

**ANALISIS KANDUNGAN KLOROFIL TUMBUHAN BIDURI
(*Calotropis gigantea* L.) BERDASARKAN FAKTOR FISIK
DAN KIMIA DI KAWASAN GEOTHERMAL DENGAN
PESISIR PANTAI SEBAGAI PENGEMBANGAN
PRAKTIKUM FISILOGI TUMBUHAN**

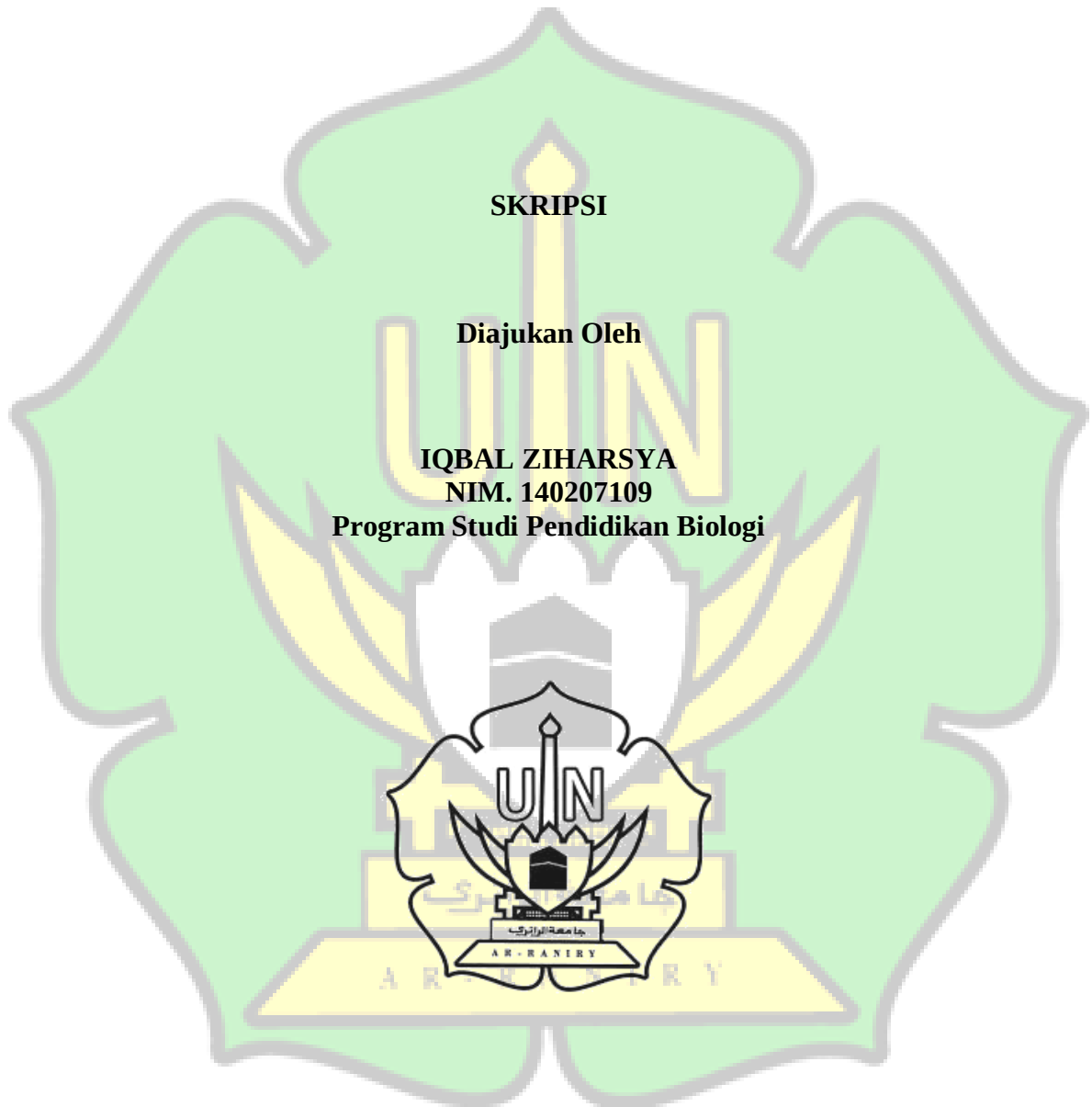
SKRIPSI

Diajukan Oleh

IQBAL ZIHARSYA

NIM. 140207109

Program Studi Pendidikan Biologi



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2019M/1440H**

ANALISIS KANDUNGAN KLOOROFIL TUMBUHAN BIDURI (*Calotropis gigantea* L.) BERDASARKAN FAKTOR FISIK DAN KIMIA DI KAWASAN GEOTHERMAL DENGAN PESISIR PANTAI SEBAGAI PENGEMBANGAN PRAKTIKUM FISILOGI TUMBUHAN

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK)
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh
sebagai Bahan Studi untuk Memperoleh Gelar Sarjana
dalam Ilmu Pendidikan Islam

Oleh

IQBAL ZIHARSYA

NIM. 140207109

Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Program Studi Pendidikan Biologi

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Dra. Nursalmi Mahdi, M. Ed.St.
NIP. 19540223 198503 2 001


Lina Rahmawati, M. Si.
NIP. 19750527 199703 2 003

**ANALISIS KANDUNGAN KLOROFIL TUMBUHAN BIDURI
(*Calotropis gigantea* L.) BERDASARKAN FAKTOR FISIK
DAN KIMIA DI KAWASAN GEOTHERMAL DENGAN
PESISIR PANTAI SEBAGAI PENGEMBANGAN
PRAKTIKUM FISILOGI TUMBUHAN**

SKRIPSI

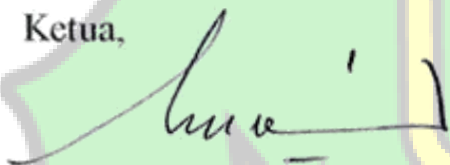
Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus
serta Diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Pendidikan Biologi

Pada Hari/Tanggal :

Kamis, 11 Juli 2019 M
8 Dzulkaidah 1440 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



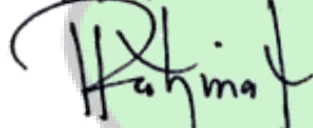
Dra. Nursalmi Mahdi, M.Ed.St.
NIP. 19540223 198503 2 001

Sekretaris,



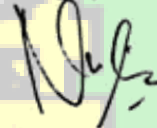
Safryadi A., S.Pd.I., M.Pd.

Penguji I,



Lina Rahmawati, S.Si., M.Si.
NIP. 19750527 199703 2 003

Penguji II,



Nurlia Zahara, S.Pd.I., M.Pd.
NIDN. 2021098803

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
Darussalam, Banda Aceh



Dr. Muslim Razali, S.H., M.Ag.
NIP. 19590309 198903 1 001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini.

Nama : IQBAL ZIHARSYA

NIM : 140207109

Program Studi : Pendidikan Biologi

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Judul Skripsi : Analisis Kandungan Klorofil Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) Berdasarkan Faktor Fisik dan Kimia di Kawasan Geothermal dengan Pesisir Pantai sebagai Pengembangan Praktikum Fisiologi Tumbuhan

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan.
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya.
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila di kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya ini, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 1 Juli 2019

Yang Menyatakan



(IQBAL ZIHARSYA)

NIM. 140207109

ABSTRAK

Kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) penting dikaji untuk memberi gambaran dan informasi mengenai banyaknya klorofil serta manfaatnya. Penerapan praktikum mengenai pengukuran kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal dengan pesisir pantai belum pernah dilakukan sehingga perlu dikaji dengan suatu penelitian. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah rata-rata dan perbedaan jumlah kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di dua tempat yang berbeda. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode spektrofotometri dengan teknik pengambilan sampel secara *Purposive Sampling*. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah kandungan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.). Data hasil penelitian dianalisis menggunakan Analisis Varians (*One-Way ANOVA*). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam diperoleh jumlah rata-rata kandungan klorofil a yaitu 0,2 mg/l, klorofil b yaitu 1,771 mg/l, dan klorofil total yaitu 1,675 mg/l, sedangkan di kawasan pesisir pantai Lampuuk diperoleh jumlah rata-rata kandungan klorofil a yaitu 0,038 mg/l, klorofil b yaitu 0,034 mg/l, dan klorofil total yaitu 0,053 mg/l. Terdapat perbedaan jumlah kandungan klorofil a, b, dan total pada daun tumbuhan biduri berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan pesisir pantai Lampuuk. Bentuk hasil penelitian ini diaplikasikan sebagai pengembangan praktikum Fisiologi Tumbuhan berupa modul praktikum.

Kata Kunci: Klorofil, Biduri (*Calotropis gigantea* L.), Faktor Fisik dan Kimia, Geothermal, Pesisir Pantai



KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Kandungan Klorofil Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) Berdasarkan Faktor Fisik dan Kimia di Kawasan Geothermal dengan Pesisir Pantai sebagai Pengembangan Praktikum Fisiologi Tumbuhan”. Shalawat beriring salam penulis hantarkan kepada panutan umat, Nabi Muhammad Saw. beserta keluarga dan para sahabat yang telah berjuang membawa manusia dari alam jahiliyah ke alam Islamiyah.

Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Penulis ingin mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada pihak yang telah membantu dan memotivasi dalam penyelesaian skripsi ini, diantaranya yaitu kepada:

1. Ibu Dra. Nursalmi Mahdi, M.Ed.St. selaku Penasehat Akademik dan Pembimbing I yang telah banyak membantu penulis dalam segala hal selama bimbingan.
2. Ibu Lina Rahmawati, M.Si selaku pembimbing II yang telah banyak membantu penulis dalam segala hal selama bimbingan.
3. Bapak Dr. Muslim Razali, S.H, M.Ag selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

4. Bapak Samsul Kamal, S.Pd., M.Pd selaku Ketua Prodi Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
5. Terima kasih kepada semua staf pustaka di ruang baca Prodi Pendidikan Biologi, dan pustaka FTK Tarbiyah UIN Ar-Raniry yang telah membantu penulis menyediakan referensi-referensi buku dan skripsi.
6. Bapak Geuchik beserta perangkat Gampong yang telah memberi izin melakukan penelitian di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan pesisir pantai Lampuuk Kabupaten Aceh Besar.
7. Kepada sahabat-sahabat yang selama ini selalu ada; Rikha Zulia Ningsih, Ayu Rahmadani, Mutia Zahara, Muhammad Fadhil Mulyanda, Fitra Wijaya, Anugerah Bimantara, Hafiz Al Bariq, Nasrullah, serta seluruh teman seperjuangan angkatan 2014 untuk kebersamaannya selama ini.

Teristimewa orang tua tercinta Ayahanda Ir. Ibnu Hajar Ar, Ibunda Almh. Zahriah Daud, Abang Rahmat Ziharsya, Kakak Rahmi Ziharsya, Adik Ilham Ziharsya, Kak Sriana Septiawati serta *Partner in crime* Olyfia Pratiwi, yang tidak henti-hentinya memberikan motivasi dan do'a yang selalu dipanjatkan demi kesuksesan penulis. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan di masa yang akan datang.

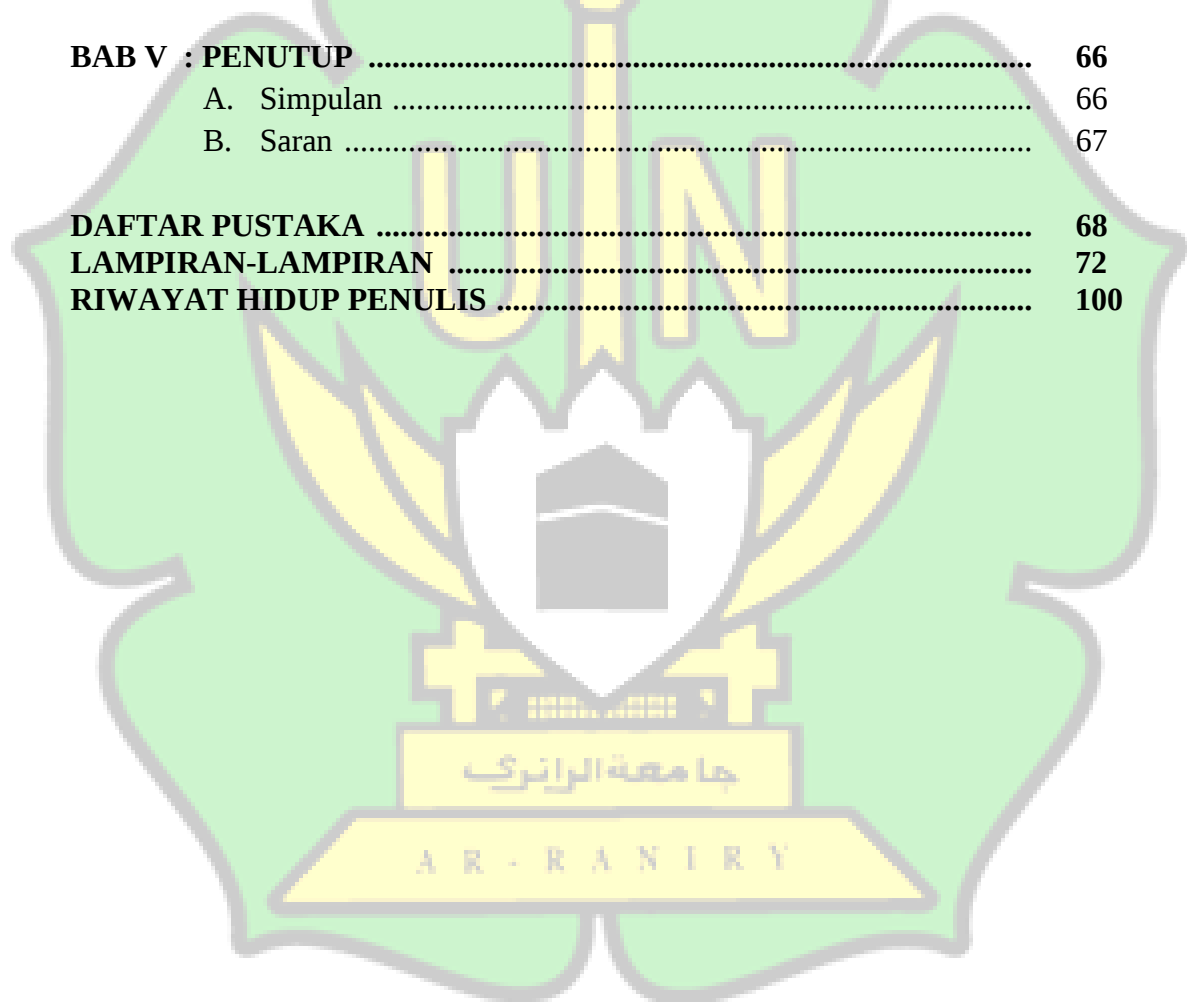
Banda Aceh, 1 Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	
LEMBAR PENGESAHAN SIDANG	
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I : PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	8
C. Tujuan Penelitian	8
D. Manfaat Penelitian	9
E. Definisi Operasional	9
BAB II : LANDASAN TEORI	13
A. Klorofil dan Faktor yang Mempengaruhi	13
B. Fungsi Klorofil terhadap Proses Fotosintesis	21
C. Klasifikasi Tumbuhan Biduri	26
D. Pengukuran Kandungan Klorofil	27
E. Kawasan Geothermal dan Pesisir Pantai	29
F. Bentuk Hasil Penelitian sebagai Pengembangan Praktikum Fisiologi Tumbuhan	30
BAB III : METODE PENELITIAN	36
A. Rancangan Penelitian	36
B. Waktu dan Tempat Penelitian	36
C. Populasi dan Sampel	37
D. Alat dan Bahan	38
E. Instrumen Penelitian	39
F. Parameter Penelitian	39
G. Prosedur Penelitian	39
H. Analisis Data	41
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN	44
A. Hasil Penelitian	44

1. Jumlah Rata-Rata Kandungan Klorofil pada Tumbuhan Biduri (<i>Calotropis gigantea</i> L.) di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan Pesisir Pantai Lampuuk	44
2. Perbedaan Jumlah Kandungan Klorofil Tumbuhan Biduri (<i>Calotropis gigantea</i> L.) Berdasarkan Faktor Fisik dan Kimia di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan Pesisir Pantai Lampuuk	54
3. Bentuk Hasil Penelitian sebagai Pengembangan Praktikum Fisiologi Tumbuhan	57
B. Pembahasan	58
BAB V : PENUTUP	66
A. Simpulan	66
B. Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN-LAMPIRAN	72
RIWAYAT HIDUP PENULIS	100



DAFTAR GAMBAR

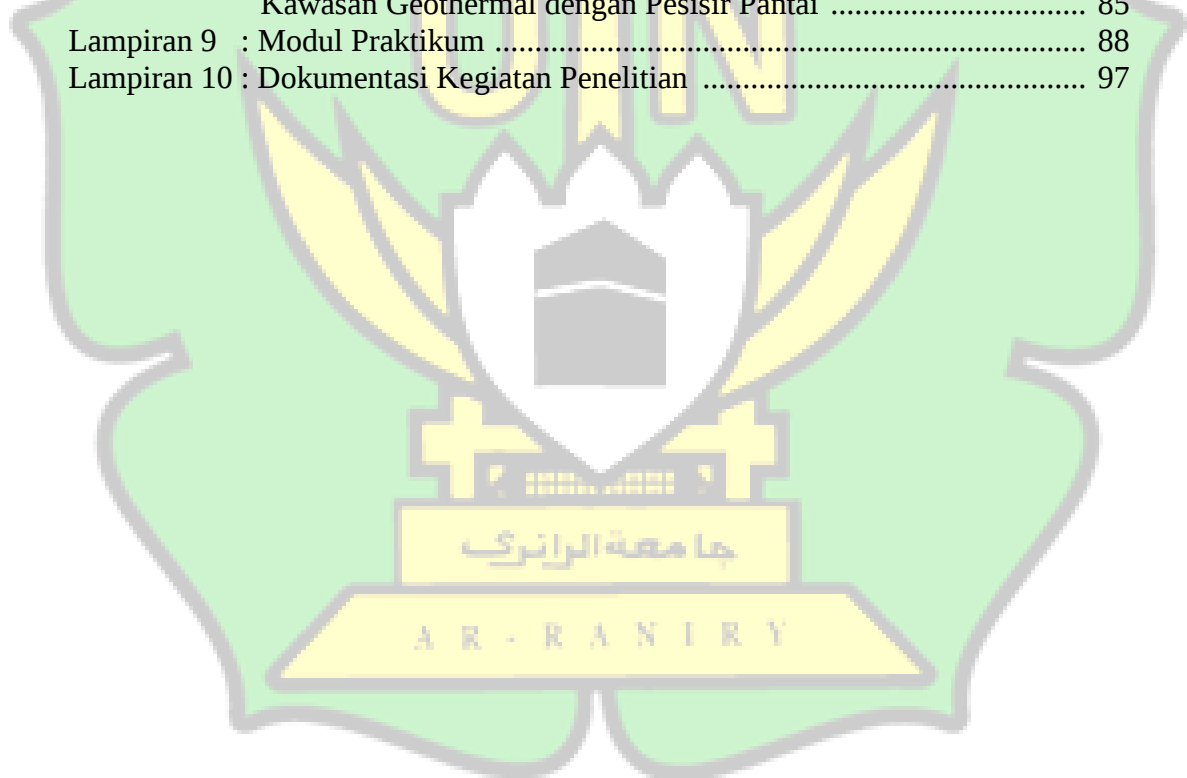
Gambar 2.1	: Kloroplas	15
Gambar 2.2	: Spektrum Cahaya pada Proses Fotosintesis	17
Gambar 2.3	: Spektrum Absorpsi Klorofil-a dan Klorofil-b	18
Gambar 2.4	: Reaksi Fotosintesis	22
Gambar 2.5	: Biduri (<i>Calotropis gigantea</i> L.)	27
Gambar 3.1	: Lokasi Penelitian Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam	37
Gambar 3.2	: Lokasi Penelitian Kawasan Pesisir Pantai Lampuuk	37
Gambar 4.1	: Grafik Jumlah Rata-Rata Kandungan Klorofil a pada Daun Tumbuhan Biduri (<i>Calotropis gigantea</i> L.) di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan Pesisir Pantai Lampuuk	46
Gambar 4.2	: Grafik Jumlah Rata-rata Kandungan Klorofil b pada Daun Tumbuhan Biduri (<i>Calotropis gigantea</i> L.) di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan Pesisir Pantai Lampuuk	49
Gambar 4.3	: Grafik Jumlah Rata-rata Kandungan Klorofil Total pada Daun Tumbuhan Biduri (<i>Calotropis gigantea</i> L.) di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan Pesisir Pantai Lampuuk	51
Gambar 4.4	: Grafik Jumlah Rata-rata Kandungan Klorofil a, b, dan Total pada Daun Tumbuhan Biduri (<i>Calotropis gigantea</i> L.) di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan Pesisir Pantai Lampuuk	53
Gambar 4.5	: Cover Modul Praktikum	57

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	: Alat yang digunakan dan fungsinya	38
Tabel 3.2	: Bahan yang digunakan dan fungsinya	38
Tabel 4.1	: Kandungan Klorofil a pada Daun Tumbuhan Biduri (<i>Calotropis gigantea</i> L.) di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam	45
Tabel 4.2	: Kandungan Klorofil a pada Daun Tumbuhan Biduri (<i>Calotropis gigantea</i> L.) di Kawasan Pesisir Pantai Lampuuk	45
Tabel 4.3	: Kandungan Klorofil b pada Daun Tumbuhan Biduri (<i>Calotropis gigantea</i> L.) di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam	47
Tabel 4.4	: Kandungan Klorofil b pada Daun Tumbuhan Biduri (<i>Calotropis gigantea</i> L.) di Kawasan Pesisir Pantai Lampuuk	48
Tabel 4.5	: Kandungan Klorofil Total pada Daun Tumbuhan Biduri (<i>Calotropis gigantea</i> L.) di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam	49
Tabel 4.6	: Kandungan Klorofil Total pada Daun Tumbuhan Biduri (<i>Calotropis gigantea</i> L.) di Kawasan Pesisir Pantai Lampuuk	50
Tabel 4.7	: Jumlah Rata-rata Kandungan Klorofil a, b, dan Total pada Tumbuhan Biduri (<i>Calotropis gigantea</i> L.) di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan Pesisir Pantai Lampuuk	52
Tabel 4.8	: Pengukuran Faktor Fisik dan Kimia di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan Pesisir Pantai Lampuuk	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	: Surat Keputusan (SK) Penunjuk Pembimbing	72
Lampiran 2	: Surat Izin Pengumpulan Data	73
Lampiran 3	: Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian	74
Lampiran 4	: Surat Keterangan Telah Selesai Melakukan Penelitian di Unit Laboratorium FTK Biologi UIN Ar-Raniry.....	76
Lampiran 5	: Jumlah Kandungan Klorofil Tumbuhan Biduri (<i>Calotropis gigantea</i> L.) di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan Pesisir Pantai Lampuuk	77
Lampiran 6	: Faktor Fisik dan Kimia di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan Pesisir Pantai Lampuuk	79
Lampiran 7	: Hasil Pengujian Kandungan Klorofil dengan Menggunakan Rumus Klorofil	80
Lampiran 8	: Hasil Uji SPSS Menggunakan Analisis Varians (<i>One-Way ANOVA</i>) Kandungan Klorofil a, Klorofil b, dan Klorofil Total pada Tumbuhan Biduri (<i>Calotropis gigantea</i> L.) di Kawasan Geothermal dengan Pesisir Pantai	85
Lampiran 9	: Modul Praktikum	88
Lampiran 10	: Dokumentasi Kegiatan Penelitian	97



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Mata kuliah Fisiologi Tumbuhan merupakan salah satu mata kuliah yang wajib diikuti oleh setiap mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Pembelajaran fisiologi tumbuhan dipelajari pada semester V dan dikaji dalam dua aspek yaitu, secara teori dan praktikum. Mata kuliah ini memiliki beban kredit 4 (1) SKS, dimana 3 SKS teori dan 1 SKS kegiatan praktikum.¹

Fisiologi tumbuhan merupakan salah satu cabang ilmu biologi yang mempelajari tentang proses metabolisme yang terjadi dalam tubuh tumbuhan yang menyebabkan tumbuhan tersebut dapat hidup.² Tujuan mempelajari mata kuliah fisiologi tumbuhan adalah agar mahasiswa dapat memahami dan mendapat pengetahuan serta wawasan yang cukup mengenai proses fisiologi yang terjadi pada tumbuhan. Materi yang dikaji dalam praktikum fisiologi tumbuhan yang terdapat pada Program Studi Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh salah satu diantaranya adalah materi tentang pengukuran kandungan klorofil menggunakan spektrofotometer.

¹ Tim Penyusun Panduan Akademik, *Panduan Akademik Universitas Islam Negeri Ar-Raniry*, (Banda Aceh: 2017), h. 109.

² Benyamin Lakitan, *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*, (Jakarta: Rajawali Pers, 2015), h. 1.

Klorofil merupakan zat hijau daun yang berperan dalam proses fotosintesis tumbuhan.³ Pigmen tanaman berwarna hijau tersebut terdapat pada kloroplas sel tanaman. Dalam kloroplas, energi elektromagnetik (cahaya) diubah menjadi energi kimia melalui proses yang dinamakan fotosintesis. Molekul klorofil berperan penting untuk terjadinya reaksi ini.⁴ Berkenaan dengan itu, Allah SWT telah menjelaskan dalam Q.S. Yasin ayat 80:

الَّذِي جَعَلَ لَكُم مِّنَ الشَّجَرِ الْأَخْضَرِ نَارًا فَإِذَا أَنتُم مِّنْهُ تُوقِدُونَ ﴿٨٠﴾

Artinya: “yaitu (Allah) yang menjadikan api untukmu dari kayu yang hijau, maka seketika itu kamu nyalakan (api) dari kayu itu”. (Q.S. Yasin (36): 80)

Berdasarkan penjelasan tafsir Al-Mishbah, kalimat “*asy-syajar al-akhdhar*” pada ayat di atas berarti pohon yang hijau, menunjuk kepada zat hijau daun yang sangat diperlukan dalam proses asimilasi karbon dioksida. Istilah yang digunakan Al-Qur’an ini, lebih tepat dari istilah klorofil yang berarti zat hijau daun, karena zat-zat yang dimaksud tidak hanya terdapat pada daun tumbuh-tumbuhan, tetapi pada seluruh bagian tumbuhan yang hijau.⁵

Sesuai kaitan tafsir yang telah dijelaskan bahwa apa yang telah diungkap Al-Qur’an merupakan salah satu isyarat ilmiah dimana klorofil merupakan komponen tumbuhan yang sangat penting. Asimilasi dari karbon dioksida, air dan sinar matahari menghasilkan sejumlah molekul organik dalam sel tumbuhan, salah

³ Agus Suwanto, *9 Buah & Sayur Sakti Tangkal Penyakit*, (Yogyakarta: Liberplus, 2010), h. 96.

⁴ Pangkalan Ide, *Health Secret of Kiwifruit*, (Jakarta: Elex Media Komputindo, 2010), h. 54.

⁵ M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah*, (Jakarta: Lentera Hati, 2002), h. 579.

satunya adalah karbohidrat. Proses itulah yang kini dikenal sebagai proses fotosintesis.

Proses fotosintesis terjadi di daun, peran klorofil dalam menangkap energi dari cahaya matahari dan melanjutkan ke pusat reaksi fotosintesis sangatlah penting. Klorofil merupakan senyawa siklik tetrapirel yang mampu menyerap foton karena ikatan konjugasi dalam satu struktur. Oleh karena itu, jumlah klorofil akan sangat menentukan produksi gula dari fotosintesis.⁶ Tanaman tingkat tinggi mempunyai dua macam klorofil yaitu klorofil a ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) yang berwarna hijau tua dan klorofil b ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$) yang berwarna hijau muda. Klorofil a dan klorofil b paling kuat menyerap cahaya di bagian merah (600-700 nm), dan paling sedikit menyerap cahaya hijau (500-600 nm).⁷

Pengukuran kadar klorofil pada tanaman dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri dengan bantuan alat spektrofotometer. Spektrofotometri adalah berdasarkan absorpsi cahaya pada panjang gelombang tertentu melalui suatu larutan yang mengandung kontaminan yang akan ditentukan konsentrasinya. Panjang gelombang yang digunakan pada metode spektrofotometri adalah gelombang cahaya tampak, gelombang ultraviolet dan inframerah.⁸

⁶ Lydia Kamagi, dkk., “Analisis Kandungan Klorofil pada Beberapa Posisi Anak Daun Aren (*Arenga pinnata*) dengan Spektrofotometer UV-Vis”, *Jurnal MIPA Unsrat Online*, Vol. 6, No. 2 (2017), h. 50.

⁷ Nio Song Ai dan Yunia Banyo, “Konsentrasi Klorofil Daun sebagai Indikator Kekurangan Air pada Tanaman”, *Jurnal Ilmiah Sains*, Vol. 11, No. 2 (2011), h. 168.

⁸ Fatmalestari, *Bahaya Kimia: Sampling & Pengukuran Kontaminan Kimia di Udara*, (Jakarta: EGC, 2010), h. 189.

Berdasarkan hasil wawancara dengan dosen pengasuh mata kuliah Fisiologi Tumbuhan diperoleh informasi bahwa perlu adanya pengembangan tentang penelitian kandungan klorofil dimana selama ini kegiatan praktikum hanya menggunakan tumbuhan yang hidup di daerah dengan suhu lingkungan yang normal. Pengukuran kandungan klorofil dengan menggunakan spektrofotometer terhadap tumbuhan di kawasan lain cukup menarik untuk diteliti sehingga didapatkan penelitian yang bervariasi.⁹ Selain itu hasil wawancara dengan mahasiswa Prodi Pendidikan Biologi yang telah mengambil mata kuliah Fisiologi Tumbuhan didapatkan informasi, bahwa selama ini kegiatan praktikum kandungan klorofil dengan alat spektrofotometer hanya menggunakan satu jenis tumbuhan yang sama di setiap kegiatannya dan tidak pernah diuji coba pada tumbuhan dari daerah yang memiliki suhu dan habitat yang berbeda.¹⁰

Tumbuhan membutuhkan CO₂ untuk pertumbuhannya. Pertumbuhan tanaman juga dipengaruhi oleh berbagai faktor salah satunya intensitas cahaya. Semakin tinggi intensitas cahaya, maka suhu lingkungan semakin tinggi. Oleh karena itu dapat diketahui bahwa semakin tinggi intensitas cahaya maka kadar klorofil pada tumbuhan semakin banyak.¹¹

⁹ Wawancara dengan dosen pengasuh Mata Kuliah Fisiologi Tumbuhan di Program Studi Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry, 6 Juni 2018 di Banda Aceh.

¹⁰ Wawancara dengan mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry, 4 Juni 2018 di Banda Aceh.

¹¹ Ruly Budiono, dkk., “Kerapatan Stomata dan Kadar Klorofil Tumbuhan *Clausena excavata* Berdasarkan Perbedaan Intensitas Cahaya”, *Jurnal Seminar Nasional Pendidikan dan Saintek*, (2016), h. 64.

Suhu merupakan salah satu faktor luar yang mempengaruhi pembentukan atau sintesa klorofil di dalam daun. Sintesa klorofil terjadi pada tenggang (*range*) suhu terpanas di musim kemarau. Selain itu, suhu tanah juga sangat mempengaruhi keberadaan jenis-jenis tumbuhan di suatu daerah, khususnya di daerah vulkanik. Mata air panas merupakan salah satu bentuk gejala pasca vulkanisme. Salah satu kawasan yang terbentuk sebagai gejala pasca vulkanisme adalah kawasan Ie Jue Seulawah Agam Kabupaten Aceh Besar.¹²

Ie Jue merupakan daerah geothermal yang dibuktikan oleh adanya mata air panas yang merupakan manifestasi dari geothermal itu sendiri. Kawasan ini berada di kaki gunung Seulawah Agam tepatnya di desa Meurah Kecamatan Seulimeum Kabupaten Aceh Besar. Jarak antara Banda Aceh ke lokasi Ie Jue sekitar 55 km dan memakan waktu sekitar 2 jam perjalanan. Lokasi ini juga memiliki aliran sungai di dekat sumber air panas tersebut. Daerah ini belum pernah dilakukan penelitian tentang kandungan klorofil pada tumbuhan.¹³

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di daerah geothermal Ie Jue menunjukkan bahwa kandungan sulfur yang tinggi terhadap tanah. Adanya mata air panas menyebabkan suhu di sekitar kawasan juga tinggi. Oleh karena kondisi tersebut, diduga akan berpengaruh terhadap jenis tumbuhan di kawasan mata air panas Ie Jue sesuai dengan perubahan gradasi lingkungannya.

¹² Nova Ardila Weni, “Jenis-Jenis Tumbuhan Paku di Kawasan Air Panas Sapan Maluluang Kabupaten Solok Selatan”, *Skripsi*, Padang: STKIP PGRI Sumatera Barat, 2017, h. 2.

¹³ Luthfiana Azhar, “Survei Geofisika pada Kawasan Panas Bumi Ie Jue, Lamteuba Menggunakan Metode Geolistrik Wenner-Schlumberger”, *Skripsi*, 2015, h. 1.

Kawasan lain yang diobservasi adalah daerah pesisir pantai Lampuuk. Pantai Lampuuk berada di Desa Meunasah Mesjid Lampuuk Kecamatan Lhoknga Kabupaten Aceh Besar. Jarak antara Banda Aceh dengan pantai Lampuuk sekitar 10 km dan dapat ditempuh sekitar 30 menit perjalanan. Kawasan ini dipilih dengan tujuan sebagai pembanding daripada kawasan geothermal.

Salah satu jenis tumbuhan yang terdapat di kawasan geothermal Ie Jue dan pesisir pantai Lampuuk yaitu, Biduri (*Calotropis gigantea* L.). Tumbuhan ini merupakan tanaman liar yang perkembangbiakannya sangat cepat. Tanaman ini tersebar di seluruh Asia Tenggara, biasanya tumbuh di tanah yang kurang subur, padang rumput kering dari lereng-lereng gunung yang rendah, serta di pantai. Tanaman ini cukup adaptif di lingkungan yang ekstrim, kering dan panas.¹⁴

Penelitian-penelitian yang dilakukan di kawasan geothermal atau panas bumi biasanya masih terfokus pada pemanfaatan energi dan ekosistem unik yang terbentuk. Informasi terkait analisis kandungan klorofil yang terdapat di daerah tersebut belum diketahui. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian tentang kandungan klorofil pada tumbuhan di daerah tersebut agar mendapat informasi terbaru, dan sebagai pengembangan bahan kajian dalam pembelajaran fisiologi tumbuhan.

Penelitian sebelumnya tentang potensi daun biduri (*Calotropis gigantea* L.) sebagai bahan aktif *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC) (*Potential of Biduri leaf (Calotropis gigantea) as active ingredient of Dyesensitized solar cell (DSSC)*)

¹⁴ Masluhatin Nadziroh, "Uji Sitotoksitas Ekstrak Daun Widuri (*Calotropis gigantea* L.) terhadap Larva Udang *Artemia salina* Leach dan Identifikasi Golongan Senyawa Aktifnya", *Skripsi*, Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim, 2014, h. 11.

telah diteliti oleh Iqbal Suprianto dan M. Syahrul Ulum pada tahun 2016. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan klorofil dalam daun biduri lebih banyak mengandung klorofil a dibanding klorofil b. Jumlah klorofil a dalam daun adalah sebesar 0,7820 mg/g, dan klorofil b sebesar 0,6805 mg/g, dan total keseluruhan klorofil sebanyak 1,4621 mg/g. Sedangkan jumlah klorofil *Nannocloropsis* Sp., terhitung memiliki klorofil a sebesar 0,7101 mg/g dan klorofil b sebesar 0,6795 mg/g dan total klorofil sebanyak 1,3892 mg/g.¹⁵

Penelitian ini juga dikuatkan oleh peneliti lainnya yaitu Ruly Budiono, dkk., pada tahun 2016. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengukuran kandungan klorofil total pada intensitas 0-500 lux adalah sebesar 25,44 mg/L, pada intensitas 500-1000 lux sebesar 47,70 mg/L, dan pada intensitas 1000-1500 lux sebesar 52,45 mg/L.¹⁶

Berdasarkan permasalahan yang muncul di atas maka melalui penelitian kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal dengan pesisir pantai ini diharapkan dapat memberikan informasi terbaru terkait perbedaan kandungan klorofil pada daerah-daerah yang memiliki suhu dan habitat yang berbeda. Hasil penelitian ini dan produk yang dihasilkan akan dijadikan sebagai pengembangan praktikum dan bahan kajian fisiologi tumbuhan.

¹⁵ Iqbal Suprianto dan M. Syahrul Ulum, "Potensi Daun Biduri (*Calotropis gigantea*) sebagai Bahan Aktif *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC) (*Potential of Biduri leaf (Calotropis gigantea) as active ingredient of Dyesensitized solar cell (DSSC)*)", *Journal of Natural Science*, Vol. 5, No. 2 (2016), h. 137.

¹⁶ Ruly Budiono, dkk., "Kerapatan Stomata dan Kadar Klorofil...", h. 61.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapakah jumlah rata-rata kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan pesisir pantai Lampuuk Kabupaten Aceh Besar?
2. Apakah terdapat perbedaan jumlah kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan pesisir pantai Lampuuk Kabupaten Aceh Besar?
3. Bagaimanakah bentuk hasil penelitian tentang kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal dengan pesisir pantai sebagai pengembangan praktikum fisiologi tumbuhan?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui jumlah rata-rata kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan pesisir pantai Lampuuk Kabupaten Aceh Besar.
2. Untuk mengetahui perbedaan jumlah kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan pesisir pantai Lampuuk Kabupaten Aceh Besar.

3. Untuk mengetahui bentuk hasil penelitian tentang kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal dengan pesisir pantai sebagai pengembangan praktikum fisiologi tumbuhan.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rujukan ataupun referensi bagi mahasiswa dan peneliti lain dalam pengukuran kandungan klorofil pada tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di pesisir pantai Lampuuk.

2. Manfaat praktik

- a. Bagi dosen: sebagai pengembangan praktikum fisiologi tumbuhan yang dibuat dalam bentuk modul praktikum.
- b. Bagi mahasiswa: sebagai sumber informasi tambahan terhadap materi praktikum pengukuran kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan di pesisir pantai Lampuuk Kabupaten Aceh Besar.

E. Definisi Operasional

Untuk menghindari kesalahpahaman dalam penelitian ini, maka peneliti perlu menjelaskan istilah berikut:

1. Analisis Kandungan Klorofil

Analisis kandungan klorofil adalah suatu kegiatan atau usaha yang dilakukan untuk mengamati kandungan klorofil dengan detail dan rinci yang dipengaruhi oleh faktor fisik dan kimia. Kandungan klorofil yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal dengan di pesisir pantai.

2. Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.)

Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) adalah tumbuhan semak tegak dengan tinggi 0,5-3 m. Bunganya berlapis lilin dengan warna putih atau ungu. Daunnya berbentuk bulat telur dengan warna khas hijau pucat dan batang yang mengeluarkan lateks berwarna putih seperti susu. Tumbuhan Biduri dapat ditemukan dan hidup di daerah bermusim kemarau panjang, seperti padang rumput yang kering, lereng-lereng gunung yang rendah dan pantai berpasir. Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) yang dimaksud dalam penelitian ini adalah tumbuhan Biduri yang terdapat di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan yang tumbuh di pesisir pantai Lampuuk Kabupaten Aceh Besar.

3. Faktor Fisik dan Kimia

Faktor fisik dan kimia adalah faktor yang mempengaruhi kehidupan makhluk hidup. Faktor fisik dan kimia yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kondisi lingkungan yang terdapat di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan di pesisir pantai Lampuuk Kabupaten Aceh Besar seperti: suhu udara, suhu tanah, kelembaban udara, kelembaban tanah, intensitas cahaya, dan pH tanah

4. Kawasan Geothermal

Kawasan geothermal (panas bumi) adalah kawasan yang memiliki sebuah sumber energi panas yang terdapat dan terbentuk di dalam kerak bumi. Kawasan geothermal yang dimaksud dalam penelitian ini adalah daerah sumber air panas geothermal Ie Jue Seulawah Agam desa Meurah Kecamatan Seulimeum Kabupaten Aceh Besar. Secara geografis kawasan ini terletak di garis lintang 5,5066 N 5°30'23,744" dan garis bujur 95,6277 E 95°37'41,022". Jarak antara Banda Aceh ke lokasi Ie Jue sekitar 55 km dan memakan waktu tempuh sekitar 2 jam perjalanan.¹⁷

5. Pesisir Pantai

Pesisir pantai adalah daerah yang secara geografis membentuk antarmuka antara daratan dan lautan.¹⁸ Pesisir pantai yang dimaksud dalam penelitian ini adalah daerah pesisir pantai Lampuuk Desa Meunasah Mesjid Lampuuk Kecamatan Lhoknga Kabupaten Aceh Besar. Jarak antara Banda Aceh ke lokasi Pantai Lampuuk sekitar 10 km dan memakan waktu tempuh sekitar 30 menit perjalanan.

6. Pengembangan Praktikum Fisiologi Tumbuhan

Pengembangan merupakan serangkaian proses kegiatan yang dilakukan untuk menghasilkan suatu produk.¹⁹ Pengembangan yang dimaksud dalam

¹⁷ Sudaryo Broto dan Thomas Triadi Putranto, "Aplikasi Metode Geomagnet dalam Eksplorasi Panas Bumi", *Jurnal TEKNIK*, Vol. 32, No. 1 (2011), h. 80.

¹⁸ Muh. Aris Marfai, *Banjir Pesisir: Kajian Dinamika Pesisir Semarang*, (Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2014), h. 2.

¹⁹ Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, *Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi Kedua* (Jakarta: Balai Pustaka, 2003), h. 473.

penelitian ini adalah pengembangan objek praktikum fisiologi tumbuhan dalam bentuk modul praktikum.



BAB II LANDASAN TEORI

A. Klorofil dan Faktor yang Mempengaruhi

1. Pengertian Klorofil

Klorofil merupakan pigmen hijau yang ditemukan pada kebanyakan tumbuhan, alga, dan juga cyanobacteria. Setiap jenis daun pada setiap tumbuhan memiliki kandungan klorofil yang berbeda. Klorofil sangat vital dalam proses fotosintesis.²⁰ Pigmen ini berperan dalam proses fotosintesis tumbuhan dengan menyerap dan mengubah energi cahaya menjadi energi kimia. Klorofil mempunyai rantai fitil ($C_{20}H_{39}O$) yang akan berubah menjadi fitol ($C_{20}H_{39}OH$) jika terkena air dengan katalisator klorofilase. Fitol adalah alkohol primer jenuh yang mempunyai daya afinitas yang kuat terhadap O_2 dalam proses reduksi klorofil.²¹

Klorofil berasal dari proplastida yaitu plastida yang belum dewasa, kecil dan hampir tidak berwarna dan sedikit atau tanpa membran dalam. Proplastida membelah saat embrio berkembang, dan menjadi kloroplas ketika daun dan batang terbentuk. Pada organ yang terkena cahaya matahari, kloroplas muda akan aktif membelah.²²

²⁰ Miftahul Zakiyah, dkk., "Kandungan Klorofil Daun pada Empat Jenis Pohon di Arboretum Sylva Indonesia PC. Universitas Tanjungpura", *Jurnal Hutan Lestari*, Vol. 6, No. 1 (2018), h. 49.

²¹ Nio Song Ai dan Yunia Banyo, "Konsentrasi Klorofil...", h. 167.

²² Salisbury FB dan CW Ross, *Fisiologi Tumbuhan Jilid 2*, (Bandung: ITB Press, 1995), h. 21.

Klorofil merupakan suatu jaringan yang terdiri atas atom C, H, N, dan O yang mengelilingi atom tunggal Mg. Klorofil menangkap kekuatan hidup atau energi matahari dan digunakan untuk membelah molekul H_2O menjadi unsur H dan O_2 , kemudian menggabungkan antara unsur H dan gas CO_2 dan dihasilkan gula tumbuhan atau karbohidrat. Klorofil terdapat di dalam kloroplas.²³

Kloroplas adalah organel yang terspesialisasi untuk fotosintesis pada tumbuhan dan banyak Protista. Kloroplas tumbuhan memiliki dua membran luar dan diisi matriks semifluida disebut stroma. Stroma mengandung DNA kloroplas, beberapa ribosom dan membran tilakoid. Lipatan membran tilakoid berasal dari lempengan tilakoid yang dihubungkan dengan saluran. Ruang dalam semua lempengan dan saluran merupakan kompartemen tunggal yang berhubungan.²⁴

Seluruh bagian hijau tumbuhan memiliki kloroplas. Namun daun merupakan tempat utama fotosintesis. Ada sekitar setengah juta kloroplas per millimeter persegi permukaan daun. Warna daun berasal dari klorofil, pigmen hijau yang terdapat di dalam kloroplas. Energi cahaya yang di arbsorbsi (diserap) oleh klorofil menggerakkan sintesis molekul organik dalam kloroplas. Kloroplas terutama di temukan dalam sel mesofil.²⁵

Sel mesofil memiliki sekitar 30 sampai 40 kloroplas yang masing-masing berukuran sekitar 2-4 μm kali 4-7 μm . Selaput yang terdiri dari dua membran

²³ Sukiman Wirosaputro dan Tri Sumarlini, *Chlorella: Makanan Kesehatan Global Alami*, (Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2016), h. 47.

²⁴ Cecie Starr, dkk., *Biologi: Kesatuan dan Keragaman Makhluk Hidup*, (Jakarta: Salemba Teknika, 2012), h. 123.

²⁵ Neil A. Campbell dan Jane B. Reece, *Biologi Edisi 8 Jilid 1*, (Jakarta: Erlangga, 2010), h. 201.

menyelubungi stroma yaitu cairan kental yang berada di dalam kloroplas. Suatu sistem rumit yang terdiri dari kantong-kantong bermembran yang saling terhubung yang disebut tilakoid. Tilakoid memisahkan stroma dari kompartemen lain, yaitu interior tilakoid (ruang tilakoid). Beberapa tempat kantong-kantong tilakoid bertumpuk membentuk *grana* (tunggal, *granum*). Klorofil berada di dalam membran tilakoid.²⁶ Tilakoid dalam kloroplas mentransformasikan energi cahaya menjadi energi kimia dalam ATP dan NADPH.²⁷



Gambar 2.1 Kloroplas²⁸

Peran klorofil untuk menangkap energi dari cahaya matahari dan melanjutkan ke pusat reaksi fotosintesis sangatlah penting. Klorofil merupakan senyawa siklik tetrapirel yang mampu menyerap foton karena ikatan konjugasi

²⁶ Neil A. Campbell dan Jane B. Reece, *Biologi...*, h. 202.

²⁷ Neil A. Campbell dan Jane B. Reece, *Biologi...*, h. 205.

²⁸ Neil A. Campbell dan Jane B. Reece, *Biologi...*, h. 202.

dalam satu struktur. Oleh karena itu, jumlah klorofil akan sangat menentukan produksi gula dari fotosintesis.²⁹

Rumus bangunnya berupa suatu cincin yang terdiri atas 4 pirol dengan Mg sebagai inti. Rumus bangun ini hampir serupa dengan rumus bangun haemin (zat darah) dimana intinya bukan Mg, melainkan Fe. Klorofil terdapat suatu rangkaian yang disebut *fitil* yang dapat terlepas menjadi *fitol* $C_{20}H_{39}OH$ jika kena air (hidrolisis) dan pengaruh enzim *klorofilase*. Fitol itu *lipofil* (suka akan lemak) sedang sisanya yaitu yang disebut rangka porfin, sifatnya hidrofil (suka akan air).³⁰

2. Sifat Klorofil

Sifat fisik klorofil adalah menerima dan atau memantulkan cahaya dengan gelombang yang berlainan (berpendar = berfluoresensi). Klorofil banyak menyerap sinar dengan panjang gelombang antara 400-700 nm, terutama sinar merah dan biru. Sifat kimia klorofil antara lain, tidak larut dalam air melainkan 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.³¹

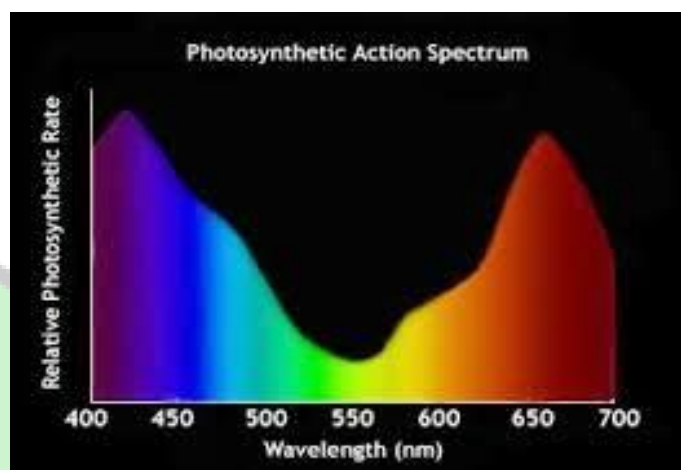
Klorofil itu fluoresen, yaitu dapat menerima sinar dan mengembalikannya dalam gelombang yang berlainan. Klorofil-a tampak berwarna hijau tua, tetapi

²⁹ Lydia Kamagi, dkk., "Analisis Kandungan Klorofil...", h. 50.

³⁰ Dwidjoseputro, *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*, (Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 1994), h. 17.

³¹ Nio Song Ai dan Yunia Banyo, "Konsentrasi Klorofil...", h. 167.

jika sinar direfleksikan tampaknya berwarna merah darah. Klorofil-b berwarna hijau cerah dan tampak merah-cokelat pada fluoresensi. Klorofil banyak menyerap sinar merah dan nila.³²



Gambar 2.2 Spektrum Cahaya pada Proses Fotosintesis³³

Klorofil-a maupun klorofil-b paling kuat menyerap cahaya di bagian merah dan ungu. Cahaya hijau adalah yang paling sedikit diserap. Karena itu bila cahaya putih menyinari struktur-struktur yang mengandung klorofil misalnya daun, maka sinar hijau dikirimkan dan dipantulkan, hasilnya ialah struktur-struktur tersebut tampak berwarna hijau.³⁴

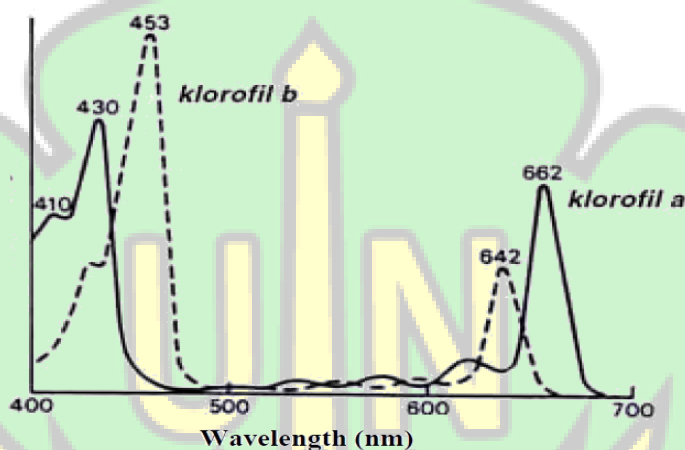
Tanaman tingkat tinggi mempunyai dua macam klorofil yaitu klorofil a ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) yang berwarna hijau tua dan klorofil b ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$) yang

³² Dwidjoseputro, *Pengantar Fisiologi Tumbuhan...*, h. 17.

³³ Betty L. Black, *Bio 183 Laboratory Distance Education Section*, diakses pada tanggal 2 Agustus 2018 dari situs: http://projects.ncsu.edu/project/bio183de/Lab/photosynthesis_lab/photo-photosynthesis_lab/photosynthesis2.html.

³⁴ John W. Kimball, *Biologi Edisi Kelima Jilid 1*, (Jakarta: Erlangga, 1983), h. 174.

berwarna hijau muda. Klorofil a dan klorofil b paling kuat menyerap cahaya di bagian merah (600-700 nm), dan paling sedikit menyerap cahaya hijau (500-600 nm). Cahaya berwarna biru diserap oleh karotenoid. Karotenoid membantu menyerap cahaya, sehingga spektrum cahaya matahari dapat dimanfaatkan dengan lebih baik.³⁵



Gambar 2.3 Spektrum Absorpsi Klorofil-a dan Klorofil-b³⁶

Klorofil a dan b merupakan pigmen utama yang terdapat dalam membran tilakoid. Selain kedua pigmen ini terdapat pula pigmen-pigmen kuning sampai jingga yang disebut karotenoid. Ada dua jenis karotenoid yaitu karoten (murni hidrokarbon) dan xantofil (mengandung oksigen). Semua klorofil dan karotenoid terikat pada molekul protein oleh ikatan non-kovalen.³⁷

³⁵ Nio Song Ai dan Yunia Banyo, "Konsentrasi Klorofil...", h. 168.

³⁶ Arrohmah, "Studi Karakteristik Klorofil pada Daun sebagai Material *Photodetector Organic*", *Skripsi*, Surakarta: Universitas Sebelas Maret, 2007, h. 10.

³⁷ Lusua Sumenda, dkk., "Analisis Kandungan Klorofil Daun Mangga (*Mangifera indica* L.) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda", *Jurnal Bioslogos*, Vol. 1, No. 1 (2011), h. 23.

Selain klorofil-a dan klorofil-b, tumbuhan hijau juga mengandung karotenoid. Pigmen karotenoid mempunyai warna berkisar antara merah dan kuning. Cahaya yang diserap paling kuat di bagian biru. Karotenoid acap kali merupakan pigmen dominan pada bunga dan buah. Jumlah karotenoid tidak sebanyak klorofil. Pada musim gugur, jumlah klorofil dalam daun berkurang sehingga menyebabkan karotenoid mulai tampak dan menghasilkan warna kuning dan merah pada daun-daunnya.³⁸

Pigmen fotosintetik misalnya klorofil a dan b, karotenoid dan lain-lain memiliki kelemahan yaitu masih labil terhadap suhu, sinar matahari dan oksigen sehingga akan mudah terdegradasi menjadi molekul-molekul turunannya.³⁹ Oleh sebab itu diperlukan teknik khusus untuk menjaga agar pigmen klorofil tidak terdegradasi dan rusak.

3. Jenis-Jenis Klorofil

Klorofil-a dan klorofil-b dapat ditemui pada tumbuhan autotrof, klorofil-c terdapat pada *Diatom* dan Ganggang pirang. Klorofil-d dapat dijumpai pada Ganggang merah sedangkan Bakteri ungu mempunyai bakterioklorofil dan bakteri hijau mempunyai bakterioviridin. Jenis-jenis klorofil tersebut hampir serupa susunan kimianya, semuanya mengandung magnesium.⁴⁰

³⁸ John W. Kimball, *Biologi Edisi Kelima Jilid 1...*, h. 175.

³⁹ Nur Rohmat, dkk., “Pengaruh Perbedaan Suhu dan Lama Penyimpanan Rumput Laut *Sargassum polycystum* terhadap Stabilitas Ekstrak Kasar Pigmen Klorofil”, *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, Vol. 3, No. 1 (2014), h. 119.

⁴⁰ Dwidjoseputro, *Pengantar Fisiologi Tumbuhan...*, h. 19.

Klorofil-a merupakan salah satu bentuk klorofil yang terdapat pada semua tumbuhan autotrof yang menghasilkan warna hijau kebiruan. Klorofil-b terdapat pada ganggang hijau, Chlorophyta dan tumbuhan darat yang menghasilkan warna hijau kekuningan. Klorofil-c menghasilkan warna hijau kecoklatan dan klorofil-d menghasilkan warna hijau kemerahan.

4. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Klorofil

a. Faktor Pembawaan

Pembentukan klorofil seperti halnya dengan pembentukan pigmen-pigmen lain pada hewan dan manusia dibawa oleh suatu gen tertentu di dalam kromosom. Jika gen ini tidak ada, maka tanaman akan tampak putih belaka (albino).

b. Cahaya

Klorofil tidak dapat terbentuk tanpa adanya cahaya. Tanaman yang lain yang ditumbuhkan di dalam gelap tak berhasil membentuk klorofil, mereka pucat (klorosis) kekuning-kuningan. Terlalu banyak sinar berpengaruh buruk pada klorofil. Larutan klorofil yang dihadapkan kepada sinar kuat tampak berkurang hijaunya. Hal ini juga dapat kita lihat pada daun-daun yang terus-menerus kena sinar langsung. Warna mereka menjadi hijau kekuning-kuningan.

c. Oksigen

Kecambah yang ditumbuhkan di dalam gelap, kemudian ditempatkan di cahaya tak mampu membentuk klorofil jika tak diberikan oksigen kepadanya.

d. Karbohidrat

Karbohidrat terutama dalam bentuk gula ternyata berpengaruh terhadap pembentukan klorofil pada daun yang tumbuh dalam gelap (etiolasi). Tanpa pemberian gula, daun-daun tersebut tak mampu menghasilkan klorofil meskipun faktor-faktor lain dapat ditemukan.

e. Nitrogen, Magnesium dan Besi

Ketiga unsur tersebut menjadi bahan pembentuk klorofil. Unsur ini diperlukan oleh tanaman dalam jumlah banyak. Kekurangan akan salah satu dari zat-zat tersebut mengakibatkan klorosis kepada tumbuhan. Unsur Mn, Cu dan Zn juga diperlukan walaupun dalam jumlah yang sedikit sekali.

f. Air

Kekurangan air mengakibatkan desintegrasi dari klorofil seperti terjadi pada rumput dan pohon-pohonan di musim kering.

g. Temperatur

Suhu antara 30-48 °C merupakan suatu kondisi yang baik untuk pembentukan klorofil pada kebanyakan tanaman, akan tetapi yang paling baik ialah antara 26-30 °C.⁴¹

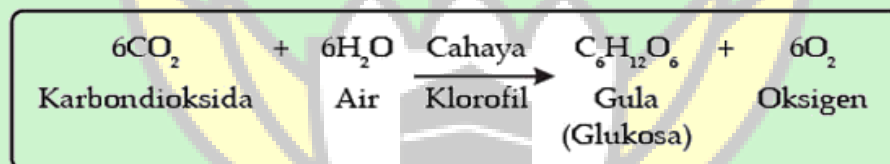
B. Fungsi Klorofil terhadap Proses Fotosintesis

Fotosintesis adalah proses pembentukan molekul-molekul makanan yang kompleks dan berenergi tinggi dari komponen-komponen yang lebih sederhana oleh tumbuhan hijau dan organisme autotrofik lainnya dengan keberadaan energi

⁴¹ Dwidjoseputro, *Pengantar Fisiologi Tumbuhan...*, h. 18-19.

cahaya. Dalam proses fotosintesis, foton (paket satuan) cahaya ditangkap oleh molekul-molekul pigmen yang spesifik. Elektron-elektron di dalam molekul-molekul pigmen tersebut dieksitasi oleh foton-foton yang diserap, dan elektron-elektron yang tereksitasi itu pun akhirnya akan membebaskan energi ke dalam sel saat elektron-elektron itu kembali ke keadaan tak tereksitasi. Banyak sel yang menggunakan energi ini untuk mereduksi karbon dioksida menjadi karbohidrat.⁴²

Fotosintesis melibatkan konversi energi cahaya, karbon dioksida dan air menjadi glukosa, gula lain dan senyawa organik. Fotosintesis merupakan mekanisme yang paling penting untuk menghasilkan oksigen. Oksigen dibutuhkan untuk tahap akhir respirasi seluler.⁴³ Reaksi kimia fotosintesis adalah sebagai berikut:



Gambar 2.4 Reaksi Fotosintesis⁴⁴

Zat yang menyerap cahaya tampak dikenal sebagai pigmen. Pigmen-pigmen yang berbeda menyerap cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda-beda pula, dan panjang gelombang yang diserap pun menghilang. Jika pigmen disoroti dengan cahaya putih, warna yang kita lihat adalah warna yang paling

⁴² George H. Fried dan George J. Hademenos, *Biologi Edisi Kedua*, (Jakarta: Erlangga, 2006), h. 68.

⁴³ Stephen Bresnick, *Intisari Biologi*, (Jakarta: Hipokrates, 2003), h. 8.

⁴⁴ Wilfred W. Robbins, dkk., *Botany an Introduction to Plant Science*, (United States of America: John Wiley & Sons Inc., 1960), h. 203.

banyak dipantulkan atau diteruskan oleh pigmen tersebut. Daun yang berwarna hijau karena klorofil menyerap cahaya ungu-biru dan merah sambil meneruskan dan memantulkan cahaya hijau.⁴⁵

Tumbuhan fotosintetik akan menyerap cahaya matahari oleh molekul-molekul klorofil untuk dikumpulkan pada pusat-pusat reaksi. Tumbuhan memiliki dua jenis pigmen yang berfungsi aktif sebagai pusat reaksi atau fotosistem, yaitu fotosistem II dan fotosistem I. Fotosistem II terdiri dari molekul klorofil yang menyerap cahaya sangat baik pada panjang gelombang 680 nm, sedangkan fotosistem I menyerap cahaya sangat baik pada panjang gelombang 700 nm.

Fotosintesis dimulai ketika cahaya mengionisasi molekul klorofil pada fotosistem II sehingga elektron-elektronnya terlepas dan elektron tersebut akan ditransfer sepanjang rantai transport elektron. Energi dari elektron ini digunakan untuk fotofosforilasi yang menghasilkan ATP. Reaksi ini menyebabkan fotosistem II mengalami kekurangan elektron yang dapat dipenuhi oleh elektron dari hasil ionisasi air yang terjadi bersamaan dengan ionisasi klorofil. Hasil ionisasi air ini adalah elektron dan oksigen.

Pada saat yang sama dengan ionisasi fotosistem II, cahaya juga mengionisasi fotosistem I, melepaskan elektron yang ditransfer sepanjang rantai transport elektron yang akhirnya mereduksi NADP menjadi NADPH. ATP dan NADPH yang dihasilkan dalam proses fotosintesis memicu berbagai proses biokimia. Proses biokimia yang terjadi adalah siklus Calvin yang dimana karbon

⁴⁵ Neil A. Campbell dan Jane B. Reece, *Biologi...*, h. 205.

dioksida (CO_2) diubah menjadi ribulosa (yang kemudian menjadi gula seperti glukosa). Reaksi ini disebut reaksi gelap karena tidak memerlukan cahaya.⁴⁶

Klorofil menyerap cahaya yang berupa radiasi elektromagnetik pada spektrum kasat mata/cahaya tampak (*visible*). Cahaya matahari mengandung semua warna spektrum kasat mata dari merah sampai ungu, tetapi tidak semua panjang gelombang diserap dengan baik oleh klorofil. Klorofil dapat menampung cahaya yang diserap oleh pigmen lainnya melalui fotosintesis, sehingga klorofil disebut sebagai pigmen pusat reaksi fotosintesis.⁴⁷

Tiga fungsi utama klorofil dalam proses fotosintesis adalah memanfaatkan energi matahari, memicu fiksasi CO_2 untuk menghasilkan karbohidrat dan menyediakan energi bagi ekosistem secara keseluruhan. Klorofil sangat dibutuhkan oleh tanaman, jika tanaman kekurangan klorofil maka daun-daun akan berguguran. Misalnya, tanaman atau pohon tersebut akan mengalami kehilangan daun atau gugur pada musimnya. Sebelum daun-daun gugur banyak zat-zat nutrisi dialirkan ke jaringan penyimpanan dalam batang untuk didaur ulang kembali membentuk daun pada musim semi berikutnya.⁴⁸

Jalur metabolik dalam fotosintesis, organisme dapat mengambil energi dari cahaya untuk membentuk senyawa organik dari bahan baku anorganik. Hanya cahaya dengan panjang gelombang antara 440-470 nm (sinar berwarna biru) dan

⁴⁶ Arrohmah, "Studi Karakteristik Klorofil...", h. 12-13.

⁴⁷ Nio Song Ai dan Yunia Banyo, "Konsentrasi Klorofil...", h. 168.

⁴⁸ Nadia Rahmi, "Kandungan Klorofil pada Beberapa Jenis Tanaman Sayuran sebagai Pengembangan Praktikum Fisiologi Tumbuhan, *Skripsi*, Banda Aceh: Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, 2017, h. 14.

640-700 (sinar berwarna merah) yang diserap dan mendorong terjadinya fotosintesis. Tumbuhan menerima cahaya dalam semua panjang gelombang yang dikombinasi menjadi warna putih dan panjang gelombang tertentu sebagai cahaya dengan warna tertentu.⁴⁹

Tumbuhan tingkat tinggi dengan spektrum cahaya biru, jingga dan merah adalah yang paling efektif dalam mendorong terjadinya fotosintesis. Hanya sebagian kecil persentase cahaya mencapai tumbuhan dan benar-benar diserap. Kebanyakan cahaya hanya melewati tumbuhan (ditransmisikan/dipantulkan) dari permukaan tumbuhan.⁵⁰

Fotosintesis sebenarnya merupakan kumpulan banyak reaksi yang terjadi dalam dua tahap. Tahap pertama, reaksi yang bergantung pada cahaya. Energi cahaya diubah menjadi energi ikatan kimia dalam bentuk ATP. Koenzim NADPH^+ menerima elektron dan ion hidrogen menjadi NADPH. Atom oksigen dilepaskan oleh sel dari pemecahan molekul air. Tahap kedua, reaksi yang tidak bergantung pada cahaya, berjalan dengan adanya energi yang dikirimkan oleh ATP dan NADPH yang terbentuk pada tahap pertama. Energi mendorong terjadinya pembentukan glukosa dan karbohidrat lainnya dari karbon dioksida dan air.⁵¹

⁴⁹ Cecie Starr, dkk., *Biologi: Kesatuan dan Keragaman...*, h. 120.

⁵⁰ George H. Fried dan George J. Hademenos, *Biologi Edisi Kedua...*, h. 68.

⁵¹ Cecie Starr, dkk., *Biologi: Kesatuan dan Keragaman...*, h. 123.

C. Klasifikasi Tumbuhan Biduri

1. Deskripsi Biduri dan Manfaat

Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) adalah tumbuhan semak tegak dengan tinggi 0,5-3 m dan berakar tunggang. Bunga majemuk (berbunga banyak), tumbuh dalam anak payung, tertancap antara tangkai dari pasangan daun yang sama, berlapis lilin dengan warna putih atau ungu dan tangkai utama berambut lebat. Daun tunggal, berbentuk bulat telur atau bulat panjang, bertangkai pendek, tumbuh berhadapan (*folia opposita*), tepi rata, pertulangan menyirip (*pinnate*), warna daun hijau pucat, ujung daun tumpul, permukaan atas daun berambut putih lebat (lambat laun menghilang) sedangkan permukaan bawahnya tetap berambut putih lebat. Buah bumbung (*folliculus*) bulat telur, warna hijau, bentuk biji lonjong, kecil dan berwarna cokelat. Biji kecil, lonjong, pipih, berwarna cokelat, berambut pendek lebat, dengan umbai dari rambut serupa sutera panjang.⁵² Jika salah satu bagian tumbuhan dilukai, akan mengeluarkan getah berwarna putih, encer, baunya sangat menyengat serta beracun.

Batang bulat, kulit tebal, berwarna putih, permukaan batang halus, percabangan simpodial (batang utama tidak tampak jelas). Hidup di daerah bermusim kemarau panjang, seperti padang rumput yang kering, lereng-lereng gunung yang rendah dan pantai berpasir. Manfaat tumbuhan Biduri yaitu dapat mengobati berbagai penyakit luar dan dalam seperti, demam, gigitan ular beracun, penyakit kulit dan lain-lain.

⁵² C.G.G.J. van Steenis, dkk., *Flora*, (Jakarta: Pradnya Paramita, 2008), h. 323-324.



Gambar 2.5 Biduri (*Calotropis gigantea* L.)⁵³

2. Klasifikasi Biduri

Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) merupakan jenis tumbuhan yang termasuk ke dalam famili *Asclepiadaceae*. Kedudukan tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) dalam taksonomi tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut:

Klasifikasi

Kingdom	: Plantae (tumbuhan)
Subkingdom	: Tracheobionta (berpembuluh)
Superdivisi	: Spermatophyta (menghasilkan biji)
Divisi	: Magnoliophyta (berbunga)
Kelas	: Magnoliopsida (berkeping dua/dikotil)
Subkelas	: Asteridae
Ordo	: Solanales
Famili	: Asclepiadaceae (suku biduri-bidurian)
Genus	: <i>Calotropis</i>
Spesies	: <i>Calotropis gigantea</i> L.

D. Pengukuran Kandungan Klorofil

Kemampuan pigmen menyerap berbagai panjang gelombang cahaya bisa diukur dengan instrumen yang disebut spektrofotometer. Mesin ini mengarahkan

⁵³ Dokumentasi pribadi, diambil pada 28 Agustus 2018.

berkas-berkas cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda-beda melalui suatu larutan pigmen dan mengukur fraksi cahaya yang diteruskan pada setiap panjang gelombang. Grafik yang mengplotkan penyerapan cahaya oleh suatu pigmen versus panjang gelombang disebut spektrum penyerapan atau spektrum absorpsi.⁵⁴

Berdasarkan penelitian, klorofil dapat berperan untuk menebalkan dan memperkuat dinding sel sehingga bisa membantu memperbaiki sistem kekebalan tubuh, membantu proses regenerasi dan meningkatkan pembentukan sel, serta memiliki kemampuan untuk menangkap radikal bebas dalam tubuh. Klorofil kaya akan zat antiradang, zat antibakteri, antiparasit, dan zat-zat lainnya.⁵⁵ Adanya manfaat klorofil yang banyak tersebut, maka diperlukan suatu usaha untuk meningkatkan kandungan klorofil pada tumbuhan melalui suatu pengukuran. Pengukuran kandungan klorofil pada tumbuhan dapat dihitung dengan menggunakan rumus Arnon:⁵⁶

$$\text{Klorofil a} = (13,7 \times \text{OD } 663) - (5,76 \times \text{OD } 645)$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times \text{OD } 645) - (7,7 \times \text{OD } 663)$$

$$\text{Klorofil total} = (20,0 \times \text{OD } 645) + (0,1 \times \text{OD } 663)$$

⁵⁴ Neil A. Campbell dan Jane B. Reece, *Biologi...*, h. 205.

⁵⁵ Mohamad Nurzaman, dkk., “Kadar Klorofil pada Beberapa Tumbuhan Obat di Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda Bandung”, *Jurnal Seminar Nasional Pendidikan dan Saintek*, (2016), h. 66.

⁵⁶ Ika Susanti Hendriyani dan Nintya Setiari, “Kandungan Klorofil dan Pertumbuhan Kacang Panjang (*Vigna sinensis*) pada Tingkat Penyediaan Air yang Berbeda”, *Jurnal Sains dan Mat*, Vol. 17, No. 3 (2009), h. 149.

E. Kawasan Geothermal dan Pesisir Pantai

Daerah panas bumi (*geothermal area*) atau medan panas bumi (*geothermal field*) adalah daerah yang mempunyai energi panas bumi dalam suatu kondisi hidrologi-batuan tertentu atau disebut sistem panas bumi.⁵⁷ Daerah geothermal adalah daerah yang memiliki sumber energi panas yang terdapat dan terbentuk di dalam kerak bumi.⁵⁸ Daerah geothermal memiliki suhu dan kadar pH tanah yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah biasa.

Panas Bumi (Geothermal) merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki potensi sangat besar untuk dimanfaatkan sebagai salah satu sumber energi alternatif.⁵⁹ Munculnya panas bumi di bawah permukaan tanah dapat dilihat melalui munculnya manifestasi panas bumi seperti mata air panas dan kubangan lumpur panas.⁶⁰ Manifestasi geothermal yang berupa air panas terbentuk melalui air di permukaan yang meresap menjadi air tanah atau sumber mata air yang ada di dalam tanah dan bersentuhan dengan magma atau batuan beku panas dan kembali ke permukaan melalui bidang rekahan di lapisan kulit bumi sehingga membentuk manifestasi geothermal.⁶¹

⁵⁷ Wahyu Setianingsih, "Potensi Lapangan Panas Bumi Gedongsongo sebagai Sumber Energi Alternatif dan Penunjang Perekonomian Daerah", *Jurnal Geografi*, Vol. 8, No.1 (2011), h. 12.

⁵⁸ Sudaryo Broto dan Thomas Triadi Putranto, "Aplikasi Metode...", h. 80.

⁵⁹ Dewa Putu Budi Arnata, dkk., "Identifikasi Sistem Panas Bumi di Desa Masaingi dengan Menggunakan Metode Geolistrik", *Jurnal Natural Science*, Vol. 1, No. 1 (2012), h. 1.

⁶⁰ Dicky Muslim, dkk., "Identifikasi Sistem Panas Bumi Berdasarkan *Fault and Fracture Density* (FFD): Studi Kasus Gunung Patuha, Jawa Barat", *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, Vol. 2, No.1 (2011), h. 68.

⁶¹ Iqbal Fanari, 2014, "Interpretasi Struktur Bawah Permukaan Daerah Potensi Panas Bumi Berdasarkan Gaya Geomagnetik", *Skripsi*, h. 2.

Tumbuhan yang berada di kawasan geothermal adalah tumbuhan yang dapat beradaptasi dengan kondisi fisik-kimia lingkungan yang tinggi. Semakin menjauh dari sumber panas maka spesies tumbuhan yang mendiami suatu kawasan tersebut akan semakin beranekaragam. Daerah geothermal menunjukkan bahwa suhu dan kadar pH tanah yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah yang jauh dari daerah geothermal. Oleh sebab itu, dapat dikaitkan dengan keunikan karakteristik vegetasi tumbuhan daerah geothermal akan berbeda dengan vegetasi tumbuhan yang ada pada tipe vegetasi lain.⁶²

Kawasan pesisir pantai adalah kawasan yang secara geografis membentuk antarmuka antara daratan dan lautan.⁶³ Pesisir pantai juga merupakan daerah peralihan antara ekosistem darat dan ekosistem laut yang memiliki kekayaan sumberdaya yang dapat diperbaharui dan tidak dapat diperbaharui. Sumberdaya pesisir juga memiliki potensi yang dapat dikelola menjadi kawasan perikanan, kawasan wisata bahari, kawasan pemanfaatan sumber energi serta kawasan pendidikan dan penelitian.

G. Bentuk Hasil Penelitian sebagai Pengembangan Praktikum Fisiologi Tumbuhan

Fisiologi Tumbuhan adalah mata kuliah yang wajib untuk diikuti oleh seluruh mahasiswa program studi pendidikan biologi. Mata kuliah ini mempelajari tentang fungsi dan bagaimana proses yang terjadi pada tumbuhan. Tujuan adanya

⁶² Muslich Hidayat, "Analisis Vegetasi dan Keanekaragaman Tumbuhan di Kawasan Manifestasi Geothermal Ie Suum Kecamatan Mesjid Raya Kabupaten Aceh Besar", *Jurnal Biotik*, Vol. 5, No. 2 (2017), h. 115-122.

⁶³ Muh. Aris Marfai, *Banjir Pesisir: Kajian Dinamika...*, h. 2.

mata kuliah ini adalah agar mahasiswa mengerti prinsip-prinsip Fisiologi Tumbuhan dan hubungannya dengan disiplin ilmu lainnya agar memiliki wawasan biologi secara utuh.⁶⁴

Pengembangan adalah suatu usaha untuk mengembangkan suatu produk yang efektif untuk digunakan.⁶⁵ Hasil dari suatu penelitian dapat dijadikan sebagai pengembangan praktikum diantaranya dapat berupa media, referensi dan modul praktikum.

1. Media

Media dapat diartikan ke dalam dua definisi yaitu, arti sempit dan arti luas. Arti sempit menyatakan bahwa media itu berwujud seperti grafik, foto, alat mekanik dan alat elektronik yang dapat digunakan untuk menangkap, memproses serta menyampaikan suatu informasi. Sedangkan arti luas menyatakan yaitu kegiatan yang dapat menciptakan suatu kondisi sehingga memungkinkan peserta didik dapat memperoleh pengetahuan dan sikap yang baru.⁶⁶

Media dalam proses pembelajaran memiliki beberapa fungsi, yaitu sebagai berikut:

- a. Pembelajaran akan lebih menarik perhatian siswa sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar.
- b. Materi pembelajaran akan lebih jelas maknanya sehingga dapat lebih dipahami oleh para siswa dan memungkinkan siswa menguasai tujuan pembelajaran yang lebih baik.
- c. Metode pembelajaran akan lebih bervariasi, tidak semata-mata komunikasi verbal melalui penuturan kata-kata oleh guru, sehingga

⁶⁴ Nadia Rahmi, "Kandungan Klorofil...", h. 47.

⁶⁵ L. R. Gay, *Educational Evaluation and Measurement: Com-petencies for Analysis and Application*, (New York: Macmillan Publishing Compan, 1990), h. 10.

⁶⁶ HM Musfiqon, *Pengembangan Media dan Sumber Pembelajaran*, (Jakarta: Prestasi Pustakarya, 2012), h. 26.

siswa tidak bosan dan guru tidak kehabisan tenaga, apalagi bila guru harus mengajar untuk setiap jam pelajaran.

- d. Siswa lebih banyak melakukan kegiatan belajar, sebab tidak hanya mendengarkan uraian guru, tetapi juga aktivitas lain seperti mengamati, melakukan, mendemonstrasikan, dan lain-lain.⁶⁷

Media pembelajaran dapat dikelompokkan menjadi enam bagian, yaitu media visual, media audio, media proyeksi diam, media proyeksi gerak dan audio visual, multimedia, dan benda.⁶⁸

a. Media Visual

Media visual berfungsi untuk menarik perhatian, memperjelas sajian ide, menggambarkan fakta yang mungkin dapat lebih mudah untuk dicerna dan diingat jika disajikan ke dalam bentuk visual. Jenis-jenis media visual antara lain, gambar, foto, sketsa, diagram, bagan, grafis, kartun, poster, peta atau globe, papan planel dan papan buletin.

b. Media Audio

Media audio adalah jenis media yang berhubungan dengan indera pendengaran. Pesan yang disampaikan dituangkan pada lambang-lambang auditif. Jenis-jenis media audio, antara lain radio dan alat perekam atau *tape recorder*.

c. Media Proyeksi Diam

Jenis-jenis media proyeksi diam, antara lain adalah film bingkai, film rangkai, OHP, *opaque projektor*, dan mikrofis.

⁶⁷ Rusman, dkk., *Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi*, (Jakarta: RajaGrafindo Persada, 2013), h. 172.

⁶⁸ Saifuddin, *Pengelolaan Pembelajaran Teoritis dan Praktis*, (Yogyakarta: Deepublish, 2014), h. 132.

d. Media Proyeksi Gerak dan Audio Visual

Jenis-jenis media proyeksi gerak dan audio visual, antara lain film gerak, film gelang, program TV, dan video.

e. Multimedia

Multimedia adalah sembarang kombinasi yang terdiri atas teks, seni grafik, bunyi, animasi, dan video yang diterima oleh pengguna melalui komputer.

f. Benda

Benda-benda yang ada di alam sekitar dapat juga digunakan sebagai media pembelajaran, baik itu benda asli ataupun benda tiruan.

2. Referensi

Referensi adalah suatu tulisan ilmiah dalam bentuk buku yang substansi pembahasannya pada satu bidang ilmu.⁶⁹ Buku referensi ditulis dengan mengikuti alur dan struktur logika bidang keilmuan. Isi buku disusun dari hasil penelitian yang dilakukan oleh dosen bersangkutan atau hasil penelitian orang lain yang relevan dengan bidang keilmuan tertentu. Anatominya adalah anatomi buku, dan bukan anatomi laporan penelitian.

Buku referensi jika digunakan dalam kegiatan pembelajaran masih diperlukan pendampingan dan penjelasan-penjelasan dari dosen. Hal tersebut karena struktur dan isinya tidak dirancang untuk kegiatan belajar mandiri. Bahasanya sangat formal, isinya mengandung banyak pemikiran atau konsep

⁶⁹ Syamsul Arifin dan Adi Kusrianto, *Sukses Menulis Buku Ajar & Referensi*, (Surabaya: Grasindo, 2008), h. 61.

dasar bidang ilmu dan bisa jadi merupakan hasil penelitian terkini.⁷⁰ Referensi juga dapat diartikan sebagai pengetahuan tambahan yang dipakai oleh mitra tutur atau pembaca untuk memahami apa yang tidak diungkapkan secara eksplisit di dalam ujaran.⁷¹

3. Modul Praktikum

Modul adalah suatu paket program yang disusun dan didesain sedemikian rupa untuk kepentingan belajar. Pendekatan dalam pembelajaran modul menggunakan pengalaman.⁷² Modul praktikum adalah media atau bahan ajar yang berisi arahan dalam melaksanakan kegiatan praktikum yang dikemas secara utuh dan sistematis serta di dalamnya memuat seperangkat pengalaman belajar yang terencana dan didesain untuk membantu mahasiswa menguasai tujuan belajar yang spesifik.

Modul berfungsi sebagai sarana belajar yang bersifat mandiri, sehingga mahasiswa dapat belajar sesuai dengan kecepatan masing-masing. Modul yang baik memiliki beberapa unsur dalam format penulisannya, diantaranya: judul, tujuan praktikum, dasar teori, alat dan bahan, prosedur kerja, lembar hasil pengamatan, lembar pembahasan, lembar kesimpulan dan daftar pustaka.⁷³

⁷⁰ Syamsul Arifin dan Adi Kusrianto, *Sukses Menulis...*, h. 60.

⁷¹ Kushartanti, dkk., *Pesona Bahasa: Langkah Awal Memahami Linguistik*, (Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2007), h. 110.

⁷² Rudi Susilana dan Cepi Riyana, *Media Pembelajaran*, (Bandung: Wacana Prima, 2008), h. 14.

⁷³ Surya Dharma, *Penulisan Modul*, (Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional, 2008), h. 21.

Penulisan modul praktikum memiliki tujuan, yaitu sebagai berikut:

- a. Memperjelas dan mempermudah penyajian pesan agar tidak terlalu bersifat verbal.
- b. Mengatasi keterbatasan waktu, ruang, dan daya indera, baik peserta belajar maupun guru/instruktur.
- c. Dapat digunakan secara tepat dan bervariasi, seperti untuk meningkatkan motivasi dan gairah belajar, mengembangkan kemampuan dalam berinteraksi langsung dengan lingkungan dan sumber belajar lainnya yang memungkinkan pebelajar dapat belajar mandiri sesuai kemampuan dan minatnya.
- d. Memungkinkan pebelajar dapat mengukur atau mengevaluasi sendiri hasil belajarnya.⁷⁴

Berdasarkan uraian tersebut, maka modul praktikum memiliki keunggulan daripada media dan referensi. Oleh karena itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai pengembangan praktikum Fisiologi Tumbuhan yang disusun dalam bentuk modul praktikum bagi dosen dan mahasiswa sebagai panduan terhadap pengukuran kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal dengan pesisir pantai sebagai pengembangan praktikum Fisiologi Tumbuhan.

⁷⁴ Surya Dharma, *Penulisan Modul...*, h. 5-6.

BAB III METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

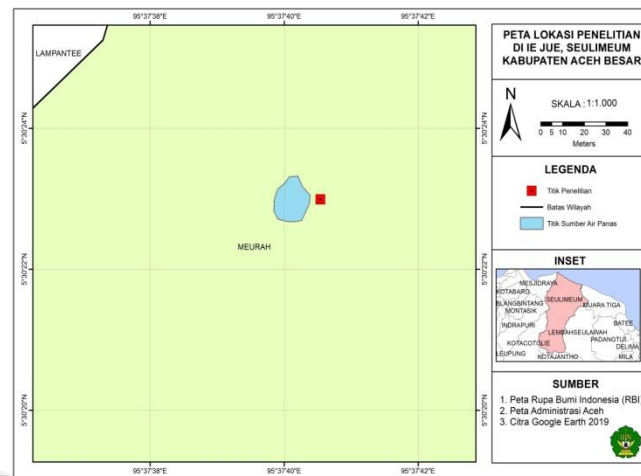
Penelitian ini menggunakan metode spektrofotometri yaitu metode yang berdasarkan penyerapan cahaya atau energi radiasi oleh suatu larutan.⁷⁵ Uji kandungan klorofil menggunakan metode tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan teknik *Purposive Sampling* yaitu teknik penentuan sampel yang didasarkan pada tujuan tertentu.⁷⁶

B. Waktu dan Tempat Penelitian

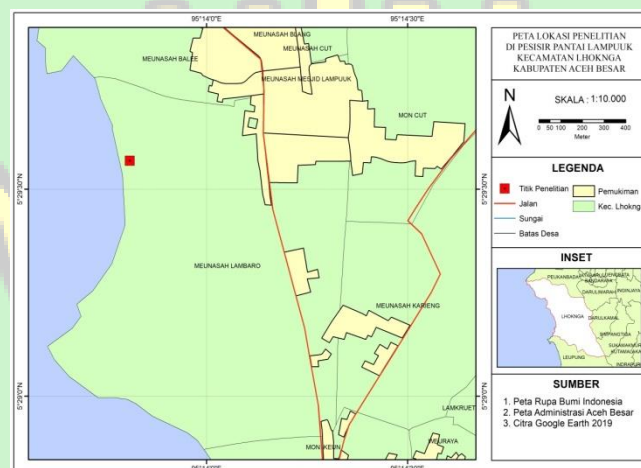
Penelitian ini dilaksanakan di dua lokasi yaitu kawasan Ie Jue Seulawah Agam Desa Meurah Kecamatan Seulimeum (Gambar 3.1) dan di pesisir pantai Lampuuk Desa Meunasah Mesjid Lampuuk Kecamatan Lhoknga Kabupaten Aceh Besar (Gambar 3.2). Uji kandungan klorofil dilakukan di laboratorium Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh pada bulan Januari 2019. Berikut merupakan peta lokasi penelitian di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan pesisir pantai Lampuuk.

⁷⁵ Etty Triyati, "Spektrofotometer Ultra-Violet dan Sinar Tampak Serta Aplikasinya dalam Oseanologi", *Jurnal Oseana*, Vol. 10, No. 1 (1985), h. 40.

⁷⁶ Mikha Agus Widiyanto, *Statistika Terapan: Konsep dan Aplikasi SPSS dalam Penelitian Bidang Pendidikan, Psikologi & Ilmu Sosial Lainnya*, (Jakarta: Elex Media Komputindo, 2013), h. 117.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam



Gambar 3.2 Lokasi Penelitian Kawasan Pesisir Pantai Lampuuk

C. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh tumbuhan yang berada di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan di pesisir pantai Lampuuk Kabupaten Aceh Besar. Sampel pada penelitian ini adalah tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan di pesisir pantai Lampuuk Kabupaten Aceh Besar.

D. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1 dan tabel 3.2.

Tabel 3.1 Alat yang digunakan dan fungsinya

No	Nama Alat	Fungsi
1	Spektrofotometer	Untuk mengukur kandungan klorofil
2	Kuvet	Untuk memasukkan larutan sampel ke dalam berkas cahaya spektrofotometer
3	Gelas ukur	Untuk menampung aquadest dan alkohol
4	Gelas beaker	Untuk menampung ekstrak klorofil yang sudah disaring
5	Alat tulis	Untuk mencatat hasil pengamatan
6	Kamera	Untuk mendokumentasikan penelitian
7	Mortar	Untuk penggerus sampel
8	Corong gelas	Untuk memudahkan saat memasukkan larutan
9	Erlenmeyer 100 ml	Untuk menyimpan ekstrak klorofil sebelum diuji
10	Timbangan digital	Untuk menimbang sampel yang akan digunakan dengan tingkat ketelitian tinggi
11	GPS	Untuk menentukan koordinat lokasi penelitian
12	Termometer tanah	Untuk mengukur suhu tanah
13	Higrometer	Untuk mengukur suhu udara dan kelembaban udara
14	Soil Tester	Untuk mengukur kelembaban tanah dan pH tanah
15	Luxmeter	Untuk mengukur intensitas cahaya

Tabel 3.2 Bahan yang digunakan dan fungsinya

No	Nama Bahan	Fungsi
1	Tumbuhan Biduri (<i>Calotropis gigantea</i> L.)	Sebagai sampel yang diukur kandungan klorofilnya
2	Alkohol 70%	Sebagai zat pelarut
3	Aquadest	Untuk mempermudah sampel saat digerus
4	Aluminium foil	Untuk menutup sampel ekstrak klorofil
5	Plastik sampel	Untuk tempat menyimpan sampel
6	Kertas saring	Untuk menyaring sampel
7	Kertas label	Untuk penanda sampel
8	Tisu	Untuk membersihkan daun

E. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat yang digunakan oleh peneliti dalam mengumpulkan data agar lebih mudah dan hasilnya lebih baik dalam arti lebih cepat, lengkap, dan sistematis sehingga lebih mudah diolah.⁷⁷ Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah tabel pengamatan.

F. Parameter Penelitian

Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah kandungan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total pada tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.). Parameter fisik yang diamati adalah suhu udara, suhu tanah, kelembaban udara, kelembaban tanah dan intensitas cahaya sedangkan parameter kimia yang diamati adalah pH tanah.

G. Prosedur Penelitian

1. Survey pendahuluan.

Tahap awal dalam melakukan penelitian ini adalah studi awal atau observasi lapangan. Tahap ini dilakukan untuk melihat ada atau tidaknya sampel yang akan diteliti.

2. Persiapan (alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian)

Tahap kedua dalam melakukan penelitian ini adalah persiapan alat dan bahan guna mendukung proses penelitian.

⁷⁷ Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian*, (Jakarta: Rineka Cipta, 2010), h. 136.

3. Penentuan titik pengambilan sampel

Tahap ketiga dalam melakukan penelitian ini adalah penentuan titik pengambilan sampel. Penentuan titik pengambilan sampel tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) menggunakan teknik *purposive sampling*. Teknik *purposive sampling* adalah teknik penentuan sampel yang didasarkan pada tujuan tertentu.⁷⁸ Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) yang diambil adalah Biduri yang terdapat di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan di pesisir pantai Lampuuk Kabupaten Aceh Besar.

4. Pengambilan sampel

Sampel tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) diambil sebanyak dua tumbuhan (dua individu). Setiap tumbuhan diambil enam helai daun di batang yang berbeda sebagai ulangan. Daun yang diambil adalah urutan ketiga dari pucuk dan tidak ternaung. Daun dipetik dan dimasukkan ke dalam plastik sampel kemudian diberi label lalu ditutup rapat. Sampel dibawa ke laboratorium Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry.

5. Pengukuran faktor fisik dan kimia di setiap lokasi pengambilan sampel

Pengukuran faktor fisik dan kimia dilakukan saat proses pengambilan sampel. Faktor fisik yang diukur adalah suhu udara, suhu tanah, kelembaban udara, kelembaban tanah dan intensitas cahaya sedangkan faktor kimia yang diamati adalah pH tanah.

⁷⁸ Mikha Agus Widiyanto, *Statistika Terapan: Konsep...*, h. 117.

6. Pelaksanaan pengukuran kandungan klorofil menggunakan Spektrofotometer:

- a. Diambil daun yang telah dikeluarkan dari plastik sampel kemudian daun dibersihkan dengan tisu.
- b. Ditimbang masing-masing sampel dengan berat 1 gram.
- c. Dipotong kecil-kecil daun tersebut.
- d. Diekstrak sampel dengan Alkohol 70% sebanyak 100 ml dengan cara digerus di dalam penumbuk mortar sampai klorofil larut.
- e. Disaring ekstrak klorofil dengan kertas saring, lalu ekstrak dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan disegel dengan aluminium foil.
- f. Ekstrak dimasukkan ke dalam kuvet kemudian ditempatkan pada spektrofotometer, kemudian diukur absorbansi atau *Optical Density* (OD) larutan tersebut pada panjang gelombang 645 dan 663 nm dan dilakukan 6 kali pengulangan.

H. Analisis Data

Analisis data dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif dengan menampilkan data secara deskriptif dalam bentuk tabel dan grafik. Analisis kuantitatif digunakan untuk mengukur kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.).

Untuk mengukur kandungan klorofil Biduri (*Calotropis gigantea* L.) digunakan rumus menghitung kandungan klorofil menurut Arnon⁷⁹:

$$\text{Klorofil a} = (13,7 \times \text{OD } 663) - (5,76 \times \text{OD } 645)$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times \text{OD } 645) - (7,7 \times \text{OD } 663)$$

$$\text{Klorofil total} = (20,0 \times \text{OD } 645) + (0,1 \times \text{OD } 663)$$

Keterangan:

OD = *Optical Density*

Setelah data kandungan klorofil didapatkan kemudian diolah menggunakan uji *One Way ANOVA*. Uji *One Way ANOVA* adalah uji statistik yang digunakan untuk membandingkan lebih dari dua rata-rata.⁸⁰ Sesuai dengan penelitian ini maka dilakukan uji *One Way ANOVA* untuk melihat perbedaan rata-rata kandungan klorofil pada dua kelompok daerah dengan cara membandingkan variansinya. Uji *One Way ANOVA* dilakukan dengan bantuan program komputer *SPSS 23*.

Pengujian hipotesis dilakukan pada taraf signifikan 5% atau (α 0,05). Untuk menerima atau menolak hipotesis dilakukan dengan ketentuan Nilai $F_{\text{hitung}} > F_{\text{Tabel}}$, maka terdapat perbedaan jumlah kandungan klorofil tumbuhan Biduri berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal Ie Jue dengan pesisir pantai Lampuuk, maka hipotesis H_a diterima. Sebaliknya jika Nilai $F_{\text{hitung}} < F_{\text{Tabel}}$ maka kandungan klorofil tidak terdapat perbedaan jumlah kandungan klorofil

⁷⁹ Ika Susanti Hendriyani dan Nintya Setiari, "Kandungan Klorofil...", h. 149.

⁸⁰ Yulingga Nanda Hanief dan Wasis Himawanto, *Statistik Pendidikan*, (Yogyakarta: Deepublish, 2017), h. 118.

tumbuhan Biduri berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal Ie Jue dengan pesisir pantai Lampuuk, maka hipotesis H_a ditolak.

Analisis faktor fisik dan kimia dilakukan secara deskriptif dengan mengacu kepada sumber referensi tertentu. Berdasarkan referensi tersebut dikaitkan dengan hasil pengambilan data faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan pesisir pantai Lampuuk, dari hal tersebut akan dikaitkan dengan kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.). Faktor fisik dan kimia yang diukur adalah suhu udara, suhu tanah, kelembaban udara, kelembaban tanah, intensitas cahaya dan pH tanah.



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil pengamatan terhadap pengukuran kandungan klorofil pada tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) mulai tanggal 3 Januari s/d 4 Januari 2019, menunjukkan bahwa adanya perbedaan jumlah kandungan klorofil pada daun tumbuhan tersebut.

1. Jumlah Rata-Rata Kandungan Klorofil pada Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan Pesisir Pantai Lampuuk.

Pengamatan terhadap kandungan klorofil pada tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan pesisir pantai Lampuuk dilakukan dengan parameter kandungan klorofil, yaitu klorofil a, klorofil b, dan klorofil total.

a. Data Kandungan Klorofil a

Tumbuhan Biduri yang dijadikan sampel terdiri dari dua individu yang tumbuh di kawasan yang sama. Diambil enam helai daun dari batang yang berbeda untuk setiap individu tumbuhan Biduri. Hal tersebut dilakukan sebagai ulangan. Daun yang diambil adalah urutan ketiga dari pucuk dan tidak ternaung. Data kandungan klorofil a pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dapat dilihat pada Tabel 4.1.

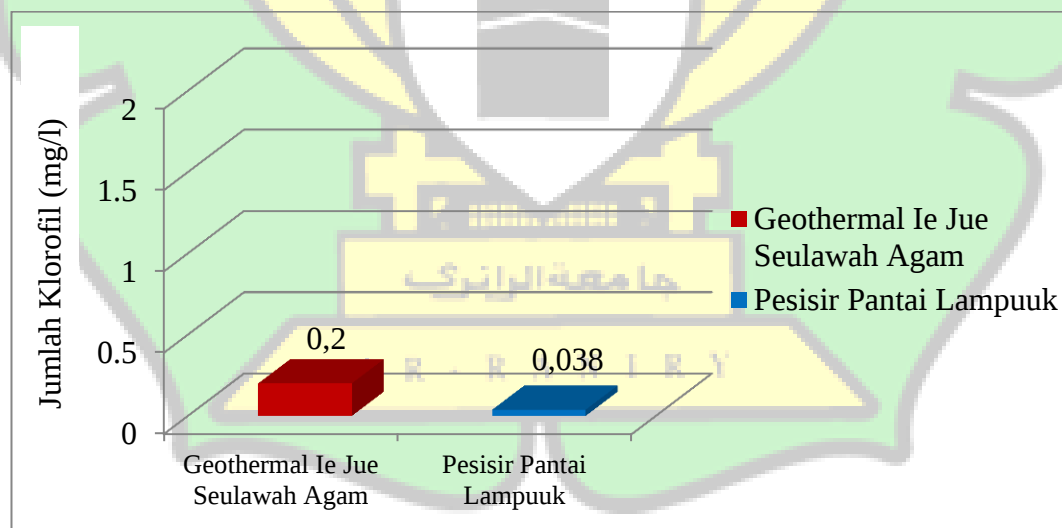
Tumbuhan	Kandungan Klorofil a (mg/l)						Jumlah	Rata-rata
	Ulangan							
	1	2	3	4	5	6		
Tumbuhan Biduri 1	0,216	0,200	0,235	0,110	0,251	0,163	1,175	0,195
Tumbuhan Biduri 2	0,273	0,211	0,196	0,184	0,152	0,218	1,234	0,205
Jumlah								0,4

Cara yang sama juga dilakukan untuk melihat kandungan klorofil a pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan pesisir pantai Lampuuk yang dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tumbuhan	Kandungan Klorofil a (mg/l)						Jumlah	Rata-rata
	Ulangan							
	1	2	3	4	5	6		
Tumbuhan Biduri 1	0,043	0,004	0,078	0,078	0,035	0,051	0,289	0,048
Tumbuhan Biduri 2	0,056	0,010	0,021	0,029	0,045	0,008	0,169	0,028
Jumlah								0,076

Data pada Tabel 4.2 di atas menunjukkan bahwa kandungan klorofil a pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan pesisir pantai Lampuuk memiliki jumlah yang berbeda berdasarkan setiap individu dari batang yang berbeda. Jumlah klorofil a pada tumbuhan Biduri 1 dengan nilai rata-rata 0,048 mg/l, dan tumbuhan Biduri 2 yaitu 0,028 mg/l. Jumlah rata-rata kandungan klorofil a pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan pesisir pantai Lampuuk yaitu 0,076 mg/l.

Berdasarkan Tabel 4.1 dan 4.2 diketahui bahwa jumlah rata-rata klorofil a tertinggi terdapat pada daun tumbuhan Biduri di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan nilai rata-rata 0,2 mg/l, sedangkan kandungan klorofil a terendah terdapat pada daun tumbuhan Biduri di kawasan pesisir pantai Lampuuk yaitu 0,038 mg/l. Data jumlah rata-rata klorofil a di dua kawasan tersebut ditunjukkan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Grafik Jumlah Rata-rata Kandungan Klorofil a pada Daun Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan Pesisir Pantai Lampuuk.

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa jumlah kandungan klorofil a pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam lebih banyak daripada pesisir pantai Lampuuk.

b. Data Kandungan Klorofil b

Untuk melihat kandungan klorofil b pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) juga dilaksanakan dengan cara dan teknik yang sama. Data kandungan klorofil b pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Kandungan Klorofil b pada Daun Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam.

Tumbuhan	Kandungan Klorofil b (mg/l)						Jumlah	Rata-rata
	Ulangan							
	1	2	3	4	5	6		
Tumbuhan Biduri 1	2,089	2,053	2,056	2,081	2,092	2,006	12,377	2,062
Tumbuhan Biduri 2	1,245	1,415	1,694	1.588	1,944	1,005	8,891	1,481
Jumlah								3,543

Berdasarkan Tabel 4.3 di atas menunjukkan bahwa kandungan klorofil b pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam memiliki jumlah yang berbeda berdasarkan setiap individu dari batang yang berbeda. Jumlah klorofil b pada tumbuhan Biduri 1 dengan nilai rata-rata 2,062 mg/l, dan tumbuhan Biduri 2 yaitu 1,481 mg/l. Jumlah rata-rata kandungan klorofil b pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 3,543 mg/l.

Cara yang sama juga dilakukan untuk melihat kandungan klorofil b pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan pesisir pantai Lampuuk yang dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Kandungan Klorofil b pada Daun Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di Kawasan Pesisir Pantai Lampuuk.

Tumbuhan	Kandungan Klorofil b (mg/l)						Jumlah	Rata-rata
	Ulangan							
	1	2	3	4	5	6		
Tumbuhan Biduri 1	0,020	0,087	0,023	0,023	0,002	0,038	0,193	0,032
Tumbuhan Biduri 2	0,013	0,062	0,010	0,028	0,064	0,041	0,218	0,036
Jumlah								0,068

Data pada Tabel 4.4 di atas menunjukkan bahwa kandungan klorofil b pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan pesisir pantai Lampuuk memiliki jumlah yang berbeda berdasarkan setiap individu dari batang yang berbeda. Jumlah klorofil b pada tumbuhan Biduri 1 dengan nilai rata-rata 0,032 mg/l, dan tumbuhan Biduri 2 yaitu 0,036 mg/l. Jumlah rata-rata kandungan klorofil b pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan pesisir pantai Lampuuk yaitu 0,068 mg/l.

Berdasarkan Tabel 4.3 dan 4.4 diketahui bahwa jumlah rata-rata klorofil b tertinggi terdapat pada daun tumbuhan Biduri di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan nilai rata-rata 1,771 mg/l, sedangkan kandungan klorofil b terendah terdapat pada daun tumbuhan Biduri di kawasan pesisir pantai Lampuuk yaitu 0,034 mg/l. Data jumlah rata-rata klorofil b di dua kawasan tersebut ditunjukkan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.2.

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa jumlah kandungan klorofil b pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam lebih banyak daripada pesisir pantai Lamauk.

Untuk melihat kandungan klorofil total pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) juga dilaksanakan dengan cara dan teknik yang sama. Data kandungan klorofil total pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di Kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tumbuhan	Kandungan Klorofil Total (mg/l)						Jumlah	Rata-rata
	Ulangan							
	1	2	3	4	5	6		
Tumbuhan Biduri 1	1,965	1,925	1,945	1,904	1,986	1,865	11,59	1,931
Tumbuhan Biduri 2	1,244	1,364	1,604	1,504	1,804	1,003	8,523	1,420
Jumlah								3,351

Berdasarkan Tabel 4.5 di atas menunjukkan bahwa kandungan klorofil total pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam memiliki jumlah yang berbeda berdasarkan setiap individu dari batang yang berbeda. Jumlah klorofil total pada tumbuhan Biduri 1 dengan nilai rata-rata 1,931 mg/l, dan tumbuhan Biduri 2 yaitu 1,420 mg/l. Jumlah rata-rata kandungan klorofil total pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 3,351 mg/l.

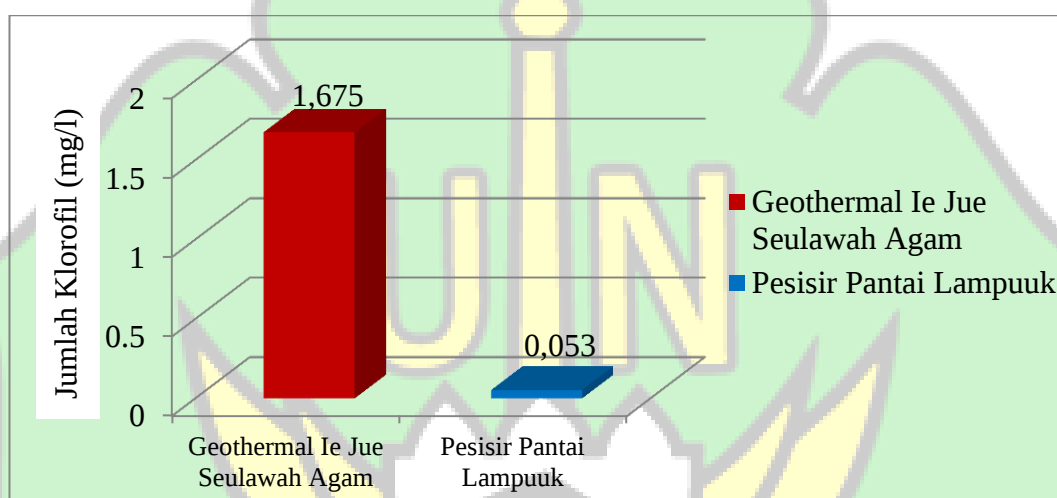
Cara yang sama juga dilakukan untuk melihat kandungan klorofil total pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan pesisir pantai Lampuuk dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Kandungan Klorofil Total pada Daun Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di Kawasan Pesisir Pantai Lampuuk.

Tumbuhan	Kandungan Klorofil Total (mg/l)						Jumlah	Rata-rata
	Ulangan							
	1	2	3	4	5	6		
Tumbuhan Biduri 1	0,040	0,080	0,060	0,060	0,020	0,060	0,32	0,053
Tumbuhan Biduri 2	0,040	0,060	0,020	0,040	0,080	0,080	0,32	0,053
Jumlah								0,106

Data pada Tabel 4.6 di atas menunjukkan bahwa kandungan klorofil total pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan pesisir pantai Lampuuk memiliki jumlah yang sama berdasarkan setiap individu dari batang yang berbeda. Jumlah klorofil total pada tumbuhan Biduri 1 dengan nilai rata-rata 0,053 mg/l, dan tumbuhan Biduri 2 yaitu 0,053 mg/l. Jumlah rata-rata kandungan klorofil total pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan pesisir pantai Lampuuk yaitu 0,106 mg/l.

Berdasarkan Tabel 4.5 dan 4.6 diketahui bahwa jumlah rata-rata klorofil total tertinggi terdapat pada daun tumbuhan Biduri di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan nilai rata-rata 1,675 mg/l, sedangkan kandungan klorofil total terendah terdapat pada daun tumbuhan Biduri di kawasan pesisir pantai Lampuuk yaitu 0,053 mg/l. Data jumlah rata-rata klorofil total di dua kawasan tersebut ditunjukkan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Grafik Jumlah Rata-rata Kandungan Klorofil total pada Daun Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan Pesisir Pantai Lampuuk.

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa jumlah kandungan klorofil total pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam lebih banyak daripada pesisir pantai Lampuuk.

- d. Perbandingan Jumlah Rata-Rata Klorofil a, b, dan Total pada Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan Pesisir Pantai Lampuuk.

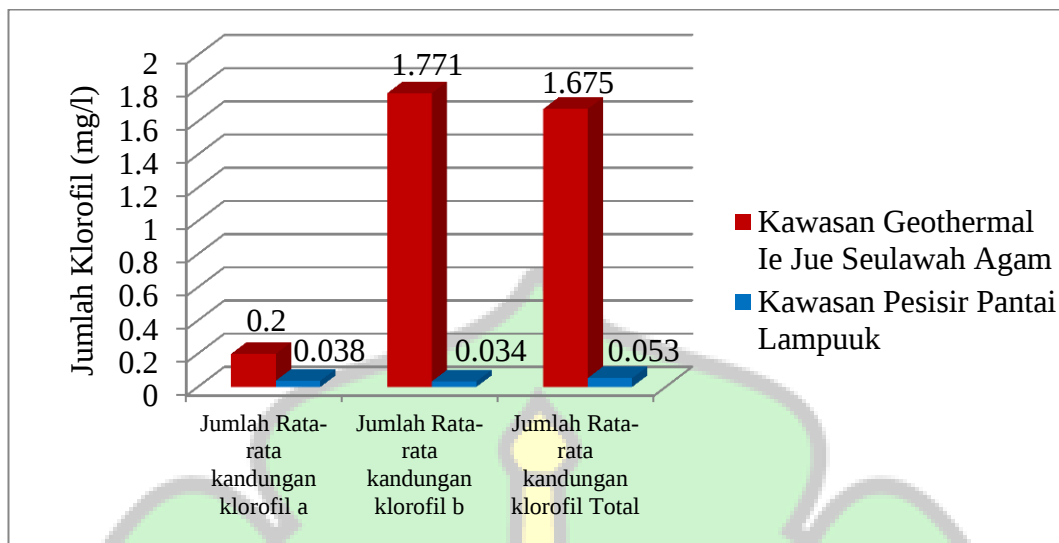
Pengamatan terhadap jumlah rata-rata kandungan klorofil a, b, dan total pada tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan pesisir pantai Lampuuk dilakukan dengan parameter kandungan klorofil, yaitu klorofil a, klorofil b, dan klorofil total.

Data perbandingan jumlah rata-rata kandungan klorofil a, b, dan total pada tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan Pesisir Pantai Lampuuk dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Jumlah Rata-rata Kandungan Klorofil a, b, dan Total pada Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan Pesisir Pantai Lampuuk.

Kawasan	Jumlah Rata-Rata		
	Kandungan Klorofil a	Kandungan Klorofil b	Kandungan Klorofil Total
Geothermal Ie Jue	0,2 mg/l	1,771 mg/l	1,675 mg/l
Pesisir Pantai Lampuuk	0,038 mg/l	0,034 mg/l	0,053 mg/l

Berdasarkan Tabel 4.7 di atas menunjukkan bahwa perbandingan jumlah rata-rata kandungan klorofil a, b, dan total antara tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan pesisir pantai Lampuuk memiliki jumlah yang berbeda. Jumlah rata-rata kandungan klorofil a pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 0,2 mg/l, sedangkan di pesisir pantai Lampuuk yaitu 0,038 mg/l. Jumlah rata-rata kandungan klorofil b pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 1,771 mg/l, sedangkan di pesisir pantai Lampuuk yaitu 0,034 mg/l. Jumlah rata-rata kandungan klorofil total pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 1,675 mg/l, sedangkan di pesisir pantai Lampuuk yaitu 0,053 mg/l. Data Tabel 4.7 ditunjukkan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik Jumlah Rata-rata Kandungan Klorofil a, b, dan Total pada Daun Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan Pesisir Pantai Lampuuk.

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa secara keseluruhan jumlah rata-rata kandungan klorofil a, b, dan total pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam lebih banyak dibandingkan dengan pesisir pantai Lampuuk. Hal ini dapat dilihat pada grafik yang menunjukkan bahwa jumlah rata-rata kandungan klorofil a pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 0,2 mg/l, sedangkan di pesisir pantai Lampuuk yaitu 0,038 mg/l. Jumlah rata-rata kandungan klorofil b pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 1,771 mg/l, sedangkan di pesisir pantai Lampuuk yaitu 0,034 mg/l. Jumlah rata-rata kandungan klorofil total pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 1,675 mg/l, sedangkan di pesisir pantai Lampuuk yaitu 0,053 mg/l.

2. Perbedaan Jumlah Kandungan Klorofil Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) Berdasarkan Faktor Fisik dan Kimia di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan Pesisir Pantai Lampuuk.

Untuk mengetahui perbedaan terhadap jumlah kandungan klorofil pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan pesisir pantai Lampuuk maka dilakukan uji Analisis Varians (*One-Way ANAVA*) yang menunjukkan $F_{hitung} > F_{tabel}$ pada taraf signifikan 0,05. Hal ini dapat dinyatakan bahwa terdapatnya perbedaan jumlah kandungan klorofil pada daun tumbuhan biduri berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan pesisir pantai Lampuuk.

- a. Uji Analisis Varians (*One-Way ANAVA*) terhadap Jumlah Kandungan Klorofil a pada Daun Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) Berdasarkan Faktor Fisik dan Kimia di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan Pesisir Pantai Lampuuk

Berdasarkan hasil uji *one-way ANAVA* terhadap jumlah kandungan klorofil a pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan pesisir pantai Lampuuk menunjukkan adanya perbedaan yang nyata. Hal ini ditunjukkan dengan nilai $F_{hitung} (38,966) > F_{tabel} (3,09)$. Maka terdapat perbedaan jumlah kandungan klorofil a pada daun tumbuhan biduri berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan pesisir pantai Lampuuk.

- b. Uji Analisis Varians (*One-Way ANOVA*) terhadap Jumlah Kandungan Klorofil b pada Daun Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) Berdasarkan Faktor Fisik dan Kimia di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan Pesisir Pantai Lampuuk

Berdasarkan hasil uji *one-way ANOVA* terhadap jumlah kandungan klorofil b pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan pesisir pantai Lampuuk menunjukkan adanya perbedaan yang nyata. Hal ini ditunjukkan dengan nilai $F_{hitung} (223,813) > F_{tabel} (3,09)$. Maka terdapat perbedaan jumlah kandungan klorofil b pada daun tumbuhan biduri berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan pesisir pantai Lampuuk.

- c. Uji Analisis Varians (*One-Way ANOVA*) terhadap Jumlah Kandungan Klorofil Total pada Daun Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) Berdasarkan Faktor Fisik dan Kimia di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan Pesisir Pantai Lampuuk

Berdasarkan hasil uji *one-way ANOVA* terhadap jumlah kandungan klorofil total pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan pesisir pantai Lampuuk menunjukkan adanya perbedaan yang nyata. Hal ini ditunjukkan dengan nilai $F_{hitung} (269,045) > F_{tabel} (3,09)$. Maka terdapat perbedaan jumlah kandungan klorofil total pada daun tumbuhan biduri berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan pesisir pantai Lampuuk.

d. Pengukuran Faktor Fisik dan Kimia

Berdasarkan pengukuran parameter fisik dan kimia di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan pesisir pantai Lampuuk Kabupaten Aceh Besar didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Pengukuran Faktor Fisik dan Kimia di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan Pesisir Pantai Lampuuk

No.	Faktor Fisik dan Kimia	Kawasan	
		Geothermal Ie Jue Seulawah Agam	Pesisir Pantai Lampuuk
1	Suhu Udara	33,6 °C	29,3 °C
2	Suhu Tanah	40 °C	28 °C
3	Kelembaban Udara	69 %	61 %
4	Kelembaban Tanah	61 %	51 %
5	Intensitas Cahaya	1434 Cd	814 Cd
6	pH Tanah	5,5	5,2

Berdasarkan data tersebut, parameter fisika dan kimia di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan pesisir pantai Lampuuk Kabupaten Aceh Besar diperoleh hasil yang berbeda. Suhu udara di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 33,6 °C sedangkan di kawasan pesisir pantai Lampuuk yaitu 29,3 °C. Suhu tanah di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 40 °C sedangkan di kawasan pesisir pantai Lampuuk yaitu 28 °C. Kelembaban udara di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 69 % sedangkan di kawasan pesisir pantai Lampuuk yaitu 61 %. Kelembaban tanah di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 61 % sedangkan di kawasan pesisir pantai Lampuuk yaitu 51 %. Intensitas cahaya di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 1434 Cd sedangkan di kawasan pesisir pantai Lampuuk yaitu 814 Cd. pH tanah di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 5,5 sedangkan di kawasan pesisir pantai Lampuuk yaitu 5,2.

3. Bentuk Hasil Penelitian sebagai Pengembangan Praktikum Fisiologi Tumbuhan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa terdapat perbedaan jumlah kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan pesisir pantai Lampuuk.

Bentuk hasil penelitian disusun dalam bentuk modul praktikum yang dapat digunakan oleh dosen dan mahasiswa dalam melakukan praktikum Fisiologi Tumbuhan. Modul tersebut berisi judul, tujuan praktikum, dasar teori, alat dan bahan, prosedur kerja, lembar hasil pengamatan, lembar pembahasan, lembar kesimpulan dan daftar pustaka. Tampilan cover dari modul praktikum dapat dilihat pada Gambar 4.5. (lampiran 9).



Gambar 4.5 Cover Modul Praktikum

Sesuai dengan tujuan yang diharapkan dalam praktikum Fisiologi Tumbuhan, dosen dan mahasiswa dapat menjadikan modul ini sebagai panduan praktikum. Tentunya dapat digunakan oleh dosen dan mahasiswa yang mengikuti praktikum Fisiologi Tumbuhan dapat menganalisis kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dan pesisir pantai Lampuuk.

B. Pembahasan

Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) merupakan tanaman asli Asia Tenggara yang mudah didapatkan di Indonesia, Filipina, Kamboja, Malaysia, Thailand, Srilanka, India dan China. Daerah lain di Indonesia dikenal dengan nama-nama Rubik, Biduri (Sunda, Madura); Lembega, Rembega, Rumbigo (Sumatera); Badori, Widuri, Saduri, Sidoguri, Burigha (Jawa); Manori, Maduri (Bali); Muduri, Rembiga, Kore, Krokoh, Modo, Kapauk, Modo Kampauk (Nusa Tenggara); Rambega (Sulawesi). Tanaman ini dikenal sebagai tanaman obat dengan kulit akar, bunga, getah dan daun yang memiliki khasiat berbeda-beda, serta memiliki buah berisi berkas-berkas serat halus seperti sutera yang melekat pada setiap bijinya.⁸¹

Parameter yang diukur pada tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) diantaranya jumlah kandungan klorofil a, klorofil b dan klorofil total yang dianalisis dengan menggunakan rumus Arnon, maka diperoleh hasil yang

⁸¹ M. Danny Sukardan, dkk., “Karakterisasi Serat dari Tanaman Biduri (*Calotropis gigantea*) dan Identifikasi Kemungkinan Pemanfaatannya sebagai Serat Tekstil”, *Jurnal Arena Tekstil*, Vol. 31, No. 2 (2016), h. 52.

berbeda-beda di setiap kawasan. Berdasarkan hasil penelitian jumlah rata-rata kandungan klorofil a tertinggi terdapat pada daun tumbuhan Biduri di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 0,2 mg/l, sedangkan kandungan klorofil a terendah terdapat di kawasan pesisir pantai Lampuuk yaitu 0,038 mg/l. Jumlah rata-rata kandungan klorofil b tertinggi terdapat pada daun tumbuhan Biduri di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 1,771 mg/l, sedangkan kandungan klorofil b terendah terdapat di kawasan pesisir pantai Lampuuk yaitu 0,034 mg/l. Jumlah rata-rata kandungan klorofil total tertinggi terdapat pada daun tumbuhan Biduri di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 1,675 mg/l, sedangkan kandungan klorofil total terendah terdapat di kawasan pesisir pantai Lampuuk yaitu 0,053 mg/l.

Kemampuan daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) dalam menangkap cahaya matahari dipengaruhi oleh pigmen-pigmen klorofil, terutama klorofil b. Hal ini ditunjukkan dengan nilai rata-rata kandungan klorofil b yang lebih tinggi. Klorofil a dan b berperan dalam proses fotosintesis tanaman. Klorofil b berfungsi sebagai antena fotosintetik yang mengumpulkan cahaya kemudian ditransfer ke pusat reaksi. Pusat reaksi tersusun dari klorofil a. Energi cahaya akan diubah menjadi energi kimia di pusat reaksi yang kemudian dapat digunakan untuk proses reduksi dalam fotosintesis.⁸²

Perbedaan jumlah kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan pesisir pantai Lampuuk diuji dengan program SPSS 23 menggunakan Analisis Varians (*One-*

⁸² Setiari dan Nurchayati, "Eksplorasi Kandungan Klorofil pada Beberapa Sayuran Hijau sebagai Alternatif Bahan Dasar *Food supplement*", *Jurnal BIOMA*, Vol. 11, No. 1 (2009), h. 7.

Way ANAVA). Berdasarkan hasil uji *one-way* ANAVA terhadap jumlah kandungan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total yang diperoleh dapat dirujuk pada halaman 54. Faktor fisik dan kimia turut menjadi perhatian dalam perolehan jumlah kandungan klorofil. Faktor fisik dan kimia dianalisis secara deskriptif dengan mengacu kepada sumber referensi tertentu. Berdasarkan referensi tersebut dikaitkan dengan hasil pengambilan data faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan pesisir pantai Lampuuk, dari hal tersebut akan dikaitkan dengan kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.). Faktor fisik yang diukur adalah suhu udara, suhu tanah, kelembaban udara, kelembaban tanah, dan intensitas cahaya, sedangkan faktor kimia yang diukur adalah pH tanah.

Jumlah kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan pesisir pantai Lampuuk memiliki perbedaan. Adanya perbedaan tersebut disebabkan oleh faktor fisik seperti cahaya dan temperatur.⁸³ Kondisi habitat yang baik sangat mendukung pertumbuhan serta perkembangan tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) dan begitu juga sebaliknya. Suhu antara 30-48 °C merupakan suatu kondisi yang baik untuk pembentukan klorofil pada kebanyakan tanaman, akan tetapi yang paling baik ialah antara 26-30 °C.⁸⁴

Hasil penelitian diketahui parameter fisika dan kimia di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan pesisir pantai Lampuuk Kabupaten

⁸³ Dwidjoseputro, *Pengantar Fisiologi Tumbuhan...*, h. 18-19.

⁸⁴ Dwidjoseputro, *Pengantar Fisiologi Tumbuhan...*, h. 18-19.

Aceh Besar diperoleh hasil yang berbeda. Seperti halnya intensitas cahaya di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 1434 Cd sedangkan di kawasan pesisir pantai Lampuuk yaitu 814 Cd. Hasil kandungan klorofil yang diperoleh di kawasan pesisir pantai Lampuuk lebih rendah daripada kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam. Hal ini disebabkan adanya pengaruh intensitas cahaya pada daerah tersebut. Semakin tinggi intensitas cahaya maka kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) yang dihasilkan lebih banyak daripada kawasan yang memiliki intensitas cahaya yang rendah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Samuel P. Ratag, dkk., yang menyatakan bahwa kandungan klorofil suatu tumbuhan tidak hanya dipengaruhi oleh adanya kondisi air pada suatu daerah melainkan adanya faktor fisik yaitu intensitas cahaya.⁸⁵ Oleh karena intensitas cahaya yang tinggi maka kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam memiliki jumlah rata-rata kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) yang lebih banyak dibandingkan kawasan pesisir pantai Lampuuk.

Intensitas cahaya adalah banyaknya energi yang diterima oleh suatu tumbuhan per satuan luas dan per satuan waktu (kal/cm/hari). Intensitas cahaya pada pagi dan sore hari lebih rendah daripada siang hari. Hal ini disebabkan karena jarak matahari dengan bumi lebih jauh. Sama halnya dengan daerah sub tropis yang dimana intensitasnya lebih rendah dibandingkan dengan daerah tropis. Demikian pula di gunung (dataran tinggi) intensitasnya ($1,75 \text{ g.kal/cm}^2/\text{menit}$) lebih tinggi daripada di dataran rendah (di atas permukaan laut = 1,50

⁸⁵ Samuel P. Ratag, dkk., “Kandungan Klorofil Dalugha (*Cyrtosperma merkusii* (Hassk.) Scott) pada Hutan Rawa Pasang Surut di Desa Laine, Pulau Sangihe”, *Jurnal Eugenia*, Vol. 23, No. 1 (2017), h. 14.

g.kal/cm²/menit). Kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam terletak di ketinggian ± 300 mdpl sehingga pengukuran intensitas cahaya yang diperoleh lebih tinggi daripada kawasan pesisir pantai Lampuuk.⁸⁶

Hal ini diperkuat oleh penelitian Ruly Budiono, dkk., yang menyatakan bahwa semakin tinggi intensitas cahaya maka kandungan klorofil pada tumbuhan semakin banyak yang dibuktikan dengan hasil penelitian yaitu pengukuran kandungan klorofil total pada intensitas 0-500 lux adalah sebesar 25,44 mg/L, pada intensitas 500-1000 lux sebesar 47,70 mg/L, dan pada intensitas 1000-1500 lux sebesar 52,45 mg/L.⁸⁷ Intensitas cahaya berperan penting dalam penerimaan energi bagi tumbuhan melalui fotosintesis dengan penyerapan langsung foton oleh molekul-molekul pigmen seperti klorofil.⁸⁸

Hasil pengukuran suhu udara di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 33,6 °C sedangkan di kawasan pesisir pantai Lampuuk yaitu 29,3 °C. Hal ini berbanding lurus dengan suhu udara yang tinggi akibat dari penyinaran intensitas cahaya matahari yang agak besar. Pada suhu tinggi laju respirasi meningkat dan optimal maka hal ini akan mempercepat pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.⁸⁹

Hasil pengukuran suhu tanah di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 40 °C sedangkan di kawasan pesisir pantai Lampuuk yaitu 28 °C.

⁸⁶ Citra Wulan Suci dan Suwasono Heddy, "Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Keragaan Tanaman Puring (*Codiaeum variegatum*)", *Jurnal Produksi Tanaman*, Vol. 6, No. 1 (2018), h. 162.

⁸⁷ Ruly Budiono, dkk., "Kerapatan Stomata dan Kadar Klorofil...", h. 61.

⁸⁸ Miftahul Zakiyah, dkk., "Kandungan Klorofil...", h. 49.

⁸⁹ Miftahul Zakiyah, dkk., "Kandungan Klorofil...", h. 51.

Suhu tanah sangat mempengaruhi aktivitas mikrobial tanah. Aktivitas ini sangat terbatas pada suhu di bawah 10 °C. Laju optimum aktivitas biota tanah yang menguntungkan terjadi pada suhu 18-30 °C, seperti bakteri pengikat Nitrogen pada tanah berdrainase baik.⁹⁰ Suhu tanah di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam sebesar 40 °C dan kandungan klorofil yang didapatkan masih lebih banyak daripada di kawasan pesisir pantai yang bersuhu udara 28 °C. Hal ini diduga bahwa kandungan klorofil tidak hanya dipengaruhi oleh suhu tanah melainkan faktor-faktor lain seperti air, udara dan unsur hara.⁹¹

Hasil pengukuran kelembaban udara di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 69 % sedangkan di kawasan pesisir pantai Lampuuk yaitu 61 %. Hal ini diduga karena kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam terletak di tengah hutan yang berbukit sehingga menyebabkan kelembaban udara di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam lebih tinggi daripada kawasan pesisir pantai Lampuuk.

Hasil pengukuran kelembaban tanah di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 61 % sedangkan di kawasan pesisir pantai Lampuuk yaitu 51 %. Kelembaban tanah di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam lebih tinggi daripada kawasan pesisir pantai Lampuuk. Hal ini terjadi karena tekstur tanah yang cenderung lembab dan berlumpur dikarenakan sumber air panas yang terpancar keluar. Sebaliknya di kawasan pesisir pantai Lampuuk memiliki tekstur

⁹⁰ Karamina, H., dkk., “Kompleksitas Pengaruh Temperatur dan Kelembaban Tanah terhadap Nilai pH Tanah di Perkebunan Jambu Biji Varietas Kristal (*Psidium guajava*) Bumiaji, Kota Batu”, *Jurnal Kultivasi*, Vol. 16, No. 3 (2017), h. 432.

⁹¹ Karamina, H., dkk., “Kompleksitas Pengaruh Temperatur..., h. 432.

tanah yang berpasir. Walaupun kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam memiliki nilai intensitas cahaya, suhu udara dan suhu tanah yang lebih tinggi daripada kawasan pesisir pantai Lampuuk, tetapi dengan adanya luapan uap panas dan sumber air panas yang terpancar keluar menyebabkan kondisi tanah di kawasan geothermal lebih lembab daripada kawasan pesisir pantai Lampuuk.

Hasil pengukuran pH tanah di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 5,5 sedangkan di kawasan pesisir pantai Lampuuk yaitu 5,2. Hal ini diperkuat oleh penelitian Y. H. Setyanti, dkk., menunjukkan bahwa hasil pengukuran pH tanah penelitian adalah 6,46, sehingga alfalfa dapat menyerap fosfor sesuai dengan kebutuhan. Unsur fosfat mudah diserap dalam pH 5,0-8,5. Unsur P merupakan salah satu faktor yang menunjang berjalannya proses fotosintesis. Apabila tanaman kekurangan fosfor maka hasil fotosintesis yang berupa glukose tidak dapat disintesis menjadi sukrosa dan diedarkan ke seluruh bagian tanaman melalui floem sehingga pertumbuhan terhambat.⁹²

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari penelitian, menunjukkan bahwa jumlah kandungan klorofil yang terdapat pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan pesisir pantai Lampuuk memiliki jumlah yang berbeda. Dengan adanya hasil dari penelitian ini, praktikan dapat mempelajari tentang kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal dengan pesisir pantai.

⁹² Y. H. Setyanti, dkk., "Karakteristik Fotosintetik dan Serapan Fosfor Hijauan Alfalfa (*Medicago sativa*) pada Tinggi Pemotongan dan Pemupukan Nitrogen yang Berbeda", *Jurnal Animal Agriculture*, Vol. 2, No. 1 (2013), h. 94.

Pengukuran kandungan klorofil dengan alat spektrofotometer merupakan salah satu materi praktikum Fisiologi Tumbuhan. Kegiatan praktikum dilakukan guna menambah pemahaman mahasiswa terhadap mata kuliah Fisiologi Tumbuhan dengan cara pengamatan dan percobaan. Daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal dengan pesisir pantai dapat digunakan sebagai bahan praktikum serta modul dalam praktikum Fisiologi Tumbuhan.

Hasil penelitian ini dijadikan sebagai modul praktikum Fisiologi Tumbuhan. Modul merupakan suatu paket program yang disusun dan didesain sedemikian rupa untuk kepentingan mahasiswa dalam proses pembelajaran sehingga menjadi terarah. Modul tersebut berisi informasi yang telah diolah sedemikian rupa sehingga dapat dimanfaatkan oleh dosen dan mahasiswa dalam proses pembelajaran. Pendekatan dalam pembelajaran modul menggunakan pengalaman mahasiswa.⁹³ Modul praktikum sangat berguna bagi mahasiswa yang mengambil mata kuliah Fisiologi Tumbuhan khususnya saat kegiatan praktikum. Modul ini juga dapat dimanfaatkan oleh mahasiswa yang akan melakukan penelitian tentang pengukuran kandungan klorofil. Hasil penelitian tersebut dapat dijadikan sebagai pengembangan praktikum Fisiologi Tumbuhan.

⁹³ Rudi Susilana dan Cepi Riyana, *Media Pembelajaran...*, h. 14.

BAB V PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

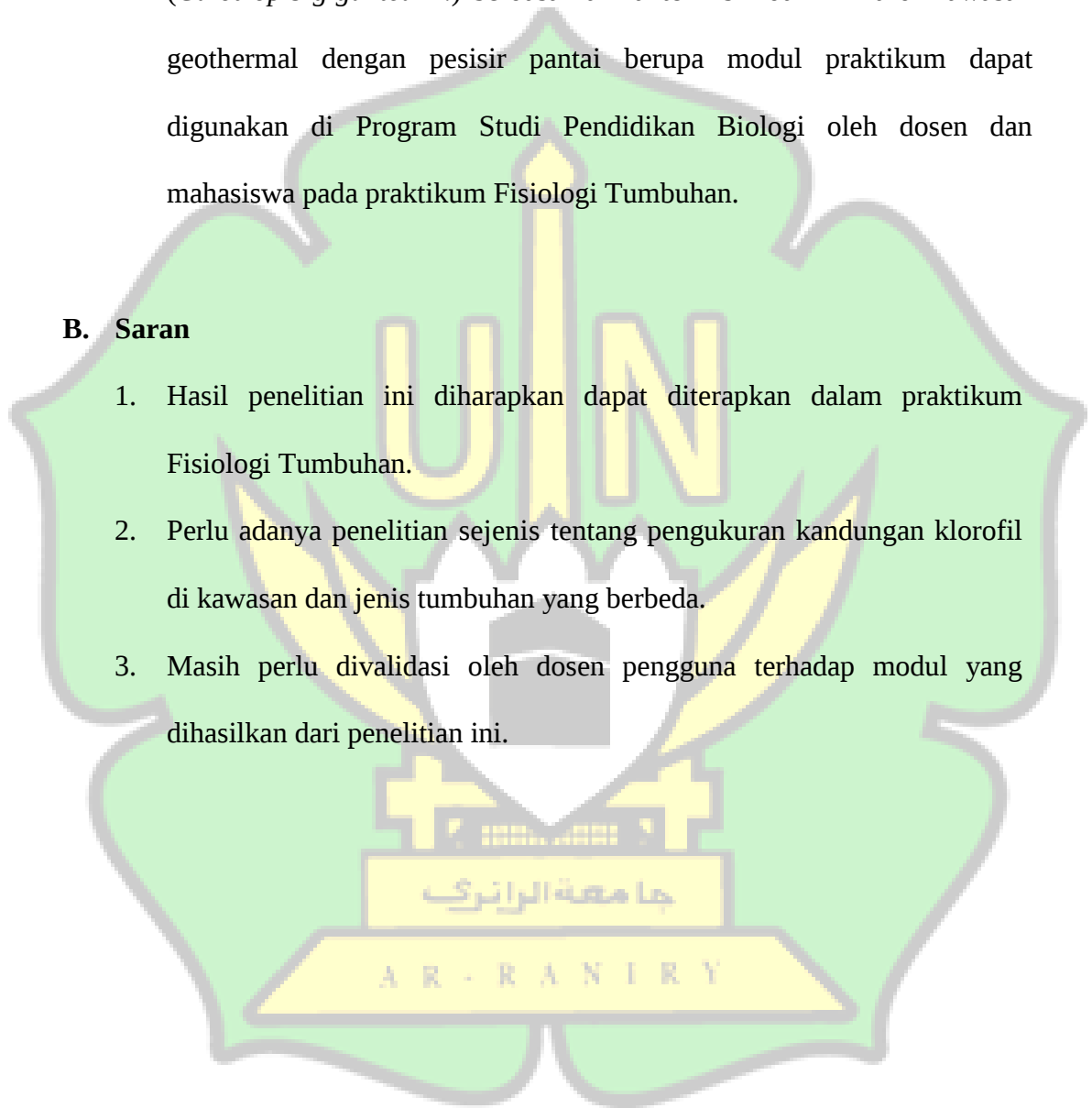
1. Jumlah rata-rata kandungan klorofil a pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 0,2 mg/l, sedangkan di pesisir pantai Lampuuk yaitu 0,038 mg/l. Jumlah rata-rata kandungan klorofil b pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 1,771 mg/l, sedangkan di pesisir pantai Lampuuk yaitu 0,034 mg/l. Jumlah rata-rata kandungan klorofil total pada daun tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam yaitu 1,675 mg/l, sedangkan di pesisir pantai Lampuuk yaitu 0,053 mg/l.
2. Terdapat perbedaan jumlah kandungan klorofil a, b, dan total pada daun tumbuhan biduri berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam dengan pesisir pantai Lampuuk. Hasil uji Analisis Varians (*One-Way ANOVA*) pada jumlah kandungan klorofil a diperoleh nilai $F_{hitung} (38,966) > F_{tabel} (3,09)$, jumlah kandungan klorofil b diperoleh nilai $F_{hitung} (223,813) > F_{tabel} (3,09)$, jumlah kandungan klorofil total diperoleh nilai $F_{hitung} (269,045) > F_{tabel} (3,09)$. Perbedaan ini disebabkan oleh faktor fisika diantaranya intensitas cahaya,

suhu udara, suhu tanah, kelembaban udara, kelembaban tanah dan faktor kimia yaitu pH tanah.

3. Bentuk hasil penelitian tentang kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal dengan pesisir pantai berupa modul praktikum dapat digunakan di Program Studi Pendidikan Biologi oleh dosen dan mahasiswa pada praktikum Fisiologi Tumbuhan.

B. Saran

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat diterapkan dalam praktikum Fisiologi Tumbuhan.
2. Perlu adanya penelitian sejenis tentang pengukuran kandungan klorofil di kawasan dan jenis tumbuhan yang berbeda.
3. Masih perlu divalidasi oleh dosen pengguna terhadap modul yang dihasilkan dari penelitian ini.



DAFTAR PUSTAKA

- Agus Suwarto. 2010. *Buah & Sayur Sakti Tangkal Penyakit*. Yogyakarta: Liberplus.
- Arrohmah. 2007. “Studi Karakteristik Klorofil pada Daun sebagai Material *Photodetector Organic*”. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Benyamin Lakitan. 2015. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Black, Betty L. *Bio 183 Laboratory Distance Education Section*, diakses pada tanggal 2 Agustus 2018 dari situs: http://projects.ncsu.edu/project/bio183de/-Lab/photosyn-thesis_lab/photosynthesis_lab/photosynthesis2.html.
- Bresnick, Stephen. 2003. *Intisari Biologi*. Jakarta: Hipokrates.
- Campbell, Neil A. dan Jane B. Reece. 2010. *Biologi Edisi 8 Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Citra Wulan Suci dan Suwasono Heddy. 2018. “Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Keragaan Tanaman Puring (*Codiaeum variegatum*)”. *Jurnal Produksi Tanaman*, Vol. 6, No. 1.
- Danny Sukardan, M., dkk. 2016. “Karakterisasi Serat dari Tanaman Biduri (*Calotropis gigantea*) dan Identifikasi Kemungkinan Pemanfaatannya sebagai Serat Tekstil”. *Jurnal Arena Tekstil*, Vol. 31, No. 2.
- Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. 2003. *Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi Kedua*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Dewa Putu Budi Arnata, dkk. 2012. “Identifikasi Sistem Panas Bumi di Desa Masaingi dengan Menggunakan Metode Geolistrik”. *Jurnal Natural Science*, Vol. 1, No. 1.
- Dicky Muslim, dkk. 2011. “Identifikasi Sistem Panas Bumi Berdasarkan *Fault and Fracture Density* (FFD): Studi Kasus Gunung Patuha, Jawa Barat”. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, Vol. 2, No.1.
- Dwidjoseputro. 1994. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Etty Triyati. 1985. “Spektrofotometer Ultra-Violet dan Sinar Tampak Serta Aplikasinya dalam Oseanologi”. *Jurnal Oseana*, Vol. 10, No. 1.
- Fatmalestari. 2010. *Bahaya Kimia: Sampling & Pengukuran Kontaminan Kimia di Udara*. Jakarta: EGC.

- Fried, George H. dan George J. Hademenos. 2006. *Biologi Edisi Kedua*. Jakarta: Erlangga.
- Gay, L.R. 1990. *Educational Evaluation and Measurement: Competencies for Analysis and Application*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Ika Susanti Hendriyani dan Nintya Setiari. 2009. "Kandungan Klorofil dan Pertumbuhan Kacang Panjang (*Vigna sinensis*) pada Tingkat Penyediaan Air yang Berbeda". *Jurnal Sains dan Mat*, Vol. 17, No. 3.
- Iqbal Fanari. 2014. "Interpretasi Struktur Bawah Permukaan Daerah Potensi Panas Bumi Berdasarkan Gaya Geomagnetik". *Skripsi*.
- Iqbal Suprianto dan M. Syahrul Ulum. 2016. "Potensi Daun Biduri (*Calotropis gigantea*) sebagai Bahan Aktif Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC) (Potential of Biduri leaf (*Calotropis gigantea*) as active ingredient of Dyesensitized solar cell (DSSC))". *Journal of Natural Science*, Vol. 5, No. 2.
- Karamina, H., dkk. 2017. "Kompleksitas Pengaruh Temperatur dan Kelembaban Tanah terhadap Nilai pH Tanah di Perkebunan Jambu Biji Varietas Kristal (*Psidium guajava*) Bumiaji, Kota Batu". *Jurnal Kultivasi*. Vol. 16, No. 3.
- Kimball, John W. 1983. *Biologi Edisi Kelima Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Kushartanti, dkk. 2007. *Pesona Bahasa: Langkah Awal Memahami Linguistik*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Lusia Sumenda, dkk. 2011. "Analisis Kandungan Klorofil Daun Mangga (*Mangifera indica* L.) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda". *Jurnal Bioslogos*, Vol. 1, No. 1.
- Luthfiana Azhar. 2015. "Survei Geofisika pada Kawasan Panas Bumi Ie Jue, Lamteuba Menggunakan Metode Geolistrik Wenner-Schlumberger". *Skripsi*.
- Lydia Kamagi, dkk. 2017. "Analisis Kandungan Klorofil pada Beberapa Posisi Anak Daun Aren (*Arenga pinnata*) dengan Spektrofotometer UV-Vis". *Jurnal MIPA Unsrat Online*, Vol. 6, No. 2.
- Masluhatin Nadziroh. 2014. "Uji Sitotoksitas Ekstrak Daun Widuri (*Calotropis gigantea* L.) terhadap Larva Udang *Artemia salina* Leach dan Identifikasi Golongan Senyawa Aktifnya". *Skripsi*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Miftahul Zakiyah, dkk. 2018. "Kandungan Klorofil Daun pada Empat Jenis Pohon di Arboretum Sylva Indonesia PC. Universitas Tanjungpura". *Jurnal Hutan Lestari*, Vol. 6, No. 1.

- Mikha Agus Widiyanto. 2013. *Statistika Terapan: Konsep dan Aplikasi SPSS dalam Penelitian Bidang Pendidikan, Psikologi & Ilmu Sosial Lainnya*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Mohamad Nurzaman, dkk. 2016. "Kadar Klorofil pada Beberapa Tumbuhan Obat di Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda Bandung". *Jurnal Seminar Nasional Pendidikan dan Saintek*.
- Muh. Aris Marfai. 2014. *Banjir Pesisir: Kajian Dinamika Pesisir Semarang*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Musfigon, HM. 2012. *Pengembangan Media dan Sumber Pembelajaran*. Jakarta: Prestasi Pustakarya.
- Muslich Hidayat. 2017. "Analisis Vegetasi dan Keanekaragaman Tumbuhan di Kawasan Manifestasi Geothermal Ie Suum Kecamatan Mesjid Raya Kabupaten Aceh Besar". *Jurnal Biotik*, Vol. 5, No. 2.
- Nadia Rahmi. 2017. "Kandungan Klorofil pada Beberapa Jenis Tanaman Sayuran sebagai Pengembangan Praktikum Fisiologi Tumbuhan". *Skripsi*. Banda Aceh: Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Nio Song Ai dan Yunia Banyo. 2011. "Konsentrasi Klorofil Daun sebagai Indikator Kekurangan Air pada Tanaman". *Jurnal Ilmiah Sains*, Vol. 11, No. 2.
- Nova Ardila Weni. 2017. "Jenis-Jenis Tumbuhan Paku di Kawasan Air Panas Sapan Maluluang Kabupaten Solok Selatan". *Skripsi*. Padang: STKIP PGRI Sumatera Barat.
- Nur Rohmat, dkk. 2014. "Pengaruh Perbedaan Suhu dan Lama Penyimpanan Rumput Laut *Sargassum polycystum* terhadap Stabilitas Ekstrak Kasar Pigmen Klorofil". *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, Vol. 3, No. 1.
- Pangkalan Ide. 2010. *Health Secret of Kiwifruit*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Quraish Shihab, M. 2002. *Tafsir Al-Mishbah*. Jakarta: Lentera Hati.
- Robbins, Wilfred W. dkk. 1960. *Botany an Introduction to Plant Science*. United States of America: John Wiley & Sons Inc.
- Rudi Susilana dan Cepi Riyana. 2008. *Media Pembelajaran*. Bandung: Wacana Prima.
- Ruly Budiono, dkk. 2016. "Kerapatan Stomata dan Kadar Klorofil Tumbuhan *Clausena excavata* Berdasarkan Perbedaan Intensitas Cahaya", *Jurnal Seminar Nasional Pendidikan dan Saintek*.

- Rusman, dkk. 2013. *Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Jakarta: RajaGrafindo Persada.
- Saifuddin. 2014. *Pengelolaan Pembelajaran Teoritis dan Praktis*. Yogyakarta: Deepublish.
- Salisbury FB dan CW Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 2*. Bandung: ITB Press.
- Semuel P. Ratag, dkk. 2017. “Kandungan Klorofil Dalugha (*Cyrtosperma merkusii* (Hassk.) Scott) pada Hutan Rawa Pasang Surut di Desa Laine, Pulau Sangihe”. *Jurnal Eugenia*. Vol. 23, No. 1.
- Setiari dan Nurchayati. 2009. “Eksplorasi Kandungan Klorofil pada Beberapa Sayuran Hijau sebagai Alternatif Bahan Dasar *Food Supplement*”. *Jurnal BIOMA*, Vol. 11, No. 1.
- Setyanti, Y. H., dkk. 2013. “Karakteristik Fotosintetik dan Serapan Fosfor Hijauan Alfalfa (*Medicago sativa*) pada Tinggi Pemotongan dan Pemupukan Nitrogen yang Berbeda”. *Jurnal Animal Agriculture*. Vol. 2, No. 1.
- Starr, Cecie, dkk. 2012. *Biologi: Kesatuan dan Keragaman Makhluk Hidup*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Sudaryo Broto dan Thomas Triadi Putranto. 2011. “Aplikasi Metode Geomagnet dalam Eksplorasi Panas Bumi”. *Jurnal TEKNIK*, Vol. 32, No. 1.
- Suharsimi Arikunto. 2010. *Prosedur Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sukiman Wirosaputro dan Tri Sumarlini. 2016. *Chlorella: Makanan Kesehatan Global Alami*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Surya Dharma. 2008. *Penulisan Modul*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Syamsul Arifin dan Adi Kusrianto. 2008. *Sukses Menulis Buku Ajar & Referensi*. Surabaya: Grasindo.
- Tim Penyusun Panduan Akademik. 2017. *Panduan Akademik Universitas Islam Negeri Ar-Raniry*. Banda Aceh.
- Van Steenis, C.G.G.J., dkk. 2008. *Flora*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Wahyu Setianingsih. 2011. “Potensi Lapangan Panas Bumi Gedongsongo sebagai Sumber Energi Alternatif dan Penunjang Perekonomian Daerah”. *Jurnal Geografi*, Vol. 8, No.1.
- Yulingga Nanda Hanief dan Wasis Himawanto. 2017. *Statistik Pendidikan*. Yogyakarta: Deepublish.

Lampiran 1: Surat Keputusan (SK) Penunjuk Pembimbing

SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY
 Nomor: B-9611/Uh.08/FTK/KP.07.6/10/2018

TENTANG:
PENGANGKATAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

Menimbang :

- bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi dan ujian munaqasyah mahasiswa pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh maka dipandang perlu menunjuk pembimbing skripsi tersebut yang dituangkan dalam Surat Keputusan Dekan;
- bahwa saudara yang tersebut namanya dalam surat keputusan ini dipandang cakap dan memenuhi syarat untuk diangkat sebagai Pembimbing Skripsi.

Mengingat :

- Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
- Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005, tentang Guru dan Dosen;
- Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Sistem Pendidikan Tinggi;
- Peraturan Pemerintah Nomor 74 Tahun 2012, tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah RI Nomor 23 Tahun 2005 tentang Pengelolaan Keuangan Badan Layanan Umum;
- Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014, tentang penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
- Peraturan Presiden Nomor 64 Tahun 2013, tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;
- Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
- Peraturan Menteri Agama RI Nomor 21 Tahun 2015, tentang Statuta UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
- Keputusan Menteri Agama RI Nomor 492 Tahun 2003, tentang Pendelegasian Wewenang, Pengangkatan, Pemindahan dan Pemberhentian PNS di Lingkungan Departemen Agama Republik Indonesia;
- Keputusan Menteri Keuangan Nomor 293/KMK.05/2011, tentang Penetapan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh pada Kementerian Agama sebagai Instansi Pemerintah yang Menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum;
- Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Nomor 01 Tahun 2015, tentang Pendelegasian Wewenang Kepada Dekan dan Direktur Pascasarjana di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Mempertimbangkan :

Keputusan Sidang/Seminar Proposal Skripsi Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry tanggal 19 September 2018

MEMUTUSKAN

Menetapkan

PERTAMA

Menunjuk Saudara:

- Dra. Nursalmi Mahdi, M. Ed.St. Sebagai Pembimbing Pertama
- Lina Rahmawati, S.Si., M.Si. Sebagai Pembimbing Kedua

Nama : Iqbal Ziharsya
 NIM : 140207109
 Program Studi : Pendidikan Biologi
 Judul Skripsi : Analisis Kandungan Klorofil Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) Berdasarkan Faktor Fisik dan Kimia di kawasan Geothermal dengan Pesisir Pantai Sebagai Pengembangan Praktikum Fisiologi Tumbuhan

KEDUA : Pembiayaan honorarium pembimbing pertama dan kedua tersebut diatas dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Tahun 2018;

KETIGA : Surat Keputusan ini berlaku sampai akhir Semester Ganjil Tahun Akademik 2019/2020;

KEEMPAT : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam surat keputusan ini.

Ditetapkan di : Banda Aceh
 Pada tanggal : 1 Oktober 2018
 An. Rektor
 Dekan,

 Muslim Razali

Tembusan

- Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
- Ketua Prodi Pendidikan Biologi;
- Pembimbing yang bersangkutan untuk dimaklumi dan dilaksanakan;
- Yang bersangkutan.

Lampiran 2: Surat Izin Pengumpulan Data



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
 Jl. Syaikh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
 Telp: (0651) 7551423 - Fax: (0651) 7553020 Situs : www.tarbiyah.ar-raniry.ac.id

Nomor : B-14276/Un.08/Tu-FTK/TL.00/12/2018

28 Desember 2018

Lamp : -

Hal : Mohon Izin Untuk Mengumpul Data
 Menyusun Skripsi

Kepada Yth.

Di -
 Tempat

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK) UIN Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh dengan ini memohon kiranya saudara memberi izin dan bantuan kepada:

N a m a : Iqbal Ziharsya
 N I M : 140 207 109
 Prodi / Jurusan : Pendidikan Biologi
 Semester : IX
 Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Darussalam.
 A l a m a t : Jl. Soekarno-Hatta Dsn. Kutaran No. 56 Lampeuneurut Kab. A. Besar

Untuk mengumpulkan data pada:

1. Suber Air Panas le Jue Desa Meurah Kec. Seulimeun A. Besar 2. Pesisir Pantai Lampuuk Desa Meunasah Mesjid Kec. Lhoknga A. Besar

Dalam rangka menyusun Skripsi sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry yang berjudul:

Analisis Kandungan Klorofil tumbuhan Biduri (Calotropis Gigantea L) Berdasarkan Faktor Fisik dan Kimia dikawasan Geothermal dengan Pesisir Pantai Sebagai Pengembangan Praktikum Fisiologi Tumbuhan

Demikianlah harapan kami atas bantuan dan keizinan serta kerja sama yang baik kami ucapkan terima kasih.

An. Dekan,
 Kepala Bagian Tata Usaha,

M. Said Farzah Ali

Kode 6264

Lampiran 3: Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian



**PEMERINTAH KABUPATEN ACEH BESAR
KECAMATAN SEULIMEUM
GAMPONG MEURAH**

Sekretariat : Jln. Meurah lamparah kode pos 23951

SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN

Nomor : **43**

Keuchik Gampong Meurah Kecamatan Seulimeum Kabupaten Aceh Besar dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Iqbal Ziharsya
Nim : 140207109
Prodi/Jurusan : Pendidikan Biologi
Semester : IX
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Darussalam
Alamat : Jl. Soekarno-Hatta, Dusun Kutaran No.59 Lampeuneurut
Ujong Blang Kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh Besar

Benar nama tersebut di atas telah melakukan penelitian di kawasan le jue Gampong Meurah Kecamatan Seulimeum Kabupaten Aceh Besar yang berjudul :

“Analisis Kandungan Klorofil Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) Berdasarkan Faktor Fisik dan Kimia di Kawasan Geothermal dengan Pesisir Pantai sebagai Pengembangan Praktikum Fisiologi Tumbuhan”

Demikianlah surat keterangan ini kami buat dengan penuh rasa tanggung jawab, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Meurah, 10 Januari 2019

Mengetahui,

Keuchik Gampong Meurah



Lampiran 3: Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian



**PEMERINTAH KABUPATEN ACEH BESAR
KECAMATAN LHOKNGA
GAMPONG MEUNASAH MESJID LAMPUUK**

Alamat : Jalan Mesjid Lama Gampong Meunasah Mesjid Lampuuk Kode Pos
23353

SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN

No : 051/V/2025.4/2019

Keuchik Gampong Meunasah Mesjid Lampuuk Kecamatan Lhoknga Kabupaten Aceh Besar
dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Iqbal Ziharsya
Nim : 140207109
Prodi/Jurusan : Pendidikan Biologi
Semester : X
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Darussalam
Alamat : Jl. Soekarno-Hatta, Dusun Kutaran No. 59 Lampeuneurut
Ujong Blang Kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh
Besar

Benar nama tersebut di atas telah melakukan penelitian di pesisir pantai Lampuuk Gampong
Meunasah Mesjid Lampuuk Kecamatan Lhoknga Kabupaten Aceh Besar yang berjudul :

**“Analisis Kandungan Klorofil Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) Berdasarkan
Faktor Fisik dan Kimia di Kawasan Geothermal dengan Pesisir Pantai sebagai
Pengembangan Praktikum Fisiologi Tumbuhan”**

Demikianlah surat keterangan ini kami buat dengan penuh rasa tanggung jawab, agar dapat
dipergunakan sebagaimana mestinya.

Meunasah Mesjid Lampuuk, 18 Mei 2019

Mengetahui,

Keuchik Gampong Meunasah Mesjid Lampuuk


M. Nur H S

**Lampiran 4: Surat Keterangan Telah Selesai Melakukan Penelitian di Unit
Laboratorium FTK Biologi UIN Ar-Raniry**



**LABORATORIUM PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH**

Alamat : Jl. Lingkar Kampus Darussalam, Komplek Gedung A Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
UIN Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh, Email : info@uinaraniry.ac.id



30 Januari 2019

Nomor : B-36/Un.08/KL.PBL/PP.00.9/01/2019
Sifat : Biasa
Lamp : -
Hal : Surat Keterangan Bebas Laboratorium

Laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas
Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh, dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : **Iqbal Ziharsya**
NIM : 140207109
Prodi : Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN
Ar-Raniry Banda Aceh
Alamat : Jln. Soekarno – Hatta, Dsn. Kutaran No.59 Lampeuneurut Ujong Blang –
Aceh Besar

Benar yang nama yang tersebut diatas telah selesai melakukan penelitian dengan judul ***"Analisis Kandungan Klorofil Tumbuhan Biduri (Calotropis gigantea L.) Berdasarkan Faktor Fisik dan Kimia di Kawasan Geothermal dengan Pesisir Pantai sebagai Pengembangan Praktikum Fisiologi Tumbuhan"*** dalam rangka menyelesaikan tugas akhir skripsi pada Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry, dan telah menyelesaikan segala urusan administrasi yang berhubungan dengan laboratorium Pendidikan Biologi.
Demikianlah surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya, agar dapat digunakan seperlunya.

A.n. Kepala Laboratorium FTK
Pengelola Lab. PBL,
Mulyadi



Lampiran 5: Jumlah Kandungan Klorofil Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam

Tumbuhan	$\lambda=663 \text{ nm}$						$\lambda=645 \text{ nm}$					
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
Tumbuhan Biduri 1	0,057	0,055	0,058	0,048	0,060	0,051	0,098	0,096	0,097	0,095	0,099	0,093
Tumbuhan Biduri 2	0,046	0,044	0,048	0,045	0,049	0,037	0,062	0,068	0,080	0,075	0,090	0,050

Keterangan:

λ = Panjang gelombang

nm = Nanometer

I = Ulangan pertama

II = Ulangan kedua

III = Ulangan ketiga

IV = Ulangan keempat

V = Ulangan kelima

VI = Ulangan keenam

Lampiran 5: Jumlah Kandungan Klorofil Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di Kawasan Pesisir Pantai Lampuuk

Tumbuhan	$\lambda=663 \text{ nm}$						$\lambda=645 \text{ nm}$					
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
Tumbuhan Biduri 1	0,004	0,002	0,007	0,007	0,003	0,005	0,002	0,004	0,003	0,003	0,001	0,003
Tumbuhan Biduri 2	0,005	0,002	0,002	0,003	0,005	0,004	0,002	0,003	0,001	0,002	0,004	0,008

Keterangan:

λ = Panjang gelombang

nm = Nanometer

I = Ulangan pertama

II = Ulangan kedua

III = Ulangan ketiga

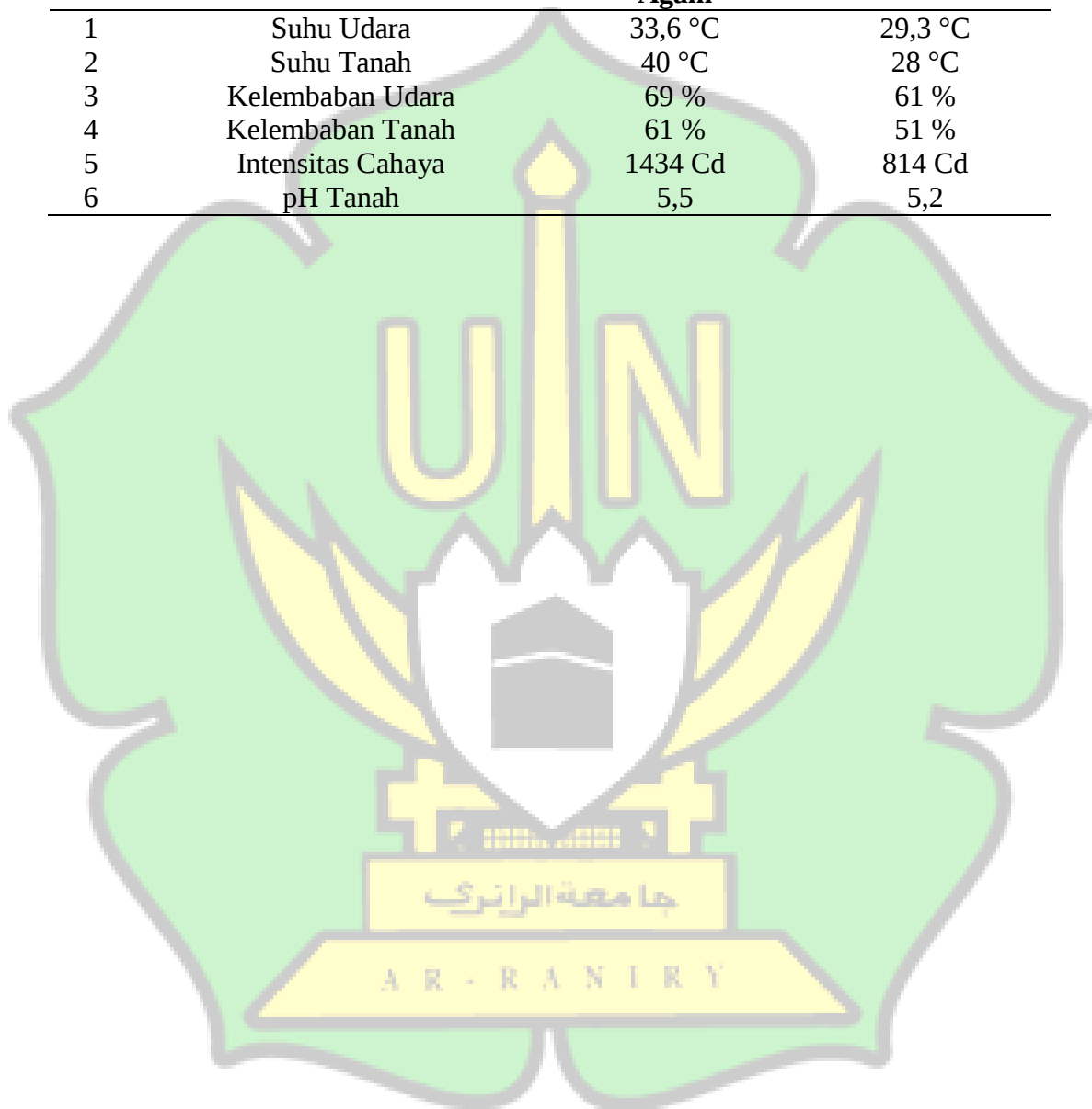
IV = Ulangan keempat

V = Ulangan kelima

VI = Ulangan keenam

**Lampiran 6: Faktor Fisik dan Kimia di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah
Agam dengan Pesisir Pantai Lampuuk**

No.	Faktor Fisik dan Kimia	Kawasan	
		Geothermal Ie Jue Seulawah Agam	Pesisir Pantai Lampuuk
1	Suhu Udara	33,6 °C	29,3 °C
2	Suhu Tanah	40 °C	28 °C
3	Kelembaban Udara	69 %	61 %
4	Kelembaban Tanah	61 %	51 %
5	Intensitas Cahaya	1434 Cd	814 Cd
6	pH Tanah	5,5	5,2



Lampiran 7: Hasil Pengujian Kandungan Klorofil dengan Menggunakan Rumus Klorofil

I. Nilai Kandungan Klorofil Tumbuhan Biduri di Kawasan Geothermal Ie Jue Seulawah Agam	$= (25,8 \times 0,097) - (7,7 \times 0,058)$ $= 2,5026 - 0,4466$ $= 2,056 \text{ mg/l}$
B1 → 1. Klorofil a $= (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645})$ $= (13,7 \times 0,057) - (5,76 \times 0,098)$ $= 0,7809 - 0,56448$ $= 0,21642 \text{ mg/l}$	Klorofil total $= (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663})$ $= (20,0 \times 0,097) + (0,1 \times 0,058)$ $= 1,94 + 0,0058$ $= 1,9458 \text{ mg/l}$
Klorofil b $= (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663})$ $= (25,8 \times 0,098) - (7,7 \times 0,057)$ $= 2,5284 - 0,4389$ $= 2,0895 \text{ mg/l}$	B1 → 4. Klorofil a $= (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645})$ $= (13,7 \times 0,048) - (5,76 \times 0,095)$ $= 0,6576 - 0,5472$ $= 0,1104 \text{ mg/l}$
Klorofil total $= (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663})$ $= (20,0 \times 0,098) + (0,1 \times 0,057)$ $= 1,96 + 0,0057$ $= 1,9657 \text{ mg/l}$	Klorofil b $= (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663})$ $= (25,8 \times 0,095) - (7,7 \times 0,048)$ $= 2,451 - 0,3696$ $= 2,0814 \text{ mg/l}$
B1 → 2. Klorofil a $= (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645})$ $= (13,7 \times 0,055) - (5,76 \times 0,096)$ $= 0,7535 - 0,55296$ $= 0,20054 \text{ mg/l}$	Klorofil total $= (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663})$ $= (20,0 \times 0,095) + (0,1 \times 0,048)$ $= 1,9 + 0,0048$ $= 1,9048 \text{ mg/l}$
Klorofil b $= (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663})$ $= (25,8 \times 0,096) - (7,7 \times 0,055)$ $= 2,4768 - 0,4235$ $= 2,0533 \text{ mg/l}$	B1 → 5. Klorofil a $= (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645})$ $= (13,7 \times 0,060) - (5,76 \times 0,099)$ $= 0,822 - 0,57024$ $= 0,25176 \text{ mg/l}$
Klorofil total $= (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663})$ $= (20,0 \times 0,096) + (0,1 \times 0,055)$ $= 1,92 + 0,0055$ $= 1,9255 \text{ mg/l}$	Klorofil b $= (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663})$ $= (25,8 \times 0,099) - (7,7 \times 0,060)$ $= 2,5542 - 0,462$ $= 2,0922 \text{ mg/l}$
B1 → 3. Klorofil a $= (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645})$ $= (13,7 \times 0,058) - (5,76 \times 0,097)$ $= 0,7946 - 0,55872$ $= 0,23588 \text{ mg/l}$	Klorofil total $= (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663})$ $= (20,0 \times 0,099) + (0,1 \times 0,060)$ $= 1,98 + 0,006$ $= 1,986 \text{ mg/l}$
Klorofil b $= (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663})$	

$$\mathbf{B1} \rightarrow 6. \text{ Klorofil a} = (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645})$$

$$= 1,36 + 0,0044$$

$$= (13,7 \times 0,051) - (5,76 \times 0,093)$$

$$= 1,3644 \text{ mg/l}$$

$$= 0,6987 - 0,53568$$

$$= 0,16302 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663})$$

$$= (25,8 \times 0,093) - (7,7 \times 0,051)$$

$$= 2,3994 - 0,3927$$

$$= 2,0067 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil total} = (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663})$$

$$= (20,0 \times 0,093) + (0,1 \times 0,051)$$

$$= 1,86 + 0,0051$$

$$= 1,8651 \text{ mg/l}$$

$$\mathbf{B2} \rightarrow 1. \text{ Klorofil a} = (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645})$$

$$= (13,7 \times 0,046) - (5,76 \times 0,062)$$

$$= 0,6302 - 0,35712$$

$$= 0,27308 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663})$$

$$= (25,8 \times 0,062) - (7,7 \times 0,046)$$

$$= 1,5996 - 0,3542$$

$$= 1,2454 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil total} = (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663})$$

$$= (20,0 \times 0,062) + (0,1 \times 0,046)$$

$$= 1,24 + 0,0046$$

$$= 1,2446 \text{ mg/l}$$

$$\mathbf{B2} \rightarrow 2. \text{ Klorofil a} = (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645})$$

$$= (13,7 \times 0,044) - (5,76 \times 0,068)$$

$$= 0,6028 - 0,39168$$

$$= 0,21112 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663})$$

$$= (25,8 \times 0,068) - (7,7 \times 0,044)$$

$$= 1,7544 - 0,3388$$

$$= 1,4156 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil total} = (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663})$$

$$= (20,0 \times 0,068) + (0,1 \times 0,044)$$

$$\mathbf{B2} \rightarrow 3. \text{ Klorofil a} = (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645})$$

$$= (13,7 \times 0,048) - (5,76 \times 0,080)$$

$$= 0,6576 - 0,4608$$

$$= 0,1968 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663})$$

$$= (25,8 \times 0,080) - (7,7 \times 0,048)$$

$$= 2,064 - 0,3696$$

$$= 1,6944 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil total} = (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663})$$

$$= (20,0 \times 0,080) + (0,1 \times 0,048)$$

$$= 1,6 + 0,0048$$

$$= 1,6048 \text{ mg/l}$$

$$\mathbf{B2} \rightarrow 4. \text{ Klorofil a} = (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645})$$

$$= (13,7 \times 0,045) - (5,76 \times 0,075)$$

$$= 0,6165 - 0,432$$

$$= 0,1845 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663})$$

$$= (25,8 \times 0,075) - (7,7 \times 0,045)$$

$$= 1,935 - 0,3465$$

$$= 1,5885 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil total} = (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663})$$

$$= (20,0 \times 0,075) + (0,1 \times 0,045)$$

$$= 1,5 + 0,0045$$

$$= 1,5045 \text{ mg/l}$$

$$\mathbf{B2} \rightarrow 5. \text{ Klorofil a} = (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645})$$

$$= (13,7 \times 0,049) - (5,76 \times 0,090)$$

$$= 0,6713 - 0,5184$$

$$= 0,1529 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663})$$

$$= (25,8 \times 0,090) - (7,7 \times 0,049)$$

$$= 2,322 - 0,3773$$

$$= 1,9447 \text{ mg/l}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil total} &= (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663}) \\
 &= (20,0 \times 0,090) + (0,1 \times 0,049) \\
 &= 1,8 + 0,0049 \\
 &= 1,8049 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil b} &= (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663}) \\
 &= (25,8 \times 0,004) - (7,7 \times 0,002) \\
 &= 0,1032 - 0,0154 \\
 &= 0,0878 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{B2} \rightarrow 6. \text{ Klorofil a} &= (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645}) \\
 &= (13,7 \times 0,037) - (5,76 \times 0,050) \\
 &= 0,5069 - 0,288 \\
 &= 0,2189 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil total} &= (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663}) \\
 &= (20,0 \times 0,004) + (0,1 \times 0,002) \\
 &= 0,08 + 0,0002 \\
 &= 0,0802 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil b} &= (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663}) \\
 &= (25,8 \times 0,050) - (7,7 \times 0,037) \\
 &= 1,29 - 0,2849 \\
 &= 1,0051 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{B1} \rightarrow 3. \text{ Klorofil a} &= (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645}) \\
 &= (13,7 \times 0,007) - (5,76 \times 0,003) \\
 &= 0,0959 - 0,01728 \\
 &= 0,07862 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil total} &= (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663}) \\
 &= (20,0 \times 0,050) + (0,1 \times 0,037) \\
 &= 1 + 0,0037 \\
 &= 1,0037 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil b} &= (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663}) \\
 &= (25,8 \times 0,003) - (7,7 \times 0,007) \\
 &= 0,0774 - 0,0539 \\
 &= 0,0235 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

II. Nilai Kandungan Klorofil Tumbuhan Biduri di Kawasan Pesisir Pantai Lampuuk

$$\begin{aligned}
 \text{B1} \rightarrow 1. \text{ Klorofil a} &= (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645}) \\
 &= (13,7 \times 0,004) - (5,76 \times 0,002) \\
 &= 0,0548 - 0,01152 \\
 &= 0,04328 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil b} &= (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663}) \\
 &= (25,8 \times 0,002) - (7,7 \times 0,004) \\
 &= 0,0516 - 0,0308 \\
 &= 0,0208 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil total} &= (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663}) \\
 &= (20,0 \times 0,002) + (0,1 \times 0,004) \\
 &= 0,04 + 0,0004 \\
 &= 0,0404 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{B1} \rightarrow 2. \text{ Klorofil a} &= (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645}) \\
 &= (13,7 \times 0,002) - (5,76 \times 0,004) \\
 &= 0,0274 - 0,02304 \\
 &= 0,00436 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

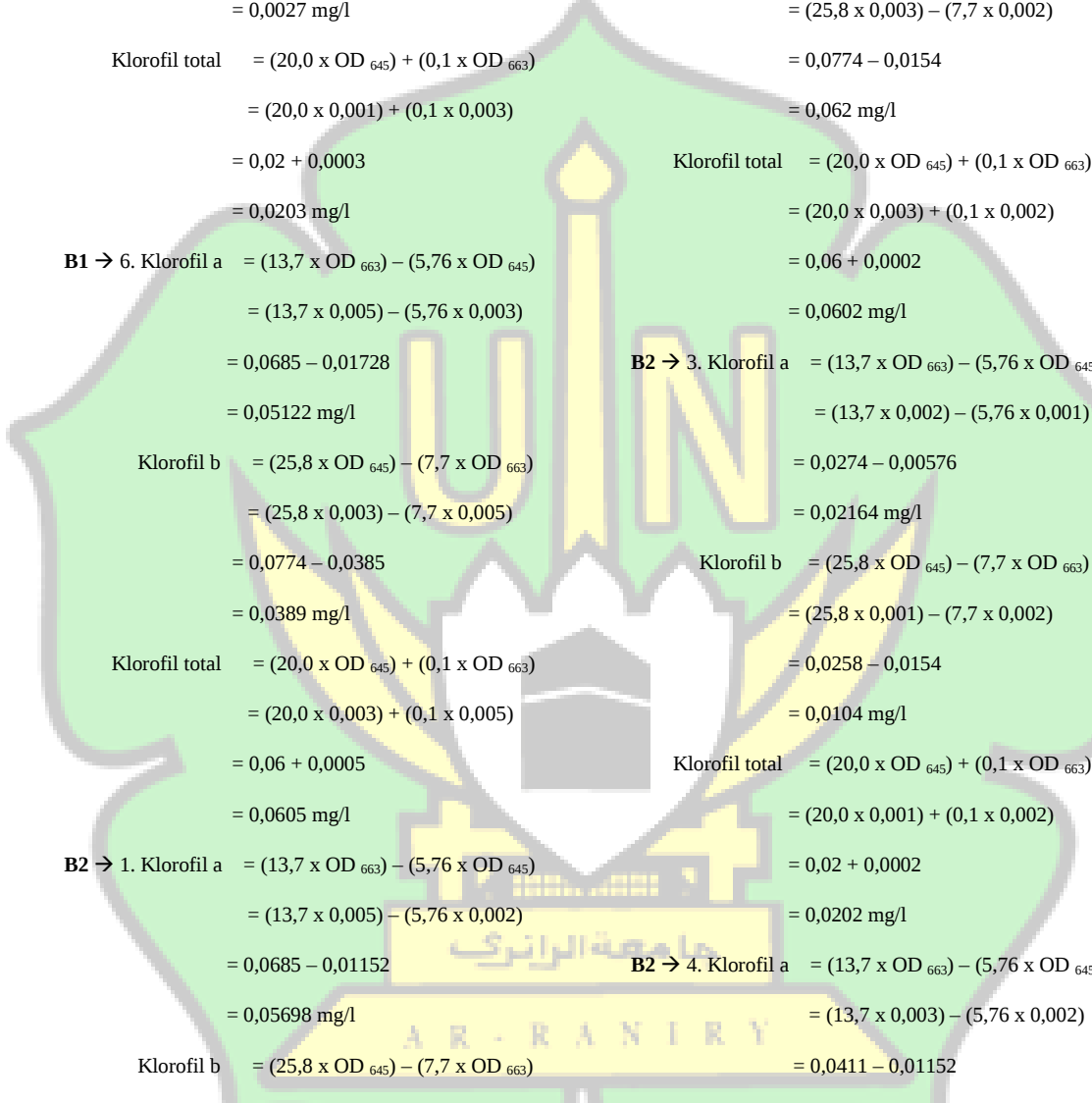
$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil total} &= (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663}) \\
 &= (20,0 \times 0,003) + (0,1 \times 0,007) \\
 &= 0,06 + 0,0007 \\
 &= 0,0607 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{B1} \rightarrow 4. \text{ Klorofil a} &= (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645}) \\
 &= (13,7 \times 0,007) - (5,76 \times 0,003) \\
 &= 0,0959 - 0,01728 \\
 &= 0,07862 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil b} &= (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663}) \\
 &= (25,8 \times 0,003) - (7,7 \times 0,007) \\
 &= 0,0774 - 0,0539 \\
 &= 0,0235 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klorofil total} &= (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663}) \\
 &= (20,0 \times 0,003) + (0,1 \times 0,007) \\
 &= 0,06 + 0,0007 \\
 &= 0,0607 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{B1} \rightarrow 5. \text{ Klorofil a} &= (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645}) \\
 &= (13,7 \times 0,003) - (5,76 \times 0,001)
 \end{aligned}$$



$$= 0,0411 - 0,00576$$

$$= 0,03534 \text{ mg/l}$$

Klorofil b $= (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663})$
 $= (25,8 \times 0,001) - (7,7 \times 0,003)$
 $= 0,0258 - 0,0231$
 $= 0,0027 \text{ mg/l}$

Klorofil total $= (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663})$
 $= (20,0 \times 0,001) + (0,1 \times 0,003)$
 $= 0,02 + 0,0003$
 $= 0,0203 \text{ mg/l}$

B1 → 6. Klorofil a $= (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645})$
 $= (13,7 \times 0,005) - (5,76 \times 0,003)$
 $= 0,0685 - 0,01728$
 $= 0,05122 \text{ mg/l}$

Klorofil b $= (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663})$
 $= (25,8 \times 0,003) - (7,7 \times 0,005)$
 $= 0,0774 - 0,0385$
 $= 0,0389 \text{ mg/l}$

Klorofil total $= (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663})$
 $= (20,0 \times 0,003) + (0,1 \times 0,005)$
 $= 0,06 + 0,0005$
 $= 0,0605 \text{ mg/l}$

B2 → 1. Klorofil a $= (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645})$
 $= (13,7 \times 0,005) - (5,76 \times 0,002)$
 $= 0,0685 - 0,01152$
 $= 0,05698 \text{ mg/l}$

Klorofil b $= (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663})$
 $= (25,8 \times 0,002) - (7,7 \times 0,005)$
 $= 0,0516 - 0,0385$
 $= 0,0131 \text{ mg/l}$

Klorofil total $= (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663})$
 $= (20,0 \times 0,002) + (0,1 \times 0,005)$
 $= 0,04 + 0,0005$
 $= 0,0405 \text{ mg/l}$

B2 → 2. Klorofil a $= (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645})$
 $= (13,7 \times 0,002) - (5,76 \times 0,003)$
 $= 0,0274 - 0,01728$
 $= 0,01012 \text{ mg/l}$

Klorofil b $= (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663})$
 $= (25,8 \times 0,003) - (7,7 \times 0,002)$
 $= 0,0774 - 0,0154$
 $= 0,062 \text{ mg/l}$

Klorofil total $= (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663})$
 $= (20,0 \times 0,003) + (0,1 \times 0,002)$
 $= 0,06 + 0,0002$
 $= 0,0602 \text{ mg/l}$

B2 → 3. Klorofil a $= (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645})$
 $= (13,7 \times 0,002) - (5,76 \times 0,001)$
 $= 0,0274 - 0,00576$
 $= 0,02164 \text{ mg/l}$

Klorofil b $= (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663})$
 $= (25,8 \times 0,001) - (7,7 \times 0,002)$
 $= 0,0258 - 0,0154$
 $= 0,0104 \text{ mg/l}$

Klorofil total $= (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663})$
 $= (20,0 \times 0,001) + (0,1 \times 0,002)$
 $= 0,02 + 0,0002$
 $= 0,0202 \text{ mg/l}$

B2 → 4. Klorofil a $= (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645})$
 $= (13,7 \times 0,003) - (5,76 \times 0,002)$
 $= 0,0411 - 0,01152$
 $= 0,02958 \text{ mg/l}$

Klorofil b $= (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663})$
 $= (25,8 \times 0,002) - (7,7 \times 0,003)$
 $= 0,0516 - 0,0231$
 $= 0,0285 \text{ mg/l}$

Klorofil total $= (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663})$
 $= (20,0 \times 0,002) + (0,1 \times 0,003)$

$$= 0,04 + 0,0003$$

$$= 0,0403 \text{ mg/l}$$

$$\mathbf{B2} \rightarrow 5. \text{ Klorofil a} = (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645})$$

$$= (13,7 \times 0,005) - (5,76 \times 0,004)$$

$$= 0,0685 - 0,02304$$

$$= 0,04546 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663})$$

$$= (25,8 \times 0,004) - (7,7 \times 0,005)$$

$$= 0,1032 - 0,0385$$

$$= 0,0647 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil total} = (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663})$$

$$= (20,0 \times 0,004) + (0,1 \times 0,005)$$

$$= 0,08 + 0,0005$$

$$= 0,0805 \text{ mg/l}$$

$$\mathbf{B2} \rightarrow 6. \text{ Klorofil a} = (13,7 \times \text{OD}_{663}) - (5,76 \times \text{OD}_{645})$$

$$= (13,7 \times 0,004) - (5,76 \times 0,008)$$

$$= 0,0548 - 0,04608$$

$$= 0,00872 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times \text{OD}_{645}) - (7,7 \times \text{OD}_{663})$$

$$= (25,8 \times 0,004) - (7,7 \times 0,008)$$

$$= 0,1032 - 0,0616$$

$$= 0,0416 \text{ mg/l}$$

$$\text{Klorofil total} = (20,0 \times \text{OD}_{645}) + (0,1 \times \text{OD}_{663})$$

$$= (20,0 \times 0,004) + (0,1 \times 0,008)$$

$$= 0,08 + 0,0008$$

$$= 0,0808 \text{ mg/l}$$



Lampiran 8: Hasil Uji SPSS Menggunakan Analisis Varians (*One-Way ANOVA*) Kandungan Klorofil a pada Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di Kawasan Geothermal dengan Pesisir Pantai

Descriptives								
ClorofilA								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Geothermal1	6	.19583	.051859	.021171	.14141	.25026	.110	.251
Geothermal2	6	.20567	.040391	.016490	.16328	.24805	.152	.273
Pesisir1	6	.04817	.028067	.011458	.01871	.07762	.004	.078
Pesisir2	6	.02817	.019219	.007846	.00800	.04834	.008	.056
Total	24	.11946	.090285	.018429	.08133	.15758	.004	.273
Test of Homogeneity of Variances								
ClorofilA								
Levene Statistic	df1	df2	Sig.					
1.449	3	20	.258					

ANOVA					
ClorofilA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.160	3	.053	38.966	.000
Within Groups	.027	20	.001		
Total	.187	23			

Lampiran 8: Hasil Uji SPSS Menggunakan Analisis Varians (*One-Way ANOVA*) Kandungan Klorofil b pada Tumbuhan Biduri

(*Calotropis gigantea* L.) di Kawasan Geothermal dengan Pesisir Pantai

Descriptives								
ClorofilB								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Geothermal 1	6	2.06283	.032369	.013215	2.02886	2.09680	2.006	2.092
Geothermal 2	6	1.48183	.334009	.136359	1.113131	1.83235	1.005	1.944
Pesisir1	6	.03217	.029212	.011926	.00151	.06282	.002	.087
Pesisir2	6	.03633	.023466	.009580	.01171	.06096	.010	.064
Total	24	.90329	.925682	.188954	.51241	1.29417	.002	2.092
Test of Homogeneity of Variances								
ClorofilB								
Levene Statistic	df1	df2	Sig.					
10.996	3	20	.000					

ANOVA					
ClorofilB					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	19.138	3	6.379	223.813	.000
Within Groups	.570	20	.029		

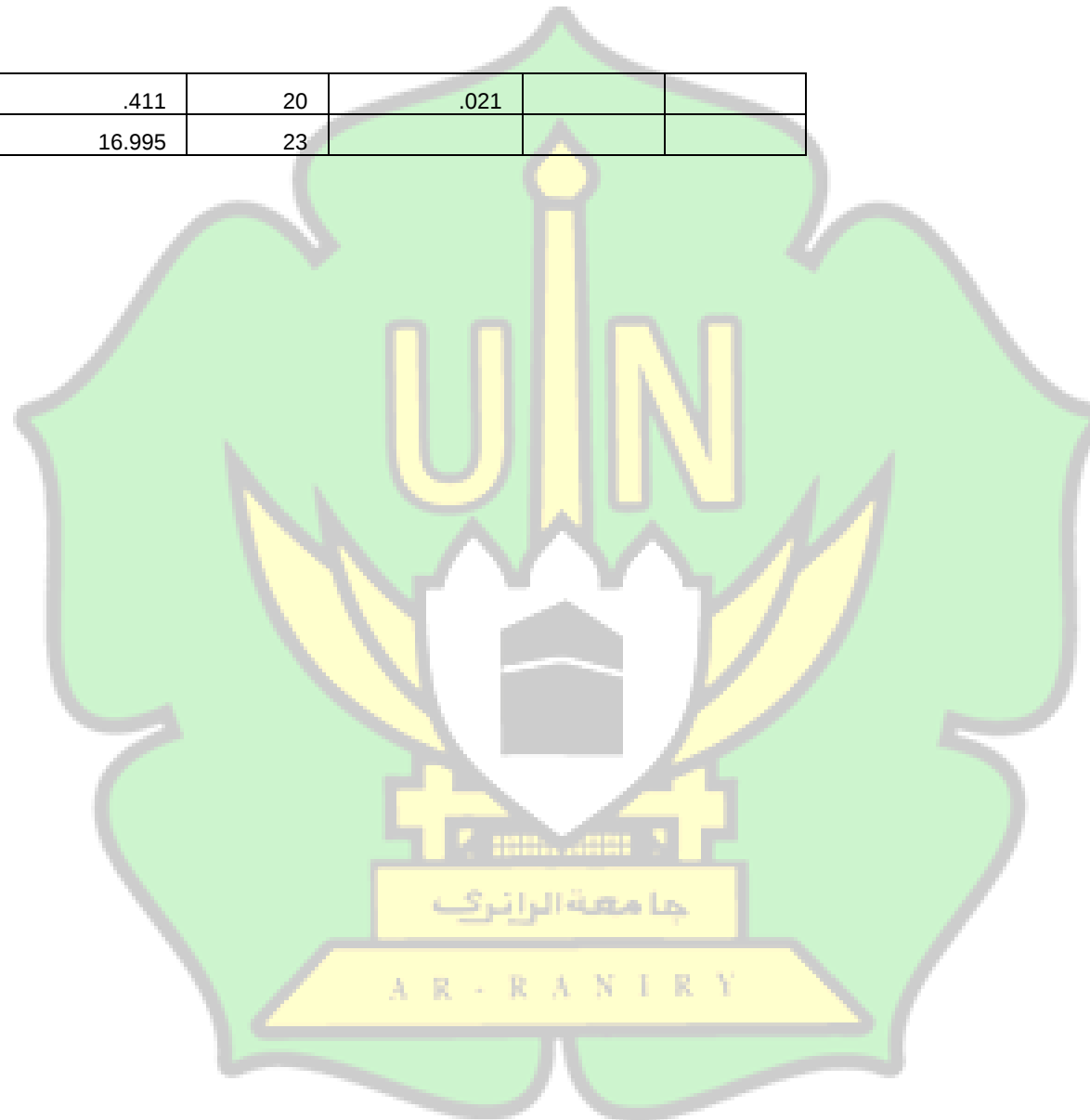
Total	19.708	23			
-------	--------	----	--	--	--

Lampiran 8: Hasil Uji SPSS Menggunakan Analisis Varians (*One-Way ANOVA*) Kandungan Klorofil Total pada Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) di Kawasan Geothermal dengan Pesisir Pantai

Descriptives								
ClorofilTotal								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Geothermal1	6	1.9317	.04358	.01779	1.8859	1.9774	1.87	1.99
Geothermal2	6	1.4205	.28156	.11494	1.1250	1.7160	1.00	1.80
Pesisir1	6	.0533	.02066	.00843	.0317	.0750	.02	.08
Pesisir2	6	.0533	.02422	.00989	.0279	.0788	.02	.08
Total	24	.8647	.85959	.17546	.5017	1.2277	.02	1.99
Test of Homogeneity of Variances								
ClorofilTotal								
Levene Statistic	df1	df2	Sig.					
9.591	3	20	.000					

ANOVA					
ClorofilTotal					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	16.584	3	5.528	269.045	.000

Within Groups	.411	20	.021		
Total	16.995	23			



Lampiran 9

Modul Fisiologi Tumbuhan

**KANDUNGAN KLOROFIL TUMBUHAN BIDURI
(*Calotropis gigantea* L.) BERDASARKAN
FAKTOR FISIK DAN KIMIA DI KAWASAN
GEOTHERMAL DAN PESISIR PANTAI**



Iqbal Ziharsya

Dra. Nursalmi Mahdi, M.Ed.St

Lina Rahmawati, M.Si

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH**

PRAKTIKUM

I. Pokok Bahasan : Analisis Kandungan Klorofil Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) Berdasarkan Faktor Fisik dan Kimia di Kawasan Geothermal dengan Pesisir Pantai

II. Indikator :

Setelah menyelesaikan modul ini mahasiswa diharapkan:

1. Dapat mencari jumlah rata-rata kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal dan pesisir pantai.
2. Dapat mengetahui perbedaan jumlah kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal dengan pesisir pantai.

III. Dasar Teori :

Klorofil merupakan zat hijau daun yang berperan dalam proses fotosintesis tumbuhan.¹ Pigmen tanaman berwarna hijau tersebut terdapat pada kloroplas sel tanaman. Kloroplas adalah bagian tumbuhan yang mengandung klorofil dimana energi elektromagnetik (cahaya) diubah menjadi energi kimia melalui proses yang dinamakan fotosintesis. Molekul klorofil berperan penting untuk terjadinya reaksi ini.²

¹ Agus Suwanto, *9 Buah & Sayur Sakti Tangkal Penyakit*, (Yogyakarta: Liberplus, 2010), h. 96.

² Pangkalan Ide, *Health Secret of Kiwifruit*, (Jakarta: Elex Media Komputindo, 2010), h. 54.

Berkenaan dengan itu, Allah SWT telah menjelaskan dalam Q.S. Yasin ayat 80:

الَّذِي جَعَلَ لَكُم مِّنَ الشَّجَرِ الْأَخْضَرِ نَارًا فَإِذَا أَنتُم مِّنْهُ تُوقِدُونَ ﴿٨٠﴾

Artinya: “yaitu (Allah) yang menjadikan api untukmu dari kayu yang hijau, maka seketika itu kamu nyalakan (api) dari kayu itu”. (Q.S. Yasin (36): 80)

Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) adalah tumbuhan semak tegak dengan tinggi 0,5-3 m dan berakar tunggang. Daun tunggal, berbentuk bulat telur atau bulat panjang, bertangkai pendek, tumbuh berhadapan (*folia opposita*), tepi rata, pertulangan menyirip (*pinnate*), warna daun hijau pucat, ujung daun tumpul, permukaan atas daun berambut putih lebat (lambat laun menghilang) sedangkan permukaan bawahnya tetap berambut putih lebat. Tumbuhan ini merupakan tanaman liar yang perkembangbiakannya sangat cepat. Tanaman ini tersebar di seluruh Asia Tenggara, biasanya tumbuh di tanah yang kurang subur, padang rumput kering dari lereng-lereng gunung yang rendah, serta di pantai. Tanaman ini cukup adaptif di lingkungan yang ekstrim, kering dan panas³

Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti faktor fisik dan kimia. Kawasan yang memiliki faktor fisik dan kimia sangat kontras berbeda yakni kawasan geothermal dan pesisir pantai. Kawasan geothermal adalah kawasan yang memiliki sumber energi panas yang terdapat dan terbentuk di dalam

³ C.G.G.J. van Steenis, dkk., *Flora*, (Jakarta: Pradnya Paramita, 2008), h. 323-324.

kerak bumi.⁴ Sedangkan kawasan pesisir pantai adalah kawasan yang secara geografis membentuk antarmuka antara daratan dan lautan.⁵

IV. Tujuan Praktikum :

Adapun tujuan praktikum adalah:

1. Dapat mengetahui jumlah rata-rata kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal dan pesisir pantai.
2. Dapat mengetahui perbedaan jumlah kandungan klorofil tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) berdasarkan faktor fisik dan kimia di kawasan geothermal dengan pesisir pantai.

V. Alat dan Bahan Pratikum :

Tabel 1. Alat yang Digunakan dalam Penelitian Analisis Kandungan Klorofil Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) Berdasarkan Faktor Fisik dan Kimia di Kawasan Geothermal dengan Pesisir Pantai

No	Nama Alat	Fungsi
1	Spektrofotometer	Untuk mengukur kandungan klorofil
2	Kuvet	Untuk memasukkan larutan sampel ke dalam berkas cahaya spektrofotometer
3	Gelas ukur	Untuk menampung aquadest dan alkohol
4	Gelas beaker	Untuk menampung ekstrak klorofil yang sudah disaring
5	Alat tulis	Untuk mencatat hasil pengamatan
6	Mortar	Untuk penggerus sampel
7	Corong gelas	Untuk memudahkan saat memasukkan larutan

⁴ Sudaryo Broto dan Thomas Triadi Putranto, "Aplikasi Metode Geomagnet dalam Eksplorasi Panas Bumi", *Jurnal TEKNIK*, Vol. 32, No. 1 (2011), h. 80.

⁵ Muh. Aris Marfai, *Banjir Pesisir: Kajian Dinamika Pesisir Semarang*, (Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2014), h. 2.

8	Erlenmeyer 100 ml	Untuk menyimpan ekstrak klorofil sebelum diuji
9	Timbangan digital	Untuk menimbang sampel yang akan digunakan dengan tingkat ketelitian tinggi
10	Termometer tanah	Untuk mengukur suhu tanah
11	Higrometer	Untuk mengukur suhu udara dan kelembaban udara
12	Soil Tester	Untuk mengukur kelembaban tanah dan pH tanah
13	Luxmeter	Untuk mengukur intensitas cahaya

Tabel 2. Bahan yang Digunakan dalam Penelitian Analisis Kandungan Klorofil Tumbuhan Biduri (*Calotropis gigantea* L.) Berdasarkan Faktor Fisik dan Kimia di Kawasan Geothermal dengan Pesisir Pantai

No	Nama Bahan	Fungsi
1	Tumbuhan Biduri (<i>Calotropis gigantea</i> L.)	Sebagai sampel yang diukur kandungan klorofilnya
2	Alkohol 70%	Sebagai zat pelarut
3	Aquadest	Untuk mempermudah sampel saat digerus
4	Aluminium foil	Untuk menutup sampel ekstrak klorofil
5	Plastik sampel	Untuk tempat menyimpan sampel
6	Kertas saring	Untuk menyaring sampel
7	Kertas label	Untuk penanda sampel
8	Tisu	Untuk membersihkan daun

VI. Prosedur Kerja :

Adapun prosedur kerja yang dilakukan adalah:

1. Diambil daun Biduri yang tidak terkena sinar matahari kemudian daun dipetik dan dimasukkan ke dalam plastik sampel.
2. Diukur faktor fisik dan kimia mencakup: Intensitas cahaya, suhu udara, suhu tanah, kelembaban udara, kelembaban tanah, dan pH tanah.
3. Diambil daun yang telah dikeluarkan dari plastik sampel kemudian daun dibersihkan dengan tisu.
4. Ditimbang masing-masing sampel dengan berat 1 gram.

5. Dipotong kecil-kecil daun tersebut.
6. Diekstrak sampel dengan Alkohol 70% sebanyak 100 ml dengan cara digerus di dalam penumbuk mortar sampai klorofil larut.
7. Disaring ekstrak klorofil dengan kertas saring, lalu ekstrak dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan disegel dengan aluminium foil.
8. Ekstrak dimasukkan ke dalam kuvet kemudian ditempatkan pada spektrofotometer, kemudian diukur absorbansi atau *Optical Density* (OD) larutan tersebut pada panjang gelombang 645 dan 663 nm. Perhitungan kandungan klorofil dilakukan dengan rumus:

$$\text{Klorofil a} = (13,7 \times \text{OD } 663) - (5,76 \times \text{OD } 645)$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times \text{OD } 645) - (7,7 \times \text{OD } 663)$$

$$\text{Klorofil total} = (20,0 \times \text{OD } 645) + (0,1 \times \text{OD } 663)$$

VII. Analisis Data

- a. Dimasukkan data hasil pengamatan klorofil pada absorbansi atau *optical density* (OD) larutan tersebut pada panjang gelombang 645 nm dan 663 nm pada tabel berikut:

Tumbuhan Biduri	$\lambda=663 \text{ nm}$	$\lambda=645 \text{ nm}$
Geothermal		
Pesisir Pantai		

b. Diukur faktor fisik dan kimia

No.	Faktor Fisik dan Kimia	Kawasan Geothermal	Kawasan Pesisir Pantai
1	Suhu Udara		
2	Suhu Tanah		
3	Kelembaban Udara		
4	Kelembaban Tanah		
5	Intensitas Cahaya		
6	pH Tanah		

VIII. Hasil Pengamatan :



IX. Pembahasan :



X. Kesimpulan :

XI. Daftar Pustaka :

- Agus Suwanto. 2010. *9 Buah & Sayur Sakti Tangkal Penyakit*. Yogyakarta: Liberplus.
- Pangkalan Ide. 2010. *Health Secret of Kiwifruit*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- C.G.G.J, van Steenis, dkk. 2008. *Flora*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sudaryo Broto dan Thomas Triadi Putranto. 2011. “Aplikasi Metode Geomagnet dalam Eksplorasi Panas Bumi”. *Jurnal TEKNIK*, Vol. 32, No. 1.
- Muh. Aris Marfai. 2014. *Banjir Pesisir: Kajian Dinamika Pesisir Semarang*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Lampiran 10: Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Gambar: Kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam



Gambar: Kawasan pesisir pantai Lampuuk



Gambar: Tumbuhan Biduri di kawasan geothermal Ie Jue Seulawah Agam



Gambar: Tumbuhan Biduri di kawasan pesisir pantai Lampuuk



Gambar: Proses pengambilan sampel di kawasan geothermal



Gambar: Proses pengambilan sampel di kawasan pesisir pantai



Gambar: Pengukuran faktor fisik dan kimia



Gambar: Pengukuran faktor fisik dan kimia



Gambar: Menimbang daun Biduri



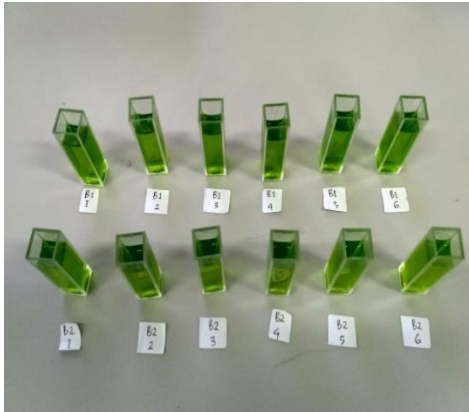
Gambar: Menggerus daun Biduri



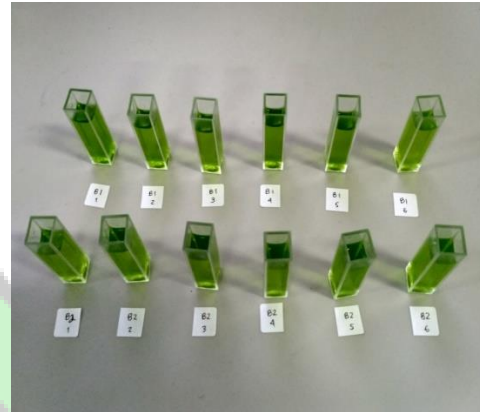
Gambar: Menyaring ekstrak klorofil



Gambar: Ekstrak klorofil ditutup dengan kertas aluminium foil



Gambar: Ekstrak klorofil daun Biduri di kawasan geothermal



Gambar: Ekstrak klorofil daun Biduri di kawasan pesisir pantai



Gambar: Mengukur kandungan klorofil dengan spektrofotometer Jenway 6300



Gambar: Mengukur kandungan klorofil dengan spektrofotometer Jenway 6300

جامعة الرانري

A R - R A N I R Y

Nama : Iqbal Ziharsya

Tempat/ Tanggal Lahir : Sigli, 25 April 1996

Jenis Kelamin : Laki-Laki

Agama : Islam

Kebangsaan/ Suku : Indonesia/ Aceh

Status Perkawinan : Belum Kawin

Fakultas/ Jurusan : Tarbiyah dan Keguruan/ Pendidikan Biologi

Alamat : Jln. Soekarno-Hatta, Dusun Kutaran No. 59
Lampeuneurut Ujong Blang, Kecamatan Darul
Imarah, Kabupaten Aceh Besar

Orang Tua

a. Ayah : Ir. Ibnu Hajar AR

b. Ibu : Almh. Zahriah Daud

c. Alamat : Jln. Soekarno-Hatta, Dusun Kutaran No. 59
Lampeuneurut Ujong Blang, Kecamatan Darul
Imarah, Kabupaten Aceh Besar

Riwayat Pendidikan

a. SD : SD Negeri Unggul Lampeuneurut (2002-2008)

b. SMP : SMP Negeri 3 Banda Aceh (2008-2011)

c. SMA : SMA Negeri 1 Banda Aceh (2011-2014)

d. Perguruan Tinggi : UIN Ar-Raniry Banda Aceh (2014-2019)

Iqbal Ziharsya