of Botany**. Vol. 117: 349-361.

Casotti, G. and Bradley, J.S. 1991. Leaf Nitrogen and its Effects on The Rate of Herbivory on Selected Eucalyptus in The Jarrah Forest. **Forest Ecology and Management**, Vol. 41, 167-177.

Canicci, S., Burrows, D., Fratini, S., Smith III, T.J., Offenber, J., Dahdouh-Guebas, F. 2008. Faunal Impact on Vegetation Structure and Ecosystem Function in Mangrove Forests: A Review. **Aquatic Botany**. Vol. 89: 186-200.

Choong, M.F., Lucas, P.W., Ong, J.S.Y., Pereira, B., Tan, H.T.W., Turner, I.M. 1992. Leaf Fracture Toughness and Sclerophyll: Their Correlations and Ecological Implications. **New Phytologist**. Vol. 121: 597-610.

Cooke FP, Brown JP, Mole S. 1984. Herbivore Enzyme Inhibitor, Nitrogen and Leaf Structure of Young and Mature Leaves in a Tropical Forest. **Biotropica**. 16(4): 257–263.

Coqueret, V., Bot, J., Larbat, R., Desneux, N., Robin, C. 2017. Nitrogen Nutrition of Tomato Plant Alters Leafminer Dietary Intake Dynamics. **Journal of Insect Physiology**. Doi: 10.1016/j.jinsphys.2017.04.002.

Da Silva, M.M., Boeger, M.R.T., Junior, J.C.F.M., and Santos, B.F.S. 2017. Antiherbivory Defense Mechanisms Along an Environmental Gradient in *restinga*. **Acta Botanica Brasilica**. Vol. 3 (4): 583-596.

Da Silva, W.A., Lage-Pinto, F., and Bernini, E. 2015. Leaf Damage in Three Mangrove Forests in Northeast Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**. Vol.10 (3): 239-248.

Dewi, S.K. dan Herawatiningsig, R. 2017. Kondisi Tanah dalam Kawasan Mangrove di Desa Nusapati Kabupaten Mempawah Kalimantan Barat. **Jurnal Hutan Lesatari**. Vol. 5 (2): 177-182.

Dinas Lingkungan Hidup Surabaya. 2018. **Laporan Survey Analisa Vegetasi Mangrove 2018 Kota Surabaya**. Surabaya: Pemerintah Kota Surabaya Dinas Lingkungan Hidup.

Dong, N., Prentice, I.C., Evans, B.J., Caddy-Retalic, S., Lowe, A.J., and Wright I.J. 2017. Leaf Nitrogen from First Principles: Field Evidence for Adaptive Variation with Climate. **Biogeosciences**. Vol. 14: 481-495.

Embleton, T.W., Jones, W.W., Lebanauskas, C.K., and Reuther, W. 1973. Leaf Analysis as a Diagnostic Tool and Guide to Fertilization. In W. Reathr (Ed.). *The Citrus Industry*. Rev. Ed. Univ. Calif. Agr.Sci. Barkley. 3: 183-210.

Farnsworth, E. J. and Ellison, A.M. 1991. Patterns of Herbivory in Belizean Mangrove Swamps. **Biotropica**. Vol. 23: 555-567.

Feller, I.C. 1995. Effects of Nutrient Enrichment on Growth and Herbivory of Dwarf Red Mangrove (*Rhizophora mangle*). **Ecology**. Vol. 65: 477-505.

- Feller, I.C., Lovelovk, C.E., and McKee, K.L. 2007. Nutrient Addition Differentially Affects Ecological Processes of *Avicennia germinans* Nitrogen versus Phosphorus Limited Mangrove Ecosystems. **Ecosystems**. Vol. 10: 347-359.
- Fürstenberg-Hägg, J., Zagrobelny, M., and Bak, S. 2013. Plants Defense Against Insect Herbivores. **International Journal of Molecular Sciences**. Vol. 14: 10242-10297.
- Füzy, A., Kovács, R., Cseresnyés, I., Parádi, I., Tibor Szili-Kovács, T., Kelemen, B., Rajkai, K., Takács, T. 2019. Selection of Plant Physiological Parameters to Detect Stress Effects in Pot Experiments Using Principal Component Analysis. **Acta Physiologiae Plantarum**. Vol. 41 No. 56: 1-10.
- Goncalves-Alvim, S.J., Lana, T.C., Ranieri, B.D., and Fernandes, G.W. 2011. Test of Hypotheses About Herbivory and Chemical Defences of *Qualea parviflora* (Vochysiaceae) in Brazilian Cerrado. **Revista Brasil Bot.** Vol. 34 (2): 223-230.
- Grutters, B.M.C., Gross, E.M., Bakker, M.S. 2016. Insect Herbivory on Native and Exotic Aquatic Plants: Phosphorus and Nitrogen Drive Insect Growth and Nutrient Release. **Hydrobiologia**. 778: 209-220.
- Hardjowigeno, S. 2003. **Ilmu Tanah**. Jakarta: Akademi Pressindo.
- Hättenschwiler, S. and Vitousek, P.M. 2000. Reviews: The Role of Polyphenols in Terrestrial Ecosystem Nutrient Cycling. **Tree**. Vol. 15 (6): 238-243.
- Hogarth, P.J. 2015. **The Biology of Mangroves and Seagrasses**. UK: Oxford University Press.

Jayatissa, L.P., Wickramasinghe, W.A.A.D.I., Dahdouh-Guebas, F., and Huxham, M. 2008. Interspecific Variation in Response of Mangrove Seedlings to Two Contrasting Salinities. **International Review of Hydrobiology**. Vol. 93: 700-710

Jithesh, M.N., Prashnani, S.R., Sivaprakash, K.R., and Parida, A. 2006. Monitoring Expression Profiles of Antioxidant Genes to Salinity, iron, Oxidative, Light, and Hyperosmotic Stresses in the Highly Salt Tolerant Grey Mangrove, *Avicennia marina* (Forsk) Vierh. By mRNA Analyses. **Plant Cell Rep.** Vol. 28. (8): 865-876.

Jin, X., Shi, C., Yu, C.Y., Yamada, T. and Sacks, E.J. 2017. Determination of Leaf Water Content by Visible and Near-Infrared Spectrometry and Multivariate Calibration in Miscanthus. **Front. Plant Sci.** Vol. 8(721): 1-8.

Johnson, M.T.J., Smith, S.D., Rusher, M.D. 2009. Plant Sex and The Evolution of Plant Defenses Against Herbivores. **Proc Natl Acad Sci.** Vol. 106: 18079- 18084.

Johnstone, I.M. 1981. Consumption of Leaves by Herbivores in Mixed Mangrove Stands. **Biotropica**. Vol. 13: 252-259.

Kandil, F.E., Grace, M.H., Seigler, D.S., Cheeseman, J.M. 2004. Polypenolics in *Rhizophora mangle* L. Leaves and Their Changes During Leaf Development and Senescence. **Trees**. Vol. 18: 518-528.

Karuniastuti, N. 2013. PerananHutan Mangrove bagi Lingkungan Hidup. **Forum Manajemen**. Vol. 6 No. 1: 1-10.

Kathiresan, K. and Bingham, B.L. 2001. Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems. **Adv. Mar. Biol.** Vol.40:81–251.

Khan, W.R., Zulkifli, S.Z., Kasim, M.R.B.M., Pazi, A.M., Mostapa, R., and Nazre. 2019. Mangrove Productivity Estimation Using Modelling Approach and Tree Paramaters Assesment. **Tropical Conservation Sciences**. Vol. 12: 1-9.

Kodikara, K.A.S., Jayatissa, L.P., Huxham, M., Dahdouh-Guebas, F., and Koedam, N. 2017. The Effects of Salinity on Growth and Survival of Mangrove Seedlings Changes with Ages. **Acta Botanica Brasilica**. 1-11.

Kolb, G. and Hambäck, P.A. 2015. Dynamic Responses in a Plant-Insect System to Fertilization by Cormorant Feces. **Insect**. Vol. 6: 419-431.

Kusmana, C. 1995. Pengembangan Sistem Silvikultur Hutan Mangrove dan Alternatifnya. **Rimba Indonesia**. Vol. 30: 35-41.

Lamarre, G.P.A., Mendoza, I., Fine, P.V.A., and Baraloto, C. 2014. Leaf Synchrony and Insect herbivory Among Tropical Tree Habitat Specialist. **Plant Ecology**. Vol. 215: 209-220.

Lambs, L., Muller, E., and Fromard, F. 2008. Mangrove Trees Growing in a Very Saline Condition but not Using Seawater. **Rapid Commnuication in Mass Spectrometry**. 22: 2835-2843.

Lattanzio, V. 2013. Phenolic Compunds: Introduction. In K.G. Ramawat and J.M. Me'rillom (ed) **Natural Products**: 1543-1580. Germany: Springer.

Lestariningsih, W.A., Soenardjo, N., dan Pribadi, R. 2018. Estimasi Cadangan Karbon pada Kawasan Mangrove di DesaTimbulsluko, Demak, Jawa Tengah. **Buletin Oseanografi Marina**. Vol. 7 No.2: 121-130.

Liferdi, I. 2010. Efek Pemberian Fosfor terhadap Pertumbuhan dan Status Hara pada Bibit Manggis. **J. Hort.** Vol. 20 :18-26.

Liu, Q., Luo, L., and Zheng, L. 2018. Review Lignin: Biosynthesis and Biological Functions in Plants. **International Journal of Molecular Sciences**. Vo. 19 (335): 1-16.

Lu, W., Xiao, J., Cui, X., Xu, F., Lin, G., and Lin, G. 2019. Insect Outbreaks have Transient Effects on Carbon Fluxes and Vegetative Growth but Longer-Term Impacts on Reproductive growth in a Mangrove Forest. **Meteorology**. Vol. 279: 1-9.

Malhotra H., Vandana, Sharma, Pandey, R. 2018. Phosphorus Nutrition: Plant Growth in Response to Deficiency and Excess. In: Hasanuzzaman M., Fujita, M., Oku, H., Nahar, K., Hawrylak-Nowak, B. (eds) **Plant Nutrients and Abiotic Stress Tolerance**. Singapore: Springer

Masfiyah, E., Karindah, S., dan Puspitarini, R.D. 2014. Asosiasi Serangga Predator dan Parasitoid dengan Beberapa Jenis Tumbuhan Liar di Ekosistem Sawah. **Jurnal HPT**. Vol. 2 (2): 9-14.

Meller, S., Frossard, E., and Luster, J. 2019. Phosphorus Allocation to Leaves of Beech Sapling Reacts to Soil Phosphorus Availability. **Frontier in plant Science**. Vol 10: 1-13.

Mughofar, A., Masykun, M., Setyono, P. 2018. Zonasi dan Komposisi Vegetasi Hutan Mangrove Pantai Cengkrong Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek Provinsi Jawa Timur. **Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan**. Vol. 8 (1): 77-85.

- Murphy, D.H. 1990. The Natural History of Insect Herbivory on Mangrove trees in and near Singapore. **Raffles Bulletin of Zoology**. Vol. 48 (2): 119-203.
- Muzaki, F.K., Saptarini, D., Kuswytasari, N.D., dan Suliesetyoro, A. 2012. **Menjelajah Mangrove Surabaya**. Surabaya: LPPM ITS.
- Noor, Y.S., Khazali, M., dan Suryadiputra, I.N.N. 2012. **Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia**. Bogor: Wetland International-Indonesian Programme.
- Nascimento, A.A., Menezes, L.F.T., Nascimento, M.T. 2017. Water Content, fibres, and Herbivory in Leaves of Two Distinct and Adjacent Tree Communities of The Brazilian Atlantic Forest. **Hoehnea**. Vol. 44 (1): 103-110.
- Nugroho, P.A. dan Junaidi. 2019. Performa TanamanKaret di Lahan Gambut Konversi dari Tanaman Kelapa Sawit di Kabupaten Kampar, Riau. **Jurnal Penelitian Karet**. 37(1): 43-54.
- Nurchayanti, Y., Prihastanti, E., and Budihastuti, R. 2018. Identification of Exudates from Callus of Mangrove Plant (*Rhizophora apiculata* Bl) *in vitro*. **Journal of Physics**. 1-6.
- Ohmart, C.P., L.G. Stewart, and J.R. Thomas. 1985. Effects of Nitrogen Concentrations of *Eucalyptus blakelyi* Foliage on The Fecundity of *Paropsisatomaria* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Oecologia**. Vol. 68: 41–44.
- Ong, J.E., Gong, W.K., Wong, C.H. 2004. Allometry and Partitioning of the Mangrove, *Rhizophora apiculata*. **Forest Ecology and Management**. Vol. 188: 395-408.

Onuf, C.P., Teal, J.M., Valiela, I. 1977. Interactions of Nutrients, Plant Growth, and Herbivory in a Mangrove Ecosystem. **Ecology**. Vol. 58: 514-526.

Peeters, P.J., Sanson, G., Read, J. 2007. Leaf Biomechanical Properties and The Densities of Herbivorous Insect Guilds. **Functional Ecology**. Vol. 21: 246-255.

Pitan, O.R.O, Odebiyi, J.A., Adeoye, G.O. 2000. Effects of Phosphate Fertilizer on Cowpea Pod Sucking Bug Population and Damage. **Int. J. Pest Manage**. Vol. 46:205-209.

Prabowo, R.Y., Rahmadwati, dan Mudjirahardjo, P. 2018. Klasifikasi Kandungan Nitrogen berdasarkan Warna Daun melalui *Color Clustering* menggunakan Metode *Fuzzy C Means* dan *Hybrid PSO K Means*. **Jurnal EECCIS**. Vol. 12 (1): 1-8.

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

Pribadi R. 1998. The ecology of mangrove vegetation in Bintuni Bay, Irian Jaya, Indonesia. **Thesis**. Scotland: Departemen of Biological and Molecular Sciences University of Stirling.

Price, P.W., Denno, R.F., Eubanks, M.D., Finke, D.L., and Kaplan, I. 2011. **Insect Ecology: Behavior, Populations, and Communities**. New York: Cambridge University Press.

Putri, D.R, Agustono, Subekti, S. 2012. Kandungan Bahan Kering, Serat Kasar, dan Protein Kasar pada Daun Lamtoro (*Leucaena glauca*) yang Difermentasi dengan Probiotik sebagai Bahan Pakan Ikan. **Jurnal Perikanan dan Kelautan**. Vol. 4 (2): 161-167.

Rahmania, N., Herpandi, and Rozirwan. 2018. Phytochemical Test of Mangrove *Avicennia alba*, *Rhizophora apiculata* and *Sonneratia alba* from Musi River Estuary, South Sumatera. **Biovalentia**. Vol. 4 (2): 1-8.

Rashid, M.M., Jahan, M., and Islam, K.S. 2016. Impact of Nitrogen, Phosphorus and Potassium on Brown Planthopper and Tolerance of Its Host Rice Plants. **Rice Science**. Vol. 23 (3): 119-131.

Rau, M.T. and Murphy, D.H. 1990. Herbivore Attack on Mangrove Plants at Ranong (Southern Thailand). **Mangrove Ecosystem Occasional Paper 7**. UNDP/UNESCO New Delhi (in press).

Reef, R., Feller, I.C., and Lovelock, C.E. Nutrition of Mangrove. **Tree Physiology**. Vol. 30: 1148-1160.

Reis, A.R., Favarin, J.L., Malavolta, E., Junior, J.L., and Morais M.F. 2009. Photosynthesis, Chlorophylls, and SPAD Readings in Coffee Leaves in Relation to Nitrogen Supply. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**. Vol. 40: 1512-1528.

Ridlo, A., Pramesti, R., Koesoemadji, Supriyantini, E., Soenardjo, N. 2017. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Mangrove *Rhizophora mucronata*. **Buletin Oseanografi Marina**. 6(2): 110-116.

Robertson, A.I. and Duke, C.N. 1987. Insect Herbivory on Mangrove Leaves in North Queensland (Australia). **Aust.J.Ecol.** Vol. 12 (1): 1-8.

Rode, M., Lemoine, N.P., and Smith, M.D. 2017. Prospective Evidence for Independent Nitrogen and Phosphorus Limitation of Grasshopper (*Chorthippuscurtipennis*) Growthin a Tallgrass Prairie. **Plos One**: 1-12.

Rostami, M., Zamani, A.A., Goldastech, S., Shoushtari, R.V., Kheradmand, K. 2012. Influence of Nitrogen Fertilization on Biology of *Aphis gossypii*. **Journal of Plant Protection Research**. Vol. 52 (1):118-121.

Saenger, P. 2002. **Mangrove Ecology, Silviculture and Conservation**. Australia: Springer Science+Business Media Dordrech.

Saenger, P., E. J. Hegerl and J. D. S. Da Vie. 1983. *Global status of mangrove ecosystems*. By the working group on mangrove ecosystems on the IUCN Commission on Ecology. **The environmentalist**. Vol. 3: 88.

Sahoo, K., Jee, P.K., Dhal, N.K., and Das, R. 2017. Physico-Chemical Sediment Properties of Mangroves of Odisha, India. **Journal of Oceanography and Marine Research**. Vol. 5 (2): 1-8.

Santiago, R., Barros-Rios, J., and Malvar, R.A. 2013. Impaact of Cell Wall Composition on Maize Resistance to Pests and Diseases. **International Journal of Molecular Science**. Vol. 14: 6960-6980.

Saru, A., Amril, K., dan Mardi. 2017. Konektivitas Struktur Vegetasi Mangrove denganKeasaman dan Bahan Organik Total pada Sedimen di Kecamatan Wonomulyo Kabupaten Polewali Mandar. **Spermonde**. Vol. 3 (1): 1-6.

- Satriyono, A., Riany, C.F., Mubarak, F., Fuadi, A.N. 2019. **Panduan Lapangan Mangrove di LembungPaseser**. Surabaya: Pertamina EP Asset 4 Poleng Field bekerjasama dengan Eco Sains Indonesia.
- Scholwater, T.D. 2011. **Insect Ecology: An ecosystem Approach**. USA: Elsevier, Inc.
- Septyaningsih, E., Ardli, E.R., dan Widyastuti, A. 2014. Studi Morfometri dan Tingkat Herbivori Daun Mangrove di Segara Anakan Cilacap. **ScriptaBiologica**. Vol. 1 No. 2: 137-140.
- Setiawan, H. 2013. Status Ekologi Hutan Mangrove pada Berbagai Tingkat Ketebalan. **Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea**. Vol. 2 (2): 104-120.
- Setyawan, A.D. dan Winaarno, K. 2006. Pemanfaatan Langsung Ekosistem Mangrove di Jawa Tengah dan Penggunaan Lahan di Sekitarnya; Kerusakan dan UpayaRestorasinya. **Biodiversitas**. Vol. 7 (3): 282-291.
- Shafi, A. and Zahoor, I. 2019. Plant Survival and Tolerance Under High Salinity: Primary and Secondary Cell Wall-Sensing Mechanism. In: Akhtar, M. (eds) **Salts Stress, Microbes, and Plant Interactions: Causes and Solution**. Singapore: Springer.
- Shah, T.H. 2017. Plant Nutrient and Insects Development. **International Journal of Entomology Research**. Vol. 2 (6): 54-57.
- Skinner, R.H., Cohen, A.C. 1994. Phosphorus Nutrition and Leaf Age Effects on Sweet Potato Whitefly Homoptera: Aleyrodidae Host Selection. **Environmental Entomology**. Vol. 23 (3): 693-698.

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

Sudarmadji. 2004. Deskripsos Jenis-Jenis Anggota Suku Rhizophoraceae di Hutan Mangrove Taman Nasional Baluran Jawa Timur. **Biodiversitas.** Vol. 5 (2): 66-70.

Sukardjo, S. 1996. **Gambaran umum ekologi mangrove di Indonesia Lokakarya Strategi Nasional Pengelolaan Hutan Mangrove di Indonesia.** Jakarta: Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi lahan, Departemen Kehutanan.

Swangjang, K. 2015. Soil Carbon and Nitrogen Ratio in Different Land Use. **International Conference on Advances in Environment Research.** Vol. 87: 36-40.

Syahroni, A. 2016. Dinamika Adaptif Masyarakat Wonorejo Terkait Ekowisata Mangrove Wonorejo Kelurahan Wonorejo, Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya. **AntroUnairdotNet.** 5(3): 387-410.

Tillman, A. D., Hartadi, H., Reksohadiprodjo, S., Prawirokusumo, S., dan Lebdosoekojo, S. 1998. **Ilmu Makanan. Ternak Dasar.** Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

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

War, A.R., Paluraj, M.G., Ahmad, T., Buhroo, A.A., Hussain, B., Ignacimuthu, S., and Sharma, H.C. 2012. Mechanisms of Plant Defense Against Insect Herbivores. **Plant Signaling and Behavior.** Vol. 7 (10): 1306-1320.

War, A.R., Taggar, G.K., Hussain, B., Taggar, M.S., Nair, R.M., Sharma, H.C. 2018. Plant defence against herbivory and insect adaptations. **AoB PLANTS**. Vol. 10: 1-19.

Wijaya, N.I. dan Huda, M. 2018. Monitoring Sebaran Vegetasi Mangrove yang Direhabilitasi di kawasan Ekowisata Mangrove Wonorejo Surabaya. **Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis**. Vol. 10 (3): 747-755.

Wijayanti, T. 2017. Konservasi Hutan Mangrove sebagai Wisata Pendidikan. **Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan** Vol. 1 Edisi Khusus.

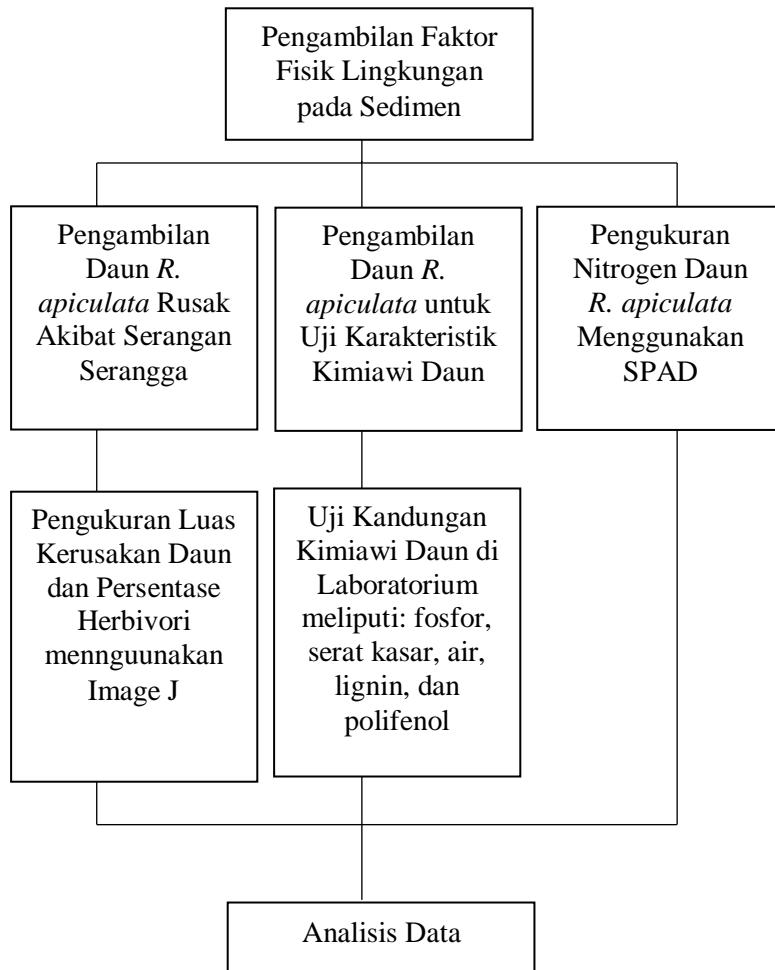
Yuan, H., Loh, P.S., Lin, S., Hu, X., Qian, J., Chen, J., Ye, Y., Lou, Z., Jin, A., Chen, X., and Jiang, Z. 2017. Sources, Distribution, and Decomposition Stages of Sedimentary Organic Matter in Estuaries and Its Adjacent Area. **Toxicological and Environment Chemistry**. 1-14.

Yuvaraj, E., Dharanirajani, K., Jayakumar, S., Saravanan, dan Balasubramaniam, J. 2017. Distribution and Zonation Pattern of Mangrove Forest in Shoal Bay Creek, Andaman Islands, India. **Indian Journal of Geo Marine Sciences**. Vol.46 (3): 597-604.

Zehnder, C.B., and M.D. Hunter. 2009. More is Not Necessarily Better: The Impact of Limiting and Excessive Nutrients on Herbivore Population Growth Rates. **Ecological Entomology**. Vol. 34: 535–543.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Skema Kerja



Lampiran 2 Dokumentasi Kegiatan

No	Gambar	Keterangan
1.		Pengambilan sampel sedimen untuk diuji karakteristik sedimen meliputi kandungan nitrogen, fosfor, C organik, dan tekstur sedimen serta pengukuran faktor fisik tanah.
2.		Pengambilan daun <i>R. apiculata</i> yang rusak akibat gigitan serangga herbivori. Daun rusak diambil pada kategori pertumbuhan pohon dan pancang masing-masing tiga individu.

3.		Pengambilan daun <i>R. apiculata</i> untuk uji karakteristik kimiawi daun pada kategori pohon dan pancang.
4.		Pengukuran kandungan nitrogen daun <i>R. apiculata</i> pada kategori pertumbuhan pohon dan pancang menggunakan alat SPAD
5.		Scanning daun <i>R. apiculata</i> yang rusak untuk diukur luas kerusakan daunnya.

6.		<p>Penimbangan daun <i>R. apiculata</i> diuji kandaungankimiawi daun meliputi lignin, polifenol, fosfor, air, dan serat kasar pada katergori pohon dan pancang masing-masing 50gr.</p>
7.		<p>Pengukuran luas area kerusakandaun, luasdaun imaginer, dan perhitungan persentase herbivori pada daun <i>R. apiculata</i> kategoripohon dan pancang.</p>

Lampiran 3 Hasil Uji Laboratorium

1. Hasil Analisis Karakteristik Sedimen:

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS PERILAKU Jl. Veteran No. 151A, Malang 65145, Indonesia Telp. (062) 341 551665, Fax. (062) 341 560011 E-mail : fakper@ub.ac.id http://fakper.ub.ac.id																		
Nomor : 287 / UNI/04 / FT/PG/2015																		
HASIL ANALISIS CONTOH TANAH																		
a.n. Prof. Ir. Haryati Yaniawati, SE, M.Sc. Asetan : BIOLOGI ITS Lokasi tanah : Menggawe Wonorejo																		
Terhadap kering oven 105°C																		
No.Unt	Kode	H ₂ O	KCl/N	Corganik	N total	C/N	P.Olsen	K	Na	Cs	Mg	I	KTK	Jumlah				
														mg/100g.				
KB																		
Pair																		
Debu																		
List																		
Tekstur																		
TNH 1409	VN1	7,3	6,8	1,27	0,15	8	66,15	3,45	4,78	31,51	1,83	49,37	41,37	64	1	33	66	Liat
TNH 1410	VN2	7,5	6,9	1,56	0,17	9	69,31	3,12	4,93	37,67	3,03	49,15	48,75	69	2	29	88	Liat
TNH 1411	VN3	7,4	6,9	1,57	0,15	13	43,84	3,75	5,15	32,66	1,29	53,82	43,22	60	1	36	91	Liat

Keterangan:
 KTK : Kapasitas Tukar Kation
 KB : Kepraktisan Basa


 Prof. Dr. Syamsirin, MS
 NIP. 0826101976010119


 Dr. Ir. Renaldi Burton, M.S
 NIP. 196002021986032002


 Prof. Dr. T. Sardjono Kusuma SU
 NIP. 19540201 198103 1 0009

 Cetakmerah erakno@ub.ac.id

Minggu 9 Agustus 2019
Kerus Lab. Kimia Tanah

2. Hasil Analisis Kadar Serat Kasar Daun *R. apiculata*:

LABORATORIUM GIZI						
DEPARTEMEN GIZI KESEHATAN						
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT						
UNIVERSITAS AIRLANGGA						
Kampus C, Jl. Mulyorejo-Surabaya, Kode Pos. 61115						
TELP. 031-5000008, 087754257450						
No. Sampel	3385-Lab. Gizi/2019					
Sampel	Dian Mangreve					
Pengirim	Allitha					
Alamat	Prodi Biologi ITS Surabaya					
Diterima tanggal	13 September 2019					
Selesai dikerjakan tanggal	20 September 2019					

HASIL UJI

Kode Sampel	Serat -1			Serat -2			Serat -3		
	%	g/100g	%	g/100g	%	g/100g			
R. stylosa (pohon Madura)	1,82	1,82	1,79	1,79	1,84	1,84			
R. stylosa (pancaang Madura)	1,66	1,66	1,61	1,61	1,65	1,65			
R. apiculata (pohon Madura)	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,52			
R. apiculata (pancaang Madura)	1,26	1,26	1,38	1,28	1,37	1,37			
R. apiculata (pohon Wonorejo)	1,68	1,68	1,65	1,65	1,71	1,71			
R. apiculata (pancaang Wonorejo)	1,31	1,31	1,29	1,29	1,24	1,24			
R. macrocarpa (pohon Wonorejo)	1,74	1,74	1,78	1,78	1,72	1,72			
R. macrocarpa (pancaang Wonorejo)	1,61	1,61	1,57	1,57	1,59	1,59			

Surabaya, 20 September 2019



3. Hasil Analisis Kadar Air, Lignin, Polifenol, dan Fosfor Daun *R. apiculata*:

LABORATORIUM GIZI
 DEPARTEMEN GIZI KESEHATAN
 FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
 UNIVERSITAS AIRLANGGA
 Kampus C, Jl. Mulyorejo-Surabaya. Kode Pos. 61116
 Telp. 031-5094100, 087754257450

No. Sampel	: X3BaLab.01n/2019
Sampel	: Daun Mangrove
Penyimpanan	: -18°C
Alamat	: Prodi Biologi ITS Surabaya
Diterima tanggal	: 13 September 2019
Sellesai dikerjakan tanggal	: 20 September 2019

Kode Sampel	HASIL UJI				
	Kadar Air (%)	Bahan Kering (%)	Lignin (%)	Polifenol (%)	Fosfor (mg/kg)
R. apiculata (polen Madura)-1	19,59	80,41	27,21	12,51	7,542
R. apiculata (polen Madura)-2	19,59	80,41	27,21	12,51	7,542
R. apiculata (buah Madura)-1	19,09	80,90	25,19	12,23	6,673
R. apiculata (buah Madura)-2	19,09	80,90	25,19	12,23	6,673
R. apiculata (pemang Madura)-1	28,73	71,27	22,06	10,26	5,467
R. apiculata (pemang Madura)-2	28,73	71,27	22,06	10,26	5,467
R. apiculata (pemang Madura)-3	29,41	70,59	21,67	10,23	5,221
R. apiculata (pemang Madura)-4	30,52	69,48	21,15	9,83	5,146
R. apiculata (polen Madura)-1	11,51	88,49	29,52	15,21	8,334
R. apiculata (polen Madura)-2	11,32	88,68	27,63	16,33	7,862
R. apiculata (buah Madura)-1	11,49	88,53	27,63	15,92	7,722
R. apiculata (buah Madura)-2	11,49	88,53	27,63	15,92	7,722
R. apiculata (pemang Madura)-1	23,15	76,85	24,83	11,76	2,154
R. apiculata (pemang Madura)-2	24,44	75,56	23,91	12,02	7,628
R. apiculata (pemang Madura)-3	24,91	73,09	21,56	13,81	7,835
R. apiculata (polen Wamena)-1	25,74	74,26	21,28	10,62	5,627
R. apiculata (polen Wamena)-2	23,51	76,49	23,43	11,27	5,831
R. apiculata (buah Wamena)-3	25,87	74,18	22,80	11,69	3,912
R. apiculata (pemang Wamena)-1	25,02	68,98	19,23	12,22	4,525
R. apiculata (pemang Wamena)-2	33,41	66,52	20,71	7,49	4,863
R. apiculata (pemang Wamena)-3	36,79	65,21	18,56	5,21	4,232
R. mucronata (pohon Wamena)-1	33,33	66,98	24,81	12,04	6,335
R. mucronata (pohon Wamena)-2	24,86	75,14	24,17	11,58	6,891
R. mucronata (pohon Wamena)-3	23,75	76,23	25,32	12,31	7,234
R. mucronata (paseo Wamena)-1	30,23	69,78	23,49	8,45	7,361
R. mucronata (paseo Wamena)-2	32,46	67,54	22,77	7,22	7,339
R. mucronata (paseo Wamena)-3	33,12	66,88	21,54	6,89	6,283

Surabaya, 20 September 2019

Dr. Ery Abanti, S.KM, M.Nes.
 NIP. 1973032800032005

Lampiran 4 Data dan Analisis Data Karakteristik Sedimen Mangrove Wonorejo dan Lembung Paseser

1. Tabel Data Karakteristik Sedimen

Karakteristik Sedimen	Mangrove Wonorejo			Mangrove Lembung Paseser		
	WN1	WN2	WN3	LB1	LB2	LB3
Salinitas (%)	7	8	8	30	34	37
N (%)	0,15	0,17	0,15	0,08	0,09	0,06
C (%)	1,27	1,56	1,97	0,92	0,32	0,93
C/N	8	9	13	11	14	16
P (mg/kg)	66,15	69,31	43,64	7,81	5,92	14,13
Teksur:						
Pasir (%)	1	2	1	7	15	28
Debu (%)	33	29	38	23	36	20
Liat (%)	66	69	61	70	49	52

2. Tabel Hasil Analisis Data: Deskripsi Statistika Karakteristik Sedimen

	Minimal	Maksimal	Mean		St. Error
	Statistik	Statistik	Statistik	St. Error	
Mangrove Wonorejo Surabaya					
Salinitas (%)	7.00	8.00	7.6667	0.33333	0.57735
N (%)	0.15	0.17	0.1567	0.00667	0.01155
C (%)	1.27	1.97	1.6000	0.20306	0.35171
C/N	8.00	13.00	10.0000	1.52753	2.64575
P (mg/kg)	43.64	69.31	59.7000	8.08165	13.99782
Pasir (%)	1.00	2.00	1.3333	0.33333	0.57735
Debu (%)	29.00	38.00	33.3333	2.60342	4.50925
Liat (%)	61.00	69.00	65.3333	2.33333	4.04145

Mangrove Lembung Paseser Madura					
Salinitas (%)	30.00	37.00	33.6667	2.02759	3.51188
N (%)	0.06	0.09	0.0767	0.00882	0.01528
C (%)	0.92	1.32	1.0567	0.13170	0.22811
C/N	11.00	16.00	13.6667	1.45297	2.51661
P (mg/kg)	5.92	14.13	9.2867	2.48237	4.29959
Pasir (%)	7.00	28.00	16.6667	6.11919	10.59874
Debu (%)	20.00	36.00	26.3333	4.91031	8.50490
Liat (%)	49.00	70.00	57.0000	6.55744	11.35782

Lampiran 5 Data Perhitungan Persentase Herbivori dan Perhitungan Nitrogen dari nilai SPAD

Habitat	Habitus	PLA (cm ²)	ALA (cm ²)	LAD (cm ²)	% Herbivori	SPAD	Nitrogen
WN 1	Pohon 1	81.33	78.63	2.70	3.32	60.80	2.96
		69.19	67.80	1.38	2.00	54.75	2.80
		61.18	58.97	2.21	3.61	54.55	2.80
		87.25	83.47	3.78	4.33	52.50	2.75
		68.81	67.27	1.54	2.24	51.45	2.72
		56.99	55.81	1.18	2.08	53.55	2.77
	Pohon 2	84.91	79.60	5.31	6.26	56.20	2.84
		36.97	36.74	0.23	0.62	60.40	2.95
		34.17	33.85	0.32	0.93	50.80	2.70
		88.77	83.67	5.10	5.74	54.70	2.80
		25.50	22.09	3.41	13.38	51.70	2.73
		24.08	22.95	1.13	4.69	51.05	2.71
	Pohon 3	49.02	48.40	0.62	1.27	55.30	2.82
		36.06	34.80	1.26	3.50	50.35	2.69
		30.67	29.32	1.34	4.37	55.50	2.82
		35.42	34.74	0.68	1.93	46.30	2.59
		15.57	14.14	1.43	9.16	50.65	2.70
		38.00	36.40	1.60	4.20	51.60	2.72
	Pancang 1	88.80	81.88	6.91	7.79	61.20	2.97
		44.61	42.98	1.63	3.65	49.25	2.67
		37.29	30.89	6.41	17.18	59.45	2.92
		35.96	34.88	1.09	3.02	44.45	2.54
		43.00	42.55	0.45	1.04	60.25	2.94
		47.05	45.79	1.25	2.67	58.05	2.89
		93.38	92.65	0.73	0.78	59.65	2.93
	Pancang 2	74.96	69.13	5.83	7.77	61.75	2.98
		61.03	45.91	15.12	24.77	58.45	2.90
		86.07	84.36	1.71	1.98	54.85	2.81
		72.08	65.52	6.57	9.11	46.05	2.58
		59.82	59.11	0.72	1.20	53.25	2.77
		67.42	66.45	0.97	1.44	53.65	2.78
	Pancang 3	46.16	38.29	7.87	17.04	57.35	2.87
		53.15	41.53	11.61	21.85	55.65	2.83
		54.96	47.47	7.49	13.62	54.20	2.79
		58.70	48.60	10.09	17.19	54.90	2.81
		49.84	39.80	10.04	20.15	52.45	2.75
		72.82	69.89	2.93	4.02	52.85	2.76
WN 2	Pohon 1	29.41	27.69	1.72	5.84	60.75	2.95
		29.44	26.33	3.11	10.56	52.50	2.75
		36.77	36.06	0.70	1.91	61.00	2.96
		44.35	41.28	3.07	6.91	58.00	2.89

		34.32	33.78	0.54	1.58	57.20	2.87
Pohon 2		54.09	49.77	4.32	7.99	61.80	2.98
		51.08	49.03	2.05	4.01	58.30	2.89
		45.83	45.15	0.68	1.48	65.05	3.06
		79.00	76.35	2.65	3.35	61.65	2.98
		68.26	41.62	26.65	39.04	53.60	2.77
		54.71	52.02	2.69	4.92	66.80	3.11
Pohon 3		88.65	86.17	2.48	2.80	48.45	2.65
		47.79	46.90	0.89	1.86	58.45	2.90
		57.42	56.03	1.40	2.43	56.20	2.84
		42.77	36.41	6.37	14.88	51.55	2.72
		51.20	48.24	2.96	5.78	57.80	2.88
		44.16	43.31	0.85	1.92	47.25	2.61
Pancang 1		82.91	76.09	6.82	8.22	51.20	2.71
		43.33	39.26	4.07	9.40	54.95	2.81
		41.65	40.38	1.28	3.06	51.05	2.71
		53.24	52.73	0.51	0.96	60.20	2.94
		82.01	61.48	20.53	25.03	55.50	2.82
		49.41	48.35	1.06	2.15	49.75	2.68
Pancang 2		60.48	59.19	1.29	2.12	51.15	2.71
		54.19	48.57	5.62	10.37	51.65	2.73
		26.99	24.32	2.68	9.92	47.95	2.63
		48.03	44.66	3.37	7.01	53.25	2.77
		46.08	42.42	3.66	7.93	39.55	2.42
		54.10	47.48	6.63	12.25	53.10	2.76
Pancang 3		66.83	55.40	11.43	17.11	59.70	2.93
		64.50	63.59	0.91	1.41	55.50	2.82
		59.62	49.49	10.13	17.00	54.05	2.79
		71.69	67.01	4.68	6.52	53.25	2.77
		73.82	63.15	10.67	14.45	55.40	2.82
		69.50	54.64	14.85	21.37	55.10	2.81
WN 3	Pohon 1	39.70	33.10	6.60	16.64	61.35	2.97
		19.39	17.55	1.84	9.49	60.20	2.94
		19.61	17.49	2.12	10.83	49.70	2.68
		45.43	34.81	10.62	23.38	50.90	2.71
		40.93	26.91	14.02	34.25	59.90	2.93
		22.11	21.83	0.28	1.28	48.75	2.65
	Pohon 2	91.29	59.54	31.75	34.78	59.80	2.93
		68.63	57.38	11.25	16.39	70.90	3.21
		84.71	35.75	48.96	57.80	62.30	2.99
		51.81	47.25	4.56	8.80	64.45	3.05
		42.35	40.37	1.98	4.68	63.60	3.03
		39.52	37.88	1.64	4.15	68.60	3.15
	Pohon 3	30.60	22.94	7.66	25.02	58.10	2.89
		27.77	23.56	4.21	15.15	29.00	2.16
		29.26	26.39	2.86	9.79	52.55	2.75

		35.23	32.29	2.94	8.36	53.35	2.77
		29.91	19.80	10.11	33.79	49.60	2.67
		31.90	17.95	13.95	43.73	50.05	2.69
Pancang 1	Pancang 1	81.70	73.11	8.59	10.51	52.10	2.74
		57.48	30.06	27.42	47.70	50.65	2.70
		45.11	31.27	13.84	30.68	52.70	2.75
		40.53	33.56	6.97	17.20	57.20	2.87
		32.47	29.68	2.80	8.61	65.35	3.07
		44.45	35.22	9.23	20.77	68.40	3.15
Pancang 2	Pancang 2	67.64	39.05	28.59	42.27	57.25	2.87
		54.64	52.59	2.06	3.77	50.25	2.69
		60.04	47.57	12.47	20.76	46.35	2.59
		44.30	39.30	5.00	11.29	55.00	2.81
		35.98	32.77	3.21	8.92	54.70	2.80
		29.82	19.94	9.88	33.14	53.00	2.76
Pancang 3	Pancang 3	55.43	48.41	7.02	12.66	53.65	2.78
		62.47	44.15	18.32	29.32	52.35	2.74
		52.52	33.29	19.24	36.63	57.15	2.86
		69.84	68.33	1.51	2.16	60.05	2.94
		67.06	60.20	6.86	10.23	54.85	2.81
		57.41	56.60	0.81	1.41	41.75	2.48
LB 1	Pohon 1	27.64	23.36	4.28	15.49	52.35	2.74
		45.04	36.54	8.50	18.87	54.25	2.79
		44.52	42.02	2.49	5.60	50.6	2.70
		43.52	37.41	6.11	14.05	40.15	2.44
		41.64	37.26	4.38	10.52	49.55	2.67
		31.44	28.95	2.49	7.93	53.6	2.77
	Pohon 2	25.36	23.69	1.68	6.60	51.4	2.72
		30.51	29.20	1.31	4.29	51.15	2.71
		49.86	47.42	2.45	4.91	47.8	2.63
		50.61	49.97	0.64	1.27	39	2.41
		48.52	46.74	1.78	3.67	52.1	2.74
		36.08	35.03	1.05	2.91	39.55	2.42
	Pohon 3	40.51	38.88	1.63	4.02	60.65	2.95
		29.55	27.50	2.05	6.93	56.6	2.85
		29.39	28.22	1.17	3.98	52.6	2.75
		26.62	25.89	0.72	2.71	53.95	2.78
		47.31	46.17	1.14	2.41	55.45	2.82
		27.02	25.90	1.12	4.15	61.8	2.98
Pancang 1	Pancang 1	54.85	52.92	1.94	3.53	43.45	2.52
		44.03	38.47	5.56	12.63	41.55	2.47
		42.95	41.27	1.69	3.93	49.1	2.66
		39.79	37.15	2.64	6.64	56.2	2.84
		55.04	51.53	3.51	6.37	50.45	2.70
		51.32	47.96	3.36	6.56	54	2.78
	Pancang	36.09	34.02	2.07	5.73	46.05	2.58

		2	39.87	37.94	1.94	4.86	49.7	2.68
			31.43	28.64	2.78	8.86	35.55	2.32
			33.84	30.73	3.11	9.19	33.65	2.27
			43.41	42.00	1.40	3.23	53.4	2.77
			28.01	26.70	1.31	4.69	57.55	2.87
	Pancang	3	26.86	25.31	1.55	5.77	54.9	2.81
			42.06	36.30	5.76	13.69	55.05	2.81
			38.65	36.19	2.46	6.36	52.8	2.75
			33.25	29.28	3.97	11.95	60.5	2.95
			28.06	25.35	2.71	9.66	41.15	2.46
			38.20	34.35	3.85	10.07	51.95	2.73
LB 2	Pohon	1	18.59	17.11	1.48	7.97	47.85	2.63
			24.75	24.60	0.15	0.62	47.35	2.62
			52.24	50.23	2.01	3.85	60.40	2.95
			40.43	33.81	6.61	16.36	47.90	2.63
			50.29	47.52	2.77	5.50	35.45	2.32
			43.12	42.54	0.58	1.34	48.90	2.66
	Pohon	2	30.27	29.40	0.87	2.87	41.35	2.47
			42.76	41.89	0.87	2.03	50.80	2.70
			49.58	49.27	0.31	0.63	41.25	2.46
			27.67	25.54	2.12	7.68	46.15	2.59
			37.49	34.79	2.70	7.20	38.95	2.41
			35.66	34.82	0.84	2.36	50.55	2.70
	Pohon	3	22.99	22.79	0.20	0.87	44.10	2.54
			33.86	33.22	0.64	1.88	64.15	3.04
			39.27	38.13	1.15	2.92	71.15	3.22
			40.30	37.53	2.76	6.85	54.20	2.79
			30.02	29.05	0.96	3.20	63.45	3.02
			19.28	18.72	0.57	2.95	54.25	2.79
	Pancang	1	43.64	42.52	1.12	2.57	59.10	2.91
			56.52	54.97	1.55	2.74	55.95	2.83
			53.37	50.03	3.34	6.26	53.6	2.77
			24.63	23.15	1.48	6.01	44.85	2.55
			38.58	36.29	2.29	5.94	50.8	2.70
			38.99	37.60	1.40	3.58	48.25	2.64
	Pancang	2	19.51	18.33	1.18	6.03	46.9	2.61
			30.71	29.79	0.92	2.99	38.4	2.39
			38.20	34.36	3.84	10.05	45.7	2.58
			21.13	19.33	1.80	8.51	34.25	2.29
			27.36	25.68	1.68	6.15	44.65	2.55
			30.50	29.41	1.10	3.59	32.8	2.25
	Pancang	3	24.59	22.88	1.71	6.95	42.85	2.50
			34.45	32.44	2.02	5.85	50.2	2.69
			38.90	38.31	0.59	1.52	52.9	2.76
			23.78	22.49	1.30	5.45	39.20	2.41
			26.47	25.17	1.29	4.89	51.75	2.73

		27.62	25.09	2.53	9.16	33.35	2.27
LB 3	Pohon 1	39.29	39.02	0.27	0.69	45.30	2.57
		33.55	32.69	0.87	2.58	45.65	2.57
		33.12	32.67	0.45	1.35	43.05	2.51
		34.94	33.37	1.57	4.48	38.00	2.38
		21.53	20.53	1.00	4.65	43.95	2.53
		19.54	16.99	2.55	13.03	47.70	2.63
	Pohon 2	47.79	44.56	3.23	6.75	38.90	2.40
		39.87	38.88	0.99	2.49	66.40	3.10
		28.53	27.70	0.83	2.91	63.80	3.03
		34.23	33.16	1.07	3.11	54.60	2.80
		25.08	24.29	0.80	3.18	49.05	2.66
		31.16	24.06	7.10	22.78	55.30	2.82
	Pohon 3	27.88	25.77	2.11	7.57	69.90	3.18
		27.63	27.24	0.40	1.43	33.15	2.26
		27.17	24.79	2.38	8.77	53.80	2.78
		23.96	23.45	0.51	2.12	62.60	3.00
		20.58	20.40	0.18	0.89	83.60	3.53
		19.27	15.56	3.72	19.29	65.45	3.07
	Pancang 1	53.47	51.77	1.71	3.19	51.95	2.73
		50.39	48.73	1.66	3.29	55.05	2.81
		31.73	29.15	2.58	8.14	45.90	2.58
		61.20	57.34	3.86	6.31	65.70	3.08
		49.27	47.87	1.40	2.84	42.45	2.49
		30.49	25.75	4.75	15.56	37.75	2.38
	Pancang 2	23.90	20.24	3.66	15.32	42.45	2.49
		21.81	21.60	0.21	0.97	47.75	2.63
		22.36	22.25	0.11	0.50	44.75	2.55
		28.61	28.27	0.34	1.20	45.60	2.57
		31.22	29.28	1.94	6.20	32.35	2.24
		34.28	33.57	0.70	2.05	53.70	2.78
	Pancang 3	50.24	48.66	1.58	3.15	28.25	2.14
		48.47	46.96	1.51	3.12	46.80	2.60
		30.59	27.76	2.83	9.26	31.85	2.23
		60.70	57.27	3.43	5.65	38.05	2.38
		52.81	51.16	1.65	3.13	35.45	2.32
		31.12	26.41	4.70	15.12	19.65	1.92

Lampiran 6 Data Hasil Uji Kandungan Kimiaiwi Daun *Rhizophora apiculata*

Habitat	Habitus	Hasil Uji Kimiaiwi				
		Serat Kasar (%)	Polifenol (%)	Liginin (%)	Air (%)	Fosfor (mg/kg)
WN1	Pohon	1.48	4.62	29.8	26.79	1099.9
		1.48	4.25	27.8	27.03	1270.57
		1.47	3.98	25.82	25.67	992.33
	Pancang	1.22	5.58	24.24	37.82	883.05
		1.2	8.12	25.06	37.29	1253.03
		1.23	8.73	21.82	36.89	953.9
WN2	Pohon	1.45	11.12	22.14	25.74	6482
		1.46	12.98	20.28	23.51	6769
		1.47	11.56	22.61	25.82	8127
	Pancang	1.25	7.83	18.56	19.53	4283
		1.27	7.34	19.75	20.71	3734
		1.26	8.49	18.24	18.56	4659
WN3	Pohon	1.68	10.62	21.28	25.74	5627
		1.65	11.27	23.43	23.51	5831
		1.71	11.09	22.87	25.82	5912
	Pancang	1.31	7.25	19.53	35.62	4567
		1.29	7.49	20.71	33.48	4863
		1.24	5.21	18.56	36.29	4232
LB1	Pohon	1.52	6.59	27.86	63	927.78
		1.5	7.83	28.82	62	822.01
		1.52	5.62	26.66	63	707.87
	Pancang	1.24	9.18	23.02	62	672.34
		1.22	6.64	25.56	63	659.94
		1.24	6.39	18.82	64	794.11
LB2	Pohon	1.54	12.52	26.31	17.26	7124
		1.56	12.83	25.12	17.63	8197
		1.56	11.29	26.75	17.92	7841
	Pancang	1.32	14.36	23.49	25.18	5876
		1.32	15.43	23.07	24.67	5493
		1.35	14.11	24.48	24.15	6236
LB3	Pohon	1.53	15.21	29.52	11.51	8324
		1.58	16.33	27.63	11.32	7863
		1.52	15.87	28.74	11.45	8125
	Pancang	1.36	11.76	24.83	23.15	7134
		1.38	12.02	23.91	24.44	7628
		1.37	12.61	23.56	24.91	7834

Lampiran 7 Hasil Analisis Data Kruskal Wallis Intensitas Herbivori

1. Tabel Deskripsi Data

Descriptive Statistics					
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	maximum
Tingkat Herbivori	216	8.76	9.329839	0.500805	57.8
Luas KerusakanDaun	216	4.13	5.872784	0.112	48.96

2. Tabel Hasil Analisis Kruskal Wallis Tingkat Herbivori

Ranks			
	Habitat Mangrove	N	Mean Rank
Persentase Herbivori	Wonorejo	108	121.64
	Madura	108	95.36
	Total	216	

Test Statisticsa,b	
	Persentase Herbivori
Chi-Square	9.546
Df	1
Asymp. Sig.	0.002
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: Habitat Mangrove	

Ranks			
	Kategori Pertumbuhan	N	Mean rank
Persentase Herbivori	Pohon	108	97.62
	Pancang	108	119.38
	Total	216	

Test Statisticsa,b	
	Persentase Herbivori
Chi-Square	6.546
df	1
Asymp. Sig.	0.011
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: Kategori Pertumbuhan	

Ranks			
	Kategori Pertumbuhan	N	Mean Rank
Luas Area Kerusakan Daun	Pohon	108	94.69
	Pancang	108	122.31
	Total	216	

Test Statistics ^{a,b}	
	Luas Area Kerusakan Daun
Chi-Square	10.54
df	1
Asymp. Sig.	0.001

a. Kruskal Wallis Test
b. Grouping Variable: **Kategori Pertumbuhan**

Ranks			
	Habitat Mangrove	N	Mean rank
Luas Area Kerusakan Daun	Wonorejo	108	129.59
	Madura	108	87.41
	Total	216	

Test Statistics ^{a,b}	
	Luas Area Kerusakan Daun
Chi-Square	24.603
df	1
Asymp. Sig.	0.0001

a. Kruskal Wallis Test
b. Grouping Variable: **Habitat Mangrove**

Lampiran 8 Hasil Analisis Data Kruskasl-Wallis Karateristik Kimiai Daun *Rhizophora apiculata*

1. Tabel Deskripsi Data

Descriptive Statistics					
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximuum
Kadar Serat Kasar	36	1.40972	0.145749	1.2	1.71
Kadar Polifenol	36	9.83667	3.570439	3.98	16.33
Kadar lignin	36	23.9069	3.314146	18.24	29.8
Kadar Fosfor	36	4549.94	2862.853	659.94	8324
Kadar Air	36	39.8206	22.23284	11.32	77
Kadar Nitrogen	216	2.7310	0.2207	2.4212	3.1469

2. Tabel Hasil Analisis Kruskal Wallis Kandungan Serat Kasar

Ranks			
	Kategori Pertumbuhan	N	Mean Rank
Kadar Serat Kasar	Pohon	18	27.5
	Pancang	18	9.5
	Total	36	

Test Statistics ^{a,b}	
	Kadar Serat Kasar
Chi-Square	26.314
df	1
Asymp. Sig.	0.0001
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: Kategori Pertumbuhan	

Ranks			
	Habitat Mangrove	N	Mean Rank
Kadar Serat Kasar	Wonorejo	18	16.53
	Madura	18	20.47
	Total	36	

Test Statisticsa,b	
Kadar Serat Kasar	
Chi-Square	1.263626
df	1
Asymp. Sig.	0.260966
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: Habitat Mangrove	

3. Tabel Hasil Analisis Kruskal Wallis Kandungan Polifneol

Ranks			
	Kategori Pertumbuhan	N	Mean Rank
Kadar Polifenol	Pohon	18	19.58
	Pancang	18	14.72
	Total	36	

Test Statisticsa,b	
Kadar Polifenol	
Chi-Square	0.381
df	1
Asymp. Sig.	0.537
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: Kategori Pertumbuhan	

Ranks			
	Habitat Mangrove	N	Mean Rank
Kadar Polifenol	Wonorejo	18	13.64
	Madura	18	23.36
	Total	36	

Test Statisticsa,b	
Kadar polifenol	
Chi-Square	7.665
df	1
Asymp. Sig.	0.006
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: Habitat Mangrove	

4. Tabel Hasil Analisis Kruskal Wallis Kandungan Lignin

Ranks			
	Kategori Pertumbuhan	N	Mean Rank
Kadar Lignin	Pohon	18	24.06
	Pancang	18	12.94
	Total	36	

Test Statistics ^{a,b}	
	Kadar Lignin
Chi-Square	10.011
df	1
Asymp. Sig.	0.002
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: Kategori Pertumbuhan	

Ranks			
	Habitat Mangrove	N	Mean Rank
Kadar Lignin	Wonorejo	18	13.28
	Madura	18	23.72
	Total	36	

Test Statistics ^{a,b}	
	Kadar Lignin
Chi-Square	8.846
df	1
Asymp. Sig.	0.003
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: Habitat Mangrove	

5. Tabel Hasil Analisis Kruskal Wallis Kandungan Fosfor

Ranks			
	Kategori Pertumbuhan	N	Mean Rank
Kadar Fosfor	Pohon	18	21.61
	Pancang	18	15.39
	Total	36	

Test Statisticsa,b	
	Kadar Fosfor
Chi-Square	3.139
df	1
Asymp. Sig.	0.076
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: Kategori Pertumbuhan	

Ranks			
	Habitat Mangrove	N	Mean Rank
Kadar Fosfor	Wonorejo	18	16.56
	Madura	18	20.44
	Total	36	

Test Statisticsa,b	
	Kadar Fosfor
Chi-Square	1.226
df	1
Asymp. Sig.	0.268
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: Habitat Mangrove	

6. Tabel Hasil Analisis Kruskal Wallis KandunganAir

Ranks			
	Kategori Pertumbuhan	N	Mean Rank
Kadar Air	Pohon	18	16.11
	Pancang	18	20.89
	Total	36	

Test Statisticsa,b	
	Kadar Air
Chi-Square	1.853
df	1
Asymp. Sig.	0.173
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: Kategori Pertumbuhan	

Ranks			
	Habitat Mangrove	N	Mean Rank
Kadar Air	Wonorejo	18	23.22
	Madura	18	13.78
	Total	36	

Test Statisticsa,b	
	Kadar Air
Chi-Square	7.239
df	1
Asymp. Sig.	0.007
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: Habitat Mangrove	

7. Tabel Hasil Analisis Kruskal Wallis Kandungan Nitrogen

Ranks			
	Kategori Pertumbuhan	N	Mean Rank
Kadar Nitrogen	Pohon	108	118.9
	Pancang	108	98.1
	Total	216	

Test Statisticsa,b	
	Kadar Nitrogen
Chi-Square	5.93
df	1
Asymp. Sig.	0.015
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: Kategori Pertumbuhan	

Ranks			
	Habitat Mangrove	N	Mean Rank
Kadar Nitrogen	Wonorejo	108	132.3
	Madura	108	84.7
	Total	216	

Test Statistics ^{a,b}	
	Kadar Nitrogen
Chi-Square	31.33
df	1
Asymp. Sig.	0.0001
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable:	Habitat Mangrove

Keterangan:

P Value<0,05: terdapat perbedaan signifikan

P Value>0,05: tidak terdapat perbedaan signifikan

Lampiran 9 Hasil Analisis Data Korelasi Pearson

1. Tabel Analisis Korelasi Intensitas Herbivori dan Karakteristik Kimiaiwi Daun Pohon *R. apiculata* Wonorejo, Surabaya

Correlations										
		LAD	herbivori	serat	air	polifenol	Lignin	fosfor	nitrogen	
LAD	Pearson Correlation	1	.888**	.347*	-.285*	.264	-.181	.195	.143	
	Sig. (2-tailed)		.000	.010	.037	.054	.190	.157	.302	
herbivori	Pearson Correlation	.888**	1	.547**	-.365**	.321*	-.277*	.248	.005	
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.007	.018	.043	.071	.972	
serat	Pearson Correlation	.347*	.547**	1	-.455**	.334*	-.287*	.242	-.031	
	Sig. (2-tailed)	.010	.000		.001	.014	.035	.078	.825	
air	Pearson Correlation	-.285*	-.365**	-.455**	1	-.980**	.892**	.961**	-.241	
	Sig. (2-tailed)	.037	.007	.001		.000	.000	.000	.079	
polifenol	Pearson Correlation	.264	.321*	.334*	-.980**	1	.903**	-.969**	.276*	
	Sig. (2-tailed)	.054	.018	.014	.000		.000	.000	.044	
lignin	Pearson Correlation	-.181	-.277*	-.287*	.892**	-.903**	1	-.873**	-.197	
	Sig. (2-tailed)	.190	.043	.035	.000	.000		.000	.153	
fosfor	Pearson Correlation	.195	.248	.242	-.961**	-.969**	.873**	1	.201	
	Sig. (2-tailed)	.157	.071	.078	.000	.000	.000		.146	
nitrogen	Pearson Correlation	.143	.005	-.031	-.241	.276*	-.197	.201	1	
	Sig. (2-tailed)	.302	.972	.825	.079	.044	.153	.146		

**, Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).
 *, Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

2. Tabel Analisis Korelasi Intensitas Herbivori dan Karakteristik kimiawi daun pancang *R. apiculata* Wonorejo, Surabaya

Correlations										
		LAD	Herbivori	serat	air	polifenol	Lignin	fosfor	nitrogen	
LAD	Pearson Correlation	1	.943**	.273*	-.227	.065	-.213	.249	.093	
	Sig. (2-tailed)		.000	.045	.100	.640	.123	.069	.502	

herbivori	Pearson Correlation	.943**		1	.365**	-.248	.036	-.203	.260	.098
	Sig. (2-tailed)	.000			.007	.071	.797	.140	.058	.482
serat	Pearson Correlation	.273*	.365**		1	-.803**	.058	-.633**	.790**	-.027
	Sig. (2-tailed)	.045	.007			.000	.677	.000	.000	.849
air	Pearson Correlation	-.227	-.248	-.803**		1	.068	.899**	-.983**	.136
	Sig. (2-tailed)	.100	.071	.000			.625	.000	.000	.326
polifenol	Pearson Correlation	.065	.036	.058	.068		1	-.020	-.026	.043
	Sig. (2-tailed)	.640	.797	.677	.625			.886	.854	.756
lignin	Pearson Correlation	-.213	-.203	-.633**	.899**		-.020	1	-.857**	.102
	Sig. (2-tailed)	.123	.140	.000	.000		.886		.000	.461
fosfor	Pearson Correlation	.249	.260	.790**	-.983**		-.026	-.857**	1	-.086
	Sig. (2-tailed)	.069	.058	.000	.000		.854	.000		.537
nitrogen	Pearson Correlation	.093	.098	-.027	.136		.043	.102	-.086	1
	Sig. (2-tailed)	.502	.482	.849	.326		.756	.461	.537	

**, Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).
*, Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

3. Tabel Analisis Korelasi Intensitas Herbivori dan Karakteristik Kimiawi Daun Pohon *R. aiculata* Lembung Paseser, Madura

Correlations										
		LAD	herbivori	serat	air	polifenol	lignin	fosfor	nitrogen	
LAD	Pearson Correlation		1	.916**	-.064	.233	-.185	.031	-.244	-.202
	Sig. (2-tailed)			.000	.645	.090	.181	.822	.075	.143
herbivori	Pearson Correlation	.916**		1	-.068	.128	-.065	.106	-.142	-.147
	Sig. (2-tailed)	.000			.623	.358	.640	.448	.307	.288
serat	Pearson Correlation	-.064	-.068		1	-.660**	.552**	-.508**	.675**	-.053
	Sig. (2-tailed)	.645	.623			.000	.000	.000	.000	.702
air	Pearson Correlation	.233	.128	-.660**		1	-.944**	.064	-.994**	.047

	Sig. (2-tailed)	.090	.358	.000		.000	.648	.000	.736
polifenol	Pearson Correlation	-.185	-.065	.552**	-.944**	1	.168	.917**	-.041
	Sig. (2-tailed)	.181	.640	.000	.000		.225	.000	.767
lignin	Pearson Correlation	.031	.106	-.508**	.064	.168	1	-.115	.039
	Sig. (2-tailed)	.822	.448	.000	.648	.225		.406	.782
fosfor	Pearson Correlation	-.244	-.142	.675**	-.994**	.917**	-.115	1	-.065
	Sig. (2-tailed)	.075	.307	.000	.000	.000	.406		.640
nitrogen	Pearson Correlation	-.202	-.147	-.053	.047	-.041	.039	-.065	1
	Sig. (2-tailed)	.143	.288	.702	.736	.767	.782	.640	
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).									
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).									

4. Tabel Analisis Korelasi Intensitas Herbivori dan Karakteristik Daun Pancang *R. apiculata* Lembung Paseser, Madura

Correlations									
		LAD	herbivori	serat	air	polifenol	Lignin	fosfor	nitrogen
LAD	Pearson Correlation	1	.868**	-.292*	.340*	-.334*	-.305*	-.305*	-.136
	Sig. (2-tailed)		.868**	-.292*	.340*	-.334*	-.305*	-.305*	-.136
herbivori	Pearson Correlation	.868**	1	-.199	.232	-.237	-.285*	-.214	-.305*
	Sig. (2-tailed)	.000		.149	.092	.084	.036	.120	.025
serat	Pearson Correlation	-.292*	-.199	1	-.945**	.763**	.327*	.989**	.014
	Sig. (2-tailed)	.032	.149		.000	.000	.016	.000	.920
air	Pearson Correlation	.340*	.232	-.945**	1	-.906**	-.392**	-.969**	-.095
	Sig. (2-tailed)	.012	.092	.000		.000	.003	.000	.495

polifenol	Pearson Correlation	-.334*	-.237	.763**	-.906**		1	.324*	.798**	.147
	Sig. (2-tailed)	.014	.084	.000	.000			.017	.000	.290
lignin	Pearson Correlation	-.305*	-.285*	.327*	-.392**	.324*	1	.373**	.359**	
	Sig. (2-tailed)	.025	.036	.016	.003	.017			.006	.008
fosfor	Pearson Correlation	-.305*	-.214	.989**	-.969**	.798**	.373**	1		.026
	Sig. (2-tailed)	.025	.120	.000	.000	.000	.006			.850
nitrogen	Pearson Correlation	-.136	-.305*	.014	-.095	.147	.359**	.026		1
	Sig. (2-tailed)	.326	.025	.920	.495	.290	.008	.850		

**, Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).
 *. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Gresik pada tanggal 7 Desember 1997. Riwayat pendidikan penulis sebagai berikut: SDN 1 Pangkahwetan (2004-2010), SMPN 1 Sidayu (2010-2013), SMAN 1 Sidayu (2013-2016), Biologi ITS (2016-sekarang). Pengalaman organisasi yang pernah diikuti selama menempuh Pendidikan di Biologi ITS adalah sebagai staf Bakti Alam Bakti Masyarakat UKM Pecinta Lingkungan

Hidup SIKLUS ITS periode 2017/2018 dan menjadi anggota aktif sampai sekarang. Penulis tertarik dalam kegiatan konservasi dengan menjadi anggota Komunitas Pecinta Burung Liar Pecuk Biologi ITS. Selain kegiatan lingkungan, penulis tergabung dalam pemandu LKMM Fakultas Sains dan Analitika Data untuk melatih *public speaking*. Penulis memperluas wawasan kepemanduan dengan menjadi staf Badan Koordinasi Pemandu BEM ITS periode 2018/2019. Selain organisasi, penulis aktif di berbagai kepanitian seperti sie acara GERIGI ITS 2017, Pemandu GERIGI ITS 2018, dan Koordinator Sie Konsumsi BOF (*Biology Opus Fair*) X. Penulis pernah mengikuti banyak pelatihan antara lain: pelatihan LKMM Pra-TD BEM FMIPA ITS dan LKMM TD Himpunan Mahasiswa Biologi ITS (HIMABITS) 2017, Pelatihan Karya Tulis Ilmiah HIMABITS 2017, LKMW TD HIMABITS 2017, PP-LKMM 2018, *Meru Betiri Service Camp* (MBSC) 2019, pelatihan surveyor ekologi (SUTRA) dan menjadi anggota tim Surveyor Laboratorium Ekologi Biologi ITS.

