**PEMANFAATAN LIMBAH INDUSTRI
PENGOLAHAN SEMI-REFINED KARAGENAN DARI EUCHEUMA SP
SEBAGAI PUPUK CAIR PADA TANAMAN HORTIKULTURA**

*Utilization of Semi-Refined Carrageenan Processing Industry Waste from
Eucheuma sp. as Liquid Fertilizer in Horticultural Crops*

Medan Yumas, Justus E Loppies, Eky Yenita Ristanti, dan Dyah Wuri Asriati

Balai Besar Industri Hasil Perkebunan
Jl. Prof. Dr. Abdurahman Basalamah No.28 Makassar
e-mail: medan.yumas@yahoo.com

Abstract: Seaweed waste has prospects as liquid fertilizer because it contains growth regulator hormon, and a number of macro and micro nutrients. This research aims to utilize seaweed thallus pieces (*Eucheuma* sp) as a material for making liquid fertilizer for horticultural crops. Stages of the research were: the manufacture of fermentor tank, preparation of raw materials and formulas, fermentation process, testing and applying fertilizer to the plants. Liquid fertilizer formula consists of 90%, 85%, 80%, 75%, and 70% thallus of seaweed (*Eucheuma* sp) plus EM4 solution and shrimp paste solution. The fermentation process is carried out in a semi-anaerobically for 30 days. The results showed that liquid fertilizer with the best formula was from the fermentation process with 85% thallus seaweed (*Eucheuma* sp), 10% EM4 solution, and 5% shrimp paste solution. The best formula has contains auxin 150.94, gibberellins 178.55, cytokinin consisted of kinetin 105.98 and zeatin 127.04), pH 7.15, does not contain patogenic bacteria and has a faster plant growth rate than the other treatments. Despite having a high growth regulator hormon content compared to commercial fertilizer however, micro and macro nutrient elements are still low and does not complied with standards

Keywords: *Eucheuma* sp, plant growth-regulator hormon, liquid fertilizer, horticultural crops

Abstrak: Limbah rumput laut mempunyai prospek sebagai pupuk cair karena mengandung hormon pemacu tumbuh (HPT), unsur hara makro dan mikro. Tujuan penelitian ini adalah memanfaatkan potongan thallus rumput laut (*Eucheuma* sp) sebagai bahan pembuatan pupuk cair untuk tanaman hortikultura. Tahapan penelitian meliputi pembuatan alat fermentasi, penyiapan bahan baku penelitian, formulasi, fermentasi, pengujian pupuk cair, dan aplikasi pupuk ke tanaman. Pupuk cair diformulasi dari 90%, 85%, 80%, 75%, dan 70% thallus rumput laut ditambah larutan EM4 dan larutan terasi. Fermentasi dilakukan secara semi-anaerob selama 30 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk cair yang terbaik adalah formula dengan perlakuan 85% thallus rumput laut (*Eucheuma* sp), 10% larutan EM4, dan 5% larutan terasi, dengan kandungan HPT (auksin 150,94, giberelin 178,55, sitokinin terdiri dari kinetin 105,98 dan zeatin 127,04), pH 7,15, tidak mengandung bakteri patogen dan memiliki laju pertumbuhan tanaman lebih cepat dibandingkan perlakuan lainnya. Jumlah kandungan HPT lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah yang terkandung dalam pupuk cair rumput laut komersial. Namun unsur hara makro dan mikro yang terdapat pada pupuk cair jumlahnya sedikit dan belum memenuhi standar.

Kata kunci: *Eucheuma* sp, hormon pemacu tumbuh (HPT), pupuk cair, tanaman hortikultura

PENDAHULUAN

Indonesia termasuk negara penghasil rumput laut terbesar di dunia, namun pemanfaatan rumput laut di Indonesia masih tertinggal dibandingkan dengan pemanfaatan rumput laut di negara lain seperti Jepang, Korea dan Cina. Rumput laut tidak hanya dimanfaatkan sebagai makanan sehari-hari, tetapi juga dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan lainnya seperti obat-obatan, zat aditif pada makanan,

kosmetika, pupuk organik, hingga pakan ternak. Namun, di Indonesia, rumput laut masih belum dimanfaatkan secara optimal di dunia industri. Rumput laut masih lebih sering digunakan secara langsung sebagai bahan makanan terutama bagi warga yang tinggal di daerah pesisir. Di beberapa negara di dunia, aplikasi pemanfaatan rumput laut untuk tanaman pertanian telah lama dilakukan, seperti *liquid seaweed fertilizer* (LSF), *seaweed liquid fertilizer* (SLF), *liquid*

fertilizer (LF), dan *chopped powdered algal manure* yang umum beredar di pasaran (Sedayu *et al.*, 2013).

Penggunaan jenis pupuk organik akhir ini terus meningkat disebabkan oleh dampak negatif terhadap ekosistem pertanian yang timbul akibat meningkatnya intensitas pemakaian pupuk kimia dari waktu ke waktu (Sedayu, *et.al.*, 2014). Pupuk kimia relatif lebih mudah didapatkan di pasaran namun demikian harganya relatif mahal (Dewanto *et al.*, 2013) dan kurang ramah lingkungan. Penggunaan pupuk kimia terbukti telah menimbulkan masalah serius, antara lain pencemaran tanah dan air, penurunan tingkat kesuburan tanah, dan ketergantungan petani secara ekonomi dan sosial (Udiyani & Setiawan, 2003). Selain itu, penggunaan pupuk kimia juga memiliki dampak berbahaya terhadap kesehatan manusia (Camargo & Alonso, 2006). Pemberian pupuk organik mampu memperbaiki sifat-sifat tanah seperti sifat fisik, kimia dan biologi. Bahan organik merupakan perekat butiran lepas, sumber hara tanaman, dan sumber energi dari sebagian besar organisme tanah. Selain itu penggunaan pupuk organik juga dinilai mampu mengurangi aplikasi pupuk anorganik yang berlebihan (Amilia, 2011).

Pengolahan rumput laut pada industri pengolahan semi-refine karagenan menghasilkan limbah padat berupa batang thallus yang pendek berwarna kusam sisa sortiran dan pencucian. Limbah yang dihasilkan oleh pabrik dibiarkan menumpuk di lokasi penimbunan sehingga menimbulkan bau tidak sedap yang mencemari lingkungan. Limbah padat hasil sortiran rumput laut dalam bentuk *tallus* yang rusak atau patah dan rumput laut yang berwarna kusam mempunyai prospek yang baik untuk dikembangkan sebagai bahan pupuk organik cair karena keunggulannya yang kaya akan unsur hara mikro, kaya kandungan hormon pengatur tumbuh, dan ramah terhadap lingkungan. Menurut Sedayu *et.al* (2014), Basmal (2009) dan Mooney & Van Staden (1985) bahwa rumput

laut jenis *Eucheuma sp* mengandung hormon pemacu tumbuh (HPT) antara lain auksin, giberelin, dan sitokinin yang terdiri dari kinetin dan zeatin. Jensen, A. (1993); Jimenez-Escrig dan Goni (1999) mengatakan bahwa Rumput laut jenis *Eucheuma sp* diduga mengandung unsur hara makro yaitu kalsium, mangan dan potassium serta mengandung unsur hara mikro yang terdiri dari zink, besi, cobalt, molibdate, boron, dan lain-lain. Sedangkan menurut Basmal (2010), rumput laut mengandung unsur hara mikro yang terdiri dari; N 1%, Pospor 0,05%, Kalium 10%, Magnesium 0,80%, Sulfur 3,70%, Tembaga 5 ppm, Besi 1200 ppm, Mangan 12 ppm, Seng 0 ppm, Boron, 80 ppm, senyawa organik 50–55% dan Abu, 45–50%. Melihat kandungan unsur hara mikro, makro, dan hormon pemacu tumbuh yang terdapat pada rumput laut, mendorong dilakukannya penelitian pembuatan pupuk organik cair berbasis rumput laut, dengan tujuan mengetahui efek penggunaan pupuk organik dari limbah industri pengolahan semi refined keragenan dari *Eucheuma sp* terhadap pertumbuhan tanaman pertanian (hortikultura) khususnya tanaman lombok dan tomat.

Pemanfaatan limbah padat (*Eucheuma sp*) berupa potongan-potongan thallus berukuran kecil, hasil sortiran dan pencucian oleh industri sebagai pupuk organik cair diharapkan dapat mengurangi limbah sisa olahan rumput laut sekaligus sebagai alternatif pemecahan permasalahan lingkungan yang dihadapi industri pengolahan rifene karagenan. Beberapa metode pembuatan pupuk cair rumput laut telah dilakukan sebelumnya, diantaranya adalah ekstraksi cairan rumput laut segar secara fisik, maupun ekstraksi dengan menggunakan alkali (Basmal, 2010; Sedayu *et al.*, 2013).

Pembuatan pupuk organik cair dari limbah padat rumput laut menggunakan EM4 dan terasi sebagai bioaktivatornya. Bioaktivator EM4 dan terasi berpengaruh terhadap penguaraian senyawa kompleks yang terdapat pada rumput laut menjadi senyawa sederhana melalui proses

fermentasi. Bioaktivator EM4 mengandung beberapa mikroorganisme bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*), Jamur fermentasi (*Saccharomyces sp.*), bakteri fotosintetik (*Rhodopseudomonas sp.*) dan *Actinomyces* sebagai mikroba pengurai.

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah padat (*Eucheuma sp*) sisa sortiran dan pencucian, industri pengolahan refine karagenan sebagai bahan pembuatan pupuk organik cair untuk tanaman hortikultura yaitu cabai (*Capsicum sp*) dan tomat (*Solanum lycopersicum*). Hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan untuk pengembangan teknologi pembuatan pupuk organik cair yang memanfaatkan limbah padat dari industri pengolahan rumput laut (semi- refined karagenan).

METODOLOGI

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari-November 2016 di Balai Besar Industri Hasil Perkebunan Makassar Kementerian Perindustrian.

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi; potongan thallus rumput laut (*Eucheuma sp*) yang diperoleh dari PT. Wahyu Putra Bimasakti, EM4, dan terasi. Selain itu digunakan bahan lain untuk menguji efektifitas pupuk organik cair yang dihasilkan melalui aplikasi pada tanaman yang terdiri dari; bibit cabai, bibit tomat dan bahan-bahan untuk penyiapan media tumbuh yang meliputi; plastik polibag, tanah gembur, dan wadah penyemaian.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah drum komposter, HPLC Water 2487, UV-Vis, pisau stainlesssteel, plastik polibag, balok kayu 4x5 4 meter, bambu 6 meter, terpal 4 m x 3 m, papan 4 m, tanah, jerigen kemasan pupuk cair, jerigen pengambilan sampel, timbangan kapasitas 5 kg, dan waskom.

Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu penyiapan bahan baku penelitian, perlakuan penelitian, pembuatan pupuk cair melalui fermentasi secara semi-anaerob selama 30 hari, analisa pupuk cair, dan aplikasi penggunaan pupuk cair pada tanaman hortikultura yaitu cabai (*Capsicum sp*) dan tomat (*Solanum lycopersicum*).

a. Penyiapan Bahan Baku Penelitian

Potongan thallus rumput laut (*Eucheuma sp*) sisa sortiran dan pencucian, dicuci bersih untuk menghilangkan lengketan cangkang kerang, pasir, butiran-butiran garam, lumpur, tali rafia, dan kotoran lain yang menempel. Setelah dicuci bersih, rumput laut diperkecil ukurannya menggunakan pisau. Rumput laut yang telah diperkecil ukurannya, direbus hingga membentuk bubur rumput laut. Setelah terbentuk bubur rumput laut didinginkan pada suhu ruang. Bubur rumput laut yang telah dingin dimasukkan ke dalam tangki fermentor, dilakukan fermentasi atau pengomposan dengan penambahan larutan EM4 dan larutan terasi. Larutan EM4 yang mengandung beberapa jenis bakteri (*Lactobacillus*, jenis jamur fermentasi, dan *Actinomyces*) diencerkan dalam air dengan konsentrasi 1,75%. Sedangkan larutan terasi dibuat dari terasi yang ditambahkan air dengan konsentrasi 0,1%.

b. Perlakuan Penelitian

Perlakuan pada penelitian ini adalah penggunaan limbah rumput laut hasil sortiran dan pencucian dan bahan tambahan lainnya yaitu EM4 yang merupakan variabel perubah atau variable tidak tetap, sedangkan bahan tambahan lainnya yaitu terasi merupakan variabel tetap (konstan). Perlakuan penelitian ini ada 5 yaitu:

- A : Potongan thallus *Eucheuma sp*:
larutan EM4: larutan terasi (90%:
5%: 5%)

- B : Potongan thallus *Eucheuma sp*: larutan EM4:larutan terasi (85%:10%:5%)
- C : Potongan thallus *Eucheuma sp*:larutan EM4:larutan terasi (80%:15%:5%)
- D : Potongan thallus *Eucheuma sp*:larutan EM4:larutan terasi (75%:20%:5%)
- E : Potongan thallus *Eucheuma sp*:larutan EM4:larutan terasi (70%:25%:5%)

kemudian disemprotkan larutan EM4 dan larutan terasi sambil diaduk hingga merata. Tangki fermentor ditutup rapat, lalu didiamkan selama 30 hari sampai menghasilkan lindi atau pupuk organik cair. Pupuk organik cair yang dihasilkan dikeluarkan melalui kran pengeluaran selanjutnya ditampung dan dikemas ke dalam botol kemasan untuk dianalisis dan diujicobakan ke tanaman cabai (*Capsicum sp*) dan tomat (*Solanum lycopersicum*). Adapun proses pembuatan pupuk organik cair dari limbah padat (*Eucheuma sp*) dapat dilihat pada Gambar 1.

c. Proses Pembuatan Pupuk Cair

Bubur rumput laut yang telah dingin dimasukkan ke dalam tangki fermentor,

Gambar 1. Bagan proses pembuatan pupuk organik cair dari limbah padat rumput laut (*Eucheuma sp*)

d. Analisa pupuk organik cair

Analisis pupuk organik cair meliputi: pH dengan metode potensiometri, zat pengatur tumbuh (auksin, sitokinin, dan giberelin) dengan metode HPLC, unsur hara makro Nitrogen dengan metode Kjeldahl, unsur hara makro (P₂O₅ total, K₂O total, P, dan K) dengan metode HClO₄-NH₄NO₃, serta unsur hara makro (Ca, Magnesium, dan Mangan)

dengan metode AAS. Unsur hara mikro (zink, besi, cobalt, dan boron) dengan metode ASS. Sedangkan untuk analisa kandungan bakteri patogen yaitu *Escherchia coli* dan *Salmonella sp* menggunakan metode MPN.

e. Aplikasi pupuk organik cair ke tanaman cabai (*Capsicum sp*) dan tomat (*solanum lycopersicum*)

Tahapan ini terdiri dari beberapa kegiatan yaitu penyediaan media penyiamaian benih tanaman cabai dan tanaman tomat, melakukan persemaian benih cabai dan tomat ke tempat penyiamaian selama dua minggu. Benih yang telah berusia 14 hari dipindahkan ke media tanam (polibag) dan ditempatkan pada tempat yang terlindung dari terik matahari. Penyiraman tanaman cabai dan tomat dengan larutan pupuk organik cair dilakukan setiap tiga hari sekali, dengan perbandingan antara pupuk organik cair dengan air yaitu 1:150 dengan waktu penyiraman dilakukan pada sore hari. Pengamatan dan pengukuran dilakukan setiap 7 (tujuh) hari dalam seminggu selama 8 minggu atau 56 hari (0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, dan 56 hari). Parameter yang diamati dan diukur meliputi: tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, dan lebar daun dengan 3 kali ulangan sampel. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK). Data yang diperoleh dari hasil pengukuran tanaman tomat dan tanaman cabai untuk masing-masing perlakuan pupuk organik

cair dan kontrol diolah secara statistik. Analisis data menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dan dilakukan uji lanjutan apabila $F_{hitung} > F_{Tabel}$ pada taraf kepercayaan 95% dan 99% menggunakan uji Beda Nyata Jujur (Steel dan Torie 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Pupuk Organik Cair

a. Hormon Pemacu Tumbuh (HPT)

Hormon pemacu tumbuh (HPT) merupakan hormon yang merangsang pertumbuhan tanaman dalam meningkatkan jumlah daun per tanaman, luas daun, berat daun dan batang, serta berbuah atau berbunga lebih cepat, lebih banyak atau lebih besar. Hormon pemacu tumbuh salah satu parameter penentu kualitas pupuk organik cair yang dihasilkan, meliputi: auksin, sitokinin, giberelin, dan etilen.

Kandungan hormon pemacu tumbuh (HPT) dalam pupuk organik cair untuk masing-masing perlakuan dan pH dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Hormon Pemacu Tumbuh (HPT) dan pH pada Pupuk Organik Cair dari Rumput Laut dengan Teknik Pengomposan

No.	Zat Pengatur Tumbuh	Pupuk Cair Rumput Laut					P u p u k Komersial
		A	B	C	D	E	
1	Auksin (IAA) (ppm)	136,45	150,94	139,27	127,91	133,44	130
2	Giberelin (ppm)	141,27	178,55	165,72	135,77	146,22	122
3	Sitokinin						
	- Kinetin (ppm)	94,12	105,98	106,33	89,37	90,71	61
	- Zeatin (ppm)	115,39	127,04	125,01	120,04	119,94	67
4	Etilen (ppm)	9,86	14,18	10,67	9,02	9,72	-
5	pH	6,40	7,15	7,04	5,25	5,13	-

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kualitas pupuk organik cair yang dihasilkan dari proses pengomposan menggunakan larutan EM4 dan larutan terasi. Kisaran kandungan hormon auksin yang dihasilkan kelima sampel uji yaitu 127,91 ppm – 150,94 ppm (Tabel 1). Dari Tabel 1 terlihat bahwa kandungan hormon

auksin dan giberelin pupuk organik cair tertinggi diperoleh pada perlakuan B, masing-masing sebesar 150, 94 ppm dan 178,55 ppm, dan berbeda nyata dengan perlakuan A, perlakuan C, perlakuan D, dan perlakuan E pada taraf kepercayaan 95% dan 99%. Kandungan hormon auksin dan giberelin pupuk organik cair yang dihasilkan dari ke lima

perlakuan hasil fermentasi (pengomposan) memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk cair komersial yaitu 130 ppm dan 122 ppm (Sedayu *et al.*, 2014). Untuk kandungan sitokinin dilihat dari kinetin dan zeatin antara perlakuan B dan perlakuan C tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata dengan perlakuan A, perlakuan D, dan perlakuan E pada taraf kepercayaan 95% dan 99% (Tabel 1). Jika dibandingkan dengan kandungan sitokinin yang dilihat dari kinetin dan zeatin pupuk organik rumput laut komersial sebesar 61 ppm dan 67 ppm (Sedayu *et.al.*, 2014), maka kandungan sitokinin yang terdapat pada pupuk organik cair hasil fermentasi (pengomposan) untuk semua perlakuan diperoleh hasil yang lebih tinggi. Tingginya kandungan auksin, giberelin, dan sitokinin pada perlakuan B disebabkan jumlah persentasi rumput laut (*Eucheuma sp*) yang digunakan lebih banyak dibandingkan presentasi larutan EM4 yang digunakan. Faktor lain yang mempengaruhi adalah jumlah limbah padat (*Eucheuma sp*) yang digunakan seimbang dengan jumlah mikroba pengurai yang terdapat di dalam EM4 saat proses fermentasi (pengomposan) berlangsung, sehingga proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroba pengurai bekerja dengan sempurna. EM4 mengandung beberapa mikroba pengurai, menyebabkan terjadinya hidrolisis dinding sel limbah padat rumput laut menjadi lindi (pupuk cair). Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat persaingan diantara mikroba pengurai pada saat proses pengomposan berlangsung, sehingga proses fermentasi atau pengomposan telah terjadi secara sempurna. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Basmal (2009) dan Mooney & Van Staden (1985) bahwa rumput laut mengandung zat pengatur tumbuh (ZPT) antara lain auksin, sitokinin, giberilin, asam absisat dan etilen. Dilaporkan oleh Sedayu *et.al.*, (2014) bahwa rumput laut mengandung auksin (144-1128 ppm), giberelin (130-1552 ppm), dan sitokinin yang terdiri dari kinetin (58-65 ppm) dan zeatin (65-86 ppm). Han

(2006) dan Basmal (2009) mengatakan bahwa terdapat perbedaan kandungan hormon pengatur tumbuh yang diperoleh dari masing-masing hasil penelitian. Terjadinya perbedaan kandungan auksin yang diperoleh dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, fase pengemban rumput laut, umur tanam rumput laut, dan faktor musim. Hal ini sesuai yang dikemukakan oleh Mooney dan Van Staden (1984) bahwa perbedaan kandungan hormon pemacu tumbuh (HPT) pada rumput laut juga dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor musim dan fase perkembangan rumput laut.

Kandungan etilen pada pupuk organik cair berkisar 9,02 ppm-14,18 ppm, dan tertinggi diperoleh pada perlakuan B sebesar 14,118 ppm. Berdasarkan analisis sidik ragam pada taraf kepercayaan 95% dan 99%, menunjukkan bahwa perlakuan B berbeda nyata dengan keempat perlakuan lainnya terhadap kandungan etilen pada pupuk organik hasil pengomposan, sedangkan antara perlakuan A, perlakuan C, perlakuan D, dan perlakuan E, tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa keseimbangan antara jumlah limbah padat (*Eucheuma sp*) yang digunakan dengan ketersediaanya mikroba pengurai yang terdapat pada EM4 pada proses pengomposan berpengaruh terhadap terbentuknya etilen pada pupuk organik cair. Sejalan dengan beberapa hasil penelitian yang telah membuktikan bahwa terdapat interaksi antara etilen dan auksin pada proses pembengkakan dan perakaran dengan cara mengaplikasikan auksin pada jaringan setelah etilen berperan. Hal ini menunjukkan bahwa kehadiran auksin dapat menstimulasi produksi etilen. Etilen sendiri sangat berperan pada proses pembentukan bunga dan pada proses pematangan buah.

Nilai pH untuk semua perlakuan pada pupuk organik cair yang diolah menggunakan limbah padat (*Eucheuma sp*) dengan bioaktivator EM4 mendekati netral sampai netral yaitu berkisar antara 5,13-7,15 (Tabel 1). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sundari *et.al.*, (2014); Basmal *et.al.*, (2014); dan Sedayu, *et.al.*, (2014) bahwa nilai pH pupuk

organik yang terbaik ada pada kisaran 6-10. Perubahan nilai pH menjadi netral disebabkan karena adanya reaksi asam-basa yang terbentuk antara limbah padat (*Eucheuma sp*) yang bersifat basa dengan biaktivator EM4 yang bersifat asam. pH pada pupuk organik sangat penting peranannya dalam hal penyerapan ion-ion unsur hara oleh tanaman. Umumnya unsur hara sangat efektif diserap oleh tanaman pada pH 6-7,

karena pada pH tersebut sebagian besar unsur hara akan mudah larut dalam air.

b. Kandungan Unsur Hara Makro dan Mikro

Kandungan unsur hara makro dan mikro dalam pupuk organik cair untuk masing-masing perlakuan terhadap rumput laut yang difermentasi secara anaerob dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Unsur Hara Makro dan Mikro pada Pupuk Organik Cair dari Masing-Masing Perlakuan terhadap Rumput Laut dengan Teknik Pengomposan

No.	Parameter	Unit	Perlakuan				
			A	B	C	D	E
Unsur Hara Makro							
1.	C-Organik	%	1,26	1,45	1,22	0,53	0,27
2.	N-Total	%	0,11	0,21	0,13	0,09	0,10
3.	P ₂ O ₅ Total	%	0,1744	0,2337	0,2143	0,1234	0,1800
4.	K ₂ O Total	%	0,71338	1,1178	0,81411	0,34397	0,39374
5.	Pospor (P)	%	0,01021	0,00761	0,00936	0,00539	0,00786
6.	Kalium (K)	%	0,31152	0,78412	0,35551	0,15021	0,17194
7.	Kalsium (Ca)	%	0,00314	0,00399	0,00279	0,00707	0,00051
8.	Magnesium (Mg)	%	0,00392	0,00279	0,00458	0,00353	0,00147
Unsur Hara Mikro							
9.	Mangan (Mn)	%	0,00069	0,00030	0,00050	0,00	0,00030
10.	Zink (Zn)	%	0,00	0,00069	0,0001	0,00	0,00
11.	Kobalt (Co)	%	0,00010	0,00089	0,00098	0,00020	0,00049
12.	Borron (B)	%	0,00354	0,00540	0,0030	0,00108	0,00303
13.	Timbal (Pb)	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14.	Fe Total	%	0,0060	0,0070	0,0054	0,0041	0,0039
15.	Fe-Tersedia	%	0,0009	0,0002	0,0001	0,0008	0,0001

Hasil analisis unsur hara makro menunjukkan bahwa kadar C-organik banyak diperoleh pada perlakuan B sebesar 1,45%, dibandingkan perlakuan lainnya. Namun C-organik tersebut belum memenuhi standar kandungan C-organik yang dipersyaratkan ada di dalam pupuk organik cair yaitu minimum 6% (Peraturan Menteri Pertanian No. 70/Permentan/SR.140/10/2011).

Berdasarkan analisis sidik ragam pada taraf kepercayaan 95% dan 99%, menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan

terhadap unsur hara C-organik yang terdapat pada pupuk organik cair hasil pengomposan tidak berbeda nyata antara perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan pada pengomposan tidak meningkatkan kandungan unsur hara C-organik pada pupuk organik hasil pengomposan. Rendahnya kadar C-organik yang dihasilkan untuk ke lima perlakuan disebabkan adanya penambahan EM4 yang merupakan sumber mikroorganisme pengurai yang dapat memecah senyawa organik lainnya seperti protein dan

karbohidrat menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana selama proses fermentasi berlangsung.

Mikroorganisme pengurai yang terdapat pada EM4 menggunakan karbon sebagai sumber energi dalam proses dekomposisi bahan organik selama proses fermentasi. Menurut Yulipriyanto (2010) bahwa selama proses fermentasi bahan-bahan organik mengalami dekomposisi oleh mikroorganisme heterotropik yaitu bakteri, fungi, aktinomisetes, dan protozoa dimana karbon merupakan sumber energi bagi mikroorganisme.

Hasil analisis kadar nitrogen pada pupuk organik cair sebagai unsur hara makro menunjukkan bahwa kadar nitrogen banyak diperoleh pada perlakuan B sebesar 0,21%, dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 2). Berdasarkan analisis sidik ragam pada taraf kepercayaan 95% dan 99%, menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan terhadap peningkatan kadar nitrogen (N) pada pupuk organik cair hasil pengomposan tidak berbeda nyata diantara perlakuan. Ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan pada pembuatan pupuk organik melalui pengomposan tidak meningkatkan kandungan unsur hara nitrogen (N) pada pupuk organik cair hasil pengomposan atau fermentasi. Kadar nitrogen (N) untuk ke lima perlakuan (Tabel 2), belum memenuhi standar kandungan kadar nitrogen yang terdapat di dalam pupuk organik cair minimum 1,50% (Basmal, 2014) dan 3-6% (Peraturan Menteri Pertanian No. 70/Permentan/SR.140/10/2011). Rendahnya kadar nitrogen yang dihasilkan untuk kelima perlakuan selama proses fermentasi berlangsung diduga karena tidak maksimalnya bakteri nitrifikasi merubah amoniak menjadi nitrat pada akhir proses fermentasi. Faktor lain yang mempengaruhi adalah mikroorganisme selaku penyumbang protein sel tunggal hasil proses fermentasi, setelah proses pembusukan selesai tidak maksimal melepaskan nitrogen sebagai salah satu komponen yang terkandung dalam pupuk. Hal ini diperkuat oleh Sutedjo

(2002), bahwa berbagai jenis unsur hara nitrogen (N) sebagai hasil dari penguraian bakteri akan terikat dalam tubuh jasad renik dan akan kembali setelah jasad renik mati.

Jumlah unsur hara makro P_2O_5 dan K_2O yang terkandung di dalam pupuk organik cair hasil fermentasi (pengomposan) untuk semua perlakuan memiliki nilai yang rendah dengan kisaran untuk P_2O_5 yaitu 0,1234%-0,23375% dan untuk K_2O yaitu 0,34397%-1,1178%. Hasil analisis kadar unsur hara makro P_2O_5 dan K_2O yang terkandung di dalam pupuk organik cair hasil fermentasi (pengomposan) untuk semua perlakuan menunjukkan bahwa kadar P_2O_5 dan K_2O banyak diperoleh pada perlakuan B masing-masing sebesar 0,23375% dan 1,1178%, dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 2). Berdasarkan analisis sidik ragam pada taraf kepercayaan 95% dan 99%, menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan terhadap kadar P_2O_5 yang terdapat pada pupuk organik cair hasil pengomposan tidak berbeda nyata diantara perlakuan. Ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan pada pembuatan pupuk organik cair melalui fermentasi (pengomposan) tidak menambah kandungan unsur hara makro P_2O_5 pada pupuk cair tersebut. Sedangkan kadar unsur hara makro K_2O pada perlakuan B berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Ini menunjukkan bahwa ada pengaruh perlakuan terhadap peningkatan unsur hara makro K_2O pada pupuk organik cair hasil fermentasi. Namun secara keseluruhan unsur hara makro P_2O_5 dan K_2O yang terdapat di dalam pupuk organik cair hasil fermentasi untuk ke lima perlakuan (Tabel 2), belum memenuhi standar kandungan kadar unsur hara makro P_2O_5 dan K_2O yang terdapat di dalam pupuk organik cair berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian No. 70/Permentan/SR.140/10/2011 yaitu 3-6%. Walaupun unsur-unsur makro P_2O_5 dan K_2O tidak memenuhi syarat, namun sangat berperan dalam mendukung aktivitas mikroba dalam proses fermentasi.

Tabel 2 memperlihatkan bahwa jumlah unsur hara makro pada pupuk cair rumput

laut hasil pengomposan yang meliputi Posfor (P), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg) memiliki nilai yang sangat rendah bahkan cenderung keberadaannya tidak terdapat di dalam pupuk organik cair kecuali unsur hara makro Kalium (K). Berdasarkan analisis sidik ragam pada taraf kepercayaan 95% dan 99%, menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan terhadap setiap unsur hara makro yang meliputi Pospor (P), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg) yang terdapat pada pupuk organik cair hasil pengomposan tidak berbeda nyata diantara perlakuan yang diberikan. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan pada pengomposan tidak memberikan pengaruh terhadap peningkatan jumlah unsur hara makro yaitu Pospor (P), Kalsium (Ca), dan Magnesium (Mg) pada pupuk organik cair hasil pengomposan. Sedangkan unsur hara makro yang lainnya yaitu Kalium (K) pada pupuk organik cair *Eucheuma sp* kelima perlakuan menunjukkan bahwa kadar kalium tertinggi diperoleh pada perlakuan B dengan nilai 0,78412%. Tingginya kadar kalium (K) pada perlakuan B dibandingkan perlakuan lainnya (A, C, D, dan E) diduga bahwa proses fermentasi atau dekomposisi yang dilakukan oleh mikroorganisme dekomposer bekerja secara efektif karena terjadi keseimbangan antara jumlah bahan yang akan diurai dengan mikroba pengurai, sehingga proses fermentasinya berjalan secara sempurna. Hal ini diperkuat oleh Novizan (2005) bahwa terjadi peningkatan beberapa jenis unsur hara oleh jasad renik terutama nitrogen, fosfor, dan kalium. Lanjut Hidayati (2013) yang mengatakan bahwa kalium (K_2O) digunakan oleh mikroorganisme dalam bahan substrat sebagai katalisator, dengan kehadiran bakteri dan segala aktifitasnya akan sangat berpengaruh terhadap kandungan kalium dalam pupuk organik cair. Hasil analisis statistik data kadar kalium (Tabel 2) menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata kelima perlakuan terhadap kadar kalium pada pupuk organik cair. Jika merujuk kepada Peraturan Menteri Pertanian No. 70/Permentan/ SR.140/10/2011 bahwa

kadar kalium yang dipersyaratkan pada pupuk organik cair yaitu 3-6%, maka kadar kalium yang terkandung pada pupuk organik cair untuk kelima perlakuan belum memenuhi persyaratan. Meski demikian kadar kalium yang terdapat pada pupuk organik cair rumput laut pada semua perlakuan jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan kadar kalium dalam pupuk organik cair hasil penelitian Sedayu *et al* (2014) yaitu $1.7 \times 10^{-5} \%$ (*Eucheuma cattonii*), $4.5 \times 10^{-4} \%$ (*Gracillaria sp*), $7.8 \times 10^{-5} \%$ (*Sargassum sp*) dan hasil penelitian Pancapalaga dan Wehandaka, (2011) dengan pupuk yang berasal dari kotoran ternak yaitu 0,17%.

Secara umum kandungan unsur hara mikro meliputi Mangan (Mn), Zink (Zn), Kobalt (Co), Borron (B), Timbal (Pb), Fe total, dan Fe-tersedia pada semua perlakuan memiliki nilai yang rendah (Tabel 2) bahkan cenderung keberadaannya tidak terdapat di dalam pupuk organik cair dan belum memenuhi syarat yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Pertanian No. 70/Permentan/ SR.140/10/2011. Berdasarkan analisis sidik ragam pada taraf kepercayaan 95% dan 99%, menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan terhadap setiap unsur hara mikro yang meliputi Mangan (Mn), Zink (Zn), Kobalt (Co), Borron (B), Timbal (Pb), Fe total, dan Fe-tersedia (Tabel 2) yang terdapat pada pupuk organik cair hasil pengomposan tidak berbeda nyata diantara perlakuan yang diberikan. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan pada pengomposan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan jumlah unsur hara mikro yaitu Mangan (Mn), Zink (Zn), Kobalt (Co), Borron (B), Timbal (Pb), Fe total, dan Fe-tersedia pada semua perlakuan pada pupuk organik cair hasil pengomposan. Basmal (2014) menyebutkan kebutuhan unsur Fe dalam tanaman sebesar 0,01%, ini menunjukkan bahwa walaupun pada perlakuan B nilai Fe yang tertinggi sebesar 0,0070%, namun belum memenuhi kebutuhan untuk tanaman bahkan belum memenuhi standar yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Pertanian No. 70/Permentan/ SR.140/10/2011. Peran

Fe dalam tanaman membantu proses pembentukan protein dan sebagai katalisator pembentukan idorofil namun pemberian pupuk dengan kandungan Fe berlebihan dapat menyebabkan terjadinya nekrosis yang ditandai dengan munculnya bintik-bintik hitam pada daun oleh sebab itu diperlukan dosis yang tetap untuk tanaman tertentu.

Identifikasi Kandungan Bakteri Patogen

Kandungan bakteri patogen dalam pupuk organik cair *Eucheuma sp* untuk masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Kandungan Bakteri Patogen pada Pupuk Organik Cair dari Masing-Masing Perlakuan terhadap Rumput Laut dengan Teknik Pengomposan

No.	Parameter	Unit	Perlakuan				
			A	B	C	D	E
1.	<i>Eschericia coli</i>	APM/mil	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
2.	<i>Samonella sp</i>	AMP/mil	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3

Pada Tabel 3 terlihat bahwa pada semua perlakuan tidak mengandung bakteri patogen (*Eschericia coli* dan *Samonella sp*) sehingga bakteri yang bersifat menguntungkan selama proses fermentasi tidak terganggu oleh keberadaan bakteri patogen. Hal ini diduga karena adanya peran dari bioaktivator yang dapat menekan laju pertumbuhan bakteri patogen sehingga populasi bakteri patogen tidak dapat berkembang. Dengan tidak adanya bakteri patogen pada pupuk organik cair yang dihasilkan maka pupuk tersebut tidak berbahaya apabila diaplikasikan pada tanah atau tanaman. Menurut Sundari, *et al* (2012) bahwa bioaktivator jenis EM4 dapat menekan pertumbuhan patogen dengan asam laktat yang dihasilkan, mempercepat fermentasi limbah dan sampah organik, meningkatkan ketersediaan unsur hara dan senyawa organik pada tanaman. Bakteri patogen dapat menghambat aktivitas bakteri pengurai, keberadaan bakteri patogen di dalam pupuk organik cair sangat berbahaya apabila pupuk organik cair diaplikasikan pada tanaman dan bakteri patogen terbawa oleh tanaman hingga dikonsumsi manusia. Hal ini diperkuat oleh Djojoningrat (2006)

dalam Sundari, *et al* (2014) bahwa bakteri patogen *Eschericia coli* dan *Samonella sp* dapat menyebabkan diare.

Menurut Peraturan Menteri Pertanian No.28/Permentan/SR.130/5/2009, persyaratan teknis minimal bakteri patogen *Eschericia coli* dan *Samonella sp* adalah nol pada pengenceran 10^{-3} dengan metode MPN-Durham. Dengan mengacu ke Peraturan Menteri Pertanian maka pupuk organik cair hasil penelitian untuk semua perlakuan memenuhi persyaratan teknis minimal.

Aplikasi Pupuk Organik Cair Terhadap Tanaman Cabai (*Capsicum sp*) dan Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum*).

Pengamatan terhadap tanaman cabai (*Capsicum sp*) dan tomat (*Solanum lycopersicum*) yang diberikan pupuk organik cair dari limbah hasil sortiran dan pencucian rumput laut *Eucheuma sp* yang melalui proses fermentasi meliputi: tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, dan jumlah daun. Hasil pengamatan dan pengukuran terhadap tanaman cabai dan tomat dapat dilihat pada Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7.

Tabel 4. Hasil Pengamatan dan Pengukuran Rerata Tinggi dan Jumlah Daun Tanaman Cabai (*Capsicum Sp*)

No.	Parameter	Minggu ke	Perlakuan					Kontrol
			A	B	C	D	E	
1.	Tinggi (cm)	I	1,9	2,8	2,0	1,4	1,5	0,7
		II	2,8	3,9	3,1	2,4	2,4	1,5
		III	3,2	4,6	3,6	2,9	3,1	2,0
		IV	4,3	6,3	5,2	3,6	3,7	2,4
		V	5,5	8,5	6,5	4,0	4,5	3,2
		VI	7,0	10,4	8,2	5,2	5,8	4,4
		VII	8,8	13,7	9,6	7,2	7,0	5,6
		VIII	11,5	16,5	13,1	9,5	9,2	6,2
Rata-rata		5,63	8,34	6,41	4,53	4,65	3,25	
2.	Jumlah daun (Helai)	I	2	3	2	2	2	2
		II	2	4	2	2	2	2
		III	3	4	3	3	3	2
		IV	4	5	4	4	3	3
		V	5	6	5	4	4	4
		VI	6	9	6	5	6	4
		VII	8	12	9	7	7	5
		VIII	9	14	11	8	8	5
Rata-rata		5	7	5	4	4	3	

Tabel 5. Hasil Pengamatan dan Pengukuran Rerata Pertambahan Panjang dan Lebar Daun Tanaman Cabai (*Capsicum Sp*) selama 8 Minggu

No.	Parameter	Minggu ke	Perlakuan					Kontrol
			A	B	C	D	E	
1.	Panjang daun (cm)	I	1,1	1,3	1,2	0,9	1,0	0,7
		II	1,2	1,4	1,3	0,9	1,1	0,7
		III	1,3	1,9	1,5	0,9	1,1	0,7
		IV	2,1	2,7	2,4	1,9	2,0	1,2
		V	2,3	3,1	2,7	2,3	2,5	1,9
		VI	3,2	4,5	3,4	2,6	2,7	2,0
		VII	4,1	6,3	4,5	3,3	3,4	2,7
		VIII	6,5	9,5	7,0	5,0	4,8	3,5
Rata-rata		2,70	3,84	3,0	2,23	2,33	1,68	
2.	Lebar daun (cm)	I	0,7	1,5	0,9	0,5	0,5	0,3
		II	0,9	1,8	1,3	0,6	0,7	0,5
		III	1,2	2,1	1,7	0,7	0,8	0,5
		IV	1,8	2,5	2,0	1,0	1,1	0,9
		V	2,0	2,7	2,3	1,3	1,4	1,0
		VI	3,0	3,8	3,4	2,0	2,0	1,3
		VII	3,5	4,4	3,7	2,7	2,7	1,9
		VIII	4,2	6,5	4,8	3,0	3,2	2,5
Rata-rata		2,16	3,16	2,51	1,48	1,55	1,11	

Tabel 6. Hasil Pengamatan dan Pengukuran Rerata Tinggi dan Jumlah Daun Tanaman Tomat (*Solanum Lycopersicum*)

No.	Parameter	Minggu ke	Perlakuan					
			A	B	C	D	E	Kontrol
1.	Tinggi (cm)	I	2,4	3,8	2,0	1,7	2,1	1,1
		II	4,8	6,9	3,2	3,0	3,5	2,2
		III	6,5	8,7	4,7	4,5	4,9	3,8
		IV	7,9	10,2	6,0	5,7	6,1	4,2
		V	8,8	12,7	7,4	7,0	7,8	4,8
		VI	13,5	20,8	10,9	10,2	9,3	5,9
		VII	19,0	27,0	16,0	15,5	12,2	9,0
		VIII	30,0	40,5	23,0	21,0	19,5	16,0
Rata-rata			11,61	16,33	9,15	8,58	8,18	5,88
2.	Jumlah daun (Helai)	I	2	4	2	2	2	2
		II	4	8	4	4	4	4
		III	6	10	5	5	6	4
		IV	6	12	5	5	5	4
		V	8	16	9	9	9	5
		VI	17	25	19	10	10	7
		VII	36	42	38	11	12	8
		VIII	40	48	42	22	21	14
Rata-rata			15	21	16	9	9	6

Tabel 7. Hasil Pengamatan dan Pengukuran Rata-Rata Panjang dan Lebar Daun Tanaman Tomat (*Solanum Lycopersicum*)

No.	Parameter	Minggu ke	Perlakuan					
			A	B	C	D	E	Kontrol
1.	Panjang daun (cm)	I	0,8	1,1	0,9	0,7	0,8	0,7
		II	1,5	1,9	1,2	1,0	1,2	1,0
		III	1,9	2,5	1,5	1,3	1,8	1,3
		IV	2,4	3,0	2,0	1,8	2,1	1,5
		V	2,7	3,5	2,3	2,1	2,5	1,7
		VI	3,2	5,2	3,1	3,0	3,0	2,0
		VII	4,1	7,0	3,5	3,3	3,4	2,6
		VIII	6,5	8,0	5,0	4,5	4,0	3,5
Rata-rata			2,89	4,03	2,44	2,21	2,35	1,79
2.	Lebar daun (cm)	I	0,8	1,0	0,8	0,7	0,8	0,5
		II	1,2	1,7	1,1	1,1	0,9	0,7
		III	1,9	2,3	1,3	1,2	1,0	1,1
		IV	2,1	2,8	1,9	1,5	1,3	1,2
		V	2,4	3,4	2,1	1,8	1,7	1,4
		VI	2,8	3,9	2,5	2,0	1,9	1,6
		VII	3,3	4,2	2,8	2,5	2,6	2,0
		VIII	4,0	4,7	4,0	4,0	3,3	2,5
Rata-rata			2,31	3,0	2,06	1,85	1,69	1,38

Hasil pengamatan dan pengukuran terhadap tanaman tomat dan tanaman cabai (Tabel 4, 5, 6, dan 7) menunjukkan bahwa, secara umum aplikasi penggunaan

pupuk organik cair hasil fermentasi untuk semua perlakuan dapat meningkatkan laju pertumbuhan tanaman yang lebih cepat dibandingkan dengan tanpa menggunakan

pupuk organik cair (tanaman kontrol), terutama di awal masa pertumbuhan (minggu pertama). Hal serupa dilaporkan oleh Taha *et al* (2011), bahwa penyemprotan ekstrak rumput laut memberikan hasil positif yang signifikan terhadap pertumbuhan kecambah tanaman mentimun dibandingkan dengan tanaman kontrol. Dilaporkan pula oleh Sedayu *et al* (2014) bahwa pemberian pupuk organik cair terhadap tanaman terung memberikan efek pertumbuhan tanaman yang lebih cepat ketimbang tanaman yang tidak diberi pupuk cair (tanaman kontrol). Featonby dan Van Staden (1983) mendapatkan pertumbuhan tunas dan akar tanaman tomat yang lebih cepat ketika ekstrak rumput laut digunakan ke tanaman, baik dengan penyemprotan maupun dengan cara dicampurkan dengan tanah. Stephen *et al* (1985) juga melaporkan bahwa aplikasi ekstrak cair rumput laut *Eucheuma sp* dan *Sargassum sp* sebagai bahan tambahan pupuk dapat meningkatkan hasil panen beberapa tanaman komersial penting sebesar 12%-36%.

Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7 terlihat bahwa dari minggu I (pertama) hingga minggu ke 8 (delapan), rata-rata laju pertumbuhan tanaman cabai dan tomat yang diberikan pupuk organik cair perlakuan B menghasilkan pertumbuhan tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, dan jumlah daun jauh lebih cepat pertumbuhannya dibandingkan perlakuan lainnya. Rata-rata pertumbuhan tanaman cabai yang diberi pupuk organik perlakuan B sampai pada minggu ke 8 adalah sebagai berikut, rata-rata tinggi tanaman 8,34 cm, rata-rata jumlah daun 7 helai, rata-rata panjang daun 3,84 dan rata-rata lebar daun 3,16 cm (Tabel 4 dan 5). Sedangkan pertumbuhan tanaman tomat adalah sebagai berikut rata-rata tinggi tanaman tomat 16,33 cm, rata-rata jumlah helai daun tomat 21 helai, rata-rata panjang daun tomat 4,03 cm, dan rata-rata lebar daun tomat 3,0 cm (Tabel 6 dan 7). Berdasarkan analisis sidik ragam pada taraf kepercayaan 95% dan 99%, menunjukkan bahwa perlakuan B berbeda nyata dengan ke empat perlakuan lainnya (A, C, D, dan

E) serta kontrol terhadap laju pertumbuhan tanaman cabai dan tanaman tomat dengan atribut yaitu tinggi tanaman, jumlah helai daun, panjang daun, dan lebar daun, sedangkan antara perlakuan A dengan perlakuan C tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata dengan perlakuan D, dan perlakuan E serta kontrol. Ini menunjukkan bahwa pupuk organik cair perlakuan B lebih memberikan pengaruh yang signifikan pada perubahan laju pertumbuhan tanaman. Hal ini disebabkan karena pada perlakuan B, pupuk organik cair yang dihasilkan memiliki kadar hormon pemacu tumbuh (HPT) yang tinggi dibandingkan ke empat perlakuan lainnya dan kontrol. Dilaporkan dari beberapa hasil penelitian sebelumnya bahwa auksin lebih berperan pada proses pertumbuhan tanaman yang mengarah kepada tinggi atau pemanjangan sel batang. Kombinasi antara auksin dan giberelin memacu pembelahan sel dan perpanjangan jaringan, sedangkan sitokinin meningkatkan pembelahan sel, pertumbuhan dan perkembangan kultur sel tanaman, dan proses pembuahan (Wu & Lin, 2000).

Salah satu fungsi dari pada hormon pemacu tumbuh yang disuplai dari luar melalui pemberian pupuk organik cair pada tanaman tomat dan cabai adalah meningkatkan penyerapan hara oleh tumbuhan dan memberikan efek rangsangan pada hormon tanaman untuk segera beraksi melakukan pembelahan sel pada tanaman dengan mendorong perkecambahan biji pada tanaman, mendorong pemanjangan kuncup yang sedang berkembang atau pemanjangan sel batang, mendorong perpanjangan sel daun dan mendorong perkembangan kultur sel tanaman.

Mekanisme terjadinya perpanjangan sel pada tanaman tomat dan cabai akibat dari HPT memacu protein yang ada di membran plasma sel tumbuhan untuk memompa ion H^+ ke dinding sel. Ion H^+ ini mengaktifkan enzim sehingga memutuskan beberapa ikatan silang hidrogen rantai molekul selulosa penyusun dinding sel.

Sel tumbuhan kemudian memanjang akibat air yang masuk secara osmosis. Kandungan lain yang terdapat pada pupuk organik cair adalah unsur hara makro dan unsur hara mikro. Namun kedua jenis unsur hara tersebut, keberadaannya di dalam pupuk organik cair sangat sedikit jumlahnya sehingga efek atau pengaruhnya pun sangat sedikit pada percepatan pertumbuhan tanaman cabai dan tomat. Jensen, E., (2004)

melaporkan bahwa penyemprotan ekstrak rumput laut dengan kandungan unsur hara mikro (Co, B, Mo, Zn, Cu) maupun makro, serta hormon pemacu tumbuh (auksin, giberelin, dan sitokinin) dapat meningkatkan kemampuan akar tanaman untuk pertumbuhan dan penyerapan hara, serta meningkatkan ketebalan batang dan memperkuat pertumbuhan vegetatif dan akar tanaman.

Gambar 2. Tanaman uji coba pupuk organik cair umur 1 minggu

Gambar 3. Tanaman uji coba pupuk organik cair umur 4 minggu

SIMPULAN

Limbah padat (*Eucheuma sp*) hasil sortir dan pencucian industri pengolahan semi-rifine karagenan sangat berpotensi dijadikan pupuk organik cair. Pupuk organik cair yang dihasilkan melalui fermentasi atau pengomposan memiliki kandungan hormon pemacu tumbuh yaitu auksin, giberelin, sitokinin, dan etilen yang tinggi, bahkan lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk organik cair komersil, memiliki pH 7,15 dan tidak mengandung bakteri patogen. Penggunaan 85% limbah padat (*Eucheuma sp*) dengan

10% larutan EM4 dan 5% larutan terasi merupakan formula yang terbaik dengan hormon pemacu tumbuh yang tinggi dan memberikan efek mempercepat laju pertumbuhan tanaman cabai dan tanaman tomat. Namun unsur hara makro dan mikro yang terdapat di dalam pupuk organik hasil fermentasi, jumlahnya sangat sedikit.

DAFTAR PUSTAKA

- Amilia, Y., 2011. Penggunaan Pupuk Organik Cair untuk Mengurangi Dosis Penggunaan Pupuk Anorganik

- pada Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). Skripsi Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. 47 pp.
2. Basmal, J., Widanarto, A., Kusumawati, R., dan Utomo, B.S.B. 2014. Pemanfaatan Limbah Ekstraksi Alginat dan Silase Ikan Sebagai Bahan Pupuk Organik. JPB Perikanan Vol 9, No. 2. Hal : 109-120.
 3. Basmal, J., 2010. Teknologi pembuatan pupuk organik cair kombinasi hidro-lisat rumput laut *Sargassum* sp. dan limbah ikan. *Squalen*. 5(2): 59–66.
 4. Basmal, J., 2009. Potensi Pemanfaatan Rumpur Laut sebagai Bahan Pupuk Organik. *Squalen*. 4(1): 1 – 8
 5. Camargo, J.A. and Alonso, A., 2006. Ecological dan toxicological effects of inorganik nitrogen polution in aquatic ecosystems: A global assessment. *Environmental International*. 32: 831–849.
 6. Dewanto, F.G., Londok, J.J.M.R., Tuturoongdan, R.A.V., & Kaunang, W.B. 2013. Pengaruh pemupukan anorganik dan organik terhadap produksi tanaman jagung sebagai sumber pakan. *Jurnal Zootek*. 32(5):1–8.
 7. Featonby-Smith, B.C. and Van Staden, J., 1983. The effect of seaweed concentrate on the growth of tomato plants in nematode-infested soil. *Scientia Horticulturae*. 2: 137–146.
 8. Han, L.J., 2006. The auxin concentration in sixteen Chinese marine algae. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology* 24 (3): 329–332.
 9. Hidayati, E., 2013. Kandungan Fosfor Rasio C/N dan pH Pupuk Cair Hasil Fermentasi Kotoran Berbagai Ternak Dengan Stater Stardec. FMIPA. IKIP PGRI Semarang.
 10. Jensen, E., 2004. Seaweed-fact or fancy: From the organik broad caster, Published by Moses the Midwest Organik dan Sustainable Education, From the Broad Caster. 12(3): 164–170.
 11. Jensen, A., 1993. Present dan future needs for alga dan algal products. *Hydrobiologia*. 261: 15 21.
 12. Jimenez-Escrig, A. and Goni, C.I. 1999. Nutritional evaluation and physiological effects of edible seaweeds. *Archivos Latinoamericanos de Nutrition* 49: 114–120.
 13. Mooney, P.A and Van Staden, J. 1985. Effect of Seaweed Concentrate on Growth of Wheat under Condition of Water Fern. *S. Afr. Sci* 8: 632 – 633.
 14. Mooney, P.A. and Van Staden, J., 1984. Seasonal Changes and in the Level of Endogeneous Cytokinin in *Sargassum heterophyllum* (Phaeophyceae). *Bot. Mar.* 27: 437-442
 15. Novizan, 2005. Petunjuk Pemupukan Yang Efektif. Edisi Revisi. Agro Media Pustaka.
 16. Pancapalaga dan Wehandaka., 2011. Pengaruh Rasio Penggunaan Limbah Ternak dan Hijauan Terhadap kualitas Pupuk Cair. Universitas Muhammadiyah Malang. GAMMA, Vol 7, No. 1. Hal : 61-68.
 17. Permentan, 2011. Peraturan Menteri Pertanian No. 70/Permentan/SR.140/10/2011. Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenahan Tanah. 16 pp.
 18. Permentan, 2009. Peraturan Menteri Pertanian No. 28/Permentan/SR.130/5/2009. Persyaratan Teknis minimal Bakteri Patogen *Escherichia coli* dan *Salonella* sp adalah Nol Pada Pengenceran 10-3 dengan Metode MPN-Durham.
 19. Sedayu, B.B., Erawan, S.M.I, dan Assadad, L. 2014. Pupuk Cair Dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii*, *Sargassum* sp Dan *Gracilaria* sp Mengguna Proses Pengomposan. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. Vol 9 No. 1: 61–68.
 20. Sedayu, B.B., Basmal, J. dan Utomo, B.S.B. 2013. Identifikasi hormon

- pemacu tumbuh ekstrak cairan (sap) *Eucheuma cottonii*. Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. 8(1): 1–8.
21. Steel RGD, Torrie JH. 1991. *Prinsip dan Prosedur Statistika : Suatu Pendekatan Biometrik*. Edisi ke-2. Bambang Sumantri, penerjemah. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama. Terjemahan dari: Principles and Procedures of Statistics.
 22. Stephen, A.B., John, K.M.T., Palnia, L.M.S., and Lethama, D.S. 1985. Detection of cytokinins in a seaweed extract. *Phytochemistry*. 24(11): 2611–2614.
 23. Sundari, I., Maruf, F.W., Dewi, N. E. 2014. Pengaruh Penggunaan Bioaktivator EM4 Dan Penambahan Tepung Ikan Terhadap Spesifikasi Pupuk Organik Cair Rumpun Laut *Gracillaria* sp. Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan Vol. 3 No. 3 : 88-94
 24. Sundari, Elmi, Sari E., dan Rinaldo, R. 2012. Pembuatan Pupuk Organik Cair Menggunakan Bioaktivator Biosca dan EM4. Universitas Bung Hatta Pekanbaru. ISSN : 1907-0500.
 25. Sutedjo, M.M. 2002. Pupuk dan Cara Pemupukan. Rineka Cipta. Jakarta.
 26. Taha, Z.S., Smira, T.A., & Sanaa, M.S.R. 2011. Effect of bread yeast application dan seaweed extract on cucumber (*Cucumis sativus* L.) plant growth, yield dan fruit quality. *Mesopotamia Journal of Agriculture* 39: 26–34.
 27. Udiyani, P.M. dan Setiawan, M.B. 2003. *Kajian terhadap Pencemaran Lingkungan di Daerah Pertanian Berdasarkan Data Radioaktivitas Alam*. Prosiding pada Seminar Tahunan Pengawasan Pemanfaatan Tenaga Nuklir, Jakarta, 11 Desember 2003. p. 172–182.
 28. Wu, T.W. dan Lin, C.H. 2000. Analysis of Cytokinin Activity in Commercial Aqueous Seaweed Extract. *Gartenbauwissenschaft*. 65 (4): 170-173.
 29. Yulipriyanto, H., 2010. Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya. Graha Ilmu. Yogyakarta.