

Analisis Morfologi, Faktor Lingkungan dan Klorofil Daun *Cassia fistula* L. dan *Bauhinia acuminata* L. di Hutan Kota Universitas Hasanuddin

Elis Tambaru^{1*}

¹*Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar, 90245*

**Email: eli.tambaru@yahoo.com*

Abstrak

Klorofil berfungsi sebagai molekul yang berperan penting dalam fotosintesis. Klorofil merupakan komponen penting dari kloroplas, dan kandungan klorofil positif berkorelasi dengan laju fotosintesis dengan menyerap energi cahaya yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman. Hutan kota merupakan area penyangga pada daerah perkotaan yang berperan membantu penyerapan karbon dioksida. Tanaman tengguli *Cassia fistula* L. dan bunga kupu-kupu *Bauhinia acuminata* L. merupakan jenis penyusun Hutan Kota Universitas Hasanuddin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui morfologi dan klorofil daun tengguli *Cassia fistula* L. dan bunga kupu-kupu *Bauhinia acuminata* L. serta menganalisis faktor lingkungan yang memengaruhi kadar klorofil daun pohon penelitian di Hutan Kota Universitas Hasanuddin. Pengambilan sampel dilakukan di Hutan Kota Universitas Hasanuddin, analisis morfologi dilakukan di Laboratorium Botani Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan pengukuran kadar klorofil dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kandungan klorofil a, klorofil b dan klorofil a+b pada *Cassia fistula* L. dan *Bauhinia acuminata* L. Kadar klorofil a *Cassia fistula* yaitu 0.298 mg/l dan *Bauhinia acuminata* L. yaitu 0.294 mg/l. Kadar klorofil b pada *Cassia fistula* L. 0.655 mg/l dan pada *Bauhinia acuminata* L. 0.647 mg/l, kadar klorofil a+b dari sampel daun *Cassia fistula* L. 0.864 mg/l dan pada *Bauhinia acuminata* L. 0.852 mg/l. Morfologi dan warna daun memengaruhi besar kecilnya kadar klorofil pada daun, luas permukaan daun *Cassia fistula* L. sebesar 77 cm² dan *Bauhinia acuminata* L. sebesar 50 cm² dengan warna daun hijau tua.

Kata kunci: Hutan kota, kadar klorofil, Unhas

PENDAHULUAN

Karbon dioksida merupakan salah satu penyebab utama terjadinya efek rumah kaca/ gas rumah kaca (GRK). Gas rumah kaca yang terakumulasi di atmosfer bumi oleh karbon dioksida (CO₂) sebesar 50%. Secara nasional, target penurunan emisi pada tahun 2030 adalah sebesar 834 juta ton

CO₂ (Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim, 2022). Salah satu upaya dari pemerintah untuk mengurangi GRK dengan penghutanan dan pemeliharaan hutan, yang erat kaitannya dengan hutan tropis sebagai pengeliminasi gas CO₂ (Arifanti, dkk., 2014). Tanaman membutuhkan CO₂ untuk pertumbuhannya, konsentrasi CO₂ di atmosfer dapat memicu proses fotosintesis dan meningkatkan pertumbuhan tanaman (Fathurrahman, dkk., 2022). Hutan Kota mempunyai pengaruh besar pada daerah-daerah yang suhunya tinggi, menyerap gas buang dan efektif dalam mengurangi polutan gas CO₂ (Hakim, dkk., 2017; Amru *et al.*, 2023). Meskipun fotosintesis dapat berlangsung pada bagian lain dari tumbuhan, namun secara umum daun dipandang sebagai organ produsen fotosintat utama, maka pengamatan daun sangat diperlukan sebagai indikator pertumbuhan dalam menjelaskan proses pertumbuhan yang terjadi pada pembentukan biomassa tumbuhan (Tambaru, 2017; Ura' *et al.*, 2018).

Matahari merupakan sumber energi utama yang dimanfaatkan untuk proses fotosintesis. Besarnya laju fotosintesis tegakan berkaitan dengan kandungan klorofil, jumlah stomata pada daun (Tambaru *et al.*, 2023). Klorofil merupakan pigmen yang mampu mengabsorpsi cahaya (fotoreseptor) untuk fotosintesis, yang terletak dalam membran tilakoid kloroplas pada daun berfungsi untuk fotolisis air (Sumenda, 2011; Yousafzai *et al.*, 2018). Warna hijau yang tampak paling menonjol pada tumbuhan disebabkan adanya zat hijau daun yaitu klorofil. Klorofil merupakan sebagian besar pigmen yang ditemukan dalam membran tilakoid kloroplas (Khafid, dkk., 2021). Pigmen hijau pada daun berperan mengabsorpsi cahaya dalam fotosintesis fase I, yaitu reaksi fotolisis. Reaksi fotolisis memecah H₂O mejadi O₂ dengan bantuan cahaya matahari yang diserap oleh klorofil (Sumenda, 2011). Pigmen yang berperan penting dalam fotosintesis adalah pigmen yang dapat menyerap cahaya dan yang dapat melepaskan elektron dalam proses fotokimia, sehingga dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi kimia. Pigmen yang dapat menyerap cahaya pada tumbuhan yang dimaksud adalah klorofil a dan klorofil b (Aisoi, 2019; Lawendatu, dkk., 2019). Tiga fungsi utama klorofil dalam proses fotosintesis yaitu untuk memanfaatkan cahaya matahari, memicu fiksasi CO₂ untuk menghasilkan kabohidrat dan menyediakan energi bagi ekosistem (Bahri, 2010). Konsentrasi klorofil dapat berpengaruh secara langsung terhadap proses fotosintesis. Tanpa bantuan cahaya matahari dan klorofil, fotosintesis tidak dapat berjalan dengan baik (Sigala, dkk., 2019; Tambaru *et al.*, 2023).

Fotosintesis pada daun berperan dalam proses metabolisme primer yang berguna bagi pertumbuhan serta perkembangan tumbuhan dan berperan dalam proses metabolisme sekunder yang berguna dalam membantu tumbuhan beradaptasi pada kondisi habitat lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui morfologi dan klorofil daun tengguli *Cassia fistula* L. dan bunga kupu-kupu *Bauhinia acuminata* L. serta menganalisis faktor lingkungan yang memengaruhi kadar klorofil daun pohon penelitian di Hutan Kota Universitas Hasanuddin.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu meteran, hagameter, soil tester, thermohyrometer, plastik sampel, timbangan elektrik, shaker, sentrifuge, spektrofotometer, botol sampel, gelas ukur, pipet skala, *bulb*, kuvet spektrofotometer, tali, label, corong, blender, dan alat tulis menulis. Bahan yang digunakan meliputi daun pohon tengguli *Cassia fistula* L. dan bunga kupu-kupu *Bauhinia acuminata* L.

Metode Penelitian

Penelitian ini meliputi beberapa tahap yaitu pengambilan sampel, analisis kadar klorofil dan analisis data. Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari-Mei 2023 di Hutan Kota Universitas Hasanuddin, Analisis morfologi di Laboratorium Botani Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin dan dan analisis kadar klorofil dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Fakultas Ilmu Kelautan Perikanan Universitas Hasanuddin Makassar.

Pengambilan Sampel dan Pengukuran Faktor Lingkungan

Pengambilan sampel dilakukan di Hutan Kota Universitas Hasanuddin. Pohon yang diambil sebagai sampel penelitian diberi label, selanjutnya dilakukan pengamatan morfologi dan pengukuran tinggi pohon dan luas daun. Mengukur ketinggian pohon digunakan hagameter dan luas daun dengan mistar. Pengukuran parameter lingkungan yang terdiri atas suhu dan kelembapan udara digunakan *thermohyrometer*, intensitas Cahaya menggunakan lux meter, pengukuran pH tanah dan kelembapan tanah menggunakan *soil tester*. Pengambilan sampel daun setiap pohon penelitian dilakukan pada pagi hari. Sampel daun yang diambil pada urutan nomor 2-5 secara acak (*purposive sampling*) dari setiap pohon dengan 3 (tiga) ulangan lalu dimasukkan ke dalam plastik sampel dan dibungkus plastik hitam guna menghindari paparan cahaya. Sampel tersebut selanjutnya dianalisis di laboratorium untuk dilakukan penghitungan konsentrasi klorofil.

Analisis Kadar Klorofil

Sampel yang telah diambil kemudian dihaluskan digunakan blender dalam kondisi cahaya buram. Kemudian ditimbang ± 0.1 g dan dimasukkan ke dalam botol sampel. Diekstrak dengan ditambahkan ± 10 ml pelarut aseton 80%. Sampel yang sudah ditambahkan pelarut dikocok dengan shaker selama ± 1 jam dengan kecepatan 150 rpm. Selanjutnya sampel disaring dan dimasukkan kedalam tabung reaksi untuk disentrifugasi pada putaran 4,000 rpm selama 30 menit. Kemudian pengukuran kadar klorofil sampel dianalisis dengan spektrofotometer pada panjang gelombang (λ) 663 nm untuk klorofil a dan (λ) 645 nm untuk klorofil b. Selanjutnya dihitung kadar klorofil a, klorofil b dan klorofil total (a+b) dari setiap sampel daun pohon penelitian dengan rumus Arnon (Tambaru, 2012) yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Klorofil a (mg/l)} &= (12.7 \times A_{663}) - (2.69 \times A_{645}) \\ \text{Klorofil b (mg/l)} &= (25.8 \times A_{663}) - (4.68 \times A_{645}) \\ \text{Klorofil a + b (mg/l)} &= (20.21 \times A_{663}) - (8.02 \times A_{645}) \end{aligned}$$

Analisis Data

Data hasil penelitian yaitu kadar klorofil dan faktor lingkungan dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Tanaman

Hasil penelitian yang dilakukan di Hutan Kota Universitas Hasanuddin pada jenis tengguli *Cassia fistula* L. dan bunga kupu-kupu *Bauhinia acuminata* L. dijumpai ciri-ciri sebagai berikut: Pohon tengguli *Cassia fistula* L. termasuk Classis Dicotyledoneae dan Familia Caesalpiniaceae, habitus pohon dengan sistem perakaran tunggang, bentuk tajuk *horizontal* (menyebar) dan sistem percabangan daun menyirip genap dengan anak daun sekitar 3-8 pasang, bentuk bulat telur memanjang, panjang kurang lebih 6-20 cm, lebar 3-9 cm, buah berbentuk polong bulat memanjang, tinggi pohon tengguli berkisar antara 20-24 meter dengan luas daun 74-84 cm² (Gambar 1). Sedangkan pada bunga kupu-kupu *Bauhinia acuminata* L. yaitu habitus pohon, sistem perakaran tunggang, batang bulat, bentuk tajuk *horizontal* (menyebar) dan sistem percabangan *simpodial*. Daun tunggal tersebar mirip sayap kupu-kupu, duduk daun pada batang rumus 1/3, buah polong-polongan berbentuk pipih, tinggi pohon bunga kupu-kupu berkisar antara 10-14 meter dengan luas daun 49-52 cm² (Gambar 2).



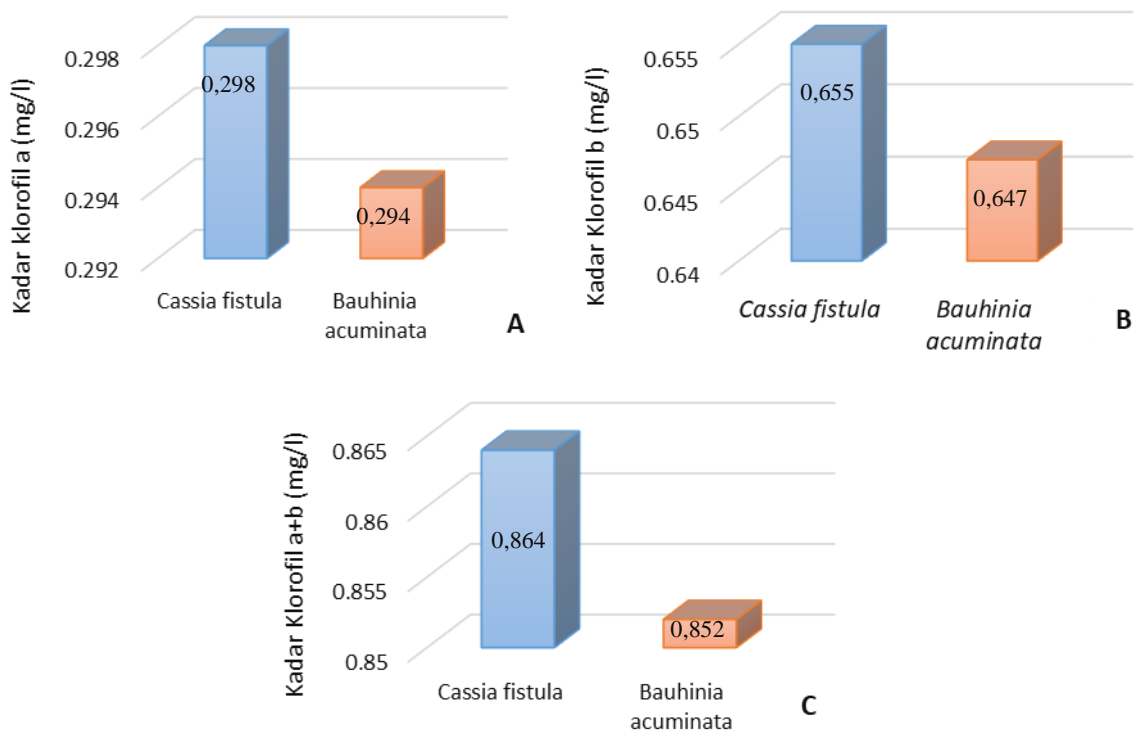
Gambar 1. Tengguli *Cassia fistula* L.



Gambar 2. Bunga Kupu-kupu *Bauhinia acuminata* L.

Analisis Kadar Klorofil Daun

Hasil penelitian kadar klorofil sampel daun pohon tengguli *Cassia fistula* L. dan bunga kupu-kupu *Bauhinia acuminata* L. diperoleh kadar klorofil a, klorofil b, dan klorofil total (a+b) disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. A) Kadar Klorofil a; B) Kadar Klorofil b; C) Kadar Klorofil a+b *Cassia fistula* L. dan *Bauhinia acuminata* L. di Hutan Kota Universitas Hasanuddin.

Hasil penelitian kadar klorofil a yang diperoleh dari penelitian pada tengguli *Cassia fistula* yaitu 0.298 mg/l, sedangkan bunga kupu-kupu *Bauhinia acuminata* yaitu 0.294 mg/l. Konsentrasi klorofil yang dimiliki suatu tanaman dapat bervariasi dan hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor gen, cahaya, air, posisi daun, ketebalan daun, dan umur tanaman (Sigala, dkk., 2019; Khafid, dkk., 2021; Fathurrahman, dkk., 2022). Daun yang berwarna hijau tua mengandung banyak klorofil a, sedangkan daun yang berwarna hijau kekuningan memiliki kandungan klorofil b yang tinggi

(Tambaru *et al.*, 2023). Klorofil pada daun yang berwarna hijau kekuningan masih berupa protoklorofil dan daun menjadi hijau tua setelah transformasi protoklorofil. Klorofil b dibentuk dari klorofil a (Sumenda, 2011; Khafid, dkk., 2021).

Kadar klorofil b yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan klorofil a yaitu 0.655 mg/l pada tanaman tengguli dan 0.647 mg/l pada tanaman bunga kupu-kupu. Hal ini disebabkan karena jarak tanam antara pohon yang satu dengan pohon lainnya di lokasi penelitian sangat berdekatan, sehingga daun pohon saling ternaungi. Daun yang ternaungi banyak mengandung klorofil b, karena klorofil b hanya mampu mengabsorpsi cahaya dengan panjang gelombang rendah (Tambaru *et al.*, 2023). Kondisi naungan mendorong peningkatan kandungan klorofil untuk menangkap lebih banyak radiasi matahari (Tanjung, dkk., 2023). Pembentukan klorofil a dipengaruhi oleh adanya cahaya yang mereduksi protoklorofilid menjadi klorofil a, yang kemudian dioksidasi menjadi klorofil b. Terbentuknya klorofil b yang lebih banyak pada keadaan ternaungi dapat disebabkan adanya ketidakseimbangan pembentukan klorofil akibat pengurangan intensitas radiasi. Sementara konversi menjadi klorofil b relatif tidak dipengaruhi oleh intensitas cahaya secara langsung (Reed *et al.*, 2012). Semakin tua umur daun, maka kemampuan fotosintesisnya juga semakin berkurang, sehingga menyebabkan kerusakan pada klorofil karena fungsinya tidak dapat berjalan dengan baik. Kemampuan daun untuk berfotosintesis meningkat sampai daun berkembang penuh, dan kemudian mulai menurun secara perlahan pada daun tua (Darwati, dkk., 2020). Daun hijau tua mempunyai kadar klorofil tinggi disebabkan terjadinya sintesis klorofil b menjadi klorofil a dalam jumlah besar, diikuti dengan berkembangnya daun tanaman (Setiawati *et al.*, 2016; Tambaru *et al.*, 2023).

Hasil penelitian ini mengenai kadar klorofil a+b dari sampel daun tengguli *Cassia fistula L.* 0.864 mg/l dengan luas permukaan daun 77 cm², bunga kupu-kupu *Bauhinia acuminata L.* 0.852 mg/l dengan luas permukaan daun 50 cm². Daun merupakan organ tanaman tempat berlangsungnya fotosintesis, luas permukaan daun besar memungkinkan menangkap cahaya yang lebih baik dan hasil fotosintesis menjadi lebih tinggi (Khafid, dkk., 2021). Seiring dengan bertambahnya umur daun, maka kandungan klorofil dan luas daunnya juga meningkat (Fathurrahman, dkk., 2022). Konsentrasi klorofil dipengaruhi struktur morfologi dan anatomi dari suatu tanaman (Prabawaningrum, dkk., 2020). Klorofil meningkat sejalan dengan perkembangan daun yaitu saat klorofil mencapai tingkat maksimum sebelum akhirnya daun berhenti berkembang (Aisoi, 2019; Rifai & Puspitawati, 2022). Luas daun dinyatakan sebagai luas daun total per tanaman atau per satuan luas tanah. Serapan hara oleh tanaman dapat memengaruhi fotosintesis dan tampak pengaruhnya pada luas daun (Tambaru *et al.*, 2023).

Faktor Lingkungan Tempat Tumbuh

Faktor lingkungan tempat tumbuh memengaruhi kadar klorofil dari tengguli *Cassia fistula L.* dan bunga kupu-kupu *Bauhinia acuminata L.* di Hutan Kota Universitas Hasanuddin disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengukuran Faktor Lingkungan

Pengukuran Faktor Lingkungan	<i>Cassia fistula L.</i>	<i>Bauhinia acuminata L.</i>
Suhu (°C)	29.5-30.0	29.5-30.0
Kelembapan udara (%)	36.7-48.1	38.1-40.5
Intensitas Cahaya (Lux)	931-1,224	1,084-1172
PH Tanah	5.6-6.6	6.2-6.4
Kelembapan Tanah (%)	40-45	40-45

Suhu pada lokasi penelitian berkisar antara 29.5-31.0°C, suhu yang tinggi akibat intensitas penyinaran yang tinggi dapat mengakibatkan degradasi klorofil dan memberi pengaruh terhadap aktivitas enzim klorofilase dan enzim lipoksidase (Lawendatu, dkk., 2019). Suhu dapat mempengaruhi beberapa proses fisiologi penting pada tumbuhan seperti, bukaan stomata, laju penyerapan air dan nutrisi, fotosintesis dan respirasi (Tambaru *et al.*, 2023). Intensitas cahaya berkisar antara 931-1,224 lux, semakin tinggi intensitas cahaya maka semakin tinggi pula suhu udara. Jumlah intensitas cahaya yang diterima oleh tumbuhan sangat memengaruhi proses pertumbuhan (Sigala, dkk., 2019). Intensitas cahaya rendah mampu meningkatkan kandungan klorofil daun yaitu dengan meningkatkan klorofil a, b, dan total klorofil dengan cara menurunkan ukuran kloroplas, meningkatkan jumlah kloroplas (Sulistiyowati, dkk., 2019; Tanjung, dkk., 2023). Jika intensitas cahaya matahari terlalu tinggi, maka kandungan klorofil pada daun dapat mengakibatkan kerusakan klorofil dan berkurangnya intensitas cahaya menyebabkan menurunnya kandungan klorofil pada tumbuhan karena penerimaan cahaya yang kurang efektif, sehingga sintesis klorofil menjadi rendah dan warna daun menjadi hijau kekuningan. Kurangnya intensitas cahaya yang diterima oleh tumbuhan dapat disebabkan oleh jarak tanam (Putri, dkk., 2017).

Pengukuran pH tanah pada penelitian ini didapatkan kisaran angka 5.6-6.6. Senyawa klorofil bekerja stabil dalam menunjukkan warna hijau pH sekitar netral (7-8). Pada pH asam (3-5) dan pH basa (11-12) klorofil mengalami reaksi dan menghasilkan berbagai senyawa turunan klorofil. pH 7.78 yang memiliki nilai klorofil a dan b cukup tinggi, namun laju fotosintesisnya rendah oleh karena daun muda baru tumbuh dan memiliki daya serap CO₂ kecil, sedangkan pH 8.2 klorofil a dan b memiliki nilai yang tinggi, sehingga berdampak pada laju fotosintesis yang tinggi (Andika, dkk., 2020). Kelembapan udara pada lokasi penelitian berkisar antara 36.7-48.1%. Kelembapan udara adalah banyaknya uap air yang berada di udara, semakin tinggi suhu udara maka semakin rendah kelembapan udara. Suhu dan kelembapan juga dipengaruhi oleh penutupan tajuk tumbuhan. Vegetasi yang memiliki tebal tajuk yang tinggi lebih mampu menurunkan suhu dan kerapatan pohon yang besar lebih mampu meningkatkan kelembapan udara (Putri, dkk., 2017). Kelembapan tanah menunjukkan ketersediaan air tanah, ketersediaan air tanah berpengaruh terhadap biosintesis klorofil. Penurunan kadar klorofil pada saat tanaman kekurangan air menyebabkan penurunan laju fotosintesis tanaman (Sumenda, 2011). Kelembapan tanah yang diukur pada penelitian ini berkisar 40-45%. Kekurangan air memengaruhi kandungan klorofil dalam kloroplas pada jaringan tumbuhan. Tanaman tidak dapat hidup tanpa air, karena air merupakan faktor utama yang berperan dalam proses fisiologi tanaman. Air berperan dalam pertumbuhan organ tanaman seperti daun dan sistem perakaran. Air merupakan bagian dari protoplasma dan menyusun 85-90% dari berat keseluruhan jaringan tanaman. Absorpsi unsur hara dari tanah oleh akar terhambat, sehingga memengaruhi ketersediaan unsur N dan Mg yang berperan penting dalam sintesis klorofil (Darwati, dkk., 2020). Menurut Kamble *et al.*, (2015), konsentrasi klorofil daun merupakan parameter yang sangat penting sebagai indikator kandungan kloroplas yang dapat menangkap energi cahaya matahari untuk fotolisis air yang digunakan dalam mekanisme fotosintesis dan metabolisme suatu tanaman.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kandungan klorofil a, klorofil b dan klorofil a+b pada tengguli *Cassia fistula* L. dan bunga kupu-kupu *Bauhinia acuminata* L. Kadar klorofil a *Cassia fistula* yaitu 0.298 mg/l dan *Bauhinia acuminata* L. yaitu 0.294 mg/l, Kadar klorofil b pada *Cassia fistula* L. 0.655 mg/l dan pada *Bauhinia acuminata* L. 0.647 mg/l, kadar klorofil a+b dari sampel daun *Cassia fistula* L. 0.864 mg/l dan pada *Bauhinia acuminata* L. 0.852 mg/l. Morfologi dan warna daun memengaruhi besar kecilnya kadar klorofil pada daun, luas

permukaan daun *Cassia fistula* L. sebesar 77 cm² dan *Bauhinia acuminata* L. sebesar 50 cm² dengan warna daun hijau tua.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisoi, L. E., 2019. *Analisis Kandungan Klorofil Daun Jilat (Vilibrune rubescens, Bl.) Pada Tingkat Perkembangan Berbeda*. Simbiosis. 8(1): 50-58.
- Andika, Y., Kawaroe, M., Effendi, H., dan Zamani, N. P., 2020. *Pengaruh Kondisi pH Terhadap Respons Fisiologis Daun Lamun Jenis Cymodocea rotundata*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis. 12(2): 487-495.
- Amru, K., Damanik, M., Ura', R., Najib, N. N., and Rahmila, Y. I., 2023. *Potential Absorption and Economic Carbon Valuation of Teak (Tectona grandis) at Hasanuddin University City Forest for Supporting Emission Reduction in Makassar City*. Journal of Natural Resources and Environmental Management. 13(3): 481-491.
- Arifanti, V. B., Dharmawan, I. W. S., dan Wicaksono, D., 2014. *Potensi Cadangan Karbon Tegakan Hutan Sub Montana di Taman Nasional Gunung Halimun Salak*. Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan. 11(1): 13-31.
- Bahri, S., 2010. *Klorofil*. Diktat Kuliah Kapita Selekta Kimia Organik. Universitas Lampung.
- Darwati, I., Rosita, R. M., Setiawan, dan Nurhayati, H., 2013. *Identifikasi Karakter Morfo-Fisiologi Penentu Produktivitas Jambu Mete (Anacardium occidentale)*. Jurnal Penelitian Tanaman Industri. 19(4): 186-193.
- Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim, 2022. *Kontribusi Penurunan Emisi GRK Nasional, Menuju NDC 2030*. http://ditjen_ppi.menlhk.go.id/berita-ppi/3150-kontribusi-penurunanemisi-grk-nasional,-menuju-ndc-2030.
- Fathurrahman, F., Mulyani, S., dan Candra, R. P., 2022. *Pengaruh Waktu Pemberian dan Konsentrasi Paclobutrazol Terhadap Perlambatan Pertumbuhan Trembesi (Albizia saman Jacq)*. Jurnal Agrotek Tropika. 10(1): 137-143.
- Hakim, L., Putra, P. T., dan Zahratu, A. L., 2017. *Efektifitas Jalur Hijau dalam Mengurangi Polusi Udara oleh kendaraan bermotor*. NALARS. 16(1): 91-100.
- Khafid, A., Nurchayati, Y., dan Suedy, S. W. A., 2021. *Kandungan Klorofil dan Karotenoid Daun Salam (Syzygium polyanthum (Wight) Walp.) pada Umur yang Berbeda*. Buletin Anatomi dan Fisiologi. 6(1): 74-80.
- Kamble, P. N., Girl, S. P., Mane, R. S., and Tiwana, A., 2015. *Estimation of Chlorophyll Content in Young and Adult Leaves of Some Selected Plants*. Universal Journal of Environmental Research and Technology. 5(6): 306-310.
- Lawendatu, O. P. G., Pontoh, J., dan Kamu, V., 2019. *Analisis Kandungan Klorofil pada Berbagai Posisi Daun dan Anak Daun Aren (Arrenga pinnata)*. Chemistry Progress: 12(2): 67-72.
- Prabawaningrum, D., Kasmiyati, S., dan Mahardika, A., 2020. *Kandungan Pigmen dan Aktivitas Antioksidan pada Tanaman Celosia plumosa Bunga Merah dan Kuning*. Buletin Anatomi dan Fisiologi. 5(2): 119-128.
- Putri, M. A., Firdaus, L. N., dan Wulandari, S., 2017. *Kandungan Klorofil Tumbuhan Dominan Pasca Kebakaran Lahan Gambut dan Pemanfaatannya untuk Rancangan LKPD Biologi SMA*. Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau.
- Reed, S., Schnell, R., Moore, J. M., and Dunn, C., 2012. *Chlorophyll a+b content and Chlorophyll Fluorescence in Avocado*. Journal of Agricultural Science. 4(4): 29-36.
- Rifai, A. K., dan Puspitawati, R. P., 2022. *Respon Morfologi, Anatomi dan Fisiologi Daun Kersen (Muntingia calabura) Akibat Paparan Timbal Pb yang Berbeda di Surabaya*. LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi. 11(1): 8-14.

- Setiawati, T., Saragih, I. A., Nurzaman, M., and Mutaqin, A. Z., 2016. *Analysis of Chlorophyll Content and Leaf Area of Lampeni (Ardisia humilis Thunberg) at Different Developmental Levels in Pangandaran Nature Reserve*. Proceedings of the MIPA National Seminar, 2016, 122–126.
- Sigala, C., Songke, N. G., Tumoka, K. P., Butarbutar, R. R., dan Nio, S. A., 2019. *Konsentrasi Klorofil Total Pada Daun Tanaman Puring (Codiaeum variegatum L.) yang diberi Perlakuan Naungan*. Jurnal Ilmiah Sains. 19(2): 70-73.
- Sulistiyowati, D., Chozin, M. A., Syukur, M., Melati, M., dan Guntoro, D., 2019. *Respon Karakter Morfo-Fisiologi Genotip Tomat Senang Naungan Pada Intensitas Cahaya Rendah*. J Hort., 29(1): 23–32.
- Sumenda, L., 2011. *Analisis Kandungan Klorofil Daun Mangga Mangifera indica L. pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda*. Jurnal Bios Logos. 1(1): 20-24.
- Tanjung, D. D., Purnamawati, H., dan Susila, A. D., 2023. *Karakter Daun Buncis Tegak sebagai Respon Adaptasi Intensitas Cahaya Rendah*. Jurnal Agrosains dan Teknologi. 8(1): 47-53.
- Tambaru, E., 2012. *Potensi Absorpsi Karbon Dioksida Pada Beberapa Jenis Pohon Hutan Kota di Kota Makassar*. Disertasi. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Tambaru, E., 2017. *Comparative Analysis of Stomatal Type Swietenia macrophylla King and Polyalthia longifolia Bent and Hook. var. Pendula in Makassar, South Sulawesi, Indonesia*. International Journal of Current Research and Academic Review. 5(3): 31–34.
- Tambaru, E., Bachtiar, B., Ura', R., and Tuwo, M., 2023. *The Effects Morpho-Anatomical Characters Leaves Tectona grandis and Gmelina arborea as Carbon Dioxide Absorption in Unhas Urban Forest*. International Journal on Advanced Science on Advanced Science, Engineering and Information Technology. 13(4): 1290-1292.
- Ura', R., Paembonan, S. A., and Malamassam, D., 2018. *Effect of Shade at Agrisilviculture System on Characteristics of Stomata Abaxial Leaf Surfaces in Toraja Highland, Indonesia*. International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology. 5(1): 18–24.
- Yousafzai, A., Durani, A., Hamaeedi, A., Mohammadi, M. H., Durrani, H., and Safiullah, K., 2018. *Effect of Air Polution on Chlorophyll Content of Urban Trees Leaves*. International Journal of Biology Research. 3(1): 287-291.