

Application of *Portulaca oleracea* L. Extract as a Biostimulant with Several Types of Solvents on The Growth of Kale (*Brassica oleracea* var. *achepala*)

Cleopatra¹, Zozy Aneloi Noli^{1*}, M. Idris¹, Chairul¹, Suwirmen¹, Solfiyeni¹

¹Biology Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Andalas, Padang, Indonesia;

Article History

Received : September 06th, 2023

Revised : October 05th, 2023

Accepted : October 23th, 2023

*Corresponding Author:

Zozy Aneloi Noli, Biology Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences; Universitas Andalas, Padang, Indonesia;
Email:

zozynoli@sci.unand.ac.id

Abstract: Plant extracts are one biostimulant sources that have the potential to increase plant growth and yield. *Portulaca* contains secondary metabolites, macro and micronutrients, and amino acids, which have the potential as biostimulants. The research aims to determine the best type of solvent in the *Portulaca* extraction process as a biostimulant. The method used in this study was a Completely Randomized Design (CRD) with three treatments (aquadest, ethanol, and methanol) and nine replicates. The application of *Portulaca* extract extracted with several solvents significantly affected root length parameters of kale, with the most extended the root length of 15.80 cm. However, it did not have a significantly different effect on other parameters. Based on the proximate analysis, *Portulaca* extract extracted with ethanol solvent produces a protein content of 25.26%.

Keywords: Biostimulant, kale, portulaca extract, solvent.

Pendahuluan

Biostimulan merupakan senyawa organik alami atau sintetik bukan pupuk yang bekerja dalam meningkatkan pertumbuhan dan respon tanaman terhadap cekaman. Biostimulan berfungsi dalam mengatur beberapa mekanisme fisiologis dan molekular, menstimulasi metabolisme karbon (C) dan nitrogen (N), meningkatkan pertahanan, antioksidan dan produksi metabolit sekunder, meningkatkan aktivitas fotosintesis dan memperbaiki hubungan air, meningkatkan karakteristik tanah, baik kimia maupun fisik, serta mengaktifkan aktivitas hormon (auksin, sitokinin, dan giberelin) (Basile *et al.*, 2020).

Sumber biostimulan antara lain adalah asam humat dan asam fulvat, protein hydrolysat dan senyawa yang mengandung nitrogen, rumput laut dan ekstrak tanaman. Ekstrak tanaman mengandung senyawa organik, seperti: polifenol, asam amino, hormon tanaman, dan vitamin, serta unsur mikro dan makro, sehingga bisa dijadikan sumber biostimulan (Godlewska *et al.*, 2021). Metabolit sekunder yang terdapat

pada tanaman, seperti: flavonoid, fenolat, alkaloid, dan terpenoid, serta turunannya dapat merangsang pertumbuhan tanaman (Du Jardin, 2015). Tumbuhan yang telah terbukti efektif sebagai sumber biostimulan adalah ekstrak kelor (Culver *et al.*, 2012), pegagan (Zakiah *et al.*, 2017), bawang putih (*Allium sativum*) (Mohamed *et al.*, 2020), *Glycyrrhiza glabra* (Thanna *et al.*, 2016), *Borago officinalis* (Bulgari *et al.*, 2017), dan *Lantana camara* (Ganagi & Jagadeesh, 2018).

Efektifitas biostimulan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya yaitu jenis pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi. Jenis pelarut yang berbeda akan menghasilkan ekstrak dengan kandungan berbeda. Sifat sebuah pelarut juga sangat berpengaruh terhadap hasil ekstraksi, yakni semakin polar pelarut maka semakin bagus daya ekstraksi dan semakin banyak metabolit sekunder yang akan terlarut. Pelarut metanol merupakan pelarut yang bersifat polar, dimana pelarut metanol dapat menarik senyawa flavonoid, saponin, tannin, dan terpenoid pada

tanaman (Astarina *et al.*, 2013). Etanol merupakan pelarut yang sangat polar dan dapat melarutkan senyawa polifenol (Cahyaningrum *et al.*, 2016), namun pada gugus etil (C₂H₅) bersifat non-polar sehingga etanol dapat berikatan dengan molekul non-polar, maka dari itu etanol dapat melarutkan baik senyawa polar maupun non-polar. Air merupakan pelarut yang bersifat polar dimana dapat melarutkan senyawa metabolit sekunder, unsur hara makro dan mikro (Septiana dan Asnani, 2012; Godlewska *et al.*, 2016).

Hasil penelitian Rimayani *et al.*, (2022) menunjukkan bahwa metanol merupakan jenis pelarut terbaik untuk ekstraksi rumput laut *Padina minor* dibandingkan dengan pelarut etanol dan air. Aplikasinya memberikan hasil terbaik terhadap tinggi tanaman, jumlah anakan, berat basah akar, berat kering akar, berat total biji 100 biji tanaman padi gogo. Penelitian lainnya menjelaskan bahwa ekstrak papaya menggunakan pelarut etanol, aseton, dan etil asetat didapatkan hasil pelarut terbaik dalam menghasilkan total fenol tertinggi yaitu pelarut etanol (Purwaningdyah *et al.*, 2015).

Penelitian ini diuji tiga jenis pelarut dalam proses ekstraksi tanaman *Portulaca* untuk diaplikasikan sebagai biostimulan. Menurut Zhou *et al.*, (2015) dan Shayen *et al.*, (2022) metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak *Portulaca* adalah flavonoid, fenol, alkaloid, terpenoid, steroid, dan saponin. *Portulaca* juga kaya unsur hara mineral seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), sulfur (S), natrium (Na), cuprum (Cu), zinc (Zn), besi (Fe), aluminium (Al), mangan (Mn), dan boron (B). Dari kandungan-kandungan tersebut, tanaman *Portulaca* berpotensi sebagai sumber biostimulan untuk meningkatkan pertumbuhan Kale (*Brassica oleracea*). Kale yang biasa disebut sebagai *queen of vegetables* merupakan sayuran yang masih satu spesies dengan kol atau kubis. Tanaman kale memiliki prospek pengembangan yang baik karena memiliki kandungan gizi dan nilai ekonomi yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas tiga jenis pelarut dalam proses ekstraksi tanaman *Portulaca* sebagai biostimulan terhadap tanaman kale.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai bulan September 2022 di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan dan Rumah Kaca, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat, Indonesia.

Metode penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 3 perlakuan dan 9 ulangan. Sebagai perlakuan adalah pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi portulaca yaitu:

- A. Akuades
- B. Etanol
- C. Metanol

Prosedur penelitian

Pembuatan ekstrak Portulaca

a. Ekstraksi dengan pelarut akuades

Daun dan batang *Portulaca oleracea* dikoleksi dan dibersihkan dengan air mengalir hingga bersih. Daun dan batang *Portulaca* dihaluskan dan ditambahkan dengan akuades (1 kg/0,1 L) (Fuglie, 2000). Saring dengan menggunakan kertas saring. Kemudian ekstrak diencerkan menggunakan akuades dengan konsentrasi 1:32 (v/v).

b. Ekstraksi dengan pelarut etanol

Ekstrak dibuat secara maserasi, serbuk *Portulaca* kering 1 kg dimaserasi dengan etanol 70% (1:5) selama 2 hari, sari etanol disaring. Residu dimaserasi kembali dengan etanol 70% (1:2) selama 24 jam. Maserat didiamkan selama 2 hari, dan selanjutnya dipekatkan dengan rotary evaporator pada suhu 45°C sampai didapatkan ekstrak kental (ekstrak kasar). Setelah itu, larutan ekstrak diencerkan dengan akuades dengan konsentrasi 1:32 (v/v).

c. Ekstraksi dengan pelarut metanol

Ekstrak dibuat secara maserasi, serbuk *Portulaca* kering 1 kg dimaserasi dengan metanol 70% (1:5) selama 2 hari, sari metanol disaring. Residu dimaserasi kembali dengan metanol 70% (1:2) selama 24 jam. Maserat didiamkan selama 2 hari, dan selanjutnya

dipekatkan dengan rotary evaporator pada suhu 45°C sampai didapatkan ekstrak kental (ekstrak kasar). Setelah itu, larutan ekstrak diencerkan dengan akuades dengan konsentrasi 1:32 (v/v).

Persiapan media tanam

Tanah yang digunakan untuk media tanam adalah campuran antara tanah, sekam dan kompos dengan perbandingan 1:1:1.

Penanaman dan pemberian ekstrak

Benih ditanam kurang lebih sedalam 2-3 cm dari permukaan tanah. Penyiraman dilakukan 2x sehari yaitu pada pagi dan sore hari, dan penyiangan dilakukan setiap adanya gulma yang tumbuh. Pemberian pupuk dilakukan 2x selama penelitian, yaitu sebagai pupuk dasar saat tanah dipindahkan ke polybag dan yang kedua ketika tanaman berumur 3 minggu setelah tanam (sebanyak 2g/l, disiramkan sebanyak 200 ml/pot).

Aplikasi ekstrak portulaca

Aplikasi ekstrak dilakukan dengan cara menyemprotkan larutan ekstrak ke daun tanaman kale. Penyemprotan pertama dilakukan pada umur 14 hari setelah tanam (HST) dan diaplikasikan pada setiap minggunya. Perlakuan dilakukan pada pagi hari. Ekstrak Portulaca diberikan sebanyak 25 mL per tanaman untuk masing-masing perlakuan.

Pengamatan dilakukan terhadap parameter tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah tanaman, berat kering tanaman dan kandungan klorofil. Kandungan klorofil diukur menggunakan Spektrofotometer UV-VIS. Analisis data dilakukan menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA). Bila pengaruh perlakuan berbeda nyata, maka akan dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf 5%.

Hasil dan Pembahasan

Tinggi, jumlah daun dan panjang akar tanaman

Pertambahan tinggi tanaman, jumlah daun, dan panjang akar Kale yang diberi ekstrak Portulaca yang diekstraksi dengan beberapa jenis pelarut, disajikan pada Tabel 1. Aplikasi ekstrak tanaman Portulaca yang diekstraksi dengan beberapa jenis pelarut menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata secara statistik terhadap parameter tinggi dan jumlah daun tanaman, namun berbeda nyata terhadap parameter panjang akar (Tabel 1). Parameter tinggi tanaman dan jumlah daun, tiga pelarut yang digunakan dalam tahapan ekstraksi (akuades, etanol, dan metanol) memberikan pengaruh yang sama.

Tabel 1. Tinggi tanaman, jumlah daun, dan panjang akar tanaman kale dengan pemberian ekstrak Portulaca yang diekstraksi beberapa jenis pelarut

Pelarut	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun (helai)	Panjang akar (cm)
Akuades	23,60±5,91a	11,67±3,39a	15,80±3,61b
Etanol	23,28±6,34a	10,56±2,65a	12,96±3,74ab
Metanol	28,42±7,64a	12,67±2,39a	11,34±1,93a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada masing-masing kolom menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada uji DNMRT taraf 5%

Tanaman Portulaca mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder seperti senyawa fenolik, flavonoid, alkaloid, terpenoid, dan senyawa-senyawa kimia lainnya (Husein et al., 2021). Terpenoid pada tanaman (seskuiterpen absisin dan diterpen giberelin) berfungsi sebagai senyawa pengatur pertumbuhan, dimana giberelin pada tanaman berfungsi dalam pembesaran sel. Alkaloid serta steroid berfungsi sebagai zat perangsang pertumbuhan dan menstimulasi pemanjangan pada sel tanaman

(Heliawati, 2018). Metabolit sekunder tersebut berperan sebagai biostimulan dalam mendorong pertumbuhan tanaman

Parameter panjang akar, penggunaan pelarut air dan pelarut metanol memberi pengaruh yang berbeda. Tanaman kale yang diberi perlakuan ekstrak Portulaca menggunakan pelarut akuades memiliki akar yang lebih panjang dibanding pelarut metanol. Hal ini diduga disebabkan senyawa tanin yang lebih banyak diperoleh dari ekstraksi

menggunakan metanol dan etanol dibanding pelarut akuades. Diketahui senyawa tanin memiliki efek penghambatan terhadap pertumbuhan akar. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Zhao *et al.*, (2015) tanin pada konsentrasi tinggi (lebih besar dari 200 mg/L) secara signifikan menghambat panjang dan biomassa akar tanaman gandum (*Triticum aestivum*).

Berat basah dan berat kering

Berat basah dan berat kering tanaman kale setelah diberikan ekstrak Portulaca yang diekstraksi dengan beberapa jenis pelarut disajikan pada Tabel 2. Aplikasi ekstrak

tanaman Portulaca yang diekstraksi dengan beberapa jenis pelarut menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata secara statistik terhadap parameter berat basah dan berat kering akar dan tajuk kale (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa ketiga pelarut yang digunakan dalam tahapan ekstraksi Portulaca memberi pengaruh yang sama. Hasil yang sama juga diperoleh dari penelitian Pajrita *et al.* (2023) dimana pemberian ekstrak tanaman kelor (*Moringa oleifera L*) yang diekstraksi dengan tiga jenis pelarut tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap berat basah dan berat kering tanaman bayam merah.

Tabel 2. Berat basah tajuk, berat basah akar, berat kering tajuk, dan berat kering akar tanaman kale dengan pemberian ekstrak Portulaca yang diekstraksi beberapa jenis pelarut

Pelarut	Berat basah (g)		Berat kering (g)	
	Tajuk	Akar	Tajuk	Akar
Akuades	9,37±4,41a	0,26±0,24a	0,81±0,40a	0,03±0,19a
Etanol	8,51±1,29a	0,22±0,13a	0,69±0,46a	0,03±0,15a
Metanol	9,27±2,03a	0,21±0,10a	0,76±0,40a	0,03±0,16a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada masing masing kolom menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada uji DNMRT taraf 5%

Berat basah dan berat kering tanaman menggambarkan efisiensi metabolisme tanaman seperti metabolisme karbohidrat melalui fotosintesis. Proses fotosintesis berkaitan dengan kadar klorofil tanaman. Klorofil berfungsi untuk menyerap energi cahaya matahari yang diperlukan dalam fotosintesis. Energi tersebut kemudian dikonversi menjadi bahan organik yang kemudian dimanfaatkan untuk pertumbuhan tanaman (Pavlovic *et al.*, 2014). Peningkatan kadar klorofil berkorelasi positif dengan proses fotosintesis dan akan diakumulasi dalam bentuk berat kering. Kadar klorofil tanaman kale dengan pemberian ekstrak Portulaca yang diekstraksi dengan tiga jenis pelarut tidak berbeda nyata secara statistik, sehingga hal ini menyebabkan berat basah dan

berat kering tanaman kale juga tidak berbeda nyata secara statistik (Tabel 3).

Kadar klorofil

Kadar klorofil tanaman kale setelah diberi ekstrak Portulaca yang diekstraksi dengan beberapa jenis pelarut dapat dilihat pada Tabel 3. Aplikasi ekstrak tanaman Portulaca yang diekstraksi dengan beberapa jenis pelarut menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata secara statistik terhadap kadar klorofil a, b dan klorofil total tanaman kale (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa ketiga pelarut yang digunakan dalam tahapan ekstraksi Portulaca memberi pengaruh yang sama terhadap kadar klorofil daun kale.

Tabel 3. Rata-rata kadar klorofil tanaman kale dengan pemberian ekstrak Portulaca yang diekstraksi dengan beberapa jenis pelarut

Perlakuan	Klorofil a	Klorofil b	Klorofil Total
Akuades	0,024±0,005a	0,030±0,008a	0,055±0,013a
Etanol	0,028±0,007a	0,037±0,012a	0,066±0,019a
Metanol	0,027±0,005a	0,034±0,009a	0,062±0,014a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada masing masing kolom menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada uji DNMRT taraf 5%.

Klorofil merupakan unsur penentu kemampuan tumbuhan untuk melakukan fotosintesis. Semakin tinggi kandungan klorofil daun berarti semakin tinggi kemampuan tanaman tersebut berfotosintesis (Aziez *et al.*, 2014). Berdasarkan data yang diperoleh, semua pelarut yang digunakan dalam tahapan ekstraksi (akuades, etanol, dan metanol) memberikan pengaruh yang sama secara statistik, walaupun terdapat kecenderungan kadar klorofil tanaman kale yang lebih tinggi pada perlakuan penggunaan pelarut etanol dibanding pelarut metanol dan akuades. Penelitian Pajrita *et al.* (2023) menunjukkan hasil yang sama, dimana pemberian ekstrak tanaman kelor yang diekstraksi dengan tiga jenis pelarut tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar klorofil a, b dan klorofil total tanaman bayam merah. Sedangkan penelitian Rimayani *et al.* (2022) memperlihatkan hasil yang berbeda yaitu pelarut metanol yang digunakan dalam tahapan ekstraksi rumput laut

sebagai biostimulan adalah pelarut terbaik dibandingkan etanol dan akuades dalam meningkatkan kadar klorofil tanaman padi gogo (*Oryza sativa* L)

Kandungan proksimat tanaman kale

Kandungan proksimat tanaman kale yang diaplikasikan ekstrak *Portulaca* yang diekstraksi dengan beberapa jenis pelarut ditunjukkan pada Tabel 4. Hasil analisis proksimat tanaman kale yang diberi ekstrak *Portulaca* yang diekstraksi dengan tiga jenis pelarut menunjukkan hasil seperti tertera pada Tabel 4. Aplikasi ekstrak *Portulaca* yang diekstraksi dengan etanol menunjukkan kecenderungan kadar air, kadar abu dan kadar protein tanaman kale yang lebih tinggi dibanding perlakuan lain. Sedangkan serat kasar, lemak kasar, kadar karbohidrat lebih rendah dibanding perlakuan yang menggunakan pelarut air dan metanol.

Tabel 4. Kandungan proksimat tanaman kale setelah pemberian ekstrak *Portulaca* yang diekstraksi dengan beberapa jenis pelarut

Pelarut	Analisis Proksimat (%)						
	Kadar Air	Kadar Abu	Kadar Protein	Serat Kasar	Lemak Kasar	Kadar Karbohidrat	Kadar Pati
Akuades	19,87	19,63	21,88	12,38	3,37	35,25	0,227
Etanol	21,72	19,88	25,26	10,43	2,76	30,38	0,226
Metanol	20,34	19,64	23,88	11,68	3,02	33,12	0,229

Kadar air merupakan komponen yang sangat mempengaruhi kualitas dan daya simpan dari bahan pangan, sedangkan kadar abu dapat menunjukkan total mineral dalam suatu bahan pangan. Kadar protein tertinggi diperoleh pada perlakuan yang menggunakan pelarut etanol yaitu sebesar 25,26%. Pangan nabati yang terbukti sebagai sumber protein yang baik adalah mengandung lebih dari 12% nilai kalorinya dari protein (Aberoumand, 2010). Aplikasi ekstrak *Portulaca* yang diekstraksi dengan tiga jenis pelarut (akuades, etanol, dan metanol) memperlihatkan hasil uji kadar protein yang lebih tinggi dari 12% (21,88% - 25,26%).

Kadar serat kasar, lemak kasar dan kadar karbohidrat tanaman kale tertinggi diperoleh pada perlakuan menggunakan pelarut akuades dibanding etanol dan metanol. Lemak merupakan komponen organik hidrofobik yang tersusun dari unsur Karbon (C), Hidrogen (H),

Oksigen (O), dan kadang Fosfor (P) serta Nitrogen (N). Lemak memiliki beberapa peranan yang sangat penting didalam tubuh manusia, salah satunya sebagai sumber energi bagi tubuh (Angelia, 2016). Karbohidrat merupakan salah satu senyawa organik yang terkandung dalam suatu bahan pangan yang terdiri dari unsur Karbon (C), hydrogen (H), dan oksigen (O), dengan perbandingan 1 atom C, 2 atom H, 1 atom O. Karbohidrat juga memiliki peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya rasa, warna, tekstur, dan lain lain.

Kesimpulan

Aplikasi ekstrak *Portulaca* yang diekstraksi dengan tiga jenis pelarut memberi pengaruh yang sama terhadap kadar klorofil, dan semua parameter pertumbuhan kecuali

panjang akar tanaman kale. Dapat disimpulkan bahwa tidak ada pengaruh jenis pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi tanaman *Portulaca* sebagai biostimulan terhadap pertumbuhan dan nutrisi kale.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih Penulis sampaikan disampaikan kepada Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas yang sudah memfasilitasi kegiatan penelitian ini, sehingga penelitian ini berlangsung dengan baik.

Referensi

- Astarina, N. W. G., Astuti, K. W., Warditiani, N. K., (2013). *Skrining Fitokimia Ekstrak Metanol Rimpang Bangle (Zingiber purpureum Roxb.) Jurnal Farmasi Udayana*, 2(4) 1-6. URL: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jfu/article/view/7399>
- Aziez, A. F., Indradewa, D., Yudhono, P., & Hanudin, E. (2014). Kehijauan Daun, Kadar Klorofil, dan Laju Fotosintesis Varietas Lokal dan Varietas Unggul Padi Sawah Yang Dibudidayakan Secara Organik Kaitannya Terhadap Hasil Dan Komponen Hasil. *Jurnal Ilmiah Agrineca*, 14(2). DOI: <https://doi.org/10.36728/afp.v14i2.283>
- Aberoumand, A. 2010. A Comparative Study of Nutrients and Mineral Molar Ratios of Some Plant Foods with Recommended Dietary Allowances. *Advance Journal of Food Science and Technology*. 2(2), 104-108.
- Angelia, I. O. (2016) Analisis Kadar Lemak Pada Tepung Ampas Kelapa. *Journal of Technology*. 4(1), 19-23. DOI: <https://doi.org/10.30869/jtech.v4i1.42>
- Basile, B., Roupheal, Y., Colla, G., Soppelsa, S., & Andreotti, C. (2020). Appraisal of emerging crop management opportunities in fruit trees, grapevines and berry crops facilitated by the application of biostimulants. *Scientia Horticulturae* Vol. 267. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109330>
- Bulgari, R., Morgutti, S., Cocetta, G., Negrini, N., Farris, S., Calcante, A., Spinardi, A., Ferrari, E., Mignani, I., Oberti, R., and Ferrante, A. (2017). Evaluation of Borage Extracts as Potential Biostimulant Using a Phenomic, Agronomic, Physiological, and Biochemical Approach. *Front Plant Sci.*, 7(8),935. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2017.00935>
- Cahyaningrum, K., Husni, A., Budhiyanti, S. A.,(2016). Antioxidant Activity of Brown Seaweed (*Sargassum polycystum*) Extracts. *AGRITECH* 36, (2) 137-144. DOI: <http://dx.doi.org/10.22146/agritech.12857>
- Culver, M., Fanuel, T., and Chiteka, A.Z. (2012). Effect of Moringa Extract on Growth and Yield of Tomato. *Greener J. Agric. Sci.*, 2(5), 207-211. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3372889>
- Du Jardin, P. (2015). Plant Biostimulants, Definition, Concept, Main Categories and Regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3-14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Fuglie, L.J. (2000). New Uses of Moringa Studied in Nicaragua. *ECHO Development Notes*, 68, 1-25.
- Ganagi, T.I., and Jagadeesh, K.S. (2018). Effect of Spraying Lantana Fermented Extract on Growth and Yield of Green Gram (*Vigna radiata* L.) in Pots. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.*, 7(1), 1187-1193. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.701.144>
- Godlewska, K., Michalak, I., Tuhy, L., & Chojnacka, K. (2016). Plant Growth Biostimulants Based on Different Methods of Seaweed Extraction with Water. *BioMed Research International*, Volume 2016. p 1-11 DOI: <https://doi.org/10.1155/2016/5973760>
- Godlewska, K., Ronga, D., and Michalak, I. (2021). Plant Extracts-Importance in Sustainable Agriculture. *Italian Journal*

- of *Agronomy*, 16(2), 1851. DOI: <https://doi.org/10.4081/ija.2021.1851>
- Heliawati, L. (2021). *Kimia Organik Bahan Alam*. Bogor: Universitas Pakuan
- Husein, S. G., Sundalian, M., & Husna, N. (2021). Review: Analisis Komponen Senyawa Kimia Krokot (*Portulaca oleraceae* L. dan *Portulaca grandiflora* Hook.): Review: Component Analysis of Purslanes Chemicals Compound (*Portulaca oleraceae* L. and *Portulaca grandiflora* Hook.). *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 3(2), 317–327. DOI: <https://doi.org/10.25026/jsk.v3i2.278>
- Mohamed, M.H., Badr, E.A., Sadak, M.S., and Khedr, H.H. (2020). Effect of Garlic Extract, Ascorbic Acid and Nicotinamide on Growth, Some Biochemical Aspects, Yield and its Components of Three Faba Bean (*Vicia faba* L.) Cultivars Under Sandy Soil Conditions. *Bulletin of the National Research Centre*, 44(1), 1-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s42269-020-00359-z>
- Pavlovic, D., Nikolic, B., Djurovic, S., Waisi, H., Andjelkovic, A. & Marisavljevic, D. (2015). Chlorophyll as a Measure of Plant Health: Agroecological Aspects. *Pestic. Phytomed. (Belgrade)* 29(1): 21-34. DOI: <http://dx.doi.org/10.2298/PIF1401021P>
- Pajrita, A., Z. A. Noli, dan Suwirman. (2022). Pengaruh Ekstrak Daun Kelor yang Diekstraksi dengan Beberapa Jenis Pelarut sebagai Biostimulan terhadap Pertumbuhan Bayam Merah. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi* 11(1), 531-542. DOI: <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v11i1.6704>
- Purwaningdyah Y.G., Widyaningsih, T. D., & Wijayanti, N. (2015). Efektivitas Ekstrak Biji Pepaya (*Carica Papaya* L.) Sebagai Antidiare Pada Mencit Yang Diinduksi *Salmonella typhimurium*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3(4), 1283-1293. DOI: <http://dx.doi.org/10.31219/osf.io/v4fs8>
- Rimayani, S., Z. A. Noli, & Bakhtiar, A. (2022). Effect of Seaweed Extract from Water, Methanol, and Ethanol Extraction as Biostimulant on Growth and Yield of Upland Rice (*Oryza sativa* L.) in Ultisol. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, 30(2), 449–455. DOI: <https://doi.org/10.52155>
- Septiana, A.T, dan Asnani, A. (2012). Kajian Sifat Fisiko kimia Ekstrak Rumput Laut Coklat (*Sargassum duplicatum*) Menggunakan Berbagai Pelarut dan Metode Ekstraksi. *AGROINTEK: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 6(1), 22-28
- Shayen, M. P., Z. A. Noli, & Suwirman. 2022. Aplikasi Ekstrak *Portulaca oleracea* L. Sebagai Biostimulan Pada Pertumbuhan Kale (*Brassica oleracea* L. var. *achepala*). *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(2): 708-718. DOI: <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i2.5824>
- Thanaa, S.M., Nabila, E.K., Abou Rayya, M.S., and Eisa, R.A. (2016). Response of Nonpareil Seedlings Almond to Foliar Application of Licorice Root Extract and Bread Yeast Suspend Under South Sinai Conditions. *J. Innov. Pharm. Biol. Sci.*, 3, 123-132.
- Zakiah, Z., Suliansyah, I., Bakhtiar, A., and Mansyurdin, M. (2017). Effect of Crude Extracts of Six Plants on Vegetative Growth of Soybean (*Glycine max* Merr.). *International Journal of Advances in Agricultural Science and Technology*, 4, 1-12
- Zhou, Y. X., Xin, H. L., Rahman, K., Wang, S. J., Peng, C., & Zhang, H. (2015). *Portulaca oleracea* L.: A review of phytochemistry and pharmacological effects. In *BioMed Research International* (Vol. 2015). Hindawi Limited. DOI: <https://doi.org/10.1155/2015/925631>