PEMANFAATAN LIMBAH CAIR INDUSTRI RUMPUT LAUT SEBAGAI PUPUK ORGANIK CAIR UNTUK TANAMAN PERTANIAN

Utilization of Liquid Waste from Seaweed Industry as Organic Liquid Fertilizer for Crops

Justus Elisa Loppies dan Medan Yumas

Balai Besar Industri Hasil Perkebunan

Jl. Prof. Dr. Abdurahman Basalama No. 28, Makassar 90231

Pos-el: justusloppies@gmail.com

(Artikel diterima Oktober 2017; revisi akhir 15 Desember 2017; disetujui 22 Desember 2017)

ABSTRACT Utilization of liquid waste from seaweed processing industry to produce organic liquid fertilizer for crops was studied. The liquid waste was taken for both before and after filtration to the waste outlet. Fertilizer was formulated in 60 %, 70 % and 80 % liquid waste and the rest portion as the mixture of banana hump, water hyacinth and seaweed thallus. Fermentation took place unaerobically for 15 days using EM4 microorganisms. Composition of 60 % liquid waste taken before the filtration to the outlet and 40 % of the mixture in the formula showed a fertilizer with the highest auxin, gibberelins cytokinin and ethylen contents of 131.210; 149.550; 183.378 and 18.01 ppm, respectively. In this composition obtained the highest value for phosphate soluble bacteria and Nitrogen fixing bacteria were $7,5 \times 10^4$ CFU/ml and 160.000 APM/ml. In fact, in an application test for chili, this formula resulted in the highest growing effects for the crop, in terms of crop height and length, width and number of leaves, compared to other formulas. Moreover, fertilizers formulated from the 70 % and 80 % liquid waste taken before the filtration to the outlet had higher K_2O compound, compared to other formulas, while N, Mg, and Ca were found higher in the fertilizer, formulated from the liquid waste taken after the filtration to the outlet.

Keywords: liquid waste, seaweed, fertilizer, crops, fermentation, plant growth regulator (PGR).

ABSTRAK Pemanfaatan limbah cair industri pengolahan rumput laut untuk memproduksi pupuk cair organik untuk tanaman pertanian telah diteliti. Limbah cair diambil masing-masing dari sebelum dan sesudah penyaringan ke outlet limbah. Pupuk diformulasi dari 60 %, 70 % dan 80 % limbah cair ditambah sisanya berupa campuran bonggol pisang, enceng gondok, dan thallus hasil sortiran rumput laut. Fermentasi berlangsung secara anaerob selama 15 hari dengan menggunakan mikroorganisme EM4. Komposisi 60 % limbah cair yang diambil sebelum outlet penyaringan dan 40 % campuran bahan-bahan lainnya tersebut, pada formula pupuk menghasilkan kandungan zat pengatur tumbuh auksin, giberelin, sitokinin dan etilen tertinggi dengan kadar masing-masing 131,210; 149,550; 183,378 dan 18,01 ppm. Pada komposisi ini juga diperoleh nilai tertinggi untuk mikroba pelarut fosfat dan mikroba menambat nitrogen adalah $7,5 \times 10^4$ CFU/ml dan 160.000 APM/ml. Pada kenyataannya, uji aplikasi formula ini pada tanaman cabe menghasilkan efek pertumbuhan tanaman tertinggi, dalam hal tinggi tanaman dan panjang, lebar dan jumlah daun, dibandingkan dengan formula lainnya. Selanjutnya, pupuk yang diformulasi dari 70 % dan 80 % limbah cair yang diambil sebelum outlet penyaringan memiliki kandungan senyawa K_2O lebih tinggi dibanding dengan yang lainnya, sedangkan unsur-unsur N, Mg dan Ca ditemukan pada pupuk yang diformulasi dari limbah cair yang diambil sesudah outlet penyaringan.

Kata Kunci: limbah cair, rumput laut, pupuk, tanaman pertanian, fermentasi, zat pengatur tumbuh (ZPT)

PENDAHULUAN

Indonesia termasuk salah satu produsen rumput laut yang terbesar di dunia, dimana pada tahun 2015 produksinya mencapai 235.374 ton (rumput laut kering) atau melebihi 50 % kebutuhan dunia. Peningkatan produksi rumput laut setiap tahunnya, tentu akan diikuti dengan meningkatnya kapasitas produksi pada industri olahan yang ada di Indonesia. Terdapat sekitar 30 perusahaan di Indonesia (tiga perusahaan diantaranya terdapat di Provinsi Sulawesi Selatan) yang melakukan pengolahan rumput laut dengan memanfaatkan potensi produksi yang ada sekitar 24.560 ton per tahun. Pemanfaatan bahan baku rumput laut di dalam negeri meliputi: keragenan 18.560 ton dan agar-agar 6.000 ton per tahunnya dengan produksi bahan jadi berupa karagenan dan agar-agar sekitar 16.189 ton (Kementerian Perindustrian RI, 2015). Dari jumlah produksi ini, terdapat sisa olahan sebanyak 8.371 ton berupa limbah padat yang belum diketahui pemanfaatannya disamping terikut pula sejumlah limbah cair dan limbah sisa sortiran.

Sumber-sumber penghasil limbah dari industri pengolahan rumput laut dapat berupa limbah padat dan limbah cair. Pada industri yang mengolah rumput laut menjadi agar-agar, limbah padatnya berasal dari sisa hasil sortiran rumput laut dalam bentuk *thallus* yang rusak atau patah dan padatan dari hasil ekstraksi rumput laut. Pada industri yang mengolah rumput laut menjadi ATC (*Alkali Trade Cottonii*) atau ATS (*Alkali Trade Spinosum*), limbah padatnya berasal dari sisa sortiran dan sisa *thallus* ukuran kecil yang lolos penyaringan setelah proses alkalisasi. Sedangkan limbah cair bersumber dari sisa air pencucian, air pemasakan dan sisa larutan hasil proses alkalisasi rumput laut.

Limbah cair dan limbah sisa sortiran rumput laut mempunyai prospek yang baik untuk dikembangkan sebagai bahan pupuk organik karena keunggulannya yang kaya akan unsur hara mikro dan teristimewa zat pengatur tumbuh. Keunggulan limbah sisa olahan rumput laut ini dikarenakan terikut atau terlarutnya sejumlah senyawa penting yang terkandung dalam bahan baku

rumput laut itu sendiri. Hasil penelitian 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 Basmal (2010), rumput laut mengandung hara mikro yang terdiri dari; N 1,00%, Pospor 0,05 %, Kalium 10,00 %, Mg 0,80 %, Sulfur 3,70 %, Tembaga 5 ppm, Besi 1200 ppm, Mangan 12 ppm, Seng 00 ppm, Boron, 80 ppm, senyawa organik 50 – 55 % dan Abu, 45 – 50 %. Sedangkan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) banyak terdapat pada batang (*thallus*) seperti; *auksin*, *sitokinin*, *giberilin*, dan sejumlah vitamin seperti; vitamin A, C, besi dan iodium. Selanjutnya laporkan oleh Winarno (1990) bahwa rumput laut mengandung bahan kimia seperti; kalium, klor, natrium, magnesium dan belerang. Hasil penelitian Yustin *et al* (2005), kadar kalium dan klorida limbah rumput laut lebih besar dari dari pupuk buatan, berturut-turut antara 0,87 – 2,88 % untuk kalium dan 1,37 – 2,41 % untuk klorida. Kadar nitrogen 0,02 – 0,03 dan kadar fosfor 0,003 – 0,207 % dengan rentang nilai pH 9,92 – 11,76. Senyawa yang terkandung di dalam rumput laut diketahui dapat meningkatkan daya tahan tanaman terhadap kekeringan dan serangan-serangga, dan juga dapat memperbaiki struktur tanah.

Pupuk yang terbuat dari ekstrak rumput laut diketahui dapat terdegradasi secara alami, tidak beracun, tidak mengkontaminasi, dan aman terhadap manusia dan hewan (Dhargalkar dan Pereira, 2005).

Pemanfaatan limbah cair rumput laut sebagai pupuk organik cair atau bahan tambahan pupuk diharapkan dapat meminimalisasi limbah sisa olahan rumput laut sekaligus sebagai alternatif pemecahan permasalahan lingkungan yang dihadapi industri.

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). Dengan metode tersebut, kandungan

senyawa ZPT dan unsur hara pupuk cair yang didapatkan masih belum optimal. Pada penelitian ini pembuatan pupuk cair rumput laut dilakukan dengan cara fermentasi dengan perlakuan untuk mendapatkan pupuk cair yang memiliki kandungan ZPT (auksin, giberelin dan sitokinin) yang tinggi.

Aplikasi pada tanaman pertanian khususnya hortikultura merupakan upaya mengantisipasi dampak kebijakan pembatasan import hortikultura oleh Kementerian Pertanian Republik Indonesia yang diatur oleh Peraturan Menteri Pertanian No. 60 Tahun 2012. Selain itu untuk mendorong peningkatan produksi tanaman hortikultura dalam negeri yang juga membutuhkan sumber unsur hara sebagai penunjang produksi tanaman pertanian khususnya tanaman hortikultura.

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah cair hasil industri pengolahan rumput laut sebagai bahan pembuatan pupuk organik cair untuk tanaman pertanian.

Hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan untuk pengembangan teknologi pembuatan pupuk organik yang memanfaatkan limbah cair dari industri pengolahan rumput laut dan sebagai bahan kajian untuk menetapkan peruntukan dan fungsi pada berbagai jenis tanaman dan kondisi tanah.

METODOLOGI

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi; limbah cair rumput laut yang diperoleh dari industri yang mengolah rumput laut di Kawasan Industri Makassar (PT. Wahyu Putra Bimasakti) dan bahan-bahan lain sebagai pendukung proses fermentasi dalam pembuatan pupuk seperti; EM4, bonggol pisang, eceng gondok dan rumput laut sisa sortiran. Selain itu digunakan bahan lain untuk menguji pertumbuhan tanaman yang terdiri dari; bibit cabai dan bahan-bahan untuk penyiapan media tumbuh yang meliputi; plastic polibag, tanah gembur, dan wadah penyemaian.

Peralatan yang digunakan meliputi; unit degister *an-aerob* yang dilengkapi dengan penyaring dan kran untuk mengeluarkan hasil fermentasi berupa pupuk cair.

Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan antara lain: 1) Penyiapan bahan baku limbah cair, 2) Identifikasi limbah cair dengan tujuan untuk mengetahui keasaman, warna dan bau dan kadar kadar potasium, klor, nitrogen, 3) Penetapan formula dan desain digester dengan kapasitas 200 liter, 4) Pembuatan pupuk cair dengan metode fermentasi *an-aerob* yang berlangsung selama 15 hari, 5) uji kualitas kandungan pupuk, dan 6) Uji kualitas pupuk terhadap pertumbuhan salah satu jenis tanaman pertanian yaitu cabai.

Perlakuan dan Fermentasi

Perlakuan pada penelitian ini terdiri dari : J (Sumber limbah cair) yang terbagi atas dua bagian yaitu : J1 (limbah cair yang diperoleh langsung sebelum ke *outlet* penyaringan) dan J2 (limbah cair yang diperoleh setelah melalui *outlet* penyaringan). Perlakuan B (perbandingan komposisi limbah cair dengan bahan lain sebagai sumber hara dan zat pertumbuhan) terdiri dari : B1 (80 : 20), B2 (70 : 30) dan B3 (60 : 40). Pada penelitian ini, penggunaan limbah cair 80 % setelah melalui penyaringan (J2)/J2B3 telah diabaikan, dengan alasan bahwa konsentrasinya lebih encer sehingga total satuan percobaan menjadi 5 (lima) yaitu J1B1, J1B2, J1B3, J2B3 dan J2 B2.

Bahan lain sebagai sumber hara dan zat pertumbuhan merupakan variabel tetap yang terdiri dari : limbah padat rumput laut, bonggol pisang dan eceng gondok. Bahan-bahan penyusun pupuk ini rajang hingga mencapai ukuran 0,5 – 1 cm, kemudian dimasukkan ke dalam tangki degister dan difermentasi secara *an-aerob* dalam selama kurang lebih 15 hari. Pada akhir fermentasi diperoleh cairan yang merupakan pupuk untuk selanjutnya dianalisis dan diaplikasikan pada tanaman.

Pengujian Kualitas pupuk

Pengujian kualitas pupuk meliputi: hormon pemacu tumbuh, yaitu: auksin, sitokinin, dan giberelin, serta unsur hara makro (Nitrogen, P_2O_5 total, K_2O total, Ca, Magnesium, dan Mangan) maupun mikro (zink, besi, cobalt, boron) dari masing-masing perlakuan, analisis kandungan bakteri patogen yaitu *Escherchia coli* dan *Salmonella sp.*, mikroba pelarut fosfat (MPF) dan mikroba penambat N.

Uji Aplikasi Pupuk pada Tanaman

Tahapan ini untuk mengetahui efek pupuk cair yang dihasilkan dari proses fermentasi terhadap pertumbuhan tanaman pertanian khususnya tanaman hortikultura jenis cabe.

Tahapan aplikasi pupuk didahului dengan penyemaian benih selama dua minggu pada tray dan dilanjutkan pemindahan benih ke kantong plastik *polybag* setelah benih berusia 14 hari. Selanjutnya *polybag* yang berisi benih ditempatkan pada tempat yang terlindung dari terik matahari langsung. Penyemprotan dengan larutan pupuk cair dilakukan setiap tiga hari sekali, dengan perbandingan pupuk cair dengan air yaitu 1: 200. Pengamatan dilakukan setiap minggu selama 63 hari (0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, dan 63 hari) dengan parameter pengamatan meliputi: tinggi tanaman, panjang dan lebar daun, serta jumlah daun, dengan 3 kali ulangan sampel. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Identifikasi Limbah

Hasil identifikasi limbah cair yang diperoleh dari bak penampungan di CV. Wahyu Putra Bimasakti memiliki kriteria : berbau pesing, warna kusam (cokelat tua), pH 8 – 10. Hal ini menunjukkan bahwa limbah didominasi oleh bahan yang bersifat alkali seperti potasium dengan kandungan 1 – 2,5 % sehingga memungkinkan untuk dijadikan sumber potasium pada pupuk. Selain itu masih terdapat sejumlah kecil kandungan Nitrogen, forfor dan Klorida.

Hasil Uji Kualitas Pupuk Cair

a. Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)

Zat pengatur tumbuh (ZPT) merupakan salah satu parameter penentu kualitas pupuk organik. ZPT dimaksud meliputi: auksin, sitokinin (zeatin dan kinetin), giberelin, dan etilen.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kualitas pupuk antara perlakuan penggunaan bahan baku limbah cair setelah melalui *outlet* penyaringan dan sebelum melalui *outlet* penyaringan. Selain itu, komposisi bahan penyusun (limbah cair dan bahan lain yang ditambahkan ke dalam formula pupuk) juga mempengaruhi kualitas pupuk (Tabel 1).

Hasil analisis laboratorium terhadap zat pengatur tumbuh (ZPT) yang meliputi *etilen* dan *sitokinin* cenderung menghasilkan kualitas pupuk yang lebih baik pada perlakuan penggunaan bahan baku limbah cair sebelum ke *outlet* penyaringan (J1B1, J1B2 dan J1B3) dibanding perlakuan limbah cair yang telah melewati *outlet* penyaringan. Sedangkan untuk parameter ZPT *giberelin*, cenderung menghasilkan kualitas pupuk lebih baik pada perlakuan setelah penyaringan (J2B3 dan J2B2) dan sebelum perlakuan penyaringan (J1B3).

Hal ini dipengaruhi oleh perbedaan pH pada limbah cair yang berasal dari bak penampungan I (sebelum penyaringan) dan pH pada bak V (limbah cair yang telah melalui penyaringan). Penyaringan dapat menahan dan mengendapkan sisa-sisa padatan berupa *thallus* rumput laut yang mengandung alkali cukup tinggi maupun suspensi yang mengandung sisa-sisa residu alkali yang bersumber dari hasil proses alkalisasi bahan baku rumput laut. Sifat alkali yang kuat pada bak penampungan I (sebelum penyaringan) memungkinkan tingginya pH (cenderung ke basa kuat) bila dibanding dengan bak penampungan V yang cenderung ke basa lemah. Kondisi basa kuat dari limbah rumput laut yang ada pada bak penampungan I tidak mendukung aktivitas ZPT *Giberelin* karena senyawa ini bersifat asam (asam *giberelin*) sehingga aktivitasnya cenderung meningkat pada limbah cair yang berasal dari bak

penampungan V. Selain itu, penambahan bahan lain (bongkol pisang, eceng gondok dan *thallus* sisa sortiran rumput laut) dalam formula pupuk dengan konsentrasi yang cukup juga mempengaruhi kualitas pupuk cair yang dihasilkan. *Thallus* sisa sortiran rumput laut dan bongkol pisang banyak mengandung ZPT seperti : *auksin*, *sitokinin*, *giberelin*, *asam abisat* dan *etilen*. Beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa rumput laut mengandung 50 – 55 % senyawa organik, vitamin A dan C, besi, boron, kalsium, tembaga, klor, kalium, magnesium dan mangan. Sedangkan bongkol pisang dan eceng gondok kaya dengan nitrogen dan zat pertumbuhan yang dapat menunjang kualitas pupuk.

Formulasi pupuk yang diperkuat dengan EM4 melalui fermentasi secara anaerob memungkinkan terjadinya dekomposisi bahan organik yang menghasilkan senyawa baru yang berguna (Joo, 1990). EM4 diketahui mampu memfermentasikan bahan organik menjadi asam amino dan mengikat nitrogen. Asam amino diketahui berperan dalam membantu pertumbuhan tunas pada tanaman dan memberi daya tahan yang lebih terhadap hama dan penyakit.

Formulasi pupuk dengan perbandingan limbah cair : bahan lain (bongkol pisang + eceng gondok + sisa sortiran rumput laut) (60 : 40) yang difermentasi dengan EM4 selama 15 hari menghasilkan kualitas pupuk terbaik dibanding formulasi lainnya. Hal ini terjadi karena tersedia kondisi dan nutrisi yang cukup untuk membantu aktivitas mikroba yang ada di dalam EM4. Nutrisi untuk menunjang aktivitas EM4 berasal dari bongkol pisang dan sisa sortiran rumput laut yang ditambahkan ke dalam limbah cair rumput laut sebanyak 40 % dari limbah cair rumput laut. Sedangkan pada perlakuan lain hanya sebesar 20 dan 30 %.

b. Unsur Hara Makro

Unsur hara makro merupakan unsur-unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang relative besar. Unsur hara dimaksud meliputi: nitrogen (N), phosphor (P)/ P_2O_5 , kalium (K)/ K_2O , magnesium (Mg), kalsium (Ca). Kelebihan

atau kekurangan unsur-unsur ini akan berakibat pada pertumbuhan tanaman menjadi tidak optimal.

Hasil analisis menunjukkan bahwa unsur makro K_2O pada pupuk yang dihasilkan dari limbah industri rumput laut pada perlakuan perbandingan limbah cair dan bahan lain (60 : 40)/J1B3, cenderung lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Sedangkan untuk unsur-unsur makro seperti N, Mg dan Ca cenderung lebih tinggi pada perlakuan perbandingan limbah cair yang telah disaring dan bahan lain (60 : 40)/J2B3 (Tabel 2).

Sumber N, Mg dan Ca diduga berasal dari bahan tambahan lain dalam formulasi pupuk (limbah padat rumput laut, bongkol pisang dan eceng gondok). Pada konsentrasi 60 : 40 (limbah cair : bahan lain) memungkinkan sumber hara ini meningkat. Afif (2011) menyatakan bahwa limbah yang berasal dari rumput laut mengandung unsur hara alkalis seperti Ca, Mg serta kandungan selulosa yang dapat meningkatkan porositas untuk menopang pertumbuhan tanaman. Selain itu, proses fermentasi dengan EM4 menyebabkan terjadinya hidrolisis dinding sel limbah padat rumput laut menjadi rantai nitrogen. Meningkatnya nitrogen pada perlakuan ini juga berhubungan dengan bahan yang ditambahkan dalam formula pupuk yaitu bongkol pisang dan eceng gondok. Bongkol pisang dan eceng gondok diketahui kaya akan unsur hara seperti C-organik, C/N, NO_3 , P_2O_5 , Ca, Mg (Suhastyo, 2011). Unsur nitrogen dibutuhkan mikroba tanah untuk melakukan penguraian atau pelapukan secara alami.

Secara keseluruhan terdapat unsur makro yang memenuhi syarat yaitu K_2O , yaitu diperoleh pada perlakuan J1B3 dengan nilai 7506,61 ppm, sedangkan perlakuan lain belum memenuhi persyaratan. Walaupun demikian unsur-unsur makro yang tidak memenuhi syarat sangat berperan untuk mendukung aktivitas mikroba dalam proses fermentasi.

c. Unsur Hara Mikro

Unsur hara mikro merupakan unsur-unsur hara yang dibutuhkan tanaman

dalam jumlah yang relative sedikit namun sangat penting untuk menunjang proses pertumbuhan tanaman. Unsur-unsur dimaksud meliputi: zeng (Zn), besi (Fe), mangan (Mn), kobalt (Co), boron (B), timbal (Pb).

Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak ditemukan unsur Pb pada semua perlakuan formula pupuk cair yang dihasilkan dari proses pengolahan limbah industri rumput laut. Unsur-unsur mikro seperti : Zn, Fe, Mn dan B pada pupuk yang dihasilkan dari limbah industri rumput laut pada perlakuan perbandingan limbah cair dan bahan lain (70 : 30)/J2B2, cenderung lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Sedangkan untuk unsur Co, diperoleh kadar tertinggi pada perlakuan perbandingan limbah cair yang telah disaring dan bahan lain (60 : 40)/J2B3 (Tabel 1). Unsur mikro yang memenuhi syarat meliputi: Fe total dan Pb dengan nilai masing-masing adalah 182,10 dan 0,00 ppm yaitu pada perlakuan J1B3 untuk Fe dan semua perlakuan untuk Pb.

d. Mikroba Pelarut Fosfat (MPF)

Mikroba pelarut fosfat merupakan mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk melarutkan fosfat (P) dalam bentuk tidak tersedia bagi tanaman menjadi bentuk-bentuk fosfat yang tersedia bagi tanaman. Kadar MPF dalam pupuk organik akan menentukan kualitas pupuk yang dihasilkan. MPF yang terkandung dalam pupuk akan bermanfaat untuk melarutkan sejumlah fosfat organik di dalam tanah sehingga memudahkan proses penyerapan dan transfer fosfat kedalam jaringan tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, MPF lebih dominan pada pupuk cair organik yang diformulasikan dengan perbandingan limbah cair rumput laut dengan bahan lain (60 : 40), baik yang menggunakan bahan limbah cair hasil penyaringan maupun yang tanpa penyaringan (J1B3 dan J2B3). Tingginya MPF pada kedua perlakuan ini berhubungan dengan tingginya persentasi bahan lain yang ditambahkan kedalam dalam formula pupuk (40 %). Bahan lain dimaksud adalah bonggol pisang, eceng

gondok dan sisa sortiran thallus rumput laut yang berkontribusi sebagai sumber mikroba dan nutrisi.

e. Mikroba Penambat N

Penambatan nitrogen merupakan suatu proses yang secara alami maupun sintetis menyebabkan nitrogen bebas digabungkan secara kimia dengan unsur lain. Pada pupuk organik dibutuhkan mikroba yang secara metabolik mampu menambat nitrogen dan mengubahnya menjadi N organik yang dibutuhkan tanaman. Mikroba penambat N merupakan salah satu criteria penentuan kualitas pupuk sehingga diharapkan kehadiran mikroba ini dalam jumlah yang maksimal.

Hasil penelitian menunjukan bahwa jumlah Mikroba penambat N meningkat pada pupuk cair dengan perlakuan limbah cair berbanding bahan lain (60 : 40)/ J1B3 dan J2B3. Limbah cair dimaksud dalam perlakuan ini adalah limbah cair sisa olahan rumput laut, baik yang telah melalui proses penyaringan maupun tanpa yang tanpa penyaringan. Kehadiran mikroba penambat N pada perlakuan J1B3 dan J2B3 masing-masing 160.000 MPN dan 92.000 MPN menunjukkan bahwa pupuk cair yang dihasilkan dapat digunakan sebagai penyedia dan pengendali siklus nitrogen di dalam tanah. Sumber mikroba penambat N pada pupuk cair yang dihasilkan diduga berasal dari bonggol pisang dan eceng gondok yang ditambahkan ke dalam formula pupuk. Dilaporkan oleh Sari *et al* (2012) bahwa, bonggol pisang mengandung beberapa mikroorganisme yang berguna bagi tanaman antara lain : *Rhizobium sp*, *Azospirillum sp*, *Azotobacter sp*, *Pseudomonas sp*, *Bacillus sp*, dan bakteri pelarut fosfat. Mikroorganisme ini diketahui dapat berfungsi sebagai penambat nitrogen. Salah satu mekanisme penambatan N adalah: mikroba memanfaatkan nitrogen bebas untuk sintesa protein, setelah mikroba mengalami kematian, sel protein ini kemudian mengalami proses mineralisasi dalam tanah dengan demikian senyawa yang terbentuk ini akan berkontribusi pada tanaman.

Tabel 1. Hasil uji zat pengatur tumbuh (ZPT) pupuk organik cair

No.	Parameter	Method	Unit	Standar	Perlakuan				
					Sebelum ke Outlet Penyaringan			Setelah melalui Outlet Penyaringan	
					J1B1	J1B2	J1B3	J2B3	J2B2
1	ZPT Auksin IAA	HPLC	Ppm	-	116,380	124,015	131,210	118,718	125,493
2	ZPT Sitokinin:								
	-Zeatin	HPLC	Ppm	-	80,552	76,912	85,992	79,113	75,101
	-Kinetin	HPLC	Ppm	-	96,910	100,860	97,386	96,018	91,557
3	ZPT Giberelin	HPLC	Ppm	-	124,375	135,010	149,550	142,886	150,115
4	ZPT Etylen	HPLC	Ppm	-	13,752	15,488	18,011	12,057	13,420

Tabel 2. Hasil Uji Kualitas Pupuk Cair dari Beberapa Perlakuan

No.	Parameter	Method	Unit	Standar	Perlakuan				
					Sebelum ke Outlet Penyaringan			Setelah melalui Outlet Penyaringan	
					J1B1	J1B2	J1B3	J2B3	J2B2
1	C-Organik	Grafimetri	%	-	0,60	0,61	0,13	0,22	0,50
2	N Total	Kjeldahl	%	3 – 6	0,27	0,20	0,27	0,36	0,27
3	pH	Potensiometri	-	4 – 9	5,21	5,30	7,60	7,30	5,10
4	P ₂ O ₅ Total	HClO ₄ – HNO ₃	Ppm	3 – 6	331,1	150,7	132,57	215,07	329,36
5	K ₂ O Total	HClO ₄ – HNO ₃	Ppm	-	2361,83	6216,10	7506,61	1425,21	1184,85
6	Besi (Fe) Total	AAS	Ppm	90-100	47,17	27,79	18,28	17,50	182,10
7	Besi (Fe) Tersedia	AAS	Ppm	5-10	3,18	3,68	2,23	1,33	2,20
8	Fosfat (P)	HClO ₄ – HNO ₃	Ppm	-	144,59	65,81	57,89	93,92	143,83
9	Kalium (K)	HClO ₄ – HNO ₃	Ppm	-	1951,92	5137,27	6203,81	1177,86	979,21
10	Kalsium (Ca)	AAS	Ppm	-	51,87	48,17	42,40	148,07	146,02
11	Magnesium (Mg)	AAS	Ppm	-	17,17	14,49	18,48	32,31	34,53
12	Mangan (Mn)	AAS	Ppm	250-5000	2,17	1,52	0,31	2,86	18,90
13	Seng (Zn)	AAS	Ppm	250-500	0,36	1,85	0,97	0,50	3,61
14	Kobalt (Co)	AAS	Ppm	5-20	0,00	0,34	0,00	0,84	0,34
15	Boron (B)	Spektrofotometri	Ppm	125-2500	11,14	31,15	31,97	17,29	51,77
16	Timbal (Pb)	AAS	Ppm	Maks. 12,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	<i>Salmonella</i> sp	MPN	APM/ml	Maks. 10 ²	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
18	<i>Escherichia coli</i>	MPN	APM/ml	Maks. 10 ²	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
19	Mikrob. Pelarut P	Plate Count	CFU/ml	-	< 1x10 ⁴ *	< 1x10 ⁴ *	7,5x10 ⁴ **	1,6x10 ⁵ **	2,5x10 ⁴ **
20	Mikrob. Penambat N	MPN	APM/ml	-	79	33	160000	92000	7900

*) Jumlah koloni kurang dari 1 x pengenceran terendah (tidak ada pertumbuhan koloni pada pengenceran terendah)

**) Jumlah koloni bakteri diluar jumlah 25-250 CFU/ml

Tabel 3. Hasil Aplikasi Pupuk Organik Cair pada Tanaman Cabai

Perlakuan	Waktu (Setelah bibit berumur 14 hari) (Minggu)	Parameter			
		Tinggi tanaman (cm)	Panjang Daun (cm)	Lebar Daun (cm)	Jumlah Daun
J1B1	1	1,4	0,8	0,5	2
	2	2,9	1,0	0,8	2
	3	3,1	1,1	0,9	3
	4	3,8	1,9	1,2	3
	5	4,7	2,5	1,8	4
	6	6,5	2,9	2,9	5
	7	7,8	5,0	3,4	7
	8	10,2	8,7	4,0	8
Rata2 Pertumbuhan		1,26	1,13	0,5	0,86
J1B2	1	2,0	0,7	0,3	2
	2	2,1	1,1	0,6	2
	3	3,6	1,3	0,8	4
	4	4,2	1,5	0,9	4
	5	4,9	2,8	1,5	5
	6	6,1	3,2	2,2	5
	7	6,8	6,0	2,9	6
	8	9,7	9,0	4,1	7
Rata2 Pertumbuhan		1,1	0,8	0,54	0,71
J1B3	1	2,4	1,0	0,7	3
	2	3,5	1,2	0,9	3
	3	4,0	1,4	1,1	4
	4	5,1	2,1	1,5	5
	5	6,3	2,7	2,2	7
	6	8,0	3,8	2,8	9
	7	10,2	6,5	3,4	11
	8	13,8	9,5	4,7	12
Rata2 Pertumbuhan		1,63	1,21	0,57	1,57
J2B3	1	1,8	0,9	0,6	2
	2	2,2	1,0	0,6	2
	3	2,8	1,1	0,7	3
	4	3,9	1,8	1,0	3
	5	4,8	2,2	1,1	4
	6	6,7	3,1	2,4	5
	7	7,6	5,9	3,0	7
	8	10,3	8,2	4,2	8
Rata2 Pertumbuhan		1,21	1,04	0,51	0,86
J2B2	1	1,6	0,8	0,4	2
	2	1,9	0,9	0,5	2
	3	2,4	0,9	0,6	3
	4	3,0	1,5	0,9	4
	5	3,8	1,9	1,2	6
	6	5,4	2,9	1,9	7
	7	7,2	5,2	2,8	7
	8	9,8	7,9	3,9	8
Rata2 Pertumbuhan		1,17	1,01	0,50	0,86
Kontrol	1	0,9	0,6	0,5	2
	2	1,2	0,6	0,5	2
	3	2,0	0,8	0,6	2
	4	2,1	1,1	0,8	3
	5	2,9	1,5	0,9	3
	6	4,2	2,1	1,2	4
	7	5,2	2,7	2,1	4
	8	6,0	3,5	2,7	5
Rata2 Pertumbuhan		0,73	0,41	0,31	0,43

f. Mikroba Pathogen

Mikroba pathogen merupakan parameter yang dipersyaratkan untuk pupuk organik. Mikroba dimaksud adalah *Salmonella sp* dan *Escherichia coli* yang menurut Permentan No. 70 Tahun 2011 Tentang pupuk organik cair dipersyaratkan maksimum 10^2 APM/ml.

Adanya mikroba ini pada pupuk organik akan berpengaruh buruk terhadap tanaman, hewan, manusia dan lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua jenis mikroba pathogen (*Salmonella sp* dan *Escherichia coli*) yang diuji pada ke-5 formula pupuk cair organik berada pada angka lebih kecil dari 3 APM/ml, yang artinya pupuk tersebut layak digunakan dan aman bagi tanaman, hewan, manusia maupun lingkungan.

Uji Pertumbuhan Tanaman

Uji pertumbuhan tanaman bertujuan untuk menentukan efek dari pemberian pupuk terhadap pertumbuhan tanaman. Uji dimaksud meliputi : tinggi tanaman, panjang, lebar dan jumlah daun.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan perlakuan formula pupuk cair yang diberikan terhadap pertumbuhan tanaman (Tabel 3).

Tampaknya perlakuan J1B3 (60:40) menghasilkan pertumbuhan tinggi tanaman, panjang, lebar dan jumlah daun lebih cepat dibanding perlakuan lainnya. Rata-rata pertumbuhan untuk perlakuan ini adalah 1,63 cm (tinggi tanaman), 1,21 cm (panjang daun), 0,57 cm (lebar daun) dan 1,57 helai (jumlah daun) (Tabel 3).

Pada perlakuan ini, kadar ZPT rata-rata berada pada nilai tertinggi yaitu: auksin (131,210 ppm), giberelin (149,550 ppm) yang juga tidak berbeda dengan perlakuan J2B2 dengan nilai 150,115 ppm), Etilen (18,011 ppm) dan sitokinin (183,378 ppm). Kombinasi dari masing-masing fungsi yang berbeda dari ke empat ZPT ini akan memberikan efek pertumbuhan yang lebih efektif. Hal ini ditunjukkan oleh data tanaman uji yang menghasilkan tinggi tanaman, ukuran daun yang lebih besar dan jumlah daun yang lebih banyak dari perlakuan lainnya (Tabel

3). Kehadiran ZPT yang unggul pada perlakuan J1B3 menunjukkan bahwa bahan-bahan penyusun pupuk organik memiliki kandungan nutrisi yang cukup sehingga mendorong bakteri untuk melakukan dekomposisi menjadi ZPT baru. Selain itu, ZPT pada awalnya sudah terdapat dalam bahan-bahan penyusun pupuk organik seperti limbah sisa olahan berupa *thalus* rumput laut dan bonggol pisang.

Dilaporkan dalam beberapa hasil penelitian bahwa, auksin lebih condong memberi pengaruh ke pertumbuhan tinggi tanaman atau pemanjangan sel batang dibanding dengan tanaman control. Kombinasi auksin dan giberelin memacu perkembangan jaringan dan mendorong pembelahan sel kambium sehingga pertumbuhan panjang dan diameter batang lebih cepat. Sitokinin dapat meningkatkan pembelahan, pertumbuhan dan perkembangan kultur sel tanaman, pertumbuhan buah dan germinasi kecambah (Wu & Lin, 2000).

Etilen berperan dalam pembungaan dan pematangan buah. Beberapa penelitian telah memuktikan bahwa terdapat interaksi antara ethylene dan auksin dalam pembengkakan (swelling) dan perakaran dengan cara mengaplikasikan auksin pada jaringan setelah etilen berperan. Hal ini menunjukkan bahwa kehadiran auksin dapat menstimulasi produksi etilen. Selain itu kinerja yang saling berinteraksi dari masing-masing ZPT dipengaruhi juga oleh ratio antara ZPT yang satu dengan lainnya. Dilaporkan oleh santoso (2013) bahwa sitokinin menghambat pertumbuhan akar lateral melalui peningkatan etilen. Selanjutnya disebutkan bahwa sitokinin secara mandiri tidak mempunyai efek terhadap proses pembelahan sel tetapi apabila bersama-sama dengan auksin maka akan terjadi proses pembelahan sel. Tampaknya dari hasil penelitian ini terdapat perimbangan kadar ZPT dalam formula pupuk cair yang menyebabkan pertumbuhan optimal pada formula J1B3. Rasio ZPT pada formula ini adalah 38 % sitokinin, 27 % auksin, 31 % giberelin dan 4 % etilen.

KESIMPULAN

Limbah cair yang dihasilkan industri pengolahan rumput laut khususnya yang diperoleh sebelum melewati *outlet* penyaringan sangat potensial untuk dimanfaatkan menjadi pupuk organik cair. Penggunaan 60 % limbah cair ini dalam formula pupuk memberikan efek pertumbuhan lebih baik untuk tanaman pertanian jenis cabai terhadap tinggi tanaman, panjang, lebar dan jumlah daun.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Penanggung Jawab Laboratorium Litbang Balai Besar Industri Hasil Perkebunan Makassar dan Pimpinan PT. Putra Bimasakti yang telah memfasilitasi penelitian ini dan Kepala Laboratorium Bioteknologi Lingkungan Bogor yang telah membantu identifikasi spesimen pupuk cair.

DAFTAR PUSTAKA

- Afif, A. K. 2011. Pemanfaatan Limbah Padat Proses Pengolahan Agar PT. Agarindo Bogatama sebagai Media Tanam Hortikultura. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institute Pertanian Bogor.
- Basmal, J. 2009. Potensi Pemanfaatan Rumpur Laut sebagai Bahan Pupuk Organik. *Squalen*. 4(1): 1 – 8
- 2015. Teknologi Pembuatan Pupuk Organik Cair Kombinasi Hidrolisat Rumput Laut *Sargassum* sp. Dan Limbah Ikan. *Squalen*. 5(2): 59-66.
- Dhargalkar, V.K. & Periera, N. Seaweed: Promising Plant of the Millennium. *Science and Culture*. 2005;71: 60-66.
- Joo, J. H. 1990. *Peningkatan Produksi Tanaman*. Yogyakarta: Kanisius.
- Kementerian Perindustrian RI. 2015. Rumput Laut Dikembangkan. <http://www.kemenperin.go.id>. 23 Oktober 2017
- 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.
- Peraturan Menteri Pertanian No. 70 Tahun 2011. *Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah*. 2011;16 pp.
- Peraturan Menteri Pertanian No. 60 Tahun 2012. *Rekomendasi Impor Produk Hortikultura*.
- Santoso, B. B., 2013. Zat Pengatur Tumbuh dalam Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman. Universitas Sam Ratulangi.
- Sari., Novita D., Kurniasih., Surti., Rostikawati., Teti. 2012. Pengaruh Pemberian Mikroorganisme Lokal (MOL) Bonggol Pisang Nangka terhadap Produksi Rosela (*Hibiscus sabdariffa*). Prodi Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Univ. Pakuan Bogor.
- Sedayu, B.B., Basmal, J. dan Utomo, B.S.B. 2013. Identifikasi Hormon Pemacu Tumbuh Ekstrak Cairan (Sap) *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Pasca Panen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. Vol 8 (1).
- Sedayu, B.B., Erawan, M.S., Lutfi, A. 2014. Pupuk Cair dari Rumput Laut *Echeuma cottonii*, *Sargassum* sp, dan *Gracilaria* sp Menggunakan Proses Pengomposan. *Jurnal Pasca Panen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. Vol 9 (1)
- Suhastyo, A.A. 2011. *Studi Mikrobiologi dan Sifat Kimia Mikroorganisme Lokal yang Digunakan pada Budidaya Padi Metode SRI (System of Rice Intensification)*. Tesis. Pascasarjana. Institute Pertanian Bogor.
- Winarno, F.G. 1990. *Teknologi Pengolahan Rumput Laut*. Pustaka Sinar Harapan: Jakarta.
- Wu, T. W. and Lin, C. H., 2000. Analysis of Cytokinin Activity in Commercial Aquaeous Seaweed Extract. *Gartenbawissenschaft*. 65 (4):170-173.
- Yustin, D., Angelia D.R., Hala, Y., Taba, P. 2005. Analisis Potensi Limbah Cair Hasil Pengolahan Rumput Laut sebagai Pupuk Buatan. *Marina Chemica Acta*. Vol 6 (1).