INOVASI PENGOLAHAN DAN PEMANFAATAN LIMBAH MEDIUM KULTUR JARINGAN SEBAGAI PUPUK CAIR TANAMAN AKLIMATISASI DAN HIDROPONIK

(INNOVATIONOF TREATMENT AND USE OF WASTE MEDIUM CULTURE AS A LIQUID FERTILIZER ACCLIMATIZATIONAND HYDROPONIC PLANT)

Rosydiati
Laboratorium Kimia Analisis Bahan Alam
Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati
Institut Teknologi Bandung
rosydiati@sith.itb.ac.id

ABSTRACT

The tissue culture medium used in the Laboratory of Chemical Analysis of Natural Materials is a medium that contains elements of macronutrients, micronutrients, and vitamins. Waste from this medium is very easily overgrown by microbes because the nutritional composition is almost the same as the composition for bacterial growth. This problem is feared when the medium is overgrown by pathogenic microorganisms so that this waste is infectious. Medium waste management becomes a very important thing and solutions are needed so that this waste can be utilized. In this study, the medium waste was processed by fermentation using fermipan at a certain ratio. The results of the analysis showed that fermented waste had 331 ppm carbon content, 83 ppm ammonium, 5 ppm nitrate, and 120 ppm phosphate content. Analysis of Zn, Mn, Cu, and Fe metals in fertilizers using atomic absorption spectroscopy (AAS) shows that the waste medium still contains microelements that are useful for plant growth. The trial results show that the liquid fertilizer produced can be applied to acclimatization plants which produce 67% of plants grow well and can be applied also to hydroponics which is characterized by a good growth of spinach.

Key words: waste, medium, tissue culture, fermipan, analysis

ABSTRAK

Medium kultur jaringan yang digunakan di Laboratorium Kimia Analisis Bahan Alam adalah medium yang mengandung unsur makronutrien, mikronutrien, dan vitamin. Limbah dari medium ini sangat mudah ditumbuhi oleh mikroba karena komposisi nutrisinya hampir sama dengan komposisi untuk pertumbuhan bakteri. Permasalahan ini dikhawatirkan ketika medium tersebut ditumbuhi oleh mikroorganisme bersifat patogen sehingga limbah ini bersifat infeksius. Pengolahan limbah medium menjadi suatu hal yang sangat penting dan diperlukan adanya solusi agar limbah ini dapat dimanfaatkan. Pada studi ini, limbah medium kultur diolah dengan cara difermentsi menggunakan fermipan pada perbandingan tertentu. Hasil analisis menunjukkan bahwa limbah hasil fermentasi memiliki kadar karbon 331 ppm, ammonium 83 ppm, nitrat 5 ppm, dan kadar posfat 120 ppm. Analisis logam Zn, Mn, Cu, dan Fe dalam pupuk dengan menggunakan *atomic absorption spectroscopy* (AAS) menunjukkan bahwa dalam limbah medium tersebut masih mengandung unsur mikro yang berguna untuk pertumbuhan tanaman. Hasil uji coba menunjukkan bahwa pupuk cair yang dihasilkan dapat diaplikasikan untuk tanaman aklimatisasi yang menghasilkan 67% tanaman tumbuh dengan baik dan dapat diaplikasikan pula untuk hidroponik yang ditandai dengan pertumbuhan kangkung yang baik.

Kata kunci: Limbah, medium, kultur jaringan, fermipan. Analisis.

PENDAHULUAN

Kultur jaringan tanaman adalah suatu teknik untuk menumbuhkan sel, jaringan ataupun irisan organ tanaman di laboratorium pada suatu media buatan yang mengandung nutrisi yang aseptik (steril) untuk menjadi tanaman secara utuh (Dwiyani, 2015). Medium kultur jaringan yang umum digunakan di Laboratorium Kimia Analisis Bahan Alam adalah medium MS (Murashige & Skoog)

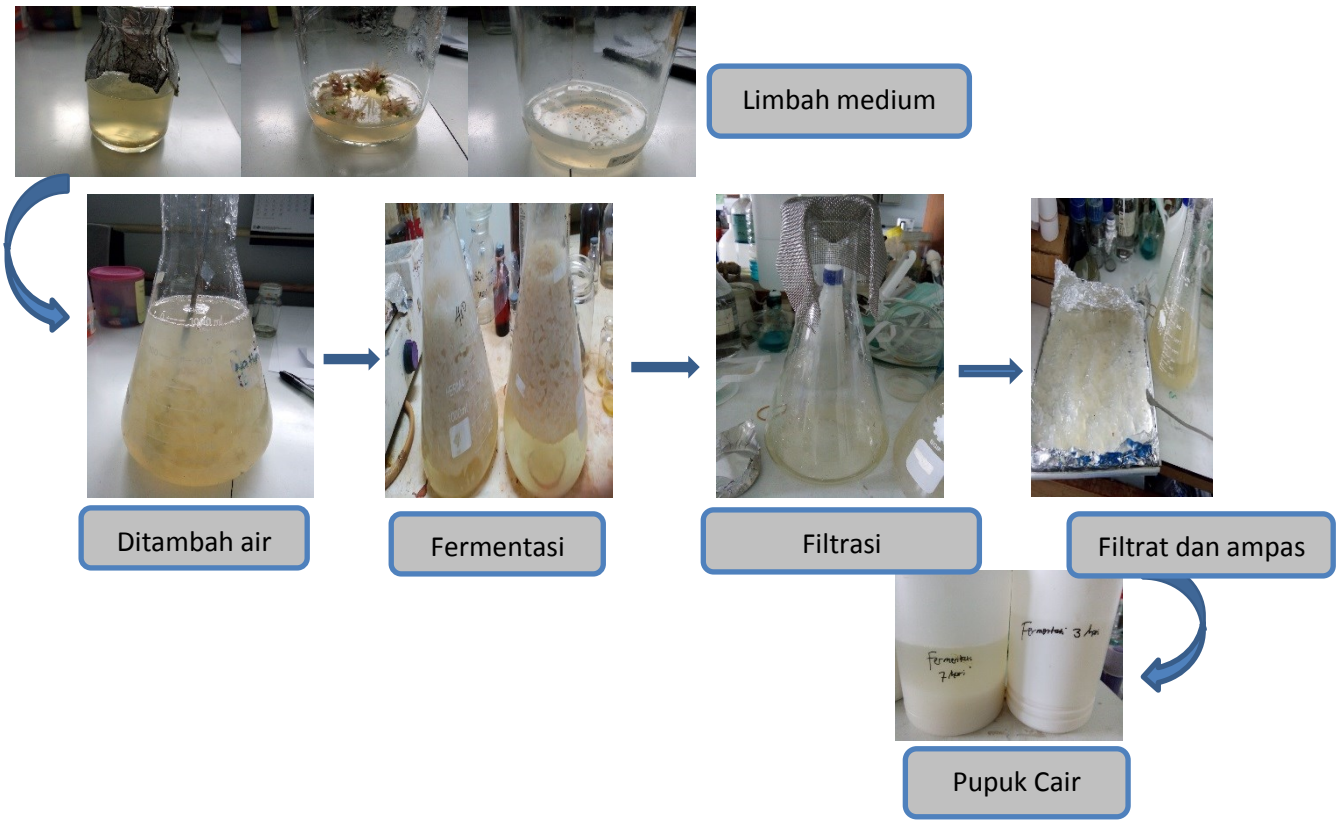
mengandung unsur makro, mikro, dan vitamin. Medium MS yang telah digunakan untuk kultur tanaman (subkultur, inisiasi, ataupun yang tidak terpakai) biasanya didestruksi kemudian dibuang sebagai limbah. Limbah ini sangat mudah ditumbuhi oleh mikroba karena komposisi nutrisinya hampir sama dengan komposisi untuk pertumbuhan bakteri. Permasalahan dalam kultur jaringan tanaman adalah limbah yang dihasilkan dari medium kultur tanaman yang telah digunakan. Limbah ini berupa limbah padatan dan cairan yang dapat menghasilkan aroma yang mengganggu jika disimpan lama karena pertumbuhan mikroba yang cepat di dalam medium. Pertumbuhan mikroba dipicu oleh nutrisi yang terkandung dalam limbah yang mengandung karbon, nitrogen, posfat, dan logam (seperti kalium, kalsium natrium, magnesium, besi, tembaga), dan air (Wibowo, 2012). Mikroba yang tumbuh dalam limbah medium kultur dapat berupa mikroba patogen yang sangat berbahaya bagi lingkungan dan menimbulkan berbagai penyakit. Sisa medium kultur pun juga dapat menjadi limbah kimia yang sangat berbahaya jika dibuang ke perairan. Sesuai dengan peraturan menteri lingkungan hidup dan kehutanan republik Indonesia nomor : p.56/menlhk - setjen/2015 yang menyatakan bahwa limbah infeksius adalah limbah yang terkontaminasi organisme patogen yang tidak secara rutin ada di lingkungan dan organisme tersebut dalam jumlah dan virulensi yang cukup untuk menularkan penyakit pada manusia rentan. Limbah medium kultur tanaman yang melimpah di Laboratorium belum banyak dikembangkan menjadi produk yang bisa dimanfaatkan kembali dengan mudah. Pengolahan limbah medium ini menjadi suatu hal yang sangat penting dan diperlukan adanya solusi agar limbah ini dapat dimanfaatkan. Potensi kandungan nutrisi dalam medium membuka peluang pemanfaatan limbah medium tersebut untuk diolah menjadi pupuk cair. Pemasalahan ini yang melatarbelakangi penulis untuk mengolah dan memanfaatkan limbah medium kultur jaringan sebagai pupuk cair melalui fermentasi. Pengolahan dilakukan dengan menggunakan mikroorganisme aktif karena mikroorganisme sangat efektif untuk membantu dalam memperbaiki kondisi tanah dan memacu penyerapan unsur hara oleh tanaman dan meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman. Manfaat atau keuntungan lain mikroorganisme aktif adalah menekan pertumbuhan hama dan penyakit tanaman (Parnata, 2004). Pemanfaatan limbah medium kultur jaringan memiliki keunggulan yaitu mengurangi limbah Laboratorium, biaya pengolahan relatif murah, mengurangi penggunaan pupuk kimia, menghindari tumbuhnya mikroorganisme patogen, dan Pupuk lebih tahan terhadap kontaminasi mikroorganisme. Pengolahan limbah medium ini akan menghasilkan pupuk cair yang dapat digunakan untuk tanaman aklimatisasi dan hidropnik.

METODE

Pengolahan limbah mengacu pada Loppies dan Medan, 2017 yang dimodifikasi dengan menggunakan fermipan yaitu limbah medium kultur dari laboratorium yang berasal

dari medium subkultur, medium yang gagal dibuat, medium yang tidak terpakai disatukan. Limbah di timbang seberat 400 gram, ditambahkan air sampai 1 liter, dipanaskan dan didinginkan. Setelah limbah berada pada suhu ruang, 4 gram fermipan ditambahkan, diaduk dan didiamkan pada temperatur ruang selama 3 dan 7 hari. Hasil fermentasi disaring dengan kawat ram ukuran 1 mm. Fermentasi berhasil jika mengeluarkan bau seperti roti atau tape singkong (Septiyani, 2013). Diagram alir pengolahan limbah medium dapat dilihat pada Gambar 1.

Pupuk cair yang dihasilkan dianalisis kandungan karbon, ammonium, nitrat, phosfat, dan logam yang kemudian diuji cobakan terhadap tanaman aklim dan hidroponik. Analisis Karbon mengacu pada Sulaeman, dkk., 2005 yaitu dengan dengan pembuatan kurva baku dari glukosa dengan konsentrasi 250, 500, 750, dan 1000 mg/L masing-masing diambil 5 mL kemudian ditambahkan 5 mL Kalium dikromat 1 N dan 7,5 mL asam sulfat pekat dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml diamkan selama 30 menit kemudian tambahkan air hingga 100 mL. Larutan diukur dengan pada panjang gelombang 561 nm. Pengujian sampel dilakukan dengan mendestruksi 5 mL pupuk cair dengan 1 mL asam peroksida dipanaskan sampai jernih kemudian dilakukan analisis karbon dengan tahapan analisis sama dengan standar.



Gambar 1 Diagram Alir Pengolahan Limbah Medium Kultur Jaringan

Analisis Amonium mengacu pada Ngibad, K., 2019 yaitu dengan pembuatan kurva baku dari ammonium klorida dengan konsentrasi 20, 40, 60, 80, dan 100 mg/L masing-masing diambil 2 mL, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Selanjutnya, dilakukan penambahan larutan Nessler sebanyak 1 mL dan larutan garam signet sebanyak 1,25 mL serta ditambahkan 0,75 ml aquades sehingga volume total sebanyak 5 mL. Kemudian, diaduk dan dibiarkan bereaksi selama 10 menit. Kemudian, absorbansi larutan dibaca pada Panjang gelombang 410 nm. Pengujian sampel dilakukan dengan mendestruksi 1 mL pupuk cair dengan 1 mL asam peroksida dipanaskan sampai jernih kemudian dilakukan analisis ammonium dengan tahapan analisis sama dengan standar.

Analisis Nitrat mengacu pada Mariyam, S., 2007 yaitu dengan pembuatan kurva baku dari kalium nitrat dengan konsentrai 5, 10, 20, 30, 40 ppm masing-masing diambil 1 mL kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Selanjutnya ditambahkan 0,5 mL brucine dan 1 mL asam sulfat pekat. Kemudian diaduk dan larutan diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 410 nm. Pengujian sampel dilakukan dengan mendestruksi 1 mL pupuk cair dengan 1 mL asam peroksida dipanaskan sampai jernih kemudian dilakukan analisis nitrat dengan tahapan analisis sama dengan standar.

Analisis Posfat mengacu pada Ngibad, K., 2019 yaitu dengan pembuatan kurva baku dari kalium dihidrogen posfat dengan konsentrasi 5, 10, 50, 100, 150 ppm Masing-masing dipipet sebanyak 50 mL dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Kemudian, dilakukan penambahan 2 mL larutan ammonium molibdat dan 5 tetes SnCl2. Selanjutnya, larutan diaduk dan dibiarkan bereaksi selama 7 menit. Kemudian, larutan dimasukkan ke dalam kuvet dan absorbansi larutan dibaca pada panjang gelombang 650 nm. Pengujian sampel dilakukan dengan mendestruksi 10 mL pupuk cair dengan 2 mL asam peroksida dipanaskan sampai jernih kemudian ditambahkan air sampai 50 mL dan dilakukan analisis posfat dengan tahapan analisis sama dengan standar.

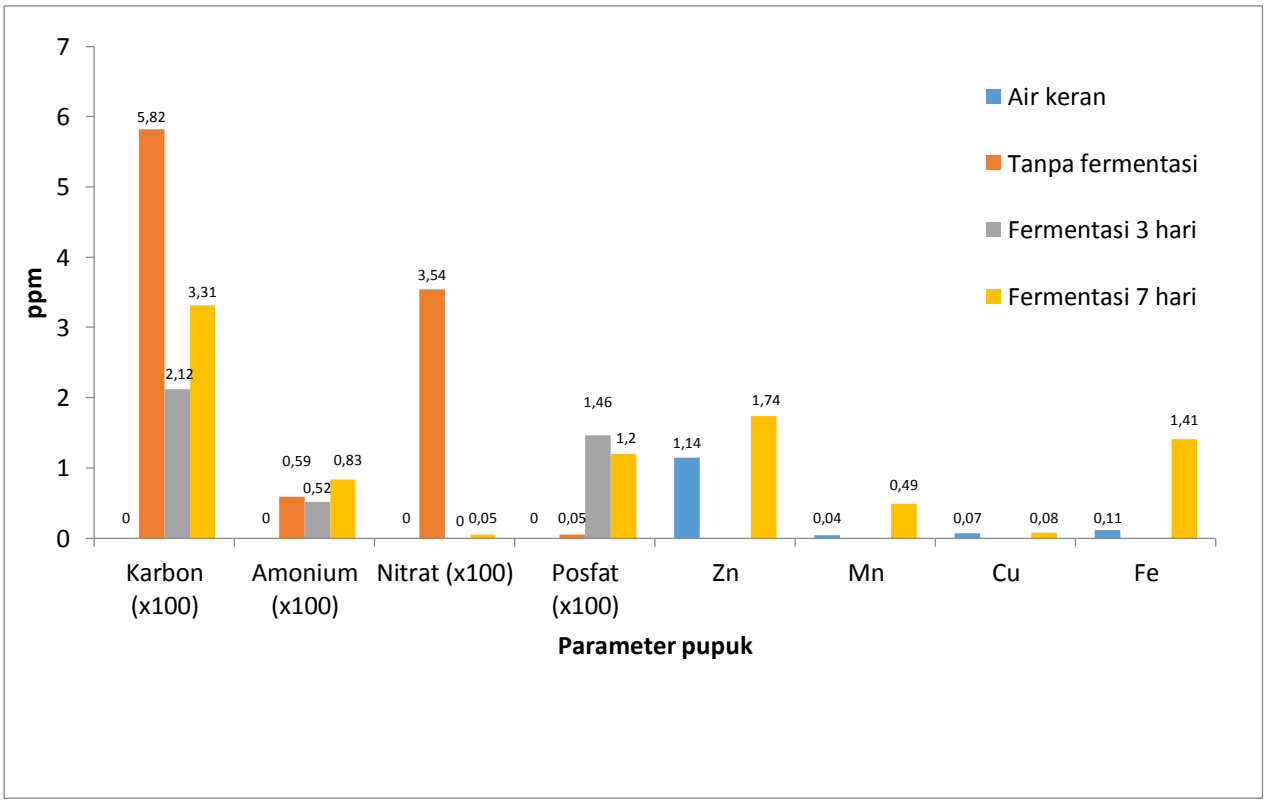
Pengujian sampel untuk logam dilakukan dengan mendestruksi 10 mL pupuk cair dengan 2 mL asam peroksida dipanaskan sampai jernih kemudian dianalisis menggunakan AAS (Sulaeman, dkk., 2005).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Medium MS pada kultur jaringan memiliki komposisi yang hampir sama dengan pupuk pada umumnya yaitu mengandung makronutrien dan mikronutrien selain itu juga mengandung zat pengatur tumbuh baik auksin maupun sitokinin dan juga vitamin sehingga limbah ini memiliki potensi yang besar untuk diolah menjadi pupuk. Proses pengolahan limbah yang dilakukan pada percobaan ini adalah dengan meggunakan mikroorganisme aktif yang terdapat dalam fermipan yaitu khamir Saccharomyces cerevisiae. Khamir akan bertindak sebagai dekomposer bahan organik yang terkandung dalam medium (Ole, 2013). Pengomposan merupakan suatu metode

untuk mengkonversikan bahan-bahan organik menjadi bahan yang lebih sederhana dengan menggunakan aktivitas mikroba (Nur dkk, 2016). Dekomposisi oleh khamir terjadi secara anaerob yaitu dengan terjadinya hidrolisis agar dan gula oleh amilase khamir menjadi monosakarida selanjutnya digunakan sebagai sumber karbon utama untuk pertumbuhan sel (Vijayagopal dan Balagopalan, 1988; Numfor dkk., 1996).

Saputra dkk, 2013 menyatakan bahwa Agar merupakan suatu polisakarida dari monosakarida galaktosa yang saling berikatan dan memiliki berat molekul yang tinggi sehingga Agar tidak dapat masuk ke dalam sel khamir. Untuk mempermudah sel khamir mendekomposisi Agar sebaiknya dilakukan pengolahan awal yaitu salah satunya dengan menggunakan asam sulfat untuk menghidrolisis polisakarida menjadi monosakarida (Meinita *et al.*,2012b). Pada percobaan ini, Pengolahan awal dilakukan modifikasi dengan cara Agar dipanaskan dan diencerkan sampai seluruh agar terlarut dengan perbandingan 1: 2,5. Hal ini dilakukan untuk menghindari penggunaan bahan kimia karena pada dasarnya khamir dari S. cerevisiae mempunyai potensi dalam aktivitas enzim amilase terutama isoamilase dapat menghidrolisis ikatan α(1,6)- pada amilopektin (Van der Maarel dkk., 2002) sehingga Agarpun dapat terdekomposisi .



Gambar 2. Diagram Analisis Pupuk Cair pada air keran, medium tanpa fermentasi, fermentasi tiga hari, dan fermentasi tujuh hari

Hasil analisis karbon, N-amonium, dan N-nitrat pada Gambar 2, Ketiga analisis memiliki pola yang sama yaitu sampel tanpa fermentasi memiliki kadar karbon, ammonium, dan nitrat yang tinggi hal ini disebabkan karena kandungan gula, amonium dan nitrat yang berasal dari medium MS. Kadar fosfat yang sangat rendah menunjukkan bahwa tanaman kultur jaringan menggunakan senyawa ini dalam jumlah lebih banyak dibandingkan nitrogen. Fermentasi selama 3 hari menyebabkan penurunan kadar karbon, amonium, dan nitrat karena karbon digunakan oleh khamir dalam fermipan sebagai sumber energi untuk memperbanyak diri sedangkan amonium dan nitrat digunakan untuk sintesis protein (Nur dkk, 2016). Limbah yang difermentasi selama 7 hari mengalami peningkatan kadar karbon kembali karena adanya proses degradasi agar menjadi glukosa atau molekul yang lebih sederhana oleh khamir. Proses degradasi agar yang baik mengakibatkan kadar amonium, nitrat, dan fosfat meningkat (Nur dkk, 2016) sesuai dengan kurva yang dihasilkan pada percobaan ini.

Analisis logam Zn, Mn, Cu, dan Fe dalam pupuk dengan menggunakan AAS dalam Gambar 2, menunjukkan bahwa dalam limbah medium tersebut masih terdapat unsur mikro dari medium MS yang dapat digunakan oleh tanaman sebagai : 1) Penyusun jaringan tanaman, 2) Katalisator (stimulant), 3) Mempengaruhi proses oksidasi dan reduksi tanaman, 4) Membantu mengatur kadar asam, 5) Mempengaruhi nilai osmotik tanaman, 6) Mempengaruhi pemasukan unsur hara, 7) Membantu pertumbuhan tanaman (Sudarmi, 2013).

(a)

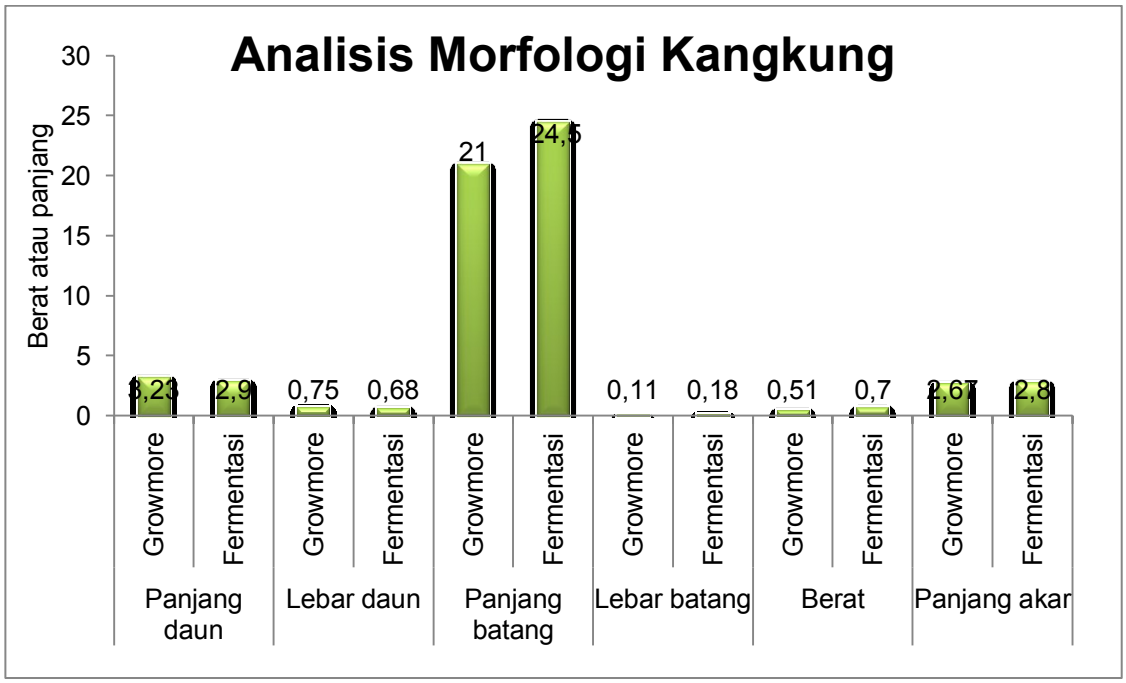
(b)

Gambar 3 Hasil aklimatisasi (a) growmore dan media langsung (b) fermentasi

Empat media perlakuan digunakan untuk tanaman yaitu media dengan penambahan growmore (0.2%), media penambahan limbah langsung (20%), media limbah dengan penambahan fermipan selama 3 hari (20%), dan media limbah dengan penambahan fermipan selama 7 hari (20%). Hasil pengamatan pada empat perlakuan selama 14 hari pada diagram alir menunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan growmore dan medium fermentasi 7 hari mengalami pertumbuhan tanaman pisang yang baik sedangkan pada perlakuan limbah media langsung dan fermentasi 3 hari daun pada tanaman pisang menguning. Pada percobaan aklimatisasi dilakukan pula percobaan tanpa penyiraman setelah tanaman pisang tumbuh selama 14 hari kemudian diamati selama 1,5 bulan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tanaman aklim menggunakan growmore dan limbah media langsung sebanyak 67 % mati sedangkan tanaman yang menggunakan media fermentasi 33% mati. Hasil aklimatisasi dapat dilihat pada Gambar 3.

(a) (b)

Gambar 4 Kangkung umur 30 hari (a) fermentasi (b) growmore



Gambar 5 Diagram analisis morfologi kangkung pada media growmore dan limbah hasil fermentasi

Percobaan hidroponik tanaman kangkung dilakukan dengan cara menggunakan dua media perlakuan yaitu dengan media growmore 3.7 g dalam 2 liter (0.185%) dan medium fermentasi 400 mL dalam 2 L (20%) dengan perbandingan komposisi nitrogen growmore dan medium fermentasi 1000:1. Perbandingan komposisi ini dilakukan untuk membuktikan bahwa pupuk cair yang dihasilkan pada konsentrasi rendah menghasilkan pertumbuhan tanaman hidroponik yang baik. Hasil pengamatan menunujukkan bahwa kedua media yang digunakan menunjukkan pertumbuhan kangkung yang baik tetapi warna daun pada media growmore lebih kuning dibandingkan pada media fermentasi, dapat dilihat pada Gambar 4.

Berdasarkan Gambar 5, hasil hidroponik kangkung dengan menggunakan media dari limbah medium fermentasi menghasilkan ukuran lebih besar pada bagian panjang batang, lebar batang, berat, dan panjang akar dibandingkan menggunakan media growmore. Perbedaan morfologi ini dapat disebabkan karena limbah medium pada awalnya mengandung zat pengatur tumbuh baik itu auksin maupun sitokinin yang dapat menunjang dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman (Loppies dan Medan, 2017).

SIMPULAN

Limbah medium kultur jaringan ini dapat difermentasi dengan fermipan menghasilkan pupuk cair yang mengandung unsur makronutien dan mikronutrien. Hasil analisis menunjukkan bahwa limbah hasil fermentasi memiliki unsur makronutien yaitu kadar karbon 331 ppm, ammonium 83 ppm, nitrat 5ppm, dan fosfat 120 ppm. Analisis logam Zn, Mn, Cu, dan Fe dalam pupuk dengan menggunakan AAS menunjukkan bahwa dalam limbah medium tersebut masih mengandung unsur mikronutrien. Hasil uji coba pupuk cair terhadap tanaman aklimatisasi menghasilkan 67% tanaman tumbuh dengan baik dan 33% tanaman mati dan juga diaplikasikan untuk hidroponik menghasilkan tanaman yang lebih segar dan ukuran lebih besar pada bagian panjang batang, lebar batang, berat, dan panjang akar dibandingkan menggunakan pupuk growmore sebagai pupuk komersial.

DAFTAR PUSTAKA

Dwiyani, R. 2015. Kultur Jaringan Tanaman. Pelawa Sari. Bali.

Loppeis, J. E dan Medan, Y. 2017. Pemanfaatan Limbah Cair Industri Rumput Laut Sebagai Pupuk Organik Cair Untuk Tanaman Pertanian. Jurnal Industr Hasil Perkebunan. Vol.12, No. 2.

Mariyam, S. 2007. Teknik Pengukuran Nitrat-Nitrogen dengan Metode Brucine. Buletin Teknik Litkayasa Sumber Daya dan Penangkapan. Vol. 5, No.1.

Meinita, M. D. N., Y.-K. Hong, and G.-T. Jeong. 2012b. Comparison of Sulfuric and Hydrochloric Acids as Catalysts in Hydrolysis of Kappaphycus alvarezii(cottonii). Bioprocess Biosyst Eng. 35:123–128.

Ngibad, K. 2019. Penentuan Konsentrasi Ammonium Dalam Air Sungai Pelayaran Ngelom. Journal of

Medical Laboratory Science of Technology. Vol.2, issue. 1.

Ngibad, K. 2019. Analisis Kadar Posfat Dalam Air Sungai Ngelom Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur. Jurnal Pijar MIPA. Vol. 14, No.3.

Nur, T dkk. 2016. Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Sampah Organik Rumah Tangga Dengan Penambahan Bioaktivator Em4 (Effective Microorganisms). *Konversi*. Vol. 5, No. 2.

Ole, M. B. B. (2013). *Penggunaan mikroorganisme bonggol pisang (musa paradisiciaca) sebagai dekomposer sampah organik*. Skripsi mahasiswa sarjana pada Program Studi Biologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Retrieved from e-journal. uajy.ac.id/3963/3/2BL01047.pdf

Parnata, AS. 2004. Pupuk Organik Cair Aplikasi Dan Manfaatnya. AgroMedium Pustaka. Depok.

Saputra, WA dkk. 2013. Produksi Bioetanol Dari Tepung Agar Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss yang Dihidrolisis dengan Menggunakan Larutan Asam Sulfat. *Journal Of Marine Research*. Vol. 2, No. 2.

Septiyani, S. 2013. Pemanfaatan Limbah Ampas Tahu Sebagai Bahan Baku Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC). *Skripsi*. Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. Samarinda.

Sudarmi. 2013. Pentingnya Unsur Hara Mikro Bagi Pertumbuhan Tanaman. WIDYATAMA. Vol. 22, No. 2.

Sulaeman, Suparto, dan Eviati. 2005. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah.

VanDer Maarel, M.J.E.C., VanDer Veen, B., Uitdehaag, J.C.M., Lemhuis, H. dan Dijkhuizen, L. (2002). Properties and applicationof starch-converting enzymes of the amylase family. Journal of Biotechnology 94:137-155.

Vijayagopal, K. dan Balagopalan, C. (1988). Fermentation of cassava starch hydrolysate with immobilized cells of S.cerevisiae. An Article, Central Tuber Crops Research Institute (Indian Council of Agricultural Research), Kerala, India.

Wibowo, MS. 2012. Pertumbuhan dan kontrol Bakteri. Jurnal Pertumbuhan bakteri.