

## EKSTRAKSI UNSUR HARA DARI RUMPUT LAUT *Sargassum* sp.

### *Nutrient Extraction from Seaweed Sargassum sp.*

Jamal Basmal<sup>1\*</sup>, Radian Saputra<sup>2</sup>, Rahman Karnila<sup>2</sup>, dan Tjipto Leksono<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Jl. KS.Tubun Petamburan VI, Slipi, Jakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Universitas Riau, Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Pekanbaru, Indonesia

\*Korespondensi Penulis:

Diterima: 1 Agustus 2018; Direvisi: 31 Januari 2019; Disetujui: 27 Mei 2019

#### ABSTRAK

Penelitian pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap jumlah unsur hara makro yang ke luar dari rumput laut *Sargassum* sp. telah dilakukan dengan cara merendam rumput laut *Sargassum* sp. dalam larutan KOH 0,3% selama 5 hari, selanjutnya rumput laut diberi perlakuan waktu dan suhu ekstraksi yang berbeda yakni T<sub>1</sub> (120 menit); T<sub>2</sub> (180 menit); dan T<sub>3</sub> (240 menit), dengan suhu ekstraksi yaitu S<sub>1</sub> (60 °C); S<sub>2</sub> (70 °C); dan S<sub>3</sub> (80 °C). Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan unsur hara makro dan karakteristik fisik dan mikrobiologi yang optimal dari ekstrak cair rumput laut *Sargassum* sp. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan waktu ekstraksi berpengaruh signifikan terhadap jumlah unsur hara, viskositas, angka lempeng total (ALT), fosfat, C<sub>Organik</sub>, dan EC dari cairan ekstraksi rumput laut *Sargassum* sp., namun tidak berpengaruh terhadap pH, kadar nitrogen, dan kadar kaliumnya. Hasil ekstraksi terbaik ditemukan pada kombinasi perlakuan lama waktu 240 menit (4 jam) dengan suhu 80 °C, yaitu dengan jumlah larutan ekstrak yang mengandung unsur hara sebesar 97,5%; pH 9; viskositas 3,07 cPs; ALT 2,5 x 10<sup>3</sup> Cfu/mL; nitrogen 1,64%; fosfat 197,7 ppm; kalium 205,54 ppm; C<sub>Organik</sub> 0,55 %; EC 3,52 mS/cm dan C/N rasio 0,34%.

**KATA KUNCI:** rumput laut, *Sargassum* sp., ekstrak cair, waktu ekstraksi, unsur hara

#### ABSTRACT

*Nutrient extraction from seaweed (Sargassum sp.) was done by soaking the seaweed in a 0.3% KOH solution during 5 days. Furthermore, the seaweed was treated at various extraction times (T<sub>1</sub> = 120 min; T<sub>2</sub> = 180 min; and T<sub>3</sub> = 240 min) and temperatures (S<sub>1</sub> = 60 °C; S<sub>2</sub> = 70 °C; and S<sub>3</sub> = 80 °C). This study aimed to obtain optimum macro nutrients value and the physical and microbiological characteristics of the liquid extracted from seaweed Sargassum sp. The results showed that the variation of temperature and extraction time was affected significantly on the yield, viscosity, total plate count (TPC), phosphorus, C<sub>organic</sub> and EC of the extracted liquid from seaweed Sargassum sp., but it did not affect the pH, nitrogen and potassium contents. The best result was found in combination of 240 min extraction time at 80 °C temperature with the yield of 97.5%; pH 9; viscosity 3.07 cPs; ALT 2.5 x 10<sup>3</sup> Cfu/mL; nitrogen 1.64%; phosphat 197.7 ppm; potassium 205.54 ppm; C<sub>organic</sub> 0.55%; EC 3.52 mS/cm and C/N ratio 0.34%*

**KEYWORDS:** seaweed, Sargassum sp., liquid extract, extraction time, nutrient

#### PENDAHULUAN

Praktek pertanian modern yang berkelanjutan dan ramah lingkungan dapat dicapai dengan cara mengaktifkan metabolisme tanaman, untuk meningkatkan produksi tanaman (Compagnon, 1986 dalam Putranto, 2012). Bulgari, Cocetta, Trivellini, Vernieri, dan Ferrante (2015) menyatakan biostimulan dari tanaman mengandung berbagai macam senyawa bioaktif yang mampu meningkatkan daya serap nutrisi

dan meningkatkan toleransi terhadap tekanan biotik dan abiotik. Zodape (2001) melaporkan biostimulan dari ganggang laut seperti *Fucus vesiculata*, *Furcellaria fastigiata*, *Hypnea musiformis*, *Sargassum* sp., *Ascophyllum nodosum* (Algifert), *Ulva lactuca*, *Durlillea potatorum*, *padina*, *Turbinaria* sp., dan *Laminaria* telah digunakan sejak 40 tahun yang lalu pada berbagai tanaman untuk memacu pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Shah, Zodape, Ram Chaudhary, Eswaran, dan Chikara (2013) menyatakan

pemberian 7,5% konsentrasi ekstrak cair *K. alvarezii* telah meningkatkan kandungan unsur hara kalium (7,9%), dan sulfur (31,8%) serta dapat meningkatkan produksi biji gandum. Layek et al. (2015) dalam penelitiannya menemukan bahwa pemberian ekstrak cair rumput laut *Kappaphycus alvarezii* and *Gracilaria edulis* telah meningkatkan produktivitas rendemen jagung 10,5-13,1%, karbohidrat 12,3-17,4% dan kandungan protein 4,8%.

Menurut Muhamid (2012) dan Handayani, Sutarno dan Setyawan (2004), *Sargassum* sp. merupakan salah satu genus dari kelompok rumput laut coklat yang terbesar dari famili *Sargassaceae* dengan komponen utama dalam talus *Sargassum* sp. adalah holoselulosa (selulosa dan hemiselulosa), lignin, dan alginat. Selain itu talus *Sargassum* sp. juga mengandung unsur hara (makro dan mikro unsur hara), hormon pemacu tumbuh, protein dan vitamin.

Talus rumput laut *Sargassum* sp. memiliki ekstrak cair yang mengandung unsur hara mikro dan makro serta hormon pemacu tumbuh (Widanarto, 2013). Hal tersebut diperkuat dengan hasil penelitian Basmal, Kusumawati dan Utomo (2015) yang menemukan dalam ekstrak cair talus rumput laut terkandung zat pemacu tumbuh auksin sebesar 127,48 ppm, giberelin 131,11 ppm, sitokinin-kinetin 68,77 ppm, dan sitokinin-zeatin 82,41 ppm; unsur hara makro kalium (K) sebesar 345,29 mg/100 g, nitrogen (N) sebesar 0,78%, fosfor (P) 55,39 mg/100 ml, nilai kekentalan 11,5 cPs, dan nilai EC 3,3 mS/cm. Menurut Grusak, Broadley, dan White (2001) pupuk cair yang diberikan pada tanaman harus berisi larutan nutrisi yang memenuhi semua unsur hara yang diperlukan oleh tanaman. Beberapa unsur hara tersebut di antaranya adalah nitrogen yang berfungsi untuk merangsang pembentukan daun, batang dan cabang, fosfor yang berguna untuk merangsang pertumbuhan akar, batang dan pemasakan biji serta buah, kalium yang berperan membantu dalam menyerap hasil fotosintesis dan menguatkan tanaman, kalsium yang berfungsi mempercepat pertumbuhan akar dan batang, serta mempermudah penyerapan kalium, dan magnesium yang ikut berperan dalam pembentukan klorofil. Selain unsur hara yang tersebut di atas juga perlu diatur nilai *electro conductivity* (EC) dan nilai keasaman (pH) sesuai dengan kebutuhan masing masing tanaman.

Penyerapan air dan nutrisi oleh tanaman sangat tergantung pada nilai EC dari nutrisi yang disediakan. Metabolisme tanaman di antaranya kecepatan fotosintesis, aktivitas enzim dan potensi penyerapan ion-ion oleh akar sangat dipengaruhi oleh nilai EC dari nutrisi (Anon., 2017d). Tingginya konsentrasi unsur hara yang ada dalam pupuk cair berpengaruh terhadap penyerapan unsur hara pada tanaman, semakin tinggi konsentrasi unsur hara akan semakin lama

penggunaan larutan nutrisi dalam sistem tanaman. Nilai EC yang relatif tinggi berakibat tanaman tidak sehat dan tidak dapat menyerap unsur hara dengan baik. Akibatnya terjadi perubahan dalam pembukaan stomata dan pertumbuhan luas daun, yang erat kaitannya dengan efisiensi fotosintesis. (Anon., 2017). Pada tanaman akuaponik dilaporkan nilai EC berkisar antara 0,3 dan 1,1 mS/cm. Beberapa faktor yang mempengaruhi konsentrasi unsur hara makro dan mikro dalam sistem budidaya akuaponik antara lain adalah jenis ikan yang budidayakan di lingkungan tanaman, tahap pertumbuhan, densitas pakan ikan yang digunakan, intensitas pemberian pakan pada ikan, komposisi pakan, dan kemampuan mikroba dalam melarutkan fosfat, melarutkan kalium serta mengubah amonia menjadi nitrat yang dapat langsung diserap oleh tanaman akuaponik. Tidak tersedianya ion  $Fe^{2+}$  dan  $K^+$  pada sistem akuaponik mengharuskan penambahan ion  $K^+$  dari larutan KOH dan  $Fe^{2+}$  dari *Fe chelates*. Tingkat keasaman larutan berdampak pada daya serap tanaman terhadap nutrisi. Nilai pH larutan berkaitan erat dengan aktivitas bakteri (nitrifikasi) dalam sistem akuaponik. Firdausi dan Zulaika (2015) melaporkan bahwa bakteri azetobacter dapat mengubah amonia menjadi nitrit dan nitrat dengan pH optimal sebesar 8,5, selanjutnya diinformasikan pula bahwa beberapa spesies tanaman akan optimal penyerapan nutrisi pada pH 6,0.

Menurut Hernández-Carmona, McHugh, dan López-Gutiérrez, (1999) faktor yang sangat mempengaruhi jumlah unsur hara mikro & makro,  $C_{organik}$  dan nilai kekentalan pada proses ekstraksi zat pemacu tumbuh dari rumput laut *Sargassum* sp. adalah kualitas dan ukuran bahan yang akan diekstrak, konsentrasi media pelarut, suhu dan waktu ekstraksi. Pendapat ini juga didukung oleh Jayanudin, Lestari dan Nurbayanti (2014) yang mengatakan bahwa faktor yang mempengaruhi kekentalan alginat dari ekstrak *Sargassum* sp. adalah konsentrasi pelarut, suhu dan waktu ekstraksi. Berdasarkan teori ini maka dilakukan penelitian pengaruh suhu dan waktu ekstraksi unsur hara rumput laut *Sargassum* sp. dengan tujuan untuk mendapatkan suhu dan waktu optimum terekstraknya unsur hara makro nitrogen, fosfat, kalium, EC dan kekentalan ekstrak cair rumput laut *Sargassum* sp.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Rumput laut *Sargassum* sp. merupakan bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini, dan diperoleh dari Pantai Binuangeun, Banten. Bahan baku rumput laut *Sargassum* sp. segar setelah pemanenan

dicuci dengan air laut kemudian dikeringkan di bawah matahari selama 2 hari, selanjutnya, rumput laut kering dibawa ke laboratorium. Bahan bantu untuk ekstraksi kandungan unsur hara *Sargassum* sp. menggunakan larutan KOH 0,3% (v/v).

## METODE

*Sargassum* sp. kering dicuci bersih dengan air, lalu direndam dalam larutan KOH 0,3% selama 5 hari. Selanjutnya *Sargassum* sp. ditambah 10 lt larutan KOH 0,3%, dipanaskan sesuai dengan perlakuan suhu dan lama waktu yang diberikan. Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan dua perlakuan. Perlakuan yang diberikan adalah waktu dan suhu ekstraksi yang terdiri dari 3 taraf dengan 3 kali ulangan yang meliputi waktu ekstraksi (Faktor T):  $T_1$  (120 menit);  $T_2$  (180 menit);  $T_3$  (240 menit), sedangkan suhu ekstraksi (Faktor S):  $S_1$  (60 °C);  $S_2$  (70 °C); dan  $S_3$  (80 °C) dengan jumlah satuan percobaan pada penelitian ini berjumlah 27 sampel.

Data dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) menggunakan aplikasi SAS (*Statistical Analysis System*) 9.1.3 *Portable* dan apabila hasil uji Anova menunjukkan pengaruh nyata, akan dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda *Duncan's multiple range test* (DMRT) untuk mengetahui adanya perbedaan masing-masing perlakuan pada tingkat signifikansi 95%.

Proses ekstraksi unsur hara dari dalam *Sargassum* sp. melibatkan proses pencucian, perendaman, dan ekstraksi. Pada proses pencucian, *Sargassum* sp. yang telah ditimbang, dicuci bersih dengan air menggunakan mesin pencuci (*Mollen*) model R1201 Wuxi Hongyuan Leather Machinery Factory, Cina dengan suhu 27 °C, kecepatan 7,2 rpm, selama 10 menit dengan perbandingan *Sargassum* sp. kering : air = 1:3 (b/v). Selanjutnya rumput laut direndam dalam larutan KOH 0,3% dengan rasio 1:10 (b/v) selama 5 hari. Tujuan perendaman tersebut agar kandungan unsur hara yang ada dalam talus rumput laut dapat dengan mudah ditarik. Setelah itu, dilakukan proses pemasakan pada suhu dan waktu ekstraksi yang telah ditetapkan sebelumnya. Larutan unsur hara yang diperoleh kemudian disaring menggunakan kain blacu dan dihitung sebagai jumlah larutan unsur hara.

Untuk menentukan kandungan unsur hara yang terlarut dalam larutan KOH 0,3% dilakukan analisis kandungan unsur hara yaitu kadar N (SNI. 01-2354.4-2006 BSN, 2006), serta P, K, dan  $C_{\text{organik}}$  menggunakan *atomic absorption spectrophotometer* (AAS) merk Agilent AA400, pH (SNI 19-7030-2004), nilai kekentalan menggunakan Brookfield model LVT serial number 8545043 (brookfield Engineering Laboratories

dan EC menggunakan EC meter, ALT (Angka Lempengan Total) (SNI 01-2332-3-2006).

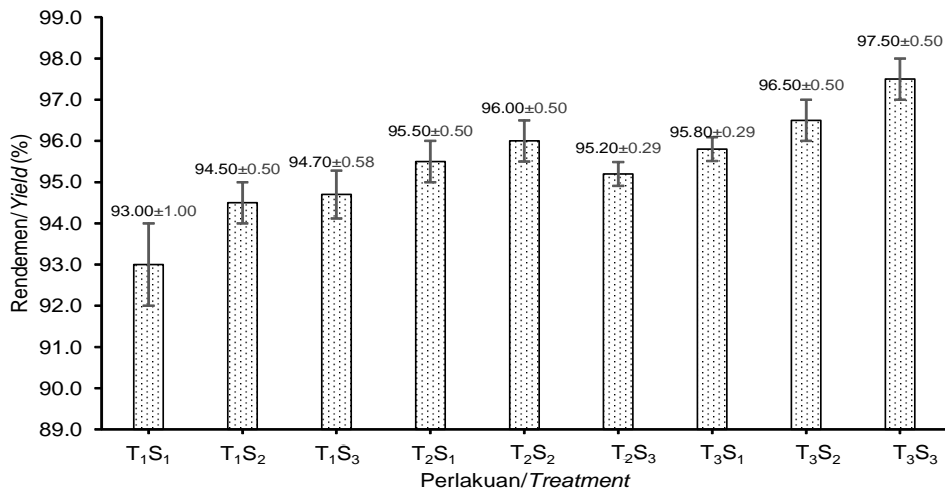
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Jumlah Larutan Unsur Hara Makro

Jumlah larutan unsur hara makro (N,P dan K) dari ekstrak rumput laut *Sargassum* sp. pada penelitian ini berkisar antara (93±0,01%)-(97,5±0,01%) dengan nilai terendah ditemukan pada perlakuan  $T_1S_1$  ( $T_1$  = suhu 120 menit;  $S_1$  = 60 °C) sebesar 93% dan yang tertinggi ditemukan pada perlakuan  $T_3S_3$  ( $T_3$  = waktu ekstraksi 240 menit;  $S_3$  = 80 °C) sebesar 97,5% (Gambar 1). Berdasarkan hasil rekapitulasi data rata-rata, ternyata faktor lama waktu ekstraksi (T) dan suhu ekstraksi (S), serta interaksi keduanya (TS) berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap jumlah larutan unsur hara dari *Sargassum* sp. Terbukti bahwa waktu dan suhu ekstraksi berpengaruh terhadap jumlah larutan *Sargassum* sp. yang dihasilkan. Sedangkan dari hasil uji *ducan multiple range test* (DMRT) menunjukkan bahwa jumlah larutan unsur hara terendah dihasilkan pada perlakuan waktu ekstraksi 2 jam dengan suhu 60 °C ( $T_1S_1$ ). Sedangkan jumlah larutan unsur hara tertinggi dihasilkan pada perlakuan waktu ekstraksi 6 jam dengan suhu 80 °C ( $T_3S_3$ ). Lama terpaparnya rumput laut *Sargassum* sp. di dalam larutan 0,3% KOH pada suhu 80 °C telah memudahkan penarikan cairan yang mengandung unsur hara dari dalam talus rumput laut *Sargassum* sp. Hal ini terjadi, kemungkinan akibat perlakuan suhu ekstraksi sebesar 80 °C selama 6 jam sehingga lebih banyak cairan yang mengandung unsur hara keluar dibandingkan dengan perlakuan suhu ekstraksi sebesar 60 °C selama 2 jam. Budiyaningih dan Yulianingsih (2008) menyatakan bahwa waktu dan suhu pada proses ekstraksi sangat berkaitan erat dengan hasil akhir suatu produk, semakin lama waktu dan semakin tinggi suhu ekstraksi maka akan mempengaruhi jumlah larutan unsur hara yang dihasilkan.

### Nilai N-total

Hasil penelitian menunjukkan nilai N total setiap perlakuan berkisar antara 1,56%-1,70% dengan nilai tertinggi ditemukan pada perlakuan  $T_2S_1$  sebesar 1,70% dan terendah pada perlakuan  $T_1S_1$  sebesar 1,56%. Sementara hasil analisa kandungan N total pada rumput laut sebelum diberi perlakuan ditemukan sebesar 5,35%. Rendahnya penarikan N-total dari talus rumput laut *Sargassum* sp. kemungkinan terjadi karena N-total yang ada dalam talus rumput laut *Sargassum* sp. terikat kuat dengan bahan pendukung struktur talus rumput laut *Sargassum* sp.; di samping



Catatan/Note:

T<sub>1</sub> = waktu/time 120 menit/minute  
S<sub>1</sub> = suhu/temperature 60°C;

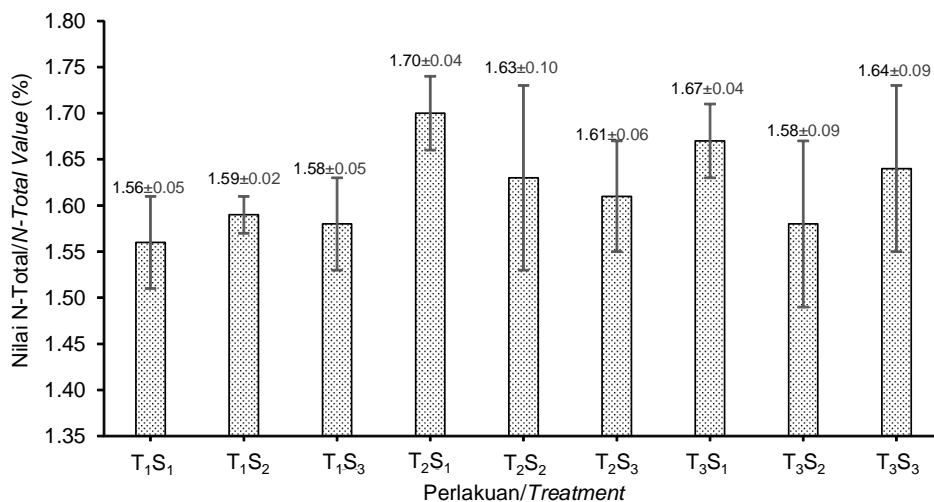
T<sub>2</sub> = waktu/time 180 menit/minute  
S<sub>2</sub> = suhu/temperature 70 °C

T<sub>3</sub> = waktu/time 240 menit/minute  
S<sub>3</sub> = suhu/temperature 80 °C

Gambar 1. Jumlah larutan unsur hara makro terekstrak dari rumput laut *Sargassum* sp.  
Figure 1. Total macro nutrient solution extracted from seaweed *Sargassum* sp.

itu adanya proses panas dan perlakuan alkali telah menyebabkan sebagian protein terkoagulasi. Diketahui bahwa protein akan terdenaturasi pada suhu 60-70 °C sedangkan dalam perlakuan yang diberikan suhu ekstraksi berkisar antara 60-80 °C. Kemungkinan lain adalah N-total yang mudah larut saja yang dapat ditarik dari dalam talus *Sargassum* sp. Hasil uji statistik kadar nitrogen pada semua perlakuan menunjukkan bahwa nilai tertinggi terdapat pada

perlakuan T<sub>2</sub>S<sub>1</sub> (1,70%), dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan T<sub>3</sub>S<sub>1</sub> (1,67%); T<sub>3</sub>S<sub>3</sub> (1,64%); T<sub>2</sub>S<sub>2</sub> (1,63%); T<sub>2</sub>S<sub>3</sub> (1,61%); T<sub>1</sub>S<sub>2</sub> (1,59%); dan T<sub>1</sub>S<sub>3</sub> yang mempunyai nilai sama T<sub>3</sub>S<sub>2</sub> (1,58%), tetapi berbeda nyata dengan perlakuan T<sub>1</sub>S<sub>1</sub> (1,56%). Sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan T<sub>1</sub>S<sub>1</sub> dengan nilai (1,56%). Merujuk pada hasil penelitian ini terbukti bahwa perlakuan suhu dan lamanya waktu ekstraksi telah berpengaruh terhadap penarikan N-total dari dalam



Catatan/Note:

T<sub>1</sub> = waktu/time 120 menit/minute  
S<sub>1</sub> = suhu/temperature 60°C;

T<sub>2</sub> = waktu/time 180 menit/minute  
S<sub>2</sub> = suhu/temperature 70 °C

T<sub>3</sub> = waktu/time 240 menit/minute  
S<sub>3</sub> = suhu/temperature 80 °C

Gambar 2. Nilai N total larutan unsur hara dari ekstrak rumput laut *Sargassum* sp.  
Figure 2. Total N in the nutrient solution extracted from seaweed *Sargassum* sp.

talus *Sargassum* sp. Basmal et al (2015) melaporkan pada rumput laut *Sargassum* sp. yang diberi perlakuan perendaman dalam larutan KOH 0,3% kemudian diekstrak cairannya diperoleh nilai N-total sebesar 0,78%. Menurut Ibrahim, Yunita, dan Feronika (2015) serta Handayani dan Sriherfyna (2016), peningkatan waktu dan suhu ekstraksi yang tinggi dapat menyebabkan beberapa senyawa pada larutan menguap, selain itu komponen bioaktif yang tidak tahan terhadap suhu tinggi akan mengalami perubahan struktur dan menghasilkan ekstrak yang rendah; sebaliknya suhu ekstraksi yang rendah dan waktu ekstraksi singkat menghasilkan rendemen yang rendah. Pada Gambar 2 dapat dilihat nilai N-total masing masing perlakuan.

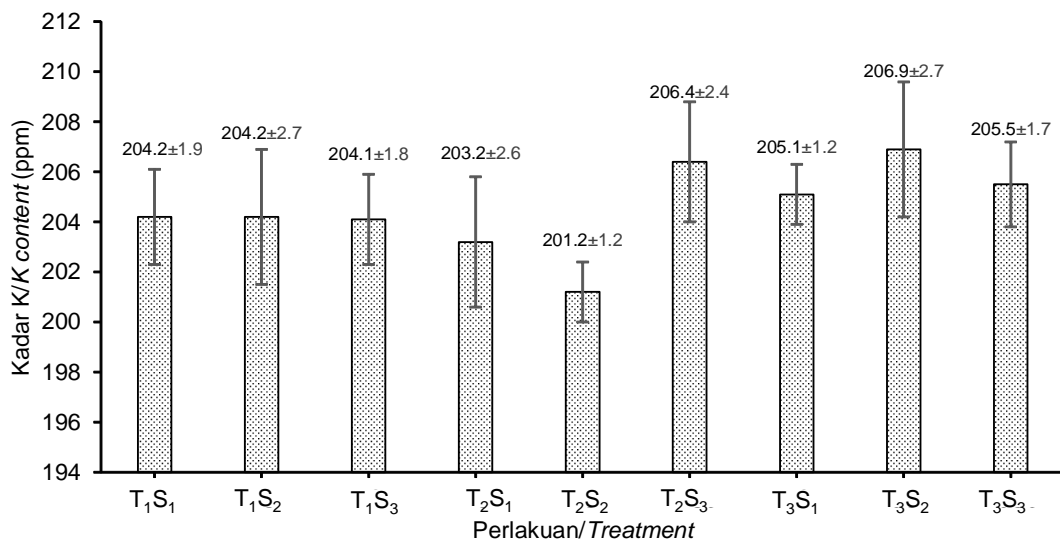
### Kadar Kalium

Hasil penelitian kandungan Kalium ( $K^+$ ) di dalam ekstrak cair *Sargassum* sp. untuk semua perlakuan berada pada kisaran 201,2-206,9 ppm dengan nilai tertinggi ditemukan pada perlakuan  $T_3S_2$  sebesar 206,9 ppm, sedangkan yang terendah pada perlakuan  $T_2S_2$  sebesar 201,2 ppm. Pada perlakuan waktu 120 menit dengan variasi suhu 60, 70 dan 80 °C nilai  $K^+$  relatif mempunyai nilai yang konstan, sedangkan pada waktu 180 dan 240 menit dengan variasi suhu 60, 70 dan 80 °C nilai  $K^+$  berfluktuasi. Hasil uji statistik antara perlakuan waktu yang diberikan menunjukkan ada perbedaan nyata sedangkan perlakuan suhu 60, 70 dan 80 °C tidak menunjukkan perbedaan nyata. Antar perlakuan waktu dan suhu ekstraksi menunjukkan ada

perbedaan yang nyata pada taraf 5% (Gambar 3). Perlakuan  $T_1S_1$ ,  $T_1S_2$  dan  $T_1S_3$  tidak berbeda nyata tetapi dengan perlakuan  $T_2S_1$ ,  $T_2S_2$ ,  $T_2S_3$ ,  $T_3S_1$ ,  $T_1S_2$  dan  $T_3S_2$  menunjukkan perbedaan yang nyata. Basmal, Kusumawati dan Nurhayati (2016) melaporkan kandungan  $K^+$  dalam talus rumput laut *Sargassum* sp. adalah 3,34% atau setara dengan 33.440,43 ppm, sedangkan pada penelitian ini jumlah ion  $K^+$  yang dapat ditarik dari dalam talus *Sargassum* hanya sebesar 206,9 ppm artinya perlakuan suhu dan waktu yang diberikan tidak dapat mengekstrak semua ion  $K^+$  yang ada dalam talus *Sargassum* sp. Hal ini mungkin selama perlakuan perendaman dalam larutan KOH 0,3% telah terjadi reaksi antara KOH dengan cairan alginat membentuk potasium alginat (K-alginat). Berdasarkan hasil penelitian maka suhu dan waktu kontak talus dengan media ekstraksi yakni larutan KOH 0,3% dapat mempengaruhi kelarutan ion  $K^+$  yang berasal dari dalam talus rumput laut *Sargassum* sp.

### Kadar Fosfat ( $P_2O_5$ )

Hasil analisis kadar  $P_2O_5$  dalam ekstrak cair *Sargassum* sp. pada semua perlakuan perbedaan waktu dan suhu proses berkisar antara 132,8-197,7 ppm dengan nilai tertinggi ditemukan pada perlakuan  $T_3S_3$  (197,7 ppm) dan berbeda nyata dengan seluruh perlakuan yang diberikan. Sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan  $T_1S_1$  (132,8 ppm). Hasil tersebut menunjukkan bahwa kadar fosfat dari ekstrak cair rumput laut *Sargassum* sp. tergolong sangat rendah, yaitu di bawah 1%. Basmal, Widanarto,



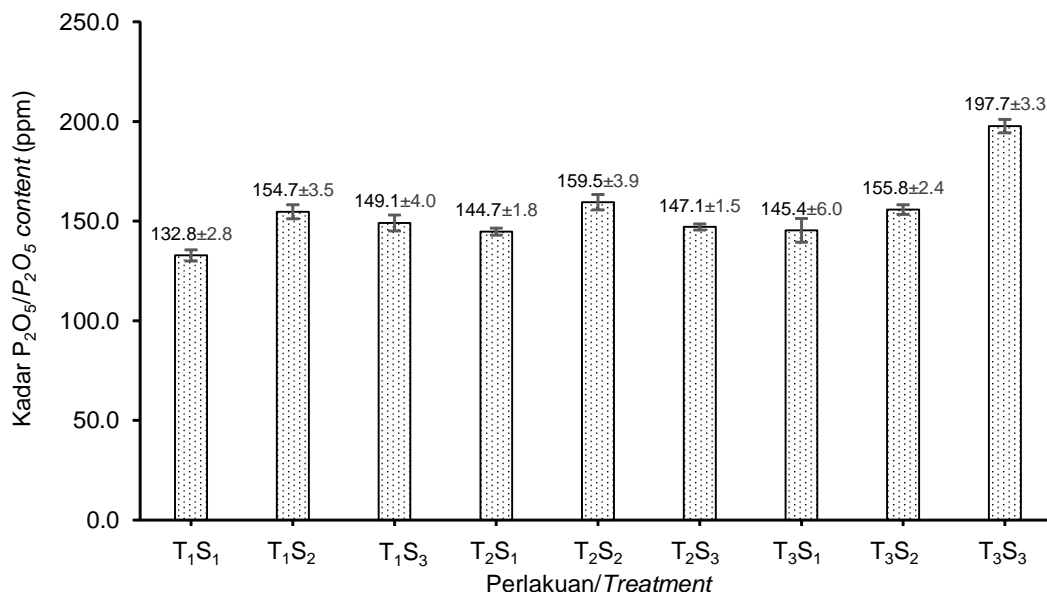
Catatan/Note:

$T_1$  = waktu/time 120 menit/minute  
 $S_1$  = suhu/temperature 60°C;

$T_2$  = waktu/time 180 menit/minute  
 $S_2$  = suhu/temperature 70 °C

$T_3$  = waktu/time 240 menit/minute  
 $S_3$  = suhu/temperature 80 °C

Gambar 3. Kandungan ion  $K^+$  dalam larutan unsur hara dari ekstrak rumput laut *Sargassum* sp.  
 Figure 3. Ion  $K^+$  content in the nutrient solution extracted from seaweed *Sargassum* sp.



Catatan/Note:

T<sub>1</sub>= waktu/time 120 menit/minute

S<sub>1</sub>= suhu/temperature 60 °C

T<sub>2</sub> = waktu/time 180 menit/minute

S<sub>2</sub> = suhu/temperature 70 °C

T<sub>3</sub> = waktu/time 240 menit/minute

S<sub>3</sub> = suhu/temperature 80 °C

Gambar 4. Nilai P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dalam larutan unsur hara dari ekstrak rumput laut *Sargassum* sp.  
 Figure 4. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> content in the nutrient solution extracted from seaweed *Sargassum* sp.

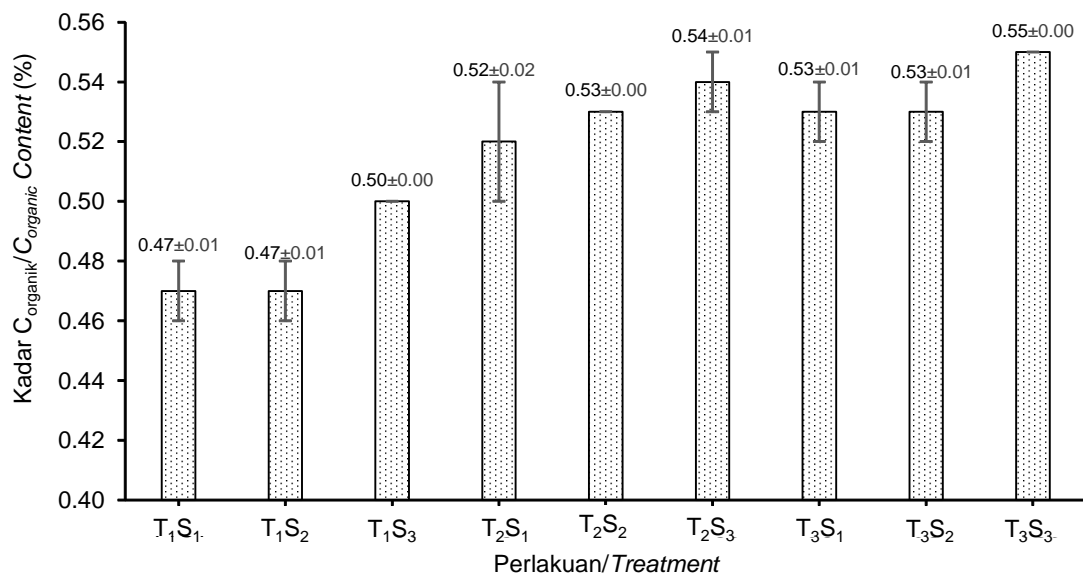
Kusumawati dan Utomo (2014) menyatakan bahwa kandungan fosfat pada rumput laut coklat *Sargassum* sp. berada pada kisaran 0,05% atau setara dengan 500 ppm. Fosfat di dalam talus rumput laut terikat kuat dengan bahan penyusun talus *Sargassum* sp., sehingga untuk memisahkan fosfat dari bahan lain diperlukan energi yang cukup tinggi. Pada penelitian ini telah dicoba kombinasi waktu dan suhu ekstraksi yang berbeda untuk melarutkan kandungan fosfat yang terdapat pada talus *Sargassum* sp., yaitu menggunakan larutan KOH 0,3%. Diharapkan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> yang tertarik ke luar dari dalam talus *Sargassum* sp. dapat bereaksi dengan KOH membentuk K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> atau KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> yang keduanya sangat bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman. Pada pemberian perlakuan panas hingga 80 °C selama 240 menit, jumlah P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> yang dapat ditarik ke luar dari talus *Sargassum* sp. 197,7±3,3 ppm sedangkan jumlah P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> di dalam talus *Sargassum* sp. sebesar 500 ppm. Efektifitas perlakuan suhu 80 °C selama 240 menit dalam media pelarut KOH 0,3% tercapai sebesar 39,5%. Tidak maksimumnya proses penarikan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dari dalam talus *Sargassum* sp. kemungkinan disebabkan suhu dan waktu yang diberikan belum efektif memisahkan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dari struktur bangunan talus *Sargassum* sp. Menurut Situngkir (2017) fosfat dalam bentuk sodium fosfat yang ditambahkan ke dalam sodium alginat

mempunyai kekuatan tarik yang lebih besar dibandingkan dengan menambahkan kalsium oksalat.

#### Nilai C<sub>organik</sub>

Bahan organik merupakan senyawa organik kompleks yang sedang berkumpul dan sedang atau telah mengalami proses dekomposisi atau pelapukan akibat pengaruh lingkungan, dapat berupa humus hasil humifikasi ataupun senyawa anorganik hasil mineralisasi, termasuk juga mikroba heterotrofik dan ototrofik yang terlibat di dalamnya (Madjid, 2008 dalam Anon<sup>a</sup>, 2009). Dalam penelitian ini ditemukan hasil analisis kadar C<sub>organik</sub> seperti terlihat pada Gambar 5 yang menunjukkan nilai tertinggi pada perlakuan T<sub>3</sub>S<sub>3</sub> (0,55%), yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan T<sub>2</sub>S<sub>3</sub> (0,54%), tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan T<sub>1</sub>S<sub>1</sub> dan T<sub>1</sub>S<sub>2</sub> (0,47%).

Hasil analisis C<sub>organik</sub> sampel cairan ekstrak *Sargassum* sp. (Gambar 5.) menunjukkan bahwa pemberian lama waktu ekstraksi (T) berpengaruh nyata (p<0,05) terhadap ekstrak cair *Sargassum* sp. yang dihasilkan. Sedangkan pemberian perlakuan suhu ekstraksi tidak berpengaruh nyata (p>0,05). Hal tersebut juga diikuti dengan korelasi antara kedua perlakuan yang tidak berpengaruh nyata pada taraf



Catatan/Note:

T<sub>1</sub>= waktu/time 120 menit/minute

T<sub>2</sub> = waktu/time 180 menit/minute

T<sub>3</sub> = waktu/time 240 menit/minute

S<sub>1</sub>= suhu/temperature 60 °C

S<sub>2</sub> = suhu/temperature 70 °C

S<sub>3</sub> = suhu/temperature 80 °C

Gambar 5. Kandungan  $C_{organik}$  dalam larutan unsur hara dari ekstrak rumput laut *Sargassum* sp.  
 Figure 5.  $C_{organik}$  content in the nutrient solution extracted from seaweed *Sargassum* sp.

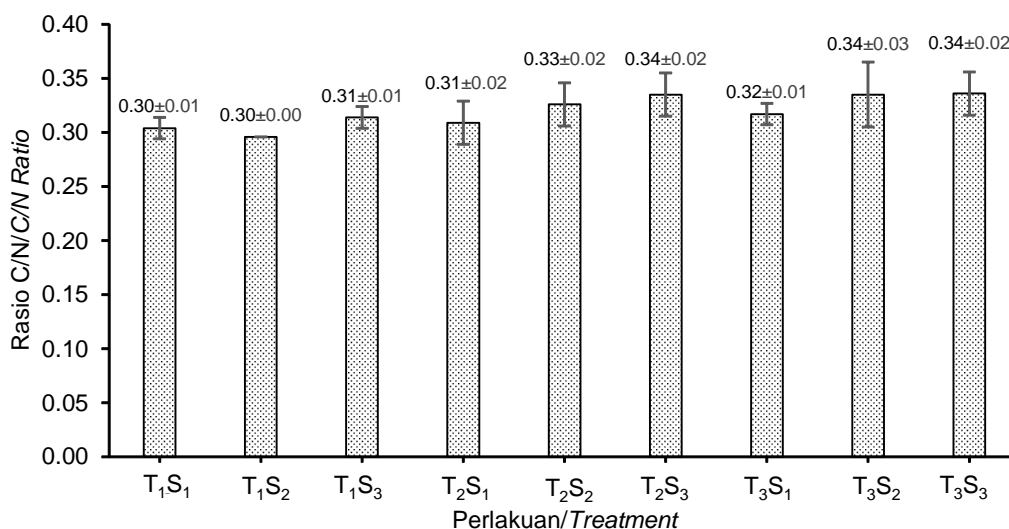
95%. Hasil tertinggi diperoleh pada perlakuan waktu ekstraksi 4 jam dan suhu ekstraksi 80 °C T<sub>3</sub>S<sub>3</sub> dengan nilai (0,55%).  $C_{organik}$  adalah hasil dekomposisi dan atau pelapukan bahan organik yang disebabkan oleh proses reaksi yang diberikan terhadap bahan organik tersebut. Menurut Hanafiah (2005),  $C_{organik}$  adalah bahan-bahan organik yang dapat diperbaharui, didaur ulang, dirombak oleh jasad renik tanah menjadi unsur yang dapat digunakan oleh tanaman tanpa mencemari tanah dan air.

Pada penelitian ini rumput laut *Sargassum* sp. sebelum diberi perlakuan suhu dan waktu pemasakan yang berbeda telah direndam dalam larutan KOH 0,3% selama 5 hari. Hasil penelitian telah membuktikan bahwa perlakuan suhu tinggi dan waktu yang lebih lama menyebabkan sebagian  $C_{organik}$  yang ada dalam rumput laut *Sargassum* sp. terlarut dalam media ekstraksi. Oleh karena itu, perlakuan T<sub>3</sub>S<sub>3</sub> menjadi perlakuan yang terbaik dari seluruh perlakuan yang diberikan.  $C_{organik}$  berfungsi memperbaiki struktur tanah, aerasi tanah, meningkatkan daya penyangga air tanah, menurunkan laju erosi, menyangga dan menyediakan hara tanaman, meningkatkan efisiensi pemupukan, menetralkan sifat racun Al dan Fe, serta sebagai sumber energi bagi jasad renik/mikroba tanah yang mampu melepaskan hara bagi tanaman (Mulyanto, 2004 dan Anon, 2011b).

### Nilai rasio C/N

Rasio C/N merupakan gambaran mudah tidaknya bahan organik dilapukkan dan tingkat kematangan dari bahan organik tersebut serta mobilisasi N pada tanah (Anon<sup>e</sup>, 2013). Rasio C/N dalam penelitian ini berkisar antara 0,3-0,34 dengan nilai tertinggi ditemukan pada perlakuan T<sub>3</sub>S<sub>2</sub> dan T<sub>3</sub>S<sub>3</sub> sebesar 0,34 dan terendah pada perlakuan T<sub>1</sub>S<sub>1</sub> dan T<sub>1</sub>S<sub>2</sub> sebesar 0,30 (Gambar 6). Kadar rasio C/N dari ekstrak cairan *Sargassum* sp. tersebut tergolong relatif rendah dibandingkan standar SNI yang sudah ditetapkan. Menurut Hanafiah (2005) nisbah C/N yang ≤ 20 menunjukkan terjadinya mineralisasi unsur N dan bahan organik tersebut mudah untuk dirombak; sementara Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011 telah mensyaratkan  $C_{organik}$  minimum dalam pupuk cair adalah 6%.

Rasio C/N dari hasil penelitian ditemukan 20,6. Rendahnya rasio C/N pada semua perlakuan kemungkinan disebabkan  $C_{organik}$  dan N yang ada dalam talus rumput laut *Sargassum* sp. tidak maksimum tertarik dari dalam talus. Pada penelitian ini digunakan rumput laut segar, sedangkan  $C_{organik}$  berasal dari proses dekomposisi talus. Penarikan  $C_{organik}$  dari bahan yang telah terdekomposisi lebih mudah dibandingkan pada bahan baku pupuk yang masih segar (Anon, 2013c).



Catatan/Note:

T<sub>1</sub> = waktu/time 120 menit/minute  
 S<sub>1</sub> = suhu/temperature 60 °C

T<sub>2</sub> = waktu/time 180 menit/minute  
 S<sub>2</sub> = suhu/temperature 70 °C

T<sub>3</sub> = waktu/time 240 menit/minute  
 S<sub>3</sub> = suhu/temperature 80 °C

Gambar 6. Rasio C/N dalam larutan unsur hara dari ekstrak rumput laut *Sargassum* sp.  
 Figure 6. C/N ratio in the nutrient solution extracted from seaweed *Sargassum* sp.

Perlakuan suhu dan waktu ekstraksi yang diberikan tidak cukup kuat menarik C<sub>organik</sub> dari dalam talus *Sargassum* sp. Dalzell, Biddlestone, Gray, dan Thurairajan (1987) melaporkan proses pengomposan bahan organik sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya adalah nilai perbandingan (nisbah) C/N di awal pengomposan. Jika Nilai C/N pupuk organik semakin besar menunjukkan bahwa bahan organik belum terdekomposisi dengan baik. Sebaliknya nilai C/N pupuk organik semakin rendah menunjukkan bahwa bahan organik sudah terdekomposisi. Proses pengomposan bahan baku pupuk di samping dipengaruhi oleh aktifitas ezim yang ada dalam bahan baku pupuk, juga dipengaruhi oleh aktifitas mikroba dekomposer. Selanjutnya dilaporkan juga oleh Dalzell et al. (1987) bahwa kecepatan pelapukan bahan baku pupuk akan dipengaruhi oleh faktor lingkungan (suhu, tingkat kelembaban, waktu dan jenis media pelarut) untuk melapukkan bahan baku pupuk. Pada penelitian ini telah digunakan larutan KOH yang mempunyai nilai pH relative lebih tinggi yakni sebesar pH 9. Tingginya nilai pH telah menyebabkan mikroba dekomposer tidak maksimum mendekomposer talus *Sargassum* sp. Hasil penelitian juga menunjukkan angka lempengan total cenderung menurun selama proses ekstraksi cairan *Sargassum* sp., hal ini menunjukkan bahwa proses dekomposisi tidak berjalan dengan baik. Proses dekomposisi dapat dilakukan secara biologi, mekanik/fisik dan proses kimia. Pada penelitian ini proses dekomposisi talus menggunakan proses

dekomposisi kimia, hal ini yang memungkinkan rasio C/N sangat rendah.

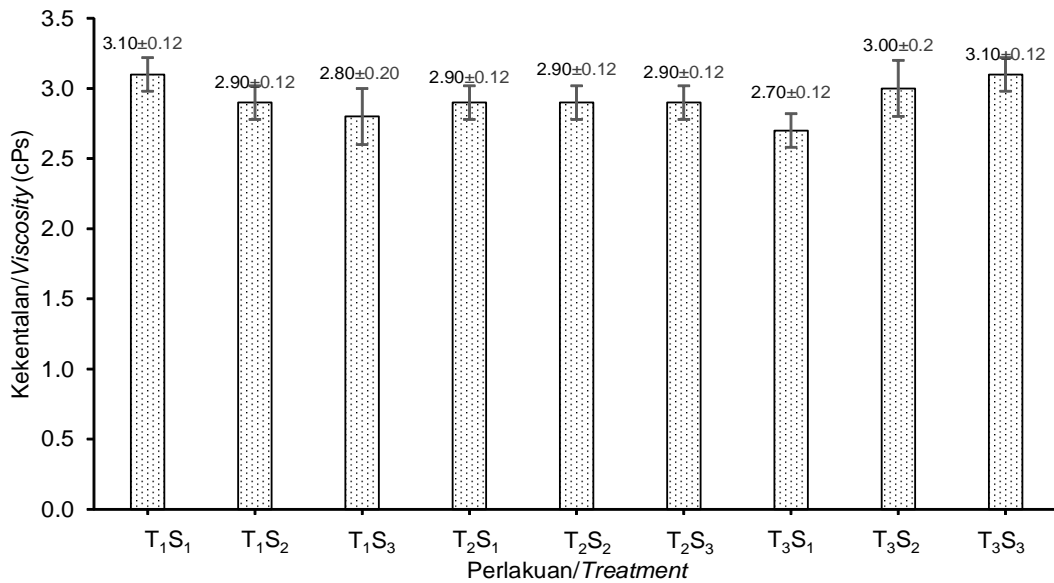
### pH

Hasil pengukuran nilai pH untuk semua perlakuan menunjukkan nilai pH 9. Menurut Permentan (2011), syarat pH pada suatu pupuk organik cair berada pada angka antara 4-9. Menurut Sutiyoso (2003) nilai pH pada media tanaman berfungsi sebagai penghantar unsur hara yang akan diserap oleh tanaman karena setiap tanaman memiliki batas pH yang optimal untuk meningkatkan pertumbuhan suatu tanaman.

### Nilai Kekentalan

Hasil penelitian menunjukkan nilai kekentalan cairan ekstrak *Sargassum* sp. berkisar antara 2,7-3,1 cPs dengan nilai kekentalan tertinggi ditemukan pada perlakuan T<sub>1</sub>S<sub>1</sub> dan T<sub>3</sub>S<sub>3</sub> sebesar 3,1 cPS sedangkan yang terendah ditemukan pada perlakuan T<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sebesar 2,7 cPs. Berdasarkan hasil uji statistik antara perlakuan T<sub>1</sub>S<sub>1</sub> dan T<sub>3</sub>S<sub>3</sub> tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata nilai kekentalan yang dihasilkan yakni sebesar 3.1 cPs. Antar perlakuan T<sub>2</sub>S<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>S<sub>2</sub> dan T<sub>2</sub>S<sub>3</sub> juga tidak menunjukkan perbedaan nilai kekentalan (P<0,05), tetapi berbeda nyata dengan perlakuan T<sub>1</sub>S<sub>2</sub>, T<sub>1</sub>S<sub>3</sub> dan T<sub>3</sub>S<sub>1</sub> ( Gambar 7). Perlakuan waktu 120 menit dan 240 menit dengan variasi suhu 60, 70 dan 80 °C mempengaruhi nilai kekentalan cairan ekstrak *Sargassum* sp. Hal ini terjadi karena





Catatan/Note:

T<sub>1</sub>= waktu/time 120 menit/minute  
S<sub>1</sub>= suhu/temperature 60 °C

T<sub>2</sub> = waktu/time 180 menit/minute  
S<sub>2</sub> = suhu/temperature 70 °C

T<sub>3</sub> = waktu/time 240 menit/minute  
S<sub>3</sub> = suhu/temperature 80 °C

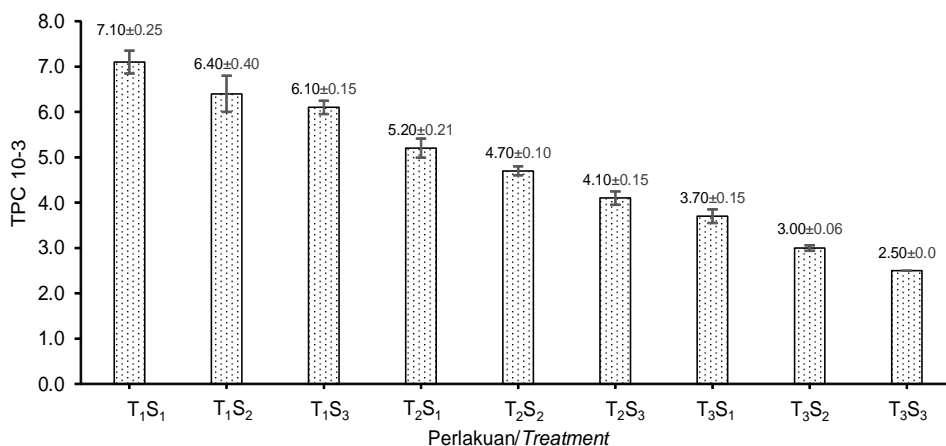
Gambar 7. Nilai kekentalan larutan unsur hara dari ekstrak rumput laut *Sargassum* sp.  
Figure 7. Viscosity of the nutrient solution extracted from seaweed *Sargassum* sp.

perlakuan tersebut telah menyebabkan sejumlah alginat ke luar dari talus. Menurut Subaryono dan Apriani (2010) dalam proses ekstraksi alginat dari rumput laut *Sargassum* sp. menggunakan kisaran suhu 60-70 °C selama 2 jam akan merilis alginat yang ada dalam talus *Sargassum* sp. Komponen alginat dapat secara utuh ditarik pada kondisi asam dan suhu yang tinggi (Winarno, 1990). Sedangkan perlakuan waktu ekstraksi 180 menit dengan variasi suhu ekstraksi 60, 70 dan 80 °C tidak memberikan perbedaan signifikan terhadap nilai kekentalan. Pada perlakuan waktu ekstraksi 120 menit dengan variasi suhu 60, 70 an 80 °C terjadi penurunan nilai kekentalan yakni semakin tinggi suhu, nilai kekentalan semakin menurun, sebaliknya pada perlakuan waktu 240 menit dengan variasi suhu 60, 70 dan 80 °C, nilai kekentalan perlakuan meningkat dengan meningkatnya suhu ekstraksi. Sedangkan pada perlakuan waktu 180 menit dengan variasi suhu 60, 70 dan 80 °C nilai kekentalan tidak menunjukkan perbedaan. Tingginya nilai kekentalan pada perlakuan T<sub>1</sub>S<sub>1</sub> mungkin disebabkan oleh alginat yang berada pada talus tertarik dan bereaksi dengan larutan KOH 0,3%. Reaksi antara alginat dengan KOH akan membentuk larutan kalium alginat yang kental.

#### Angka Lempeng Total (ALT)

Nilai ALT pada cairan ekstrak *Sargassum* sp. berkisar antara  $2,5 \times 10^3 - \pm 0,0$  sampai dengan  $7,1 \times$

$10^3 \pm 0,25$  dengan nilai tertinggi kandungan ALT pada perlakuan T<sub>1</sub>S<sub>1</sub> sedangkan yang terendah pada perlakuan T<sub>3</sub>S<sub>3</sub> (Gambar 8). Hasil penelitian menemukan adanya korelasi antara perbedaan lama waktu dan suhu ekstraksi terhadap kandungan mikroba dalam cairan ekstrak *Sargassum* sp. yakni semakin lama waktu ekstraksi dan semakin tinggi suhu perlakuan maka kandungan mikroba dalam cairan ekstrak *Sargassum* sp. semakin kecil. Pertumbuhan mikroba dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti media tumbuh, suhu dan lama kontak mikroba dengan lingkungan hidupnya. Pada perlakuan ini, mikroba tumbuh di talus rumput laut *Sargassum* sp. sedangkan media penghalangnya adalah larutan KOH 0,3% yang dibiarkan kontak hingga 240 menit pada suhu yang berbeda. Pada perlakuan T<sub>1</sub>S<sub>1</sub> lama kontak 120 menit pada suhu 60 °C beberapa mikroba masih dapat bertahan hidup namun setelah waktu dan suhu ekstraksi ditingkatkan pertumbuhan mikroba menjadi menurun (Gambar 8). Dalam penelitian ini mikroba yang ada di permukaan dan di dalam talus rumput laut *Sargassum* sp. menurun setelah diberi perlakuan suhu dan waktu kontak yang lebih besar. Hal ini terbukti pada perlakuan T<sub>3</sub>S<sub>3</sub> yakni lama kontak 240 menit pada suhu 80 °C, kandungan ALT lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hasil analisa statistik persamaan garis ditemukan bentuk persamaan logaritma  $y = -2,116 \ln(x) + 7,776$  dengan



Catatan/Note:

T<sub>1</sub> = waktu/time 120 menit/minute  
S<sub>1</sub> = suhu/temperature 60 °C

T<sub>2</sub> = waktu/time 180 menit/minute  
S<sub>2</sub> = suhu/temperature 70 °C

T<sub>3</sub> = waktu/time 240 menit/minute  
S<sub>3</sub> = suhu/temperature 80 °C

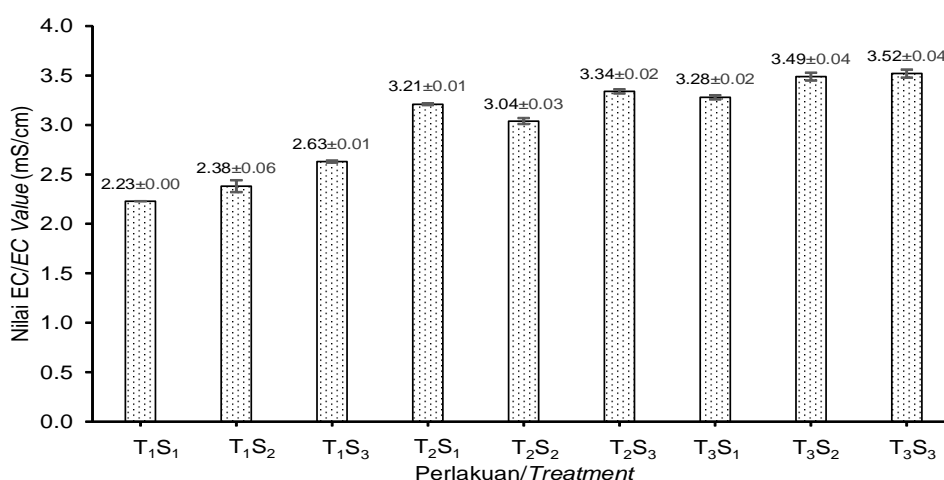
Gambar 8. Nilai ALT dalam larutan unsur hara dari ekstrak rumput laut *Sargassum* sp.  
Figure 8. ALT value in the nutrient solution extracted from seaweed *Sargassum* sp.

R<sup>2</sup> = 0,9187. Persamaan tersebut menunjukkan bahwa mikroba akan tumbuh dengan baik apabila faktor lingkungan dan nutrisi dalam media tumbuh cukup tersedia. Dalam penelitian ini media ekstraksi bersifat alkalis sehingga menyebabkan mikroba tidak dapat tumbuh lebih banyak. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011 tentang pupuk organik, pupuk hayati dan pembenah tanah telah menyatakan persyaratan teknis minimal pupuk untuk pembenah tanah hayati untuk kandungan mikroba (bakteri/fungi/aktinomicetes) yaitu < 10<sup>5</sup> cfu/ml. Hasil penelitian kandungan mikroba pada semua

perlakuan berkisar antara 2,5 x 10<sup>3</sup> ± 0,0 – 7,1 x 10<sup>3</sup> ± 0,25 yang menunjukkan masih dalam standar Permentan no 70 tahun 2011.

#### Nilai Electro Conductivity (EC)

Kisaran nilai EC pada penelitian ini berada antara 2,23-3,52mS/cm dengan nilai EC tertinggi ditemukan pada perlakuan waktu ekstraksi 4 jam dan suhu ekstraksi 80 °C (T<sub>3</sub>S<sub>3</sub>) dengan nilai 3,52 mS/cm kemudian diikuti perlakuan T<sub>3</sub>S<sub>2</sub> sebesar 3,49mS/cm (Gambar 9). Nilai EC terendah ditemukan pada perlakuan T<sub>1</sub>S<sub>1</sub> sebesar 2,23, hasil tersebut tidak



Catatan/Note:

T<sub>1</sub> = waktu/time 120 menit/minute  
S<sub>1</sub> = suhu/temperature 60 °C

T<sub>2</sub> = waktu/time 180 menit/minute  
S<sub>2</sub> = suhu/temperature 70 °C

T<sub>3</sub> = waktu/time 240 menit/minute  
S<sub>3</sub> = suhu/temperature 80 °C

Gambar 9. Nilai EC dalam larutan unsur hara dari ekstrak rumput laut *Sargassum* sp.  
Figure 9. EC value in the nutrient solution extracted from seaweed *Sargassum* sp.

berbeda nyata dengan perlakuan  $T_3S_2$ , tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lain yang diberikan. Nilai EC diperoleh dari banyaknya unsur hara seperti N,P,K Mg, Ca, Mn, Zn dan B yang terlarut dalam suatu larutan nutrisi tanaman. Semakin pekat suatu larutan nutrisi tanaman semakin banyak unsur hara yang terlarut. Pada penelitian ini jumlah unsur hara yang terlarut dalam larutan KOH 0,3% diperoleh pada perlakuan  $T_3S_3$ . Menurut Sutiyoso (2003), kandungan EC maksimum untuk sayuran adalah 4,2 mS/cm. Bila angka EC lebih besar maka larutan hara hanya akan lewat begitu saja tanpa diserap oleh akar karena akar sudah "jenuh". Sedangkan menurut Untung (2006) nilai EC sangat penting dalam menentukan produktivitas tanaman. Pada tanaman kecil, angka EC antara 1 mS/cm-1,5 ms/cm. Kisaran nilai EC dapat ditingkatkan sampai 2,5 ms/cm-4 ms/cm menjelang tanaman berbuah/berbunga, kecuali untuk tomat yang EC nya bisa sampai 7 mS/cm. Jika nilai EC lebih dari 4 mS/cm dapat menimbulkan toksisitas pada tanaman (Sutiyoso, 2003).

Hasil dari analisis EC (*Electro Conductivity*) sampel ekstrak cair *Sargassum* sp. dapat diasumsikan bahwa EC dari ekstrak cair *Sargassum* sp. tergolong baik dan di bawah batas maksimum EC yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, ekstrak cair rumput laut *Sargassum* sp. dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk produksi pupuk organik cair.

## KESIMPULAN

Pemberian perlakuan suhu dan waktu ekstraksi yang berbeda berpengaruh signifikan terhadap jumlah larutan unsur hara, viskositas, ALT, fosfat,  $C_{Organik}$  dan *Electro Conductivity* cairan ekstrak *Sargassum*, namun tidak berpengaruh terhadap pH, kadar nitrogen, dan kadar kalium.

Perlakuan terbaik untuk mendapatkan cairan rumput laut *Sargassum* sp. adalah waktu ekstraksi 240 menit (4 jam) dan suhu ekstraksi 80 °C ( $T_3S_3$ ) dengan jumlah larutan unsur hara 97,5%; nitrogen 1,64%; fosfat 197,7 ppm; kalium 205,54 ppm;  $C_{Organik}$  0,55 %; C/N rasio 0,34%; pH 9; viskositas 3,07 cPs; ALT  $2,5 \times 10^3$  Cfu/mL; dan EC 3,52 mS/cm.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonymous. (2009a). Bahan Organik Perairan. <https://mspuh.wordpress.com/2009/11/21/bahan-organik-perairan/>. Diakses tanggal 27 Desember 2018.

Anonymous. (2011b). Corganik dan pengapuran. <https://nabilussalam.wordpress.com/2011/04/14/corganik-dan-pengapuran/>. Diakses tanggal 27 Desember 2018.

Anonymous. (2013c). Effects of Manure and Fertilizer on Soil Fertility and Soil Quality. <https://www.gov.mb.ca/agriculture/environment/nutrient-management/pubs/effects-of-manure%20-fertilizer-on%20soil%20fertility-quality.pdf>. Diakses tanggal 27 Desember 2018.

Anonymous. (2017d). Evaluasi pengaruh pH dan EC pada budidaya tanaman dengan system akuaponik dan hidroponik. <https://katasenja.wordpress.com/2017/10/19/evaluasi-pengaruh-ph-dan-ec-pada-budidaya-tanaman-dengan-sistem-akuaponik-dan-hidroponik/>. Diakses tanggal 21 Desember 2017.

Basmal, J. Widanarto, A, Kusumawati, R, dan Utomo B.S.B, (2014). Pemanfaatan limbah ekstraksi alginat dan silase sebagai bahan baku pupuk organik. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 9(2), 109-120

Basmal, J., Kusumawati, R., & Utomo, B. S. B. (2015). Mutu Sap Liquid Rumput Laut *Sargassum* yang Diekstrak Menggunakan Kalium Hidroksida sebagai Bahan Pupuk. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 10(2), 143. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v10i2.36>

Basmal, J., Kusumawati, R., & Nurhayati. (2016). Penelitian pembuatan pupuk bio padat dan cair dari rumput laut. Laporan Teknis penelitian TA. 2016. Pusat Penelitian dan Pengembangan Daya Saing Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan.

Budiyanto, A. & Yulianingsih (2008). Pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap karakter pektin dari ampas jeruk siam (*Citrus nobilis* L). *J.Pascapanen*. 5(2), 37-44.

Bulgari, R., Cocetta, G., Trivellini, A., Vernieri, P., & Ferrante, A. (2015). Biostimulants and crop responses: A review. *Biological Agriculture and Horticulture*. Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/01448765.2014.964649>

Hernández-Carmona, G., McHugh, D. J., & López-Gutiérrez, F. (1999). Pilot plant scale extraction of alginates from *Macrocystis pyrifera*. 2. Studies on extraction conditions and methods of separating the alkaline-insoluble residue. *Journal of Applied Phycology*, 11(6), 493–502. <https://doi.org/10.1023/A:1008114709681>

Dalzell, H., Biddelstone, A., Gray, K., & Thurairanjan, K. (1987). Soil managment: compost production and use in tropical and subtropical environments. *Boletín 56 de Suelos de La FAO*, (6.6), 134.

Firdausi, W., & Zulaika, E. (2015). Potensi *Azotobacter* spp. sebagai Pendegradasi Lipid dan Protein. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 1(2), 18-21.

Grusak, M. A., Broadley, M. R., & White, P. J. (2016). Plant Macro- and Micronutrient Minerals. In *eLS* (pp. 1-6). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0001306.pub2>

Handayani, H., Sriherfyna, F. H., & Yunianta. (2016). Ekstraksi Antioksidan Daun Sirsak Metode Ultrasonic Bath (Kajian Rasio Bahan: Pelarut dan Lama Ekstraksi). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 4(1), 262-272.

- Handayani, T., Sutarno, T., & Setyawan, A. D. (2004). Analisis Komposisi Nutrisi Rumput Laut *Sargassum crassifolium*. *J. Agardh. Biofarmasi*, 2, 45-52.
- Hanafiah, A. L. (2005). Dasar-Dasar Ilmu Tanah. PT. Raja Grafindo Persada Jakarta. 305 hal.
- Ibrahim, A. M., Sriherfyna, F. H., & Yuniarta. (2015). Pengaruh Suhu Dan Lama Waktu Ekstraksi terhadap Sifat Kimia dan Fisik Pada Pembuatan Minuman Sari Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) dengan Kombinasi Penambahan Madu sebagai Pemanis. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2), 530-541.
- Jayanudin, Lestari, A. Z., & Nurbayanti, F. (2014). Pengaruh Suhu dan Rasio Pelarut Ekstraksi terhadap Rendemen dan Viskositas Natrium Alginat dari Rumput Laut Cokelat (*Sargassum sp.*). *Jurnal Integrasi Proses*, 5(1), 51.
- Layek, J., Das, A., Ramkrushna, G. I., Trivedi, K., Yesuraj, D., Chandramohan, M., ... Ghosh, A. (2015). Seaweed sap: a sustainable way to improve productivity of maize in North-East India. *International Journal of Environmental Studies*, 72(2), 305-315. <https://doi.org/10.1080/00207233.2015.1010855>
- Muhammad, (2012). Taksonomi Algae (Ganggang). <https://hahmsroom.wordpress.com/2012/10/23/taksonomi-algae-ganggang/>
- Mulyanto, B. (2004). Pengelolaan Bahan Organik Tanah untuk Mendukung Kelestarian Pertanian di Lahan Basah. Simposium Nasional ISSAASPertanian Organik. Bogor.
- Permentan. (2011). Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011. Tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati Dan Pembenh Tanah. Jakarta
- Putranto, R. A. (2012). Bioteknologi Tanaman Karet untuk Indonesia. *Proceeding Konfrensi Nasional 2012 di Marseille*, 1(15). DOI: 10.13140/RG.2.1.2215.0160. [https://www.researchgate.net/publication/291348638\\_Bioteknologi\\_Tanaman\\_Karet\\_untuk\\_Indonesia](https://www.researchgate.net/publication/291348638_Bioteknologi_Tanaman_Karet_untuk_Indonesia)
- Shah, M. T., Zodape, S. T., Chaudhary, D. R., Eswaran, K., & Chikara, J. (2013). Seaweed Sap As An Alternative Liquid Fertilizer For Yield And Quality Improvement of Wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 36(2), 192-200. <https://doi.org/10.1080/01904167.2012.737886>
- SNI. 01-2354.4-2006 BSN (2006). Cara uji kimia-Bagian 4. Penentuan kadar protein dengan metode total nitrogen pada produk perikanan.
- Situngkir, J., (2017). Pembuatan dan karakterisasi Fisikokimia Bahan Cetak Gigi Palsu Kalsium Alginat. Researchgate. [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)
- SNI, (2004). SNI 06-6989.11-2004. Air dan air limbah-Bagian 11: Cara uji derajat keasaman (pH)dengan menggunakan alat pH meter
- SNI, (2016). SNI 01-2332-3-2006. Cara uji mikrobiologi -Bagian 3: Penentuan angka lempeng total (ALT) pada produk perikanan.
- Subaryono, S., & Apriani, S. N. K. (2010). Pengaruh Dekantasi Filtrat pada Proses Ekstraksi Alginat dari *Sargassum sp.* terhadap Mutu Produk yang Dihasilkan. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 5(2), 165. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v5i2.420>
- Sutiyoso, Y. (2003). *Meramu pupuk hidroponik*. Swadaya press, Jakarta.
- Widanarto, A. (2013). *Pemanfaatan silase limbah kepala ikan kuniran (Uphuneus Sulphureus) dan limbah alginat dari rumput laut coklat (Sargassum sp) sebagai pupuk organik*. Karya Ilmiah Prakter Akhir. Sekolah Tinggi Perikanan Jakarta. 90.
- Winarno, F.G. (1990). *Teknologi pengolahan rumput laut*. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta, 112.
- Zodape, S. T. (2001). Seaweeds As a Biofertilizer. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 60(5), 378-382.