Kandungan Unsur Hara Kompos Eceng Gondok yang Dikomposkan dengan Berbagai Macam PGPR

(Nutrient Content of Water Hyacinth Compost that Composted with Various Kinds of PGPR)

Nurul Istiqomah¹⁾, Farida Adriani²⁾ & Nina Rodina³⁾

Program Studi Agroteknologi, Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Amuntai

¹⁾qoqom_81@yahoo.co.id

²⁾adrianifr9@gmail.com

³⁾Ninarodina.rn02@gmail.com

ABSTRAK

Bahan kompos dapat berupa limbah dedaunan, sekam padi, sampah organik maupun tumbuhan eceng gondok yang dianggap gulma karena populasinya yang melimpah dan kecepatan tumbuhnya yang cepat. Untuk memanfaatkan tumbuhan eceng gondok sebagai kompos bisa dengan menggunakan PGPR yang berfungsi sebagai dekomposer atau pengurai untuk mempercepat pembusukan. PGPR mengandung bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus polymixa*. Bahan yang digunakan sebagai biang PGPR yaitu akar bambu, akar putri malu, akar tebu dan akar rumput gajah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kandungan unsur hara eceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.)) yang dikomposkan dengan berbagai macam PGPR (akar bambu, akar rumput gajah, akar putri malu dan akar tebu). Penelitian dilaksanakan di Desa Kandang Jaya Kecamatan Lampihong Kabupaten Balangan dari bulan Februari - April 2016. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal. Faktor yang diteliti adalah macam bahan PGPR (P) sebanyak 4 taraf yaitu : PGPR akar bambu (p₁), PGPR akar rumput gajah (p₂), PGPR akar putri malu (p₃) dan PGPR akar tebu (p₄) sebanyak 250 ml/ dekomposer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berbagai macam PGPR yang diberikan tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan unsur hara N-total, P dan K serta nilai C-Organik dan Kondisi pH pada hasil pengomposan.

Kata kunci: PGPR, eceng gondok, kompos, unsur hara, pengomposan.

ABSTRAK

Material compost can be foliage, rice husk, organic garbage, and herbs water hyacinth that considered to be weeds because the population is a huge and speed growing fast. To make use of herbs water hyacinth as compost can by using PGPR that serves as decomposer to accelerate decay. PGPR contained the bacterium *Pseudomonas fluorescent* and *Bacillus polymixa*. The material used a source of PGPR, namely root bamboo, roots daughter shame, roots cane, and roots bulrush. The research aims to understand the influence of the nutrient content water hyacinth (*Eichornia crassipes* (Mart.)) in composted with different kinds of PGPR (roots bamboo, roots bulrush, roots daughter shame, and roots cane). The research in Kandang Jaya Village District of Lampihong Balangan Regency of February to the month of April 2016. The research using design random complete (RAL) single factor. Factors the treatment is types of material PGPR (P) as four the economic situation of PGPR bamboo roots (p₁), PGPR bulrush roots (p₂), PGPR Mimosa pudica roots (p₃) and PGPR cane roots (p₄) as 250 ml/decomposer. The research results show that the various from of PGPR is not had a real impact on the nutrient content N-total, P and K as well as the value of the C-organic on composting results c.

Keywords: PGPR, water hyacinth, compost, nutrient, composting.

PENDAHULUAN

Soeparno (2013) menjelaskan bahwa pengomposan adalah proses dekomposisi bahan organik secara biologis dibawah kondisi tertentu menjadi bahan humus.

Proses dekomposisi dibantu oleh ketersediaan dan aktivasi dari mikroorganisme. Mikroorganisme yang sering terlibat dalam proses pengomposan terdiri dari bakteri, aktinomisetes, fungi dan protozoa. Bahan kompos dapat berupa

limbah dedaunan, sekam padi, sampah organik maupun tumbuhan eceng gondok yang dianggap gulma karena populasinya yang melimpah dan kecepatan tumbuhnya yang cepat.

Dengan perkembangan yang cepat yaitu sekitar 4% pada setiap meter persegi (m^2) tumbuhan dengan kerapatan 10 kg/m^2 eceng gondok akan membuat terganggunya keseimbangan alam khususnya di danau karena akan mengakibatkan pendangkalan danau dan terjadi banjir di sekeliling danau. Eceng gondok mempunyai sifat yang baik antara lain dapat menyerap logam-logam berat, senyawa sulfid, selain itu juga mengandung protein lebih dari 11,5% dan mengandung selulosa yang lebih tinggi dari non selulosanya seperti lignin, abu, lemak dan zat-zat lain. Hasil penelitian eceng gondok segar memiliki kandungan kimia sebesar : bahan organik 36,59%, C organik 21,23%, N total 0,28%, P total 0,0011% dan K total 0,16%. Eceng gondok dengan perlakuan yang tepat dapat menghasilkan kompos sebagai pupuk untuk menambah nutrisi (hara) tanaman (Hajama, 2014).

Untuk memanfaatkan tumbuhan eceng gondok sebagai kompos bisa dengan menggunakan PGPR yang berfungsi sebagai dekomposer atau pengurai untuk mempercepat pembusukan. Menurut Tim PKMM UNS DIKTI (2010), PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) merupakan mikroba tanah yang terdapat pada akar tanaman yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. PGPR adalah bakteri sekitar perakaran yang dapat memacu pertumbuhan tanaman dan juga merupakan agens (mikrobia) pengendali hayati yang menguntungkan bagi tumbuhan. Bakteri ini tumbuh disekitar perakaran (*Rhizosphere*) dimana terdapat eksudat yang dikeluarkan akar sebagai nutrisi bagi mikroba. PGPR mengandung bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus polymixa*.

Bahan yang digunakan sebagai biang PGPR yaitu akar bambu, akar putri malu, akar tebu dan akar rumput gajah. Menurut penelitian Susetyo (2013), menggunakan PGPR yaitu bakteri yang bersifat menguntungkan bagi tanaman.

Memanfaatkan akar bambu sebagai dekomposer karena pada akar bambu terdapat bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan bakteri *Bacillus polymixa* yang dapat membantu proses fermentasi.

Bakteri pada PGPR akar bambu dapat mengeluarkan cairan yang mampu melarutkan mineral sehingga menjadi unsur hara yang tersedia, merombak dan mengurai bahan organik (dekomposisi bahan organik) menjadi nutrisi tanaman. Selain itu bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan bakteri *Bacillus polymixa* dapat mengeluarkan enzim serta hormon yang berguna untuk memacu pertumbuhan tanaman dan mengeluarkan antibiotik yang mampu menghambat pertumbuhan dan perkembangan mikroba yang bersifat patogenik (mikroba penyebab penyakit) (Susetyo 2013).

Menurut Yulianti *et. al.*, (2012), akar tanaman tebu hasil eksplorasi di beberapa lokasi pengembangan tebu komersial dan pertanaman tebu di pekarangan rakyat diperoleh sekitar 156 isolat *Azospirillum*, *Azotobacter*, bakteri pelarut P dan bakteri endofit lainnya. Isolat-isolat yang memiliki kemampuan fiksasi N tinggi serta memiliki kompatibilitas tinggi dengan isolat lain dijadikan bahan aktif biofertilizer. Dengan demikian biofertilizer yang dihasilkan mengandung beberapa macam isolat bakteri endofit lainnya. Menurut Becking (1992) dalam Yulianti *et. al.*, (2012), kelompok *Azotobacter* merupakan bakteri nonsimbiotik, aerobik, heterotrophik dengan spesialisasi sebagai fiksasi nitrogen dengan karbon organik sebagai sumber energi. *Acetobacter* merupakan bakteri yang paling banyak berasosiasi dengan tanaman tebu (Shinde dan Khade 2007 dalam Yulianti *et. al.*, 2012).

Perakaran putri malu terdapat bintil-bintil akar yang mengandung koloni mikroba yang bersimbiosis mutualisme dengan akar putri malu tersebut. Beberapa mikroba yang terkandung dalam akar putri malu antara lain bakteri *Rhizobium*, merupakan bakteri gram negatif yang bersimbiosis dengan inang tertentu. Mikroba ini menginfeksi akar sehingga timbul bintil akar (seperti pada suku leguminosa).

Rhizobium mampu menambat nitrogen, melarutkan fosfat dan kalium sekaligus, sehingga putri malu selalu nampak hijau dalam kondisi tanah kritis sekalipun (Vikayanti, 2014).

Bacillus sp. bakteri ini mampu melarutkan fosfat dan kalium serta menghasilkan zat pengatur tumbuh tanaman dan menekan perkembangan mikroba patogen. *Pseudomonas putida* merupakan salah satu strain bakteri yang terdapat pada perakaran putri malu. Bakteri ini mampu menekan serangan penyakit layu bakteri pada tanaman tembakau di Sumatera Utara. *Actinomyces*, merupakan bakteri yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan antibiotik. Bakteri ini banyak terdapat pada perakaran putri malu (Vikayanti, 2014).

Eliza *et. al* (2007), perakaran tanaman famili Graminae memiliki kerapatan populasi bakteri yang tinggi dan berpotensi digunakan sebagai agensi pengendalian hayati. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perakaran rumput gajah memiliki kerapatan populasi bakteri rizosfer yang paling tinggi yaitu 8,12 log cfu/g bobot basah akar.

Penelitian ini bertujuan untuk (i) mengetahui pengaruh macam PGPR terhadap kandungan unsur kompos hara eceng gondok, dan (ii) mengetahui macam PGPR terbaik terhadap kandungan unsur hara kompos eceng.

METODE PENELITIAN

Percobaan ini dilaksanakan di Desa Kandang Jaya Kecamatan Lampihong Kabupaten Balangan pada bulan Februari sampai dengan April 2016. Bahan yang digunakan antara lain tumbuhan eceng gondok, sekam padi, akar bambu wulung (*Gigantochloa atroviolacea*), putri malu mini berbunga (*Mimosa pudica*), tebu kuning (*Saccharum officinarum* L.), Rumput Gajah Kolonjono/ Brazilia (*Panicum muticum*), air matang, air cucian beras, gula pasir, dedak halus, terasi dan kapur sirih. Sedangkan alat yang dipakai adalah ember berukuran 8 l, panci berukuran 5 l, kompor, jerigen berukuran 5 l, parang, timbangan,

neraca analitik, cangkul, sprayer, alat-alat tulis dan alat dokumentasi.

Penelitian ini merupakan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal. Faktor yang diteliti adalah macam bahan PGPR (P) sebanyak 4 taraf yaitu: p_1 = PGPR akar bambu, p_2 = PGPR rumput gajah, p_3 = PGPR akar putri malu dan p_4 = PGPR akar tebu. Setiap perlakuan diulang 4 kali, sehingga terdapat 16 satuan percobaan. Pelaksanaan percobaan meliputi pembuatan biang PGPR, pembuatan PGPR, pengambilan tumbuhan eceng gondok dan pengomposan. Peubah yang diamati adalah kandungan N, P, K, C-organik dan pH.

Model linier yang digunakan untuk menganalisis setiap peubah yang diamati adalah

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \epsilon_{ij}$$

Dimana :

$i = 1, 2, 3$ dan 4 (macam bahan PGPR)

$j = 1, 2, 3$, dan 4 (ulangan)

Keterangan :

Y_{ij} = Respon satuan percobaan yang menerima perlakuan ke- i pada ulangan ke- j

μ = Nilai tengah umum

t_i = Pengaruh perlakuan dari perlakuan ke- i

ϵ_{ij} = Pertambahan karena pengaruh galat acak percobaan dari perlakuan ke- i dan kelompok ke- j .

Analisis ragam diatas bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perlakuan terhadap peubah yang diamati.

Data yang didapat diuji kehomogenannya dengan uji Bartlett, apabila tidak homogen maka data di transformasi. Jika data homogen maka dilanjutkan dengan uji F untuk mengetahui pengaruh perlakuan, nyata atau sangat nyata. Apabila uji-F menunjukkan pengaruh nyata atau sangat nyata, pengujian dilanjutkan dengan uji beda nilai tengah perlakuan dengan menggunakan uji DMRT pada taraf nyata 5% (Langai, 2002).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kandungan C- Organik

Kandungan C-Organik dianalisis setelah kompos yang dikomposkan selama 50 hari. Berdasarkan hasil analisis ragam

peubah yang diamati bahwa perlakuan pemberian berbagai macam PGPR tidak memberikan pengaruh terhadap kandungan C-Organik. Diagram kandungan pemberian perlakuan PGPR dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Kandungan C-Organik pada berbagai macam PGPR

Dari diagram terlihat pemberian perlakuan PGPR Akar Bambu (p_1) merupakan perlakuan yang memberikan hasil paling tinggi yaitu sebesar 22,51% dan pemberian PGPR Akar Tebu merupakan hasil yang terendah yaitu 22,02%.

Dari hasil analisis ragam peubah data yang diamati menunjukkan bahwa perlakuan pemberian berbagai macam PGPR tidak memberikan pengaruh terhadap kandungan N-total. Diagram kandungan N-total pada berbagai macam PGPR dapat dilihat pada Gambar 2.

Kandungan N-total

Gambar 2. Kandungan N-total pada berbagai macam PGPR

Diagram di atas menunjukkan kandungan N-total tertinggi pada perlakuan

P-total

Kandungan P-total dari hasil pengamatan, dengan pemberian berbagai macam PGPR tidak memberikan pengaruh. Diagram kandungan P-total pada berbagai

p_3 yaitu sebesar 0,81 dan kandungan N-total terendah pada perlakuan p_2 yaitu 0,73. macam PGPR dapat dilihat pada Gambar 3. Dari hasil pemeriksaan kompos didapat perlakuan p_1 yang paling tinggi yaitu sebesar 0,67 dan pada perlakuan p_2 merupakan hasil yang paling rendah yaitu 0,59.

Gambar 4. Kandungan P-total pada berbagai macam PGPR

Kandungan K-Total

Dari hasil analisis ragam peubah yang diamati menunjukkan bahwa perlakuan pemberian berbagai macam PGPR tidak

memberikan pengaruh terhadap kandungan K-total. Diagram kandungan K-total pada berbagai macam PGPR dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5. Kandungan K-total pada berbagai macam PGPR

Dari diagram diatas perlakuan p₁ merupakan hasil yang tertinggi, sedangkan pada perlakuan p₂, p₃ dan p₄ merupakan hasil yang sama atau tidak berbeda.

Kondisi pH (Derajat Keasaman)

Kondisi pH (derajat keasaman) dianalisis setelah 50 hari pengomposan.

Berdasarkan hasil analisis ragam peubah data yang diamati menunjukkan bahwa perlakuan pemberian berbagai macam PGPR tidak memberikan pengaruh. Diagram kondisi pH (derajat keasaman) pada berbagai macam PGPR dapat dilihat pada Gambar 6.

Gambar 6. Kondisi pH (derajat keasaman) pada berbagai macam PGPR

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa pH dari ke empat sampel tidak berbeda. Namun berada pada kondisi pH netral di akhir masa pengomposan. Untuk perlakuan kompos dengan pemberian berbagai macam PGPR pH tertinggi terdapat pada perlakuan (p₃) yaitu 7,33 dan pH terendah terdapat pada pemberian PGPR akar tebu (p₄) yaitu 7,14.

Pembahasan

Pengomposan adalah proses dimana bahan organik mengalami penguraian secara biologis, khususnya oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi. Kompos adalah hasil dekomposisi parsial atau tidak lengkap, dipercepat secara artifisial dari campuran bahan-bahan organik oleh populasi berbagai macam mikroba dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembab, dan aerobik atau anaerobik. Teknologi pengomposan saat ini menjadi sangat penting artinya terutama untuk mengatasi permasalahan limbah organik (Hamastuti *et. al.*, 2012).

Dalam penelitian ini dilakukan uji kandungan unsur hara N-Total, P₂O₅, K₂O, pH dan C-Organik dari hasil kompos dengan perlakuan PGPR dari akar bambu, PGPR akar rumput gajah, PGPR akar putri malu dan PGPR akar tebu.

Uji laboratorium menunjukkan bahwa kompos eceng gondok mengandung beberapa unsur hara makro dan mikro, yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan dengan memberikan berbagai macam PGPR untuk mempercepat pengomposan eceng gondok yaitu PGPR akar bambu (p₁), PGPR akar rumput gajah (p₂), PGPR akar putri malu (p₃) dan PGPR akar tebu (p₄) tidak memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kandungan C Organik, N-total, P₂O₅, K₂O dan pada pH kompos. Hal ini dikarenakan perlakuan yang digunakan memiliki kandungan bakteri pengurai yang tidak berbeda jauh seperti bakteri *Bacillus* sp dan *Pseudomonas fluorescens*, terhadap PGPR

akar bambu, PGPR akar tebu dan PGPR akar rumput gajah, karena dari ketiga macam PGPR tersebut merupakan tanaman yang berasal dari famili yang sama yaitu Gramineae/ Poaceae. Sedangkan pada PGPR akar putri malu mempunyai kerapatan *Pseudomonas fluorescens* lebih banyak dari macam PGPR lainnya, karena tumbuhan putri malu merupakan family Fabaceae.

Tidak berbeda jauhnya jumlah bakteri disebabkan bahan biang PGPR umumnya menyukai tanah yang berpH sama yaitu agak masam sampai agak basa. Tanaman bambu menyukai tanah berpH 5,6 -6,5 (Dephut, 1992 *dalam* Yani, 2012), tebu pada tanah berpH 5,0 – 8.0 (Fauconnier, 1993 *dalam* Shofy, 2008), rumput gajah pada tanah berpH 5,5 – 7 dan putri malu pada tanah berpH 6,4 -7,8 (Saputra, 2009).

Dari penelitian ini mendapatkan hasil yang tidak berpengaruh atau berbeda nyata pada pengamatan statistik, tapi dari hasil analisis kandungan unsur hara pada setiap perlakuan memenuhi nilai minimum standar kualitas kompos dalam Peraturan Menteri No. 2/ Pert./ HK.060/2/2006.

Kandungan C-Organik kompos eceng gondok ini tergolong tinggi dan sudah memenuhi syarat untuk pupuk organik yaitu 22,51% dengan penambahan PGPR akar bambu (p₁) merupakan C-organik yang tertinggi dan 22.02% merupakan hasil analisis C-organik yang paling rendah dengan penambahan PGPR akar tebu (p₄). Penurunan pada nilai C-organik kompos disebabkan karena adanya bakteri *bacillus* sp sebanyak 1,380 x 10³ CFU/ ml dan bakteri *Pseudomonas fluorescens* sebanyak 2,91 x 10¹⁷ CFU/ ml. Bakteri ini ikut membantu dalam proses penguraian bahan organik, protein, karbohidrat dan lemak secara biologis. Menurut Hajama (2014), pada pengomposan ada faktor penting yang dibutuhkan oleh mikroorganisme sebagai sumber nutrisi untuk pembentukan sel sel tubuhnya yaitu nilai ratio C/N.

Nitrogen merupakan sumber energi bagi mikroorganisme dalam tanah yang berperan penting dalam proses pelapukan atau dekomposisi bahan organik. Nitrogen

ini diperlukan dalam proses fotosintesis (Hajama, 2014). Hasil uji laboratorium pada kadar Nitrogen (N) menunjukkan hasil tertinggi pada perlakuan PGPR akar putri malu (p_3) yaitu 0,81 dan hasil terendah pada perlakuan PGPR akar rumput gajah (p_2) yaitu sebesar 0,73. Hasil analisis menunjukkan PGPR akar putri malu memiliki kandungan bakteri *bacillus sp* sebanyak $1,460 \times 10^3$ CFU/ml dan bakteri *Pseudomonas fluorescens* sebanyak $2,41 \times 10^{32}$ CFU/ml, jauh lebih banyak dari perlakuan lainnya.

Menurut hasil penelitian Mieke *et. al.*, (2008), diperoleh dua jenis bakteri endofitik penambat N_2 unggul yaitu *Pseudomonas sp.* dan *Acinetobacter sp.* yang mempunyai aktivitas nitrogenase tinggi yaitu sebesar 254,0 dan 263,5 nmol C_2H_4 g^{-1} BK jam^{-1} . Bakteri tersebut dapat meningkatkan serapan N. Bakteri *Pseudomonas sp* merupakan isolate bakteri endofitik yang memiliki aktivitas nitrogenase yang paling stabil.

Hasil analisis kandungan C-organik dan N-total maka didapatkan nilai ratio C/N yaitu pada masing-masing perlakuan sebesar p_1 (28,49), p_2 (30,22), p_3 (27,64), p_4 (28,23). Hasil analisis tersebut terlihat bahwa pada perlakuan p_3 merupakan penghasil rasio C/N yang paling rendah.

Menurut Hamastuti *et. al.*, (2012), Ratio C/N yang ideal berdasar peraturan menteri pertanian No.28/Permentan/SR.1305/5/2009 ialah 15-25%. Dalam berjalannya proses pengomposan, ratio C/N yang terlalu tinggi mengindikasikan dekomposisi berjalan lambat karena mikroorganisme tidak dapat tumbuh dengan optimal. Sebaliknya ratio C/N terlalu rendah mengindikasikan pertumbuhan mikroorganisme yang terlalu cepat dan tidak terkontrol, akibatnya akan timbul kondisi anaerobik dan kompos menjadi bau. Bau tersebut berasal dari perubahan sebagian nitrogen menjadi gas amoniak. Idealnya, pada akhir pengomposan, yaitu pada saat kompos matang nilai ratio C/N akan menurun dibanding kondisi awal. Penggunaan kompos dengan ratio C/N yang terlalu tinggi dapat menimbulkan defisiensi N sehingga pertumbuhan tanaman tidak

normal, kerdil, daunnya menguning dan kering.

Menurut Djuarnani *et. al.*, (2005) dalam Hajama (2014), jika C/N tinggi, aktivitas biologi mikroorganisme akan berkurang. Jika nisbah C/N terlalu rendah atau kurang dari 30, kelebihan nitrogen N yang tidak dipakai oleh mikroorganisme tidak dapat diasimilasi dan akan hilang melalui volatilisasi sebagai amonia atau terdenitrifikasi.

Menurut Sutanto (2002) dalam Hajama (2014), mikroorganisme akan mengikat nitrogen tetapi tergantung pada ketersediaan karbon. Apabila ketersediaan karbon terbatas (nisbah C/N terlalu rendah) tidak cukup senyawa sebagai sumber energi yang dapat dimanfaatkan mikroorganisme untuk mengikat seluruh nitrogen bebas. Dalam hal ini jumlah nitrogen bebas dilepaskan dalam bentuk gas NH_3 - dan kompos yang dihasilkan mempunyai kualitas rendah. Apabila ketersediaan karbon berlebihan ($C/N > 40$) jumlah nitrogen sangat terbatas sehingga merupakan faktor pembatas pertumbuhan mikroorganisme. Proses dekomposisi menjadi terhambat karena kelebihan karbon pertama kali harus dibakar/dibuang oleh mikroorganisme dalam bentuk CO_2 .

Selain C dan N unsur P dan K juga salah satu unsur makro yang penting untuk pertumbuhan tanaman. Hasil analisis kandungan P dan K setelah masa pengomposan berakhir pada masing-masing perlakuan yaitu P (p_1 0,67, p_2 0,59, p_3 0,66, p_4 0,60) dan K (p_1 0,51, p_2 0,50, p_3 0,50, p_4 0,50). Dari hasil kandungan analisis P dan K masing-masing perlakuan memenuhi nilai minimum standar kualitas kompos. Tabel Standar Kualitas Kompos bisa dilihat pada Lampiran 7. Pada kandungan nilai P tertinggi pada perlakuan p_1 yaitu sebesar 0,67, pada perlakuan p_1 menunjukkan hasil analisis bakteri *Pseudomonas fluorescens* sebagai bakteri yang mampu meningkatkan kelarutan P sebanyak $2,02 \times 10^{17}$ CFU/ml.

San dan Paul (1957) dalam Elfiati (2005), menggunakan fosfobakterin galur fosfo 24, *Bacillus subtilis*, *Bacterium mycoides*, dan *B. mesentericus* untuk melarutkan P organik (glisero fosfat, lesitin,

tepung tulang) dan P anorganik (Ca-P, Fe-P) yang dilakukan secara *in vitro*. Hasilnya menunjukkan bahwa bakteri tersebut mampu melarutkan FePO_4 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, gliserofosfat, lesitin, dan tepung tulang berturut-turut sebanyak 2-7, 3-9, 3-13, 5-21, dan 14%. Banik (1982) dalam Elfiati (2005) memanfaatkan *Bacillus* sp dan dua galur *Bacillus firmus*, hasil percobaannya menunjukkan bahwa ketiga bakteri tersebut masing-masing hanya mampu melarutkan berturut-turut 0,3, 0,9 dan 0,3% dari senyawa $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ yang diberikan, dan tidak mampu melarutkan AIPO_4 dan FePO_4 .

Sundara Rao dan Sinha (1962) dalam Elfiati (2005), mengidentifikasi beberapa mikroba pelarut P dari lapisan perakaran tanaman gandum. Mikroba tersebut adalah *Bacillus megaterium*, *Bacillus* sp, *Escherichia freundii*, dan *E. intermedia*. Supadi (1991) dalam Elfiati (2005), juga mendapatkan anggot-anggota *Escherichia* yang dapat melarutkan P dari lapisan perakaran tanaman jagung. Bakteri-bakteri tersebut meningkatkan P tersedia sebanyak 0,8-3,7 ppm pada tanah nonsteril dan 0,1-3,6 ppm pada tanah steril.

Menurut Hamastuti *et. al.*, (2012), *Pseudomonas fluorescens* mampu meningkatkan kelarutan P dari Fosfat alam sebesar 16,4 ppm menjadi 59,9 ppm, meningkatkan kelarutan dari AIPO_4 dari 28,5 ppm menjadi 30,6 ppm dan meningkatkan P yang tersedia di tanah dari 17,7 ppm menjadi 34,8 ppm. Dalam penerapannya, inokulan pelarut fosfat pada tanaman harus diberikan dengan kepadatan yang tinggi, yaitu lebih dari 10^8 sel ml^{-1} media pembawanya. Dengan kepadatan yang tinggi diharapkan mikroorganisme pelarut fosfat yang diberikan tersebut dapat bersaing dengan mikroorganisme yang ada dalam tanah.

Menurut Parmar (2013) dalam Mutmainnah (2015), mikroba pelarut kalium adalah mikroba yang berada di daerah rhizosfer yang dapat melarutkan kalium (K) kedalam bentuk kalium terlarut agar dapat diserap tanaman untuk pertumbuhan tanaman. Pelarutan kalium di tanah dilakukan oleh sejumlah mikroba saprofit khususnya bakteri seperti *Bacillus*

mucilaginosus, *Bacillus edaphicus*, *Bacillus circulans*, *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Paenibacillus* spp., serta sejumlah jamur seperti *Aspergillus* spp., dan *Aspergillus terreus*. Mikroba pelarut kalium merupakan mikroba yang penting karena sebagai agen tetap pelarut kalium dalam tanah. Mikroba pelarut kalium yang berada pada daerah rhizosfer menunjukkan interaksi yang efektif antara sistem dalam tanah dan tanaman. Mikroba pelarut kalium membantu penyediaan kalium dengan cara merombak mineral-mineral kalium menjadi ion-ion kalium sehingga dapat dikonsumsi oleh tanaman. Meena (2014) dalam Mutmainnah (2015), peran mikroba pelarut kalium yang utama adalah asidolisis, pengkhelatan, reaksi pertukaran dan produksi asam organik.

Beberapa mikroba pelarut kalium yang telah dilaporkan dapat melarutkan beberapa mineral kalium menjadi bentuk kalium yang dapat diserap oleh tanaman. Mikroba tersebut adalah *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Achidothiobacillus ferroxidans*, *Bacillus mucilaginosus*, *Bacillus edaphius*, *B. circulans* dan *Paenibacillus* sp. Ketersediaan kalium dalam tanah dipengaruhi oleh pH dan jenis mikroorganisme dalam pelarutan kalium (Parmar 2013 dalam Mutmainnah 2015). Dalam penelitian yang lain Zarjani dkk., (2013) dalam Mutmainnah (2015), menyebutkan bahwa *Bacillus magaterium* melarutkan kalium dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan *Arthrobacter* sp.

Dalam pengomposan pH juga berperan penting terhadap aktivitas mikroorganisme. Uji laboratorium pada pH terhadap masing-masing perlakuan yaitu (p_1 7,31, p_2 7,23, p_3 7,33, p_4 7,14). Dari hasil analisis nilai pH masing-masing perlakuan memenuhi nilai munimun standar kualitas kompos yaitu 4-8. Tabel Standar Kualitas Kompos bisa dilihat pada Lampiran 6. Menurut Hajama (2014), pH awal sebaiknya 6,5 – 6,7 agar hewan pengurai dapat bekerja sama dengan mikroorganisme pengurai. Jika bahan organik yang dikomposkan terlalu asam dapat dinaikkan dengan cara pemberian kapur. Pada awal pengomposan pH akan menjadi asam karena

bahan organik diurai menjadi asam organik, namun semakin lama pH akan kembali netral.

pH yang terlalu basa dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan mikroorganisme tanah. pH yang terlalu basa akan mengeluarkan amonia yang berbau tidak sedap. pH yang terlalu basa maupun terlalu asam akan mengeluarkan bau dan ini akan mengundang lalat. Dalam proses ini diperkirakan aktivitas biologis berkurang, nitrogen habis dan sebagian mikroorganisme mati.

Rata-rata pH akhir dari proses dekomposisi eceng gondok pada semua perlakuan hampir sama, yaitu sekitar pH 7,25 – 7,71. Menurut Hadisumarno (1992) dalam Hajama (2014), menyatakan bahwa pH ideal dekomposisi aerobik antara 6,0-8,0, karena pada derajat tersebut mikroba dapat tumbuh dan mengadakan aktifitasnya dalam mendekomposisi bahan organik.

KESIMPULAN

Perlakuan pemberian berbagai macam PGPR tidak memberikan pengaruh terhadap kandungan unsur hara kompos eceng gondok dan tidak didapatkan perlakuan terbaik pada berbagai macam PGPR terhadap kandungan unsur hara kompos eceng gondok.

DAFTAR PUSTAKA

- Eliza, A. Munif, I Djatnika dan Widodo. 2007. *Karakter fisiologis dan peranan antibiosis bakteri perakaran graminiae terhadap fusarium dan pemacu pertumbuhan tanaman pisang*. Jurnal Hortikultura. Volume 17. Nomor 2.
- Elfiati, D. 2005. *Peranan mikroba pelarut fosfat terhadap pertumbuhan tanaman*. Skripsi. Jurusan Kehutanan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Hajama, N. 2014. *Studi pemanfaatan eceng gondok sebagai bahan pembuatan pupuk kompos dengan menggunakan aktivator EM4 dan Mol Serta Pengembangannya*. Skripsi. Fakultas Teknik Lingkungan Jurusan Sipil. Universitas Hasanudin Makassar.
- Hamastuti, H. Elysa Dwi O. S.R Juliastuti dan Hendrianie. 2012. *Peran mikroorganisme Azotobacter Chroococcum, Pseudomonas fluorescens dan Aspergillus niger pada pembuatan kompos limbah sludge industri pengolahan susu*. Jurnal Teknik POMITS. Volume 1. Nomor 1.
- Langai, B. F. 2002. *Buku Ajar, Rancangan Percobaan*. Fakultas Pertanian. Unlam. Banjarbaru.
- Mieke R. S, Dedeh Hudaya, Arief, Pujawati S dan Ridha Hudaya. 2008. *Formulasi pupuk hayati bakteri endofitik penambat N₂ dan aplikasi untuk meningkatkan hasil tanaman padi*. Jurnal Agrikultura Volume 19. Nomor 3.
- Mutmainnah L. 2015. *Inventarisasi dan uji kemampuan pelarutan kalium oleh mikroba pelarut kalium dari rhizosfer tanaman tebu (Saccharum Sp.)*. Skripsi. Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Soeparno. 2013. *Modul Pelatihan Pembuatan Kompos*. Bandung. <http://cwmbc.co.id>. Diakses pada tanggal 29 Oktober 2015.
- TIM PKMM UNS DIKTI. 2010. *Sekolah Hayati Untuk Meningkatkan Kualitas dan Kuantitas Pangan*. <http://le3n1.blog.uns.ac.id>. Diakses pada tanggal 28 Oktober 2015.
- Susetyo, N.A. 2013. *Pemanfaatan urin sapi sebagai POC (Pupuk Organik Cair) dengan penambahan akar bambu melalui proses fermentasi dengan waktu yang berbeda*. Skripsi. Fakultas Keguruan dan Ilmu

- Pendidikan. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Shofy, M. 2008. *Pengaruh pemberian amelioran tanah terhadap sifat kimia tanah dan pertumbuhan Dua Varietas Tebu (Saccharum officinarum L.)*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Saputra, E. 2009. Uji antibakteri ekstrak tanaman putri malu (*Mimosa pudica*) terhadap pertumbuhan *Shigella dysentria*. Skripsi. Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Vikayanti. 2014. *Menilik Potensi Sang Putri Malu*. Ditjenbun.pertanian.go.id.
- Diakses pada tanggal 2 Desember 2015.
- Yulianti, T. Dhajadi, Nurul Hidayah, Roni Syahputra, Kristiana, S. W dan Supriadi. 2012. *Formulasi biofertilizer berbasis bagas tebu guna meningkatkan produk pertanian sekaligus menekan pencemaran lingkungan*. Laporan Penelitian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan. Malang.
- Yani, A.P. 2012. *Keanekaragaman dan populasi bambu Di Desa Talang Pauh Bengkulu Tengah*. Jurnal Exacta, Vol. X No. 1 Juni 2012.