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

**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

\*Korespondensi: zusufadi1998@gmail.com

**Abstrak**

Pupuk organik cair dari *Sargassum* sp. dengan perlakuan konsentrasi enzim protease yang berbeda yaitu 0 %, 1 %, 2 % dan 3 % diharapkan mampu menaikan 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. 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 perbedaaan 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%) paling tinggi 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 : *Sargassum* sp., enzim protease, unsur hara, zat pertumbuhan, pupuk organik cair

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

***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%.

***Keyword****s: Sargassum sp., protease enzymes, nutrients, growth substances, liquid organic fertilizer*

**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 KKP (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 (Salarriaga-Hernandez *et al.*, 2021). 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 NPK 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. 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). Tricoderma 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

**BAHAN DAN METODE**

**Bahan dan Alat**

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 destruktor (*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).

**Metode Penelitian**

**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

**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 autoclaf 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 (2019), proses pembuatan media jagung, dicuci sebanyak 100 gram, setelah itu dikukus selama 30 menit lalu dinginkan, dilakukan pembungkus dengan plastik wrap, disterilkan didalam autoclaf. 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 70oC pada masing-masing perlakuan hingga homogen. Penambahan molase dengan konsentrasi 5% dilakukan ketika formulasi pupuk dengan masing-masing perlakukan 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.

Formula pupuk organik cair *Sargassum* sp. ditambahkan dengan daun lamtoro yang sudah dihaluskan, setelah itu dilakukan proses pemanasan dengan 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 (AOAC, 2002)**

Pengukuran ini dilakukan 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 (%):

Kadar C-Organik (%) = ppm kurva x 100/mg sampel x 100ml/1000ml x fk

**Pengujian Nitrogen (Balai Tanah, 2005)**

Pengujian Nitrogen total terdiri dari metode Kjeldahl yang berupa destruksi, destilasi dan titrasi serta devada alloy. N-organik dan N-NH4 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 (AOAC, 2002)**

Pengukuran konsentrasi fosfor dengan menggunakan acuan metode Spektrofotometri Pengujian P2O5 dilakukan dengan menggunakan HNO3 pekat dan HClO pekat dipanaskan pada suhu tinggi. Ekstrak jernih diambil dan ditambahkan akuades, HNO3 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) × pengenceran

P2O5 (%) = P × 2,2914

**Pengujian Kalium (AOAC, 2002)**

Pengukuran konsentrasi kalium dilakukan berdasarkan metode Flamephotometry (AOAC, 2002). Pengukuran K2O dilakukan dengan menggunakan HNO3 pekat dan HCLO pekat dipanaskan pada suhu tinggi. Kemudian ekstrak jernih diambil dan ditambahkan aquades, HNO3 2N, larutan vanadat, kemudian diamati pada Flamephotometer dan dibandingkan dengan larutan standar (0; 5; 10; 15; 20 ppm).

K (%) = ppm kurva × ml ekstrak 1000 mL−1 × 100 mg contoh−1 fp × fk

**Pengujian pH (AOAC, 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 (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 :

Rendemen = B/A x 100%

**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 peguraian 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 menunjukan bahwa proses hidrolisis protein pada bahan baku rumput laut Sarggasum 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 menunjukan bahwa enzim yang ditambahkan memberikan pengaruh terhadap hasil rendemen pada pupuk organik cair.

.

Tabel 6. Nilai pH dan Rendemen Pupuk Organik Cair dari Rumput Laut *Sargassum* sp. (%)

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

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 (α=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 Kementan (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 kahadiran 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.

Tabel 7. 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 ± 0,09d  | 0,50 ± 0,04d | 0,55 ± 0,02d | 0,46 ± 0,03d |
| 2. | B | 0,99 ± 0,08c  | 0,67 ± 0,05c | 0,64 ± 0,04c | 0,61 ± 0,04c |
| 3. | C | 1,32 ± 0,03b  | 0,78 ± 0,02b | 0,76 ± 0,02b | 0,76 ± 0,02b |
| 4. | D | 1,56 ± 0,03a  | 0,90 ± 0,02a | 0,88 ± 0,01a | 0,85 ± 0,02a |

 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

**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) dengan nilai hormon zat pertumbuhan auksin 33%, giberelin 28%, zeatin 11% dan kinentin 15%, sementara untuk nilai hormon asam absisat lebih tinggi yaitu 102%. Pupuk organik cair dari *Sargassum* sp. dengan penambahan enzim protease 1% memiliki nilai hormon pertumbuhan lebih tinggi dari pupuk organik cair dengan komposisi tanpa penambahan enzim. 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%. 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.

. 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* (%)

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

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%.

**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). Agicultural and Chemicals, Contaminants, Drugs. AOAC International, Maryland*, USA. 17th 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., Rumiyanti, L., dan Rakhmawati, I. (2018). Rendemen dan Skrining Fitokimia pada Ekstrak Daun Sanseviera 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 Microorganisme 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 Jounal 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.

Saldarriage-Hernandez, S., Melchor-Martinez, E. M., Carillo-Niever, D., Parra-Saldivar, R. and Iqbal, H. M. N. 2021. Seasonal characterization and quantification of biomolecules from *Sargassum* collected from Mexican Caribbean coast – A preliminary study as a step forward to blue economy. Journal of Environmental Management, 298: 113507.

 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 Agensia 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 Hydrolisis 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. Adsorbtion 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.