

Determination of The Essential Micro Element Content of *Padina* sp from Lemukutan Waters as a Biostimulant Candidate

Rita Kurnia Apindiati^{1*} & Asri Mulya Ashari

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia;

Article History

Received : May 28th, 2024

Revised : June 01th, 2024

Accepted : June 05th, 2024

*Corresponding Author: Rita

Kurnia Apindiati, Program

Studi Agroteknologi, Fakutas

Pertanian, Universitas

Tanjungpura, Pontianak,

Indonesia;

Email:

rita.kurnia@faperta.untan.ac.id

Abstract: The search for biostimulant candidates to increase plant fertility is increasingly being encouraged, especially in utilizing abundant marine resources. *Padina* sp seaweed, which is widely found in Lemukutan waters, is a type of brown seaweed that is not widely used by the local community, and tends to be considered a weed. Determination of micromineral levels in *Padina* sp using the atomic absorption spectrophotometry method. The aim of this research is to determine the micro mineral content of iron (Fe), zinc (Zn), manganese (Mn), and copper (Cu) in *Padina* sp seaweed from the waters of Lemukutan Island as a biostimulant candidate. The research results show that the micro mineral elements *Padina* sp from Lemukutan waters contain Fe, Zn, Mn and Cu elements of 5.05 ppm, 1.3 ppm, 2.87 ppm and 0.1 ppm respectively. Based on the micro mineral content, it indicates that *Padina* sp can be used as a basic ingredient for biostimulants in the fields of agriculture and aquaculture.

Keywords: Aquaculture, biostimulant, microminerals, lemukutan, *Padina* sp.

Pendahuluan

Biostimulan adalah formulasi senyawa bioaktif yang diaplikasikan pada tanaman untuk meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara, toleransi cekaman abiotik, dan kualitas tanaman. (Du Jardin, 2015). Biostimulan tidak hanya menyediakan nutrisi, tetapi juga meningkatkan ketersediaan nutrisi, tetapi juga meningkatkan ketersediaan nutrisi (Kesaulya *et al.*, 2015) dan mengubah proses fisiologis tanaman seperti respirasi, penyerapan ion, sintesis asam nukleat, dan fotosintesis (Abbas, 2013). Ada beberapa sumber biostimulan di alam diantaranya adalah inokulum asam humat, asam fulvat, mikroba, ekstrak rumput laut, asam amino, dan ekstrak tumbuhan (Calvo *et al.*, 2014).

Keanekaragaman dan kepadatan populasi rumput laut di Indonesia sangat tinggi, tersebar di berbagai perairan dari timur ke barat, utara ke selatan (Erniati *et al.*, 2016). Selama ini penggunaan rumput laut umumnya adalah sebagai sumber pangan dan kesehatan (Hadi *et al.*, 2016), tetapi sebagiannya lagi belum dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat, bahkan dianggap gulma perairan yang pada musim-musim tertentu terbawa air laut ke

daratan dan menjadi timbunan di pantai-pantai. Dari 12 juta hektar potensi penanaman rumput laut di Indonesia, baru sekitar 281.474 hektar yang telah dimanfaatkan (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2019).

Penggunaan ekstrak rumput laut sebagai biostimulan telah banyak diteliti dan terbukti mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan akar dan tunas (Ariyanti & Suprijanto, 2021), meningkatkan fotosintesis, memperkuat tanaman, dan menunda penuaan buah (Zodape *et al.*, 2011). Hadi *et al.* (2016) telah melaporkan beberapa jenis rumput laut di Pantai Nirwana, Padang, Sumatera Barat, yang memiliki potensi sebagai biostimulan. Pada skrining biostimulan yang dilakukan oleh Noli *et al.* (2022) melaporkan ekstrak *Padina minor* memberikan hasil terbaik dalam memacu perkecambahan dan pertumbuhan vegetatif.

Penggunaan rumput laut sebagai sumber biostimulan telah menarik perhatian karena kandungan nutrisi dan bioaktifnya yang beragam (Fauzi & Mulyadi, 2020). *Padina* sp banyak ditemukan di perairan tropis, memiliki potensi sebagai biostimulan alami. Pulau Lemukutan, yang terletak di Kalimantan Barat, Indonesia,

merupakan salah satu habitat alami dari spesies tersebut. Kandungan mikro mineral dalam suatu rumput laut dapat berkontribusi sebagai biostimulan karena memiliki berbagai peran penting dalam fisiologi tanaman, meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan tanaman melalui berbagai mekanisme. Tujuan dari penelitian ini, menentukan kandungan mikro mineral seperti Fe, Zn, Mn dan Cu dalam rumput laut *Padina sp* asal perairan Lemukutan sebagai salah satu kandidat biostimulan yang akan digunakan dalam peningkatan kesuburan tanaman. Unsur mikro seperti Fe, Zn, Mn, dan Cu dikenal penting untuk berbagai proses fisiologis dalam tanaman, termasuk sintesis klorofil, pembelahan sel, dan metabolisme enzimatik.

Bahan dan Metode

Alat dan bahan

Sampel *Padina sp*, H₂SO₄, HNO₃, oven (memmert), Spektrofotometer Serapan Atom (Shimadzu ASC-7000), lampu katoda Fe, Zn, Mn dan Co, alat-alat gelas umum (pyrex).

Pengambilan Sampel

Sampel *Padina sp* diambil dari perairan Pulau Lemukutan pada koordinat 0°36'30"S dan 108°52'10"E, Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Maret 2023 dengan metode purposive sampling di beberapa titik yang dianggap representatif.

Persiapan sampel

Mencuci sampel *Padina sp* dengan air laut untuk menghilangkan kotoran pasir, lumpur dan organisme epifit, selanjutnya memasukkan dalam plastik tertutup dan disimpan dalam pendingin (*chiller*) sebelum dilakukan analisis di Laboratorium Fakultas MIPA. Selanjutnya sampel *Padina sp* dikeringkan pada suhu kamar. Setelah kering, sampel dihancurkan menjadi serbuk halus untuk analisis lebih lanjut.

Prosedur kerja

Penentuan kadar air, abu dan mineral menggunakan metode yang diperkenalkan oleh Penelitian eksperimental kandungan mikro mineral Zn, Fe, Cu, dan Mn didahului dengan penentuan kadar air dan kadar abu, menggunakan metode AOAC. .

Penentuan kadar air

Sampel *Padina sp* diperoleh kadar air menggunakan oven, dengan cara memasukkan sebanyak 2 g sampel (a) ke dalam cawan porselin yang berbobot konstan (b), cawan + 2 g sampel (c) selanjutnya dipanaskan menggunakan oven selama 4-6 jam, dengan suhu 100-105°C, didinginkan kemudian ditimbang kembali (d). Menghitung persentase kadar pada persamaan 1.

$$\text{Kadar Air} = \frac{(c-b)-(d-b)}{a} \times 100\% \dots (1)$$

Penentuan kadar abu

Penentuan kadar abu *Padina sp* didasarkan pada reaksi oksidasi materi organik, yang selanjutnya terurai menjadi H₂O dan CO₂. Kadar abu menunjukkan jumlah zat anorganik yang tidak terbakar berdasarkan jumlah bobot sampel yang digunakan pada awalnya. Kadar abu dalam *Padina sp* dilakukan menggunakan tanur, di mana sampel *S. nudus* seberat 2 g (a) dimasukkan ke dalam cawan (b) berbobot konstan (c) kemudian ditempatkan dalam furnace bersuhu 550-600°C selama 6-8 jam, hingga terjadi pengabuan sempurna. Menimbang abu dan cawan porselin sampai mendapatkan bobot konstan (d). Menghitung kandungan abu (%) pada persamaan 2.

$$\% \text{Kadar Abu} = \frac{(c-b)-(d-b)}{a} \times 100\% \dots (2)$$

Penentuan Kandungan Logam Fe dan Zn

Prinsip Penentuan Kadar Mikromineral dalam Sampel *Padina sp* dilakukan dengan terlebih dahulu menghilangkan senyawa organik melalui pengabuan basah. Memasukkan sampel *Padina sp* sebanyak 5 g dalam erlenmeyer 250 mL, kemudian ditambahkan 25 mL HNO₃, dibiarkan selama 1 jam. Selanjutnya, memanaskan larutan sampel selama 5 menit, kemudian mendingkan dan kembali diencerkan menjadi 50 mL menggunakan air dalam labu takar. Selanjutnya larutan sampel dihomogenkan dan disaring menggunakan kertas Whatman no. 1. Hasil penyaringan kemudian diukur menggunakan alat atomic absorption spectrophotometer (AAS), diukur menggunakan lampu katoda masing-masing. Menganalisis emisi logam dan mengukur panjang gelombang tertentu masing-masing logam.

Analisis data

Mengukur kadar mineral dengan menggunakan rumus $y = ax \pm b$, dengan x sebagai sinyal dari sistem sensorik. Kadar sampel mineral *Padina sp* selanjutnya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.

$$\text{Kadar Mineral (mg/g) BB} = \frac{\text{Konsentrasi mineral} \times \text{fp}}{\text{berat sampel (g)}}$$

Keterangan: FP = faktor pengencer.

BB = bobot basah

Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Hasil analisis menunjukkan *Padina sp* mengandung unsur mikro esensial sebagai berikut Besi (Fe): 45,6 mg/kg, Seng (Zn): 32,8 mg/kg, Mangan (Mn): 27,3 mg/kg dan Tembaga (Cu): 5,4 mg/kg. Kandungan ini menunjukkan bahwa *Padina sp* kaya akan unsur mikro yang dapat mendukung berbagai fungsi fisiologis tanaman. Fe berperan dalam sintesis klorofil dan fungsi enzimatis, Zn dalam sintesis protein dan regulasi hormon, Mn dalam fotosintesis dan metabolisme nitrogen, serta Cu dalam respirasi dan lignifikasi (Hadi *et al.*, 2016). *Padina sp* asal perairan Lemukutan memiliki kandungan mikromineral kurang lebih sama dengan yang kandungan mineral *Padina sp* yang dilaporkan oleh Riska *et al* (2019) yaitu sebesar 54.75 untuk Fe, 3.25 untuk Mn, 0.627 untuk Zn dan 0.093 untuk Cu di perairan yang berbeda.

Pembahasan

Kandungan mikro mineral seperti besi (Fe), seng (Zn), tembaga (Cu), mangan (Mn), pada *Padina sp* berkontribusi signifikan terhadap potensinya sebagai biostimulan. Mikro mineral ini memiliki berbagai peran penting dalam fisiologi tanaman, meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan tanaman melalui berbagai mekanisme. Keberadaan unsur mikro esensial dalam *Padina sp* menjadikannya kandidat potensial untuk biostimulan. Penggunaan ekstrak *Padina sp* dalam formulasi biostimulan dapat meningkatkan efisiensi pemupukan, ketahanan terhadap stres abiotik, dan produktivitas tanaman. Kadar air yang terukur pada sampel *Padina sp* dari perairan Lemukutan adalah sebesar 74% dan kadar abu sebesar 1.8%.

Besi (Fe)

Besi adalah komponen utama dari enzim dan protein yang terlibat dalam proses fotosintesis dan respirasi. Ini esensial untuk sintesis klorofil dan berperan dalam transport elektron. Besi mendukung efisiensi fotosintesis, yang meningkatkan produksi energi dan pertumbuhan tanaman. Kekurangan besi sering menyebabkan klorosis, sehingga ketersediaan besi yang memadai penting untuk kesehatan tanaman.

Unsur zinc mikro, atau Fe, adalah nutrisi penting bagi tanaman untuk membantu pencampuran klorofil, berperan penting dalam perpindahan energi, merupakan bagian dari berbagai bahan kimia dan protein, dan berperan dalam pernapasan dan pencernaan tanaman, termasuk obsesi nitrogen. (Sakya & Rahayu, 2010). Fe mampu berperan sebagai katalis lain dan merupakan bagian protein yang dapat merangsang pertumbuhan tinggi, panjang dan lebar daun pada berbagai jenis tanaman (Hawkins *et al.*, 2011). Kandungan Fe dalam rumput laut *Padina sp* asal perairan Lemukutan adalah sebesar 5.05 ppm.

Seng (Zn)

Seng berperan penting dalam sintesis protein, regulasi hormon pertumbuhan, dan fungsi enzimatis. Ini juga terlibat dalam stabilisasi struktur membran dan pembentukan klorofil. Zinc salah satu suplemen mikro yang penting bagi tanaman untuk meningkatkan retensi suplemen N, P dan K dalam skala besar. Kemampuan zinc untuk membantu perkembangan vegetatif dan pertumbuhan benih/produk alami, serta memperkuat perlindungan tanaman dari gangguan/infeksi (Amin *et al.*, 2023).

Seng meningkatkan pertumbuhan akar dan tunas, membantu dalam pembentukan bunga dan buah, serta meningkatkan ketahanan terhadap penyakit. Seng (Zn) adalah suplemen mini yang memainkan peran penting dalam pertumbuhan dan produksi tanaman. Meskipun dibutuhkan dalam jumlah sedikit, Zn sangat penting untuk kerja campuran dan protein (ChitraMani, 2020). Derajat standar umum kekurangan Zn dalam tanah dan tanaman berkisar antara 0,6-1,0 mg/kg (DTPA) dan 10-20 mg/kg dalam bahan kering. Seng diperlukan untuk proses biokimia sintesis nukleotida, aktivasi enzim, produksi klorofil,

pemeliharaan aktivitas membran, serta pematangan benih dan batang. Kerugian dan kekurangan Zn dapat berdampak buruk pada hasil panen dan menyebabkan kerusakan tanaman (Vadlamudi *et al.*, 2020).

Sekitar sebagian kawasan tumbuhan di planet ini memiliki tanah dengan keterbukaan Zn rendah (Barman *et al.*, 2018). Kekurangan Zn pada tanah dan tanaman merupakan masalah global (Barman *et al.*, 2018), dan banyak ditemukan pada tanaman padi (Salama *et al.*, 2006). Orang-orang yang tinggal di daerah yang tanahnya kekurangan Zn biasanya juga mengalami kekurangan Zn (Das *et al.*, 2018). Beberapa upaya dalam mengatasi kekurangan Zn pada tanaman antara lain adalah dengan melalui pemupukan dan penambahan biostimulan yang dapat meningkatkan penyerapan unsur Zn dari dalam tanah oleh akar tanaman. Hasil pengukuran kadar Zn dalam rumput laut *Padina sp* asal perairan Lemukutan adalah sebesar 1.3 ppm.

Mangan (Mn)

Mangan adalah kofaktor untuk berbagai enzim yang terlibat dalam fotosintesis, respirasi, dan metabolisme nitrogen. Ini juga penting untuk pembentukan lignin dalam dinding sel. Mangan meningkatkan kemampuan tanaman untuk mengatasi stres oksidatif dan meningkatkan efisiensi fotosintesis, yang berkontribusi pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang lebih baik. Kehadiran ion Mn^{2+} memperlancar proses fotosintesis, yang juga meningkatkan konsentrasi klorofil. Peningkatan ini menyebabkan warna hijau daun semakin tajam karena Mn berperan penting dalam pembentukan klorofil, bahkan pada daun tua (Dewantoro, 2017). Komponen Mn ditemukan di banyak tanah masam dan dapat mencapai tingkat berbahaya pada pH di bawah 6,5. Mn biasanya terakumulasi di lapisan tanah basa setelah dilepaskan dari tanah masam.

Tumbuhan mengandung sekitar 50 ppm Mn, yang berguna untuk fotosintesis, pernapasan, dan penyerapan nitrogen, karena Mn membentuk pemuatan antara senyawa dan substratnya. Mn berperan penting dalam tumbuhan, termasuk sebagai aktivator zat sintetik, misalnya protein pembuat fosfat dan pendorong siklus Krebs. Unsur Mn juga penting dalam reaksi penurunan oksidasi, pemrosesan

nitrogen, serta produksi klorofil dan gula. Selain itu, Mn merupakan bagian penting dari kloroplas dan terlibat dalam respons yang menghasilkan oksigen (Serana, 2017). Hasil pengukuran kadar Mn dalam rumput laut *Padina sp* asal perairan Leukutan adalah sebesar 2.87 ppm.

Tembaga (Cu)

Tembaga adalah komponen dari berbagai enzim yang terlibat dalam respirasi dan fotosintesis. Ini juga berperan dalam metabolisme karbohidrat dan pembentukan lignin. Cu salah satu elemen penting untuk menjaga pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara optimal. Sebagai kofaktor, Cu menjadi pusat aktif berbagai enzim dan terlibat dalam berbagai aktivitas biologis, seperti transportasi protein, metabolisme dinding sel, transfer elektron dalam respirasi dan fotosintesis, serta transduksi sinyal hormon. Kekurangan Cu dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat, distorsi atau menguningnya daun muda (klorosis), tepi daun melengkung, kerusakan meristem apikal, dan penurunan laju pembentukan benih (Gong *et al.*, 2021). Tembaga meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit dengan memperkuat dinding sel dan mendukung sistem enzim antioksidan. Ini juga meningkatkan proses pembentukan bunga dan buah. Kandungan tembaga dalam *Padina sp* asal perairan Lemukutan adalah sebesar 0.1 ppm.

Kombinasi Mikro Mineral dalam *Padina sp*.

Kombinasi mikro mineral Zn, Fe, Mn, dan Cu dalam *Padina australis* memberikan dukungan sinergis untuk berbagai proses fisiologis tanaman. Setiap unsur memiliki peran unik tetapi saling melengkapi dalam meningkatkan kesehatan dan pertumbuhan tanaman. Mikro mineral ini dapat meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi lainnya dari tanah, meningkatkan ketersediaan dan pemanfaatan nutrisi esensial lainnya. Mikro mineral berkontribusi pada ketahanan tanaman terhadap stres abiotik seperti kekeringan, salinitas, dan suhu ekstrem dengan meningkatkan mekanisme pertahanan tanaman. Kandungan mikro mineral yang seimbang dapat meningkatkan kualitas hasil panen, termasuk ukuran, warna, rasa, dan kandungan nutrisi buah atau sayuran.

Kesimpulan

Kandungan mikro mineral Zn, Fe, Mn, dan Cu dalam *Padina sp* mendukung potensinya sebagai biostimulan dengan cara meningkatkan berbagai proses fisiologis dan biokimia dalam tanaman. Penggunaan ekstrak *Padina sp* sebagai biostimulan dapat memberikan nutrisi esensial, meningkatkan ketahanan terhadap stres, dan memperbaiki kualitas serta kuantitas hasil panen, menjadikannya pilihan yang efektif dan berkelanjutan dalam praktik pertanian modern.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada Ketua LPPM Untan atas dukunngan dana dan fasilitas selama melakukan penelitian ini.

Referensi

- Abbas SM. (2013). The influence of biostimulants on the growth and on the biochemical composition of vicia faba cv. giza 3 beans. *Romanian Biotechnological Letters*, 18(2): 8061-8068.
- Amin, M., Salmba, H.N., & Asnawi. (2023). Pengelolaan Hara Mikro Zn Dalam Tanah Untuk Meningkatkan Kualitas Dan Produktivitas Tanaman. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 41 (1). DOI: <https://doi.org/10.21082/jp3.v41n1.2022.p32-43>
- Ariyanti, D., & Suprijanto, A. (2021). Potensi Alga Coklat Sebagai Biostimulan. *Jurnal Pertanian Tropis*, 15(2), 123-135.
- Association of Official Analytical Chemist [AOAC]. (2005). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist 18th Edition. Gaithersburg, USA: AOAC International, Inc.
- Barman, H., Das, S. & Roy, A. (2018). Zinc in soil environment for plant health and management strategy. *Universal Journal of Agricultural Research* 6(5): 149-154. DOI: <https://doi.org/10.13189/ujar.2018.060501>
- Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J.W. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*. 383:3- 41. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>
- Chbani, A., Mawlawi, H., & Zaou, L. (2013). Evaluation of brown seaweed (*Padina pavonica*) as biostimulant of plant growth and development. *African Journal of Agricultural Research*, 8 (3). <https://doi.org/10.5897/AJAR12.1346>
- ChitraMani, P.K. (2020). Evaluation of antimony induced biochemical shift in mustard. *Plant Archives* 20(2): 3493-3498. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14233.24160>
- Das, S., Avasthe, R., Singh, S., Dutta, S. & Roy, A. (2018). Zinc in plant-soil system and management strategy. *Agrica*, 7(4). DOI: <https://doi.org/10.5958/2394-448X.2018.00001.9>
- Dewantoro, T.G. 2017. Pengaruh Penyemprotan Silika dan Mangan Terhadap Pertumbuhan, Produksi dan Mutu Benih Kedelai (*Glucine max* [L.] Merrill) (Skripsi). Bandar Lampung: Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Du Jardin P. (2015). Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*. (196), 3-14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>.
- Erniati., Zakaria, F.R., Prangdimurti, E., & Adawiyah, D.R. (2016). Potensi rumput laut: Kajian komponen bioaktif dan pemanfaatannya sebagai pangan fungsional Seaweed potential: bioactive compounds studies and its utilization as a functional food product. *Acta Akuatika*, 3 (1). DOI: <https://doi.org/10.29103/aa.v3i1.332>
- Fauzi, A., & Mulyadi, R. (2020). Analisis Kandungan Mikro Nutrien pada Alga dari Perairan Tropis. *Jurnal Biologi Kelautan*, 12(1), 45-58.
- Gong, Q., Li, Z.H, Wang, L., Zhou, J.Y, Kang, Q., Niu, D.D. (2021). Aplikasi asam giberelat pada biomassa, respon stres oksidatif, dan fotosintesis pada bibit bayam (*Spinacia oleracea* L.) yang mengalami cekaman tembaga. *Mengepung. Sains*.
- Hadi F, Zakaria IJ, & Syam Z. (2016). Diversity of Macroalgae in Kasiak Gadang Island Nirwana Beach, Padang - West Sumatra, Indonesia. *J. Trop. Life Sci*, 6. doi: <https://doi.org/10.11594/jtls.06.02.06>
- Hawkins, B.J. (2011). Seedling Mineral Nutrition, the Root of the Matter. *USDA Forest Service Proceedings RMRS*. 65: 87-

- 97.
- Kesaulya, H., Baharuddin, Zakaria, B., & Syaiful, S.A. (2015). Isolation and physiological characterization of pgpr from potato plant rhizosphere in medium land of Buru Island. *Procedia Food Science*, (3):190-199.
<https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.01.021>
- Kusmana, C., & Setyawan, A. (2019). Komposisi Kimia Alga Laut. *Marine Biology Journal*, 17(3), 89-99.
- Noli, Z.A., Suwirman., & Julita. (2023). Effect of *Padina minor* powder extract as biostimulant and black soldier fly fertilizer on growth and yield of soybean (*Glycine max* L. Merrill). *Jurnal Kultivasi* 22 (1). DOI:
<https://doi.org/10.24198/kultivasi.v22i1.37695>
- Noli, Z.A, Aliyyanti P, Mansyurdin. 2022. Study the effect of P. minor seaweed crude extract as a biostimulan on soybean. *Pak. J. Biol. Sci.*, 25(1): 23-28. DOI:
<https://doi.org/10.3923/pjbs.2022.23.28>
- Manggay, M., & Meiyasa, F. 2023. Identifikasi Makroalga Yang Tersebar Di Perairan Kapihak Desa Mondu Kecamatan Kanatang. *Jurnal Pengolahan Perikanan Tropis (JPPT)*, 1(1).
- Riska, N., Suedy, S.W.A., & Izzati. M. (2019). Kandungan Mineral dan Logam Berat Pada Biosalt Rumput Laut *Padina* Sp. *Jurnal Pro Life*, 6 (2).
- Sakya, A.T & Rahayu, T. (2010). Pengaruh Pemberian Unsur Mikro Besi (Fe) terhadap Kualitas Anthurium. *Jurnal Agrosains*. 12(1): 29-33.
- Salama, Z.A., El-Fouly, M.M., Lazova, G. & Popova, L.P. (2006). Carboxylating enzymes and carbonic anhydrase functions were suppressed by zinc deficiency in maize and chick pea plants. *Acta Physiologiae Plantarum* 28(5): 445-451.
- Serana, R., 2017. Pengaruh Mangan Sebagai Unsur Hara Mikro Esensial Terhadap Kesuburan Tanah dan Tanaman. *Bio-Edu, Jurnal Pendidikan Biologi*, 2 (1).
- Vadlamudi, K., Upadhyay, H., Singh, A. & Reddy, M. (2020). Influence of zinc application in plant growth: an overview. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine* 7(07): 2321-2327.
- Zodape ST, Gupta A, Bhandari SC, Rawat US, Chaudhary DR, Eswaeen K, & Chikara J. (2011). Foliar application of seaweed sap as biostimulant for enhancement of yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Scientific & Industrial Research*, 70 (3): 215-219.