

Optimizing Solvent Type and Concentration of *Cnidoscopus aconitifolius* Leaf Extract to Enhance Chlorophyll Content in *Zea mays*: Unveiling the Potential of Biostimulant Application in Maize Cultivation

Nailul Rahmi Aulya¹, Zozy Aneloi Noli^{2*}, Suwirnen², Annisa Wulan Agus Utami¹, Millania Putri Shayan², Fepi Dwi Marta²

¹Biology Education Program, Faculty of Mathematics and Natural Science, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, Indonesia;

²Biology Department, Faculty of Mathematics and Natural Science, Universitas Andalas, Padang, Indonesia;

Article History

Received : November 27th, 2025

Revised : December 08th, 2025

Accepted : December 16th, 2025

*Corresponding Author: **Zozy**

Aneloi Noli, Biology Department, Faculty of Mathematics and Natural Science, Universitas Andalas, Padang, Indonesia;
Email: zozynoli@sci.unand.ac.id

Abstract: Maize (*Zea mays* L.) is one of the major cereal commodities with a strategic role in various sectors of societal needs. The application of plant-derived biostimulants has emerged as an alternative approach for enhancing plant physiological performance, including the use of leaf extract from *Cnidoscopus aconitifolius* (chaya). This study aimed to evaluate the effects of different solvent types and extract concentrations of *C. aconitifolius* leaves on the chlorophyll content of maize plants. A two-factor Completely Randomized Design (CRD) was used, consisting of: (a) solvent types (aqueous, ethanol, methanol, and butanol) and (b) extract concentrations (control, 25 mg/L, 50 mg/L, and 100 mg/L). The results indicated that neither solvent type nor extract concentration had a significant effect on any chlorophyll parameter. However, the aqueous-based extract at 25 mg/L tended to produce the highest chlorophyll a and total chlorophyll content, while the highest chlorophyll b content was observed in the 25 mg/L butanol extract treatment. In contrast, the 100 mg/L ethanol extract treatment showed a tendency toward the lowest chlorophyll content. These findings suggest that the effectiveness of *C. aconitifolius* extract as a photosynthetic biostimulant in *Z. mays* remains limited and is likely influenced by the solubility of its bioactive compounds in the solvents used.

Keywords: Biostimulant, chlorophyll, *Cnidoscopus aconitifolius*, growth stimulation, *Zea mays*.

Pendahuluan

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan komoditas sereal penting yang memiliki peran strategis sebagai bahan pangan, pakan ternak, serta bahan baku industri (Revilla *et al.*, 2022). Kebutuhan akan jagung terus meningkat seiring pertumbuhan populasi manusia, peningkatan permintaan pakan ternak, dan pengembangan sektor agroindustri. Oleh sebab itu, diperlukan strategi budidaya yang mampu meningkatkan performa fisiologis tanaman, khususnya efisiensi fotosintesis untuk mendukung produktivitas tanaman. Klorofil merupakan

pigmen utama dalam proses fotosintesis, sehingga peningkatan kandungan klorofil pada daun tanaman berkorelasi erat dengan peningkatan kemampuan asimilasi karbon dan pertumbuhan tanaman (Lichtenthaler & Babani, 2021). Salah satu cara untuk meningkatkan kandungan klorofil pada tanaman adalah melalui pengaplikasian biostimulan pada tanaman.

Biostimulan adalah setiap zat atau mikroorganisme yang diaplikasikan pada tanaman dengan tujuan meningkatkan efisiensi nutrisi, toleransi terhadap stres abiotik, dan kualitas hasil tanaman (Aulya *et al.*, 2018;

Aulya, 2020). Biostimulan terbagi atas beberapa kategori utama yaitu Asam humat dan asam fulvat, hidrolisat protein dan senyawa lain yang mengandung nitrogen, ekstrak rumput laut dan tumbuhan, chitosan dan biopolimer lain, senyawa inorganik, jamur dan bakteri yang menguntungkan (Du Jardin, 2015). Dalam beberapa tahun terakhir, biostimulan berbasis tanaman semakin mendapatkan perhatian sebagai alternatif ramah lingkungan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman (Noli *et al.*, 2024).

Berbeda dengan pupuk atau pestisida, biostimulan bekerja dengan cara mengoptimalkan proses metabolisme, meningkatkan penyerapan nutrisi, dan memperkuat toleransi tanaman terhadap stres lingkungan. Pengaplikasian biostimulan pada tanaman diantaranya dilaporkan oleh De Yudanur *et al.* (2024) yang mengaplikasikan ekstrak *Padina minor* Yamada pada tanaman *Glycine max* L. yang diberi perlakuan cekaman kekeringan, hasilnya menjelaskan bahwa ekstrak *P. minor* berbasis metanol mampu meningkatkan kadar klorofil daun *Glycine max* L. Cleopatra *et al.* (2023) juga melaporkan bahwa pengaplikasian ekstrak etanol *Portulaca oleracea* L. mampu meningkatkan kandungan klorofil a, b, dan klorofil total pada *Brassica oleracea* var. Achepala. Salsabila *et al.* (2023) melaporkan bahwa pengaplikasian ekstrak metanol *Centella asiatica* (50 mg/L) mampu meningkatkan kandungan klorofil pada *Brassica oleracea* var. acephala DC.

Salah satu sumber biostimulan potensial adalah *Cnidioscolus aconitifolius* (dikenal sebagai chaya atau bayam pohon), yang kaya akan vitamin, mineral, senyawa fenolik, karotenoid, serta berbagai metabolit bioaktif lainnya (Panghal *et al.*, 2021). Senyawa-senyawa tersebut diketahui berperan dalam pembentukan klorofil, peningkatan aktivitas fotosintesis, dan penguatan sistem pertahanan tanaman, sehingga ekstrak *C. aconitifolius* berpotensi digunakan sebagai penguat fotosintetik alami pada tanaman jagung (Liu *et al.*, 2022).

Namun demikian, efektivitas biostimulan alami sangat dipengaruhi oleh metode ekstraksi, terutama jenis pelarut yang digunakan dan konsentrasi ekstrak yang dihasilkan (Chabili *et al.*, 2024). Perbedaan polaritas pelarut akan

memengaruhi kelarutan serta kemampuan pelarut dalam mengekstrak senyawa bioaktif, termasuk prekursor klorofil dan pigmen karotenoid yang berperan dalam fotosintesis (Szparaga *et al.*, 2023). Selain itu, konsentrasi ekstrak juga menentukan respons fisiologis tanaman. Konsentrasi optimal dapat meningkatkan aktivitas metabolisme, sedangkan konsentrasi berlebih justru berpotensi menimbulkan efek inhibitif atau fitotoksik (Elsayed *et al.*, 2023).

Oleh karena itu, optimasi jenis pelarut dan konsentrasi ekstrak merupakan langkah penting untuk memaksimalkan potensi biostimulan daun *C. aconitifolius* pada pertumbuhan jagung. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh berbagai pelarut dan tingkat konsentrasi ekstrak daun *C. aconitifolius* terhadap kandungan klorofil daun *Z. mays*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan ilmiah dalam pengembangan strategi biostimulan berbasis bahan alami yang berkelanjutan untuk meningkatkan produktivitas tanaman jagung dan mendukung praktik pertanian ramah lingkungan.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat

Penelitian dilakukan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan dan Rumah Kaca, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat, Indonesia.

Metode penelitian

Metode yang digunakan adalah metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah jenis pelarut: (A1) akuades, (A2) etanol, (A3) metanol, dan (A4) butanol. Faktor kedua adalah konsentrasi ekstrak: (B0) kontrol, (B1) 25 mg/L, (B2) 50 mg/L, dan (B3) 100 mg/L. Setiap ulangan terdiri atas 16 pot, sehingga total terdapat 48 pot percobaan.

Prosedur penelitian

Persiapan ekstrak kasar daun C. aconitifolius

Ekstrak kasar daun *C. aconitifolius* disiapkan menggunakan teknik maserasi dengan pelarut organik berupa metanol,

etanol, dan butanol 70%. Proses maserasi dilakukan selama 72 jam (3×24 jam) pada suhu ruang dengan pengadukan sesekali. Untuk ekstrak akuades, ekstraksi dilakukan dengan cara merebus atau mengukus bahan tanaman dalam air suling (perbandingan 1:24 b/v) selama 1 jam. Penerapan teknik ekstraksi yang berbeda tersebut bertujuan untuk mengakomodasi karakteristik kelarutan metabolit sekunder tanaman yang bervariasi antara pelarut organik dan akuades.

Tanaman uji dan penanaman

Media tanam terdiri atas tanah perkebunan yang dicampur kompos dengan perbandingan volume 4:1, kemudian dimasukkan ke dalam polybag berukuran 50×60 cm dengan kapasitas tanah 8 kg per pot. Satu benih *Z. mays* ditanam pada setiap polybag dengan kedalaman 3–5 cm, dan jarak antar polybag dipertahankan pada 25×75 cm. Pemupukan dilakukan menggunakan urea (1,05 g/polybag) dan muriat kalium (MoP; 0,53 g/polybag), sesuai dengan rekomendasi dosis pemupukan pada budidaya *Z. mays*.

Aplikasi biostimulan

Ekstrak terlebih dahulu dilarutkan dalam dimetil sulfoksida (DMSO) sebelum dicampurkan dengan 1 L air. Sebanyak ± 25 mL larutan ekstrak disemprotkan secara merata pada daun *Zea mays* dua minggu setelah penanaman. Aplikasi dilakukan setiap minggu pada pagi hari, ketika kelembapan relatif berada mendekati titik jenuh, sehingga memungkinkan penyerapan daun secara maksimal (Kalaivanan *et al.*, 2012).

Pemeliharaan dan pengamatan

Tanaman dipelihara di bawah kondisi rumah kaca selama seluruh periode percobaan. Penyiraman dilakukan dua kali sehari (pagi dan sore) untuk menjaga kelembapan tanah tetap optimal. Gulma dibersihkan secara manual guna meminimalkan kompetisi terhadap unsur hara, air, dan cahaya. Pestisida tidak digunakan selama penelitian untuk menghindari adanya pengaruh luar yang dapat mengganggu respons biostimulan pada tanaman.

Pengujian kadar klorofil

Pengukuran kadar klorofil a, b, dan klorofil total dilakukan pada satu minggu setelah pengaplikasian biostimulan. Pengukuran kadar klorofil dilakukan dengan cara menggerus daun muda sebanyak 0,5 g dan dihomogenisasikan menggunakan aseton 80%. Setelah itu dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 3.500 rpm selama 15 menit untuk memisahkan supernatan dan pelet. Supernatan kemudian dikoleksi untuk diukur kadar klorofilnya pada panjang gelombang 663 nm dan 645 nm menggunakan spektrofotometer. Perhitungan kandungan klorofil (mg/g berat basah) dilakukan mengacu pada metode Arnon (1994).

Analisis data

Data dianalisis menggunakan perangkat lunak IBM SPSS melalui uji sidik ragam (ANOVA). Apabila hasil menunjukkan perbedaan yang signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji lanjutan Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf signifikansi $P \leq 0,05$.

Hasil dan Pembahasan

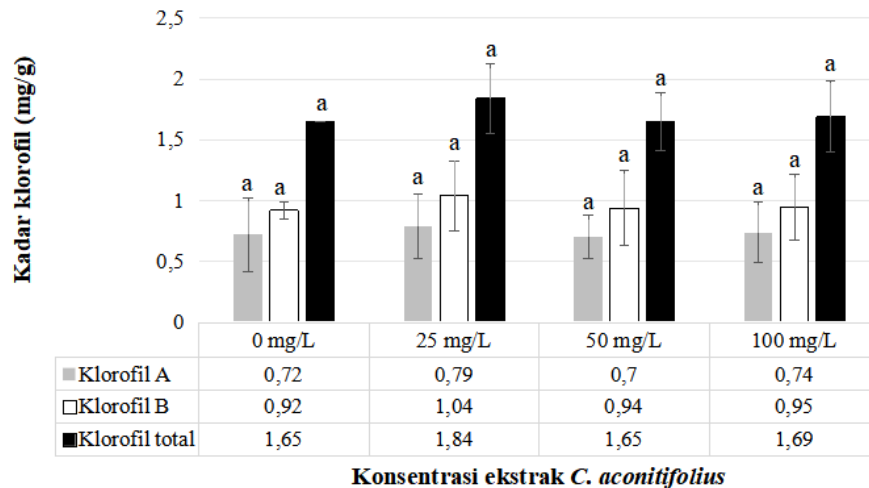
Kandungan klorofil a, b, dan klorofil total

Aplikasi ekstrak daun *C. aconitifolius* pada berbagai tingkat konsentrasi (0–100 mg/L) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kandungan klorofil a, klorofil b, maupun klorofil total pada tanaman *Zea mays*, yang ditunjukkan oleh kesamaan huruf notasi pada grafik (Gambar1). Meskipun demikian, terdapat tren peningkatan kandungan klorofil pada konsentrasi rendah (25 mg/L), diikuti penurunan pada konsentrasi yang lebih tinggi. Klorofil a menunjukkan kecenderungan tertinggi pada perlakuan 25 mg/L, yaitu 0,79 mg/g, kemudian sedikit menurun pada konsentrasi 50 mg/L (0,70 mg/g) dan 100 mg/L (0,74 mg/g). Pola yang sama juga diamati pada klorofil b, dengan nilai tertinggi mencapai 1,04 mg/g pada konsentrasi 25 mg/L, dan menurun pada konsentrasi 50 mg/L (0,94 mg/g) sebelum meningkat kembali sedikit pada 100 mg/L (0,95 mg/g). Klorofil total juga memperlihatkan nilai tertinggi pada konsentrasi 25 mg/L, yaitu 1,84 mg/g, yang kemudian menurun menjadi 1,65 mg/g pada konsentrasi 50 mg/L, dan meningkat

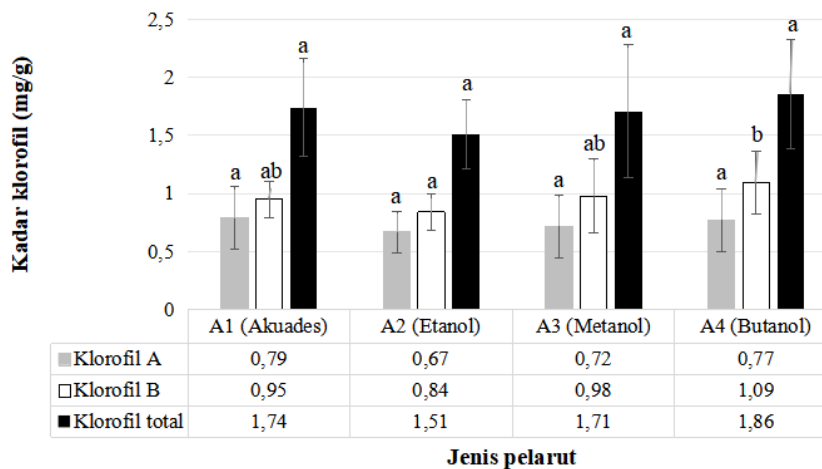
kembali menjadi 1,69 mg/g pada 100 mg/L. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa konsentrasi rendah ekstrak (25 mg/L) berpotensi meningkatkan akumulasi klorofil, sedangkan peningkatan konsentrasi cenderung mengurangi respons tersebut.

Penggunaan jenis pelarut yang berbeda dalam pembuatan ekstrak daun *C. aconitifolius* menunjukkan variasi kadar klorofil pada daun *Zea mays*, meskipun tidak menghasilkan perbedaan yang signifikan secara statistik (Gambar 2). Nilai notasi huruf yang relatif sama pada grafik menunjukkan bahwa perlakuan pelarut tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kandungan klorofil a, klorofil b, maupun klorofil total. Klorofil a tertinggi diperoleh pada ekstrak berpelarut akuades (A1)

yaitu 0,79 mg/g, sedangkan nilai terendah terdapat pada pelarut etanol (A2) sebesar 0,67 mg/g. Pola yang hampir serupa juga terlihat pada klorofil b, dengan nilai tertinggi pada butanol (A4) sebesar 1,09 mg/g, dan nilai terendah pada etanol yaitu 0,84 mg/g. Pada parameter klorofil total, pelarut butanol menghasilkan nilai tertinggi, yaitu 1,86 mg/g, diikuti oleh akuades (1,74 mg/g) dan metanol (1,71 mg/g). Sebaliknya, nilai terendah teramati pada pelarut etanol (1,51 mg/g). Hasil ini mengindikasikan bahwa pelarut bersifat polar maupun semi-polar masih mampu mengekstraksi senyawa fitokimia yang berperan sebagai stimulan pembentukan klorofil pada tanaman, meskipun respons tanaman relatif seragam pada semua jenis pelarut.



Gambar 1. Kadar klorofil a, b, dan klorofil total tanaman *Z. mays* yang diberi beberapa perlakuan konsentrasi ekstrak *C. aconitifolius*



Gambar 2. Kadar klorofil a, b, dan klorofil total tanaman *Z. mays* yang diberi perlakuan jenis pelarut ekstrak *C. aconitifolius*

Berdasarkan interaksi antara berbagai jenis pelarut dan konsentrasi ekstrak daun *C. aconitifolius*, tidak ditemukan pengaruh yang signifikan terhadap kandungan klorofil a, klorofil b, maupun klorofil total pada tanaman *Zea mays* (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan pelarut maupun konsentrasi ekstrak yang diberikan tidak cukup kuat untuk memodulasi biosintesis pigmen klorofil pada fase pertumbuhan yang diamati. Meskipun perbedaannya tidak signifikan, data numerik menunjukkan adanya variasi antara perlakuan. Misalnya, kadar klorofil total tertinggi diperoleh

pada perlakuan ekstrak butanol 25 mg/L, yaitu $2,11 \pm 0,48$ mg/g, diikuti oleh ekstrak akuades 25 mg/L sebesar $1,84 \pm 0,49$ mg/g. Sebaliknya, nilai terendah tercatat pada perlakuan etanol 50 mg/L sebesar $1,33 \pm 0,26$ mg/g. Pada klorofil b, nilai relatif tertinggi juga ditemukan pada butanol 25 mg/L ($1,25 \pm 0,19$ mg/g), sedangkan nilai terendah diperoleh dari etanol 50 mg/L ($0,74 \pm 0,07$ mg/g). Demikian pula pada klorofil a, kisaran nilai berkisar antara 0,59 hingga 0,99 mg/g, di mana angka tertinggi ditunjukkan oleh akuades 25 mg/L ($0,99 \pm 0,33$ mg/g).

Tabel 1. Interaksi antara berbagai jenis pelarut ekstraksi dan konsentrasi ekstrak *C. aconitifolius* terhadap kadar klorofil a, klorofil b, dan klorofil total pada *Z. mays*

Pelarut	Kadar klorofil		
	Klorofil a	Klorofil b	Klorofil total
Akuades x 0 mg/L ekstrak <i>C. aconitifolius</i>	$0,72 \pm 0,35^a$	$0,92 \pm 0,09^a$	$1,65 \pm 0,43^a$
Akuades x 25 mg/L ekstrak <i>C. aconitifolius</i>	$0,99 \pm 0,33^a$	$1,12 \pm 0,14^a$	$2,11 \pm 0,48^a$
Akuades x 50 mg/L ekstrak <i>C. aconitifolius</i>	$0,66 \pm 0,13^a$	$0,85 \pm 0,05^a$	$1,51 \pm 0,19^a$
Akuades x 100 mg/L ekstrak <i>C. aconitifolius</i>	$0,77 \pm 0,22^a$	$0,91 \pm 0,25^a$	$1,68 \pm 0,47^a$
Etanol x 0 mg/L ekstrak <i>C. aconitifolius</i>	$0,72 \pm 0,35^a$	$0,92 \pm 0,09^a$	$1,65 \pm 0,43^a$
Etanol x 25 mg/L ekstrak <i>C. aconitifolius</i>	$0,73 \pm 0,17^a$	$0,92 \pm 0,27^a$	$1,66 \pm 0,39^a$
Etanol x 50 mg/L ekstrak <i>C. aconitifolius</i>	$0,65 \pm 0,11^a$	$0,77 \pm 0,14^a$	$1,42 \pm 0,22^a$
Etanol x 100 mg/L ekstrak <i>C. aconitifolius</i>	$0,59 \pm 0,01^a$	$0,74 \pm 0,07^a$	$1,33 \pm 0,06^a$
Metanol x 0 mg/L ekstrak <i>C. aconitifolius</i>	$0,72 \pm 0,35^a$	$0,92 \pm 0,09^a$	$1,65 \pm 0,43^a$
Metanol x 25 mg/L ekstrak <i>C. aconitifolius</i>	$0,62 \pm 0,30^a$	$0,89 \pm 0,45^a$	$1,52 \pm 0,76^a$
Metanol x 50 mg/L ekstrak <i>C. aconitifolius</i>	$0,83 \pm 0,35^a$	$1,12 \pm 0,54^a$	$1,96 \pm 0,90^a$
Metanol x 100 mg/L ekstrak <i>C. aconitifolius</i>	$0,73 \pm 0,21^a$	$0,98 \pm 0,15^a$	$1,71 \pm 0,30^a$
Butanol x 0 mg/L ekstrak <i>C. aconitifolius</i>	$0,72 \pm 0,35^a$	$0,92 \pm 0,09^a$	$1,65 \pm 0,43^a$
Butanol x 25 mg/L ekstrak <i>C. aconitifolius</i>	$0,80 \pm 0,25^a$	$1,25 \pm 0,19^a$	$2,05 \pm 0,37^a$
Butanol x 50 mg/L ekstrak <i>C. aconitifolius</i>	$0,68 \pm 0,08^a$	$1,03 \pm 0,29^a$	$1,71 \pm 0,23^a$
Butanol x 100 mg/L ekstrak <i>C. aconitifolius</i>	$0,88 \pm 0,43^a$	$1,17 \pm 0,42^a$	$2,05 \pm 0,79^a$

Pembahasan

Klorofil merupakan senyawa antioksidan yang terdapat dan tersimpan di dalam kloroplas pada daun tanaman hijau, dan terutama berada pada bagian berwarna hijau dari daun, batang, bunga, serta akar. Klorofil a dan klorofil b merupakan pigmen esensial dalam fotosistem tumbuhan. Selain itu, klorofil a merupakan pigmen fotosintetik utama pada tanaman yang berperan dalam menghasilkan energi bagi pertumbuhan tanaman (Kamble *et al.*, 2015). Konsentrasi klorofil a pada tanaman umumnya 2–3 kali lebih tinggi dibandingkan klorofil b yang bersifat sekunder. Variasi kandungan klorofil daun dapat memberikan informasi mengenai kondisi fisiologis suatu daun atau tanaman (Saha *et al.*, 2024). Peningkatan kadar klorofil pada suatu tumbuhan berkorelasi positif

terhadap aktivitas fotosintesis (Pavlović *et al.*, 2014). Untuk memperoleh rasio klorofil a dan b, pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 660 nm, yang berada di antara titik serapan maksimum kedua pigmen tersebut (Saha *et al.*, 2024).

Berbagai jenis pelarut dan konsentrasi ekstrak *C. aconitifolius* tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap kandungan klorofil pada *Z. mays*. Hal ini karena senyawa kimia yang terkandung dalam ekstrak daun *C. aconitifolius* kemungkinan belum mampu secara efektif merangsang peningkatan sintesis klorofil pada *Z. mays*. Hal linier dengan yang dilaporkan oleh Pajrita *et al.* (2023), yang menemukan bahwa aplikasi ekstrak *Moringa oleifera* L. yang diperoleh menggunakan tiga jenis pelarut berbeda tidak memberikan pengaruh signifikan

terhadap kadar klorofil a, klorofil b, maupun klorofil total pada *Amaranthus tricolor* L.

Penelitian ini digunakan pelarut akuades, etanol, metanol, dan butanol yang bersifat polar untuk proses ekstraksi. Oleh karena itu, senyawa β -karoten kemungkinan tidak terekstraksi secara optimal, sehingga kandungan klorofil antar perlakuan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Kandungan klorofil pada tanaman dipengaruhi oleh β -karoten, yang merupakan komponen dari karotenoid (Salimah *et al.*, 2022). Namun, senyawa karotenoid umumnya bersifat hidrofobik dan lebih larut dalam pelarut non-polar dibandingkan pelarut polar, sehingga hal ini dapat menjelaskan keterbatasan efek yang diamati pada penelitian ini. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan pelarut polar dalam ekstraksi senyawa daun *C. aconitifolius* mungkin membatasi ketersediaan beberapa senyawa bioaktif sehingga mengurangi potensinya dalam mempengaruhi pembentukan pigmen fotosintetik pada *Z. mays* (Maleta *et al.*, 2018).

Kadar klorofil pada daun tanaman dipengaruhi oleh berbagai faktor internal dan eksternal. Secara fisiologis, variasi kandungan klorofil berkaitan erat dengan faktor genetik, umur daun, ketersediaan nutrisi, serta aktivitas enzim yang terlibat dalam biosintesis pigmen (He *et al.*, 2022). Tanaman dengan karakter genetik tertentu cenderung memiliki potensi pembentukan klorofil yang lebih tinggi dibanding jenis lainnya, sedangkan daun yang telah memasuki fase senesens mengalami degradasi klorofil secara bertahap akibat menurunnya aktivitas metabolik (Zhang *et al.*, 2021). Selain itu, unsur hara esensial seperti nitrogen, magnesium, dan besi memiliki peran penting dalam pembentukan klorofil, di mana magnesium berfungsi sebagai pusat atom pada struktur klorofil, sementara nitrogen dan besi berperan dalam sintesis enzimatik prekursor klorofil. Defisiensi unsur hara tersebut umumnya menyebabkan klorosis dan penurunan kapasitas fotosintesis (Papadakis *et al.*, 2023).

Faktor lingkungan seperti intensitas cahaya, suhu, ketersediaan air, dan pH tanah turut memodulasi biosintesis serta stabilitas klorofil (Ahmed *et al.*, 2022). Tanaman yang tumbuh pada intensitas cahaya rendah sering menunjukkan kandungan klorofil yang lebih tinggi sebagai bentuk kompensasi terhadap

keterbatasan energi cahaya, sedangkan paparan cahaya berlebihan dapat memicu fotooksidasi pigmen (Bi *et al.*, 2024). Kondisi suhu ekstrem juga dapat menghambat sintesis klorofil, sementara cekaman kekeringan mengurangi aktivitas fotosintesis melalui penutupan stomata yang menyebabkan terbatasnya fiksasi karbon (Torregroza-Espinosa *et al.*, 2021). Pada aspek kimia dan analisis laboratorium, efisiensi ekstraksi klorofil ditentukan oleh faktor teknis seperti jenis pelarut, konsentrasi, waktu, serta suhu ekstraksi. Beberapa penelitian melaporkan bahwa jenis pelarut tertentu, terutama pelarut polar seperti aseton dan etanol, tidak menunjukkan perbedaan signifikan terhadap kadar klorofil yang terekstraksi, karena klorofil memiliki kelarutan yang relatif tinggi pada sebagian besar pelarut organik polar (Sasudara *et al.*, 2021). Dengan demikian, kombinasi faktor fisiologis, lingkungan, dan teknik analisis menentukan nilai akhir kadar klorofil pada daun serta hasil ekstraksinya untuk tujuan penelitian maupun aplikasi bioteknologi tanaman.

Kesimpulan

Aplikasi *C. aconitifolius* sebagai biostimulan yang diekstraksi menggunakan berbagai macam pelarut dan variasi konsentrasi ekstrak *C. aconitifolius* tidak berpengaruh signifikan terhadap kandungan klorofil a, b, dan klorofil total *Z. mays*. Meskipun tidak signifikan secara statistik, perlakuan ekstrak berbasis akuades pada konsentrasi 25 mg/L cenderung menghasilkan kadar klorofil a dan klorofil total tertinggi, sedangkan klorofil b tertinggi ditemukan pada ekstrak butanol 25 mg/L. Sementara itu, perlakuan ekstrak etanol *C. aconitifolius* 100 mg/L menunjukkan kecenderungan kadar klorofil terendah.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didanai melalui skema Penelitian FMIPA UNJ dengan Nomor Kontrak 8/SPK Penelitian/5.FMIPA/2023.

Referensi

Aulya, N. R., Noli, Z. A., & Bakhtiar, A. (2018). Effect of Plant Extracts on Growth and Yield of Maize (*Zea mays*

- L.). *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 41 (3).
- Aulya, N. R. (2020). Effect of Aqueous and Ethanol Extract of *Acacia nilotica* L. Leaves on Seed Germination of *Vigna radiata* L. *Indonesian Journal of Science and Education*, 4 (2). DOI : 10.31002/ijose.v4i2.2243
- Ahmed, N., Hussain, H. Z., Ali, M. A., Rahi, A. A., Saleem, M., & Ahmad, F. (2022). Effect of zinc on chlorophyll contents, gas exchange attributes and zinc concentration in rice. *Pak J Bot*, 54(1): 17-24. <http://dx.doi.org/10.30848/PJB2022>
- Bi, X., Xu, H., Yang, C., Zhang, H., Li, W., Su, W., Zheng, M., & Lei, B. (2024). Investigating the influence of varied ratios of red and far-red light on lettuce (*Lactuca sativa*): Effects on growth, photosynthetic characteristics and chlorophyll fluorescence. *Frontiers in Plant Science*, 15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1430241>
- Chabili, A., Minaoui, F., Hakkoum, Z., Douma, M., Meddich, A., & Loudiki, M. (2024). Effects of extraction methods on the plant biostimulant activity of the soil microalga *Chlorella vulgaris*. *Journal of Applied Phycology*, 36 (6): 3301-3314. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-024-03328-5>
- Cleopatra, Noli, Z. A., Idris, M., Chairul, Suwirman, & Solfiyeni. (2023). Application of *Portulaca oleracea* L. Extract as a Biostimulant with Several Types of Solvents on The Growth of Kale (*Brassica oleracea* var. *achepala*). *Jurnal Biologi Tropis*, 23(4), 715–721. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i4.5711>
- De Yudanur, P. A., Noli, Z. A., & Mansyurdin, M. (2024). Optimizing Soybean Chlorophyll Content Under Drought Stress: Unveiling the Potential of Biostimulants from *Padina minor* Yamada with Different Solvent Extraction. *Jurnal Biologi Tropis*, 24 (1): 366-373. <https://doi.org/10.29303/jbt.v24i1.6568>
- Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia horticulturae*, 196: 3-14.
- Elsayed, S. I., Sabra, A. S., & Omer, E. A. (2023). Role of plant extracts and biostimulant in mitigating plant drought and salinity stress. In *Climate-Resilient Agriculture, Vol 2: Agro-Biotechnological Advancement for Crop Production* (pp. 571-602). Cham: Springer International Publishing. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-37428-9_25
- He, X. H., Si, J. H., Zhou, D. M., Wang, C. L., Zhao, C. Y., Jia, B., Qin, J., & Zhu, X. L. (2022). Leaf chlorophyll parameters and photosynthetic characteristic variations with stand age in a typical desert species (*Haloxylon ammodendron*). *Frontiers in Plant Science*, 13: 967849. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.967849>
- Kamble, P. N., Giri, S. P., Mane, R. S., & 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.
- Lichtenthaler, H. K., & Babani, F. (2021). Contents of photosynthetic pigments and ratios of chlorophyll a/b and chlorophylls to carotenoids (a+ b)/(x+ c) in C4 plants as compared to C3 plants. *Photosynthetica*, 60(1): 3. <https://doi.org/10.32615/ps.2021.041>
- Liu, Y., Zhao, Z., Yang, H., Fu, L., & Zhou, D. (2022). Trace phenolic acids simultaneously enhance degradation of chlorophenol and biofuel production by *Chlorella regularis*. *Water Research*, 218: 118524. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.118524>
- Maleta, H. S., Indrawati, R., Limantara, L., & Brotosudarmo, T. H. P. (2018). Ragam metode ekstraksi karotenoid dari sumber tumbuhan dalam dekade terakhir (telaah literatur). *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 13 (1): 40-50. <https://doi.org/10.23955/rkl.v13i1.10008>
- Noli, Z. A., Shayan, M. P., Maideliza, T., Suwirman. (2024). Effect of nanoparticle seaweed extracts (*Padina minor*) as biostimulant on growth and

- yield of soybean (*Glycine max*). *Intl J Agric Biol*, 32: 233–239.
- Pajrita, A., Noli, Z. A., & Suwirmen, S. (2023). Pengaruh ekstrak daun kelor yang diekstraksi dengan beberapa jenis pelarut sebagai biostimulan terhadap pertumbuhan bayam merah. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 11 (1): 531-542. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v11i1.6704>
- Panghal, A., Shaji, A. O., Nain, K., Garg, M. K., & Chhikara, N. (2021). Cnidioscolus aconitifolius: Nutritional, phytochemical composition and health benefits—A review. *Bioactive Compounds in Health and Disease-Online ISSN: 2574-0334; Print ISSN: 2769-2426*, 4(11): 260-286. <https://doi.org/10.31989/bchd.v4i11.865>
- Papadakis, I. E., Antonopoulou, C., Sotiropoulos, T., Chatzissavvidis, C., & Therios, I. (2023). Effect of magnesium on mineral nutrition, chlorophyll, proline and carbohydrate concentrations of sweet orange (*Citrus sinensis* cv. Newhall) plants. *Applied Sciences*, 13(14): 7995. <https://doi.org/10.3390/app13147995>
- Pavlović, D., Nikolić, B., Đurović, S., Waisi, H., Anđelković, A., & Marisavljević, D. (2014). Chlorophyll as a measure of plant health: Agroecological aspects. *Pesticidi i fitomedicina*, 29(1), 21-34.
- Revilla, P., Alves, M. L., Anđelković, V., Balconi, C., Dinis, I., Mendes-Moreira, P., Redaelli, R., Galarreta, J. I. R., Patto, M. C. V., Žilić, S., & Malvar, R. A. (2022). Traditional foods from maize (*Zea mays* L.) in Europe. *Frontiers in Nutrition*, 8: 683399. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.683399>
- Saha, K. K., Weltzien, C., Bookhagen, B., & Zude-Sasse, M. (2024). Chlorophyll content estimation and ripeness detection in tomato fruit based on NDVI from dual wavelength LiDAR point cloud data. *Journal of Food Engineering*, 383: 112218. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2024.112218>
- Salimah, F. N., Santosa, G. W., & Ridlo, A. (2022). Pertumbuhan dan kadar pigmen *Dunaliella salina* (Chlorophyta) pada media dengan penambahan konsentrasi tembaga (Cu) yang berbeda. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(1): 51-58. <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>
- Sasadara, M. M. V., Nayaka, N. M. D. M. W., Yuda, P. E. S. K., Dewi, N. L. K. A. A., Cahyaningsih, E., Wirawan, I. G. P., & Silalahi, D. (2021). Optimization of chlorophyll extraction solvent of bulung sangu (*Gracilaria* sp.) seaweed. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 913 (1): 012073. DOI: 10.1088/1755-1315/913/1/012073
- Salsabila, S. D., Suwirmen, S., & Noli, Z. A. (2023). Application of *Centella asiatica* extract as Biostimulant on Growth of Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala* DC). *Jurnal Biologi Tropis*, 23 (2): 138-144. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i2.4806>
- Szparaga, A., Kocira, S., Kapusta, I., & Zagula, G. (2023). Solid–liquid extraction of bioactive compounds as a green alternative for developing novel biostimulant from *Linum usitatissimum* L. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 10 (1): 108. <https://link.springer.com/article/10.1186/s40538-023-00482-9>
- Torregroza-Espinosa, A. C., Restrepo, J. C., Escobar, J., Pierini, J., & Newton, A. (2021). Spatial and temporal variability of temperature, salinity and chlorophyll-a in the Magdalena River mouth, Caribbean Sea. *Journal of South American Earth Sciences*, 105: 102978. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102978>
- Zhang, Q., Ma, C., Wang, X., Ma, Q., Fan, S., & Zhang, C. (2021). Genome-wide identification of the light-harvesting chlorophyll a/b binding (Lhc) family in *Gossypium hirsutum* reveals the influence of GhLhcb2. 3 on chlorophyll a synthesis. *Plant Biology*, 23(5): 831-842. <https://doi.org/10.1111/plb.13>