

**PENGARUH LINGKUNGAN DI TIGA LOKASI BERBEDA
TERHADAP PERFORMA FISIOLOGIS TANAMAN
KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.)**

S K R I P S I

Oleh:

**DINDA ASHRI SAFIRA
NPM: 2104290010
Program Studi: AGROTEKNOLOGI**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

**PENGARUH LINGKUNGAN DI TIGA LOKASI BERBEDA
TERHADAP PERFORMA FISIOLOGIS TANAMAN
KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.)**

SKRIPSI

Oleh:

**DINDA ASHRI SAFIRA
2104290010
AGROTEKNOLOGI**

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Strata 1 pada
Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara**

Komisi Pembimbing



**Fitria S. P., M. Agr.
Dosen Pembimbing**

**Disahkan Oleh:
Dekan**



Assoc. Prof. Dr. Daini Mawar Tarigan, S.P., M. Si.

Tanggal Lulus : 14-08-2025

PERNYATAAN

Dengan ini saya :

Nama : Dinda Ashri Safira

NPM : 2104290010

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul Pengaruh Lingkungan Di Tiga Lokasi Berbeda Terhadap Performa Fisiologi Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) adalah berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan (plagiarisme), maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun

Medan, Agustus 2025

Yang Menyatakan



Ashri

Dinda Ashri Safira

RINGKASAN

Dinda Ashri Safira, “Pengaruh Lingkungan di Tiga Lokasi Berbeda Terhadap Performa Fisiologi Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)” dibimbing oleh : Fitria, S.P., M.Agr. selaku pembimbing skripsi. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret s/d Mei 2025 dilaksanakan pada tiga lokasi berbeda tanaman kelapa sawit di Sumatera Utara, yaitu Kabupaten Deli Serdang, Kabupaten Serdang Bedagai dan Kabupaten Simalungun.

Tujuan Penelitian ini Untuk mengetahui pengaruh lingkungan di tiga lokasi berbeda terhadap performa fisiologis pertumbuhan tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). Data yang akan diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan Analisis Varian (ANOVA) *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada level 5%, dan akan dilakukan uji korelasi (r) dan regresi antara performa fisiologi tanaman. Semua analisis data dilakukan menggunakan *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS).

Hasil penelitian performa fisiologis tanaman kelapa sawit tertinggi dengan kandungan klorofil a 2897,6 mg/l, klorofil b 4259,4 mg/l, klorofil total 7010,2 mg/l yaitu pada kabupaten Simalungun, tetapi pada kandungan prolin 833,2 $\mu\text{mol/g}$ yang tinggi dikarenakan unsur hara N yang rendah 0,14%. Performa fisiologis tanaman kelapa sawit pada kandungan klorofil terendah yaitu di kabupaten Serdang Bedagai disebabkan kekurangan unsur hara N 0,13% termasuk rendah, dan daun diserang hama ulat api dan ulat kantung. Performa fisiologis tanaman kelapa sawit berkorelasi negatif dengan lingkungan Deli Serdang pada parameter jumlah stomata dikarenakan dengan intensitas cahaya dan kelembaban menurun.

SUMMARY

Dinda Ashri Safira, "The Effect of Environment in Three Different Locations on the Physiological Performance of Oil Palm (Elaeis guineensis Jacq.)" supervised by : Fitria, S.P., M.Agr. as thesis supervisor. This research was conducted from March to May 2025 at three different locations of oil palm plants in North Sumatra, namely Kabupaten Deli Serdang, Kabupaten Serdang Bedagai and Kabupaten Simalungun.

The purpose of this study was to determine the effect of the environment in three different locations on the physiological performance of oil palm plant growth (Elaeis guineensis Jacq.). The data obtained will be analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at the 5% level, and correlation (r) and regression tests will be conducted between plant physiological performance. All data analysis was conducted using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

The highest physiological performance of oil palm plants with chlorophyll a 2897.6 mg/l, chlorophyll b 4259.4 mg/l, total chlorophyll 7010.2 mg/l is in Simalungun district, but at a high proline content of 833.2 μ mol/g due to low N nutrients 0.14%. The physiological performance of oil palm plants in the lowest chlorophyll content is in the Serdang Bedagai district due to a lack of N nutrients 0.13% is low, and the leaves are attacked by fire caterpillars and bag caterpillars. Physiological performance of oil palm plants is negatively correlated with the Deli Serdang environment in the parameter of stomatal number due to decreased light intensity and humidity.

RIWAYAT HIDUP

Dinda Ashri Safira, dilahirkan pada tanggal 3 Agustus 2002 di Sei Baruhur, Kecamatan Torgamba, Kabupaten Labuhan Batu Selatan, Provinsi Sumatera Utara. Anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan Ayahanda Rusdianto dan Ibunda Sugiarti.

Pendidikan yang telah ditempuh adalah sebagai berikut:

1. Tahun 2009 telah menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) Tunas Harapan di Sei Baruhur, Kecamatan Torgamba, Kabupaten Labuhan Batu Selatan, Provinsi Sumatera Utara
2. Tahun 2015 telah menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar (SD) 116252 Torgamba, Kecamatan Torgamba, Kabupaten Labuhan Batu Selatan, Provinsi Sumatera Utara
3. Tahun 2018 telah menyelesaikan pendidikan Madrasah Tsanawiyah (MTS) di Pesantren Modern Al-Kautsar Al-Akbar Medan Jl. Pelajar, Kecamatan Medan Denai, Kabupaten Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara
4. Tahun 2021 telah menyelesaikan Pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 16 Medan, Kecamatan Medan Marelan, Kabupaten Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara
5. Tahun 2021 melanjutkan pendidikan Strata 1(S1) Pada Program Studi Agroteknologi di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Kegiatan yang pernah diikuti selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) antara lain :

1. Mengikuti Masa Perkenalan Kehidupan Kampus Mahasiswa Baru (PKKMB) yang dilaksanakan secara online baik Kolosal maupun Fakultas 2021.

2. Mengikuti Masa Ta'aruf (MASTA) Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah Kolosal dan Fakultas secara online 2021.
3. Mengikuti kegiatan Kajian Intensif Al-Islam dan Kemuhammadiyah (KIAM) oleh Badan Al-Islam dan Kemuhammadiyah (BIM) tahun 2021 (secara online).
4. Mengikuti Program Mahasiswa Belajar Kampus Merdeka (MBKM) Beasiswa *Indonesia Cyber Education Ice Institute* (ICEI) pada tahun 2023.
5. Menjadi Asisten Praktikum mata kuliah Dasar Ilmu Tanah pada Tahun Akademik 2023 Genap/2024 Ganjil.
6. Menjadi Asisten Praktikum mata kuliah Fisiologi Tumbuhan pada Tahun Akademik 2023 Genap/2024 Ganjil.
7. Menerima Pendanaan dari Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) bidang Kewirausahaan dari Kementerian Pendidikan, Riset, Teknologi Republik Indonesia serta Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (KEMENRISTEK RI dan DIKTI) pada bulan Mei Oktober 2023
8. Melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Wutu Hidroponik Desa Besilam Bukit Lembasa, Kecamatan Wampu, Kabupaten Langkat Provinsi Sumatera Utara pada bulan Agustus tahun 2024.
9. Melaksanakan Kegiatan KKN (Kuliah Kerja Nyata) UMSU 2024 di Desa Besilam Bukit Lembasa, Kecamatan Wampu, Kabupaten Langkat Provinsi Sumatera Utara
10. Mengikuti Ujian *Test of English as a Foreign Language* (TOEFL) di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara 2025.

11. Melaksanakan penelitian dan praktik skripsi di P. T. P. P. London Sumatera Indonesia, Tbk., Sei Merah Estate., PTPN IV Kebun Unit Usaha Adolina Regional 2 dan Kebun Rakyat Kecamatan Bandar Masilam, Kabupaten Simalungun pada bulan Maret-Mei 2025.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat, karunia dan hidayah-Nya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi penelitian ini. Tidak lupa penulis haturkan sholawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW. Adapun judul skripsi penelitian ini adalah **“Pengaruh Lingkungan di Tiga Lokasi Berbeda Terhadap Performa Fisiologis Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)”**

Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Assoc. Prof. Dr. Dafni Mawar Tarigan, S.P., M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Wan Arfiani Barus, M.P., selaku Wakil Dekan I Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Dr. Akbar Habib, S.P., M.P. selaku Wakil Dekan III Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Assoc. Prof. Dr. Aisar Novita, S.P., M.P. selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Rini Susanti, S.P., M.P. selaku Sekretaris Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
6. Ibu Fitria, S.P., M. Agr. selaku Komisi Pembimbing di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Ibu Dr. Rini Sulistiani, S.P., M.P. selaku Dosen Pembimbing I di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Seluruh staf pengajar dan karyawan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Kedua Orang Tua Penulis yang telah mendoakan dan memberikan dukungan moral serta materi sehingga terselesaikannya skripsi ini.
10. Saudara kandung penulis yang selalu memberikan semangat dan dukungan terhadap penulis yaitu Kakak Inne Silvia Adi Putri, Amd. Kom dan Abang Yudha Andriansyah Putra, S.P., M.P.
11. Teman seperjuangan skripsi yang selalu memberikan penulis saran dan memberikan dukungan selama perjalanan skripsi ini yaitu Alfian Hasbullah, S.P., Dini Rahma Sari, Rizky Madyo Ramadhan, Fahri Siddiq Kudadiri, Iqbal Rasidin dan Ibnu Satria Manurung.
12. Teman dekat selama penulis kuliah yang mana telah mewarnai masa kuliah penulis yaitu Anggita Angraini Sagala, S.P. dan Etti Suriani Hasibuan, S.P.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna maka dari itu penulis membutuhkan kritik dan saran yang bersifat membangun dalam menyempurnakan skripsi ini.

Akhir kata penulis mengharapkan saran dan masukan dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi penelitian ini.

Medan, 29 Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	ii
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	2
Kegunaan Penelitian	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
Botani Tanaman kelapa sawit (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.)	4
Morfologi Tanaman kelapa sawit (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.)	4
Akar	4
Batang	5
Daun	5
Bunga	6
Buah	6
Syarat Tumbuh Tanaman kelapa sawit (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.)	7
Iklim	7
Tanah	7
Ekofisiologi tanaman kelapa sawit	8
BAHAN DAN METODE	11
Tempat dan Waktu	11
Bahan dan Alat	11
Metode Analisis Data	11
Pelaksanaan Penelitian	12

Menentukan Lokasi	12
Pengumpulan Data.....	12
Metode Pengambilan Sampel Tanah	12
Menentukan Sampel Tanaman	12
Parameter Pengamatan	13
Kandungan Klorofil Daun	13
Lebar dan Panjang Stomata	13
Jumlah Stomata	14
Prolin	14
Aktivitas Nitrat Reduktase	15
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Klorofil a, klorofil b dan klorofil total di tiga lokasi berbeda yaitu Kabupaten Deli, Serdang, Kabupaten Serdang Bedagai dan Kabupaten Simalungun	16
2.	Aktivitas Nitrat Reduktase dan Prolin di tiga lokasi berbeda yaitu Kabupaten Deli, Serdang, Kabupaten Serdang Bedagai dan Kabupaten Simalungun	18
3.	Panjang Stomata, Lebar Stomata dan Jumlah Stomata di tiga lokasi berbeda yaitu Kabupaten Deli, Serdang, Kabupaten Serdang Bedagai dan Kabupaten Simalungun	20
4.	Korelasi hubungan lingkungan dengan peubah fisiologis tanaman kelapa sawit di Kabupaten Deli Serdang	22
5.	Korelasi hubungan lingkungan dengan peubah fisiologis tanaman kelapa sawit di Kabupaten Serdang Bedagai.....	27
6.	Korelasi hubungan lingkungan dengan peubah fisiologis tanaman kelapa sawit di Kabupaten Simalungun.....	30
7.	Klorofil a dan klorofil b di Kabupaten Deli Serdang (DS)	33
8.	Klorofil a dan Klorofil total di Kabupaten Deli Serdang (DS)	34
9.	Klorofil a dan prolin di Kabupaten Deli Serdang (DS).....	36
10.	Prolin dan Aktivitas Nitrat Reduktase di Kabupaten Deli Serdang (DS)	37
11.	Klorofil b dan Jumlah stomata di Kabupaten Deli Serdang (DS)	38
12.	Aktivitas Nitrat Reduktase dan Lebar Stomata di Kabupaten Deli Serdang (DS)	40
13.	Klorofil a dan klorofil b di Kabupaten Serdang Bedagai (SB)	41
14.	Klorofil a dan Klorofil total di Kabupaten Serdang Bedagai (SB)	42
15.	Prolin dan Aktivitas Nitrat Reduktase di Kabupaten Serdang Bedagai (SB)	44
16.	Prolin dan Jumlah Stomata di Kabupaten Serdang Bedagai (SB)	45
17.	Prolin dan Klorofil a di Kabupaten Simalungun (SML)	46

18. Prolin dan Aktivitas Nitrat Reduktase di Kabupaten	
Simalungun (SML).....	48
19. Klorofil a dan Jumlah Stomata di Kabupaten Simalungun (SML)	49

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Pengambilan sampel daun secara <i>Leaf Sampling Unit</i>	12
2.	Daun kabupaten Serdang Bedagai	17
3.	Hasil analisis klorofil Serdang Bedagai	17
4.	Hasil analisis Aktivitas Nitrat Reduktase Simalungun	18
5.	Hasil analisis prolin Simalungun	19
6.	Panjang stomata dan Lebar Stomata Simalungun	21
7.	Jumlah stomata A (Deli Serdang), B (Serdang Bedagai) dan C (Serdang Bedagai)	22
8.	Hubungan regresi antara klorofil a dan klorofil b di Deli Serdang.....	33
9.	Hubungan regresi antara klorofil a dengan klorofil total	35
10.	Hubungan regresi antara prolin dan klorofil a	36
11.	Hubungan regresi antara prolin dan Aktivitas Nitrat Reduktase	37
12.	Hubungan regresi antara klorofil b dan jumlah stomata	39
13.	Hubungan regresi antara Aktivitas Nitrat Reduktase dengan Jumlah Stomata.....	40
14.	Hubungan regresi antara klorofil a dengan klorofil b di Serdang Bedagai	41
15.	Hubungan regresi antara klorofil a dengan klorofil total	43
16.	Hubungan regresi antara prolin dengan Aktivitas Nitrat Reduktase	44
17.	Hubungan antara prolin dengan jumlah stomata.....	45
18.	Hubungan regresi antara prolin dengan klorofil a di Simalungun	47
19.	Hubungan regresi antara prolin dengan Aktivitas Nitrat Reduktase.....	48
20.	Hubungan regresi antara klorofil a dengan jumlah stomata.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1.	Deskripsi tanaman kelapa sawit varietas Bah Lias (BL 1)	58
2.	Data <i>Analysis of Variance</i> SPSS 25	59
3.	Data <i>Descriptives</i> SPSS 25	60
4.	Data korelasi suhu dan parameter kelapa sawit di Deli Serdang	61
5.	Data korelasi curah hujan dengan parameter kelapa sawit di Deli Serdang.....	62
6.	Data korelasi intensitas cahaya dengan parameter kelapa sawit di Deli Serdang.....	63
7.	Data korelasi Kelembaban dengan parameter kelapa sawit di Deli Serdang.....	64
8.	Data korelasi suhu dan parameter kelapa sawit di Serdang Bedagai	65
9.	Data korelasi curah hujan dengan parameter kelapa sawit di Serdang Bedagai.....	66
10.	Data korelasi intensitas cahaya dengan parameter kelapa sawit di Serdang Bedagai	67
11.	Data korelasi kelembaban dengan parameter kelapa sawit di Serdang Bedagai	68
12.	Data korelasi suhu dengan parameter kelapa sawit di Simalungun	69
13.	Data korelasi curah hujan dengan parameter kelapa sawit di Simalungun	70
14.	Data korelasi intensitas cahaya dengan parameter kelapa sawit di Simalungun	71
15.	Data korelasi kelembaban dengan parameter kelapa sawit di Simalungun	72
16.	Data <i>Post Hoc Test</i>	73
17.	Analisis Tanah Mineral Kabupaten Deli Serdang, Kabupaten Serdang Bedagai dan Kabupaten Simalungun	74
18.	Analisis Hasil Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.....	75
19.	Data Curah Hujan Harian Bulan Maret 2025 Kabupaten Deli Serdang.....	77

20. Data Curah Hujan Harian Bulan Maret 2025 Kabupaten Serdang Bedagai.....	78
21. Data Curah Hujan Bulan Maret 2025 Kabupaten Simalungun.....	79
22. Data Suhu 2024 Kabupaten Deli Serdang, Serdang Bedagai dan Simalungun.....	80
23. Data Intensitas Cahaya 2024 Kabupaten Deli Serdang, Serdang Bedagai dan Simalungun	80
24. Data Kelembaban Waktu 07.00 WIB Tahun 2024 Kabupaten Deli Serdang, Serdang Bedagai dan Simalungun	81
25. Titik Koordinat Kabupaten Deli Serdang	82
26. Titik Koordinat Kabupaten Serdang Bedagai	83
27. Titik Koordinat Kabupaten Simalungun	84

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kelapa sawit adalah jenis tanaman perkebunan yang sangat tahan terhadap cuaca yang kurang ideal. Tetapi, guna mencapai perkembangan optimal juga hasil panen yang tinggi, tanaman ini memerlukan kondisi lingkungan tertentu, termasuk iklim, jenis tanah, dan bentuk lahan. Perawatan intensif juga dilakukan untuk meningkatkan produksi diperlukan, seperti pengelolaan hama, penyakit, dan gulma yang dapat mengganggu fungsi fisiologis tanaman kelapa sawit (Pahan, 2007). Topografi lahan untuk budidaya kelapa sawit tidak boleh melebihi kemiringan 25°. Kedalaman tanah harus lebih dari 80 cm tanpa bagian keras, dengan permukaan tanah liat atau lempung yang memiliki susunan 20-60 persen pasir, 10-40 persen lumpur, dan 20-50 persen lempung.

Sekitar 628.586 ha kelapa sawit dikelola oleh Perusahaan Besar Swasta (PBS), PTPN 320.198 ha, dan Perkebunan Rakyat 441.399 ha di Sumatera Utara. Provinsi Sumatera Utara menempati posisi keempat dengan luas kebun sawit tertinggi pada Indonesia setelah Riau, Kalimantan Tengah juga Kalimantan Barat. Dalam periode 2011-2021, luas kelapa sawit kebun di Sumatera Utara meningkat sekitar 10,4%. Di Sumatera Utara, banyak perkebunan kelapa sawit yang tersebar di 14 kabupaten/kota, termasuk Langkat, Deli Serdang, dan Simalungun.

Sebagian besar wilayah perkebunan kelapa sawit di Sumatera Utara mengalami pertumbuhan sekitar 3,3% per tahun. Berdasarkan data dari Dinas Pertanian Pemprov Sumut tahun 2020, luas lahan perkebunan sawit di Sumatera Utara kurang lebih 1,4 juta hektar. Pada tahun 2023, luas tanaman kelapa sawit di

Sumatera Utara akan mencapai sekitar 1.353.515 hektare dan produksi kelapa sawit akan mencapai 5.453.030 ton.

Pemerintah berencana untuk memperluas lahan tanam kelapa sawit karena diperkirakan akan terjadi peningkatan permintaan minyak nabati dari kelapa sawit, terutama di pasar internasional. Minyak ini tidak hanya digunakan dalam industri makanan dan kosmetik seperti sebelumnya, tetapi juga semakin banyak digunakan dalam sektor energi. (Hidayati *dkk.*, 2016).

Deli Serdang adalah sebuah kabupaten di pantai Sumatera Utara timur. Geografi Kabupaten Deli Serdang terletak di antara di 2°57' lintang utara dan 99°27' bujur timur. Di antara 0 dan 500 mdpl. Pada wilayah bahwasannya hanya ada dua musim adalah musim kemarau dan musim hujan. Dari Juni hingga September, angin berhembus dengan sedikit penguapan air, yang mengakibatkan musim panas.

Kabupaten Serdang Bedagai terletak di Pantai Timur Sumatera Utara. 3°01'2,5" Lintang Utara sampai 3°46'33" setinggi 0 - 500 meter di atas permukaan laut. Data yang diperoleh melalui Stasiun Sampali menunjukkan bahwa kelembapan rata-rata bulanan sekitar 84 persen. hujan bulanan bervariasi di antara 60 dan 318 milimeter, serta puncak maksimal terjadi di September 2017. Jumlah hari pada hujan setiap siklus bervariasi antara 10 dan 25 hari, pada jumlah hari hujan tertinggi tercatat pada September 2017. Suhu udara rerata bulanan berkisar antara 24°C hingga 32°C, yang mencakup suhu maksimum dan minimum.

Lokasi Kabupaten Simalungun adalah dari 02°36 hingga 03°18 Lintang Utara. dan 98032' – 9903' Bujur Timur. Kabupaten Simalungun merupakan

daerah agraris sehingga sumber pendapatan terbesar penduduk Kabupaten Simalungun adalah dari sektor pertanian. Kabupaten Simalungun terkenal sebagai penghasil padi terbesar setelah Deli Serdang, selain tanaman padi juga terdapat tanaman jagung dan tanaman hortikultura lainnya. Sektor perkebunan memberikan kontribusi yang penting bagi perekonomian Kabupaten Simalungun. Berbagai jenis tanaman perkebunan di wilayah ini dikelola oleh masyarakat, perusahaan swasta, baik asing maupun lokal, serta PTPN. Tanaman yang ditanam meliputi karet, kelapa sawit, kakao, dan kelapa.

Penurunan kesuburan tanah merupakan faktor utama yang mempengaruhi produktivitas lahan. Zainudin dan Kesumaningwati (2021) menjelaskan bahwa penurunan kesuburan ini menjadi hambatan utama dalam produksi tanaman. Namun, pengolahan tanah yang intensif dapat membuat tanah lebih rentan terhadap erosi permukaan dan mempercepat penguapan air dari tanah, akibat penurunan densitas volume tanah, yang pada akhirnya menyebabkan tanaman mengalami kekeringan (Fitria, 2018). Oleh karena itu, penambahan nutrisi melalui pemupukan memainkan peran penting dalam mencapai produksi maksimal. Produktivitas tanah yang rendah dapat disebabkan oleh kapasitas pertukaran kation (CEC) dan kapasitas basa (BC) yang rendah, serta kandungan fosfor (P) dan kalium (K) yang tidak mencukupi (Daksina *dkk.*, 2021).

Pada umumnya tekstur tanah berlempung yang mengandung mineral sekunder kaolinit yang sedikit tercampur gipsit dan montmorilonit. Dalam skala besar, tanah ini telah dimanfaatkan untuk perkebunan kelapa sawit, karet dan hutan tanaman industri, tetapi pada skala petani, kendala ekonomi adalah salah satu alasan mengapa tanah tidak dikelola dengan baik. (Sujana *dkk.*, 2015).

Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh lingkungan di tiga lokasi berbeda terhadap performa fisiologis pertumbuhan tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Kegunaan Penelitian

1. Sebagai Salah satu syarat untuk Menyelesaikan Strata 1 pada Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
2. Sebagai bahan informasi bagi pihak-pihak yang membutuhkan dan di kembangkan untuk penelitian lebih lanjut mengenai penelitian ini.

Manfaat Penelitian

1. Membantu memahami bagaimana kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, intensitas cahaya, curah hujan, juga jenis tanah di tiga lokasi berbeda memengaruhi fungsi fisiologis *Elaeis*.
2. Memberikan informasi tentang adaptasi fisiologis *Elaeis* terhadap kondisi lingkungan yang berbeda.

TINJAUAN PUSTAKA

Botani Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)

(*Elaeis guineensis* Jacq.) bukanlah tanaman bukan asli Indonesia, tetapi berasal dari Afrika dan pertama kali ditemukan di Negara bagian Guinea. Tanaman ini diklasifikasikan sebagai tanaman perennial memperoleh hidup produk yang diproduksi selama lebih dari dua tahun, dan dapat diperbarui atau ditanam ulang selama dekade. Menurut Ginting (2022), *Elaeis* adalah tanaman monokotil yang tumbuh kembali setiap tahun dan memiliki siklus pertumbuhan dimana cukup panjang sekitar dua puluh tahun. Sementara itu, Lubis (2008) menjelaskan bahwa sistematika *Elaeis* sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Tracheophyta
Subdivisi	: Pteropsida
Kelas	: Angiospermeae
Subkelas	: Monocotyledoneae
Ordo	: Cocoideae
Famili	: Palmae
Subfamili	: Cocoideae
Genus	: <i>Elaeis</i>
Spesies	: <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.

Morfologi Tanaman Kelapa Sawit

Akar

Tanaman kelapa sawit memiliki perakaran serabut terdiri dari akar primer, sekunder, tersier dan kuarterner. Untuk akar primer dapat tumbuh secara vertikal

Akar utama (radikel) juga akar tambahan memiliki diameter sekitar 6 sampai 10 milimetet. Akar sekunder, yang berasal dari akar utama, tumbuh secara horizontal dan ke bawah dengan diameter sekitar 2 hingga 4 milimeter. Akar tersier adalah cabang dari akar sekunder yang berkembang secara horizontal ke samping seiring dengan panjang sekitar 0,7 hingga 1,2 mm. Akar kuartener adalah cabang dari akar tersier, dengan diameter berkisar antara 0,2 hingga 0,8 milimeter dan panjang sekitar 2 centimeter. (Siregar, 2022).

Batang

Batang pohon *Elaeis* tumbuh lurus dan tidak bercabang, dengan diameter pohon cukup umur biasanya berkisar antara 45-60 cm. Bagian dasar batang yang lebih lebar pada pangkal, dengan diameter antara 60 dan 100 cm. Daun-daun atau frond pohon kelapa sawit melekat pada dan mengelilingi batang tanaman. Batang pohon kelapa sawit tumbuh dengan kecepatan 35 hingga 75 cm per tahun. Hingga berusia 3 tahun, batang tidak terlihat karena masih tertutup oleh daun yang belum tumbuh. Tinggi batang pohon kelapa sawit dapat mencapai antara 18 dan 25 meter. (Maja, 2018).

Daun

Daun *Elaeis* mirip dengan daun kelapa, karena keduanya terdiri dari daun majemuk dengan pola pinnate yang rata dan urat daun yang sejajar. Setiap tangkai daun berukuran antara 7,5 dan 9 meter, dengan setiap tangkai memiliki antara 250 dan 400 daun anak. Daun muda dan tunas berwarna kuning lembut. Produksi daun sangat dipengaruhi oleh iklim di daerah tersebut. Di Sumatra Utara, contohnya produksi daun memperoleh 20–24 helai/tahun. Umur daun mulai terbentuk sampai tua sekitar 6–7 tahun. Jumlah pelepah, panjang pelepah, dan jumlah anak daun

tergantung pada umur tanaman. Berat kering dari satu daun dapat mencapai 4,5 kilogram. Tanaman dewasa memiliki sekitar 40 hingga 50 daun. Ketika tanaman berusia sekitar 10-13 tahun, daunnya akan memiliki luas permukaan antara 10 dan 15 m². Tingkat produktivitas tanaman akan berkorelasi dengan luas daun. Semakin besar luas permukaan atau semakin banyak jumlah daun, semakin tinggi hasil panennya karena fotosintesis dapat berlangsung secara efisien. Fotosintesis akan mencapai tingkat optimalnya ketika luas permukaan daun mencapai 11 m² (Harahap, 2019).

Bunga

Pohon *Elaeis* adalah tanaman monoecious yang memiliki bunga jantan dan betina pada satu tanaman, keduanya terletak dalam satu tandan. Bunga jantan terpisah dari bunga betina. Setiap susunan bunga tumbuh dari bagian bawah tangkai daun (daun yang terhubung). Setiap ketiak daun menghasilkan sekelompok bunga yang lengkap. Bunga yang siap untuk penyerbukan umumnya muncul pada tandan bunga yang terletak di ketiak daun ke-20 pada tanaman muda (berusia 2 sampai 4 tahun) dan juga pada pelepah daun ke-15 pada tanaman dewasa yang lebih dari dua belas tahun. Sebelum bunga mekar (saat masih dalam kuncup), bunga jantan dan betina umumnya dapat dibedakan dengan mengamati spesifikasinya (Arkham, 2018).

Buah

Dari penyerbukan hingga buah matang membutuhkan waktu sekitar enam bulan. Buah tanaman sawit muda berwarna hitam, tetapi ketika memasuki umur lima bulan, buah tersebut perlahan berubah menjadi merah kekuningan. Ketika terjadi perubahan warna dari hitam menjadi warna merah kekuning-kuningan,

Pada tahap ini, proses pembentukan minyak terjadi di dalam daging buah. Perubahan warna yang terlihat disebabkan oleh partikel minyak yang mengandung pigmen, yang dikenal sebagai “*corotein*.” Buah *Elaeis* terdiri dari tiga bagian utama, adalah lapisan luar, lapisan tengah, dan lapisan dalam, yang diklasifikasikan sebagai buah batu. Di antara inti dan daging buah terdapat lapisan cangkang keras (Rohim, 2020).

Syarat Tumbuh Tanaman Kelapa Sawit

Iklim

Elaeis adalah tanaman tropis yang tumbuh antara 12 lintang utara dan 12 lintang selatan. Tanaman ini memerlukan curah hujan tahunan ideal sekitar 2.000 hingga 2.500 mm dengan distribusi yang merata sepanjang tahun, tanpa musim kemarau yang panjang. Jumlah sinar matahari optimal untuk pertumbuhannya adalah antara 5 hingga 7 jam/hari, dengan suhu lingkungan ideal beralih antara 24° hingga 38° Celsius. Kelapa sawit tumbuh terbaik pada ketinggian antara 0 hingga 500 meter di atas permukaan laut. Selain itu, kelembapan udara sekitar 80% dan kecepatan angin antara 5 hingga 6 km per jam sangat mendukung tahapan penyerbukan tanaman ini (Pasaribu, 2020).

Tanah

Elaeis bisa tumbuh di berbagai jenis tanah. Tanah yang ideal untuk *Elaeis* adalah tanah yang gembur, berpori baik, drainase baik, kaya akan bahan organik (humus), dan bebas dari lapisan tanah keras. Ketersediaan nutrisi sangat bergantung pada kondisi tanah tempat pohon kelapa sawit tumbuh. Tanah yang subur akan membantu pertumbuhan tanaman yang optimal. *Elaeis* seperti tanah latosol, podsolik merah kuning dan alluvial merupakan jenis tanah yang baik

untuk kelapa sawit. Tanaman kelapa sawit Tanaman kelapa sawit cocok ditanam pada ketinggian antara 0-500 m dpl dengan kemiringan lereng 0-3 %. Ini cocok ditanam pada tanah dengan pH 5,5 sampai 7,0. (Mahdika, 2020).

Ekofisiologi Tanaman Kelapa Sawit

Pada proses fotosintesis, suhu berkaitan dengan aktifitas membran dan enzim dalam melakukan transfer elektron. Suhu semakin rendah mengakibatkan semakin berkurangnya aktivitas enzim dalam transfer elektron. Klorofil tetap dapat menyerap cahaya pada suhu rendah tetapi elektron tidak dapat ditransfer dengan cukup ke akseptor, sehingga secara keseluruhan proses fotosintesis akan terganggu (Lambers *et al*, 1998). Menurut Fitter dan Hay (1981) pengaruh utama yang terjadi pada tanaman yang mengalami suhu di bawah kisaran suhu optimumnya adalah Penurunan laju pertumbuhan dan proses metabolisme. Akibatnya, siklus pertumbuhan tahunan tanaman ini membutuhkan waktu yang lebih lama.

Kelembapan udara, suhu, dan kadar air dalam tanah berperan dalam mengatur pembukaan stomata. Kondisi pembukaan stomata ini memengaruhi pertukaran gas antara jaringan daun dan atmosfer sekitar. Pertukaran gas, khususnya karbon dioksida (CO₂), sangat penting dalam proses fotosintesis, yang menjadi sumber utama pembentukan biomassa dan energi bagi pertumbuhan tanaman. Udara yang kering menyebabkan konduktansi stomata menurun sehingga pertukaran gas menjadi terganggu. Sebaliknya jika udara terlalu basah menyebabkan perbedaan tekanan uap antara ruang antar sel dalam jaringan daun dan atmosfer menjadi relatif kecil sehingga laju transpirasi menurun dan

pertukaran gas terganggu. Kelembaban udara yang rendah atau terlalu tinggi mengganggu laju pertumbuhan tanaman (Harahap, 1998).

Senyawa prolin berperan dalam mengatur derajat osmotik sel (penyesuaian osmotik). Penumpukan prolin dapat mengurangi potensi osmotik akibatnya potensi air di sel menjadi lebih rendah tanpa mengganggu fungsi enzim dan mempertahankan turgor sel (Maestri *dkk.*, 1995). Prolin merupakan metabolit osmotik atau penanda biokimia yang diproduksi dan ditumpuk secara luas di berbagai jaringan tumbuhan, terutama di daun, saat tumbuhan mengalami stres kekeringan. Tanaman yang mampu menumpuk prolin selama kekeringan umumnya menunjukkan kondisi morfologis yang lebih baik dan memiliki tingkat kelangsungan hidup yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang tidak menumpuk prolin (Hamim *dkk.*, 2008). Selain itu, ketersediaan air yang rendah juga menghambat penyerapan nutrisi nitrogen, sehingga mengurangi aktivitas enzim nitrat reduktase (Foyer *dkk.*, 1998). Aktivitas enzim nitrat reduktase dapat digunakan sebagai indikator untuk memilih tanaman dengan potensi hasil tinggi dalam program pemuliaan, karena memiliki korelasi positif dengan pertumbuhan dan produksi tanaman (Delita *dkk.*, 2008). Enzim nitrat reduktase berfungsi untuk mengubah nitrat menjadi nitrit, selanjutnya diubah menjadi asam amino melalui serangkaian reaksi enzimatik lainnya (Komariah *dkk.*, 2004).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah selesai dilaksanakan pada bulan Maret s/d Mei 2025 di tiga lokasi berbeda tanaman kelapa sawit di Sumatera Utara, yaitu pada perkebunan swasta di Jl. Pasari 1, Sei Merah, luas lahan di Kecamatan Tanjung Morawa, Kabupaten Deli Serdang 13,80 ha. Kemudian perkebunan negara di Celawan, Kecamatan Pantai Cermin, Kabupaten Serdang Bedagai dengan luas lahan 18 ha dan perkebunan rakyat di Bandar Rejo, Kecamatan Bandar Masilam, Kabupaten Simalungun dengan luas lahan 1 ha.

Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan bahan yaitu tanaman kelapa sawit jenis Tenera varietas Bah Lias 1 (BL 1), pada kelompok tanaman muda yang berumur 9-10 tahun. Bahan yang digunakan untuk menganalisis fisiologi tanaman kelapa sawit yaitu etanol, asam ninhydrin, asam asetat glasial, asam fosfat (H_3PO_4), asam sulfosalisilat 3%, kertas saring wathman, aquades, toluene, buffer fosfat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) pH 7,5-8, NaNO_3 , SA (sulfanilamide), NED (*naphthylethylen diamide*), HCl 3 N, dan kutek bening.

Alat-alat yang digunakan yaitu mikroskop, timbangan digital, *Spektrofotometer*, *hot plate*, stirrer, kulkas, plastik bening ukuran 5 kg, pipet tetes, tabung reaksi, kuvet, plastik *wrap*, aluminium foil, *waterbath*, selotip bening gelas ukur, erlenmayer, *object glass*, botol bening dan botol film ukuran 25 ml.

Metode Analisis Data

Data yang akan diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan Analisis Varian *One Way Anova Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada level 5%, dan akan dilakukan uji korelasi antara lingkungan dengan fisiologi tanaman dan uji regresi antara performa fisiologi tanaman. Semua analisis data dilakukan menggunakan *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versi 25. Metode Deskriptif dengan membandingkan performa antar daerah dan metode *Post Hoc Test Homogeneous Subsets*.

Pelaksanaan Penelitian

Menentukan Lokasi

Lokasi penelitian ditentukan secara *purposive sampling* yang dimana memilih sampel berdasarkan kriteria atau karakteristik tertentu di tiga lokasi berbeda tanaman kelapa sawit yaitu di Kabupaten Serdang Bedagai, Kabupaten Deli Serdang dan Kabupaten Simalungun.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan terhadap data sekunder yang diperlukan, yaitu gambaran umum kondisi lingkungan pada lokasi penelitian, iklim (curah hujan, suhu udara, kelembaban dan intensitas cahaya), unsur hara tanah mineral dan luas areal.

Metode Pengambilan Sampel Tanah

Pemilihan sampel tanah dilaksanakan dengan menggunakan pola *zigzag*, kedalaman pengambilan sampel tanah pada kedalaman 0 – 30 cm dari *topsoil* dalam 1 blok lahan diambil 10 titik dengan jarak 20 – 50 m menggunakan cangkul

lalu tanah yang sudah diambil dikumpulkan lalu dicampur hingga homogen dan menjadi sampel tanah komposit.

Menentukan Sampel Tanaman

Pengambilan sampel tanaman kelapa sawit dilakukan dengan sistem LSU (*Leaf Sampling Unit*) metode ini sebagai mana mengetahui unsur hara pada tanaman kelapa sawit dalam keadaan optimal atau tidak. Analisis daun sebagai indikator untuk mengetahui unsur hara dalam keadaan optimal atau tidak. Langkah – langkah yang dilakukan yaitu dalam 1 lokasi terdapat 5 sampel tanaman kelapa sawit. Pengambilan pelepah daun yaitu pada pelepah daun yang ke – 17 untuk mengambil sampel daunnya diukur sepanjang 20 cm dimulai dari ekor kadal dapat dilihat pada Gambar 1 dan diambil pada jam 08.00 sampai 12.00 WIB dan tidak boleh dilaksanakan saat hujan.



Gambar 1. Pengambilan sampel daun secara *Leaf Sampling Unit*

Pengamatan terhadap karakter fisiologis

Kandungan Klorofil Daun

Kandungan klorofil daun dianalisis menggunakan metode yang telah dikembangkan oleh Comb (1985) yang dikenal sebagai *Comb's method*. Sebanyak

0,5 g daun kelapa sawit dihaluskan dengan mortar hingga lumat, kemudian ditambahkan 10 ml etanol. Absorban larutan dibaca menggunakan *Spektrofotometer Genesys UV-VIS 10S* pada panjang gelombang 649 μm dan 665 μm . Kandungan klorofil a,b dan total dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kandungan klorofil a (mg/l)} = (13,7 \times \text{OD } 665) - (5,76 \times \text{OD } 649)$$

$$\text{Kandungan klorofil b (mg/l)} = (258 \times \text{OD } 649) - (7,7 \times \text{OD } 669)$$

$$\text{Kandungan klorofil total (mg/l)} = (20 \times \text{OD } 649) + (6,1 \times \text{OD } 665)$$

OD649 = Absorban pada panjang gelombang 649 μm

OD666 = Absorban pada panjang gelombang 665 μm

Lebar dan panjang stomata

Komponen morfologi stomata yang akan diamati pada penelitian ini meliputi panjang stomata dan lebar stomata. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak satu kali pada akhir penelitian. Pengamatan dilakukan pada daun pelepah 17. Pengambilan stomata dilakukan dengan menggunakan cat kuku bening di atasnya. Setelah kering, lepaskan cat kuku dengan selotip bening pada *object glass*, dan diamati menggunakan mikroskop lebar stomata dan panjang stomata diamati dengan alat bantu optilab dengan perbesaran 500 μm .

Jumlah Stomata

Komponen morfologi stomata yang akan diamati Dalam penelitian ini yaitu jumlah stomata. Pengamatan dilakukan pada atas daun di pelepah 17. Menghitung jumlah stomata setelah melihat panjang dan lebar stomata. Arahkan mikroskop ke preparat dan fokuskan pada area yang diinginkan untuk melihat stomata dengan jelas. Hitung jumlah stomata yang terlihat dalam bidang pandang mikroskop, dan catat hasilnya.

Prolin

Analisis kandungan prolin dilakukan sekali pada akhir studi menggunakan metode kuantifikasi prolin yang dikembangkan oleh Bates dkk. (1973). Sebanyak 0,6 gram daun ke-17 digunakan sebagai sampel. Daun-daun tersebut digiling halus menggunakan lesung, setelah itu ditambahkan 6 ml larutan asam sulfosalisilat 3%. Selanjutnya, campuran disaring dengan kertas saring Whatman. Dari filtrat yang diperoleh, 2 ml diambil dan dicampur pada 2 ml asam ninhidrin dan 2 ml asam asetat glasi dalam tabung reaksi. Tabung kemudian ditutup rapat menggunakan foil aluminium dan plastik, lalu ditempatkan dalam bak air pada suhu 100 °C selama 1 jam. Setelah itu, tabung direndam dalam air dingin untuk menghentikan reaksi. Filtrat kemudian diekstraksi dengan 4 ml toluena dan dihomogenisasi menggunakan vortex selama 20 menit hingga terbentuk dua lapisan dengan warna berbeda. Lapisan merah kekuningan diambil dan absorbansinya diukur menggunakan spektrofotometer Genesys UV-VIS 10S pada panjang gelombang 540 nm. Kandungan prolin dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar prolin } (\mu\text{mol prolin/gr}) = \frac{(\mu\text{g prolin/ml} \times \text{ml toluene})/115,5 \mu\text{g/mol}}{(\text{gr sampel}/5)}$$

Aktivitas Nitrat Reduktase (ANR)

Metode Hartiko dalam Danusila (1989) digunakan untuk menganalisis aktivitas reduktase nitrat. Setelah dibersihkan dan diiris halus, daun kelapa sawit tanpa tulang diambil sebanyak 200 mg.. Daun yang telah ditimbang tadi dimasukkan ke dalam larutan buffer $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ pada pH 7,5 masing-masing 5 ml dalam tabung film setelah itu ditutup rapat dan direndam selama 24 jam. Setelah periode tersebut, larutan buffer dalam tabung dipisahkan

dan diganti dengan 5 ml larutan buffer baru. Selanjutnya, 0,1 ml larutan NaNO_3 5 M ditambahkan ke setiap tabung gelap. Ketika waktu penambahan NaNO_3 ditetapkan sebagai waktu inkubasi nol. Inkubasi berlangsung selama 2 jam. Sementara itu, dalam tabung uji lain, 0,2 ml reagen sulfanilamide 1 persen yang dilarutkan dalam HCl 3 N dan 0,2 ml larutan naphthylethylenediamide 0,02% ditambahkan. Setelah periode inkubasi 2 jam selesai, 0,1 ml filtrat ditambahkan ke tabung uji yang mengandung reagen sulfanilamide, HCl , dan larutan naphthylethylenediamide. Tabung reaksi dikocok untuk mencampurkan filtrat dengan reagen agar reaksi berlangsung lebih cepat, lalu dibiarkan diam selama sekitar 15 menit agar ion nitrit (NO_2^-) direduksi oleh reagen pewarna, menghasilkan warna pink. Selanjutnya, 2,5 ml air suling (aquades) ditambahkan ke tabung reaksi untuk mengencerkan warna. Larutan dalam tabung kemudian ditempatkan dalam cuvette spektrofotometer untuk mengukur absorbansinya pada panjang gelombang 540 nm. Kandungan ANR dihitung menggunakan rumus:

$$\text{ANR } (\mu\text{mol NO}_2^- / \text{gram/jam}) = \frac{[\text{NO}_2^-] \times \text{Volume reaksi}}{\text{Berat segar sampel} \times \text{waktu inkubasi (Jam)}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Klorofil a, klorofil b, klorofil total dan Prolin

Berdasarkan hasil rata-rata dari *Analysis of Varians* (ANOVA) 5% dengan aplikasi SPSS menunjukkan bahwa hasil di tiga lokasi berbeda berpengaruh nyata terhadap fisiologi tanaman kelapa sawit

Tabel 1. Klorofil a, klorofil b dan klorofil total di tiga lokasi berbeda yaitu Kabupaten Deli, Serdang, Kabupaten Serdang Bedagai dan Kabupaten Simalungun

Lokasi (Kabupaten)	Klorofil a (mg/l)	Klorofil b (mg/l)	Klorofil Total (mg/l)
Deli Serdang	2367,6a	2174,4	4070,6b
Serdang Bedagai	1136,8b	378,6	1368,4b
Simalungun	2897,6a	4259,4	7010,2a
KK (%)	39,2	96,5	71,9

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada Duncan's taraf 5%

Sumber : Aplikasi *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) 25

Berdasarkan Tabel 1. hasil uji DMRT taraf 5% menunjukkan bahwa pada parameter klorofil a di lokasi Deli Serdang dan Simalungun tidak berbeda nyata dibandingkan pada lokasi Serdang Bedagai. Pada parameter klorofil b tidak menunjukkan adanya pengaruh nyata dan pada parameter klorofil total pada lokasi Deli Serdang dan Serdang Bedagai tidak berbeda nyata dibandingkan pada lokasi Simalungun. Berdasarkan hasil klorofil a, b dan total dilihat dari Tabel 1. bahwa lokasi kabupaten Serdang Bedagai memiliki hasil klorofil yang rendah dibanding dengan Deli Serdang dan Simalungun dikarenakan di kabupaten Serdang Bedagai pada bulan maret curah hujan yang rendah dapat dilihat pada data Lampiran 18 dan juga pada tanah yang dianalisis menunjukkan unsur hara N 0,13% dapat dilihat pada Lampiran 16, dan juga daun di kabupaten Serdang Bedagai banyak

diserang hama dapat dilihat pada Gambar 2 dan hasil analisis klorofil daun dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Daun kelapa sawit di kabupaten Serdang Bedagai



Gambar 3. Hasil analisis klorofil daun di kabupaten Serdang Bedagai

Hal ini diduga bahwa unsur hara N dan Mg yang sangat berpengaruh untuk pembentukan klorofil yang sempurna dikarenakan unsur hara N yang membantu membentuk struktur klorofil. Hal ini sesuai dengan literatur Solikhah *et. al.* (2019) yang menyatakan bahwa faktor- faktor yang berpengaruh terhadap pembentukan klorofil antara lain gen, cahaya, dan unsur N, Mg, Fe sebagai pembentuk dan katalis dalam sintesis klorofil.

Aktivitas Nitrat Reduktase dan Prolin

Tabel 2. Aktivitas Nitrat Reduktase dan Prolin di tiga lokasi berbeda yaitu Kabupaten Deli, Serdang, Kabupaten Serdang Bedagai dan Kabupaten Simalungun

Lokasi (Kabupaten)	ANR ($\mu\text{mol}/\text{NO}_2^-/\text{jam}$)	Prolin ($\mu\text{mol}/\text{g}$)
Deli Serdang	123,98	341,6b
Serdang Bedagai	134,2	466,0b
Simalungun	222,6	833,2a
KK (%)	39,7	46,5

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada Duncan's taraf 5%

Sumber : Aplikasi *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) 25

Berdasarkan Tabel 2. hasil uji DMRT taraf 5% menunjukkan bahwa pada parameter ANR di kabupaten Deli Serdang, Serdang Bedagai dan Simalungun tidak ada pengaruh nyata. Hasil dari parameter ANR dapat dilihat bahwa Simalungun lebih tinggi dari Deli Serdang dan Serdang Bedagai dikarenakan bahwa di Simalungun memiliki pencahayaan yang kuat dan juga air yang membantu dan berhubungan terhadap aktivitas nitrat reduktase hasil analisis ANR dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil analisis Aktivitas Nitrat Reduktase daun kelapa sawit di kabupaten Simalungun

Hal ini sesuai dengan literatur Listia *et. al.*, (2020) yang menyatakan bahwa kelapa sawit di dataran tinggi (>600 m dpl) menunjukkan aktivitas nitrat reduktase yang lebih tinggi dibandingkan di dataran rendah, meskipun memiliki jumlah dan ukuran stomata yang lebih kecil, indikasi adaptasi fisiologis terhadap intensitas cahaya dan mikroklimat lokal.

Berdasarkan Tabel 2. hasil uji DMRT 5% prolin menunjukkan bahwa kabupaten Deli Serdang tidak berbeda nyata dengan Serdang Bedagai dibandingkan dengan Simalungun. Berdasarkan hasil dari analisis prolin dapat dilihat pada Tabel 2. yang menunjukkan bahwa prolin yang lebih tinggi di lokasi Simalungun dikarenakan unsur hara N lebih tinggi dibanding dengan Deli Serdang dan Serdang Bedagai data analisis unsur hara dapat dilihat di Lampiran 16 dikarenakan juga cekaman kekeringan di Simalungun lebih tinggi dan juga pemupukan nitrogen dapat mempengaruhi meningkatnya akumulasi prolin dalam daun kelapa sawit. Menurut Budiman (2013) yang menyatakan bahwa Interaksi antara stres air dan tingkat pemupukan nitrogen menunjukkan bahwa kandungan prolin meningkat seiring dengan peningkatan tingkat pemupukan nitrogen. Hasil analisis prolin dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil analisis prolin daun di kabupaten Simalungun

Panjang Stomata, Lebar Stomata dan Jumlah Stomata

Tabel 3. Panjang Stomata, Lebar Stomata dan Jumlah Stomata di tiga lokasi berbeda yaitu Kabupaten Deli, Serdang, Kabupaten Serdang Bedagai dan Kabupaten Simalungun

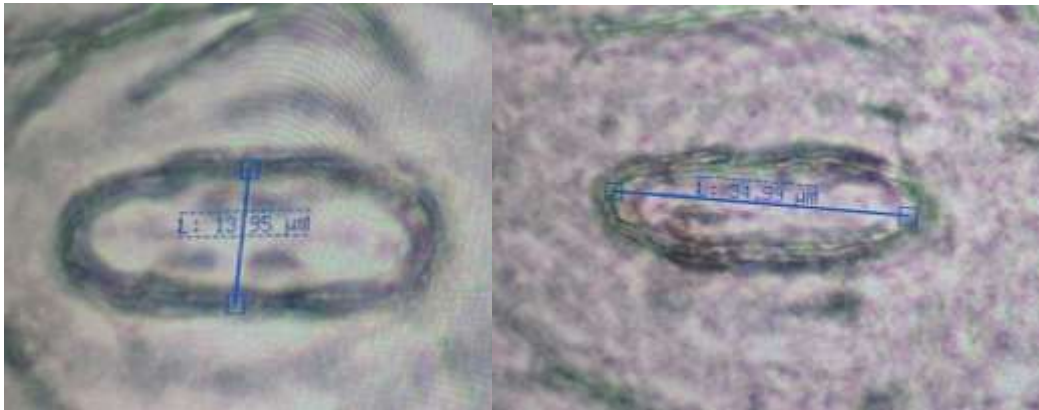
Lokasi (Kabupaten)	Panjang Stomata (μm)	Lebar Stomata (μm)	Jumlah Stomata (unit)
Deli Serdang	36718,2a	13517,0a	27,4
Serdang Bedagai	36182,4a	14841,6a	32,8
Simalungun	3366,2b	1219,4b	38,2
KK (%)	64,4	66,6	19,2

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada Duncan's taraf 5%

Sumber : Aplikasi *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) 25

Berdasarkan Tabel 3. hasil uji DMRT taraf 5% dapat dilihat bahwa pada panjang stomata Deli Serdang dan Serdang Bedagai tidak berbeda nyata dibandingkan dengan Simalungun. Dilihat pada hasil panjang stomata Simalungun diduga bahwa prolin yang tinggi akan menyebabkan penurunan panjang stomata dan juga cekaman kekeringan tinggi maka panjang stomata akan menurun begitu pun faktor lingkungan yang mempengaruhi penurunan panjang stomata pada intensitas cahaya juga suhu. Pada hasil parameter lebar stomata yang berbeda nyata dengan Deli Serdang dan Serdang Bedagai dibandingkan dengan Simalungun. Panjang dan lebar stomata dapat dilihat pada Gambar 6. Berdasarkan literatur Toriq dan Puspitawati (2023) yang menyatakan bahwa Faktor-faktor yang mempengaruhi panjang stomata adalah faktor lingkungan seperti intensitas cahaya, suhu, dan kelembapan, yang mempengaruhi proses transpirasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi karakteristik ukuran lebar stomata daun tanaman semangka ialah faktor eksternal dan internal. Faktor eksternal didapatkan dari pengaruh lingkungan yakni intensitas cahaya yang tinggi, suhu tinggi, dan

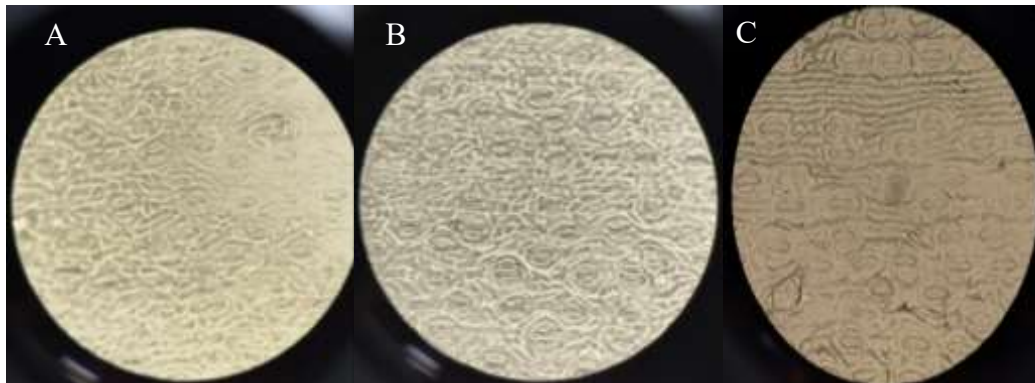
kelembaban yang rendah, juga dilanjutkan dengan literatur Drake *dkk.* (2013) menemukan bahwa panjang dan lebar stomata berbanding terbalik dengan jumlahnya; ketika jumlah stomata banyak, ukurannya kecil, dan sebaliknya, ketika jumlah stomata sedikit, ukurannya besar., dan dilihat pada Tabel 3. jumlah stomata di kabupaten Simalungun tinggi yaitu 38,2 unit.



Gambar 6. Panjang stomata dan Lebar Stomata di kabupaten Simalungun

Pada Tabel 3. uji DMRT taraf 5% parameter jumlah stomata yang menyatakan bahwa di kabupaten Simalungun menunjukkan berbeda nyata terhadap Serdang Bedagai dan Deli Serdang. Hasil yang menunjukkan bahwa Simalungun memiliki jumlah stomata yang lebih tinggi yaitu 38,2 unit dibandingkan dengan Serdang Bedagai dan Deli Serdang di duga bahwa pada Simalugun memilki unsur hara N yang tinggi dikarenakan dengan usur hara N yang tinggi dapat dilihat pada data analisis unsur hara pada Lampiran 16. maka dapat meningkatkan jumlah stomata yang dimana stomata yang membantu fotosintesis. Hal ini sesuai dengan literatur Nadiyah *et al.,* (2023) yang menyatakan bahwa unsur hara sangat penting untuk pertumbuhan tanaman, jumlah stomata dapat meningkat ketika hara nitrogen disediakan. Stomata memainkan peran penting dalam fotosintesis dan transpirasi. Kemampuan stomata

sebagai tempat pertukaran CO₂ untuk berlangsungnya fotosintesis dan sebagai tempat berkurangnya air selama waktu berlangsung. Jumlah stomata Deli Serdang, Serdang Bedagai dan Simalungun dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Jumlah stomata A (Deli Serdang), B (Serdang Bedagai) dan C (Simalungun)

Korelasi antara iklim dengan fisiologi tanaman kelapa di Kabupaten Deli Serdang

Tabel 4. Korelasi hubungan lingkungan dengan peubah fisiologis tanaman kelapa sawit di Kabupaten Deli Serdang

Kandungan	Suhu	Curah Hujan	Intensitas cahaya	Kelembaban
Klorofil a	-.138	.565	-.300	-.008
Klorofil b	-.284	.085	-.032	-.047
Klorofil Total	-.688	.191	-.546	-.681
Jumlah Stomata	-.578	.678	-.909*	-.899*
Panjang Stomata	.640	-.602	.710	.543
Lebar Stomata	.805	-.082	.591	.794
ANR	.767	-.121	.691	.864
Prolin	-.632	-.161	-.255	-.474

Hasil analisis korelasi pada Tabel 4. antara klorofil a dengan suhu -.138 menunjukkan hubungan korelasi negatif yang tidak signifikan karena nilai sig. (2-

tailed) $.825 > 0,05$, artinya maka tidak ada korelasi signifikan secara statistik. Nilai korelasi klorofil b dengan suhu $-.284$ menunjukkan hubungan korelasi negatif lemah dan tidak signifikan karena nilai sig. (2-tailed) $.643 > 0,05$ diartikan tidak berkorelasi signifikan secara statistik. Korelasi klorofil total dengan suhu $-.688$ menunjukkan hubungan korelasi negatif kuat dan tidak berkorelasi signifikan karena nilai sig. (2-tailed) $.199 > 0,05$. Korelasi jumlah stomata dengan suhu $-.578$ menunjukkan hubungan korelasi negatif sedang dan tidak berkorelasi signifikan karena sig. (2-tailed) $.307 > 0,05$. Korelasi panjang stomata dengan suhu $.640$ menunjukkan hubungan korelasi positif kuat tetapi tidak berkorelasi signifikan karena nilai sig. (2-tailed) $.245 > 0,05$. Korelasi lebar stomata dengan suhu $.805$ menunjukkan hubungan korelasi positif kuat tetapi tidak berkorelasi signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $.101 > 0,05$. Korelasi ANR dengan suhu $.767$ menunjukkan hubungan korelasi positif kuat tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $.130 > 0,05$. Korelasi prolin dengan suhu $-.632$ menunjukkan hubungan korelasi negatif kuat dan tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $.253 > 0,05$. Nilai sig. (2-tailed) dapat dilihat pada Lampiran 4.

Hasil korelasi klorofil a dengan curah hujan $.565$ menunjukkan hubungan korelasi positif sedang tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $.321 > 0,05$. Korelasi klorofil b dengan curah hujan $.085$ menunjukkan tidak ada hubungan korelasi dan tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $.892 > 0,05$. Korelasi klorofil total dengan curah hujan $.191$ menunjukkan tidak ada hubungan korelasi dan tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $.758 > 0,05$. Korelasi jumlah stomata

dengan curah hujan .678 menunjukkan bahwa ada hubungan korelasi positif kuat tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $.208 > 0,05$. Korelasi panjang stomata dengan curah hujan $-.602$ menunjukkan bahwa ada hubungan negatif sedang tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $.283 > 0,05$. Korelasi lebar stomata dengan curah hujan $-.082$ menunjukkan tidak ada hubungan korelasi dan tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $.895 > 0,05$. Korelasi ANR dengan curah hujan $-.121$ menunjukkan bahwa tidak ada hubungan korelasi dan tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $.847 > 0,05$. Korelasi prolin dengan curah hujan $-.161$ menunjukkan tidak ada hubungan korelasi dan tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $.795 > 0,05$. Nilai sig. (2-tailed) dapat dilihat pada Lampiran 5.

Hasil korelasi klorofil a dengan intensitas cahaya $-.300$ menunjukkan ada hubungan korelasi negatif lemah tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $.642 > 0,05$. Korelasi klorofil b dengan intensitas cahaya $-.032$ menunjukkan tidak ada hubungan korelasi dan tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $.959 > 0,05$. Korelasi klorofil total dengan intensitas cahaya $-.546$ menunjukkan ada hubungan korelasi negatif sedang tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $.341 > 0,05$. Korelasi jumlah stomata dengan intensitas cahaya $-.909^*$ menunjukkan ada hubungan korelasi negatif sempurna dan berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $.032 < 0,05$. Korelasi panjang stomata dengan intensitas cahaya $.710$ menunjukkan ada hubungan korelasi positif kuat tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $.179 > 0,05$.

Korelasi lebar stomata dengan intensitas cahaya .591 menunjukkan ada hubungan korelasi positif sedang tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $.294 > 0,05$. Korelasi ANR dengan intensitas cahaya .691 menunjukkan ada hubungan korelasi positif kuat tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $.197 > 0,05$. Korelasi prolin dengan intensitas cahaya $-.255$ menunjukkan ada hubungan korelasi negatif lemah dan tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $.679 > 0,05$. Nilai sig. (2-tailed) dapat dilihat pada Lampiran 6.

Hasil korelasi klorofil a dengan kelembaban $-.008$ menunjukkan tidak ada hubungan korelasi dan tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $.989 > 0,05$. Korelasi klorofil b dengan kelembaban $.047$ menunjukkan tidak ada hubungan korelasi dan tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $.940 > 0,05$. Korelasi klorofil total dengan kelembaban $-.681$ menunjukkan ada hubungan korelasi negatif kuat tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $.206 > 0,05$. Korelasi jumlah stomata dengan kelembaban $-.899^*$ menunjukkan ada hubungan korelasi negatif sempurna dan berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $.038 < 0,05$. Korelasi positif sedang panjang stomata dengan kelembaban tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $> 0,05$. Korelasi positif kuat lebar stomata dengan kelembaban tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $> 0,05$. Korelasi positif sempurna ANR dengan kelembaban tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $> 0,05$. Korelasi negatif sedang prolin dengan kelembaban dan tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) $> 0,05$. Nilai

sig. (2-tailed) dapat dilihat pada Lampiran 7.

Berdasarkan hasil korelasi fisiologis tanaman kelapa sawit dengan lingkungan kabupaten Deli Serang di duga tidak mengalami faktor lingkungan yang ekstrim dan tingkat stress lingkungan masih dalam batas toleransi, maka itulah yang menjadikan tidak memicu perubahan signifikan kandungan klorofil a, klorofil b, klorofil total, panjang stomata, lebar stomata, aktivitas nitrat reduktase dan prolin dan stomata pada tanaman kelapa sawit. Menurut Islam *et al*, (2021) kandungan klorofil a dan b pada tanaman cenderung stabil pada tahap awal cekaman lingkungan dan baru menunjukkan penurunan yang signifikan ketika stres berlangsung lebih lama dan intensitasnya meningkat, akumulasi prolin pada tanaman hanya terjadi secara nyata saat tanaman mengalami cekaman berat, seperti kekeringan ekstrem atau defisit air yang berkepanjangan. Berdasarkan hasil korelasi bahwa panjang stomata tidak berkorelasi terhadap lingkungan di Deli Serdang intensitas rendah dapat dilihat pada Lampiran24. Hal ini menurut literatur Karubuy *dkk*. (2018) menyatakan bahwa daun yang tumbuh dalam intensitas cahaya rendah cenderung memiliki jumlah stomata yang lebih sedikit dengan ukuran yang relatif lebih besar. Hal ini disebabkan karena sinar matahari memainkan peran utama dalam pembentukan stomata pada daun. Sinar matahari yang cukup akan diserap oleh klorofil, sehingga meningkatkan laju fotosintesis.

Korelasi antara iklim dengan fisiologi tanaman kelapa di Kabupaten Serdang Bedagai

Tabel 5. Korelasi hubungan lingkungan dengan peubah fisiologis tanaman kelapa sawit di Kabupaten Serdang Bedagai

Kandungan	Suhu	Curah Hujan	Intensitas cahaya	Kelembaban
Klorofil a	-.992**	-.078	.310	-.061
Klorofil b	-.183	-.772	-.556	.135
Klorofil Total	-.235	-.813	-.610	.198
Jumlah Stomata	.853	.062	-.342	.337
Panjang Stomata	.648	.658	.191	-.167
Lebar Stomata	.667	.558	.151	.009
ANR	.837	.068	-.280	.372
Prolin	.229	.443	.853	-.459

Hasil korelasi pada Tabel 5. kandungan klorofil a dengan suhu ada hubungan korelasi negatif sempurna maka berkorelasi dikarenakan nilai sig. (2-tailed) < 0,05. Korelasi klorofil b dengan suhu tidak ada korelasi dan tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) > 0,05. Korelasi klorofil total dengan suhu ada hubungan korelasi negatif lemah tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) > 0,05. Korelasi jumlah stomata dengan suhu ada hubungan korelasi positif sempurna tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) > 0,05. Korelasi panjang stomata dengan suhu ada hubungan korelasi positif kuat tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) > 0,05. Korelasi lebar stomata dengan suhu ada hubungan korelasi positif kuat tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) > 0,05. Korelasi ANR dengan

suhu ada hubungan korelasi positif sempurna tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai $\text{sig. (2-tailed)} > 0,05$. Korelasi prolin dengan suhu ada hubungan korelasi negatif lemah dan tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai $\text{sig. (2-tailed)} > 0,05$. Nilai sig. (2-tailed) dapat dilihat pada Lampiran 8.

Hasil nilai korelasi klorofil a dengan curah hujan ada korelasi negatif dan tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai $\text{sig. (2-tailed)} > 0,05$. Korelasi klorofil b dengan curah hujan ada hubungan korelasi negatif kuat tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai $\text{sig. (2-tailed)} > 0,05$. Korelasi klorofil total dengan curah hujan ada hubungan korelasi negatif sempurna tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai $\text{sig. (2-tailed)} > 0,05$. Korelasi jumlah stomata dengan curah hujan tidak ada korelasi dan tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai $\text{sig. (2-tailed)} > 0,05$. Korelasi panjang stomata dengan curah hujan ada hubungan korelasi positif kuat tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai $\text{sig. (2-tailed)} > 0,05$. Korelasi lebar stomata dengan curah hujan ada hubungan positif sedang tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai $\text{sig. (2-tailed)} > 0,05$. Korelasi ANR dengan curah hujan tidak ada korelasi dan tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai $\text{sig. (2-tailed)} > 0,05$. Korelasi prolin dengan curah hujan ada hubungan korelasi positif sedang tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai $\text{sig. (2-tailed)} > 0,05$ data dapat dilihat pada Lampiran 9.

Hasil korelasi intensitas cahaya dengan parameter fisiologi tanaman bahwa klorofil a ada hubungan korelasi positif lemah, klorofil b ada hubungan korelasi negatif sedang, klorofil total ada hubungan korelasi negatif kuat, jumlah stomata ada hubungan korelasi negatif lemah, panjang stomata tidak ada korelasi,

lebar stomata tidak ada korelasi, ANR ada hubungan korelasi negatif lemah dan prolin ada hubungan korelasi positif sempurna, tetapi intensitas cahaya dengan fisiologis tanaman tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) > 0,05. Nilai sig. (2-tailed) dapat dilihat pada Lampiran 10.

Hasil korelasi kelembaban dengan parameter fisiologis tanaman kelapa sawit dapat dilihat bahwa pada Tabel 5. klorofil a, klorofil b, klorofil total, panjang stomata dan lebar stomata tidak ada korelasi dan juga tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) > 0,05. Pada jumlah stomata ada hubungan korelasi positif lemah, prolin ada hubungan korelasi negatif sedang dan ANR ada hubungan korelasi positif lemah, tetapi tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) > 0,05. Nilai sig. (2-tailed) dapat terlihat pada Lampiran 11.

Berdasarkan hasil korelasi lingkungan dengan performa fisiologis tanaman kelapa sawit di kabupaten Serdang Bedagai diduga bahwa tanaman kelapa sawit sudah beradaptasi dengan iklim yang terjadi seperti prolin yang tinggi tetapi tanaman kelapa sawit tidak mengalami stress dikarenakan curah hujan harian menunjukkan tidak sampai menimbulkan kekeringan dapat dilihat pada Lampiran 19. pada hasil korelasi negatif klorofil b dan klorofil total diduga kelapa sawit mengurangi investasi klorofil secara berlebih dikarenakan sudah mencukupi untuk fotosintesis. Bahwa ini berdasarkan dengan literatur Corlay dan Tinker (2016) yang menyatakan bahwa kelapa sawit menunjukkan kemampuan fotoaklimatisasi dengan menyesuaikan kandungan klorofil saat cahaya berlebih untuk menghindari photoinhibition (kerusakan fotosintesis akibat radiasi tinggi) dan juga menurut Jazayeri *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa di bawah radiasi

cahaya tinggi, kelapa sawit mengurangi sintesis klorofil b untuk mengoptimalkan efisiensi penggunaan cahaya. Ini adalah strategi aklimasi yang umum pada tanaman tahunan tropis untuk menyeimbangkan penangkapan energi dan fotoproteksi. Tetapi pada klorofil a terdapat hubungan korelasi negatif sangat kuat dan signifikan terhadap faktor suhu dikarenakan suhu diserdang bedagai berkisar 28-30°C hal ini diduga bahwa setiap kenaikan suhu maka terjadi penurunan klorofil a, tetapi dengan suhu tersebut bahwasannya suhu udara tidak selalu sama dengan suhu daun jika daun terkena matahari langsung maka suhu daun akan meningkat, hal ini sesuai dengan literatur Lambers *et al.*, (2008) yang menyatakan bahwa suhu tinggi dapat meningkatkan kepadatan stomata pada beberapa tanaman tropis untuk meningkatkan pendinginan melalui transpirasi, meskipun respons ini sangat spesifik tergantung jenis tanamannya.

Korelasi antara iklim dengan fisiologi tanaman kelapa di Kabupaten Simalungun

Tabel 6. Korelasi hubungan lingkungan dengan peubah fisiologis tanaman kelapa sawit di Kabupaten Simalungun

Kandungan	Suhu	Curah Hujan	Intensitas cahaya	Kelembaban
Klorofil a	-.695	.179	.128	-.092
Klorofil b	-.950*	.922*	.939*	-.474
Klorofil Total	-.970**	.900*	.913*	-.458
Jumlah Stomata	-.243	-.201	-.076	-.628
Panjang Stomata	-.051	-.505	.406	.592
Lebar Stomata	-.215	-.045	-.208	.677
ANR	.815	-.408	-.338	.119
Prolin	.699	.609	-.649	.761

Keterangan: *ada hubungan korelasi antar variabel ($\alpha = 0,05$)

Hasil dari korelasi kandungan klorofil a dan prolin tidak terdapat hubungan korelasi yang signifikan terhadap faktor iklim dikarenakan bahwa diduga ketersediaan unsur hara dalam tanah memiliki pengaruh yang lebih dominan terhadap kandungan klorofil a dan prolin pada tanaman dibandingkan dengan faktor iklim. Menurut Singh *et al.* (2020) menyatakan di mana defisiensi mikronutrien (Fe/Zn) meningkatkan akumulasi prolin 3,2 kali lebih besar daripada stres suhu. Menurut Wang dan Smith (2022) menyatakan lebih lanjut menunjukkan bahwa ameliorasi tanah dapat menjelaskan 54-72% variasi prolin daun, jauh melampaui pengaruh variabel iklim (<15%). Meskipun faktor iklim seperti suhu dan curah hujan tetap berperan dalam fisiologi tanaman dominansi faktor edafik menjadi semakin nyata ketika ketersediaan hara tanah optimal atau menjadi faktor pembatas.

Hasil Korelasi Negatif dengan Suhu $r = -0.950$ untuk klorofil b, $r = -0.970$ untuk klorofil total hubungan negatif yang sangat signifikan dikarenakan nilai sig. (2-tailed) < 0,05 dapat dilihat pada Lampiran. Menunjukkan bahwa peningkatan suhu lingkungan berbanding terbalik dengan kandungan klorofil. Hasil ini sejalan dengan penelitian Sianipar (2021) yang menyatakan bahwa suhu harian rata-rata di atas 32°C menyebabkan penurunan kandungan klorofil sebesar 25-30% pada tanaman perkebunan di Sumatera Utara. Korelasi Positif dengan Curah Hujan $r = 0.922$ untuk klorofil b, $r = 0.900$ untuk klorofil total. Nilai korelasi positif yang signifikan menunjukkan bahwa ketersediaan air melalui curah hujan berperan penting dalam sintesis klorofil. Temuan ini diperkuat oleh hasil penelitian Hakim *dkk.*, (2022) yang melaporkan bahwa tanaman di daerah dengan curah hujan bulanan >200 mm menunjukkan kandungan klorofil 15-20%

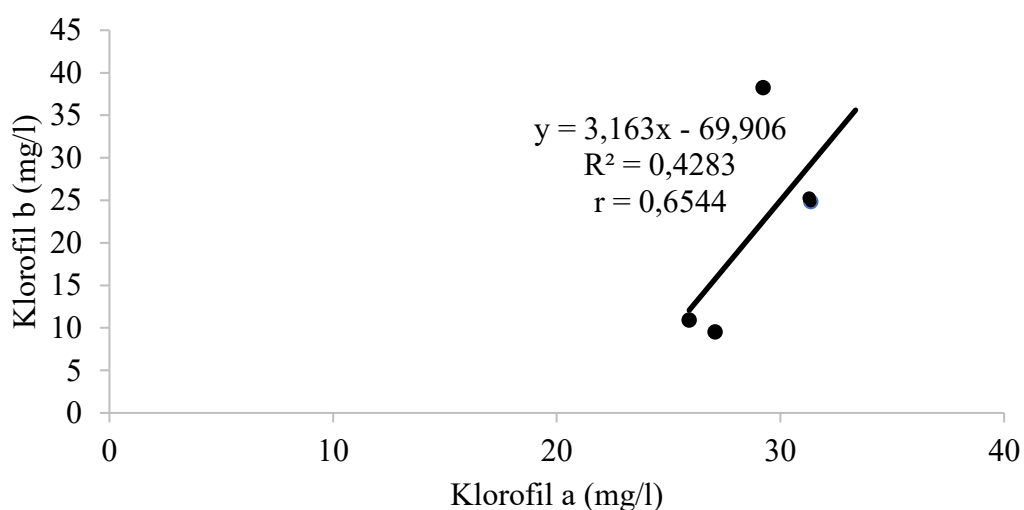
lebih tinggi dibanding daerah dengan curah hujan rendah. Air merupakan komponen esensial dalam reaksi fotolisis selama proses fotosintesis. Sedangkan Tidak Signifikan dengan Kelembaban ($r = -0.474$ untuk klorofil b; $r = -0.458$) untuk klorofil total) dalam penelitian Sitorus (2021) menyatakan bahwa Kelembaban relatif di Simalungun yang selalu tinggi ($>80\%$) menyebabkan tanaman telah beradaptasi sempurna.

Hasil korelasi dari kandungan jumlah stomata tidak ditemukan korelasi signifikan antara jumlah stomata dengan seluruh parameter lingkungan (suhu, curah hujan, intensitas cahaya, dan kelembaban). Hal ini sesuai dengan penelitian Zhang *et al.* (2023) dalam *Plant Physiology* yang menyatakan bahwa kepadatan stomata lebih dipengaruhi oleh faktor genetik daripada kondisi lingkungan jangka pendek. Pada hasil panjang dan lebar stomata terdapat tren positif antara dimensi stomata dengan kelembaban, meskipun tidak signifikan secara statistik. Hasil ini sejalan dengan Chen dan Smith (2022) yang menemukan bahwa kelembaban tinggi ($>80\%$) dapat memicu peningkatan ukuran stomata hingga 15% pada beberapa spesies tanaman. Namun, penelitian Siregar *et al.*, (2023) menyatakan bahwa respons ini sangat spesifik spesies dan tidak konsisten pada semua tanaman. Pada kandungan ANR menunjukkan tren positif tertinggi dengan suhu $r = 0.815$, meskipun tidak signifikan. Menurut Wang *et al.* (2024) bahwa aktivitas enzim nitrogen metabolisme cenderung meningkat seiring kenaikan suhu hingga titik optimum 28-32°C.

Hubungan regresi antara peubah fisiologi tanaman kelapa sawit di Kabupaten Deli Serdang

Tabel 7. Klorofil a dan klorofil b di Kabupaten Deli Serdang (DS)

Sampel	Parameter	
	Klorofil a (mg/l)	Klorofil b (mg/l)
DS 1	31,36	24,85
DS 2	27,08	9,51
DS 3	29,23	38,24
DS 4	25,92	10,89
DS 5	31,29	25,23



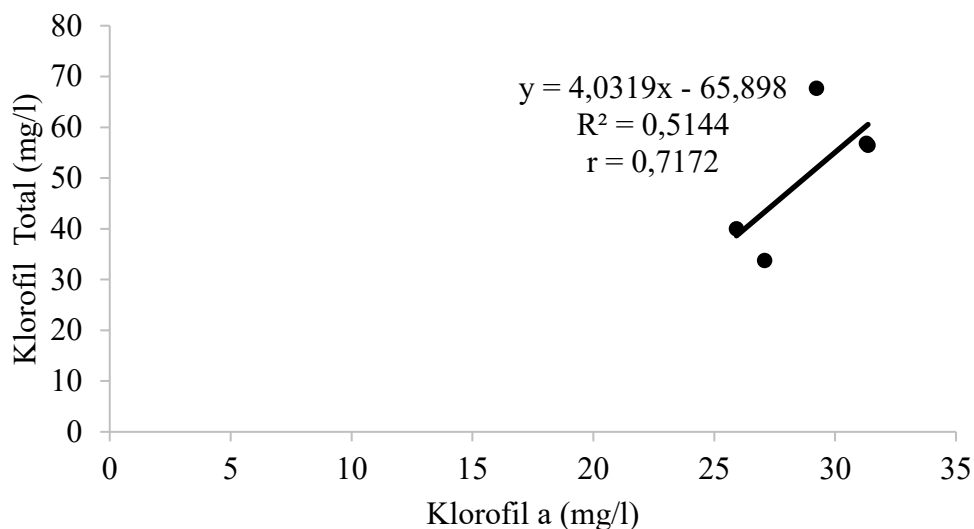
Gambar 8. Hubungan regresi antara klorofil a dan klorofil b di Deli Serdang

Berdasarkan hasil analisis regresi linier positif sedang diatas dapat dilihat pada Tabel 6. antara kandungan klorofil a dan klorofil b pada tanaman kelapa sawit di Deli Serdang, diperoleh persamaan regresi $y = 3,163x - 69,906$ dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,4283$. Nilai ini menunjukkan bahwa sekitar 42,83% variasi kadar klorofil b dapat dijelaskan oleh variasi klorofil a. Sisanya sebesar 57,17% dipengaruhi oleh faktor lain seperti umur daun, intensitas cahaya, dan

status hara daun. Hubungan ini menunjukkan korelasi positif sedang antara kedua jenis klorofil, yang mengindikasikan bahwa peningkatan klorofil a cenderung diikuti oleh peningkatan klorofil b. Pengamatan klorofil daun dilakukan pada pelepah daun ke 17 dikarenakan pada pelepah daun yang ke 17 puncak tertinggi respon fotosintesis dibanding pada daun ke 25. Hal ini sesuai dengan literatur Romero *et.al*, (2022) yang menyatakan bahwa Pada tanaman kelapa sawit yang berusia 14 tahun, daun paling akhir, daun ke-33, menunjukkan kemampuan fotosintesis paling rendah karena tanda-tanda penuaan. Jika dibandingkan dengan daun nomor 9 dan seterusnya, yang cenderung stabil dalam melakukan fotosintesis, daun ke-17 menunjukkan puncak respons fotosintesis tertinggi dan nilai produksi fotosintesis quantum tertinggi. Ini terkait dengan pematangan dan stabilitas metabolik daun pada kanopi kelapa sawi.

Tabel 8. Klorofil a dan Klorofil total di Kabupaten Deli Serdang (DS)

Sampel	Parameter	
	Klorofil a (mg/l)	Klorofil Total (mg/l)
DS 1	31,36	56,42
DS 2	27,08	33,76
DS 3	29,23	67,68
DS 4	25,92	39,99
DS 5	31,29	56,8

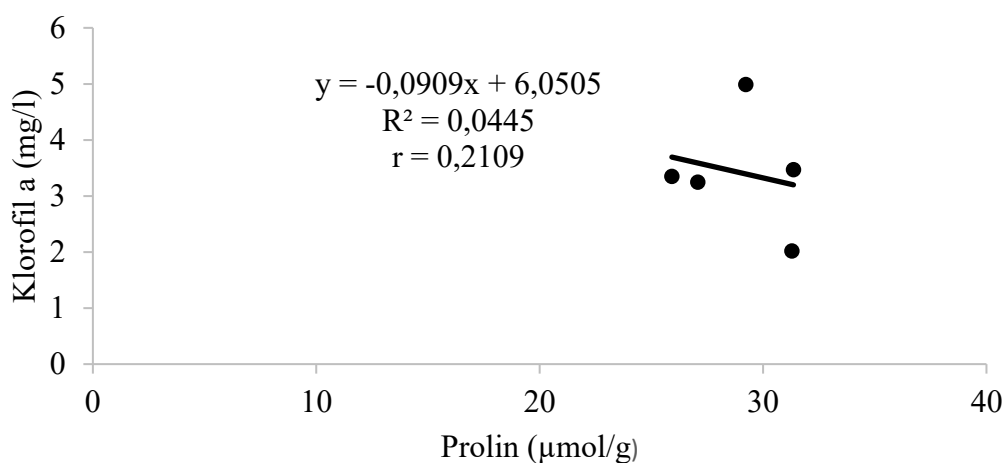


Gambar 9. Hubungan regresi antara klorofil a dengan klorofil total

Berdasarkan analisis regresi linier positif sedang diatas dapat dilihat pada Tabel 7. antara kandungan klorofil a dengan klorofil total, diperoleh persamaan $y = 4,0319x - 65,898$ dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,5144$. Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan linier negatif dan sedang antara klorofil a dengan klorofil total, di mana peningkatan kandungan klorofil a cenderung diikuti oleh peningkatan kandungan klorofil total. Nilai koefisien determinasi sebesar 51,44% mengindikasikan bahwa klorofil a berkontribusi secara signifikan dalam menjelaskan variasi klorofil total, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain seperti klorofil b, umur daun, atau kondisi lingkungan.. Menurut literatur Lichtenthaler (2019) yang menyatakan bahwa kemungkinan akibat pengaruh pigmen aksesori seperti klorofil b dan karotenoid.

Tabel 9. Klorofil a dan prolin di Kabupaten Deli Serdang (DS)

Sampel	Parameter	
	Klorofil a (mg/l)	Prolin ($\mu\text{mol/g}$)
DS 1	31,36	3,47
DS 2	27,08	3,25
DS 3	29,23	4,99
DS 4	25,92	3,35
DS 5	31,29	2,02



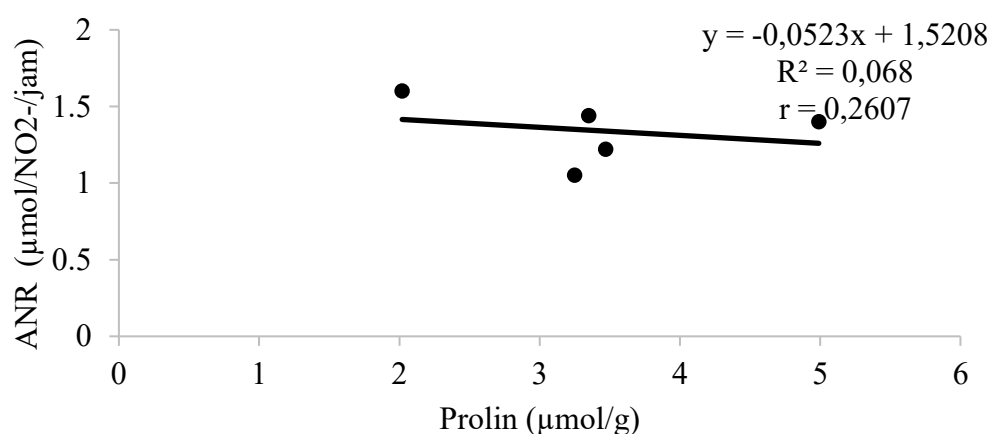
Gambar 10. Hubungan regresi antara prolin dan klorofil a

Berdasarkan hasil analisis regresi linier negatif lemah diatas dapat dilihat pada data Tabel 8. menunjukkan hubungan negatif yang lemah antara kandungan klorofil a dengan akumulasi prolin pada tanaman di wilayah Deli Serdang. Persamaan regresi $y = -0,0909x + 6,0505$ dengan koefisien determinasi R^2 sebesar 0,0445 mengindikasikan bahwa hanya 4,45% variasi kandungan prolin dapat dijelaskan oleh kandungan klorofil a. Slope sebesar -0,0909 menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1 mg/L klorofil a berkorelasi dengan penurunan 0,0909 $\mu\text{g/g}$ prolin, meskipun hubungan ini tidak signifikan secara

statistik Hasil ini sesuai dengan temuan Kishor dan Sreenivasulu (2022) yang menyatakan bahwa akumulasi prolin lebih dipengaruhi oleh kondisi stres lingkungan daripada kandungan klorofil. Tidak signifikannya hubungan antara kedua parameter ini dapat dijelaskan oleh beberapa faktor. Menurut Ashraf dan Foolad (2020) menyatakan bahwa prolin terutama terakumulasi sebagai respons terhadap berbagai stres abiotik seperti kekeringan, salinitas, atau kekurangan nutrisi, bukan sebagai produk langsung dari metabolisme klorofil.

Tabel 10. Prolin dan Aktivitas Nitrat Reduktase di Kabupaten Deli Serdang (DS)

Sampel	Parameter	
	Prolin ($\mu\text{mol/g}$)	Aktivitas Nitrat Reduktase ($\mu\text{mol/NO}_2\text{-/jam}$)
DS 1	3,47	1,22
DS 2	3,25	1,05
DS 3	4,99	1,4
DS 4	3,35	1,44
DS 5	2,02	1,6

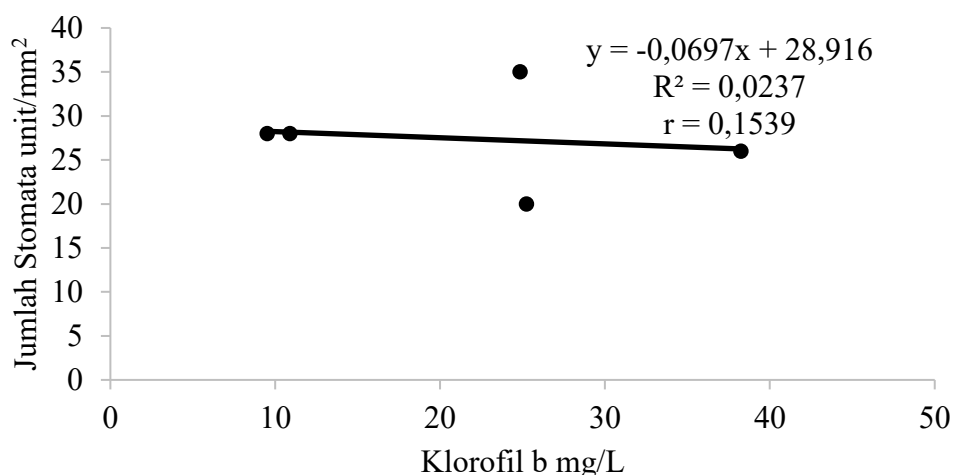


Gambar 11. Hubungan regresi antara prolin dan Aktivitas Nitrat Reduktase

Hasil analisis regresi linier negatif sangat lemah diatas dapat dilihat pada Tabel 9. menunjukkan hubungan negatif yang sangat lemah antara akumulasi prolin dengan aktivitas enzim nitrat reduktase (ANR) pada tanaman kelapa sawit di wilayah Deli Serdang. Persamaan regresi $y = -0,0523x + 1,5208$ dengan koefisien determinasi R^2 sebesar 0,068 mengindikasikan bahwa hanya 6,8% variasi aktivitas ANR dapat dijelaskan oleh kandungan prolin. Slope sebesar -0,0523 menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1 $\mu\text{mol/g}$ prolin berkorelasi dengan penurunan 0,0523 unit aktivitas ANR. Menurut penelitian Nurwahyuni dan Putra (2019), bahwa aplikasi kalsium pada kelapa sawit yang mengalami stres kekeringan menyebabkan penurunan ABA, peningkatan kadar prolin, dan aktivitas nitrat reduktase, yang kemudian meningkatkan laju fotosintesis. Sebaliknya, pada kondisi stres tanpa perlakuan, aktivitas NR cenderung menurun seiring kenaikan prolin. Kondisi stres menyebabkan akumulasi prolin sebagai osmoprotektan, sementara metabolisme nitrogen dan Aktivitas Nitrat Reduktase terganggu.

Tabel 11. Klorofil b dan Jumlah stomata di Kabupaten Deli Serdang (DS)

Sampel	Parameter	
	Klorofil b (mg/l)	Jumlah Stomata (unit/mm ²)
DS 1	24,85	35
DS 2	9,51	28
DS 3	38,24	26
DS 4	10,89	28
DS 5	25,23	20

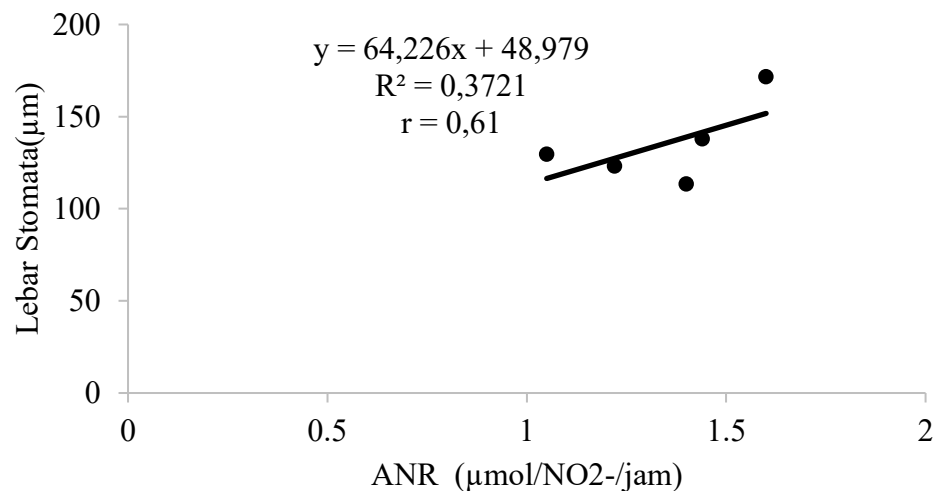


Gambar 12. Hubungan regresi antara klorofil b dan jumlah stomata

Hasil analisis regresi linier negatif sangat lemah diatas dapat dilihat pada Tabel 10. menunjukkan hubungan negatif yang sangat lemah antara kandungan klorofil b dengan jumlah stomata pada tanaman di Deli Serdang. Persamaan regresi $y = -0,0697x + 28,916$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,0237 mengindikasikan bahwa hanya 2,37% variasi jumlah stomata dapat dijelaskan oleh kandungan klorofil b. Slope sebesar -0,0697 menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1 mg/l klorofil b berkorelasi dengan penurunan 0,0697 unit jumlah stomata per mm² daun, meskipun hubungan ini tidak signifikan secara statistik. Hal ini sesuai dengan penelitian Setiawan (2023) yang menyatakan bahwa faktor lingkungan seperti intensitas cahaya memengaruhi lebih banyak kerapatan stomata dan ketersediaan air daripada kandungan pigmen daun.

Tabel 12. Aktivitas Nitrat Reduktase dan Lebar Stomata di Kabupaten Deli Serdang (DS)

Sampel	Parameter	
	Aktivitas Nitrat Reduktase ($\mu\text{mol}/\text{NO}_2^-/\text{jam}$)	Lebar Stomata (μm)
DS 1	1,22	123,12
DS 2	1,05	129,6
DS 3	1,4	113,45
DS 4	1,44	137,96
DS 5	1,6	171,72



Gambar 13. Hubungan regresi antara Aktivitas Nitrat Reduktase dengan Jumlah Stomata

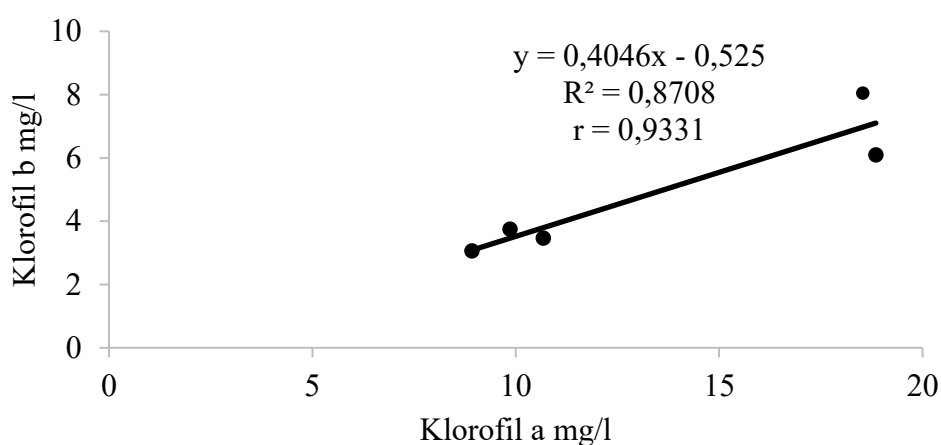
Hasil analisis regresi linier positif lemah antara aktivitas nitrat reduktase (ANR) dengan lebar stomata pada tanaman kelapa sawit dapat dilihat pada data Tabel 11. menunjukkan hubungan positif lemah, dengan persamaan regresi $y = 64,226x + 48,979$ dan koefisien determinasi $R^2 = 0,3721$. Hal ini mengindikasikan bahwa sebesar 37,21% variasi lebar stomata dapat dijelaskan oleh perubahan pada aktivitas nitrat reduktase, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain seperti suhu, cahaya, dan ketersediaan air. Berdasarkan penelitian Arif *et. al.*, (2022)

yang menyatakan bahwa peningkatan aktivitas ANR berkorelasi dengan perluasan lebar stomata. Bahwa enzim ANR berperan penting dalam metabolisme nitrogen tanaman, dimana produk hasil aktivitasnya berupa nitrit dan amonia merupakan prekursor bagi sintesis asam amino yang diperlukan untuk mempertahankan tekanan turgor sel penjaga stomata.

Hubungan regresi antara fisiologi tanaman kelapa sawit di Kabupaten Serdang Bedagai

Tabel 13. Klorofil a dan klorofil b di Kabupaten Serdang Bedagai (SB)

Sampel	Parameter	
	Klorofil a (mg/l)	Klorofil b (mg/l)
SB 1	18,53	8,04
SB 2	8,92	3,06
SB 3	18,85	6,1
SB 4	9,86	3,75
SB 5	10,68	3,47

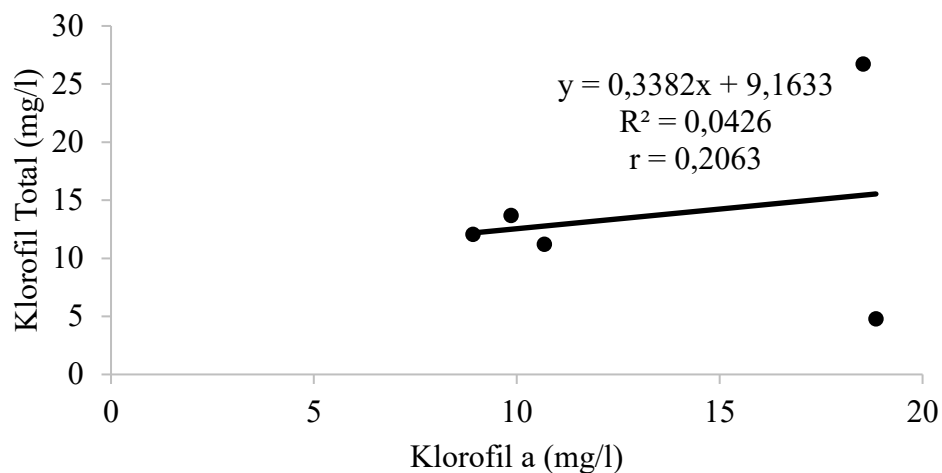


Gambar 14. Hubungan regresi antara klorofil a dengan klorofil b di Serdang Bedagai

Hasil analisis regresi linier positif antara kadar klorofil a dan klorofil b dapat dilihat pada Tabel 12. menghasilkan persamaan linear $y = 0,4046x - 0,525$ dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,8708$. Persamaan tersebut menunjukkan adanya hubungan positif antara klorofil a dan klorofil b, di mana peningkatan kadar klorofil a cenderung diikuti oleh peningkatan kadar klorofil b. Nilai koefisien regresi sebesar 0,4046x mengindikasikan bahwa setiap kenaikan 1 mg/l klorofil a akan meningkatkan kadar klorofil b sebesar 0,4046 mg/l. Namun, nilai R^2 yang hanya mencapai 87,08 % mengindikasikan bahwa hubungan antara kedua variabel ini tergolong sedang, dan sebagian besar variasi kadar klorofil b tidak sepenuhnya dapat dijelaskan oleh klorofil a. Hal ini didukung oleh literatur Taiz *et al*, (2015) yang menyatakan bahwa faktor fisiologis dan lingkungan yang memengaruhi sintesis dan akumulasi klorofil dalam jaringan daun. Salah satu faktor utama adalah intensitas dan kualitas cahaya. Hal ini dapat menyebabkan fluktuasi rasio klorofil a terhadap b. Selain itu menurut Kalaji *et al*, (2017) yang menyatakan bahwa ketersediaan nutrien, khususnya nitrogen dan magnesium, juga sangat mempengaruhi produksi klorofil karena kedua unsur tersebut merupakan komponen penting dalam struktur molekul klorofil.

Tabel 14. Klorofil a dan Klorofil total di Kabupaten Serdang Bedagai (SB)

Sampel	Parameter	
	Klorofil a (mg/l)	Klorofil Total (mg/l)
SB 1	18,53	26,71
SB 2	8,92	12,05
SB 3	18,85	4,79
SB 4	9,86	13,68
SB 5	10,68	11,19

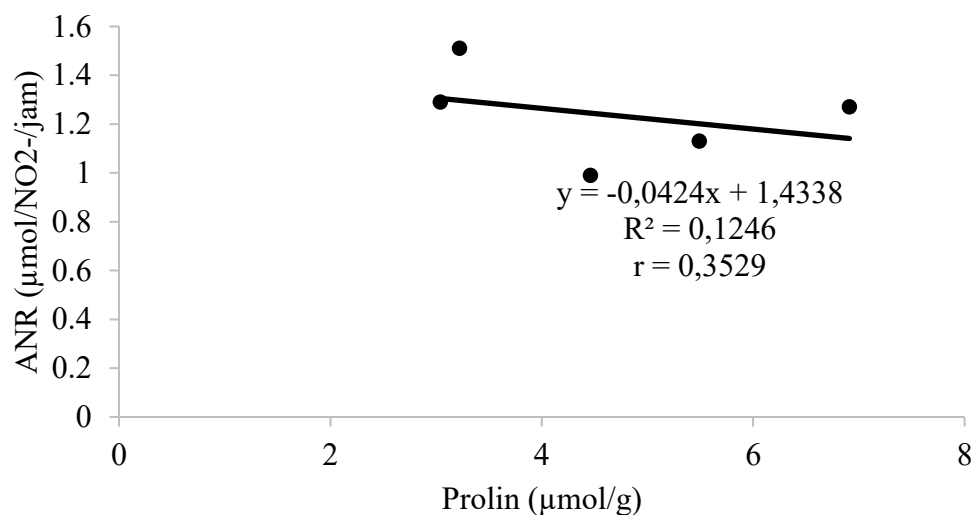


Gambar 15. Hubungan regresi antara klorofil a dengan klorofil total

Hasil analisis regresi positif sangat lemah antara klorofil a dan klorofil total di Serdang Bedagai dapat dilihat pada data Tabel 13. menghasilkan persamaan $y = 0,3382x + 9,1633$ dengan $R^2 = 0,0426$ yang memperlihatkan sekitar 4,26% variasi klorofil total dapat dijelaskan oleh kadar klorofil a. Hubungan ini menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif sangat lemah antara kandungan klorofil a dan klorofil total, di mana setiap kenaikan 1 mg/l klorofil a diperkirakan akan meningkatkan kadar klorofil total sebesar 0,3382 mg/l. Kontribusi klorofil a terhadap total menunjukkan peran pentingnya sebagai pigmen fotosintetik utama, meskipun sebagian variansanya tetap dipengaruhi oleh faktor lain seperti klorofil b dan kondisi lingkungan lokal. Hal ini selaras dengan temuan Ma dan Wang (2018), yang menunjukkan bahwa efek nitrogen, fosfor, serta variabilitas iklim seperti suhu dan curah hujan berperan signifikan dalam mempengaruhi konsentrasi klorofil a di sistem perairan. Di daerah lembap tropis seperti Serdang Bedagai, faktor lingkungan seperti intensitas cahaya, status hara (terutama N dan P), suhu, dan variabilitas hidrologi sangat memengaruhi dinamika klorofil.

Tabel 15. Prolin dan Aktivitas Nitrat Reduktase di Kabupaten Serdang Bedagai (SB)

Sampel	Parameter	
	Prolin ($\mu\text{mol/g}$)	Aktivitas Nitrat Reduktase ($\mu\text{mol/NO}_2\text{-/jam}$)
SB 1	4,46	0,99
SB 2	3,22	1,51
SB 3	5,49	1,13
SB 4	3,04	1,29
SB 5	6,91	1,27



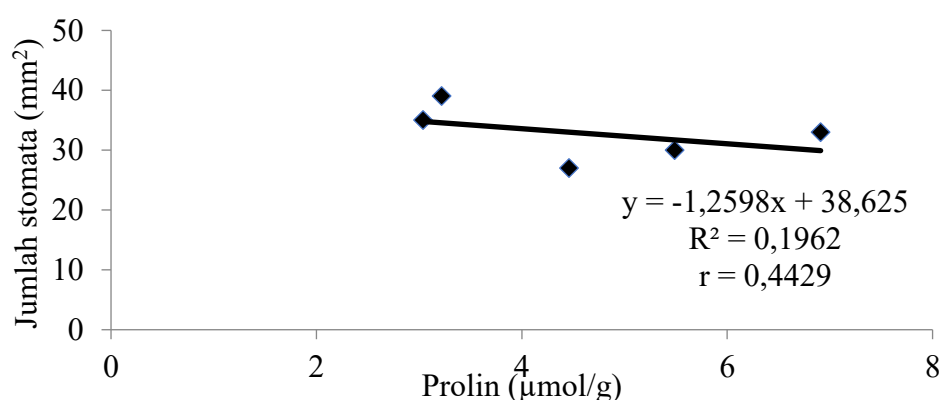
Gambar 16. Hubungan regresi antara prolin dengan Aktivitas Nitrat Reduktase

Berdasarkan hasil analisis regresi linier negatif sangat lemah antara kandungan prolin dan aktivitas nitrat reduktase (ANR) dapat dilihat pada data Tabel 14. diperoleh persamaan regresi linier $y = -0,0424x + 1,4338$ dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,1246$. Nilai ini menunjukkan bahwa sekitar 12,46% variasi ANR dapat dijelaskan oleh perubahan kadar prolin. Hubungan ini bersifat negatif dan lemah, artinya semakin tinggi kadar prolin, cenderung terjadi sedikit penurunan pada aktivitas nitrat reduktase, meskipun tidak signifikan secara

statistik. Hal ini sejalan dengan penelitian Abid *et.al*, (2019) yang menyatakan bahwa Hubungan negatif antara prolin dan ANR mengindikasikan bahwa peningkatan akumulasi prolin sebagai respons terhadap stres kemungkinan diiringi dengan penurunan aktivitas nitrat reduktase juga stres abiotik, seperti kekeringan atau salinitas, dapat menurunkan aktivitas ANR karena terganggunya penyerapan nitrogen oleh akar serta perubahan keseimbangan hormonal dalam tanaman.

Tabel 16. Prolin dan Jumlah Stomata di Kabupaten Serdang Bedagai (SB)

Sampel	Parameter	
	Prolin ($\mu\text{mol/g}$)	Jumlah Stomata (mm^2)
SB 1	4,46	27
SB 2	3,22	39
SB 3	5,49	30
SB 4	3,04	35
SB 5	6,91	33



Gambar 17. Hubungan antara prolin dengan jumlah stomata

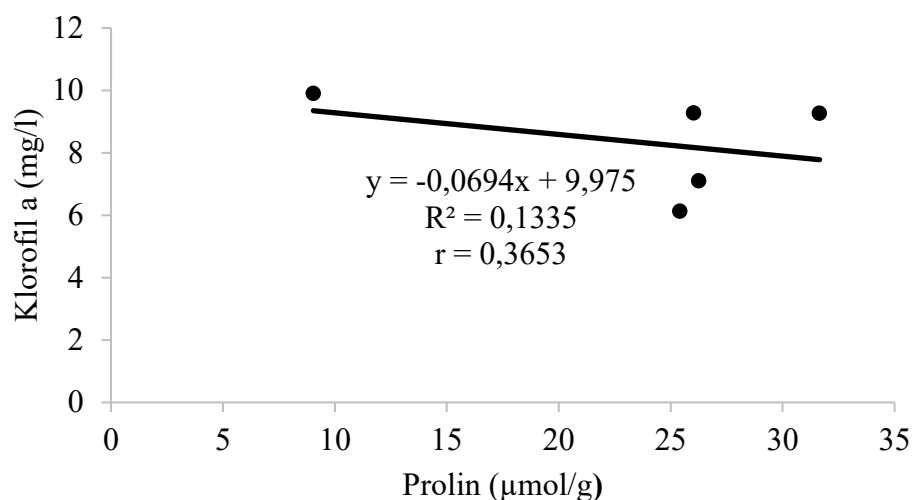
Berdasarkan hasil analisis regresi negatif sangat lemah antara kandungan prolin dan jumlah stomata dapat dilihat pada data Tabel 15. diperoleh persamaan

regresi linier $y = -1,2598x + 38,625$ dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,1962$. Nilai ini menunjukkan bahwa hanya sekitar 19,62% variasi jumlah stomata dapat dijelaskan oleh perubahan kadar prolin. Hubungan ini bersifat negatif lemah, artinya semakin tinggi kandungan prolin, cenderung terjadi penurunan jumlah stomata. Hal ini sesuai dengan literatur Hasanuzzaman *et al*, (2018) yang menyatakan bahwa Penurunan jumlah stomata seiring dengan peningkatan prolin menunjukkan mekanisme adaptasi tanaman terhadap stres. Dalam kondisi kekurangan air atau tekanan lingkungan lainnya, tanaman akan mengurangi jumlah atau menutup stomata untuk meminimalkan kehilangan air. Pada saat yang sama, akumulasi prolin meningkat sebagai respons perlindungan seluler.

Hubungan regresi fisiologi tanaman kelapa sawit di Kabupaten Simalungun

Tabel 17. Prolin dan Klorofil a di Kabupaten Simalungun (SML)

Sampel	Parameter	
	Prolin ($\mu\text{mol/g}$)	Klorofil a (mg/l)
SML 1	9,26	31,65
SML 2	9,9	9,04
SML 3	7,1	26,25
SML 4	6,13	25,41
SML 5	9,27	26,03

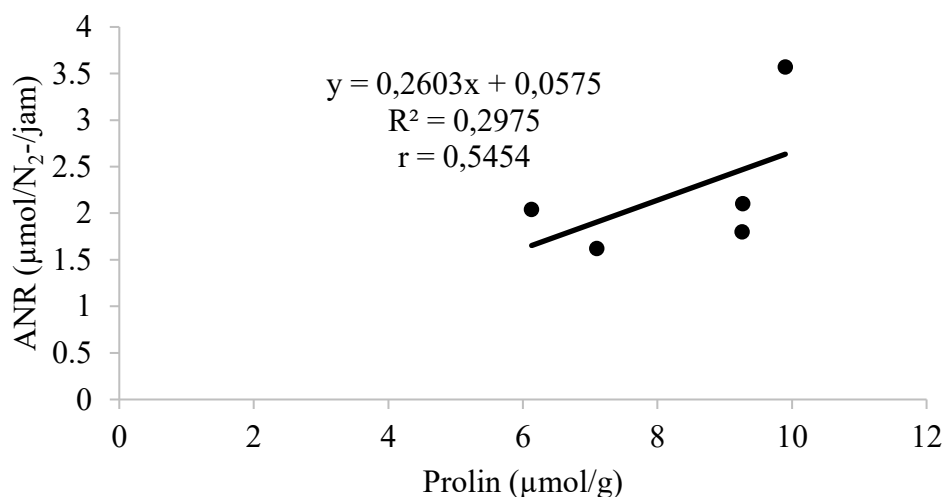


Gambar 18. Hubungan regresi antara prolin dengan klorofil a di Simalungun

Berdasarkan hasil analisis regresi linier negatif sangat lemah antara kandungan prolin dan kadar klorofil a pada tanaman di kabupaten Simalungun dapat dilihat pada data Tabel 13. diperoleh persamaan regresi linier $y = -0,0694x + 9,975$ dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,1335$. Nilai ini menunjukkan bahwa sekitar 13,35% variasi kandungan klorofil a dapat dijelaskan oleh kandungan prolin. Artinya, semakin tinggi kandungan prolin, cenderung diikuti dengan penurunan kadar klorofil a. Hal ini sesuai dengan literatur Harun (1997) bahwa penurunan klorofil a akibat akumulasi prolin diduga berkaitan dengan respon tanaman terhadap stres lingkungan, karena prolin umumnya meningkat dalam kondisi cekaman dan berfungsi sebagai osmoprotektan, sementara sintesis klorofil dapat terganggu dalam kondisi tersebut. Peningkatan prolin terjadi setelah resistansi stomata mencapai puncaknya dan sebelum terjadi pemulihan tekanan air daun. Penelitian ini menunjukkan bahwa prolin berfungsi sebagai indikator stres dan pengatur adaptasi fisiologis, sedangkan interaksi antara prolin dan NR turut mempengaruhi regulasi stomatal dalam menjaga efisiensi fotosintesis tanaman.

Tabel 18. Prolin dan Aktivitas Nitrat Reduktase di Kabupaten Simalungun (SML)

Sampel	Parameter	
	Prolin ($\mu\text{mol/g}$)	Aktivitas Nitrat Reduktase ($\mu\text{mol/NO}_2^-/\text{jam}$)
SML 1	9,26	1,8
SML 2	9,9	3,57
SML 3	7,1	1,62
SML 4	6,13	2,04
SML 5	9,27	2,1



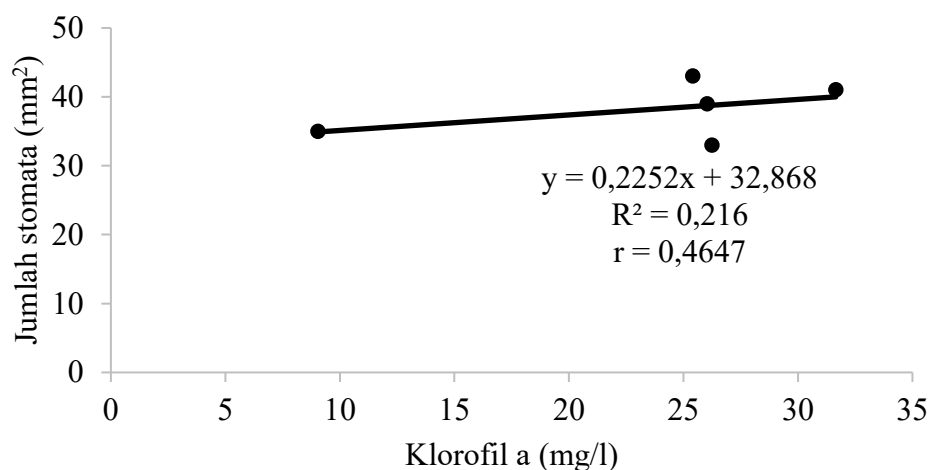
Gambar 19. Hubungan regresi antara prolin dengan Aktivitas Nitrat Reduktase

Berdasarkan hasil analisis regresi linier positif sedang antara kandungan prolin dan aktivitas nitrat reduktase (ANR) dapat dilihat pada data Tabel 17. diperoleh persamaan linier $y = 0,2603x + 0,0575$ dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,2975$. Nilai ini menunjukkan bahwa sekitar 29,75% variasi aktivitas nitrat reduktase dapat dijelaskan oleh kandungan prolin, dengan hubungan yang bersifat positif sedang. Artinya, semakin tinggi kandungan prolin, cenderung diikuti

dengan peningkatan aktivitas ANR. Korelasi positif antara prolin dan ANR mengindikasikan bahwa prolin tidak hanya berperan dalam mempertahankan struktur sel, tetapi juga berperan mendukung fungsi metabolisme nitrogen, termasuk aktivitas enzim nitrat reduktase. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Gao *et al*, (2023), yang melaporkan bahwa peningkatan prolin dalam kondisi stres membantu menjaga aktivitas NR dengan cara menstabilkan struktur enzim dan mencegah denaturasi akibat stres oksidatif. Bahwa di wilayah Kabupaten Simalungun, yang memiliki fluktuasi iklim tropis basah dan potensi tekanan lingkungan seperti curah hujan tidak merata, hubungan ini menunjukkan bahwa tanaman mampu mempertahankan aktivitas metabolisme nitrogen dengan meningkatkan kadar prolin sebagai mekanisme adaptif terhadap kondisi stress

Tabel 19. Klorofil a dan Jumlah Stomata di Kabupaten Simalungun (SML)

Sampel	Parameter	
	Klorofil a (mg/l)	Jumlah Stomata (mm ²)
SML 1	31,65	41
SML 2	9,04	35
SML 3	26,25	33
SML 4	25,41	43
SML 5	26,03	39



.Gambar 20. Hubungan regresi antara klorofil a dengan jumlah stomata

Hasil analisis regresi linier positif sedang antara kandungan klorofil a dan jumlah stomata pada tanaman kelapa sawit dapat dilihat pada data Tabel 18. yang menunjukkan persamaan regresi $y = 0,2252x + 32,868$ dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,216$. Nilai ini mengindikasikan bahwa sekitar 21,6% variasi jumlah stomata dapat dijelaskan oleh kandungan klorofil a, dan selebihnya dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Arah hubungan yang positif menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar klorofil a, cenderung diikuti oleh peningkatan jumlah stomata. Hal ini secara fisiologis karena klorofil a merupakan pigmen utama fotosintesis yang menangkap cahaya pada panjang gelombang biru dan merah. Semakin tinggi kandungan klorofil a, semakin aktif proses fotosintesis, yang umumnya juga seiring dengan peningkatan aktivitas stomata sebagai jalur masuk CO₂ yang diperlukan untuk proses tersebut. Hubungan ini sesuai dengan temuan Nurhidayati *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa kandungan klorofil berkaitan erat dengan kapasitas fotosintesis tanaman, dan kerap diikuti dengan perubahan densitas stomata sebagai bentuk adaptasi terhadap kebutuhan CO₂.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Performa fisiologis tanaman kelapa sawit tertinggi dengan kandungan klorofil a 2897,6 mg/l, klorofil b 4259,4 mg/l, klorofil total 7010,2 mg/l yaitu di Kabupaten Simalungun dengan kandungan prolin 833,2 $\mu\text{mol/g}$ yang tinggi dikarenakan unsur hara N yang rendah (0,14%)
2. Performa fisiologis tanaman kelapa sawit pada kandungan klorofil terendah yaitu di Kabupaten Serdang Bedagai disebabkan kekurangan unsur hara N 0,13% termasuk rendah, dan daun diserang hama ulat api dan ulat kantung.
3. Performa fisiologis tanaman kelapa sawit berkorelasi negatif dengan lingkungan Deli Serdang pada parameter jumlah stomata dikarenakan dengan intensitas cahaya dan kelembaban menurun.

Saran

Berdasarkan penelitian disarankan agar pemilihan lokasi budidaya kelapa sawit mempertimbangkan kondisi lingkungan, terutama unsur hara dan ketersediaan air. Perlu juga diterapkan manajemen pemupukan berbasis lokasi untuk meningkatkan efisiensi fisiologis tanaman, serta dilakukan penelitian lanjutan yang lebih mendalam dalam jangka waktu yang lebih panjang guna memahami respon fisiologis tanaman terhadap perubahan lingkungan secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- Abid, M., Tian, Z., Ata-Ul-Karim, S. T., Liu, Y., Zahoor, R., Ali, S and Jiang, D. 2019. *Nitrogen Metabolism Correlates With Water Status In Wheat Under Water Stress. Plant Physiology and Biochemistry*, 139, 137–146.
- Arif, S., Nurmalasari, I., & Abdullah. 2022. Regulasi Stomata oleh Metabolisme Nitrogen pada Tanaman Kelapa Sawit. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Syiah Kuala*, 10(1), 12-20.
- Arkham, N.A. 2018. Respon Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Umur 7-9 Bulan di Main Nursery terhadap Konsentrasi dan Interval Waktu Pemberian Monosodium Glutamat (MSG). *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Ashraf, M and M. R. Foolad. 2020. *Roles of Glycine Betaine and Proline in Improving Plant Abiotic Stress Resistance. Environmental and Experimental Botany*, 59(2), 206-216.
- Basyuni. 2009. Identifikasi Mineral Pembawa Hara untuk Menilai Potensi Kesuburan Tanah. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D. 1973. *Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant Soil* 39: 205 – 207.
- Budiman, B. 2013. *The Effect of Nitrogen Fertilization and Water Stress on Stomatal Aperture, Chlorophyll Content and Proline Accumulation of Napier Grass (Pennisetum Purpureum Schum). Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan*, 2(3), 159-166
- Chen, H. dan W. K, Smith. 2022. *Humidity Effects On Stomatal Morphology. Journal of Experimental Botany*, 73(5), 1567-1578.
- Corley, R. H. V dan P. B. Tinker. 2016. *The oil palm*. John Wiley & Sons.
- Daksina, B.F., A. M. Makalew dan B. F. Langai. 2021. Evaluasi Kesuburan Tanah Ultisol pada Pertanaman Karet di Kecamatan Cempaka Kota Banjarbaru, Provinsi Kalimantan Selatan. *Agroekotek View* 4(1):60-71, doi: 10.20527/agtview.v4i1.2990
- Delita, K., M. Efriani dan K. Umami. 2008. Korelasi Aktivitas Nitrat Reduktase Dan Pertumbuhan Beberapa Genotipe Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn.) yang Diperlakukan Dengan Zat Pengatur Tumbuh 2, 4-D. *Jurnal Akta Agrosia*, 11(1), 80.
- Drake, P. L., R. H. Froend dan P.J. Franks. 2013. *Smaller, Faster Stomata: Scaling Of Stomatal Size, Rate Of Response, And Stomatal Conductance. Journal of experimental botany*, 64(2), 495-505.

- Fitria, F. 2018. *Population Of Worm Soil Preparation On Land And Management Of Weeds Three District In North Sumatra Province. JASc (Journal of Agribusiness Sciences)*, 1(2), 108-111.
- Fitter, A.H dan R.K.M. Hay. 1981. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Gadjah Mada University Press.
- Foyer, C. H., M. H. Valadier, A. Migge dan T. W. Becker. 1998. *Drought-Induced Effects On Nitrate Reductase Activity And Mrna And On The Coordination Of Nitrogen And Carbon Metabolism In Maize Leaves. Plant Physiology*, 117(1), 283-292.
- Gao, J., Zhang, Y and Wang, Q. 2023. *Proline-Associated Protection Of Nitrogen Metabolism Under Drought In Crop Species. Environmental and Experimental Botany*. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2023.105281>
- Ginting, A.T. 2022. Uji Ekstraksi Biji Muda Mentimun (*Cucumis sativus* L.) Sebagai Hormon Giberelin (Ga7) Dan Media Tanam Pada Tahap Pembibitan Awal (*Pre Nursery*) Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Hamim, A. Khairull , Miftahudin dan Triadiati. 2008. Analisis Status Air, Prolin Dan Aktivitas Enzim Antioksidanbeberapa Kedelai Toleran dan Peka Kekeringan Sertakedelai Liar. *Agrivita* 30(3): 1-10.
- Harahap, A. S. 2019. Respon Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Di Main Nursery Terhadap Konsentrasidan Interval Pemberian Monosodium Glutamat (MSG). *Skrpsi*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Harahap, I. Y. 1998. Model Simulasi Respon Fisiologi Pertumbuhan dan Hasil Tandan Buah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *Disertasi*. Institute Pertanian Bogor.
- Harun, M. H. (1997). *Proline Accumulation In The Leaves Of Water Stressed Oil Palm (Elaeis guineensis Jacq.) seedlings. Journal article Elaeis* Vol. 9, No. 2, 93-99
- Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. B., Nahar, K., Hossain, M. S., Mahmud, J. A., Hossen, M. S., & Fujita, M. 2018. *Potassium: A Vital Regulator Of Plant Responses And Tolerance To Abiotic Stresses. Agronomy*, 8(3), 31.
- Hidayati, J., A. S. Sukardi dan A. M. Fauzi, S. 2016. Identifikasi Revitalisasi Perkebunan Kelapa Sawit Di Sumatera Utara. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 26(3).
- Islam, M. T., Hoque, M. M., Hossain, M. M., & Emon, R. M. (2021). *Effect Of Drought Stress On Morpho-Physiological And Biochemical Characteristics Of Lettuce (Lactuca sativa L.)*. *Horticulturae*, 7(8), 238.

- Jazayeri, S. M., Y. D. Rivera, J. E. Camperos-Reyes dan H. M. Romero. 2015. *Physiological Effects Of Water Deficit On Two Oil Palm (Elaeis guineensis Jacq.) genotypes*. *Agronomía Colombiana*, 33(2), 164-173.
- Kalaji, M. H., Goltsev, V. N., Żuk-Gołaszewska, K., Zivcak, M., & Brestic, M. 2017. *Chlorophyll fluorescence: understanding crop performance—basics and applications*. CRC Press.
- Karubuy, C. N., Rahmadaniarti, A., & Wanggai, J. 2018. Karakteristik stomata dan kandungan klorofil daun anakan Kayu Cina (*Sundacarpus amarus* (Blume) CN Page) pada beberapa intensitas naungan. *Jurnal Kehutanan Papuasiasia*, 4(1), 45-56.
- Kishor, P.B.K and N. Sreenivasulu, N. 2022. *Is Proline Accumulation a Marker or a Mechanism of Stress Tolerance*. *Plant Physiology Reports*, 27(1), 1-12.
- Komariah, A., A, Baihaki, R. Setiamihardja dan S. Djakasutami. 2004. Hubungan Antara Aktivitas Nitrat Reduktase, Kadar N Total, Dan Karakter Penting Lainnya Dengan Toleransi Tanaman Kedelai terhadap Genangan. *Zuriat*, 15(2).
- Lambers, H., F. S. Chapin and T. L. Pons. 1998. *Plant Physiological Ecology*. Springer – Verlag. New York Inc.
- Lichtenthaler, H. K. 2019. *Multi-Colour Fluorescence Imaging Of Photosynthetic Activity And Plant Stress*. *Photosynthetica*, 59(2), 4-20.
- Listia, E., Pradiko, I., Syarovy, M., Hidayat, F., Ginting, E. N., & Farrasati, R. 2019. Pengaruh ketinggian tempat terhadap performa fisiologis tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Tanah dan Iklim*, 43(1), 33-42.
- Lubis, A.U. 2008. Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Indonesia. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan
- Ma, S. C. and Wang, T. C., 2018. *Effect Of Sowing Time And Seeding Rate On Yield Components And Water Use Efficiency Of Winter Wheat By Regulating The Growth Redundancy And Physiological Traits Of Root And Shoot*. *Field Crops Research*, 221, 166–174. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.02.028>
- Maestri M. D., F. M. Matta, A. J. Regazzi and R. S. Barros.1995. *Accumulation Of Praline And Quaternaryammonium Compounds In Mature Leaves Ofwater Stressed Coffe Plants (Coffea arabicaand C. canephora)*. *J. Hort. Sci.* 70: 229-233.
- Mahdika, A. 2020. Abu Ketel dan Limbah Cair Tomat Berpengaruh Terhadap 37 Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Pre Nursery. Agroteknologi. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

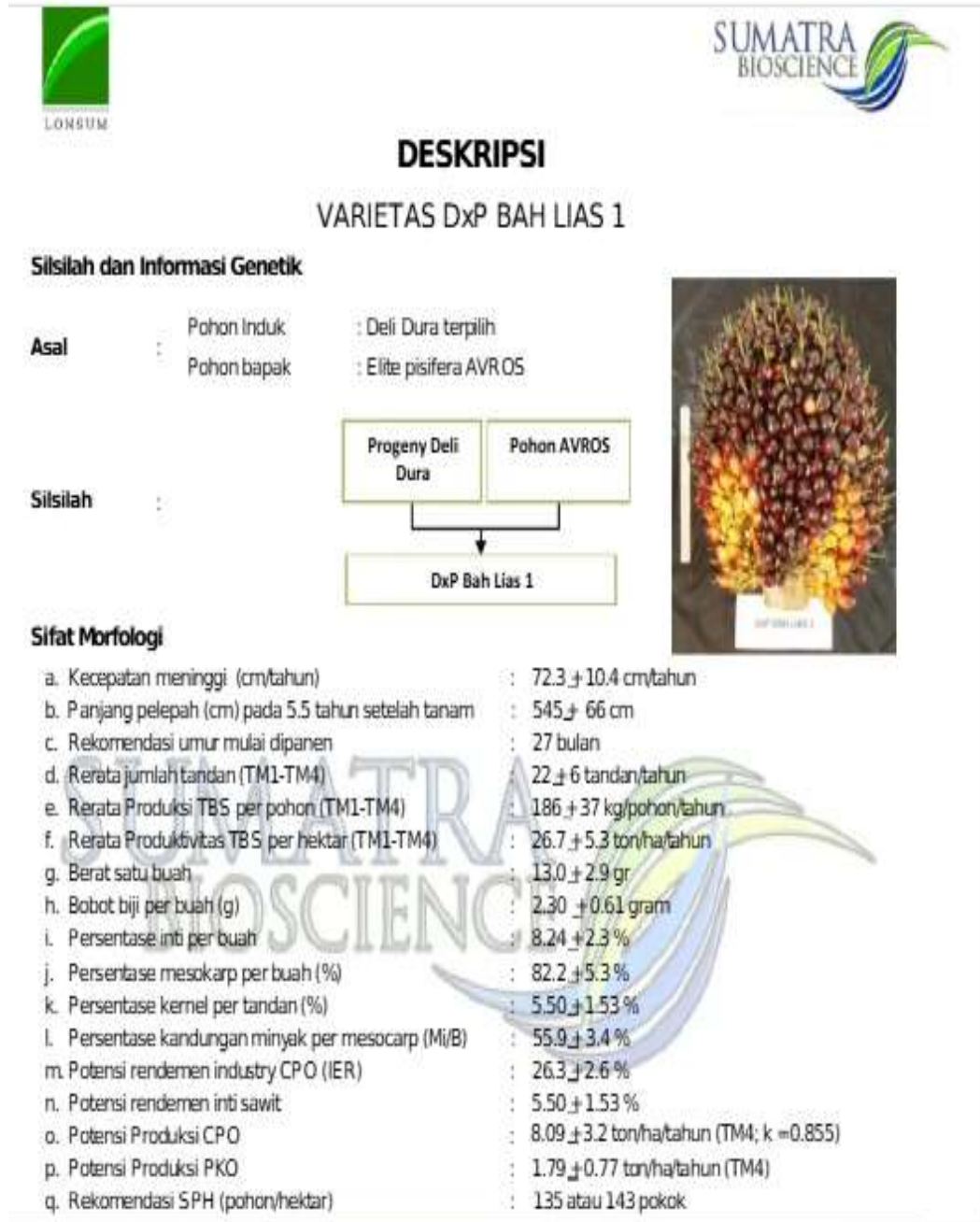
- Maja, I. 2018. Pengaruh Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Terhadap Pemberian Pupuk Kascing Dan Limbah Cair Tahu Di Pre Nursery. Skripsi, Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Monteith, J., & Unsworth, M. 2013. *Principles of environmental physics: plants, animals, and the atmosphere*. Academic press.
- Nadiyah, M., S. Rosniawaty dan F. Ariyanti. 2023. Pengaruh Aplikasi *Bacillus* sp. dan Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit. *Agrikultura*, 34(2), 306-314.
- Nurhidayati, N., Wahyuni, S. and Nuryani, Y. 2020. *Correlation Between Stomata Density And Chlorophyll Content On Soybean Under Drought Stress. Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 12(1), 80–87. <https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v12i1.21712>
- Nurwahyuni, E., & Putra, E. T. S. 2021. *The Role Of Calcium In Drought Stress Response Induced Through Antioxidant Activity In Oil Palm (Elaeis guineensis Jacq.) seedlings*. *Menara Perkebunan*, 89(1), 51-61.
- Pahan, I. 2007. Paduan Lengkap Kelapa Sawit. Niaga Swadaya.
- Pasaribu, D. R. 2020. Uji Efektivitas Pemberian POC Seprint Dan Cara Aplikasi Pupuk NPK Mutiara 16: 16: 16 Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Di Main Nursery. Skripsi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
- Pramuji dan Bastaman, M., 2009. Teknik Analisis Mineral Tanah untuk Menduga Cadangan Sumber Hara. Buletin Teknik Pertanian Vol. 14, No. 2, 2009: 80-82.
- Rohim, A 2020. Respon Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Di Main Nursery Terhadap Pemberian Biourin Kambing Dan Abu Janjang Kelapa Sawit. Skripsi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Romero, H. M., Guataquira, S dan Forero, D. C. 2022. Light Interception, Photosynthetic Performance, and Yield of Oil Palm Interspecific OxG Hybrid (*Elaeis oleifera* (Kunth) Cortés & *Elaeis guineensis* Jacq.) under Three Planting Densities. *Plants*, Vol. 11, Page 1166, 11(9), 1166. <https://doi.org/10.3390/PLANTS11091166>
- Searles, P.S., Bloom, A.J., & Caldwell, R.M. 2021. *Soil Nitrate Availability Modulates the Relationship Between Proline and NR Activity*. *Journal of Plant Nutrition*, 44(15), 2235-2248.
- Setiawan, D. 2023. Pengaruh Nitrogen terhadap Morfologi Stomata. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 31(1), 67-75.

- Setiawan, D. 2024. *Stomatal development in Sumatran crops. Indonesian Journal of Agronomy*, 52(2), 112-125.
- Sianipar, E. M. 2021. Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Ekofisiologi Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Majalah Ilmiah Methoda*, 11(1), 75-80.
- Singh, P., K. K. Choudhary, N. Chaudhary, S. Gupta, M. Sahu, B. Tejaswini dan S. Sarkar. 2020. *Salt Stress Resilience In Plants Mediated Through Osmolyte Accumulation And Its Crosstalk Mechanism With Phytohormones. Frontiers in Plant Science*, 13, 1006617.
- Siregar, A.M. 2020. Respons Enzim Fotosintetik terhadap Stres Lingkungan. UMSU Press.
- Siregar, S. Z. 2022. Karakterisasi Morfologi Varietas Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Dalam Cekaman Kekeringan Pada Tahap Pembibitan Utama Main Nursery. Skripsi. Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Siregar, Y. R. H., M. Purba dan I. Nasution. 2023. *Semiotic Study of the Meaning of the Oral Literary Text of the Coffee Mantra in the Land of Gayo. Journal of Social Research*, 3(1), 226-237.
- Sitorus, B. 2021. Mekanisme Adaptasi Tanaman terhadap Kelembaban Tinggi. UMSU Press.
- Solikhah, R., E. Purwantoyo dan E. Rudyatmi. 2019. Aktivitas Antioksidan Dan Kadar Klorofil Kultivar Singkong Di Daerah Wonosobo. *Life science*, 8(1), 86-95.
- Solikhah, R., Purwantoyo, E., & Rudyatmi, E. 2019. Aktivitas Antioksidan Dan Kadar Klorofil Kultivar Singkong Di Daerah Wonosobo. *Life Science*, 8(1), 86-95.
- Sujana, I. P. 2015. Pengelolaan Tanah Ultisol Dengan Pemberian Pembenh Organik Biochar Menuju Pertanian Berkelanjutan. *Agrimeta*, 5(09), 89640.
- Taiz, L., E. Zeiger, I. M. Møller dan A. Murphy. 2015. *Plant physiology and Development*.
- Tambunan, S.F. 2019. Adaptasi Tanaman terhadap Intensitas Cahaya di Sumatera Utara. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian UMSU*.
- Toriq, M. R dan R. P. Puspitawati. 2023. Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Stomata Dan Trikoma Pada Daun Tanaman Semangka (*Citrullus lanatus*). *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 12(3), 258-272.
- Wang, F., H. Xu, Q. Ali, H. Jing, M. Kong, Q. Xu dan Y. Shen. 2024. *Nitrate Reductase Drives Nutrition Control and Disease Resistance in Tomato (Solanum lycopersicum L.) Cultivars. Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 24(1), 818-830.

- Wang, L dan D. Smith. 2022. *Long-Term Soil Amendment Effects On Plant Stress Markers. Global Change Biology*, 28(4), 1452-1467.
- Zainudin dan Kesumaningwati, R. 2021. Penilaian Status Kesuburan Tanah Pada Beberapa Penggunaan Lahan di Samarinda. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika* Lembab 3(2):106-111.
- Zhang, Y., J. Xu, R. Li, Y. Ge, Y. Li dan R. Li. 2023. *Plants Response To Abiotic Stress: Mechanisms And Strategies. International Journal of Molecular Sciences*, 24(13), 10915.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Deskripsi tanaman kelapa sawit varietas Bah Lias (BL 1)



Lampiran 2. *Data Analysis of Variance SPSS 25*

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Klorofil_a	Between Groups	6299242.133	2	3149621.067	9.151	.004
	Within Groups	4130219.200	12	344184.933		
	Total	10429461.33	14			
Klorofil_b	Between Groups	37721218.80	2	18860609.40	7.651	.007
	Within Groups	29579911.60	12	2464992.633		
	Total	67301130.40	14			
Klorofil_Total	Between Groups	79621733.73	2	39810866.87	10.571	.002
	Within Groups	45190693.20	12	3765891.100		
	Total	124812426.9	14			
Prolin	Between Groups	653302.933	2	326651.467	15.386	.000
	Within Groups	254772.000	12	21231.000		
	Total	908074.933	14			
Jumlah_stomata	Between Groups	291.600	2	145.800	6.509	.012
	Within Groups	268.800	12	22.400		
	Total	560.400	14			
Panjang_stomata	Between Groups	3649243280	2	1824621640	204.538	.000
	Within Groups	107048230.8	12	8920685.900		
	Total	3756291511	14			
Lebar_stomata	Between Groups	564249772.9	2	282124886.5	85.632	.000
	Within Groups	39535626.40	12	3294635.533		
	Total	603785399.3	14			
ANR	Between Groups	29473.600	2	14736.800	6.463	.012
	Within Groups	27360.800	12	2280.067		
	Total	56834.400	14			

Lampiran 3. Data Descriptives SPSS 25

Descriptives											
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	Between-Component Variance	
						Lower Bound	Upper Bound				
Klorofil_a	DS	5	2897.6000	245.13527	109.62782	2593.2244	3201.9756	2592.00	3136.00		
	SB	5	1336.8000	489.93540	219.10577	728.4648	1945.1352	892.00	1885.00		
	SML	5	2367.6000	855.81937	382.73406	1304.8599	3430.2401	904.00	3165.00		
	Total	15	2200.6667	863.11154	222.85444	1722.6914	2678.6419	892.00	3165.00		
	Model	Fixed Effects			586.67277	151.47826	1870.6239	2530.7094			
		Random Effects				458.23001	229.0621	4172.2712			561087.2267
Klorofil_b	DS	5	2174.4000	1184.69144	529.81012	703.4113	3645.3887	951.00	3824.00		
	SB	5	378.6000	268.38275	120.02441	45.3568	711.8412	61.00	804.00		
	SML	5	4259.4000	2432.99297	1088.06753	1238.4402	7280.3598	1269.00	6345.00		
	Total	15	2270.8000	2192.53816	566.11092	1056.6128	3484.9872	61.00	6345.00		
	Model	Fixed Effects			1570.02950	405.37987	1387.5531	3154.0469			
		Random Effects				1121.32687	-2553.8801	7095.4801			3279123.363
Klorofil_Total	DS	5	4070.6000	2371.76449	1060.68533	1125.6654	7015.5346	568.00	6768.00		
	SB	5	1368.4000	802.60501	358.93587	371.8343	2364.9657	479.00	2671.00		
	SML	5	7010.2000	2242.37199	1002.81920	4225.9276	9794.4724	4045.00	8874.00		
	Total	15	4149.7333	2985.82875	770.93767	2496.2365	5803.2302	479.00	8874.00		
	Model	Fixed Effects			1940.59040	501.05829	3058.0211	5241.4456			
		Random Effects				1629.12792	-2859.8384	11159.3050			7208995.153
Prolin	DS	5	341.6000	105.60682	47.22880	210.4718	472.7282	202.00	499.00		
	SB	5	466.0000	161.63075	72.28347	265.3089	666.6911	304.00	691.00		
	SML	5	833.2000	162.52987	72.68521	631.3935	1035.0065	613.00	990.00		
	Total	15	546.9333	254.68116	65.75839	405.8956	687.9711	202.00	990.00		
	Model	Fixed Effects			145.70861	37.62180	464.8625	628.9042			
		Random Effects				147.58952	-88.0071	1181.8737			61084.09333
Jumlah_stomata	DS	5	27.4000	5.36656	2.40000	20.7365	34.0635	20.00	35.00		
	SB	5	32.8000	4.60435	2.05913	27.0829	38.5171	27.00	39.00		
	SML	5	38.2000	4.14729	1.85472	33.0505	43.3495	33.00	43.00		
	Total	15	32.8000	6.32681	1.63358	29.2963	36.3037	20.00	43.00		
	Model	Fixed Effects			4.73286	1.22202	30.1374	35.4626			
		Random Effects				3.11769	19.3857	46.2143			24.68000
Panjang_stomata	DS	5	36718.2000	4126.69798	1845.51544	31594.2277	41842.1723	31430.00	43019.00		
	SB	5	36182.4000	3105.54557	1388.84220	32326.3559	40038.4441	30782.00	38578.00		
	SML	5	3366.2000	296.66176	132.67117	2997.8458	3734.5542	3046.00	3636.00		
	Total	15	25422.2667	16380.06522	4229.31485	16351.2889	34493.2444	3046.00	43019.00		
	Model	Fixed Effects			2986.75173	771.17598	23742.0185	27102.5148			
		Random Effects				11029.11795	-22032.1978	72876.7311			363140190.8
Lebar_stomata	DS	5	13517.0000	2231.40785	997.91593	10746.3412	16287.6588	11345.00	17172.00		
	SB	5	14941.6000	2205.13000	986.16411	12103.5695	17579.6305	11016.00	16638.00		
	SML	5	1219.4000	205.24936	91.79030	964.5493	1474.2507	975.00	1426.00		
	Total	15	9859.3333	6567.15528	1695.63220	6222.5640	13496.1027	975.00	17172.00		
	Model	Fixed Effects			1815.11309	468.66018	8838.2105	10880.4562			
		Random Effects				4336.85667	-8800.6549	28519.3215			55766050.19
ANR	DS	5	134.2000	21.19434	9.47840	107.8838	160.5162	105.00	160.00		
	SB	5	123.8000	19.42164	8.68562	99.6849	147.9151	99.00	151.00		
	SML	5	222.6000	77.54869	34.68093	126.3106	318.8894	162.00	357.00		
	Total	15	160.2000	63.71499	16.45114	124.8158	195.4842	99.00	357.00		
	Model	Fixed Effects			47.75004	12.32901	133.3374	187.0626			
		Random Effects				31.34411	25.3372	295.0628			2491.3466

Lampiran 4. Data korelasi suhu dan parameter kelapa sawit di Deli Serdang

		Suhu_DS
Suhu_DS	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	
	N	12
Klorofil_a_DS	Pearson Correlation	-.138
	Sig. (2-tailed)	.825
	N	5
Klorofil_b_DS	Pearson Correlation	-.284
	Sig. (2-tailed)	.643
	N	5
Klorofil_total_DS	Pearson Correlation	-.688
	Sig. (2-tailed)	.199
	N	5
Prolin_DS	Pearson Correlation	-.632
	Sig. (2-tailed)	.253
	N	5
Jumlah_stomata_DS	Pearson Correlation	-.578
	Sig. (2-tailed)	.307
	N	5
Panjang_stomata_DS	Pearson Correlation	.640
	Sig. (2-tailed)	.245
	N	5
Lebar_stomata_DS	Pearson Correlation	.805
	Sig. (2-tailed)	.101
	N	5
ANR_DS	Pearson Correlation	.767
	Sig. (2-tailed)	.130
	N	5

Lampiran 5. Data korelasi curah hujan dengan parameter kelapa sawit di Deli Serdang

		Curah_HujanDS
Curah_HujanDS	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	
	N	12
Klorofil_a_DS	Pearson Correlation	.565
	Sig. (2-tailed)	.321
	N	5
Klorofil_b_DS	Pearson Correlation	.085
	Sig. (2-tailed)	.892
	N	5
Klorofil_total_DS	Pearson Correlation	.191
	Sig. (2-tailed)	.758
	N	5
Prolin_DS	Pearson Correlation	-.161
	Sig. (2-tailed)	.795
	N	5
Jumlah_stomata_DS	Pearson Correlation	.678
	Sig. (2-tailed)	.208
	N	5
Panjang_stomata_DS	Pearson Correlation	-.602
	Sig. (2-tailed)	.283
	N	5
Lebar_stomata_DS	Pearson Correlation	-.082
	Sig. (2-tailed)	.895
	N	5
ANR_DS	Pearson Correlation	-.121
	Sig. (2-tailed)	.847
	N	5

Lampiran 6. Data korelasi intensitas cahaya dengan parameter kelapa sawit di Deli Serdang

Intensitas_cahaya_DS		
Intensitas_cahaya_DS	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	
	N	5
Klorofil_a_DS	Pearson Correlation	-.300
	Sig. (2-tailed)	.624
	N	5
Klorofil_b_DS	Pearson Correlation	-.032
	Sig. (2-tailed)	.959
	N	5
Klorofil_total_DS	Pearson Correlation	-.546
	Sig. (2-tailed)	.341
	N	5
Prolin_DS	Pearson Correlation	-.255
	Sig. (2-tailed)	.679
	N	5
Jumlah_stomata_DS	Pearson Correlation	-.909*
	Sig. (2-tailed)	.032
	N	5
Panjang_stomata_DS	Pearson Correlation	.710
	Sig. (2-tailed)	.179
	N	5
Lebar_stomata_DS	Pearson Correlation	.591
	Sig. (2-tailed)	.294
	N	5
ANR_DS	Pearson Correlation	.691
	Sig. (2-tailed)	.197
	N	5

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

Lampiran 7. Data korelasi Kelembaban dengan parameter kelapa sawit di Deli Serdang

		Kelembaban_DS
Kelembaban_DS	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	
	N	5
Klorofil_a_DS	Pearson Correlation	-.008
	Sig. (2-tailed)	.989
	N	5
Klorofil_b_DS	Pearson Correlation	.047
	Sig. (2-tailed)	.940
	N	5
Klorofil_total_DS	Pearson Correlation	-.681
	Sig. (2-tailed)	.206
	N	5
Prolin_DS	Pearson Correlation	-.474
	Sig. (2-tailed)	.420
	N	5
Jumlah_stomata_DS	Pearson Correlation	-.899*
	Sig. (2-tailed)	.038
	N	5
Panjang_stomata_DS	Pearson Correlation	.543
	Sig. (2-tailed)	.344
	N	5
Lebar_stomata_DS	Pearson Correlation	.794
	Sig. (2-tailed)	.108
	N	5
ANR_DS	Pearson Correlation	.864
	Sig. (2-tailed)	.059
	N	5

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

Lampiran 8. Data korelasi suhu dan parameter kelapa sawit di Serdang Bedagai

	Suhu_SB	
Suhu_SB	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	
	N	12
Klorofil_a_SB	Pearson Correlation	-.992**
	Sig. (2-tailed)	.001
	N	5
Klorofil_b_SB	Pearson Correlation	-.183
	Sig. (2-tailed)	.768
	N	5
Klorofil_total_SB	Pearson Correlation	-.235
	Sig. (2-tailed)	.704
	N	5
Prolin_SB	Pearson Correlation	-.229
	Sig. (2-tailed)	.711
	N	5
Jumlah_stomata_SB	Pearson Correlation	.853
	Sig. (2-tailed)	.066
	N	5
Panjang_stomata_SB	Pearson Correlation	.648
	Sig. (2-tailed)	.237
	N	5
Lebar_stomata_SB	Pearson Correlation	.667
	Sig. (2-tailed)	.219
	N	5
ANR_SB	Pearson Correlation	.837
	Sig. (2-tailed)	.077
	N	5

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

Lampiran 9. Data korelasi curah hujan dengan parameter kelapa sawit di Serdang Bedagai

		Curah_Hujan_SB
Curah_Hujan_SB	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	
	N	12
Klorofil_a_SB	Pearson Correlation	-.078
	Sig. (2-tailed)	.900
	N	5
Klorofil_b_SB	Pearson Correlation	-.772
	Sig. (2-tailed)	.126
	N	5
Klorofil_total_SB	Pearson Correlation	-.813
	Sig. (2-tailed)	.094
	N	5
Prolin_SB	Pearson Correlation	.443
	Sig. (2-tailed)	.455
	N	5
Jumlah_stomata_SB	Pearson Correlation	.062
	Sig. (2-tailed)	.921
	N	5
Panjang_stomata_SB	Pearson Correlation	.658
	Sig. (2-tailed)	.227
	N	5
Lebar_stomata_SB	Pearson Correlation	.558
	Sig. (2-tailed)	.328
	N	5
ANR_SB	Pearson Correlation	.068
	Sig. (2-tailed)	.914
	N	5

Lampiran 10. Data korelasi intensitas cahaya dengan parameter kelapa sawit di Serdang Bedagai

		Intensitas_Cahaya_SB
Intensitas_Cahaya_SB	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	
	N	12
Klorofil_a_SB	Pearson Correlation	.310
	Sig. (2-tailed)	.612
	N	5
Klorofil_b_SB	Pearson Correlation	-.556
	Sig. (2-tailed)	.330
	N	5
Klorofil_total_SB	Pearson Correlation	-.610
	Sig. (2-tailed)	.275
	N	5
Prolin_SB	Pearson Correlation	.853
	Sig. (2-tailed)	.066
	N	5
Jumlah_stomata_SB	Pearson Correlation	-.342
	Sig. (2-tailed)	.573
	N	5
Panjang_stomata_SB	Pearson Correlation	.191
	Sig. (2-tailed)	.758
	N	5
Lebar_stomata_SB	Pearson Correlation	.151
	Sig. (2-tailed)	.809
	N	5
ANR_SB	Pearson Correlation	-.280
	Sig. (2-tailed)	.648
	N	5

Lampiran 11. Data korelasi kelembaban dengan parameter kelapa sawit di Serdang Bedagai

		Kelembaban_SB
Kelembaban_SB	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	
	N	5
Klorofil_a_SB	Pearson Correlation	-.061
	Sig. (2-tailed)	.923
	N	5
Klorofil_b_SB	Pearson Correlation	.135
	Sig. (2-tailed)	.828
	N	5
Klorofil_total_SB	Pearson Correlation	.198
	Sig. (2-tailed)	.750
	N	5
Prolin_SB	Pearson Correlation	-.459
	Sig. (2-tailed)	.436
	N	5
Jumlah_stomata_SB	Pearson Correlation	.337
	Sig. (2-tailed)	.579
	N	5
Panjang_stomata_SB	Pearson Correlation	-.167
	Sig. (2-tailed)	.788
	N	5
Lebar_stomata_SB	Pearson Correlation	.009
	Sig. (2-tailed)	.988
	N	5
ANR_SB	Pearson Correlation	.372
	Sig. (2-tailed)	.537
	N	5

Lampiran 12. Data korelasi suhu dengan parameter kelapa sawit di Simalungun

		Suhu_SML
Suhu_SML	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	
	N	12
Klorofil_a_SML	Pearson Correlation	-.696
	Sig. (2-tailed)	.192
	N	5
Klorofil_b_SML	Pearson Correlation	-.950*
	Sig. (2-tailed)	.013
	N	5
Klorofil_total_SML	Pearson Correlation	-.970**
	Sig. (2-tailed)	.006
	N	5
Prolin_SML	Pearson Correlation	.699
	Sig. (2-tailed)	.189
	N	5
Jumlah_stomata_SML	Pearson Correlation	-.243
	Sig. (2-tailed)	.694
	N	5
Panjang_stomata_SML	Pearson Correlation	-.051
	Sig. (2-tailed)	.935
	N	5
Lebar_stomata_SML	Pearson Correlation	-.215
	Sig. (2-tailed)	.728
	N	5
ANR_SML	Pearson Correlation	.815
	Sig. (2-tailed)	.093
	N	5

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

Lampiran 13. Data korelasi curah hujan dengan parameter kelapa sawit di Simalungun

		Curah_Hujan_SML
Curah_Hujan_SML	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	
	N	12
Klorofil_a_SML	Pearson Correlation	.179
	Sig. (2-tailed)	.773
	N	5
Klorofil_b_SML	Pearson Correlation	.922*
	Sig. (2-tailed)	.026
	N	5
Klorofil_total_SML	Pearson Correlation	.900*
	Sig. (2-tailed)	.037
	N	5
Prolin_SML	Pearson Correlation	-.609
	Sig. (2-tailed)	.276
	N	5
Jumlah_stomata_SML	Pearson Correlation	-.201
	Sig. (2-tailed)	.745
	N	5
Panjang_stomata_SML	Pearson Correlation	.505
	Sig. (2-tailed)	.385
	N	5
Lebar_stomata_SML	Pearson Correlation	-.045
	Sig. (2-tailed)	.943
	N	5
ANR_SML	Pearson Correlation	-.408
	Sig. (2-tailed)	.496
	N	5

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

Lampiran 14. Data korelasi intensitas cahaya dengan parameter kelapa sawit di Simalungun

		Intensitas_Cahaya_SML
Intensitas_Cahaya_SML	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	
	N	12
Klorofil_a_SML	Pearson Correlation	.128
	Sig. (2-tailed)	.837
	N	5
Klorofil_b_SML	Pearson Correlation	.939*
	Sig. (2-tailed)	.018
	N	5
Klorofil_total_SML	Pearson Correlation	.913*
	Sig. (2-tailed)	.031
	N	5
Prolin_SML	Pearson Correlation	-.649
	Sig. (2-tailed)	.236
	N	5
Jumlah_stomata_SML	Pearson Correlation	-.076
	Sig. (2-tailed)	.903
	N	5
Panjang_stomata_SML	Pearson Correlation	.406
	Sig. (2-tailed)	.498
	N	5
Lebar_stomata_SML	Pearson Correlation	-.208
	Sig. (2-tailed)	.737
	N	5
ANR_SML	Pearson Correlation	-.338
	Sig. (2-tailed)	.578
	N	5

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

Lampiran 15. Data korelasi kelembaban dengan parameter kelapa sawit di Simalungun

	Kelembaban_SML	
Kelembaban_SML	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	
	N	12
Klorofil_a_SML	Pearson Correlation	-.092
	Sig. (2-tailed)	.883
	N	5
Klorofil_b_SML	Pearson Correlation	-.474
	Sig. (2-tailed)	.420
	N	5
Klorofil_total_SML	Pearson Correlation	-.458
	Sig. (2-tailed)	.438
	N	5
Prolin_SML	Pearson Correlation	.761
	Sig. (2-tailed)	.135
	N	5
Jumlah_stomata_SML	Pearson Correlation	-.628
	Sig. (2-tailed)	.257
	N	5
Panjang_stomata_SML	Pearson Correlation	.592
	Sig. (2-tailed)	.293
	N	5
Lebar_stomata_SML	Pearson Correlation	.677
	Sig. (2-tailed)	.209
	N	5
ANR_SML	Pearson Correlation	.119
	Sig. (2-tailed)	.849
	N	5

Lampiran 16. Data *Post Hoc Test*

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Klorofil_a

Duncan^a

Subset for alpha = 0.05			
Tempat	N	1	2
SB	5	1336.6000	
SML	5		2367.6000
DS	5		2097.6000
Sig.		1.000	.179

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

Klorofil_b

Duncan^a

Subset for alpha = 0.05			
Tempat	N	1	2
SB	5	379.6000	
DS	5	2174.4000	2174.4000
SML	5		4259.4000
Sig.		.095	.058

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

Klorofil_Total

Duncan^a

Subset for alpha = 0.05				
Tempat	N	1	2	3
SB	5	338.4000		
DS	5		4079.0000	
SML	5			7300.0000
Sig.		.300	1.000	.300

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

Prolin

Duncan^a

Subset for alpha = 0.05			
Tempat	N	1	2
DS	5	341.6000	
SB	5	466.0000	
SML	5		833.2000
Sig.		.202	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

Panjang_stomata

Duncan^a

Subset for alpha = 0.05			
Tempat	N	1	2
SML	5	3366.2000	
SB	5		36182.4000
DS	5		36719.2000
Sig.		1.000	.782

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

Jumlah_stomata

Duncan^a

Subset for alpha = 0.05			
Tempat	N	1	2
DS	5	27.4000	
SB	5	32.8000	32.8000
SML	5		38.2000
Sig.		.096	.096

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

Lebar_stomata

Duncan^a

Subset for alpha = 0.05			
Tempat	N	1	2
SML	5	1219.4000	
DS	5		13517.0000
SB	5		14841.6000
Sig.		1.000	.271

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

ANR

Duncan^a

Subset for alpha = 0.05			
Tempat	N	1	2
SB	5	123.8000	
DS	5	134.2000	
SML	5		222.6000
Sig.		.737	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

Lampiran 17. Analisis Tanah Mineral Kabupaten Deli Serdang, Kabupaten Serdang Bedagai dan Kabupaten Simalungun



Laboratorium Tanah, Tanaman, Pupuk, Air

BADAN PERAKITAN DAN MODERNISASI PERTANIAN

Laboratorium Penguji Balai Penerapan Modernisasi Pertanian Sumatera Utara

JALAN JENDERAL BESAR ABDUL HARIS NASUTION NO. 1 B MEDAN 20143

Telp: (061) 7870710 Fax: (061) 7861020 WEBSITE : sumut.brmp.pertanian.go.id

Melayani analisis contoh tanah, daun, pupuk organik, air, dan rekomendasi pupuk

HASIL ANALISIS CONTOH TANAH

NAMA : Dinda Ashri Safira
 ALAMAT : Jl. Kpt.R.Buddin, Perum Griya Pesona Minimalis Blok J-1
 JENIS CONTOH : Tanah
 JUMLAH CONTOH : 3 (Tiga) Contoh
 KEMASAN : Kantong Plastik
 TANGGAL TERIMA : 06 Mei 2025
 TANGGAL ANALISIS : 27 Mei – 02 Juni 2025
 NOMOR ORDER : 116/T/V/2025

No	Jenis Analisis	Kode Sampel			Metode Uji
		Kab. Deli Serdang	Kab. Serdang Bedagai	Kab. Simalungun	
1	N-total (%)	0.13	0.13	0.14	IK 0.1. 6.0 (Kjeldahl)
2	P-Bray I (ppm P)	15.91	17.37	14.57	IK 0.1. 7.0 (Spectrofotometry)
3	K-dd (me/100g)	0.40	0.48	0.49	IK 0.1. 8.0 (AAS)
4	Ca (me/100g)	3.45	5.74	7.91	IK 0.1. 8.0 (AAS)
5	Mg (me/100g)	1.04	2.76	2.07	IK 0.1. 8.0 (AAS)



02 Juni 2025

Laboratorium

Digitally signed
by Idri Hastuty
Siregar.

Idri Hastuty Siregar, S.TP., M.Sc.

NIP. 19890812 200501 2 002

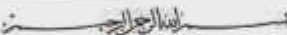
F.7.8.3

Data hasil uji hanya berlaku untuk contoh yang diterima, komplain hasil uji berlaku satu minggu sejak laporan ini dikeluarkan. Dilarang keras mengubah data, mengutip, memperbanyak atau mempublikasikan sebagian dari sertifikat ini tanpa izin tertulis dari Laboratorium Penguji Balai Penerapan Standar Instrumen Pertanian Sumatera Utara, kecuali secara keseluruhan.

Lampiran 18. Analisis Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara



LABORATORIUM FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
 Jalan . Kapten Mukhter Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 66224000 Ext.25-26



LAPORAN HASIL UJI

Nama : Dinda Ashri Safira
 NPM : 2104290010
 Pengujian Sample : Daun Kelapa Sawit
 Hasil Uji :

1. Klorofil

No	Sample	Absorbansi	
		A 649	A 665
1	DS Sample 1	1.882	3.079
2	DS Sample 2	1.021	2.187
3	DS Sample 3	2.423	3.152
4	DS Sample 4	1.128	2.366
5	DS Sample 5	1.898	3.082
6	SB Sample 1	0.818	1.697
7	SB Sample 2	0.358	0.802
8	SB Sample 3	0.756	1.694
9	SB Sample 4	0.412	0.893
10	SB Sample 5	0.419	0.954
11	SML Sample 1	1.662	3.009
12	SML Sample 2	1.249	2.537
13	SML Sample 3	3.179	3.253
14	SML Sample 4	3.445	3.303
15	SML Sample 5	3.325	3.298

2. Prolin

No	Konsentrasi Larutan Standart Prolin (ppm)	Absorbansi
1	0.001	0.009
2	0.01	0.066
3	0.1	0.128
4	0.3	0.563
5	1	1.883
6	2	4.645

No	Sample	Absorbansi
1	DS Sample 1	0.157
2	DS Sample 2	0.142
3	DS Sample 3	0.261
4	DS Sample 4	0.149
5	DS Sample 5	0.058
6	SB Sample 1	0.237
7	SB Sample 2	0.140
8	SB Sample 3	0.295
9	SB Sample 4	0.289
10	SB Sample 5	0.392
11	SML Sample 1	0.553
12	SML Sample 2	0.597
13	SML Sample 3	0.405
14	SML Sample 4	0.339
15	SML Sample 5	0.554



LABORATORIUM FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
 Jalan . Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 66224000 Ext.25-26

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

3. ANR

No	Konsentrasi Larutan Standart Natrium Sulfit (ppm)	Absorbansi
1	5	0.564
2	10	0.594
3	20	0.684
4	40	0.951
5	100	1.646

No	Sample	Absorbansi
1	DS Sample 1	0.230
2	DS Sample 2	0.129
3	DS Sample 3	0.336
4	DS Sample 4	0.359
5	DS Sample 5	0.450
6	SB Sample 1	0.095
7	SB Sample 2	0.397
8	SB Sample 3	0.178
9	SB Sample 4	0.269
10	SB Sample 5	0.258
11	SML Sample 1	0.566
12	SML Sample 2	1.590
13	SML Sample 3	0.459
14	SML Sample 4	0.705
15	SML Sample 5	0.741

Medan, 06 Juni 2025
 Kepala Laboratorium
 Teknologi Hasil Pertanian

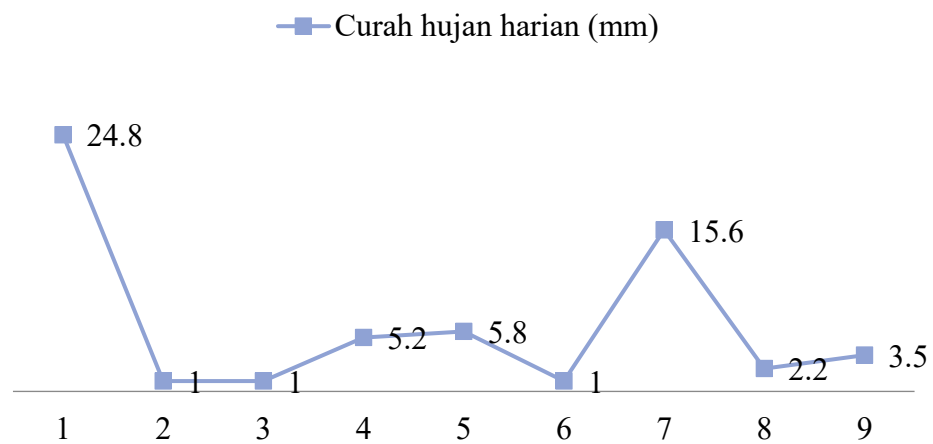
(Ir. Muhammad Iqbal Nusa, M.Si)

Lampiran 19. Data Curah Hujan Harian Bulan Maret 2025 Kabupaten Deli Serdang

Tanggal	Curah hujan harian (mm)
1	24,8
5	1
10	1
11	5,2
13	5,8
14	1
19	15,6
26	2,2
31	3,5

Sumber: Perkebunan Swasta Kabupaten Deli Serdang

Curah hujan harian bulan maret 2025 Kab.Deli Serdang
(mm)

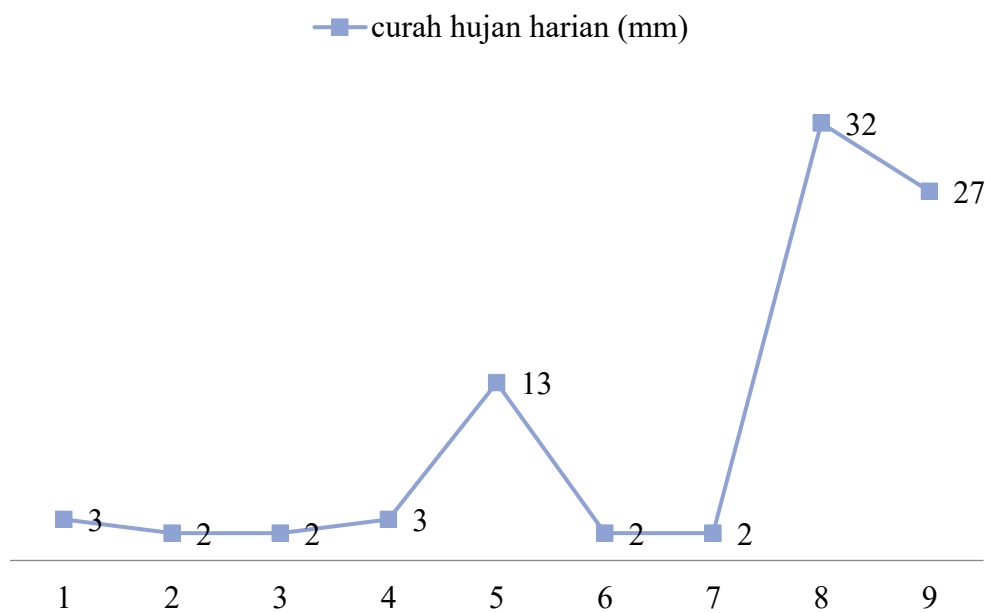


Lampiran 20. Data Curah Hujan Harian Bulan Maret 2025 Kabupaten Serdang Bedagai

Tanggal	Curah hujan harian (mm)
1	3
5	2
6	2
11	3
14	13
21	2
23	2
27	32
29	27

Sumber: Perkebunan Negara Kabupaten Serdang Bedagai

Curah hujan harian bulan maret 2025 Kab. Serdang Bedagai
(mm)



Lampiran 21. Data Curah Hujan Bulan Maret 2025 Kabupaten Simalungun

LAMPIRAN III PERATURAN KEPALA BADAN
METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA
NOMOR : KEP.15 TAHUN 2009
TANGGAL : 31 Juli 2009

PELAYANAN JASA INFORMASI KLIMATOLOGI
DATA CURAH HUJAN BULANAN (MILIMETER) TAHUN 2025
SUMATERA UTARA

Nama Kabupaten : Serdang Bedagai
Nama Stasiun : Pematang Sijoman

Lintang : 03° 34' 00.1" LU
Bujur : 098° 57' 01.0" BT
Tinggi : - m

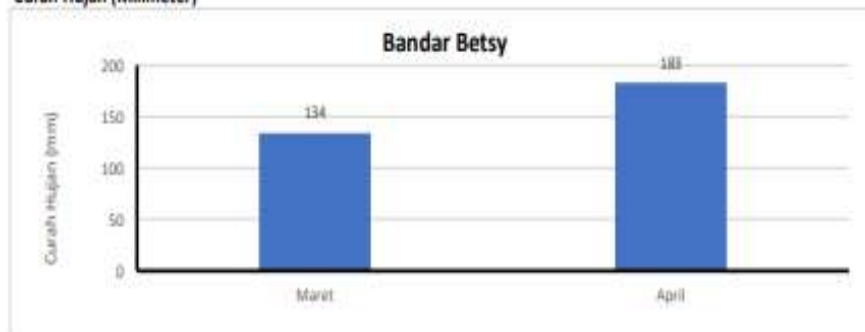
Curah Hujan (Milimeter)



Nama Kabupaten : Simalungun
Nama Stasiun : Bandar Betsy

Lintang : 03° 12' 01.0" LU
Bujur : 099° 16' 00.0" BT
Tinggi : - m

Curah Hujan (Milimeter)



Keterangan

: x = Alat Rusak

Sumber

: STASIUN KLIMATOLOGI SUMATERA UTARA

Lampiran 22. Data Suhu 2024 Kabupaten Deli Serdang, Serdang Bedagai dan Simalungun

Bulan	Deli Serdang	Serdang Bedagai	Simalungun
Januari	33°C	28°C	27°C
Februari	33°C	29°C	28°C
Maret	33°C	28°C	26°C
April	34°C	29°C	26°C
Mei	34°C	29°C	26°C
Juni	32°C	30°C	30°C
Juli	30°C	29°C	27°C
Agustus	31°C	29°C	28°C
September	31°C	29°C	25°C
Oktober	31°C	29°C	26°C
November	31°C	30°C	27°C
Desember	28°C	28°C	26°C

Sumber : Aplikasi Weatherpro

Lampiran 23. Data Intensitas Cahaya 2024 Kabupaten Deli Serdang, Serdang Bedagai dan Simalungun

Bulan	Deli Serdang (Lux)	Serdang Bedagai (Lux)	Simalungun (Lux)
Januari	39	45	50
Februari	54	41	55
Maret	59	67	66
April	63	47	66
Mei	67	66	66
Juni	62	72	60
Juli	60	58	50
Agustus	61	49	55
September	46	43	47
Oktober	47	40	66
November	45	42	50
Desember	34	33	66

Sumber:

<https://deliserdangkab.bps.go.id/id>

<https://serdangbedagaikab.bps.go.id/id>

<https://simalungunkab.bps.go.id/id>

Lampiran 24. Data Kelembaban Waktu 07.00 WIB Tahun 2024 Kabupaten Deli Serdang, Serdang Bedagai dan Simalungun

Bulan	Deli Serdang (%)	Serdang Bedagai (%)	Simalungun (%)
Januari	71	82	95,32
Februari	73	84	92,96
Maret	75	81	93,42
April	77	80	95,4
Mei	80	80	95,16
Juni	82	78	86,83
Juli	85	81	93,23
Agustus	88	84	92,29
September	90	84	90,6
Oktober	92	85	96,71
November	93	86	94,93
Desember	97	89	93,61

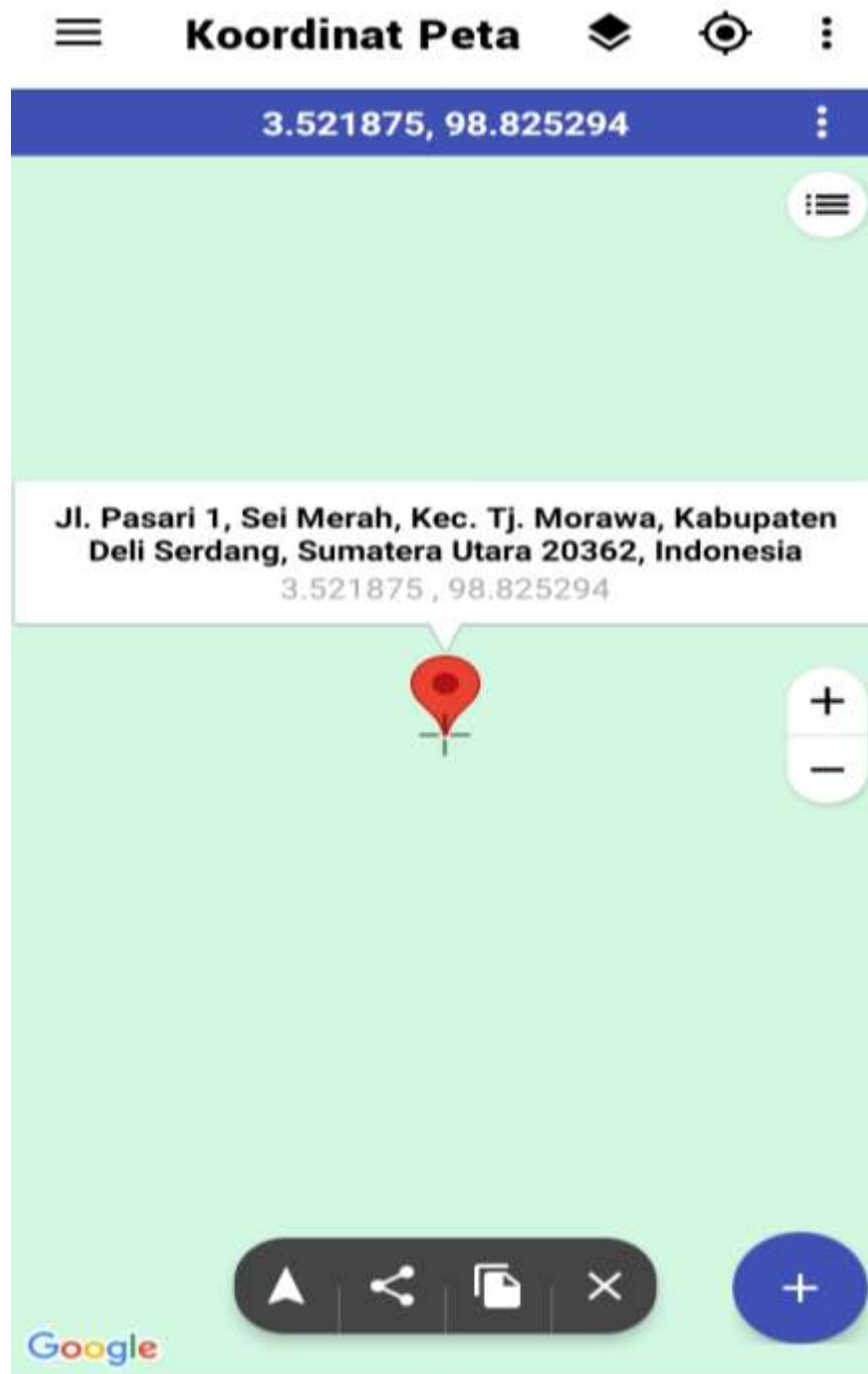
Sumber:

<https://deliserdangkab.bps.go.id/id/statisticstable/2/NTgjMg==/kelembaban-nisbi-menurut-waktu.html>

<https://serdangbedagaikab.bps.go.id/id/statisticstable/2/NTgjMg==/kelembaban-nisbi-menurut-waktu.html>

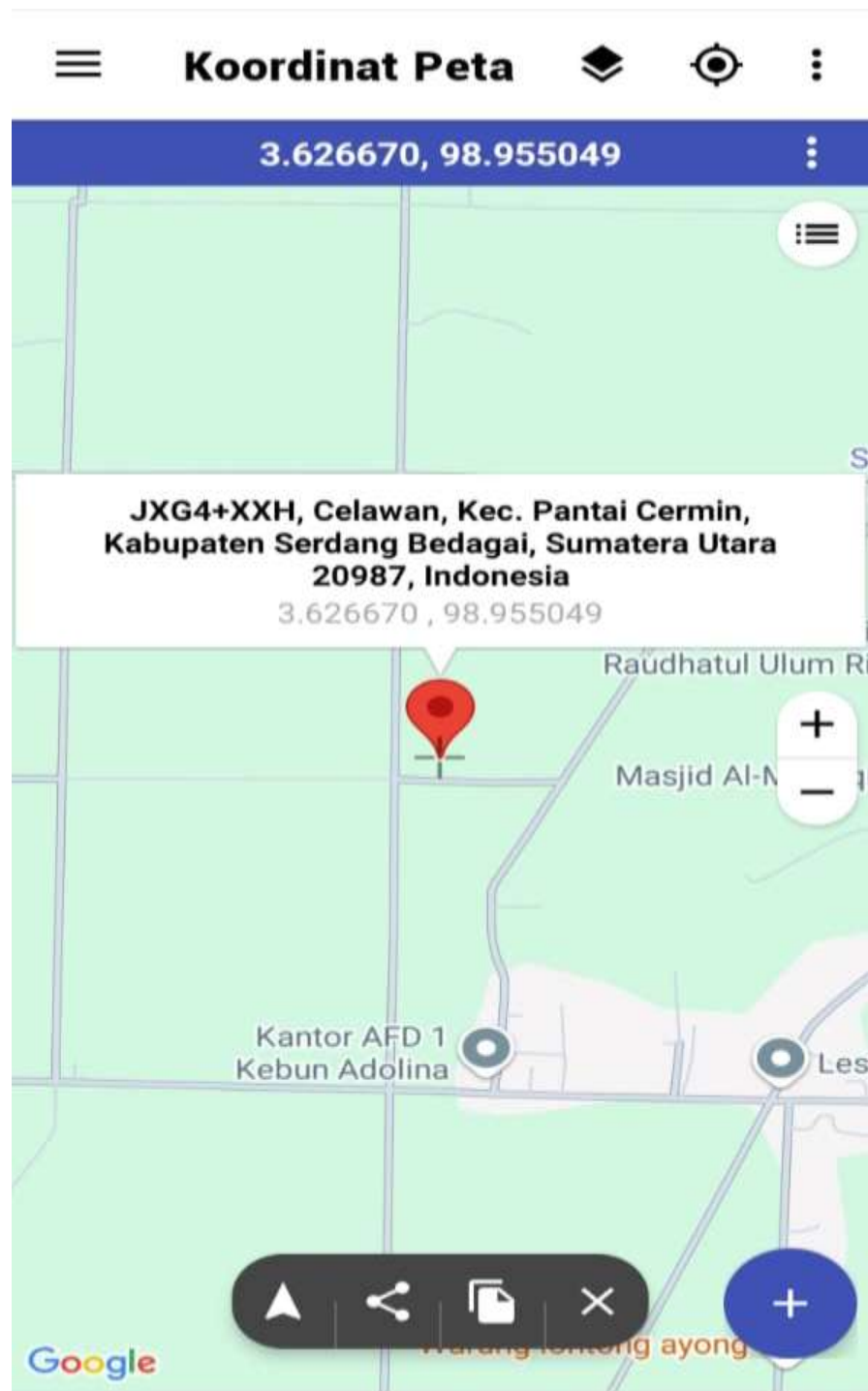
<https://simalungunkab.bps.go.id/id/statisticstable/2/NTgjMg==/kelembaban-nisbi-menurut-waktu.html>

Lampiran 25. Titik Koordinat Kabupaten Deli Serdang



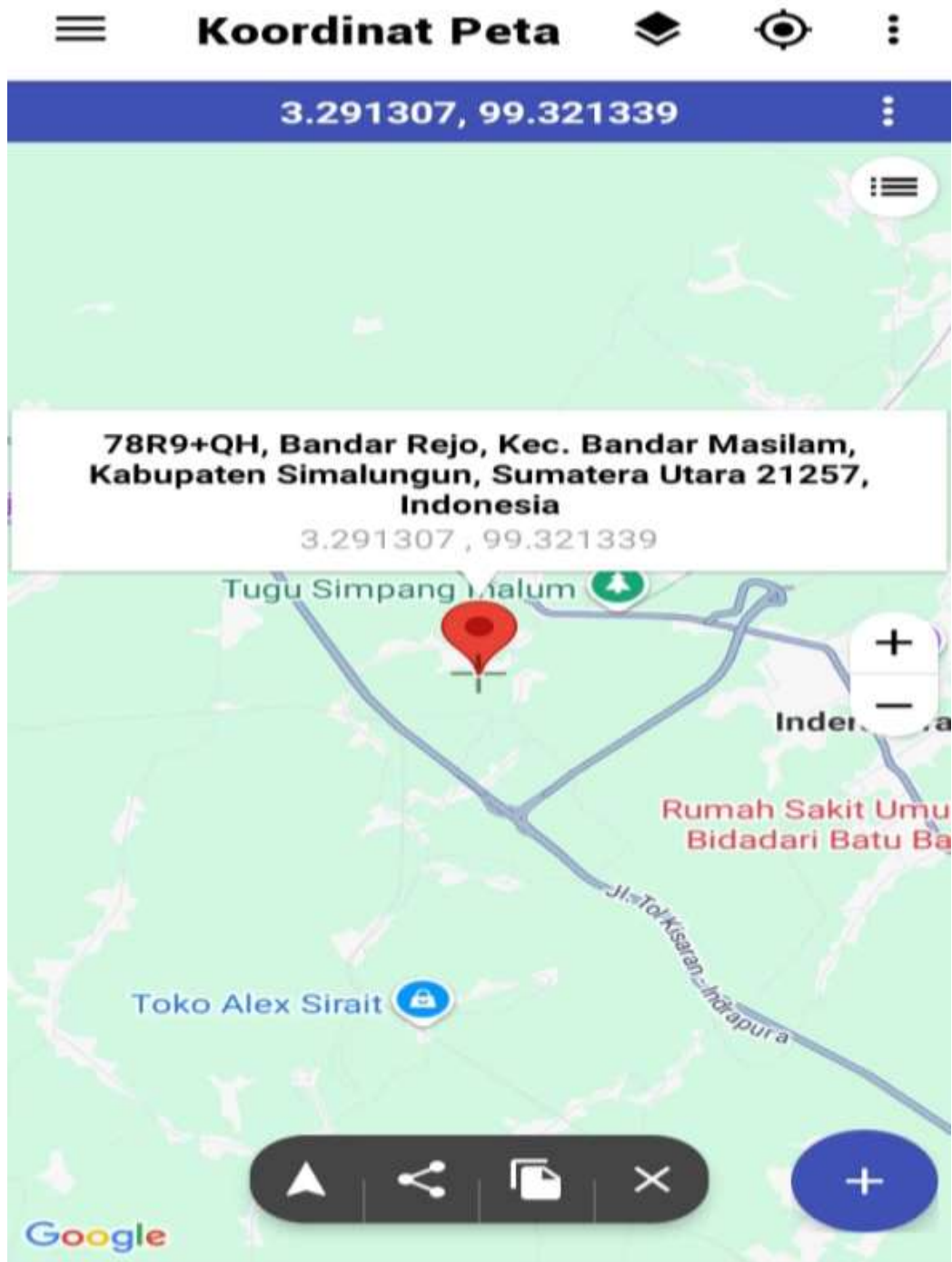
Sumber : <https://maps.google.com/?q=3.521875837630379,98.8252941146493>

Lampiran 26. Titik Koordinat Kabupaten Serdang Bedagai



Sumber : <https://maps.google.com/?q=3.6266703415540205,98.955049999905825>

Lampiran 27. Titik Koordinat Kabupaten Simalungun



Sumber : <https://maps.google.com/?q=3.2913077123873693,99.32133983820677>