

# PENGARUH PENAMBAHAN ENZIM PROTEASE TERHADAP SPESIFIKASI PUPUK ORGANIK CAIR *Sargassum* sp.

## *Effect of Protease Enzyme Addition on Specification of Sargassum sp. Liquid Organic Fertilizer*

Zusuf Adi Putra, Eko Nurcahya Dewi\*, Lukita Purnamayati dan Laras Rianingsih  
Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Diponegoro Semarang 50275  
Email: [nurdewisatsmoko@gmail.com](mailto:nurdewisatsmoko@gmail.com)

Diserahkan tanggal 18 November 2021, Diterima tanggal 26 Januari 2022

### ABSTRAK

Pupuk organik cair dari *Sargassum* sp. dengan perlakuan konsentrasi enzim protease yang berbeda yaitu 0 %, 1 %, 2 % dan 3 % diharapkan mampu menaikkan kandungan unsur hara dan hormon pertumbuhan pada tanaman. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi protease terhadap kandungan unsur hara pada pupuk organik cair. Pupuk cair dibuat dengan pengecilan ukuran *Sargassum* sp. dan perendaman dengan larutan asam fosfat. Homogenisasi dan pemanasan dengan penambahan molase 3% sebagai sumber nutrisi mikroba dan KOH 1% untuk memaksimalkan kandungan mineral. Proses fermentasi dilakukan selama 10 hari sebagai fase eksponensial mikroba *Trichoderma* sp. yang berperan dalam fiksasi nitrogen dan menghasilkan fitohormon, serta sebagai dekomposer bahan organik. Hasil analisis ANOVA dan uji Tukey menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi enzim protease yang berbeda memberikan perbedaan nyata. Komposisi enzim protease dengan konsentrasi 3% memberikan nilai tertinggi pada C-Organik (1,56%), Nitrogen (0,90), fosfor (0,88%) dan kalium (0,85%), sedangkan untuk rendemen (65,83%) dan nilai pH (6,33%) dengan nilai tertinggi yaitu enzim protease dengan konsentrasi 0%. Hormon pertumbuhan pada pupuk organik cair yaitu auksin, giberelin, asam absisat, zeatin dan kinentin. Hasil hormon pupuk organik cair dengan penambahan enzim yaitu hormon auksin 36%, giberelin 29%, zeatin 16% dan kinentin 17%, sementara untuk asam absisat lebih rendah yaitu sebesar 99%.

**Kata kunci:** enzim protease; pupuk organik cair; *Sargassum* sp.; unsur hara; zat pertumbuhan

### ABSTRACT

Liquid organic fertilizer from *Sargassum* sp. with the treatment of different concentrations of protease enzymes, namely 0%, 1%, 2% and 3% are expected to increase the content of nutrients and growth hormones in plants. The purpose of this study was to determine the effect of differences in protease concentrations on the nutrient content of liquid organic fertilizer. Size reduction of *Sargassum* sp. and soaking in phosphoric acid solution. Homogenization and heating with the addition of 3% molasses as a source of microbial nutrition and 1% KOH to maximize mineral content. The fermentation process was carried out for 10 days as the exponential phase of *Trichoderma* sp. which plays a role in nitrogen fixation and produces phytohormones, as well as decomposers of organic matter. The results of ANOVA analysis and Tukey's test showed that the treatment of different concentrations of protease enzymes gave significant differences. The composition of the protease enzyme with a concentration of 3% gave the highest value for C-Organic (1.56%), Nitrogen (0.90), phosphorus (0.88%) and potassium (0.85%), while the yield (65, 83%) and the highest pH value (6.33%) was the protease enzyme with a concentration of 0%. Growth hormones in liquid organic fertilizers are auxin, gibberellins, abscisic acid, zeatin and kinentin. The yield of liquid organic fertilizer hormones with the addition of enzymes, namely 36% auxin hormone, 29% gibberellin, 16% zeatin and 17% kinentin, while for abscisic acid is lower at 99%.

**Keywords:** growth substances; liquid organic fertilizer; nutrients; protease enzymes; *Sargassum* sp.

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara yang memiliki sumber daya alam melimpah, salah satunya pada sektor kelautan dan perikanan. Hasil laut yang saat ini telah banyak ditemukan adalah rumput laut. Salah satu sumber daya alam hayati laut yang tinggi saat ini yaitu rumput laut. Hasil rumput laut di Indonesia sangat melimpah dengan berbagai macam jenis rumput laut. Salah satu jenis rumput laut yang melimpah di alam yaitu *Sargassum* sp., namun belum banyak dimanfaatkan. Harga rumput laut *Sargassum* sp. waktu musimnya mengalami

penurunan mencapai Rp. 700,-/Kg biasanya harga rumput laut paling tinggi mencapai 2.300,-/Kg. Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan (2018), rumput laut merupakan komoditas utama yang memiliki nilai produksi nasional sebesar 10.546.920 pada tahun 2017. Jumlah produksi rumput laut pada tahun 2018 yaitu sebesar 16.17 juta ton dari total produksi perikanan 33.53 juta ton.

Pemanfaatan rumput laut sebagai pupuk organik dilakukan untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Pupuk anorganik dapat mencemari dan merusak tanah (Wang *et al.*, 2018), sehingga diperlukan pupuk organik untuk

membantu dalam menyuburkan tanah. Rumput laut jenis *Sargassum* sp. dapat dijadikan sebagai bahan baku pupuk organik cair. Jenis rumput laut ini mengandung unsur hara. Unsur yang penting ada dalam *Sargassum* sp. seperti nitrogen, fosfor, kalium dan hormon pertumbuhan tanaman (Yoruklu *et al.*, 2021). Rumput laut *Sargassum* sp. sebagai bahan baku pupuk organik memiliki kandungan hormon yang tinggi, namun memiliki kandungan nitrogen, fosfat dan kalium rendah. Kandungan hormon pada rumput laut *Sargassum* sp. ditujukan untuk merangsang pertumbuhan pada tanaman, sehingga tanaman lebih cepat tumbuh, berbuah dan berbunga. Menurut Sedayu *et al.*, (2014), kandungan hormon pemacu pertumbuhan pada pupuk organik cair dari bahan baku rumput laut *Sargassum* sp. yaitu hormon auksin sebesar 148 ppm, giberelin sebesar 160 ppm, sitokinin yang terdiri dari kinetin sebesar 71 ppm dan zeatin sebesar 86 ppm.

*Sargassum* sp. memiliki kandungan protein 5-11% dari berat kering, sehingga sangat bagus untuk dijadikan pupuk. Pembuatan pupuk organik cair dengan bahan baku rumput laut *Sargassum* sp. dilakukan dengan proses fermentasi. Proses fermentasi terjadi pemecahan molekul kompleks menjadi molekul sederhana (Liu *et al.*, 2021) dengan bantuan enzim protease (Bedrosian and Kung, 2019). Fungsi dari enzim protease yaitu untuk memecah protein menjadi lebih sederhana dengan proses hidrolisis protein. Menurut Handayani (2006), kadar protein pada rumput laut berbeda-beda, rumput laut coklat memiliki kadar protein 5-11% dari berat kering, sedangkan rumput laut merah mengandung protein 30-40% dari berat kering. Rumput laut mengandung proteinnya masih sedikit, sehingga perlu adanya penambahan lamtoro. Penambahan daun lamtoro dapat meningkatkan kandungan protein pada pupuk organik cair. Daun lamtoro memiliki kandungan protein tinggi yaitu mencapai 25-30%, sehingga dapat meningkatkan kandungan N pada pupuk organik cair. Waktu fermentasi pupuk cair cenderung lama yaitu 14 hari, sehingga diperlukan bioaktivator untuk mempercepat proses fermentasi. Bioaktivator yang digunakan untuk pembuatan pupuk organik cair yaitu mikroba *Trichoderma* sp. Mikroorganisme *Trichoderma* sp. merupakan golongan jamur berperan sebagai dekomposer bahan organik dan pelindung tanaman dari hama (Wang *et al.*, 2021). *Trichoderma* menghasilkan selulase (Yang *et al.*, 2021). Menurut Prasedya *et al.*, (2019), hormon pertumbuhan seperti giberelin, auksin dan sitokinin berperan sebagai perangsang pada tanaman untuk memulai kerja enzim katalik seperti enzim protease, lipase dan amilase. Pupuk organik cair dari *Sargassum* sp. yang mengandung hormon pertumbuhan dapat memacu serapan unsur hara dan pertumbuhan tanaman. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi protease terhadap kandungan unsur hara pada pupuk organik cair *Sargassum* sp.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari - April 2021. Pembuatan pupuk organik cair dilakukan di Laboratorium Processing Teknologi Hasil Perikanan, FPIK Universitas Diponegoro, Semarang. Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah *Sargassum* sp. dalam bentuk kering yang berasal dari pantai Gunung Kidul, bahan tambahan berupa enzim protease, lamtoro, *Trichoderma* sp. dan molase. Inokulum jamur *Trichoderma* sp. dalam bentuk agar miring diperoleh dari BPTPH (Balai Proteksi Tanaman

Pangan dan Holtikultura) Ungaran, Jawa Tengah yang kemudian dikultur dalam media *Potato Dextrosa Agar* (PDA). Alat yang digunakan adalah destruktur (*pyrex*), destilator (*pyrex*), tabung destilasi (*pyrex*), tabung reaksi (*pyrex*), spektrofotometer (*visible spectrophotometer* 721), flamfotometri (Shimdazu), pH meter (TDS-3), cawan petri (*pyrex*), autoclave (Gea 18L), inkubator (Memmert).

## Preparasi Sampel

Rumput laut *Sargassum* sp. ditimbang dengan berat 100 g dengan perlakuan enzim protease 0% (A) kontrol, enzim protease 1% (B), enzim protease 2% (C) dan enzim protease 3% (D). Rumput laut tersebut dicuci dan dibersihkan dari kotoran dengan air mengalir. Pengecilan ukuran rumput laut dilakukan dengan cara memotong rumput laut menjadi potongan kecil 1-2 cm dengan tujuan agar memudahkan proses dekomposisi bahan organik selama proses fermentasi. Perendaman dilakukan di larutan asam fosfat 1% untuk melunakkan rumput laut dengan perbandingan antara bahan baku rumput laut dan larutan adalah 1:10 selama 18-24 jam Sundari *et al.*, (2014).

## Preparasi Mikroba

Inokulum jamur *Trichoderma* sp. dalam bentuk agar miring diperoleh dari BPTPH (Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Holtikultura) Ungaran, Jawa Tengah yang kemudian dikultur dalam media *Potato Dextrosa Agar* (PDA). Alat dan media yang akan digunakan disterilisasi menggunakan autoclave pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit. Kultur dari *Trichoderma* sp. diaktifasi atau refresh dengan media padat yaitu jagung giling sebanyak 100 gram. Jagung giling yang sudah diberikan kultur *Trichoderma* sp. dibiarkan selama 7 hari untuk proses pertumbuhan jamur. Menurut Dewi *et al.*, (2019), proses pembuatan media jagung, dicuci sebanyak 100 gram, setelah itu dikukus selama 30 menit lalu dinginkan, dilakukan pembungkus dengan plastik wrap, disterilkan didalam autoclave. Kultur *Trichoderma* sp. diaktifasi pada media jagung yang sudah disiapkan lalu biarkan selama 7 hari.

## Proses Pembuatan Pupuk Organik Cair

Sampel rumput laut yang sudah diperkecil ukurannya dengan cara dihaluskan dengan blender. Proses berikutnya ditambahkan daun lamtoro yang sudah dihaluskan dicacah dengan pisau. Setelah itu proses pemanasan hingga 70°C pada masing-masing perlakuan hingga homogen. Penambahan molase dengan konsentrasi 5% dilakukan ketika formulasi pupuk dengan masing-masing perlakuan sudah larut secara keseluruhan. Pemanasan dilakukan kembali hingga suhu 121°C selama 15 menit untuk mencegah terjadinya kontaminasi mikroba lainnya. Proses selanjutnya yaitu penambahan enzim protease yang berbeda yaitu enzim protease 0% (A), enzim protease 1% (B), enzim protease 2% (C) dan enzim protease 3% (D). Formulasi pupuk tersebut dituang ke dalam botol plastik setelah mengalami proses pendinginan Sundari *et al.*, (2014).

Formula pupuk organik cair *Sargassum* sp. ditambahkan dengan daun lamtoro yang sudah dihaluskan, setelah itu dilakukan proses pemanasan pada suhu 121°C selama 15 menit, dilakukan pendinginan yang kemudian dicampurkan media pupuk organik cair dengan enzim protease, selanjutnya ditambahkan mikroba yaitu *Trichoderma* sp. Proses fermentasi dilakukan selama 10 hari untuk mendapatkan pupuk organik cair dari rumput laut *Sargassum* sp. Fermentasi yang dilakukan

dengan alat aerator untuk menyediakan oksigen selama proses fermentasi secara aerob. Fermentasi berhasil apabila tidak terdapat endapan, pupuk cair menjadi homogen, bau pupuk cair organik tidak busuk atau berbau harum, dan warna coklat kehitaman serta memiliki suhu yang rendah. Pupuk organik cair memiliki nilai pH berdasarkan Standart Nasional Indonesia yaitu antara 4-9.

### Pengujian C-organik

Pengukuran ini dilakukan berdasarkan *Association of Official Analytical Chemist* (2002), dengan cara destruksi sampel, kemudian dilakukan pengenceran dengan akuades dan setelah proses pendinginan volume ditepatkan hingga tanda tera 100 ml. Proses homogenisasi dengan membolak-balikan hingga homogen dan dibiarkan selama 12 jam. Langkah selanjutnya adalah pengukuran dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 561 nm. Berikut adalah perhitungan c-organik (%):

$$\text{Kadar C-Organik (\%)} = \frac{\text{ppm kurva} \times 100 \text{ mg sampel}}{(100 \text{ ml}) / (1000 \text{ ml}) \times \text{fk}} \quad (1)$$

Keterangan : Ppm kurva = kadar contoh yang didapat dari kurva regresi hubungan antara kadar deret standar dengan pembacaannya setelah dikurangi blanko; 100 = konversi ke %  
Fk = faktor konversi kadar air = 100 (100-% kadar air).

### Pengujian Nitrogen

Pengujian Nitrogen dilakukan berdasarkan Balai Tanah, (2005), total terdiri dari metode Kjeldahl yang berupa destruksi, destilasi dan titrasi serta devada alloy. N-organik dan N-NH<sub>4</sub> yang terdapat dalam sampel didestruksi dengan asam sulfat dan selenium mixture membentuk amonium sulfat, kemudian didestilasi dengan penambahan basa berlebih dan akhirnya destilat dititrasi. Nitrogen dalam bentuk nitrat diekstraksi dengan air yang kemudian direduksi dengan *devarda alloy*, didestilasi dan akhirnya dititrasi.

### Pengujian fosfor

Pengukuran konsentrasi fosfor dengan menggunakan acuan metode Spektrofotometri *Association of Official Analytical Chemist* (2002) Pengujian P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dilakukan dengan menggunakan HNO<sub>3</sub> pekat dan HClO<sub>4</sub> pekat dipanaskan pada suhu tinggi. Ekstrak jernih diambil dan ditambahkan akuades, HNO<sub>3</sub> 2N dan larutan Vanadat kemudian didiamkan selama 30 menit dan diamati pada spektrofotometer pada panjang gelombang 650 nm dan dibandingkan dengan larutan standar (0; 2,5; 5,0; 7,5; 10; 12,5; 15 ppm).

$$77 = (a+bx) \times \text{pengenceran} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{P2O5 (\%)} = P \times 2,2914 \quad \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan: a = mL titran contoh dan blanko; bx = normalitas larutan baku HNO<sub>3</sub>; a = bobot setara phosphor; 2,2914 = konversi ke %

### Pengujian Kalium

Pengukuran konsentrasi kalium dilakukan berdasarkan metode Flamephotometry *Association of Official Analytical Chemist* (2002). Pengukuran K<sub>2</sub>O dilakukan dengan

menggunakan HNO<sub>3</sub> pekat dan HClO<sub>4</sub> pekat dipanaskan pada suhu tinggi. Kemudian ekstrak jernih diambil dan ditambahkan aquades, HNO<sub>3</sub> 2N, larutan vanadat, kemudian diamati pada Flamephotometer dan dibandingkan dengan larutan standar (0; 5; 10; 15; 20 ppm).

$$K (\%) = \frac{(Vb - Vs) \times N \times Fp}{w} \quad \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan : Vb = Volume titrasi sampel (mL); Vs = Volume titrasi blanko (mL); N = Normalitas larutan standart BAC; Fp = Faktor pengenceran; W = Berat contoh (g)

### Pengujian pH

Pengujian pH dilakukan berdasarkan *Association of Official Analytical Chemist* (2002), sampel pupuk organik cair diukur 10 ml, kemudian dimasukkan ke dalam botol kocok dan ditambahkan 50 ml air bebas ion. Proses homogenisasi dilakukan dengan mesin kocok selama 30 menit. Suspensi pupuk cair diukur dengan pH meter yang telah dikalibrasi menggunakan larutan buffer pH 7.0 dan pH 4.0.

### Pengujian Rendemen

Pengujian rendemen dilakukan berdasarkan Dewatisari *et al* (2017), rendemen adalah perbandingan antara ekstrak yang diperoleh dengan simplisia awal. Rendemen menggunakan satuan persen (%), semakin tinggi nilai rendemen yang dihasilkan menandakan nilai ekstrak yang dihasilkan semakin banyak. Pengujian rendemen dilakukan dengan menghitung efisiensi pupuk organik cair yang dihasilkan. Rendemen pupuk organik cair diperoleh dengan rumus :

$$\text{Rendemen} = \frac{B}{A} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan: A = Berat bahan baku yang digunakan (g); B = Berat produk yang dihasilkan (g)

### Analisis data

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan perbedaan konsentrasi enzim protease yaitu enzim protease 0% (A) kontrol, enzim protease 1% (B), enzim protease 2% (C) dan enzim protease 3% (D). Analisis data menggunakan SPSS versi 16, data uji parametrik yang diperoleh dilakukan uji statistik, diantaranya uji normalitas, uji homogenitas dan dilanjutkan uji ANOVA.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Derajat Keasaman (pH) dan Rendemen

Pupuk organik cair menghasilkan nilai pH yang berbeda dengan interval antara 4,18-6,33. Nilai pH tersebut sesuai dengan persyaratan pupuk organik cair dari Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah yang menyatakan bahwa nilai pH pada Pupuk Organik Cair antara 4-9. Nilai pH berpengaruh pada kualitas pada tanah yang artinya juga berpengaruh pada pertumbuhan tanaman. Menurut Fitria *et al.* (2008), perubahan nilai pH selama proses penguraian bahan organik terjadi penurunan nilai pH dan

kemudian terjadi kenaikan nilai pH. Nilai pH turun pada awal proses penguraian bahan organik karena adanya aktivitas enzim yang menghasilkan asam organik seperti asam amino. Terbentuknya asam-asam organik tersebut merupakan hasil dari pegrayaan bahan organik menjadi asam amino oleh enzim. Derajat keasaman (pH) pada pupuk organik cair dipengaruhi oleh proses dekomposisi C-Organik oleh enzim. Semakin tinggi jumlah C-Organik, maka semakin tinggi nilai pH pada pupuk organik. Pupuk organik cair dari komposisi penambahan enzim protease 3% memiliki kadar C-Organik yang paling tinggi, sehingga mengandung nilai pH paling tinggi diantara perlakuan lainnya. Hal ini berkaitan dengan mekanisme proses dekomposisi oleh enzim yang mengubah bahan organik yang kompleks menjadi bahan organik yang lebih sederhana berupa asam organik, sehingga dapat menaikkan nilai pH pada pupuk organik cair.

Enzim protease dengan konsentrasi 0%, 1%, 2%, dan 3% memiliki hasil nilai rendemen yang berbeda. Hasil rendemen dengan konsentrasi 3% memiliki jumlah rendemen paling rendah yaitu 44,19% berbeda jauh dengan rendemen kontrol memiliki hasil rendemen paling tinggi yaitu 65,83%. Pada konsentrasi 1% memiliki jumlah rendemen lebih rendah yaitu 58,25% dibandingkan dengan konsentrasi 2% yaitu 51,27%. Hasil menunjukkan bahwa proses hidrolisis protein pada bahan baku rumput laut *Sargassum* sp. dan daun lamtoro menggunakan enzim protease berjalan secara efektif. Hal ini berkaitan dengan enzim protease dalam menghidrolisis protein menjadi lebih sederhana. Enzim protease akan menghidrolisis protein yang terdapat pada pupuk organik cair *Sargassum* sp. menjadi molekul asam amino sederhana pada ikatan peptida. Menurut Sutamiharjo *et al.*, (2017), rendemen tertinggi hasil hidrolisis protein pada jagung yaitu sebesar 78,55 % dan paling rendah yaitu sebesar 59,40%. Hal ini menunjukkan bahwa enzim yang ditambahkan memberikan pengaruh terhadap hasil rendemen pada pupuk organik cair.

**Tabel 1.** Nilai pH dan Rendemen Pupuk Organik Cair dari Rumput Laut *Sargassum* sp. (%)

No	Perlakuan	pH ± SD	Rendemen ± SD
1	A	4,18 ± 0,07 <sup>d</sup>	65,83 ± 3,53 <sup>a</sup>
2	B	4,93 ± 0,11 <sup>c</sup>	58,25 ± 1,64 <sup>b</sup>
3	C	5,61 ± 0,25 <sup>b</sup>	51,27 ± 0,59 <sup>c</sup>
4	D	6,33 ± 0,34 <sup>a</sup>	44,19 ± 2,37 <sup>d</sup>

Keterangan: A = Enzim Protease 0%; B = Enzim protease 1%; C = Enzim protease 2%; D = Enzim protease 3%.

- Data merupakan hasil rata-rata dari tiga kali ulangan ± standar deviasi.
- Data yang diikuti huruf supercript yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata.

#### Unsur Hara (C, N, P, dan K)

Penambahan enzim protease dengan konsentrasi 3% mengandung C-Organik lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan enzim protease dengan konsentrasi 0%, 1%, 2% dan 3%. Hasil menunjukkan bahwa proses dekomposisi bahan organik pada pupuk organik cair penambahan enzim protease dengan konsentrasi 3% lebih efektif. Menurut Kurniati *et al.*, (2018), kadar C-organik pada pupuk mengalami pertambahan dimana semakin tinggi konsentrasi bioenzim yang ditambahkan, maka semakin tinggi pula kadar C-organik pada pupuk cair. Hal ini berkaitan dengan kemampuan enzim protease untuk memecah protein yang berhubungan dengan

kondisi pH. Kondisi pH optimal aktivitas enzim adalah 4. Menurut Sulistiyono (2015), enzim akan aktif untuk menghidrolisis pada pH optimal adalah 4. Keberadaan nilai pH berhubungan dengan aktivitas enzim yang optimal itu pH rendah. Molekul asam organik yang dibutuhkan oleh enzim dapat masuk ke membran sel dengan pH yang rendah.

Hasil pengujian kandungan nitrogen pada pupuk organik cair yang paling rendah adalah pupuk organik cair tanpa penambahan enzim protease, sedangkan paling tinggi pada pupuk organik cair dengan perlakuan penambahan enzim protease 3%. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa kandungan nitrogen pada pupuk organik cair dari *Sargassum* sp. cukup tinggi. Hal ini berbanding lurus dengan kandungan protein sampel kering dari sampel kering *Sargassum* sp. yaitu 9,75 % dan daun lamtoro yaitu sebesar 25-30 %. Penambahan enzim protease mampu meningkatkan kandungan nitrogen (Zhu *et al.*, 2021). Hal ini dikarenakan kandungan protein pada bahan baku rumput laut *Sargassum* sp. dan daun lamtoro terhidrolisis secara maksimal, sehingga kandungan protein menjadi molekul yang lebih sederhana. Kandungan protein asam amino akan terhidrolisis pada ikatan peptida. Menurut Kurniati *et al.* (2018), semakin banyak bioenzim yang ditambahkan semakin tinggi pula kadar N yang dianalisa. Variasi konsentrasi enzim yang ditambahkan memberikan pengaruh pada kadar N pupuk cair juga menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan ( $\alpha=0,05$ ), hal ini disebabkan karena daun lamtoro memiliki kandungan nitrogen yang tinggi sehingga semakin banyak konsentrasi enzim yang ditambahkan akan semakin tinggi pula nilai kadar N nya.

Nilai kadar fosfor pada pupuk organik cair dari keseluruhan perlakuan dengan interval antara 0,55 % - 0,88 % lebih tinggi apabila dibandingkan dengan standart Kementerian pertanian (2011), yaitu dengan nilai interval antara 0,30-0,60 %. Kadar fosfor merupakan salah satu parameter yang perlu diketahui dari pupuk, baik organik maupun anorganik. Fosfor merupakan unsur kimia yang sekaligus sebagai nutrisi untuk tanaman khususnya untuk pertumbuhan tanaman. Tinggi rendahnya kadar fosfor akan mempengaruhi proses perkembangan tanaman, kekuatan batang dan perkembangan akar tanaman. Menurut Zakiyah *et al.* (2014), fosfor merupakan salah satu nutrisi yang sangat penting dalam pertumbuhan tanaman. Tanaman yang kekurangan nutrisi fosfor dapat menampakkan gejala terhambatnya pertumbuhan tanaman, batang lemah dan kerdil, perkembahangan akar terhambat, serta terganggunya sebagian proses metabolisme pada tanaman seperti pembelahan dan pembesaran sel, sehingga tingkat produktifitas tanaman menurun

Kadar kalium pada pupuk organik dari penambahan enzim protease dengan konsentrasi 3% memiliki nilai kadar kalium sebesar 0,85% lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk organik cair dari penambahan enzim protease dengan konsentrasi 0%, 1% dan 2%. Hal ini berkaitan dengan kandungan mineral pada rumput laut berdasarkan jenis rumput laut dengan kadar abu (Khairy dan El-Sheikh, 2015). *Sargassum* sp. termasuk jenis rumput laut coklat memiliki kadar abu lebih tinggi dibandingkan dengan jenis rumput laut yang lainnya (Ruperez, 2002). Mineral yang terkandung dalam pupuk organik cair terhidrolisis menjadi molekul yang lebih sederhana. Hal ini menyebabkan kadar kalium pada pupuk orgak cair meningkat, semakin banyak enzim protease yang ditambahkan maka semakin tinggi kadar kaliumnya karena kandungan mineral terlepas oleh enzim. Menurut Aditya *et al.* (2016), kalium digunakan oleh mikroorganisme dalam bahan

sebagai katalisator, dengan kehadiran bakteri dan aktivitasnya, sangat berpengaruh terhadap peningkatan kandungan kalium. Kalium diikat dan disimpan dalam sel oleh bakteri dan jamur, jika didekomposisi kembali maka kalium akan menjadi tersedia kembali. Perbandingan komposisi bahan baku akan mempengaruhi kandungan unsur hara yang dihasilkan.

### Hormon Pertumbuhan Tanaman (ZPT)

Pupuk organik cair dengan perlakuan konsentrasi enzim yang berbeda memiliki hormon pertumbuhan yang berbeda nyata. Hasil penambahan enzim protease 0% (kontrol)

menghasilkan hormone auksin, giberelin zeatin lebih rendah daripada pupuk cair dengan penambahan enzim protease dan menghasilkan perbedaan yg nyata antar kedua perlakuan. Sebaliknya untuk nilai hormon asam absisat pada lebih tinggi dari pada perlakuan penambahan enzim yaitu 102%. Menurut Han (2006), hormon pertumbuhan pada pupuk organik cair dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya oleh faktor musim dan fase perkembangan rumput laut. Masing-masing jenis rumput laut memiliki kandungan unsur senyawa kimia berbeda, yang menyebabkan kandungan HPT dari tiap-tiap pupuk cair yang dihasilkan juga berbeda.

**Tabel 2.** C-Organik Pupuk Organik Cair dari Rumput Laut *Sargassum* sp. (%)

No	Perlakuan	C-Organik ± SD	Nitrogen ± SD	Fosfor ± SD	Kalium ± SD
1	A	0,75 ± 0,09 <sup>d</sup>	0,50 ± 0,04 <sup>d</sup>	0,55 ± 0,02 <sup>d</sup>	0,46 ± 0,03 <sup>d</sup>
2	B	0,99 ± 0,08 <sup>c</sup>	0,67 ± 0,05 <sup>c</sup>	0,64 ± 0,04 <sup>c</sup>	0,61 ± 0,04 <sup>c</sup>
3	C	1,32 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,78 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,76 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,76 ± 0,02 <sup>b</sup>
4	D	1,56 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,90 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,88 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,85 ± 0,02 <sup>a</sup>

Keterangan: A= Enzim Protease 0%; B = Enzim protease 1%; C= Enzim protease 2%; D = Enzim protease 3%

- Data merupakan hasil rata-rata dari tiga kali ulangan ± standar deviasi
- Data yang diikuti huruf supercript yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata

Hasil hormon pertumbuhan didapat dengan perlakuan terbaik yaitu dengan penambahan enzim, namun untuk nilai hormon asam absisat masih rendah. Nilai hormon pertumbuhan tersebut lebih rendah dari penelitian sebelumnya. Menurut Sedayu *et al.* (2014), pupuk organik berbahan dasar rumput laut memiliki keunggulan dibandingkan pupuk organik lainnya yaitu dalam hal kandungan hormon pemacu tumbuhnya yang tinggi. Hormon ini ditujukan untuk merangsang pertumbuhan pada tanaman sehingga tanaman dapat tumbuh, berbuah atau berbunga lebih cepat, lebih banyak atau lebih besar. Nilai hormon pertumbuhan yang dihasilkan pada pupuk organik cair dari rumput laut *Sargassum* sp. yaitu hormon auksin 148%, giberelin 160%, kinentin 71%, dan zeatin 86%

**Tabel 8.** Nilai ZPT pada Pupuk Organik Cair dari Rumput Laut *Sargassum* sp. (%)

No	Hormon ZPT	Kontrol (A)	Enzim Protease (B)
1	Auksin	33 ± 0,15 <sup>b</sup>	36 ± 0,21 <sup>a</sup>
2	Giberelin	28 ± 0,05 <sup>b</sup>	29 ± 0,07 <sup>a</sup>
3	Asam Absisat	102 ± 0,81 <sup>a</sup>	99 ± 1,20 <sup>b</sup>
4	Zeatin	11 ± 0,35 <sup>b</sup>	16 ± 0,25 <sup>a</sup>
5	Kinentin	15 ± 0,14 <sup>b</sup>	17 ± 0,10 <sup>a</sup>

Keterangan: A = *Sargassum* + Lamtoro + Enzim Protease 0%; B = *Sargassum* + Lamtoro + Enzim protease 1%

- Data merupakan hasil rata-rata dari tiga kali ulangan ± standar deviasi
- Data yang diikuti huruf supercript yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata

### KESIMPULAN

Komposisi pembuatan pupuk organik cair dari *Sargassum* sp. dalam formulasi pupuk organik cair menghasilkan karakteristik pupuk organik cair yang berbeda. Pupuk organik cair dari penambahan enzim protease dengan konsentrasi 3% memiliki karakteristik kadar kalium, nitrogen, fosfor, C-organik serta pH yang tinggi dibandingkan dengan penambahan enzim protease dengan konsentrasi 0%, 1% dan

2%. 2. Pemberian protease berpengaruh pada karakteristik pupuk cair. Semakin tinggi konsentrasi protease akan menaikkan kandungan C, N, P, K, dan pH, namun akan menurunkan nilai rendemen pada pupuk organik cair. Hasil hormon pupuk organik cair dengan penambahan enzim yaitu hormon auksin 36%, giberelin 29%, zeatin 16% dan kinentin 17%, sementara untuk asam absisat lebih rendah yaitu sebesar 99%.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu peneliti mengucapkan terima kasih kepada Bapak dan Ibu saya serta teman-teman seperjuangan dan sahabat saya selama dikampus, tak lupa juga saya ucapkan banyak terimakasih kepada Bapak Ibu Dosen yang telah membimbing dan mengantar saya sampai wisuda. Terakhir saya ucapkan terimakasih kepada Universitas Diponegoro yang telah menemani cerita perjalanan hidup saya. terima kasih.

### DAFTAR PUSTAKA

- Association of Official Agriculture Chemists. 2002. *Official methods of analysis of AOAC international. Volume 1, p. 2.5 2.37. In Horwitz, W. (Ed). Agricultural and Chemicals, Contaminants, Drugs. AOAC International, Maryland, USA. 17<sup>th</sup> ed.*
- Aditya, S., Suparmi, & Edison. 2016. Studi Pembuatan Pupuk Organik Padat dari Limbah Perikanan. *Jom, 1*, 1–11.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. SNI 19-7030-2004. Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Balai Penelitian Tanah. 2005. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Bogor.

- Bedrosian, M. C. D. dan Kung Jr., L. 2019. The effect of various doses of an exogenous acid protease on the fermentation and nutritive value of corn silage. *J. Dairy Sci.*, 102:10925-10933.
- Dewatisari, W. F., Rumiyaning, L., dan Rakhmawati, I. (2018). Rendemen dan Skrining Fitokimia pada Ekstrak Daun *Sansevieria* sp. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 17(3), 197.
- Dewi, E.N., L. Rianingsih dan A.D. Anggo. 2019. *The addition of different starters characteristics Sargassum sp. liquid fertilizer. International Conference on Tropical and Coastal Region Eco Development*. 248 : 1-9.
- Fitria, Y., Ibrahim, B., dan Densiar. 2008. Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Limbah Cair Industri Perikanan Menggunakan Asam Asetat dan Em4 (Effective Microorganism 4). *Jurnal Sumber Daya Perairan*, 2(1): 23-34.
- Handayani, T. 2006. Protein Pada Rumput Laut. *Oseana*, 31(4), 23-30.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2018. Volume dan Nilai Produksi Perikanan Indonesia. Jakarta.
- Khairy, H.M. dan El-Sheikh, M. A. 2015. Antioxidant activity and mineral composition of three Mediterranean common seaweeds from Abu-Qir Bay, Egypt. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 22, 623-630.
- Kurniati, A., Trisilawati dan Darwati. 2018. Pemanfaatan Pupuk Hayati (*Biofertilizer*) pada Tanaman Rempah dan Obat. *Jurnal Perspektif*.16(1): 33-43.
- Liu, Z., Zhang, X., Duan, X., Kang, B., Liu, J., Fu, C., Wang, C., Li, D. dan Xu, N. 2021. Effect of fermentation conditions on the formation of ammonium salt in soy sauce. *LWT*, 153, 112492.
- Peraturan Menteri Pertanian. 2011. Kementerian Nomor.70/Permentan/SR.140/10/2011. Tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenahan Tanah. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Prasedya, E. S., Pebriani, S. A., Ambana, Y., LS, A., Widyastuti, S., Nikmatullah, A., dan Sunarpi, S. (2019). Ekstrak Cair Dan Padat Lombok *Sargassum Aquifolium* Berfungsi Merangsang Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Mentimun (*Cucumis Sativus* L.) *Jurnal Biologi Tropis*, 19(2): 250-267.
- Ruperez, P. 2002. Mineral content of edible marine seaweeds. *Food Chemistry*, 79, 23-26.
- Sedayu, B., I. M. S. Erawan dan L. Assadad. 2014. Pupuk Cair dari Rumput Laut *Eucheuma Cottonii*, *Sargassum* Sp. dan *Gracilaria* Sp. Menggunakan Proses Pengomposan. *JPB Perikanan*. 9(1):61-68.
- Sulistiyono, F.D. 2015. Karakteristik Fisiologi Empat Antagonis Isolat *Trichoderma* sp. sebagai Agensi Hayati. *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*. 5(1) :24-29.
- Sundari, I., W.F. Maruf, dan E.N. Dewi. 2014. Pengaruh Penggunaan Bioaktivator EM4 dan Penambahan Tepung Ikan terhadap Spesifikasi Pupuk Organik Cair.
- Sutamiharjo, J., Muhadi, L. D., & Nurul, G. (2017). *Comparison Hydrolysis of Enzymatic and Acid of Sweet Corn Starch (Zea mays L.) in Liquid Sugar Production*. 722.
- Wang, M., Chen, L., Li, Y., Chen, L., Liu, Z., Wang, X., Yan, P. dan Qin, S. 2018. Response of soil microbial communities to a short-term application of seaweed fertilizer revealed by deep amplicon sequencing. *Applied Soil Ecology*, 125: 288-296.
- Wang, Y., Yuan, J., Li, S., Hui, L., Li, Y., Chen, K., Meng, T., Yu, C., Leng, F. dan Ma, J. 2021. Comparative analysis of carbon and nitrogen metabolism, antioxidant indexes, polysaccharides and lobetyolin changes of different tissues from *Codonopsis pilosula* co-inoculated with *Trichoderma*. *Journal of Plant Physiology*, 267, 15
- Yang, X., Li, J., Lai, J., Zhang, Y. dan Luo, X. 2021. Adsorption and enrichment of U in a cellulase-producing *Trichoderma* sp. and its physiological response mechanism. *Chemosphere*, 287: 132173.
- Yoruklu, H. C., Ozkaya, B. dan Demir, A. 2021. Optimization of liquid fertilizer production from waste seaweed: A design of experiment based statistical approach. *Chemosphere*, 286: 131885.
- Zakiyah, Z.N., C. Rahmawati dan I. Fatimah. 2014. Analisis Kadar Fosfor dan Kalium pada Pupuk Organik di Laboratorium Terpadu Dinas Pertanian Kabupaten Jombang. *Indonesian Journal of Chemical Research*. 3(2): 38-48.
- Zhu, W., Luan, H., Bu, Y., Li, J., Li, X. dan Zhang, Y. 2021. Changes in taste substances during fermentation of fish sauce and the correlation with protease activity. *Food Research International*, 144, 110349