



TUGAS AKHIR - SB184830

**STUDI ADAPTASI MANGROVE JENIS
Rhizophora mucronata TERHADAP LIMBAH
ORGANIK BERDASARKAN VARIASI
KARAKTERISTIK DAUN DI KAWASAN
MANGROVE WONOREJO KOTA SURABAYA**

Disusun oleh :
CILLYSA ASTINE JAVA
01311640000025

Dosen Pembimbing
Mukhammad Muryono, S.Si., M.Si., Ph.D

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



TUGAS AKHIR - SB184830

**STUDI ADAPTASI MANGROVE JENIS
Rhizophora mucronata TERHADAP LIMBAH
ORGANIK BERDASARKAN VARIASI
KARAKTERISTIK DAUN DI KAWASAN
MANGROVE WONOREJO KOTA SURABAYA**

CILLYSA ASTINE JAVA
0131164000025

Dosen Pembimbing
Mukhammad Muryono, S.Si., M.Si., Ph.D

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



FINAL PROJECT - SB184830

**ADAPTATION OF *Rhizophora mucronata* TO
ORGANIC WASTE BASED ON LEAF
CHARACTERISTIC IN WONOREJO MANGROVE
AREA, SURABAYA**

**CILLYSA ASTINE JAVA
0131164000025**

**Supervisor
Mukhammad Muryono, S.Si., M.Si., Ph.D**

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

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI ADAPTASI MANGROVE JENIS *Rhizophora mucronata* TERHADAP LIMBAH ORGANIK BERDASARKAN VARIASI KARAKTERISTIK DAUN DI KAWASAN MANGROVE WONOREJO KOTA SURABAYA

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

CILLYSA ASTINE JAVA
NRP. 0131164000025

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Mukhammad Muryono, S.Si., M.Si., Ph.D.....(Pembimbing 1)

Surabaya, 4 Agustus 2020

Mengetahui,
Ketua Departemen Biologi



Dr. Dewi Hidayati, S.Si., M.Si
NIP. 19691121 199802 2 001

**STUDI ADAPTASI MANGROVE JENIS *Rhizophora mucronata* TERHADAP LIMBAH ORGANIK
BERDASARKAN VARIASI KARAKTERISTIK DAUN DI
KAWASAN MANGROVE WONOREJO KOTA SURABAYA**

Nama Mahasiswa : Cilysa Astine Java

NRP : 0131164000025

Departemen : Biologi

Dosen Pembimbing: Mukhammad Muryono, S.Si, M.Si, Ph.D

Abstrak

*Keberadaan mangrove di kawasan ekosistem mangrove Wonorejo Surabaya mulai terancam dengan adanya aktivitas lingkungan yang meningkatkan produksi limbah organik. Tercatat bahwa salah satu parameter lingkungan yaitu kadar nitrat (NO_3) cukup tinggi. Peningkatan ini dapat mengancam kesehatan mangrove salah satunya *R. mucronata*. Untuk mengetahui kesehatan mangrove *R. mucronata* dapat dilihat dari kemampuan adaptasi diantaranya melalui parameter kandungan klorofil daun, nitrogen daun dan laju fotosintesis mangrove serta hubungan parameter tersebut dengan kandungan nitrogen di tanah. Kandungan klorofil daun, nitrogen daun, dan laju fotosintesis daun *R. mucronata* signifikan di antara stasiun 1 dengan 2, dan stasiun 2 dengan 3. Tetapi tidak ada perbedaan yang signifikan antara stasiun 1 dengan 3. Nilai rata-rata tertinggi pada stasiun 2 dengan klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis rata-rata berturut-turut sebesar 57,67 ($\mu g/cm^2$), 26,86 (g/kg), dan 20,22 ($\mu mol CO_2/m^2s$). Nilai klorofil daun rata-rata pada stasiun 1 sebesar 42,58 ($\mu g/cm^2$) dan stasiun 3 sebesar 42,00 ($\mu g/cm^2$), untuk nilai N daun rata-rata pada stasiun 1 sebesar 23,72 (g/kg) dan stasiun 3 sebesar 23,58 (g/kg), serta untuk nilai laju fotosintesis rata-rata pada stasiun 1 sebesar 7,74 ($\mu mol CO_2/m^2s$) dan pada stasiun 3 sebesar 7,64 ($\mu mol CO_2/m^2s$).*

Terdapat korelasi positif antara N tanah dengan ketiga parameter daun yaitu peningkatan kandungan nitrogen tanah diikuti dengan peningkatan klorofil daun, nitrogen daun, dan laju fotosintesis.

Kata Kunci: *Klorofil, Limbah organik, Nitrogen, Rhizophora mucronata*

ADAPTATION OF *Rhizophora mucronata* TO ORGANIC WASTE BASED ON LEAF CHARACTERISTIC IN WONOREJO MANGROVE AREA, SURABAYA

Student Name : Cillysa Astine Java
NRP : 0131164000025
Departement : Biology
Supervisor : Mukhammad Muryono, S.Si, M.Si, Ph.D

Abstract

The presence of mangroves over the Wonorejo mangrove regions in Surabaya began to be threatened by environmental activities that increased organic waste production. One environmental parameter, nitrate (NO_3) was high. This increase could threaten the health of mangrove one of them were *R. mucronata*. To learn about the health of mangrove *R. mucronata* can be seen from their adaptive ability through the parameters of the leaf chlorophyll, N leaf, and rate of photosynthesis and the relationship of these three parameters with N soil. The result of measuring the parameters that there was a significant difference in the average value of chlorophyll, N leaves, and rate of photosynthesis of *R. mucronata* between station 2 with station 1, and stasun 2 with stasion 3. But between stations 1 and 3 there was no significant difference. The highest average values at station 2 with leaf chlorophyll, leaf N, and the average photosynthetic rate were 57.67 ($\mu\text{g} / \text{cm}^2$), 26.86 (g / kg), and 20.22 ($\mu\text{mol CO}_2 / \text{m}^2\text{s}$). The average leaf chlorophyll value at station 1 was 42.58 ($\mu\text{g} / \text{cm}^2$) and station 3 was 42.00 ($\mu\text{g} / \text{cm}^2$), for the average leaf N value at station 1 was 23.72 (g / kg) and station 3 is 23.58 (g / kg), and for the average photosynthetic rate at station 1 is 7.74 ($\mu\text{mol CO}_2 / \text{m}^2\text{s}$) and at station 3 is 7.64 ($\mu\text{mol CO}_2 / \text{m}^2\text{s}$). There was a positive correlation between soil N and three parameters of leaves, with increased soil content followed by increased chlorophyll of leaves, leaf N, and rate of photosynthesis.

Keyword: Chlorophyll, Organic waste, Nitrogen, *R. mucronata*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun Tugas Akhir (TA) dengan judul “Studi Adaptasi *Mangrove* Jenis *Rhizophora mucronata* Terhadap Limbah Organik Berdasarkan Variasi Karakteristik Daun Di Kawasan *Mangrove* Wonorejo Kota Surabaya”. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata 1 (S1) di Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Analitik Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Dr. Dewi Hidayati, S.Si., M.Si selaku Ketua Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Analitik Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Bapak Mukhammad Muryono, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Dosen Pembimbing, Bapak Dr.techn. Endry Nugroho Prasetyo, S.Si., MT dan Ibu Wirdhatul Muslihatin, S.Si., M.Si selaku Dosen Penguji.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan laporan selanjutnya. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat serta dapat memberikan informasi bagi semua pihak.

Surabaya, 4 Agustus 2020
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	vii
Abstrak.....	ix
Abstract.....	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
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 <i>Mangrove</i>	5
2.1.1 <i>Rhizophora mucronata</i>	6
2.2 Limbah Organik.....	7
2.3 Klorofil.....	8
2.4 Fotosintesis	10
2.5 Kandungan N pada Tumbuhan	13
2.7 Kemampuan Adaptasi <i>Mangrove</i> pada Lingkungan	16

2.8 SPAD Meter	17
BAB III METODOLOGI.....	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.2 Metode yang Digunakan	20
3.2.1 Pemilihan Pancang <i>Mangrove</i>	20
3.2.2 Sampling daun <i>mangrove R. mucronata</i>	20
3.2.3 Uji Faktor Fisik.....	20
3.2.4 Pengukuran Parameter Daun	20
3.2.5 Analisis Data.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Kandungan Klorofil, N Daun, serta Laju Fotosintesis <i>R. mucronata</i>	23
4.2 Hubungan Kandungan Klorofil Daun, N Daun, dan Laju Fotosintesis <i>R. mucronata</i> dengan Kandungan N Tanah.	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	31
5.1 Kesimpulan.....	31
5.1 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA.....	33
LAMPIRAN.....	41

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Rhizophora mucronata</i>	6
Gambar 2.2 Bagian tumbuhan <i>R. mucronata</i>	7
Gambar 2.3 Struktur Kimia Klorofil	9
Gambar 2.4 Reaksi terang fotosintesis	12
Gambar 2.5 Reaksi gelap fotosintesis	13
Gambar 3.1 Lokasi Pengambilan sampel	19
Gambar 4.1 Perbandingan rata-rata klorofil daun <i>R. mucronata</i> di setiap stasiun	26
Gambar 4.2 Perbandingan rata-rata N daun <i>R. mucronata</i> di setiap stasiun	27
Gambar 4.3 Perbandingan rata-rata laju fotosintesis <i>R. mucronata</i> di setiap stasiun	28

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbedaan klorofil a dan klorofil b	10
Tabel 4.1 Kandungan klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis di masing-masing stasiun	23
Tabel 4.2 Kandungan klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis dengan kandungan N tanah yang berbeda-beda	29

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Hasil Analisis Anova <i>One-Way</i>	41
Lampiran 2 Hasil Analisis <i>Tukey</i>	42
Lampiran 3 Tabel SPAD, Klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis	43
Lampiran 4 Tabel N tanah, pH, salinitas.....	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mangrove merupakan ekosistem lahan basah yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut dalam zona intertidal di daerah pesisir tropis dan sub-tropis. Hutan *mangrove* mendukung ekosistem secara luas termasuk produksi perikanan dan siklus nutrient (Kaseng, 2018). Kawasan Ekowisata dan Konservasi *Mangrove* Wonorejo merupakan salah satu area ekosistem *mangrove* di Pantai Timur Surabaya yang saat ini didominasi oleh aktivitas perikanan, pemukiman, dan aktivitas wisata. Hal ini dikarenakan letaknya di pesisir Surabaya sehingga aktivitas seperti pembangunan perumahan dan apartemen, budidaya perikanan payau, dan pengembangan kawasan industri dan kawasan pergudangan terus terjadi. Aktivitas ini dapat menurunkan kualitas lingkungan pesisir yang disebabkan oleh banyak faktor, salah satunya peningkatan jumlah limbah organik (Syamsu *et al*, 2018). Limbah organik yang dibuang secara langsung tanpa adanya proses pengolahan akan mencemari lingkungan, mengganggu ekosistem dan dapat menyebabkan bau busuk akibat meningkatnya kadar N (Kurniawan *et al*, 2013).

Menurut Badan Pusat Statistik (2018) volume limbah organik di Surabaya per hari meningkat pada tahun 2017 adalah 2.947,65 ton, sedangkan pada tahun 2016 sebesar 2.844,59 ton per hari. Peningkatan limbah organik ini mengancam ekosistem *mangrove* dan mengakibatkan degradasi lingkungan di wilayah pesisir Kota Surabaya salah satunya di area Ekowisata dan Konservasi *Mangrove* Wonorejo (Kaseng, 2018). Kawasan *mangrove* sendiri sebenarnya memproduksi limbah organik yang berasal dari serasah daun *mangrove*. Serasah daun ini mengandung berbagai nutrien, salah satunya N. N dalam tanah menunjukkan indikasi positif kenaikan konsentrasi nutrien yang berasal dari daun yang gugur yang membantu pertumbuhan *mangrove* (Delvian *et al*, 2019). Tumbuhan menyerap N melalui akar-akarnya dalam bentuk ion-ion nitrat (NO_3^-) dan ammonium (NH_4^+). Kedua bentuk N ini merupakan hasil dari dekomposisi bahan organik (Suharja and Sutarno, 2009). Menurut

Kinasih, *et al* (2018) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa beberapa parameter lingkungan di Ekowisata dan Konservasi *Mangrove* cukup tinggi salah satunya pada parameter nitrat (NO_3) di ketiga stasiun pengamatan berturut-turut 0,260 mg/L; 0,345 mg/L, dan 0,387 mg/L. Kandungan NO_3 ini tergolong cukup tinggi jika dibandingkan dengan batas kandungan nitrat yaitu 0,008 mg/L.

Kandungan N dalam air maupun tanah sangat mempengaruhi kemampuan adaptasi *mangrove*. Kemampuan adaptasi *mangrove* dapat ditinjau dari konsentrasi klorofil dalam daun, N daun, serta laju fotosintesis. Wang, *et al* (2012) menyebutkan bahwa klorofil daun berkorelasi secara positif terhadap N tanah. Peningkatan kadar N tanah diikuti dengan peningkatan klorofil pada daun. Sintesis klorofil berkaitan erat dengan kandungan N. Jika kandungan klorofil daun rendah dapat diperkirakan disebabkan oleh kandungan N dalam daun. Hal ini dikarenakan jika kadar N daun semakin tinggi dapat meningkatkan kandungan klorofil daun yang terbentuk sampai batas optimum (Pramitasari *et al*, 2016). N daun berperan dalam pembentukan klorofil yang merupakan hal mendasar untuk proses fotosintesis (Shah *et al*, 2017). Konsentrasi klorofil yang berkurang dapat menyebabkan proses fotosintesis menjadi terbatas (Kalaji *et al*, 2017). Selain dari kandungan N tanah, adaptasi *R.mucronata* juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan di ekosistem *mangrove*.

Yusniawati, *et al* (2017) menunjukkan faktor lingkungan seperti perbedaan salinitas memberikan pengaruh terhadap kandungan klorofil daun dengan adanya peningkatan kandungan klorofil daun, namun kadar salinitas yang berbeda tidak menunjukkan adanya perbedaan kandungan klorofil yang signifikan terhadap perlakuan kontrol (tanpa salinitas). Hal tersebut menunjukkan adanya toleransi kandungan klorofil daun yang cukup tinggi pada salinitas (Yusniawati *et al*, 2017). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui adaptasi *mangrove* jenis *R. mucronata* terhadap limbah organik khususnya kandungan N di Pantai Timur kota Surabaya berdasarkan variasi karakteristik daun.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana kandungan klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis *mangrove* jenis *R. mucronata* pada masing-masing stasiun penelitian?
2. Bagaimana hubungan kandungan klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis *mangrove R. mucronata* terhadap kandungan N tanah pada masing-masing stasiun penelitian?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Jenis *mangrove* yang diteliti merupakan spesies *R. mucronata*
2. Habitus *R. mucronata* yang diteliti adalah pancang
3. Sampel yang akan diuji merupakan daun *R. mucronata* dan tanah
4. Parameter untuk pengamatan kemampuan adaptasi *R. mucronat* meliputi kandungan klorofil daun, N daun dan laju fotosintesis
5. Parameter limbah organik yang diteliti adalah N total tanah

1.4 Tujuan

Tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kandungan klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis *mangrove* jenis *R. mucronata* pada masing-masing stasiun penelitian.
2. Mengetahui hubungan kandungan klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis *mangrove R. mucronata* terhadap kandungan N tanah pada masing-masing stasiun penelitian.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai salah satu informasi dasar mengenai kemampuan adaptasi *mangrove* jenis *R. mucronata* terhadap limbah organik khususnya kandungan N di Pantai Timur kota Surabaya. Informasi tentang kemampuan adaptasi *mangrove* ini sangat bermanfaat untuk mengetahui bagaimana adaptasi *mangrove* di lingkungan dengan kandungan N yang berbeda-beda.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Mangrove*

Mangrove merupakan tumbuhan berkayu yang hidup dan tumbuh di zona intertidal atau daerah pasang surut antara daratan dan laut (Kathiresan and Bingham, 2001). Kata *mangrove* berasal dari bahasa melayu yaitu mangi-mangi yang berarti *mangrove* merah. *Mangrove* sering disebut sebagai hutan pantai karena lokasinya banyak ditemukan di pesisir pantai atau hutan pasang surut karena kondisinya yang tergenang saat pasang dan tidak tergenang saat surut. Bahkan juga disebut sebagai hutan payau karena berada di area payau berlumpur. Hutan *mangrove* memiliki tajuk yang rapat dan rata, serta jenis pohonnya yang berdaun hijau sepanjang tahun (Purnamawati *et al*, 2007). *Mangrove* dianggap sebagai kumpulan ekologis yang bertindak sebagai zona sementara antara daratan dan lautan yang terdistribusi di sepanjang pantai tropis dan sub tropis. Terdiri dari semak dan pohon dengan habitat spesifik seperti pantai, muara, sungai pasang surut, dan bahkan di titik hulu dimana air asin ditemukan (Pillai and Hariral, 2018).

Mangrove dapat membentuk suatu ekosistem dimana terjadi interaksi antara lingkungan biotik dan abiotik dalam habitat *mangrove*. Ekosistem ini dapat disebut sebagai ekosistem *mangrove* (Nana and Irsadi, 2014). *Mangrove* memainkan peran penting dalam ekosistem pesisir dan estuari melalui tingginya produktivitas primer, sedimen, nutrien, dan bahan organik yang terkandung di dalamnya (Srisunount, 2017). Produktivitas yang tinggi dari ekosistem *mangrove* menyediakan makanan bagi hewan laut yang berhabitat di ekosistem *mangrove* sangat berlimpah. Selain sebagai penyedia makanan, bagi beberapa biota laut ekosistem ini sangat penting dalam penyediaan tempat berlindung, tempat pemijahan, berkembang biak, dan tempat untuk membersarkan anak, seperti kerang, kepiting, udang, dan beberapa jenis ikan. Selain itu *mangrove* dapat berperan sebagai biofilter berbagai jenis limbah, baik limbah organik maupun limbah anorganik (Nana and Irsadi, 2014).

2.1.1 *Rhizophora mucronata*

Rhizophora mucronata atau tanjang lanang (Gambar 2.1) merupakan anggota dari Famili Rhizophoraceae (Batool *et al.*, 2014). *Mangrove* ini juga dapat beradaptasi dengan lingkungan perairan dengan salinitas tinggi, tetapi lebih toleran terhadap substrat yang keras dan berpasir (Muzaki *et al.*, 2012).



Gambar 2.1 *Rhizophora mucronata* (Dokumentasi Pribadi, 2019)

Klasifikasi *R. mucronata* menurut Duke, *et al* (2010) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Filum	: Tracheophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Rhizophorales
Famili	: Rhizophoraceae
Genus	: Rhizophora
Spesies	: <i>Rhizophora mucronata</i>

R. mucronata dapat tumbuh dengan tinggi mencapai 15-27 meter. Memiliki daun yang lebih lebar dari jenis *R.* lainnya,

berbentuk elips dengan ujung meruncing. Tangkai daun berwarna hijau-kekuningan. Akar dari *R. mucronata* merupakan akar tunjang aerial yang jumlahnya banyak. Akar tunjang aerial dari *mangrove* ini menopang batang pohon. Bunganya memiliki mahkota dengan jumlah 4 yang berwarna putih dan berbulu, sedangkan kelopaknya berjumlah 4 dan berwarna hijau. Buah *R. mucronata* berwarna coklat dan hipokotilnya berwarna hijau dengan permukaan yang berbintil-bintil saat tua (Muzaki *et al.*, 2012). Akar, daun, buah, dan bunga *R. mucronata* berturut-turut ditunjukkan pada Gambar 2.2. *R. mucronata* dapat ditemukan di wilayah Indo-Pasifik di pinggiran sungai dan tepi laut, dimana jenis ini tersebar di daerah Afrika timur, Kamboja, Indonesia, Malaysia, Pakistan, Sri Lanka, Thailand dan Vietnam (Batool *et al.*, 2014).



Gambar 2.2 Bagian tumbuhan *R. mucronata*, berturut-turut dari kiri (a) akar, (b) daun, (c) buah, (d) bunga (Dokumentasi Pribadi, 2019).

2.2 Limbah Organik

Limbah organik merupakan limbah yang berasal dari bahan organik, misalnya dari daun kering/seresah, kertas, dan sampah makanan (sisa sayur, tepung, minuman, buah-buahan, dan lain-lain). Limbah ini kebanyakan berasal dari rumah tangga, tetapi tidak menutup kemungkinan restoran, hotel, bahkan industri juga menghasilkan limbah organik. Limbah organik ini sifatnya dapat diuraikan dalam proses yang alami karena pada dasarnya limbah ini terdiri dari bahan-bahan organik yaitu dari hewan dan tumbuhan (Sunarsih, 2018).

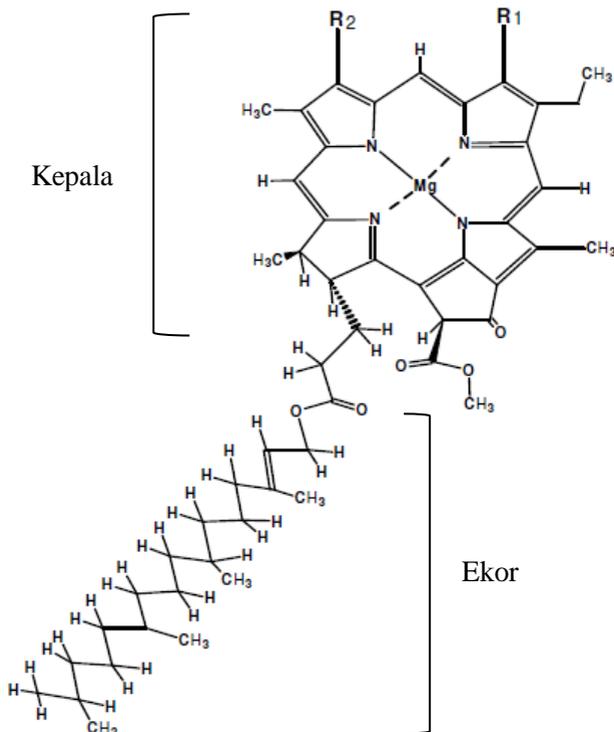
Limbah organik seperti kotoran hewan, jerami, kompos, dan lumpur limbah sering kali digunakan untuk memperbaiki kualitas tanah dengan mengubah sifat tanah (agregasi tanah), memperbaiki jumlah bahan organik tanah, meningkatkan ketersediaan nutrisi, dan banyak fungsi lainnya (Zhang *et al*, 2012). Dalam limbah organik mengandung komponen nutrisi seperti N, forfor, dan potassium yang berguna bagi pertumbuhan tanaman. Salah satu nutrisi yaitu N dalam limbah organik berasal dari pemecahan asam amino pada protein oleh mikroorganisme dari limbah organik tersebut (Hapsah *et al*, 2015).

2.3 Klorofil

Klorofil merupakan pigmen hijau alami yang ditemukan hampir di semua tumbuhan fotosintetik yang berperan dalam penyerapan energi dari cahaya (Filimon *et al*, 2016). Kata klorofil diambil dari bahasa Yunani yaitu *chloros* yang berarti hijau dan *phyllon* yang berarti daun (Inanc, 2011). Klorofil memiliki rantai fitril ($C_{20}H_{39}O$) yang akan berubah menjadi fitol ($C_{20}H_{39}OH$) jika terkena air dengan katalisator klorofilase. Fitol merupakan alkohol primer jenuh dengan daya afinitas kuat terhadap oksigen dalam proses reduksi klorofil. Secara umum, struktur kimia klorofil (Gambar 2.3) terdiri dari bagian yang disebut sebagai “kepala” dan “ekor”. Bagian “kepala” tersusun atas cincin *porphyrin* atau inti *tetraphyrol*, sedangkan bagian “ekor” tersusun atas 20 kelompok karbon yang disebut *phytol*. Bagian “ekor” terhubung pada cincin *porphyrin* dari C17) (Inanc, 2011).

Porphyrin dalam klorofil memiliki struktur yang sangat mirip dengan kelompok heme yang ditemukan dalam hemoglobin kecuali pada pusatnya yaitu besi (Fe) sedangkan pada klorofil pusat strukturnya adalah magnesium (Mg) (Inanc, 2011). Klorofil terdapat dalam kloroplas tepatnya dalam tilakoid. Klorofil menyerap dan memantulkan cahaya dengan gelombang yang berlawanan. Klorofil menyerap cahaya dengan panjang gelombang 400-700 nm, terutama cahaya merah dan biru. Klorofil memiliki sifat kimia yaitu tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut organik yang lebih polar seperti etanol dan kloroform, inti Mg akan tergeser oleh 2 atom H bila

dalam suasana asam, sehingga membentuk suatu persenyawaan yang disebut *feofitin* yang berwarna *coklat* (Ai and Banyo, 2011).



Gambar 2.3 Struktur Kimia Klorofil (Inanc, 2011)

Klorofil berperan sebagai pigmen fotosintesis yang paling penting (Shah *et al*, 2017). Klorofil mengontrol potensial fotosintetik tumbuhan dengan menangkap energi cahaya dari matahari (Shah *et al*, 2017). Klorofil memiliki tiga tugas penting dalam fotosintesis yaitu memanfaatkan energi matahari, memicu fiksasi CO₂ untuk menghasilkan karbohidrat, dan menyediakan energi bagi ekosistem secara keseluruhan (Ai and Banyo, 2011). Klorofil terdiri dari beberapa tipe yaitu klorofil a, klorofil b, klorofil c, dan klorofil d. Klorofil a dan b merupakan tipe klorofil utama yang

dominan dalam kloroplas pada tumbuhan tingkat tinggi (Filimon *et al*, 2016).

Klorofil a berupa larutan berwarna kuning kehijauan yang merupakan pigmen fotosintesis utama pada tumbuhan hijau untuk mentransfer energi cahaya ke aseptor kimia. Cahaya yang diserap menyediakan energi untuk fotosintesis. Daun hijau menyerap cahaya biru (430 nm) dan cahaya merah (660 nm) serta memantulkan gelombang cahaya hijau yang menyebabkan daun tampak berwarna hijau di mata manusia. Pigmen aksesoris dalam fotosintesis mentransfer energi cahaya ke klorofil a (Inanc, 2011). Klorofil b berupa larutan berwarna biru kehijauan yang ditemukan pada tanaman tingkat tinggi dan alga hijau bersama klorofil a. Meskipun klorofil a dan klorofil b sama pentingnya bagi proses fotosintesis, namun kedua memiliki peran dan perbedaan masing-masing, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Perbedaan klorofil a dan klorofil b (Inanc, 2011)

Aspek	Klorofil a	Klorofil b
Rumus kimia	$C_{55} H_{72} O_5 N_4 Mg$	$C_{55}H_{70}O_6N_4 Mg$
Gugus pengikat	CH_3	CH
Cahaya yang diserap	cahaya biru-violet dan merah	cahaya biru dan oranye
Absorpsi maksimum	Pada λ 673 nm	Pada λ 445-640 nm

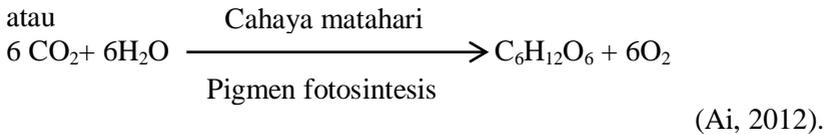
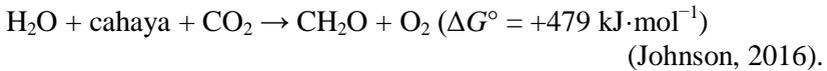
Sedangkan klorofil c merupakan pigmen aksesoris yang ditemukan bersama dengan klorofil a pada alga coklat dan diatom. Klorofil d bersamaan dengan klorofil a ditemukan pada beberapa alga merah (Inanc, 2011).

2.4 Fotosintesis

Proses fotosintesis merupakan proses perubahan senyawa anorganik yaitu karbon dikosida (CO_2) dan air (H_2O) menjadi senyawa organik yaitu karbohidrat dan O_2 dengan bantuan cahaya matahari (Ai and Banyo, 2011). Fotosintesis adalah sumber utama dari makanan yang dikonsumsi oleh manusia dan oksigen yang

dibutuhkan oleh semua organisme (Johnson, 2016). Fotosintesis dimulai saat cahaya mengionisasi molekul klorofil dan selanjutnya terjadi pelepasan elektron.

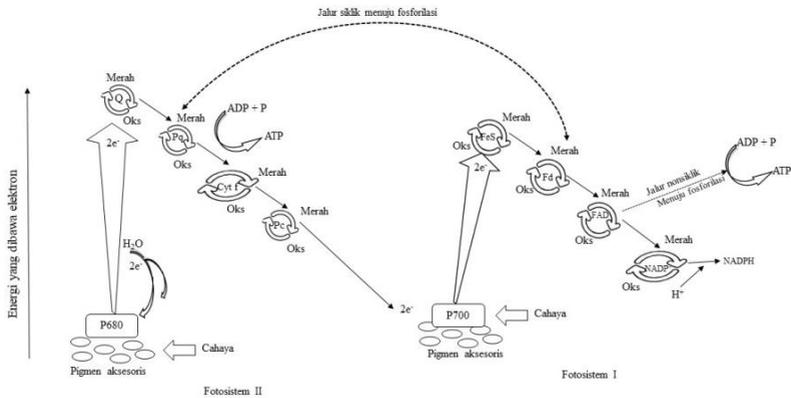
Reaksi fotosintesis:



Fotosintesis pada tumbuhan tingkat tinggi terdiri dari dua fase yaitu fase I dan fase II. Fase I fotosintesis terjadi di grana dan membutuhkan cahaya dalam prosesnya. Pigmen penyerap cahaya akan menyerap energi matahari yang kemudian diubah menjadi energi kimia, yaitu ATP dan senyawa pereduksi, yaitu NADPH. Atom hidrogen dari molekul H_2O dipakai untuk mereduksi NADP^+ menjadi NADPH dan O_2 dilepaskan sebagai hasil sampingan reaksi fotosintesis. Reaksi juga dirangkaikan dengan reaksi pembentukan ATP dari ADP dan Pi. Pembentukan ini adalah mekanisme dari penyimpanan energi matahari yang diserap dan diubah menjadi energi kimia. Terdapat dua pigmen fotosintesis yang terlibat dalam fase I meliputi pigmen utama dan pigmen tambahan. Pigmen utama atau pigmen primer, pusat reaksi diantaranya bentuk-bentuk klorofil a seperti klorofil a 680 (P_{680}) dan klorofil b 700 (P_{700}) (Ai, 2012).

Fase II fotosintesis berlangsung di stroma dan menghasilkan karbohidrat. Reaksi ini juga sering disebut sebagai reaksi gelap karena dapat berlangsung tanpa adanya cahaya. Hal ini disebabkan karena enzim-enzim stroma kloroplas tidak membutuhkan cahaya untuk aktivitasnya, tetapi membutuhkan ATP dan NADPH_2 . Dalam reaksi ini energi kimia yang dihasilkan pada fase I yaitu ATP dan NADPH digunakan dalam reaksi reduksi CO_2 yang kemudian menghasilkan glukosa (Ai, 2012). Reaksi terang dan reaksi gelap fotosintesis memiliki perbedaan yang dapat diamati secara jelas (Gambar 2.4). Reaksi terang pada fotosintesis merupakan reaksi yang memerlukan cahaya dan molekul air serta menghasilkan ATP dan

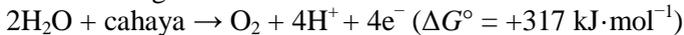
NADPH_2 . Reaksi terang dimulai dengan menangkap foton oleh pigmen klorofil yang berperan sebagai antenna. Pada reaksi terang, air dipecah oleh cahaya menjadi oksigen, proton, dan elektron glukosa (Suryati *et al*, 2016).



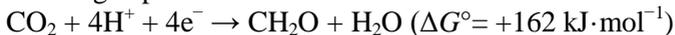
Gambar 2.4 Reaksi terang fotosintesis (Fried and Hademenos, 2006)

Sedangkan reaksi gelap merupakan proses yang tidak memerlukan cahaya matahari namun melibatkan ATP dan NADPH yang dihasilkan pada proses sebelumnya. Proses ini kemudian menghasilkan sejumlah reaksi biokimia yaitu siklus Calvin dimana karbon dioksida akan diikat untuk membentuk ribose dan kemudian menjadi glukosa (Suryati *et al*, 2016). Pada reaksi gelap proton dan elektron digunakan untuk mereduksi CO_2 menjadi karbohidrat (Johnson, 2016). Berikut persamaan reaksi dari keseluruhan proses fotosintesis:

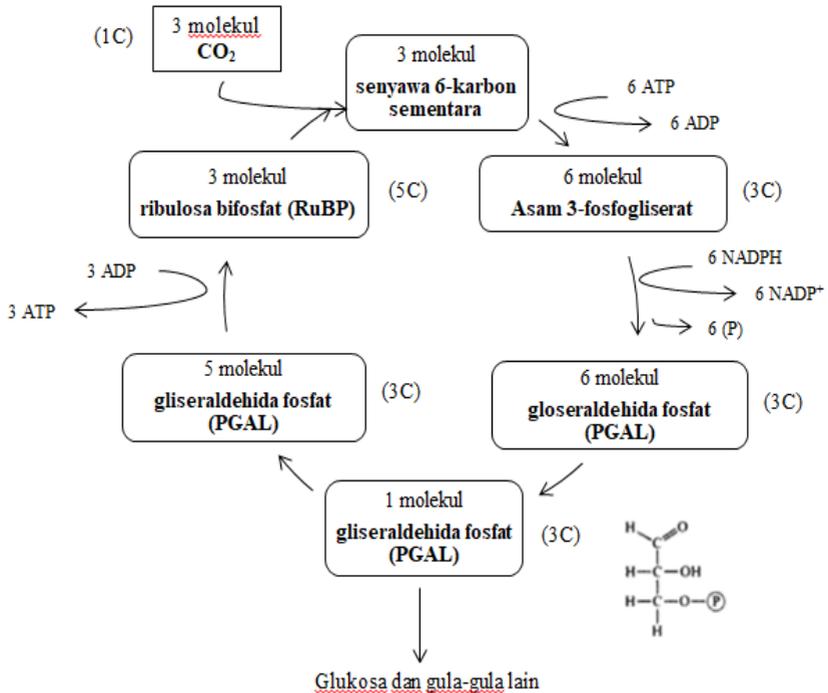
Reaksi terang:



Reaksi gelap:



(Johnson, 2016).



Gambar 2.5 Reaksi gelap fotosintesis (Fried and Hademenos, 2006)

2.5 Kandungan N pada Tumbuhan

Nitrogen (N) merupakan salah satu unsur kimia bukan logam yang memiliki bilangan atom 14 dalam sistem periodik. Senyawa ini dapat ditemukan di alam, baik di udara, laut, dan di darat. Umumnya N terdapat dalam bentuk gas, tetapi juga terdapat dalam bentuk persenyawaan lain dengan unsur lainnya membentuk senyawa baru yang memiliki sifat kimia yang berbeda dengan unsur N awal. N dibutuhkan oleh setiap organisme di bumi karena perannya dalam proses sintesis molekul-molekul protein yang kompleks dan mempengaruhi pertumbuhan serta reproduksi organisme (Purwono *et al.*, 2017). Pada tumbuhan, N merupakan nutrisi yang memainkan peran penting dalam komponen struktural dan fungsional proses fotosintesis (Shah *et al.*, 2017).

N mengkatalisasi dan mengatur proses pertumbuhan tanaman seperti membentuk protein, merangsang pertumbuhan vegetatif, dan meningkatkan hasil buah. Tumbuhan dengan kadar N yang cukup akan berwarna hijau dan dapat bertahan lebih lama. Sedangkan tanaman dengan kandungan N yang kurang akan berwarna hijau klem sampai kuning pucat (Setyanti *et al.*, 2013). Selain itu, N berkontribusi pada produksi komponen kimia yang melindungi tumbuhan dari parasit dan penyakit (Munoz-Huerta *et al.*, 2013). Tumbuhan menyerap N sebagai mineral dari tanah berupa ammonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-), sehingga total N yang diserap dalam tumbuhan merupakan kombinasi dari kedua bentuk N tersebut. Rasio NH_4^+ dan NO_3^- memiliki dampak yang signifikan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Abbasi *et al.*, 2017).

Meskipun N sangat penting bagi tumbuhan, kelebihan N sebagai nutrisi pada tumbuhan dapat menyebabkan kegagalan optimalitas produktivitas tanaman (Munoz-Huerta *et al.*, 2013). Kandungan N sangat berpengaruh terhadap kandungan klorofil pada daun. Sekitar 80% N daun dialokasikan ke kloroplas dan sekitar 50% N daun diinvestasikan dalam protein fotosintetik pada daun. Namun hanya 0,5%-1,5% dari N daun dialokasikan ke klorofil tergantung dari lingkungan pertumbuhan dan spesies tumbuhan (Xiong *et al.*, 2015). N berperan dalam produksi klorofil yang merupakan hal mendasar untuk proses fotosintesis. N (N) merupakan bagian dari bahan pembentuk klorofil daun. Klorofil daun dapat digunakan untuk menentukan status N daun atau kecukupan hara N pada tumbuhan (Effendi *et al.*, 2012). Begitu pula jika tumbuhan kekurangan N. Kekurangan N khususnya dalam daun dapat menyebabkan terjadinya penurunan fotosintesis.

Penurunan fotosintesis terkait dengan menurunnya kadar N dalam daun berkaitan dengan komponen enzimatik dan non-enzimatik dari kompleks fotosintetik. Kadar N yang menurun secara signifikan mengakibatkan kapasitas asimilasi CO_2 menurun. Penurunan kapasitas asimilasi ini dikarenakan konten Rubisco (Ribulose-1,5-bisfosfat karboksilase/oksigenase) yang menurun serta penurunan sintesis beberapa enzim lain yang terlibat dalam siklus Calvin (Prsa *et al.*, 2007). Rubisco berperan dalam fotosintesis yaitu

pada inisiasi respon CO_2 . Hal ini berarti bahwa pembentukan RuBP dibatasi oleh laju maksimum dari keseluruhan rantai transpor electron atau dibatasi oleh keseluruhan laju transpor electron dan enzim pada fase generative dalam siklus Calvin. Sehingga kandungan Rubisco dipengaruhi oleh kandungan N daun. Laju fotosintesis yang rendah pada kondisi kandungan N yang terbatas dapat juga dikaitkan dengan kandungan klorofil yang menurun (Toth, 2002)

2.6 Pengaruh Salinitas Terhadap *Mangrove*

Salah satu faktor lingkungan yang berkaitan dengan pertumbuhan *mangrove* adalah salinitas. Salinitas berpengaruh terhadap pertumbuhan *mangrove* meskipun *mangrove* hidup dikawasan pesisir pantai yang identik dengan kandungan salinitasnya. Menurut Hastuti and Budihastuti (2016) *mangrove* dapat bertahan pada salinitas 90‰, tetapi salinitas optimum untuk pertumbuhan *mangrove* berkisar antara 5-75‰. Salinitas dapat mempengaruhi akumulasi ion pada daun dengan permeabilitas membran, dan sintesis klorofil (Nandy *et al*, 2007). Pengaruh salinitas terhadap sintesis klorofil tidak secara langsung menghentikan prosesnya, tetapi saat kadarnya yang terlalu tinggi melebihi batas optimum, membran sel dan struktur kloroplas akan terpengaruh (Yusniawati *et al*, 2017). Sebagian besar garam yang mendominasi lahan pada kawasan *mangrove* adalah NaCl (Natrium Klorida) (Yusniawati *et al*, 2017).

Saat kadar Na^+ dan Cl^- dalam tanah sangat tinggi dapat mempengaruhi penyerapan air dari akar (Yusniawati *et al*, 2017). Tingginya Cl^- dapat mengganggu penyerapan unsur hara dan air dalam tumbuhan akibat peningkatkan tekanan osmotik dan potensial air di luar sel yang menjadi negatif. Potensial air di luar sel yang menjadi negatif dapat memacu air di luar jaringan dan menurunkan tekanan turgor sel. Menurunnya tekanan turgor sel akan memberikan pengaruh pada pemanjangan sel sehingga untuk menjaga tekanan turgor ini, daun akan memperkecil ukurannya. Hal ini menyebabkan luas daun tumbuhan akan menurun (Yusniawati *et al*, 2017). Tetapi jika salinitas menjadi sangat tinggi, pada kasus yang parah saat sel tidak dapat bertahan, membrane sel akan rusak diikuti dengan

kerusakan organ intraseluler (Setiasih *et al*, 2020). Salinitas mempengaruhi kandungan klorofil melalui sintesis klorofil dengan menyebabkan kandungan klorofil menjadi rendah (Nandy *et al*, 2007).

Saat kadar NaCl dalam tanah sangat tinggi menyebabkan unsur hara seperti N menurun. Hal ini dikarenakan meningkatnya penyerapan ion Na^+ dan Cl^- karena salinitas tinggi dan di lain sisi penyerapan hara lain seperti N menurun sehingga terjadi ketidakseimbangan unsur hara dalam tumbuhan. Penurunan kandungan N khususnya dalam daun mengakibatkan pembentukan asam glutamat yang berperan dalam sintesis klorofil menjadi sedikit (Yusniawati *et al*, 2017). Salinitas juga mempengaruhi laju fotosintesis yaitu pada kadar salinitas tanah yang tinggi kapasitas fotosintesis daun dibatasi oleh kapasitas transpor elektron protein tilakoid, aktivitas Rubisco, dan resistensi mesofil (Nandy *et al*, 2007). Hal ini dapat menyebabkan cekaman osmotik dan mengurangi suplai CO_2 untuk proses fotosintesis (Chen and Ye, 2014).

Penurunan CO_2 ini dapat terjadi akibat terhambatnya serapan K^+ (Chen and Ye, 2014). Hal ini karena adanya persaingan ion K^+ dan Na^+ dalam membran plasma dalam sel. Dikarenakan adanya persaingan ini, ion Na^+ dapat meningkat sehingga menyebabkan penurunan ion K^+ melalui depolarisasi membran oleh ion Na^+ (Purwaningrahayu, 2016). Ion K^+ berperan dalam pengaturan osmosis dalam tumbuhan. Saat K^+ dalam tumbuhan tersedia dalam jumlah yang cukup, K^+ dapat membantu menjaga keseimbangan air dalam tumbuhan sehingga tidak kekurangan air (Purwaningrahayu, 2016). Kekurangan air dapat menyebabkan penutupan stomata dan menghambat penyerapan CO_2 melalui daun sehingga dapat menurunkan laju fotosintesis (Yusniawati *et al*, 2017). Selain itu, fluktuasi salinitas sederhana juga dapat memberikan efek negative pada proses fotosintesis (Barik *et al*, 2017).

2.7 Kemampuan Adaptasi *Mangrove* pada Lingkungan

Mangrove memiliki kemampuan khusus dalam beradaptasi di lingkungan dengan kondisi yang ekstrim seperti tanah yang tergenang, kadar garam tinggi, serta kondisi tanah yang kurang

stabil. Kemampuan adaptasi tersebut dikarenakan *mangrove* memiliki perakaran yang pendek dan menyebar luas dengan akar penyangga atau tudung akar yang tumbuh dari batang dan dahan sehingga batang *mangrove* menjadi kokoh, memiliki daun yang kuat dan mengandung banyak air, memiliki jaringan internal penyimpan air dengan konsentrasi garam yang tinggi bahkan beberapa jenis *mangrove* memiliki kelenjar garam yang menjaga keseimbangan osmotik dengan mengeluarkan garam, terdapat akar napas yang membantu sistem perakaran mendapatkan oksigen, dan beberapa jenis *mangrove* memiliki kemampuan untuk berkembang biak dengan buah yang sudah berkecambah sewaktu masih di pohon induknya (Purnamawati *et al*, 2007).

Mangrove memiliki kemampuan menyerap bahan organik maupun anorganik dari lingkungannya ke dalam tubuh melalui membrane sel. *Mangrove* mampu melakukan mekanisme bioabsorpsi dengan mereduksi limbah amoniak di air dengan baik. Hal ini dikarenakan hutan *mangrove* merupakan tempat berkembangnya komunitas bakteri nitrifikasi (Sari *et al*, 2014). *Mangrove* juga berfungsi sebagai biofilter dari limbah yang dihasilkan oleh lingkungan sekitarnya. *Mangrove* merupakan perangkap alami limbah yang berada dalam perairan sehingga dapat mengurangi konsentrasi bahan pencemar yang terdapat pada perairan. Bagian-bagian *mangrove* yang dapat mengakumulasi bahan pencemar yaitu daun dan akarnya (Dewi *et al*, 2018).

Mangrove lebih menguntungkan dalam pemulihan kualitas lingkungan dibandingkan tumbuhan lain yang umum ditemukan di wilayah pesisir. Hal ini dikarenakan *mangrove* merupakan spesies perennial dengan pertumbuhan yang tinggi. *Mangrove* memiliki potensi biomoassa tinggi, toleran terhadap kondisi lingkungan ekstrim seperti suhu dan salinitas yang berfluktuasi, toleran terhadap kondisi air yang tergenang secara berkala, serta memiliki akar di atas permukaan tanah yang membantu pengendapan partikel kecil (Boonsong *et al*, 2002).

2.8 SPAD Meter (SPAD-502)

SPAD (*Soil Plant Analysis Development*) meter (SPAD-502) merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengukur jumlah relatif

klorofil daun secara non-destruktif (Effendi *et al.*, 2012). Pengukuran nilai SPAD-502 menggunakan satuan unit sehingga untuk mengetahui kandungan relatif daun seperti kadar klorofil daun dikonversikan dahulu dengan rumus persamaan klorofil dan nilai SPAD-502. Selain pengukuran klorofil, nilai SPAD-502 juga digunakan untuk menentukan kadar N daun. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa klorofil daun yang diukur dengan SPAD-502 berkorelasi positif dengan kadar N daun yang dianalisis secara destruktif (Effendi *et al.*, 2012).

SPAD-502 menentukan konsentrasi klorofil dengan mengukur absorbansi daun di daerah cahaya merah dan dekat *infrared* (Süß *et al.*, 2015). Cahaya dipancarkan dari dua LED sebagai sumber cahaya SPAD meter dengan panjang gelombang 650 nm dan 940 nm. Cahaya dari LED ini secara berurutan dipancarkan dari jendela pemancar ke detektor fotodiode ketika *measuring head* ditutup. Saat cahaya melewati sampel daun di *measuring head*, cahaya dalam jumlah tertentu ditransmisikan melalui daun. Cahaya yang ditransmisikan tersebut akan menyerang reseptor dan akan diubah menjadi sinyal listrik. Sinyal tersebut akan diproses dalam mikroprosesor dan nilai SPAD-502 akan ditampilkan pada layar SPAD-502. Nilai SPAD-502 numerik ini akan menentukan kandungan klorofil relatif dalam sampel daun (Süß *et al.*, 2015).

BAB III METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli 2019-Juni 2020. Lokasi sampling dilakukan di Ekowisata *Mangrove* Wonorejo, Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya. Analisis sampel tanah dilakukan di Laboratorium Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang. Sedangkan analisis data dilakukan di Laboratorium Ekologi, Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Analitika Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.



Gambar 3.1 Lokasi Pengambilan Sampel Daun *Mangrove R. mucronata* Stasiun 1, Stasiun 2, Stasiun 3 (Google Earth, 2020).

3.2 Metode yang Digunakan

3.2.1 Pemilihan Pancang *Mangrove*

Tumbuhan *mangrove* jenis *R. mucronata* yang dipilih merupakan mangrove dengan habitus pancang yaitu anakan pohon dengan tinggi $\geq 1,5$ meter dan diameter < 10 cm (Ghufrona *et al.*, 2015). Pancang yang digunakan dalam penelitian yaitu 1 pancang pada satu stasiun. Kemudian pancang yang sudah dipilih diberi label atau tanda (Zakiyah *et al.*, 2018) yang akan dilakukan pengukuran SPAD-502 untuk mengetahui kandungan klorofil, N daun, dan laju fotosintesis.

3.2.2 Sampling Daun *Mangrove R. mucronata*

Tumbuhan *mangrove R. mucronata* yang dipilih merupakan *mangrove* habitus pancang dengan sampel yang diambil merupakan sampel daun dengan jumlah daun 6 daun setiap pancang. Sampel daun yang dipilih memenuhi kriteria yaitu merupakan *top leaf* dan tidak cacat. Pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari. Pengambilan sampel pagi hari dilakukan pada rentang antara jam 8.00-10.00 pagi WIB (Zakiyah *et al.*, 2018).

3.2.3 Uji Faktor Fisik

Uji faktor fisik dilakukan untuk mengetahui kondisi dari lingkungan di ekosistem *mangrove* untuk mendukung data mengenai adaptasi *R. mucronata*. Analisis ini akan dilakukan pada saat pengambilan sampel daun. Sampel yang digunakan adalah sampel tanah. Uji faktor fisik meliputi pH, salinitas serta N tanah. Uji pH, salinitas, dan N tanah dilakukan dengan analisis laboratorium. Pengambilan sampel tanah dengan cara menggunakan soil sampler dengan kedalaman tanah ± 30 cm. Masing-masing diambil tiga sampel tiap stasiun. Kemudian sampel tanah dimasukkan ke dalam kantong plastik untuk dianalisis selanjutnya di laboratorium.

3.2.4 Pengukuran Parameter Daun

Pengukuran parameter daun meliputi kandungan klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis yang diukur menggunakan SPAD-502 (Konica Minolta, Inc). Masing-masing sampel daun diukur dua kali pengukuran untuk mendapatkan satu nilai rata-rata. Daun yang akan

diukur dengan SPAD-502 dijepitkan pada bagian sensor dari alat tersebut. Sensor SPAD-502 ditempatkan di tengah daun secara acak hanya pada bagian jaringan mesofil daun dan menghindari tulang daun (Zakiyah *et al.*, 2018). Selanjutnya nilai SPAD-502 akan dikonversikan untuk mengetahui kandungan klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis dengan formula:

$$\text{Klorofil} = (\text{SPAD}-22,70)/0,57$$

(Williams, 2012)

$$\text{N daun} = 17,967 + (0,0588 \times \text{SPAD})$$

(Reis *et al.*, 2009)

$$\text{Laju Fotosintesis} = 2,1974 + (0,045 \times \text{SPAD})$$

(Reis *et al.*, 2009)

3.2.5 Analisis Data

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif untuk mengetahui kadar klorofil, kadar N daun, dan laju fotosintesis daun sebagai bentuk adaptasi *mangrove* terhadap limbah organik khususnya pada kandungan nutrien. Rancangan penelitian ini merupakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 1 (satu) factorial yaitu perbedaan lokasi penelitian. Data parameter klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis dianalisis dengan Anova *One-Way* (versi Windows) untuk mengetahui apakah data tersebut signifikan. Selanjutnya dilakukan Uji Tukey untuk melihat perbandingan antar data. Hasil oleh data dipresentasikan melalui tabel dan grafik histogram

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kandungan Klorofil Daun, N Daun, serta Laju Fotosintesis *R. mucronata*

Hasil rata-rata kandungan klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis *R. mucronata* di setiap stasiun ditunjukkan pada Tabel 4.1 dibawah ini

Tabel 4.1 Rata-rata kandungan klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis *R. mucronata* di setiap stasiun.

Stasiun	Klorofil daun ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	N daun (g/kg)	Laju Fotosintesis ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$)
1	42,58 \pm 11,52	23,72 \pm 2,41	7,74 \pm 1,91
2	57,67 \pm 3,15	26,86 \pm 0,66	20,22 \pm 0,52
3	42,00 \pm 9,41	23,58 \pm 1,96	7,64 \pm 1,55

Hasilnya dinyatakan sebagai mean \pm SD

Pada Tabel 4.1 menunjukkan kandungan klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis *R. mucronata* tertinggi pada stasiun 2 dengan nilai kandungan klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis rata-rata beturut-turut sebesar 57,67 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$), 26,86 (g/kg), dan 20,22 ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$). Sedangkan pada stasiun 1 dan 3 tidak berbeda secara signifikan yang didukung dengan hasil uji Tukey (Lampiran 1) dengan nilai kandungan klorofil daun rata-rata pada stasiun 1 sebesar 42,58 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) dan stasiun 3 sebesar 42,00 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$), untuk nilai N daun rata-rata pada stasiun 1 sebesar 23,72 (g/kg) dan stasiun 3 sebesar 23,58 (g/kg), serta untuk nilai laju fotosintesis rata-rata pada stasiun 1 sebesar 7,74 ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$) dan pada stasiun 3 sebesar 7,64 ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$).

Banyak faktor yang mempengaruhi kandungan klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis pada *mangrove* seperti *R. mucronata* salah satunya yaitu salinitas. *R. mucronata* termasuk dalam tumbuhan halofit yaitu tumbuhan yang dapat tumbuh dengan baik dan toleran terhadap kadar salinitas tinggi (Cheeseman, 2015). *R. mucronata*

merupakan salah satu *mangrove* yang bersifat *salt excluder* maupun *salt accumulator* yaitu garam yang larut ditimbun dalam jaringan (kelenjar garam) salah satunya pada daun (Samiyarsih *et al*, 2016). Menurut Hastuti dan Budihastuti (2016) *mangrove* dapat bertahan pada salinitas 90%, tetapi salinitas optimum untuk pertumbuhan *mangrove* berkisar antara 5-75%. Pengaruh salinitas terhadap sintesis klorofil tidak secara langsung menghentikan prosesnya, tetapi saat kadarnya yang terlalu tinggi melebihi batas optimum, membran sel dan struktur kloroplas akan terpengaruh (Yusniawati *et al*, 2017).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Yusniawati, *et al* (2017) menunjukkan perbedaan salinitas memberikan pengaruh terhadap kandungan klorofil daun dengan adanya peningkatan kandungan klorofil daun, namun kadar salinitas yang berbeda tidak menunjukkan adanya perbedaan kandungan klorofil yang signifikan terhadap perlakuan kontrol (tanpa salinitas). Hal tersebut menunjukkan adanya toleransi kandungan klorofil daun yang cukup tinggi pada salinitas (Yusniawati *et al*, 2017). Sintesis klorofil berkaitan erat dengan kandungan N. Jika kandungan klorofil daun rendah dapat diperkirakan disebabkan oleh kandungan N dalam daun. Hal ini dikarenakan jika kadar N daun semakin tinggi dapat meningkatkan kandungan klorofil daun yang terbentuk sampai batas optimum (Prमितasari *et al*, 2016).

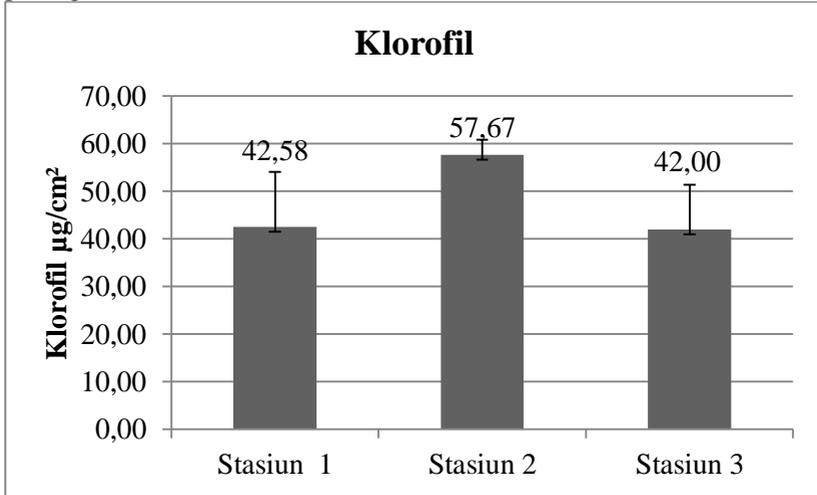
Saat kadar NaCl dalam tanah sangat tinggi menyebabkan unsur hara seperti N menurun. Hal ini dikarenakan meningkatnya penyerapan ion Na^+ dan Cl^- karena salinitas tinggi dan di lain sisi penyerapan hara lain seperti N menurun sehingga terjadi ketidakseimbangan unsur hara dalam tumbuhan. Penurunan kandungan N khususnya dalam daun mengakibatkan pembentukan asam glutamat yang berperan dalam sintesis klorofil menjadi sedikit (Yusniawati *et al*, 2017). Penelitian yang dilakukan oleh Ramayani (2012) juga menunjukkan adanya pengaruh salinitas terhadap laju fotosintesis daun. Dalam penelitian tersebut salinitas tidak mempengaruhi laju fotosintesis secara langsung, melainkan melalui penurunan luas daun. Dari perlakuan salinitas kontrol, 0,50%, 1,50%, 2,00% luas daun tertinggi pada salinitas 0,50%. Hal ini menunjukkan bahwa salinitas mempengaruhi luas daun sampai kadar tertentu,

kemudian setelahnya seiring dengan peningkatan salinitas, luas daun akan menurun. Penurunan luas daun ini akan menghambat laju fotosintesis. Hal ini terjadi karena saat kadar Na^+ dan Cl^- dalam tanah sangat tinggi dapat mempengaruhi penyerapan air dari akar (Yusniawati *et al*, 2017). Tingginya Cl^- dapat mengganggu penyerapan unsur hara dan air dalam tumbuhan akibat meningkatkan tekanan osmotik dan potensial air di luar sel yang menjadi negative (Yusniawati *et al*, 2017).

Potensial air di luar sel yang menjadi negatif dapat memacu air di luar jaringan dan menurunkan tekanan turgor sel yang berpengaruh pada pemanjangan sel. Untuk menjaga tekanan turgor ini, daun akan memperkecil ukurannya, sehingga luas daun akan menurun (Yusniawati *et al*, 2017). Selain salinitas, nilai pH tanah juga dapat mempengaruhi kandungan klorofil daun dan N daun melalui asupan nutrisi dari tanah. Nutrien seperti magnesium dan N tersedia lebih banyak pada pH tanah 6,5 (Wakushima *et al*, 1994). Magnesium dan N yang diserap tumbuhan dibutuhkan sebagai komponen dari klorofil yaitu magnesium sebagai inti dan molekul organik porifirin. Molekul organik porifirin ini mengandung 4 atom N yang membentuk ikatan dengan magnesium (Al-Naimi *et al*, 2016).

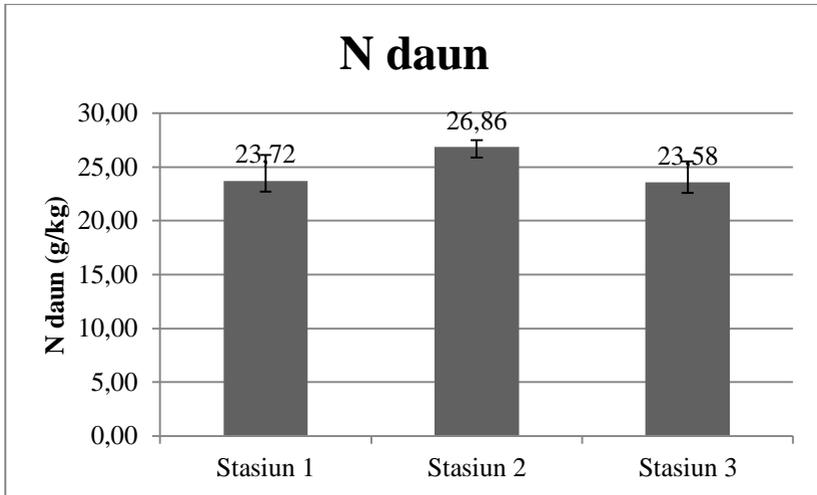
Untuk melihat perbedaan kandungan klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis *R. mucronata* dilakukan uji Anova *One-way*. Berdasarkan hasil analisis Anova *One-Way* (Lampiran 1) menunjukkan bahwa data rata-rata klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis *R. mucronata* semua stasiun memiliki nilai signifikansi lebih dari $\alpha = 0,05$ ($P < 0,05$) yaitu sebesar 0,011 sehingga dapat dikatakan terdapat perbedaan kandungan klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis yang signifikan pada ketiga stasiun. Untuk mengetahui perbandingan antar stasiun maka dilakukan uji Tukey (Lampiran 2). Kandungan klorofil daun pada stasiun 1 dan 2 nilai memiliki nilai signifikansi sebesar 0,024 atau lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ ($P < 0,05$) sehingga terdapat perbedaan yang signifikan antara stasiun 1 dan 2. Pada stasiun 2 dan 3 juga menunjukkan adanya perbedaan nilai klorofil secara signifikan dengan nilai signifikansi 0,019. Sedangkan antara stasiun 1 dan 3 menunjukkan tidak adanya perbedaan kandungan klorofil daun yang signifikan dengan nilai

signifikansi 0,993 atau lebih besar dari $\alpha = 0,05$ ($P < 0,05$). Perbandingan nilai rata-rata klorofil daun *R. mucronata* dapat dilihat pada grafik berikut (Gambar 4.1)



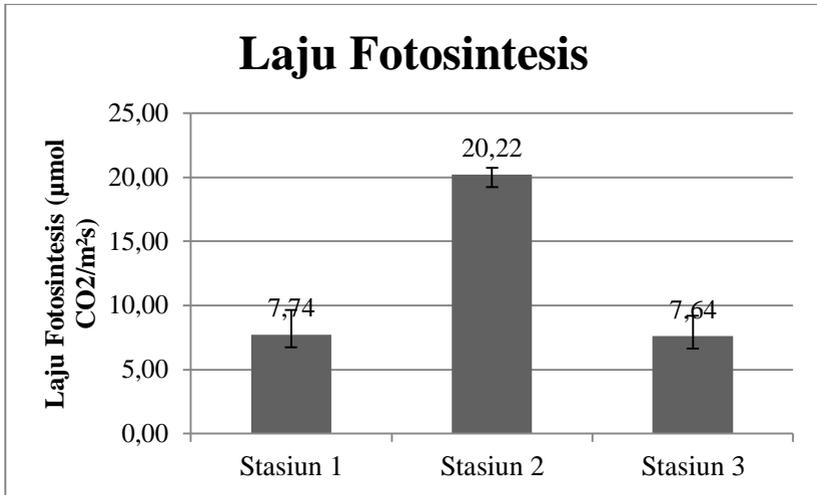
Gambar 4.1 Perbandingan rata-rata klorofil daun *R. mucronata* di setiap stasiun

Hasil uji Tukey kandungan N daun pada setiap stasiun juga tidak jauh berbeda dengan hasil uji Tukey klorofil daun. Pada stasiun 1 dan 2 terdapat perbedaan nilai rata-rata N daun yang signifikan dengan nilai signifikansi sebesar 0,025 atau lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ ($P < 0,05$). Pada stasiun 2 dan 3 juga menunjukkan adanya perbedaan nilai kandungan N secara signifikan dengan nilai signifikansi 0,019. Sedangkan kandungan N daun antara stasiun 1 dan 3 menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan dengan nilai signifikansi 0,991 atau nilai ini lebih besar dari $\alpha = 0,05$ ($P < 0,05$). Perbandingan nilai rata-rata N daun *R. mucronata* dapat dilihat pada grafik berikut (Gambar 4.2)



Gambar 4.2 Perbandingan rata-rata N daun *R. mucronata* di setiap stasiun

Sama halnya dengan hasil uji Tukey kandungan klorofil daun dan N daun, pada uji Tukey laju fotosintesis menunjukkan perbandingan laju fotosintesis daun *R. mucronata* pada stasiun 1 dan 2 memiliki nilai signifikansi sebesar 0,024. Nilai ini lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ ($P < 0,05$) sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan laju fotosintesis yang signifikan antara stasiun 1 dan 2. Pada stasiun 2 dan 3 juga menunjukkan adanya perbedaan nilai laju fotosintesis yang signifikan dengan nilai signifikansi 0,020. Sedangkan laju fotosintesis antara stasiun 1 dan 3 menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan dengan nilai signifikansi 0,993 atau lebih besar dari $\alpha = 0,05$ ($P < 0,05$). Perbandingan nilai rata-rata laju fotosintesis daun *R. mucronata* dapat dilihat pada grafik berikut (Gambar 4.3)



Gambar 4.3 Perbandingan rata-rata laju fotosintesis daun *R. mucronata* di setiap stasiun

Kandungan klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis pada stasiun 1 dan 3 yang tidak berbeda secara signifikan meskipun jika kedua stasiun tersebut memiliki klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis yang signifikan dibandingkan dengan data pada stasiun 2. Hal ini dapat disebabkan pada kedua stasiun tersebut meskipun kandungan salinitas tanah (Lampiran 4) di kedua stasiun sangat signifikan yaitu pada stasiun 1 sebesar 4,3‰ dan stasiun 3 sebesar 22‰. Perbedaan salinitas tanah yang signifikan di kedua stasiun kemungkinan dapat terjadi karena adanya penggenangan saat air laut pasang dan kemudian saat air laut surut volume penggenangan tidak turun sepenuhnya karena bentuk permukaan tanah yang lebih tinggi di bagian depan akibat kemiringan hutan *mangrove* (Matatula *et al*, 2019).

4.2 Hubungan Kandungan Klorofil Daun, N Daun, dan Laju Fotosintesis *R. mucronata* dengan Kandungan N Tanah

Hasil uji Kandungan Klorofil, N daun, dan laju fotosintesis *R. mucronata* di masing-masing stasiun pengamatan dengan kadar N tanah yang berbeda-beda ditunjukkan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Kandungan rata-rata klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis dengan kandungan N tanah yang berbeda-beda.

Parameter	N tanah		
	Stasiun 1 0,15%	Stasiun 2 0,17%	Stasiun 3 0,15%
Klorofil daun	42,58 ± 11,52	57,67 ± 3,15	42,00 ± 9,41
N daun	23,72 ± 2,41	26,86 ± 0,66	23,58 ± 1,96
Laju Fotosintesis	7,74 ± 1,91	20,22 ± 0,52	7,64 ± 1,55

Hasil dinyatakan sebagai mean±SD

Pada Tabel 4.2 menunjukkan kadar N tanah tertinggi terdapat pada stasiun 2 yaitu 0,17% diikuti dengan nilai kandungan rata-rata klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis *R.mucronata* tertinggi pada stasiun 2. Sedangkan kadar N tanah pada stasiun 1 dan 3 memiliki nilai yang sama yaitu 0,15%. Kandungan rata-rata klorofil daun, N daun dan laju fotosintesis *R. mucronata* pada stasiun 1 dan 3 tidak berbeda secara signifikan sesuai dengan kandungan N tanah di kedua stasiun tersebut yang tidak berbeda. Dari hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan kadar N dalam tanah yang diikuti dengan peningkatan kandungan klorofil, N, dan laju fotosintesis pada daun.

N dalam tanah dapat menjadi indikasi dampak positif peningkatan konsentrasi nutrisi yang berasal dari limbah organik seperti guguran daun, ranting, maupun limbah organik yang terbawa air laut saat pasang. N dalam tanah diserap oleh tumbuhan melalui akar-akarnya dalam bentuk ion-ion nitrat (NO_3^-) dan ammonium (NH_4^+) dimana kedua bentuk N ini merupakan hasil dari dekomposisi limbah organik (Suharja and Sutarno, 2009). Kadar N daun yang semakin tinggi dapat meningkatkan kandungan klorofil yang terbentuk sampai batas optimum. Dengan meningkatnya kandungan klorofil daun, laju fotosintesis juga meningkat sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih cepat dan maksimum (Prमितasari *et al*, 2016). Sehingga dapat dikatakan bahwa N dalam daun berkorelasi dengan kandungan klorofil yang ada pada daun dan laju fotosintesisnya (Al-Naimi *et al*, 2016).

Penelitian yang dilakukan oleh Trisnawati, *et al* (2017) menyebutkan bahwa peningkatan N tanah melalui penambahan pupuk yang mengandung N diikuti dengan pertambahan daun dan luas daun. Saat suplai N cukup maka luas permukaan daun dan jumlah daun semakin meningkat. Peningkatan luas daun ini dapat meningkatkan laju fotosintesis. Proses fotosintesis tidak lepas dari peran klorofil sebagai pigmen fotosintesis. Wang *et al* (2012) menyebutkan bahwa klorofil daun berkorelasi secara positif terhadap peningkatan N tanah. Peningkatan kadar N tanah diikuti dengan peningkatan klorofil pada daun. N penting dalam pembentukan protein melalui pembentukan asam amino yang melibatkan katalisasi proses kimia dan transport elektron, serta pembentukan klorofil yang memungkinkan terjadinya proses fotosintesis. Selain itu, N juga mempengaruhi kehujauan daun, pertumbuhan dan perkembangan vegetative (Leghari *et al*, 2016).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Fahmi, *et al* (2010) menunjukkan pengaruh N tanah terhadap kehijauan daun. Tumbuhan dengan perlakuan pupuk tanpa N menunjukkan gejala klorosis sehingga daun berwarna kuning jika dibandingkan tumbuhan dengan penambahan pupuk N pada tanah meskipun terdapat unsur hara lain dalam tanah. Hal ini membuktikan bahwa N pada tanah berpengaruh pada kandungan klorofil daun melalui tingkat kehijauan daun karena N memegang peranan penting sebagai penyusun klorofil yang mempengaruhi kehijauan daun (Fahmi *et al*, 2010). Kandungan N tanah diperlukan dalam jumlah optimum untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang optimal. Jika terlalu sedikit dapat mengurangi produktivitas, dan jika terlalu banyak dapat menimbulkan dampak negatif bagi tanaman (Leghari *et al*, 2016).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan yaitu

1. Kandungan klorofil, N daun, dan laju fotosintesis *R.mucronata* berbeda secara signifikan antara stasiun 1 dengan stasiun 2, dan stasiun 2 dengan stasiun 3. Sedangkan pada stasiun 1 dengan stasiun 3 tidak ada perbandingan kandungan klorofil, N daun, dan laju fotosintesis yang signifikan. Nilai rata-rata tertinggi pada stasiun 2 yaitu Nilai kandungan klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis rata-rata berturut-turut sebesar 57,67 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$), 26,86 (g/kg), dan 20,22 ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$). Nilai kandungan klorofil daun rata-rata pada stasiun 1 sebesar 42,58 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) dan stasiun 3 sebesar 42,00 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$), untuk nilai N daun rata-rata pada stasiun 1 sebesar 23,72 (g/kg) dan stasiun 3 sebesar 23,58 (g/kg), serta untuk nilai laju fotosintesis rata-rata pada stasiun 1 sebesar 7,74 ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$) dan pada stasiun 3 sebesar 7,64 ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$).
2. Kenaikan kadar N dalam tanah diikuti dengan kenaikan kandungan klorofil, N daun, dan laju fotosintesis daun *R.mucronata*. Kadar N tanah pada stasiun 2 sebesar 0,17% dengan kandungan klorofil daun, N daun, dan laju fotosintesis yang paling tinggi dari stasiun 1 dan 3. Kadar N tanah di stasiun 1 dan 3 memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 0,15%. Hal tersebut sesuai dengan kandungan kandungan klorofil daun, nitrogen daun, dan laju fotosintesis rata-rata pada stasiun 1 dan 3 yang tidak berbeda signifikan.

5.1 Saran

Penelitian selanjutnya mengenai studi adaptasi mangrove *R. mucronata* diharapkan perlu dilakukan pengambilan sampel yang bersifat periodik seperti dilakukan 1 kali dalam seminggu selama 3 bulan agar data yang didapatkan lebih mempresentasikan adaptasi mangrove *R. mucronata* dalam rentang waktu tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

Abbasi, H.N., V. Vasileva, and X. Lu. 2017. The Influence of the Ratio of Nitrate to Ammonium N on N Removal in The Economical Growth of Vegetation in Hybrid Constructed Wetlands. **Enviromments**. Vol 4(24). DOI : 10.3390/environments4010024.

Ai, N.S. 2012. Evolusi Fotosintesis Pada Tumbuhan. **Jurnal Ilmiah Sains**. Vol 12(1).

Ai, N.S., dan Y. Banyo. 2011. Konsentrasi Klorofil Daun Sebagai Indikator Kekurangan Air Pada Tanaman. **Jurnal Ilmiah Sains**. Vol 11(2).

Al-Naimi, N., M.A. Al-Ghouthi, and P. Balakrishnan. 2016. Investigating chlorophyll and nitrogen levels of mangroves at Al-Khor, Qatar: an integrated chemical analysis and remote sensing approach. **Environ Monit Assess**. Vol 188(268).

Badan Pusat Statistik. 2018. **Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2018**. Jakarta: Badan Pusat Statistik

Barik, J., A. Mukhopadhyay, T. Ghosh, S.P. Mukhopadhyay, S.M. Chowdhury, S. Hazra. 2017. Mangrove Species Distribution and Water Salinity: an Indicator Species Approach to Sundarban. **Journal of Coastal Conservation**. <https://doi.org/10.1007/s11852-017-0584-7>

Batool, N., N. Ilyas, and A. Shahzad. 2014. Asiatic Mangrove (*Rhizophora mucronata*)—An Overview. **European Academic Research**. Vol 2 (3).

Boonsong, K., S. Piyatiratitivorakul, and P. Patanapolpaiboon. 2002. The Use of a Mangrove Plantation as a Construted Wetland for Municipal Wastewater Treatment. **J. Sci. Res. Chula. Univ**. Vol 27(1).

Cheeseman, J.M. 2015. The Evolution Of Halophytes, Glycophytes And Crops, And Its Implications For Food Security Under Saline Conditions. **New Phytologist**. Vol 206: 557-570.

Chen, Y., and Y. Ye. 2014. Effects of Salinity and Nutrient Addition on Mangrove *Excoecaria agallocha*. **PLoS ONE**. Vol 9(4): e93337.

Delvian, I.M. Siahaan, and R. Rambey. 2019. Growth Rate of *Rhizophora apiculata* Propaguls in Two Sylvofishery Ponds in Tanjung Rejo Village Percut Sei Tuan District. **Journal of Sylva Indonesiana**. Vol 2(1): 20-27.

Dewi, P.K., E.D. Hastuti, R. Budihastuti. 2018. Kemampuan Akumulasi Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Akar *Mangrove* Jenis *Avicennia marina* (Forsk.) Dan *Rhizophora mucronata* (Lamk.) Di Lahan Tambak. **Jurnal Akademika Biologi**. Vol 7(4): 14-19.

Duke, N., K. Kathiresan, S.G. Salmo Iii, E.S. Fernando, J.R. Peras, S. Sukardjo, and T. Miyagi. 2010. *Rhizophora mucronata*. **The Iucn Red List Of Threatened Species 2010**: E.T178825a7618520. DOI: 10.2305/Iucn.Uk.2010-2.Rlts.T178825a7618520.En.

Effendi, R., Suwardi, Syafruddin, dan Zubachtirodin. 2012. Penentuan Takaran Pupuk Niterogen pada Tanaman Jagung Hibrida Berdasarkan Klorofil Meter dan Bagan Warna Daun. **Penelitian Pertanian Tanaman Pangan**. Vol 31(1).

Fahmi, A., Syamsudin, S.N.H. Utami, dan B. Radjagukguk. 2010. Pengaruh Interaksi Hara Nitrogen dan Fosfor Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Padatan Tanah Regosol dan Latosol. **Berita Biologi**. Vol 10(3).

Fried, G.H., dan Hademenos. 2006. **Schaum's Outlines Biologi Edisi Kedua**. Terjemahan oleh Damaring Tyas. Jakarta: Erlangga.

Filimon, R.V., L. Rotaru, and R.M. Filimon. 2016. Quantitative Invertigation of Leaf Photosynthetic Pigments during Annual

Biological Cycle of *Vitis vinifera* L. Table Grape Cultivars. **S.Afr.Enol.Vitic.** Vol 37(1).

Ghufrona, R.R., A. Kusmana, dan O, Rusdiana. 2015. Komposisi Jenis Dan Struktur Hutan *Mangrove* Di Pulau Sebuku, Kalimantan Selatan. **Jurnal Silvikultur Tropika.** Vol 6(1): 15-26.

Hapsoh, Gusmawartati, and M. Yusuf. 2015. Effect Various Combination of Organic Waste on Compost Quality. **J Trop Soils.** Vol 20(1): 59-65.

Hastuti, E.D., dan R. Budihastuti. 2016. Analysis on the Absolute Growth Rate of *Rhizophora mucronata* Seedling in Silvicultural Pond Canals by the Influence of Initial Condition and Changes of Enviroment Quality. **Journal of Biology and Biology Education.** Vol 8(1): 56-63

Inanc, A.L. 2011. Chlorophyll: Structural Propertis, Health Benefits and Its Occurrence in Virgin Olive Oils. **Academic Food Journal.** Vol 9(2): 26-32.

Johnson, M.P. 2016. Photosynthesis. **Essays in Biochemistry.** Vol 60: 255-279.

Kalaji, H.M., P. Dąbrowski, M.D. Cetner, I.A. Samborska, I. Lukasik, M. Brestic, M. Zivcak, H. Tomasz, J. Mojski, H. Kociel, and B.M. Panchal. 2017. A Comparison Between Different Chlorophyll Content Meters Under Nutrient Deficiency Conditions. **Journal of Plant Nutrition.** Vol 40(7): 1024-1034.

Kaseng, E.S. 2018. Analysis of Nitrogen and Carbon Content on Mangrove Forests in Tongke –Tongke, Sinjai. **Journal of Physics: Conference Series.** Vol 1028.

Kathiresan, K and B.L. Bingham. 2001. Biology of Mangroves and Mangroves Ecosystems. **Advance in Marine Biology.** Vol 40: 81-251.

Kinasih, A.G., R.A. Perdanawati, dan M. Munir. 2018. Studi Hubungan Struktur Komunitas Makrozoobenthos Dengan Kualitas Perairan di Rumah *Mangrove* Wonorejo, Surabaya. **Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan IV**. Belinn, Surabaya: 05 September 2018. Hal: 65-77.

Kurniawan, M.W., Purwanto, P., Sudarno, S. 2013. Strategi Pengelolaan Air Limbah Sentra Umkm Batik Yang Berkelanjutan Di Kabupaten Sukoharjo. **Jurnal Ilmu Lingkungan**. Vol 11(2): 62 -72.

Leghari, S.J., N.A. Wahocho, G.M. Laghari, A. H. Laghari, G.M. Bhabhan, K.H. Talpur, T.A. Bhutto, S.A. Wahocho, A.A. Lashari. 2016. Role of Nitrogen for Plant Growth and Development: A Review. **Advance in Environmental Biology**. Vol 10(9): 2019-218.

Matatula, J., E. Poedjirahajoe, A. Pudyatmoko, dan R. Sadono. 2019. Keragaman Kondisi Salinitas Pada Lingkungan Tempat Tumbuh *Mangrove* di Teluk Kupang, NTT. **Jurnal Ilmu Lingkungan**. Vol 13(3): 425-434.

Munoz-Huerta, R.F., R.G. Guevara-Gonzalez, L.M. Contreras-Medina, I. Torres-Pacheco, J. Prado-Olivarez, and R.V. Ocampo-Velazquez. 2013. A Review of Method for Sensing the Nitrogen Status in Plants: Advantages, Disadvantages and Recent Advances. **Sensors**. Vol 13: 10823-10843. Doi: 10.3390/s130810823.

Muzaki, F.K., D. Saptarini, N.D. Kuswytasari, dan A. Sulisetyono. 2012. **Menjelajah Mangrove Surabaya**. Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat : ITS, Surabaya.

Nana K.T.M., dan A. Irsadi. 2014. Peranan *Mangrove* Sebagai Biofilter Pencemaran Air Wilayah Tambak Bandeng Tapak, Semarang. **J. Manusia Dan Lingkungan**. Vol 21(2): 188-194.

Nandy, P., S. Das, M. Ghose., and R. Spooner-Hart. 2007. Effects of Salinity on Photosynthesis, Leaf Anatomy, Ion Accumulation And

Photosynthetic Nitrogen Use Efficiency in Five Indian Mangroves. **Wetland Ecol Manage.** Vol 15: 347-357.

Pillai, N.G., and C.C. Harilal. 2018. Mangroves-A Review. **International Journal of Recent Advances in Multidiciplinary Research.** Vol 5(8): 4035-4038.

Pramitasari, H.E., T. Wardiyati, dan M. Nawawi. 2016. Pengaruh Dosis Pupuk Nitrogen Dan Tingkat Kepadatan Tanaman Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae* L.). **Jurnal Produksi Tanaman.** Vol 4(1): 49-56.

Prsa, I., F. Stampar, D. Vodnik, and R. Veberic. 2015. Influence of Nitrogen on leaf chlorophyll content and photosynthesis of 'Golden Delicious' apple. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science.** Vol 57(3): 283-289.

Purnamawati, E. Dewantoro, Sadri, dan B. Vatria. 2007. Manfaat Hutan Mangrove Pada Ekosistem Pesisir (Studi Kasus di Kalimantan Barat). **Media Akuakultur.** Vol 2(1).

Purwaningrahyu, R.D. 2016. Karakter Morfofisiologi Kedelai Toleran Salinitas. **Iptek Tanaman Pangan.** Vol.11(1).

Purwono, A. Rezagama, M.Hibban, M.A. and Budihardjo. 2017. Ammonia-Nitrogen (NH₃-N) and Ammonium-Nitrogen (NH₄⁺-N) Equilibrium on The Process of Removing Nitrogen By Using Tubular Plastic Media. **Journal of Materials and Environmental Sciences.** Vol 8: 4915-4922.

Ramayani, R. 2012. Pengaruh Salinitas Terhadap Pertumbuhan Dan Biomassa Semai Dan Kandungan Lipida Pohon Non-Sekresi *Ceriops tagal*. **Peronema Forestry Science Journal.** Vol 1(1).

Reis, A.R., J.L. Favarin, E. Malavolta, J.L. Junior, and M.F. Moraes. 2009. Photosynthesis, Chlorophylls, and SPAD Reading in Coffe

Leaves in Relation to Nitrogen Supply. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**. Vol 40: 1512-1528.

Samiyarsih, S., T. Brata, dan Juwarno. 2016. Karakter Anatomi Daun Tumbuhan Mangrove Akibat Pencemaran di Hutan *Mangrove* Kabupaten Cilacap. **Biosfera**. Vol.33(1): 31-36.

Sari, MP., M. A. Alamsjah, dan Prayogo. 2014. Pengaruh Bioarbsorpsi Mangrove *Avicennia alba* Terhadap Limbah Amoniak (NH_3). **Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan**. Vol 6(2).

Setyanti, Y.H., S. Anwar., dan W. Slamet. 2013. Karakteristik Fotosintetik Dan Serapan Fosfor Hijauan Alfalfa (*Medicago sativa*) Pada Tinggi Pemotongan Dan Pemupukan Nitrogen Yang Berbeda. **Animal Agriculture Journal**. Vol 2(1):86-96.

Setiasih, I.B., A. Sabdono, R.Pramesti. 2020. Pengaruh Salinitas terhadap Pertumbuhan dan Aktivitas Antioksidan *Dunaliella salina* (Chlorophyceae: Dunaliellaceae). **Journal of Marine Research**. Vol.9(2): 181-185.

Shah, A.H., R. Houborg, and M.F. McCabe. 2017. Response of Chlorophyll, Carotenoid and SPAD-502 Measurement to Salinity and Nutrient Stress in Wheat (*Triticum aestivum* L.). **Agronomy**. Vol 7(61).

Srisunont, T. 2017. Nutrient Accumulation by Litterfall in Mangrove Forest at Klong Khone, Thailand. **Thammasat International Journal of Science and Technology**. Vol 22(1).

Suharja dan Sutarno. 2009. Biomassa, kandungan klorofil dan Nitrogen daun dua varietas cabai (*Capsicum annum*) pada berbagai perlakuan pemupukan. **Bioscience**. Vol 1: 9-16.

Sunarsih, L.E. 2018. **Penanggulangan Limbah**. Deepublish: Sleman.

Suryati, E., H. Triana, U. Widyastuti, dan A. Tenriulo. 2016. Regenerasi Dan Perbanyakan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Hasil Transformasi Gen Superoksida Dismutase (*MaSOD*). **Jurnal Riset Akuakultur**. Vol 11(4):321-330.

Süß, A., M. Danner, C. Obster, M. Locherer, T. Hank, K. Richter. 2015. Measuring Leaf Chlorophyll Content with the Konica Minolta SPAD-502Plus – Theory, Measurement, Problems, Interpretation. **EnMAP Field Guides Technical Report, GFZ Data Services**. DOI: 10.2312/enmap.2015.010.

Syamsu, I.F, A. Z. Nugraha, C.T. Nugraheni, dan S. Wahwakhi. 2018. Kajian Perubahan Tutupan Lahan Di Ekosistem *Mangrove* Pantai Timur Surabaya. **Media Konservasi**. Vol 23(2): 122-131.

Trisnawati, Wardati, dan A.E. Yulia. 2017. Pertumbuhan Bibit *Mangrove* (*Rhizophora* sp.) Pada Medium Hidraquent Yang Diberi Beberapa Dosis NPK. **Jom Faperta**. Vol 4(2).

Toth, V.R., I. Meszkaros, S. Veres, and J. Nagy. 2002. Effects Of The Available N On The Photosynthetic Activity And Xanthophyll Cycle Pool Of Maize In Field. **Journal of Plant Physiology**. Vol 159(627-634).

Wakushima, S., S. Kuraishi, and N. Sakurai. 1994. Soil Salinity and pH in Japanese Mangrove Forest and Growth of Cultivated Mangrove Plants in Different Soil Conditions. **Journal of Plant Research**. Vol 107: 39-46.

Wang, M., S. Shi, F. Lin, Z. Hao, P. Jiang, and G. Dai. 2012. Effect of Soil Water and Nitrogen on Growth and Photosynthetic Response of Manchurian Ash (*Fraxinus mandshurica*) Seedling in Northeastern China. **PLoS ONE**. Vol7(2): e30752.

Williams, G.J. 2012. Estimating Chlorophyll Content in a Mangrove Forest Using a Neighbourhood Based Inversion Approach. **Thesis**. Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation. Geo-

Information Science and Earth Observation for Environmental Modelling and Management. University of Twente. Netherlands

Xiong, D., J. Chen, T. Yu, W. Gao, X. Ling, Y. Li, S. Peng, and J. Huang. 2015. SPAD-based leaf N estimation is impacted by environmental factors and crop leaf characteristics. **Scientific Report**. Vol 5: 13389.

Yusniawati, Murkalina, dan E.R.P Wardoyo. 2017. Pertumbuhan Semai Bakau Putih (*Bruguiera cylindrical* (L.) BI.) Pada Tingkat Salinitas Yang Berbeda. **Protobiont**. Vol.6(3): 31-36.

Zakiah, M., T.F. Manurung, R.S. Wulandari. 2018. Kandungan Klorofil Daun Pada Empat Jenis Pohon Di Aboretum Sylva Indonesia PC. Universitas Tanjungpura. **Jurnal Hutan Lestari**. Vol 6(1): 48-55.

Zhang, J., X. Lin, W. Liu, Y. Wang, J. Zheng, and H. Chen. 2012. Effect of Organic Waste on the Plant-Microbe Remediation for Removal of Aged PAHs in Soils. **Journal of Environmental Sciences**. Vol 24(8): 1476-1482.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Hasil analisis Anova *One-way*

ANOVA

Klorofil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	946.583	2	473.292	6.139	.011
Within Groups	1156.482	15	77.099		
Total	2103.065	17			

ANOVA

N Daun

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	41.184	2	20.592	6.117	.011
Within Groups	50.499	15	3.367		
Total	91.683	17			

ANOVA

Photosynthesis rate

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	25.733	2	12.866	6.109	.011
Within Groups	31.593	15	2.106		
Total	57.326	17			

Lampiran 2
 Hasil analisis *Tukey*

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Klorofil

Tukey HSD

(I) Stasiun	(J) Stasiun	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-15.08333*	5.06948	.024	-28.2511	-1.9155
	3	.58333	5.06948	.993	-12.5845	13.7511
2	1	15.08333*	5.06948	.024	1.9155	28.2511
	3	15.66667*	5.06948	.019	2.4989	28.8345
3	1	-.58333	5.06948	.993	-13.7511	12.5845
	2	-15.66667*	5.06948	.019	-28.8345	-2.4989

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: N Daun

Tukey HSD

(I) Stasiun	(J) Stasiun	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-3.14000*	1.05934	.025	-5.8916	-.3884
	3	.13333	1.05934	.991	-2.6183	2.8849
2	1	3.14000*	1.05934	.025	.3884	5.8916
	3	3.27333*	1.05934	.019	.5217	6.0249
3	1	-.13333	1.05934	.991	-2.8849	2.6183
	2	-3.27333*	1.05934	.019	-6.0249	-.5217

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Photosynthesis rate

Tukey HSD

(I) Stasiun	(J) Stasiun	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-2.48667*	.83790	.024	-4.6631	-.3103
	3	.09667	.83790	.993	-2.0797	2.2731
2	1	2.48667*	.83790	.024	.3103	4.6631
	3	2.58333*	.83790	.020	.4069	4.7597
3	1	-.09667	.83790	.993	-2.2731	2.0797
	2	-2.58333*	.83790	.020	-4.7597	-.4069

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 3

Tabel SPAD, Klorofil daun, N daun, dan Laju Fotosintesis

R.mucronata

	Daun Ke	PARAMETER						
		SPAD		rata-rata SPAD	Klorofil	N		rata-rata N
		1	2			1	2	
Sta -1	1	47,5	51,8	49,65	47,3	25,40	23,94	24,67
	2	32,2	38,6	35,4	22,3	19,61	19,29	19,45
	3	51,5	52,4	51,95	51,3	26,91	24,15	25,53
	4	52,5	50,4	51,45	50,4	27,29	23,44	25,37
	5	45,2	40,4	42,80	35,3	24,53	19,92	22,23
	6	50,1	51,1	50,6	48,9	26,39	23,69	25,04
Sta -2	1	57,8	58,40	58,1	62,1	29,30	26,26	27,78
	2	57,9	56,3	57,1	60,4	29,34	25,52	27,43
	3	55,5	55,8	55,65	57,8	28,43	25,35	26,89
	4	52,7	55,6	54,15	55,2	27,37	25,28	26,32

	5	55	55,1	55,05	56,8	28,24	25,10	26,67
	6	53,7	52,9	53,3	53,7	27,75	24,32	26,04
Sta -3	1	40,8	45,0	42,90	35,4	22,87	21,54	22,21
	2	40,7	43,1	41,9	33,7	22,83	20,88	21,85
	3	48,4	49,2	48,8	45,8	25,74	23,02	24,38
	4	54,5	57,4	55,95	58,3	28,05	25,91	26,98
	5	45,3	49,9	47,60	43,7	24,57	23,27	23,92
	6	42	43,4	42,7	35,1	23,32	20,98	22,15

	Daun Ke	PARAMETER					
		SPAD		Rata-rata SPAD	LAJU FOTOSINTESIS		rata-rata LAJU FOTO-SINTESIS
		1	2		1	2	
Sta -1	1	47,5	51,8	49,65	7,89	9,13	8,51
	2	32,2	38,6	35,4	3,46	5,31	4,38
	3	51,5	52,4	51,95	9,05	9,31	9,18
	4	52,5	50,4	51,45	9,33	8,73	9,03
	5	45,2	40,4	42,80	7,22	5,83	6,53
	6	50,1	51,1	50,6	8,64	8,93	8,78
Sta -2	1	57,8	58,40	58,1	10,87	11,04	10,96
	2	57,9	56,3	57,1	10,90	10,44	10,67
	3	55,5	55,8	55,65	10,20	10,29	10,25
	4	52,7	55,6	54,15	9,39	10,23	9,81
	5	55	55,1	55,05	10,06	10,09	10,07
	6	53,7	52,9	53,3	9,68	9,45	9,57
Sta -3	1	40,8	45,0	42,90	5,95	7,16	6,55
	2	40,7	43,1	41,9	5,92	6,61	6,27
	3	48,4	49,2	48,8	8,15	8,38	8,26
	4	54,5	57,4	55,95	9,91	10,75	10,33
	5	45,3	49,9	47,60	7,25	8,58	7,92
	6	42	43,4	42,7	6,29	6,70	6,50

Lampiran 4

Tabel N tanah, pH, dan salinitas

Stasiun	N tanah (%)	pH	Salinitas (‰)
1	0,15	6,3	4,3
2	0,17	5,9	9,6
3	0,15	6,5	22,1

BIODATA PENULIS



Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara yang lahir di Kediri, 18 Juni 1998. Penulis menempuh pendidikan dasar di Sekolah Dasar Negeri Karangrejo I Kabupaten Kediri pada tahun 2004 hingga 2010. Dilanjutkan dengan pendidikan sekolah menengah pertama di SPMN 1 Ngasem Kabupaten Kediri pada tahun 2010 hingga 2013. Kemudian melanjutkan jenjang sekolah menengah atas di SMAN 7 Kediri Kota Kediri pada tahun

2013 hingga 2016. Setelah itu melanjutkan pendidikan S1 di Departemen Biologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur SNMPTN dari tahun 2016 hingga kini. Penulis aktif mengikuti kegiatan kepanitiaan yaitu BOF (Biological Opus Fair) IX dan BOF X periode 2016/2017 dan periode 2017/2018. Selain itu penulis juga mengikuti serangkaian pelatihan meliputi pelatihan PKTI, LKMW, dan LKMM Pra-TD.

