

Efektivitas Kompos Limbah Jagung Menggunakan Dekomposer Bakteri dan Cendawan pada Tanaman Jagung

The Effectiveness of Maize Stover Composts Using Decomposers of Bacteria and Fungi on Maize Growth

Faesar dan Syuryawati

Balai Penelitian Tanaman Serealia
 Jl. Dr. Ratulangi No. 274, Maros Sulawesi Selatan
 Email : f_patefaesar@yahoo.co.id

Diterima : 27 Juli 2018

Revisi : 12 September 2018

Disetujui : 20 September 2018

ABSTRAK

Pemanfaatan limbah batang dan daun jagung sebagai sumber bahan organik di lahan pertanian tidak dapat diaplikasikan secara langsung ke tanah karena proses dekomposisinya lambat. Upaya mempercepat pengomposan dengan pemanfaatan bioaktivator. Pembuatan kompos dilakukan di rumah kaca dan aplikasi kompos di lapangan dilakukan di Kebun Percobaan Bajeng Balai Penelitian Tanaman Serealia, bulan Maret hingga Agustus 2015. Penelitian disusun menurut rancangan acak kelompok. Pembuatan kompos digunakan tiga isolat tunggal bakteri (B7,1; E7,7; E7,11), tiga isolat tunggal cendawan (M7, O5, P7), lima kombinasi bakteri dan cendawan (B7,1+O5; B7,1+M7; E7,7+P7; B7,1+E7,7+O5, EM4), dan pupuk anorganik dengan dosis 200 kg N/ha, 45 kg P₂O₅/ha, 60 kg K₂O/ha sebagai kontrol, sehingga terdapat 12 perlakuan dan setiap perlakuan diulang tiga kali. Isolat tunggal dipupuk 75 persen NPK sedangkan Isolat kombinasi 50 persen NPK. Hasil penelitian menunjukkan dekomposer E7,7 menghasilkan bobot biji jagung tidak berbeda nyata dibanding pemupukan 200 kg N, 45 kg P₂O₅, 60 kg K₂O/ha (NPK), dan lima dekomposer tunggal (E7,11, B7,1, M7, O5 dan P7), namun berbeda nyata dengan dekomposer kombinasi (B7,1+O5, E7,11+M7, E7,7+P7, B7,1+E7,7+O5 dan EM4). Ini berarti pemberian kompos batang dan daun jagung dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik NPK. Dekomposer kombinasi B7,1+O5 dan E7,7+P7 menunjukkan hasil jagung yang cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kombinasi lainnya termasuk EM4.

kata kunci: dekomposer, bakteri, cendawan, kompos, limbah jagung

ABSTRACT

Utilization of maize waste as the source of organic materials in the agricultural land could not be applied directly to soil because the rate of decomposition process is low. An effort to accelerate the maize wastes decomposition is by using bio-activator. The research conducted in greenhouse and Bajeng Research Installation of Indonesian Cereals Research Institution (ICERI) from March to August 2015. The research was arranged in a randomized block design using isolate bacteria and isolate fungi as a single isolate or their combination i.e.: three single isolates of bacteria (B7.1, E7.7 and E7.1), three single isolates of fungi (M7, O5, P7), and five combination of bacteria-fungi (B7.1+O5, B7.1+M7, E7.7+P7, B7.1+E7.7+O5, EM4). Inorganic fertilizer at a dose of 200 kg N/ha, 45 kg P₂O₅/ha, 60 kg K₂O/ha (NPK), used as the check treatment, so there were 12 treatments and each treatment had three replications. Single isolates fertilized with 75 percent NPK, while combination isolates fertilized with 50 percent NPK. The experiment results indicated that grain yield produced by treatment of composts using decomposer E7.7 was not significantly different from 200 N, 45 P₂O₅, K₂O (NPK), and the other single decomposers (E7.11, B7.1, M7, O5, and P7), but it was significantly different from combining decomposer (B7.1+O5, E7.11+M7, E7.7+P7, B7.1+E7.7+O5, and EM4). It means that the use of maize stover compost could decrease the use of inorganic NPK fertilizer. Combination of decomposer of B7.1+O5 and E7,7+P7 showed higher grain yield compared to the other combination of decomposer treatments, including EM4.

keywords: decomposer, bacteria, fungi, compost, maize wastes

I. PENDAHULUAN

Penanaman jagung secara intensif selain menghasilkan bobot biji yang tinggi juga menyisakan limbah dalam bentuk batang, daun, klobot, dan janggel. Limbah tersebut memiliki potensi cukup tinggi yaitu lebih dari 70 persen total biomassa tanaman dan limbah tersebut belum banyak dimanfaatkan. Limbah pertanaman jagung pada umumnya tidak dikembalikan lagi ke lahan atau dibakar karena mengganggu pengelolaan lahan pertanaman berikutnya. Sebenarnya limbah tanaman jagung dapat menjadi bahan baku untuk pembuatan pupuk organik sebagai pembenah tanah, karena limbah jagung mengandung selulosa, hemiselulosa, maupun lignin sebagai penyusun utama serasah tanaman (Herdiyantoro, 2010). Namun untuk terjadinya dekomposisi sempurna secara alami memerlukan waktu cukup lama sekitar 3–4 bulan bahkan lebih. Salah satu upaya untuk mempercepat penguraian limbah tanaman jagung adalah dengan menggunakan dekomposer dari mikrobia berupa bakteri atau cendawan, maupun kombinasinya.

Batang dan janggel jagung mengandung lignin, hemiselulosa, dan selulosa, masing-masing dapat dikonversi menjadi senyawa lain secara biologi. Selulosa merupakan sumber karbon yang dapat digunakan oleh mikroba sebagai substrat dalam proses fermentasi yang menghasilkan produk bernilai ekonomi tinggi (Suprpto dan Rasyid, 2002). *Trichoderma harsianum* dapat mempercepat penguraian bahan organik dalam tanah karena mengandung tiga enzim yaitu: (i) enzim cellulohidrolase (CBH) yang aktif merombak selulosa; (ii) enzim endoglukonase aktif merombak selulosa terlarut; dan (iii) enzim glukosidase yang aktif menghidrolisis unit selubiosa menjadi molekul glukosa. Ketiga enzim ini bekerja secara sinergis sehingga proses penguraian bahan organik lebih cepat (Salma dan Gunato, 1996). Brumn (2013) melaporkan bahwa hasil beberapa kali pengujian menunjukkan terdapat dua sistem degradasi selulosa yaitu melalui pelarutan dan pemisahan sel. Pada umumnya cendawan mendegradasi substrat optimum pada pH <5 (Van Leeuwen, dkk., 2012), sementara kebanyakan bakteri hidup sangat baik pada pH 7–8,5 (Asgari dan Cavanji, 2013). Rousk, dkk. (2009) menyatakan

bahwa pH netral dan agak alkalis sesuai untuk pertumbuhan bakteri, sementara pH masam sesuai untuk cendawan.

Beberapa spesies cendawan (fungi) maupun bakteri dapat saling antagonis atau saling sinergisme dalam merombak bahan organik. Pengaruh interaksi dekomposisi oleh bakteri dan cendawan ditentukan oleh keseimbangan kompetisi diantara keduanya dan manfaat dari enzim yang dihasilkan (Lindblom, 2005). Sebanyak 48 isolat cendawan yang diisolasi dari padang rumput memiliki potensi tinggi untuk berbagai fungsi yaitu digunakan untuk mengurai selulosa (83 persen), pektin (63 persen), lignin (27 persen), dan citin (8 persen) (Deacon, dkk., 2006). Zoppas, dkk. (2013) mengemukakan bahwa keuntungan dari penggunaan dekomposer bakteri maupun cendawan adalah mengurangi tumpukan limbah industri anggur dari lingkungan sekaligus meningkatkan nilai tambah melalui produksi berbagai jenis enzim. *Trichoderma longibrabiatum*, *T. Harzianum*, *T. Viride* menghasilkan enzim selulase maksimum terjadi pada 11 hari setelah inokulasi dan CMC (*Commercial Carboximetyl Cellulosa*) merupakan media terbaik untuk semua isolat (Awojobi, dkk., 2013).

Produksi kompos komersil yang terbuat dari limbah pertanian dengan aktivator pupuk organik adalah pilihan yang aman sebagai pembenah tanah secara alami dibanding pupuk kimia (Al Barkah, dkk., 2013). Pembuatan kompos menggunakan aktivator pengomposan seperti bakteri dan cendawan dengan enzimnya merupakan metode percepatan pengomposan yang mampu menghasilkan kompos berkualitas baik dalam waktu singkat kurang dari 35 hari (Sadik, dkk., 2010). Pengomposan anaerob dapat terjadi pada kisaran suhu 3–70°C (Asgari dan Cavanji, 2013). Kualitas kompos ditentukan oleh aktivitas mikrobia pada proses pengomposan dan aktivitas mikroba dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: bahan baku, komposisi nutrisi, kelembaban, temperatur, keasaman atau kegaraman, dan aerasi (Anyanwu, dkk., 2013). Menurut Ogbonna, dkk. (2012) bahwa aplikasi kompos limbah organik ke lahan pertanaman jagung pada tanah Ultisol memperbaiki sifat fisik tanah, meningkatkan kandungan hara N, P, dan K, serta beberapa hara mikro seperti: Zn, Fe, dan

Cu. Sementara (Azis, 2014) menyatakan bahwa manfaat aplikasi kompos ke lahan pertanian yaitu meningkatkan produktivitas, memperbaiki *biodiversity* tanah, mengurangi resiko ekologi, dan memperbaiki lingkungan.

Penanaman jagung di Indonesia lebih luas di lahan kering daripada di lahan sawah. Masalah utama penanaman jagung di lahan kering adalah kebutuhan air sepenuhnya tergantung pada curah hujan, bervariasinya kesuburan lahan, dan adanya erosi yang mengakibatkan penurunan kesuburan lahan (Adisarwanto dan Widyastuti, 2002). Masalah lain di lahan kering adalah kondisi tanah memiliki pH dan unsur hara yang rendah. Kekurangan unsur hara yang diperlukan oleh tanaman dapat ditanggulangi dengan cara pemupukan. Pemupukan yang tepat melalui kombinasi antara pemupukan organik dan anorganik yang mempertimbangkan keberlanjutan kesuburan lahan pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas kompos limbah jagung dengan dekomposer bakteri dan cendawan sebagai pembenah tanah yang dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik dan peluang pengembangan.

II. METODOLOGI

Pelaksanaan penelitian terdiri atas dua tahap kegiatan yaitu: (i) Pembuatan kompos menggunakan beberapa isolat bakteri, cendawan dekomposer, dan kombinasi keduanya; dan (ii) Pengujian efektivitas kompos pada tanaman jagung di lapangan.

2.1. Pembuatan Kompos Limbah Tanaman Jagung

Pembuatan kompos limbah tanaman jagung menggunakan beberapa bakteri dan cendawan efektif baik tunggal maupun kombinasinya. Pembuatan kompos ini dilakukan di rumah kaca Kelompok Peneliti Ekofisiologi Balai Penelitian Tanaman Serealia (Balitsereal) pada bulan Maret sampai Mei 2015. Kegiatan ini merupakan lanjutan dari percobaan *invitro* di laboratorium dengan menguji 12 perlakuan isolat dari bakteri, cendawan maupun kombinasi dekomposer yang efektif terhadap penguraian bahan limbah batang daun jagung. Isolat cendawan dekomposer potensial masing-masing diperbanyak pada media sekam + glukosa dengan konsentrasi

3 persen yang sudah steril dan diinkubasi selama 7–10 hari, sedangkan isolat bakteri dekomposer yang potensial diperbanyak pada media *Potato Dextrose Broth* (PDB). Media PDB steril kemudian diinokulasi dengan bakteri yang telah berumur 36 jam, selanjutnya dikocok selama 2 jam sampai tercampur merata dan siap diinokulasikan ke bahan kompos.

Penelitian disusun menurut rancangan acak kelompok dengan 12 perlakuan yaitu: 3 isolat bakteri (B7,1; E7,7; dan E7,11) 3 cendawan (M7, O5, P7), serta 4 kombinasi bakteri–cendawan (B7,1+O5; B7,11+M7; E7,7+P7; B7,1+E7,7+O5), EM4 (Komersil) serta pemupukan 200 kg N, 45 kg P₂O₅, 60 kg K₂O/ha (NPK) sebagai kontrol, setiap perlakuan diulang tiga kali sehingga diperoleh 36 satuan percobaan.

Pelaksanaan percobaan dilakukan sebagai berikut : (i) isolat bakteri dekomposer yang telah berumur 36 jam dikocok selama 2 jam hingga tercampur merata, kemudian dilarutkan sebanyak 50 ml dengan 300 ml air untuk tiga ulangan; (ii) untuk cendawan dekomposer potensial yang telah diperbanyak pada media sekam yang sudah disterilkan dengan tekanan 15 psi selama 15 menit dan diinkubasi selama 7–10 hari dan dicampur dengan glukosa konsentrasi 3 persen, selanjutnya dilarutkan sebanyak 50 g dalam 300 ml air untuk tiga ulangan; (iii) limbah batang dan daun jagung dipotong-potong dengan ukuran 2–4 cm, kemudian dijemur di bawah terik matahari selama 3 hari (kadar air = 6,5 persen); (iv) potongan bahan limbah batang dan daun jagung ditimbang 10 kg dan dimasukkan ke dalam kantong plastik ketebalan 2 mm yang diberi label masing-masing sesuai perlakuan isolat yang digunakan; (v) bahan limbah batang dan daun jagung dalam kantong plastik dicampurkan dengan kedua enceran isolat bakteri dan cendawan yang telah disiapkan; (vi) setiap perlakuan ditambahkan air secukupnya hingga mencapai kelembaban sekitar 60 persen, ditandai jika diperas tidak keluar air; (vii) Bahan kompos dipadatkan lalu bagian atasnya diikat dan disimpan di dalam rumah kaca untuk proses fermentasi; (viii) seluruh wadah sebanyak 36 unit ditata rapi sesuai urutan perlakuan dan ulangan kemudian ditutup dengan kain hitam untuk menghindari terkena sinar matahari langsung; (ix) pembalikan atau pengadukan dilakukan

Tabel 1. Analisis contoh tanah lokasi penelitian KP. Bajeng, Gowa, Sulawesi Selatan, 2015

Jenis penetapan	Nilai	Kriteria
Tekstur:		
Liat (%)	13	
Debu (%)	39	Lempung
Pasir (%)	51	
pH-Air (1:2,5)	5,8	
pH-KCl (1:2,5)	4,6	Agak masam
Bahan organik (%)	1,75	Rendah
N total (%)	0,08	Sangat rendah
C/N	15	Sedang
P Bray I (ppm)	30,11	Sangat tinggi
Ktotal (mg/100g)	0,42	Sedang
KTK (me/100g):		
Ca _{dd}	6,71	Sedang
Mg _{dd}	1,67	Sedang
Na _{dd}	1,35	Sedang
Al _{dd}	0,08	-
NTK	9,46	Rendah
Kejenuhan basa	96	Sangat tinggi

setiap satu minggu sekali, agar suhu dan udara merata. Pengamatan bobot, suhu, warna, dan tekstur kompos dilakukan setiap minggu, sedangkan kandungan hara kompos dianalisis pada akhir pengomposan.

2.2. Tahap Pengujian Kompos di Lapangan

Kompos batang dan daun jagung yang sudah matang pada saat 6 minggu setelah inokulasi (msi) diaplikasikan di lahan saat penanaman jagung di KP. Bajeng, Gowa, Sulawesi Selatan pada bulan Juni 2015. Petak percobaan berukuran 6 m x 4 m, dan masing-masing petak percobaan diberi kompos batang dan daun jagung sesuai dengan perlakuan yang diberikan. Kompos batang dan daun jagung diaplikasikan ke lahan setara dengan 3 ton/ha dan diberikan pada saat tanam sebagai penutup lubang tanam, sedangkan pemupukan anorganik dengan dosis masing-masing sebesar 200 kg N, 45 kg P₂O₅, 60 kg K₂O/ha(NPK) sebagai kontrol. Dosis pupuk anorganik pada perlakuan kompos isolat tunggal adalah 75 persen dari pupuk NPK, sedangkan dosis pupuk anorganik pada perlakuan kompos dengan isolat kombinasi adalah 50 persen pupuk NPK. Jagung yang digunakan sebagai tanaman indikator adalah varietas Bima 20 URI ditanam dengan jarak tanam 75 cm x 20 cm, satu tanaman per lubang atau jumlah populasi 66.666 tanaman/ha.

2.3. Pengamatan:

Penelitian dilakukan dimulai dari penyiapan bahan kompos dari limbah batang dan daun jagung, selanjutnya penyiapan isolat decomposer bakteri dan cendawan, dilanjutkan dengan pembuatan kompos limbah batang dan daun jagung. Setelah inokulasi decomposer, kompos matang pada waktu 6 minggu, lalu dilakukan aplikasi kompos pada tanaman jagung di lapangan. Pada rangkaian tahapan pelaksanaan penelitian dilakukan beberapa pengamatan meliputi: (i) analisis kandungan N, P, K limbah batang, daun, klobot tanaman jagung bahan kompos, (ii) analisis contoh tanah lokasi sebelum pelaksanaan aplikasi kompos di lapangan; (iii) bobot bahan kompos batang dan daun jagung per kantong setiap minggu sekali; (iv) pengamatan suhu, perubahan warna, bau, dan tekstur seminggu sekali; (v) pengukuran kandungan N, P, K, nisbah C/N, dan kadar air (ka) kompos yang sudah matang; (vi) komponen pertumbuhan tanaman jagung meliputi tinggi tanaman, indeks luas daun (ILD), dan bobot brangkas; (vii) hasil jagung tongkol (kg/petak) dan komponen hasil tanaman jagung meliputi panjang tongkol, lingkaran tongkol, bobot 1000 biji, dan rendemen biji; (viii) penggunaan sarana produksi (benih, pupuk, herbisida, fungisida, dan kompos); (ix) penggunaan tenaga kerja (penyiapan lahan, penanaman, pemupukan,

pemeliharaan tanaman, panen, dan prosesing hasil; (x) analisis ekonomi (keuntungan dan RCR) .

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis contoh tanah sebelum pelaksanaan penelitian menunjukkan tekstur lempung, reaksi tanah agak masam, kandungan bahan organik rendah, N total sangat rendah, P total tinggi, K dan basa-basa dapat tukar sedang, dan NTK rendah serta kejenuhan basa sangat tinggi (Tabel 1). Dari sifat fisik dan kimia tanah memperlihatkan bahwa tanah di lokasi penelitian memiliki tingkat kesuburan yang rendah, sehingga diperlukan pembenahan melalui pemupukan organik maupun anorganik untuk mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman yang diharapkan.

Pada Tabel 2, analisis limbah tanaman jagung varietas Bima-3 menunjukkan bahwa kandungan unsur hara N paling tinggi di daun diikuti oleh batang, janggol, dan klobot. Untuk kandungan P tertinggi pada daun diikuti secara berturut-turut batang, klobot, dan janggol. Sementara kandungan K tertinggi pada batang diikuti oleh daun, janggol, dan klobot. Hasil analisis contoh limbah tanaman jagung yang diambil secara komposit menunjukkan bahwa kandungan N dan K daun jagung varietas Bima-3 cukup tinggi, sedangkan P rendah. Sementara batang mengandung K dan N cukup tinggi namun P rendah. Karena itu untuk membuat kompos limbah batang dan daun jagung Bima-3 sebaiknya ditambahkan bahan yang mengandung P tinggi untuk menjaga keseimbangan hara kompos.

Pada penelitian ini digunakan limbah batang dan daun jagung tanpa campuran bahan lain untuk menguji efektivitas beberapa isolat dekomposer terhadap limbah tanaman jagung.

Tabel 2. Kandungan Hara N, P, K Limbah Jagung (Batang, Daun, dan Klobot)

Brangkasan jagung	Kandungan hara (%)		
	N total	P ₂ O ₅	K ₂ O
Batang	0,90	0,35	2,68
Daun	1,49	0,47	1,87
Klobot	0,30	0,30	0,65

Penurunan bobot kompos limbah batang dan daun jagung sejak satu minggu setelah inokulasi dekomposer bakteri, cendawan, maupun kombinasi keduanya tidak terlalu besar karena pengomposan dilakukan secara semi anaerobik sistem tertutup sehingga tidak terjadi penguapan maupun perembesan air. Perbedaan efektivitas setiap dekomposer belum terlihat pada 1 minggu setelah inokulasi. Perbedaan nyata efektivitas masing-masing dekomposer terjadi pada 2 minggu setelah inokulasi (msi) dan puncaknya terjadi pada saat 5 minggu setelah inokulasi (Tabel 3).

Analisis contoh kompos limbah batang dan daun jagung yang menggunakan biodekomposer bakteri dan cendawan baik tunggal maupun kombinasi keduanya ditunjukkan pada Tabel 4. Kandungan hara kompos bervariasi dari setiap isolat yang digunakan dengan kisaran 1,57 sampai 1,83 persen N. Kandungan P kompos berkisar 0,24 hingga 0,33 persen, dan K berkisar

Tabel 3. Bobot Kompos Limbah Jagung (Batang dan Daun) setiap minggu setelah diinokulasi Isolat Bakteri dan Cendawan Decomposer

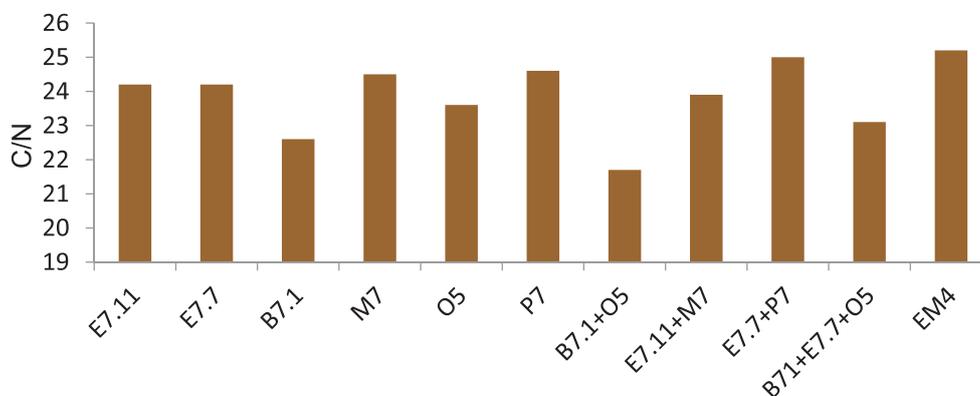
Perlakuan/ Kompos	Bobot kompos per minggu (kg)					
	1 msi	2 msi	3 msi	4 msi	5 msi	6 msi
E7.11	9,99 tn	9,63 a	9,43 ab	9,35 a	9,06 ab	8,89 ab
E7.7	9,40	9,88 ab	9,75 a	9,55 a	9,42 a	9,15 a
B7.1	9,85	9,63 ab	9,41 ab	9,21 a	9,02 ab	8,91 ab
M7	9,48	9,32 ab	9,52 ab	8,75 ab	8,10 bc	7,95 ab
O5	9,86	9,39 ab	9,35 ab	9,20 a	8,99 ab	8,92 ab
P7	9,49	9,84 ab	8,79 ab	8,65 ab	8,44 abc	7,92 ab
B7.1+O5	9,45	9,80 a	9,66 a	9,35 a	8,99 ab	9,00 ab
E7.11+M7	9,48	9,52 ab	9,05 ab	8,82 ab	8,61 abc	8,76 ab
E7.7+P7	9,26	9,35 b	8,30 ab	8,06 ab	7,86 c	7,74 b
B7.1+E7.7+O5	9,49	9,11 ab	9,00 ab	8,80 ab	8,52 abc	8,41 ab
EM4	9,16	9,03 ab	8,89 ab	8,72ab	8,53 abc	8,46 ab
KK	7,7	7,4	6,7	6,4	6,6	7,5

Tabel 4. Kandungan Hara Kompos Limbah Batang dan Daun Jagung Enam Minggu setelah diinokulasi Isolat Bakteri dan Cendawan Dekomposer

Perlakuan/ Kompos	Kandungan hara (%)					
	N	P	K	C-Organik	C/N	Ka
E7.11	1,64	0,26	2,71	39,61	24,15	48,33
E7.7	1,60	0,26	2,43	38,70	24,19	48,57
B7.1	1,71	0,26	2,43	38,67	22,61	39,30
M7	1,56	0,24	2,53	38,24	24,51	42,40
O5	1,62	0,25	2,32	38,22	23,60	44,43
P7	1,59	0,25	2,70	39,05	24,59	47,03
B7.1+O5	1,84	0,25	2,52	40,01	21,74	41,86
E7.11+M7	1,83	0,29	2,44	43,65	23,85	40,20
E7.7+P7	1,57	0,27	2,34	39,19	24,97	39,80
B7.1+E7.7+O5	1,66	0,26	2,53	38,35	23,10	39,20
EM4	1,54	0,33	2,24	38,83	25,21	38,07

2,24–2,71 persen, sementara C-organik berkisar 38,22–43,65 persen, sedangkan C/N sebagai indikator kematangan kompos berkisar antara 21,74–25,21. Kandungan hara N, P, dan K kompos batang dan daun jagung masih rendah, hal ini karena hara terutama N dan P digunakan oleh mikroba sebagai sumber energi dalam perombakan bahan kompos, untuk itu diperlukan pengayaan hara melalui kombinasi dengan pupuk kimia pada saat aplikasi di lahan pertanaman. Penambahan bahan organik ke tanah dalam jangka panjang meningkatkan ketersediaan K maupun C organik, dan C organik meningkat lebih dari 100 persen apabila diberikan pupuk organik (Diacono dan Montemurro, 2010). Kandungan C-organik dan N kompos pada penelitian ini cukup baik, sehingga menghasilkan nilai C/N pada kisaran yang diinginkan (Gambar 1).

Kompos yang baik adalah nilai C/N 25–35/1, namun masih dapat diterima 20–40/1 (Rawat, dkk., 2013). Apabila C/N kompos lebih dari 20/1, mikroba akan menggunakan sebahagian besar N untuk keperluan metabolisme, sebaliknya apabila C/N lebih rendah dari 20/1 maka terjadi surplus N yang dapat hilang ke atmosfer sebagai amonia (Cooperband, 2002). Kompos dari sampah dapur yang sudah matang memiliki nilai C/N 15-25 (Cheng, dkk., 2013). Kadar air kompos tidak boleh lebih besar dari 50 persen (SNI), kadar air kompos batang dan daun jagung yang digunakan penelitian ini berkisar antara 38,07–48,57 persen. Kadar air yang baik untuk kompos 45–60 persen, namun masih dapat diterima 40–45 persen (Cooperband, 2002). Menurut Bazrafshan, dkk. (2016) bahwa kadar air kompos sampah kota yang sudah matang berkisar 45–50 persen. Warna kompos pada saat 4 minggu



Kompos limbah batang dan daun jagung 6 msi

Gambar 1. Pengaruh Isolat Bakteri, Cendawan, dan Kombinasinya terhadap Nilai C/N Kompos setelah 6 msi

Tabel 5. Pengaruh Pemberian Kompos Limbah Jagung (Batang dan Daun) terhadap Komponen Pertumbuhan Tanaman Jagung

Perlakuan/ Kompos	Komponen pertumbuhan					
	Tinggi tanaman 30 hst (cm)	Tinggi tongkol (cm)	Tinggi tanaman panen (cm)	Brangkasan (t/ha)	ILD 56 hst	Klorofil 56 hst (unit)
E7.11	124,2 a	81,0 tn	162,6 abc	7,1 abc	4,7 a	43,9 ab
E7.7	117,5 a	77,7	153,3 bc	7,9 ab	4,5 ab	40,9 abc
B7.1	116,1 ab	74,7	155,5 abc	6,2 bc	4,5 ab	41,4 abc
M7	105,0 ab	70,8	152,6 bc	6,5 bc	3,6 abc	42,7 abc
O5	103,6 ab	72,9	151,1 bc	6,9 bc	3,8 abc	42,7 abc
P7	122,4 ab	73,3	163,1 abc	6,8 bc	4,5 ab	46,4 a
B7.1+O5	105,1 ab	67,6	151,0 bc	6,7 bc	3,9 abc	34,6 bc
E7.11+M7	106,1 ab	70,0	147,3 bc	5,5 c	3,7 abc	34,3 bc
E7.7+P7	108,9 ab	74,3	164,1 ab	7,0 abc	3,9 abc	34,3 bc
B7.1+E7.7+O5	93,4 ab	66,3	145,9 c	6,1 c	3,2 bc	35,4 bc
EM4	91,3 b	69,5	148,4 bc	6,0 c	3,0 c	33,7 c
N,P,K(200,45,60)	123,9 a	80,4	170,8 a	8,6 a	4,6 a	50,1 a
KK	14,5	12,5	6,0	12,3	17,1	12,6

Keterangan: Isolat tunggal (perlakuan1–6) dipupuk 75 persen NPK (200-45-60)

Isolat kombinasi (perlakuan 7–11) dipupuk 50 persen NPK (200-45-60)

setelah inokulasi dekomposer isolat bakteri maupun cendawan serta kombinasi keduanya secara umum adalah coklat sampai kehitaman, yang menunjukkan bahwa secara fisik kompos tersebut sudah matang. Beberapa parameter yang lain adalah mikroba dan kimia seperti tingkat humifikasi, ratio asam humik, dan asam fulfik (Singh dan Nain, 2014). Mikroba yang sangat penting untuk mendekomposisi limbah organik adalah *Streptomyces*, *Arthrobakter*, *Aspergillus*, dan *Penicillium genera* (Escobar dan Solarte, 2015). *Aspergillus spp.* dan *Penicillium spp.* adalah pendegradasi janggol jagung yang menghasilkan selulose (Banugboye, 2013).

3.1. Pertumbuhan Tanaman Jagung

Penggunaan kompos batang dan daun jagung berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, bobot brangkasan, indeks luas daun (ILD), maupun unit klorofil, namun tidak berpengaruh terhadap panjang tongkol. Pada tinggi tanaman umur 30 hari setelah tanam menunjukkan bahwa aplikasi pupuk NPK (200, 45, 60) memperlihatkan pertumbuhan tanaman paling tinggi, namun tidak berbeda dengan perlakuan lainnya, tetapi pada perlakuan EM4 tanaman jagung nyata lebih pendek (Tabel 5) dibandingkan dengan perlakuan NPK. Hal ini menunjukkan bahwa kompos dengan

dekomposer bakteri maupun cendawan yang diuji, baik isolat tunggal diberi pupuk anorganik 75 persen (NPK) maupun isolat kombinasi yang diberi pupuk anorganik 50 persen (NPK), cenderung memberikan pertumbuhan awal tanaman jagung lebih baik dibanding EM4. Bakteri dan cendawan memiliki fungsi biologi utama sebagai pendaur ulang karbon organik yang terperangkap dalam selulose dan lignin untuk meningkatkan bahan organik tanah, mengurangi penguapan, dan memperbaiki pertumbuhan tanaman (Platt, dkk., 2014). Suplai N yang dapat tersedia bagi tanaman dari kompos yang diaplikasi ke tanah dalam jangka pendek lebih rendah (Saveyn dan Eder, 2014).

3.2. Hasil Biji dan Komponen Hasil Jagung

Pengaruh pemberian kompos batang dan daun jagung terhadap hasil biji menunjukkan bahwa kompos yang diberi dekomposer tunggal E7.7 memberikan hasil biji terbaik (7,77 ton/ha) yang tidak berbeda nyata dengan pemupukan NPK (200,45,60), dan lima kompos dekomposer tunggal lainnya (E7.11, B7.1, M7, O5 dan P7), namun berbeda nyata dengan kombinasi (B7.1+O5, E7.11+M7, E7.7+P7, B7.1+E7.7+O5 dan EM4). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk kompos limbah batang dan daun jagung mampu mengurangi penggunaan

Tabel 6. Pengaruh Pemberian Kompos Limbah Jagung (Batang dan Daun) terhadap Hasil dan Komponen Hasil Tanaman Jagung

Perlakuan/ Kompos	Hasil dan komponen hasil				
	Hasil biji (kg/ha)	Bobot 1000 biji (g)	Panjang tongkol (cm)	Lingkar tongkol (cm)	Rendemen biji (%)
E7.11	7,712 bc	321,0 bc	18,2 ab	16,3 ab	80,3 ab
E7.7	7,773 ab	356,0 a	19,4 ab	16,2 ab	80,7 ab
B7.1	6,993 bcd	326,0 abc	18,2 ab	16,2 ab	79,3 ab
M7	6,737 bcd	354,3 ab	17,2 b	15,9 b	79,0 ab
O5	6,520 bcde	330,3 abc	17,7 b	16,0 b	79,3 ab
P7	7,026 bc	336,0 abc	17,7 b	15,2ab	78,3 ab
B7.1+O5	6,117 cdef	323,7 abc	18,0 ab	16,5 ab	77,3 b
E7.11+M7	5,070 c	322,3 abc	18,0 ab	15,7 b	77,0 b
E7.7+P7	6,110 cdef	336,7 abc	18,3 ab	16,0 b	77,3 ab
B7.1+E7.7+O5	5,346 ef	306,0 c	17,6 b	16,2 ab	78,3 ab
EM4	5,630 def	331,0 abc	16,9 b	15,6 b	78,7 ab
N,P,K(200,45,60)	8,573 a	328,1abc	20,4 a	17,2 a	81,7 a
KK	11,5	5,3	7,4	3,5	14,0

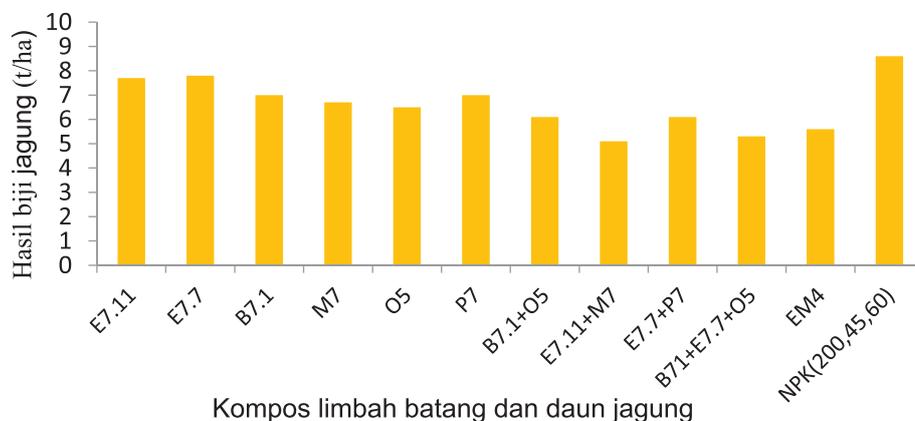
Keterangan: Isolat tunggal (perlakuan 1–6) dipupuk 75 persen N,P,K(200-45-60)

Isolat Kombinasi (perlakuan 7–11) dipupuk 50 persen N,P,K(200-45-60)

pupuk anorganik (NPK). Pemberian kompos berpengaruh terhadap komponen hasil seperti panjang tongkol, lingkar tongkol, bobot 1000 biji, dan rendemen biji (Tabel 6). Fenomena ini dapat terjadi karena kompos dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman lebih baik. Aplikasi kompos dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia dan meningkatkan kesuburan tanah, daya menyimpan air, dan produktivitas tanaman bertahan dalam jangka panjang (Natsheh dan Mousa, 2014; Ciccamesse dan Silli, 2016). Selain itu kompos juga menyuplai Ca, Mg, S, hara

mikro dan memperbaiki sifat fisik tanah (Saveyn dan Eder, 2014). Pengaruh aplikasi kompos batang dan daun jagung menggunakan isolat bakteri atau cendawan dan kombinasi keduanya terhadap hasil biji jagung terlihat pada Gambar 2.

Kompos B7.1+O5 dan E7.7+P7 memberikan bobot biji jagung lebih tinggi dibandingkan dengan E7.1+M7, E7.1+E7.7+O5 dan EM4, meskipun hasil analisis tidak berbeda nyata. Hal ini terkait dengan pemberian pupuk anorganik NPK hanya 50 persen dari dosis yang diuji belum mencukupi kebutuhan tanaman jagung pada kompos isolat kombinasi. Terlihat



Gambar 2. Pengaruh Penggunaan Kompos Limbah Jagung berbagai Isolat Bakteri atau Cendawan dan Kombinasinya terhadap Hasil Biji Jagung

Tabel 7. Pengaruh Pemberian Kompos Limbah Jagung (Batang dan Daun) terhadap Kandungan N Brangkas dan Biji

Perlakuan	Kandungan N (%)		Serapan N (kg/ha)	
	Brangkas	Biji	Brangkas	Biji
E7.11	1,87	2,24	110,4	135,8
E7.7	1,79	2,21	119,1	144,2
B7.1	1,86	2,23	96,9	130,9
M7	1,67	2,22	91,1	125,5
O5	1,76	2,25	101,7	123,2
P7	1,64	2,20	93,1	129,8
B7.1+O5	1,74	2,19	98,5	112,5
E7.11+M7	1,86	2,21	86,3	117,7
E7.7+P7	1,74	2,24	102,6	94,1
B7.1+E7.7+O5	1,63	2,22	85,5	99,6
EM4	1,70	2,16	85,3	102,6
N,P,K(200,45,60)	1,69	2,24	122,0	161,8

penampilan tanaman agak menguning dibanding dengan pemberian kompos isolat tunggal maupun pemupukan kontrol 100 persen NPK. Sekam gandum yang dikomposkan dengan *Trichoderma harsianum sp.* dikombinasi dengan *Rhizobium* dapat meningkatkan kesuburan tanah terbukti secara signifikan meningkatkan kandungan karbohidrat, protein kasar, dan mineral tanaman bunga matahari (Badar dan Qureshi, 2015). Penggunaan kompos sampah kota 2 ton/ha dikombinasikan dengan 300 kg NPK meningkatkan hasil jagung dibandingkan dengan tanpa dikombinasi (Nikejah, dkk., 2014). Aplikasi kompos mengurangi jumlah penggunaan pupuk kimia dan kerusakan lingkungan sehingga menunjang pertanian berkelanjutan (Husain, dkk., 2016).

Kandungan N brangkas jagung berkisar antara 1,63 persen pada kompos dengan kombinasi isolat B7.1+E7.7+O5 hingga 1,87 persen pada isolat E7.11. Kandungan N paling rendah terdapat pada kompos B7.1+E7.7+O5, hal ini diduga karena terjadi kompetisi penggunaan N oleh mikroba dari ketiga isolat yang digunakan dalam pembuatan kompos dan hanya diberi 50 persen pupuk anorganik N, P, K pada saat aplikasi di lapangan. Terbukti serapan N dalam brangkas dan biji jagung lebih tinggi pada kompos isolat E7.11 dibandingkan dengan B7.1+E7.7+O5 (Tabel 7). Kandungan N biji jagung berkisar antara 2,16 persen pada pupuk kompos EM4 hingga 2,25 persen pada kompos O5. Tidak terdapat perbedaan mencolok kandungan N biji pada pemupukan

kontrol N, P, K dengan perlakuan lainnya, ini menunjukkan tanaman jagung memberikan respon yang baik terhadap semua kompos yang diuji. Serapan N brangkas bervariasi paling rendah EM4 (85,3 kg/ha) hingga paling tinggi pada pemupukan NPK (200, 45, 60) sebesar 122,0 kg/ha. Serapan N biji paling rendah 94,1 kg/ha pada kompos E7.7+M7 dan tertinggi pada pemupukan NPK (200, 45, 60) sebesar 161,8 kg/ha. Menurut Montovani dan Spadon (2017) bahwa penggunaan kompos sampah kota pada pertanaman jagung dapat meningkatkan hasil biji dan kandungan N, P, K dalam jaringan tanaman.

3.3. Analisis Ekonomi Penggunaan Kompos Limbah Jagung

Untuk mengetahui besarnya pendapatan yang diterima terhadap setiap perlakuan yang diteliti, dipengaruhi selain besarnya hasil yang diperoleh juga total biaya produksi yang digunakan. Pada 12 perlakuan yang diteliti, perlakuan kontrol dengan hasil 8,57 ton/ha memberikan penerimaan tertinggi yaitu Rp21.432.500,00/ha dengan keuntungan Rp10.756.925,00/ha. Kompos limbah batang dan daun jagung yang memperoleh penerimaan atau keuntungan cukup tinggi mendekati kontrol ada empat perlakuan kompos yaitu pada E7.7 (7,77 ton/ha) dengan keuntungan Rp9.412.825,00/ha dan jika dibandingkan dengan keuntungan dari kontrol lebih rendah sekitar 12,5 persen. Begitu pula pada kompos E7.11 (7,22 ton/ha) keuntungannya Rp8.114.525,00/ha lebih rendah sekitar 24,6 persen, menyusul kompos B7.1

(6,99 ton/ha) dengan keuntungan lebih rendah sebesar 28,2 persen, dan P7 (7,03 ton/ha) sekitar 29,8 persen.

Untuk mengetahui efisiensi usahatani penggunaan kompos limbah jagung ditunjukkan dengan nilai RCR (*revenue of cost*). Jika dihasilkan nilai RCR >1 berarti usahatani penggunaan kompos limbah jagung efisien, karena jumlah penerimaan yang diperoleh lebih besar dari jumlah biaya yang dikeluarkan (Hanafie, 2010), sehingga memberikan keuntungan. Hasil analisis efisiensi penggunaan kompos batang dan daun jagung yang diamati menunjukkan bahwa nilai RCR yang cukup tinggi pada kompos limbah jagung terlihat pada E7.7 dengan nilai RCR 1,94; kemudian E7.11 dengan nilai RCR 1,82, yang selanjutnya B7.1 nilai RCR 1,79 dan P7 yang nilai RCR 1,75. Kompos isolat E7.7, E7.11, B7.1 dan P7 lebih efisien dari perlakuan kompos lainnya karena nilai RCR lebih besar. Selain itu, pada perlakuan kontrol juga sangat efisien yang ditunjukkan dengan nilai RCR 2,01 (Tabel 8).

IV. KESIMPULAN

Pertama, dekomposer bakteri dan cendawan, dan kombinasinya memberikan pengaruh yang efektif terhadap pembuatan kompos, pertumbuhan, dan hasil tanaman jagung varietes Bima-20URI. Kompos batang dan daun jagung dengan isolat E7.7 memberikan pertumbuhan dan hasil biji jagung terbaik dan tidak berbeda nyata dengan kontrol pupuk anorganik 200 kg N, 45 kg P₂O₅, 60 kg, K₂O/ha (NPK).

Kedua, Perlakuan kontrol (pupuk anorganik) menunjukkan keuntungan yang lebih besar (Rp10.756.925,00/ha nilai RCR 2,01) dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan kompos batang dan daun jagung yang memperoleh keuntungan relatif tidak berbeda jauh dengan keuntungan pada pupuk anorganik adalah kompos isolat E7.7 Rp9.412.825,00/ha (RCR 1,94); kompos E7.11 Rp8.114.525,00/ha (RCR 1,82); kompos B7.1 Rp7.721.325,00/ha (RCR 1,79); dan kompos P7 Rp7.551.350,00/ha (RCR 1,75).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Ir. Syafruddin MSi. sebagai Penanggung Jawab RPTP atas penyediaan dana sehingga pelaksanaan penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Terima kasih juga disampaikan kepada Ibu Nurasiah Dj. SP. yang menyiapkan isolat dekomposer untuk pembuatan kompos di awal penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T., dan Y.E. Widyastuti.2009. Meningkatkan Produksi Jagung di Lahan Kering, Sawah dan Pasang Surut. Penebar Swadaya Jakarta. 86 hal.
- Al Barkah, F.N., S.M.A. Radwan and R.A.A. Azis. 2013. Using biotechnology in recycling agricultural waste for sustainable agriculture and environmental protection. *Int. J. of Current Microbial and Appl. Sci.* 2(12): 446–459.
- Anyanwu, C.F., S.L. Ngohayon, R.L. Ildefonso, J.L. Alghayon. 2013. Application of Indegeneus Microorganism (IMO) for bio conservation of

Tabel 8. Produksi, Biaya Produksi, Pendapatan, dan Efisiensi Beberapa Perlakuan Kompos Limbah Batang dan Daun Jagung.

Perlakuan	Produksi (kg/ha)	Biaya produksi (Rp/ha)	Penerimaan (Rp/ha)	Keuntungan (Rp/ha)	RCR
E 7.11	7.217	9.927.975	18.042.500	8.114.525	1,82
E 7.7	7.773	10.019.675	19.432.500	9.412.825	1,94
B 7.1	6.993	9.761.175	17.482.500	7.721.325	1,79
M 7	6.737	9.891.975	16.842.500	6.950.525	1,70
O 5	6.520	9.775.700	16.300.000	6.524.300	1,67
P 7	7.026	10.013.650	17.565.000	7.551.350	1,75
B 7.1 + O 5	6.117	9.299.575	15.292.500	5.992.925	1,64
E 7.11 + M 7	5.070	9.121.050	12.675.000	3.553.950	1,39
E 7.7 + P 7	6.110	9.299.050	15.275.000	5.975.950	1,64
B 7.1 + E 7.7 + O 5	5.346	9.141.750	13.365.000	4.223.250	1,46
E M 4	5.630	9.063.050	14.075.000	5.011.950	1,55
NPK (200,45,60)	8.573	10.675.575	21.432.500	10.756.925	2,01

- Agricultural waste. *International Journal of Science and Research (IJSR)* 4(5):778–784.
- Asgari, J. M. and S. Cavanji. 2013. *Biogas Production Technology. Appl. Sci. Rep.* 1(3):57–61.
- Awojobi, K.O., K.K. Agboola, D.J. Arotupin, C.O. Aladoye and P.O. Olutiola. 2013. The screening and selection of *Trichoderma* species capable of producing extracellular cellulolytic enzyme from soil of decaying plant materials. *Ife Journal of Science* 15(2):263–271.
- Azis, A.R.A., 2014. Composting technology and impact of compost on arid soil biochemical properties. *Int. J. Plant and Soil Science* 3(6): 538–553.
- Badar, R. and S.A. Qureshi. 2015. Utilization of composted agricultural waste as organic fertilizer for the growth promotion sun flower plants. *J. Pharmacognosy and Phytochemistry* 3(5):184–187.
- Banugboye, O.O., 2013. Screening of some fungi associated with maize cob degradation for cellulose activity. *Greener Journal of Biological Sciences* 3(6):208–212.
- Bazrafshan, E., A. Zarei, S.K. Mustofapour, N. Pormollae, S. Mahmoodi and M.A. Zazouli, 2016. Maturity and stability evaluation of composted municipal solid wastes. *Health Scope* 5(1):1–9.
- Brum P. 2013. Bacterial genome: What they teach us about cellulose degradation. *Biofuel* 4(6): 669–681.
- Cheng, K.H., M.C. Huang, M.F. Lu, and J.J.M. Lin, 2013. Assessment of compost maturity by simple barrel method for kitchen waste. *Scientific Net. Publisher in Material Science and Engineering* 295–298:1745–1750.
- Deacon, L.J., E.J. Price-Miller, J.C. Frankland, B.W. Band Bombridge, P. D. More and C.H. Robinson. 2006. Elsevier. *Soil Biology and Biochemistry* 38:7–20.
- Diacono, M., and F. Montemurro, 2010. Long term effect of organic amendments on soil fertility. A Review. *Agron Sustain Dev.* 30: 401–422.
- Escobar, N. and V. Solarte 2015. Microbial diversity associated with organic fertilizer obtained by composting of agricultural waste. *Int. J. Bio Sci. Bio Chem. and Bio Inform* 5(2):70–79.
- Hanafie, 2010. *Pengantar Ekonomi Pertanian*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Herdiyantoro, 2010. *Pengomposan: Mikrobiologi dan Teknik Pengomposan*. Laboratorium Biologi dan Bioteknologi Tanah. Jurusan Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran.
- Husain, A., H.A. Atab, H.M. Abid, 2016. Effect chemical and organic soilfertilizer and their interaction with some foliar fertilizer on growth and yield of broad bean (*Vicia faba* L.). *Annals of West University of Timisoara, Search Biology* 19(2):149–156.
- Lindblom, C. M. 2005. *Interaction Between Bacteria and Fungi on Organic Debritus, Causes and Consequencies*. UPPSALA Universitet. Disertation from Faculty of Science and Technology. 46 p.
- Montovani, J.R. and F. Spadon, 2017. Soil chemical properties and nutrient in maize fertilized with urban waste compost. *Pesq. Agropec, Trop. Goiania* 47(2):186–194.
- Natsheh, B., and S. Mousa, 2014. Effect organic and inorganic fertilizelizer on soil and cucumber (*cucumis sativa* L.) plant productivity. *Int. J. of Agriculture and Forestry* 4(3): 166–170.
- Nikejah, O., E.O. Peter, C.C. Onyeonagu, E>E. Elisabeth and O, Kolawole, 2014. Composted municipal solid waste and NPK fertilizer effect on yield, yield component and proximate composition. *African Journal of Agricultural Research* 9(23):1778–1786.
- Ogbonna, D.N., N.O. Isirimah, and E. Princewill, 2012. Effect of organic waste kompost and microbial activity on the growth of maize in the ultisol in Port Harcourt. Nigeria. *African Journal of Biotechnology* 11(62): 12546–12554.
- Platt, B., N. Golstein, G. Coker, S. Brown, 2014. State of Composting in the US. *What, Why, Where & How*. ILSR. Institute for Local Self-Reliance 113 p.
- Rawat, M., AL Ramathan, T. Kuriakose, 2013. Criterion of municipal solid waste compost (MSWC) from selected Indins cities. A case study for its sustainable utilization. *Journal of Environmental Protection* 4(1):163–171.
- Rousk, J., P.C. Brookes and E. Bath, 2009. Soil pH effect on fungal and bacterial growth suggest functional redundancy in corbon mineralization. Dept. of Microbiology, Lund Univ. Ecol. Building SE-223 62 Lund Sweden.
- Sadik, M.W., H.M. Elshaer, H.M. Yakot. 2010. Recycling of agriculture and animal farm wastes in to compost using compost activator in Saudi Arabia. *Journal International Application & Science* 5(3):397–403.
- Salma, S. dan L.Gunarto. 1996. *Aktivitas Trichoderma dalam perombakan sellulosa*. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan. Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan. Bogor.
- Saveyn, H. and P. Eder, 2014. End-of-waste criteria for biodegradable waste subjected to biological treatment (compost and digetate). Final Technical Report. JRC. Scientific and Policy

Reports. Eropcan Commission, IPTS, Sevilla , Spain. 308 p.

Singh T. and L. Nain. 2014. Microorganism in the conversion of agriculture wastes to compost. *Proc. Indian Natn. Sci. Acad.* 80(2):473–481.

SNI: 19-7030-2004. *Tentang spesifikasi kompos dari sampah organik domestik.*

Suprpto, H.S dan M.S. Rasyid, 2002. *Bertanam Jagung.* Penebar Swadaya. Jakarta.

Van Leeuwen, J.L.H., M.L.,Rasmusson., S. Sankran, K.R.Koza, D. T.Erickson,D.Mitra, and J. Bo. 2012. *The fungal treatment of crop processing waste-water with value added Co-product.* IOWA State University, Ames Iowa 50011, USA.

Zoppas, F.M, A. Meneguzzi, F. Tramaitina, 2013. Alternative for cellulase production in submergedfermentation with agroindustrial waste. *International Journal of Modrn Engineering Research (ISMER).* Vol. 3 (4): 2374–2381.

BIODATA PENULIS :

Faesal, dilahirkan di Camba (Maros, Sulawesi Selatan) tanggal 26 Februari 1961. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 program studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin tahun 1985 dan S2 Program Studi Sistem-Sistem Pertanian (Pengelolaan dan Pengembangan Sumber Daya Lahan) Universitas Hananuddin tahun 2005.

Syuryawati, dilahirkan di Pare-Pare tanggal 20 September 1960. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 Program Studi Sosial Ekonomi Pertanian Universitas Hasanuddin tahun 1987, pendidikan S2 di Program Studi Komunikasi Pembangunan Pertanian dan Pedesaan, Institut Pertanian Bogor tahun 1993.