

Kemampuan Bakteri Selulolitik Degradasi (BSD) merombak sampah organik menjadi kompos

Capability of Cellulolytic Degradation (BSD) Bacteria (CDB) to Remodel Organic Waste into Compost

Eri Samah^{1*}, Misdawati²

¹Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Pembinaan Masyarakat Indonesia Indonesia

²Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Al Washliyah Indonesia

**Corresponding author* : Samah_er@yahoo.com

ABSTRACT

Capability of Cellulolytic Degradation (BSD) Bacteria (CDB) to Remodel Organic Waste into Compost The purpose of this study was to obtain superior cellulolytic bacteria from acid soils as a starter for the degradation of organic waste in the city of Padang by testing the activity of cellulase enzymes. The method used in the factorial method is the Cellulolytic Degradation Bacteria factor with the Organic Waste of Padang City. This research was conducted at the Plant Physiology Laboratory and the Soil Science Laboratory, Faculty of Agriculture. The research activity was begun by isolating the bacteria from acid soil, followed by testing the enzyme activity of the specific medium of carboxyl methyl cellulose (CMC) medium. Factorial Complete Random Design Method. The first factor was selected 3 isolates of cellulolytic bacteria, the second factor main market organic waste at of Padang and was two treatments namely unstable sterile (A) and non sterile (B). The research results obtained obtained 6 isolates of cellulolytic bacteria with clear zone index ≥ 2 , namely Km25, Sr. 75, Jm, U-6, G-8, and Km 13, respectively 3.12; 3.04; 3.0; 2.04; 2.00, and 2.04, and used for composting organic waste 3 isolates of clear zone bacteria ≥ 3.0 isolates of KM25, Sr75 and JM respectively 3.12; 3.04; 3.01. Non-sterile organic waste is better than sterile due to the non-sterile, there is the help of battery change from the trash. Conclusion The best composting material is not sterilized, and better bacteria decompose the waste combined with the three isolates KM25, SR75, and JM.

Keywords: Cellulolytic bacteria, Degradation, Clear Zone, organic waste City, Compost.

ABSTRAK

Kemampuan Bakteri Selulolitik Degradasi (BSD) Merombak Sampah Organik Menjadi Kompos bertujuan untuk mendapatkan bakteri selulolitik unggul dari tanah masam sebagai starter pendegradasi limbah organik kota Padang dengan cara uji aktivitas enzim selulase. Metode yang digunakan metode RAK factorial yaitu faktor Bakteri Sellulolitik Degradasi (BSD) dengan Sampah Organik Kota Padang. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan dan Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian. Kegiatan penelitian diawali dengan mengisolasi bakteri dari tanah masam, yang dilanjutkan uji aktivitas enzim media spesifik medium *carboxyl methyl cellulose* (CMC). Metode Rancangan Acak Lengkap factorial. Faktor pertama bakteri selulolitik terpilih 3 isolat, factor kedua sampah organik pasar raya Padang dua perlakuan yaitu tidak disteri (A) dan disteril (B). Hasil penelitian yang didapat diperoleh 6 isolat bakteri selulolitik yang indek zona beningnya ≥ 2 yaitu Km25, Sr 75, Jm, U-6, G-8, dan Km 13 secara berturut-turut 3,12; 3,04; 3,0; 2,04; 2,00, dan 2,04, Dan yang digunakan untuk pengomposan limbah organik 3 isolat bakteri zona beningnya $\geq 3,0$ bakteri isolate KM25, Sr75 dan JM secara berturut turut 3.12; 3.04; 3,01.Sampah organik tidak steril lebih

baik dari pada disteril disebabkan yang tidak steril ada bantuan bakteri perobak dari sampahnya. Kesimpulan pengomposan terbaik bahannya tidak disterilkan, dan bakteri yang lebih baik mendecomposisi sampah digabung ketiga isolat KM25,SR75, dan JM

Kata Kunci: Bakteri Selulolitik, Degradasi, Zona Bening, Sampah Organik Kota, Kompos,

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya akan biodiversitas, terutama keanekaragaman hewan, tanaman, dan mikroorganisme. Keanekaragaman mikroorganisme ternyata jauh lebih luas dari pada keanekaragaman hewan dan tanaman. Hanya saja kebanyakan para pakar ilmu pengetahuan alam kurang memberi perhatian atau bahkan tidak menyadari peranan yang luar biasa dari jasad yang tak kasat mata terhadap berbagai bidang kehidupan manusia.

Tanah merupakan habitat yang didominasi oleh mikroorganisme seperti bakteri, fungi, alga, dan protozoa (Subba, 1995). Bakteri selulolitik merupakan bakteri yang banyak terdapat di tanah yang sangat besar fungsinya sebagai dekomposer sampah organik. Bakteri selulolitik penghasil enzim selulase yang dapat mendegradasi selulase (polisakarida dari bentukan glukosa). Selulase merupakan enzim ekstraseluler yang terdiri dari atas kompleks endo- β -1,4-glukonase (karboksimetil selulase (CMCase)), kompleks ekso- β -1,4-glukonase (aviselase, selobiohidrase, C₁ selulase), dan β -1,4-glukonase atau selobiase Crueger, W., Dan Crueger, A (1984) Menurut Meryandini *et al.*, (2009) pada umumnya aktivitas enzim selulase tiap isolat lebih tinggi pada substrat limbah pertanian dibanding substrat selulosa murni. Kemungkinan hal ini disebabkan oleh adanya enzim hemiselulolitik pada enzim ekstrak kasar yang diproduksi oleh bakteri. Subba (1995) menyatakan bahwa bakteri *Clostridium cellulorans* mampu mensintesis enzim hemiselulolitik (xyIA) saat tumbuh pada substrat selulosa seperti selubiosa, dan juga menyatakan bahwa ekspresi enzim selulase berhubungan dengan ekspresi enzim hemiselulase.

Salah satu enzim yang diharapkan ada pada mikroorganisme selulolitik adalah enzim selulase. Selulase adalah enzim yang dapat

mendegradasi selulosa. Selulase dapat menjadi katalisator reaksi pendegradasian selulosa. Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya dapat dibuktikan bahwa enzim selulase dapat meningkatkan fibrilisasi karena serat halus yang komponen utamanya hemiselulosa dapat terdegredasi sehingga dapat dicapai derajat cerna yang dikehendaki dengan waktu cerna yang lebih cepat akibat penambahan enzim selulase (Wikipedia, 2007).

Selulosa merupakan karbohidrat utama yang disintesis oleh tanaman dan menempati hampir 60% komponen penyusun struktur tanaman. Jumlah selulosa di alam sangat berlimpah sebagai sampah kota organik atau limbah pertanian seperti janjang kelapa sawit, bagase, tandan pisang, kulit ubi dan sebagainya. Nilai ekonomi senyawa selulosa pada sampah kota dan limbah pertanian tersebut sangat rendah karena tidak bisa langsung dimanfaatkan oleh manusia. Sulitnya mendegradasi limbah tersebut menyebabkan manusia lebih suka membakar dari pada memanfaatkannya kembali melalui pengomposan. Pada hal kalau dikelola dengan baik akan menjadi usaha yang mengairahkan.

Sampah kota merupakan suatu masalah yang paling besar di Indonesia terutama di kota-kota besar seperti Jakarta yang dapat menimbulkan banjir. Pada hal kalau dikelola secara baik sampah bukanlah masalah tapi suatu omset yang besar karena dapat menghasilkan pupuk yang berkualitas pengganti pupuk anorganik yang harganya dari waktu ke waktu semakin tinggi. Untuk mendapatkan pupuk yang berkualitas dengan memanfaatkan sampah kota dan limbah pertanian dibutuhkan bakteri selulolitik yang mampu mendegradasi serat-serat kasar tersebut menjadi pupuk kompos yang berkualitas.

Dengan mendapatkan bakteri selulolitik yang berpotensi mendegradasi serat kasar diharapkan dapat menyelesaikan problem

sampah yang merupakan pencemar lingkungan yang besar dan berubah menjadi sumber pupuk kompos yang berkualitas dan berwawasan ramah lingkungan sebagai pengganti pupuk anorganik yang harganya semakin tinggi dan sering langka dipasaran.

Bakteri Selulolitik Degradasi (BSD) adalah bakteri yang dapat yang punya kemampuan untuk serat-serat kasar yang mengandung karbohidrat menjadi sumber karbon dan energy. Pemanfaatan bakteri selulolitik yaitu sebagai penghasil enzim selulase yang digunakan untuk menghidrolisis selulosa. Menurut Meryandini, et al. (2009).

Diharapkan nantinya sampah bukanlah menjadi momok bagi kita semua, tetapi kita dapat melihatnya dari sisi pandang yang lain yaitu sebagai sumber energi baru dan mempunyai nilai ekonomis yang sangat tinggi. Dengan berbagai produk yang dapat dihasilkan, maka berbagai alternatif pengolahan sebelumnya (seperti pembuatan kompos saja, pembakaran, penimbunan) tentunya dapat dipertimbangkan kembali.

Kompos berkualitas adalah kompos yang banyak mengandung unsur hara makro dan mikro seperti P-total, C-organik, N-total, K-totak, Mg, S. Hasil penelitian Jamal (1997), mendapatkan bahwa EM₄cenderung meningkatkan kecepatan pengomposan dan kualitas kompos dibandingkan dengan tanpa pemberian EM₄.Kecepatan pengomposan dengan pemberian EM₄ sebanyak 15 ml dapat dipercepat selama 16 hari. Setiap penambahan 5 ml EM₄ dapat meningkatkan kandungan C-organik 2,5%, N total 0,25% dan KTK 3,82% me/100g, P-total serta pH kompos. Didukung oleh penelitian Ariawan (2002) yang menunjukkan bahwa penambahan bahan aktifator OrgaDec dapat mempercepat proses pengomposan TKS (Tandan Kosong Sawit) dan mampu menurunkan C/N dari 47, 54 menjadi 18, Tujuan penelitian ini Mendapatkan isolat-isolat terbaik yang memperlihatkan aktifitas selulolitik yang dapat dipergunakan untuk mempercepat dekomposisi sampah organik. Mendapat BSD yang patogen terhadap tanaman., mendapatkan

BSD yang kemampuan aktifitas endo- β -glukanase dan exo- β -glukanase tinggi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan dan Laboratorium jurusan ilmu tanah Fakultas Pertanian Unand Padang pada ketinggian \pm 200 meter dari permukaan laut. Pelaksanaan penelitian ini awali dengan isolasi BSD dan telah di koleksi 6 isolat BSD dan yang dilanjutkan untuk penelitian kompos hanya 3 isolat yang indek zona beningnya $\geq 3,0$

Uji patogenitas atau reaksi hipersensitif menggunakan tanaman indikator yaitu bunga kembang pukul empat (*Mirabilis jalapa*) untuk mengetahui sifat bakteri yang tergolong patogen. Teknik pengujian menggunakan metode Klemen *et al.*, (1990) sebagai berikut: Suspensi 6 isolat bakteri selulolitik dengan kepadatan populasi 10^6 sel /ml diinfiltasi ke ruang antar sel daun bunga pukul empat dengan jarum suntik sampai jenuh. Daun yang diinfiltasikan dibungkus dengan plastik bening dan diamati setelah 2 x 24 jam (Gambar 1). Apabila terjadi reaksi yang ditandai dengan munculnya bagian daun yang nekrotik (kekuningan) berarti menghasilkan reaksi hipersensitif (+), maka isolat diseleksi dan tidak digunakan untuk uji lanjut. Apabila bagian daun tidak menguning bearti reaksi tidak hipersensitif (-) maka isolat dapat digunakan untuk uji selanjutnya.

Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial BSD ada 3 isolat dan Sampah Kota Organik 2 taraf yaitu disterilkan dan disterilkan. Faktor Bakteri Selulolitik Degradasi (BSD) terdiri dari 3 isolat taraf yaitu: isolat (1) KM25, (2) SR75, dan (3) JM. Faktor media sampah organik (SO) terdiri dari 2 taraf yaitu: (1) Sampah Organik Tidak Steril (SOA) dan (2) Sampah Organik Steril (SOB). Rancangan yang digunakan adalah faktorial dalam bentuk rancangan acak lengkap (RAL) dalam 2 faktor dengan 3 ulangan. Dengan demikian terdapat $8 \times 2 \times 3 = 48$ satuan percobaan. Pembuatankompos dari sampah organik dengan

stater bakteri selulolitik dilakukan dengan prosedur sebagai berikut: Pengomposan sampah organik Pasar Raya Padang dengan bakteri selulolitik terpilih yang media sampahnya tidak disterilisasi dilakukan dengan cara sebagai berikut. Sampah yang sudah disortir dipisahkan antara sampah organik dan anorganik. Sampah organiknya lalu dicincang sepanjang ± 5 cm pakai mesin pencincang. Kemudian ditambahkan 10% dedak halus, 1% molases, 0,5% pupuk urea kemudian diaduk sampai merata dan dimasukkan 1 kg kedalam kantong plastik. Bakteri selulolitik dimasukkan nya sesuai dengan perlakuan. Parameter yang diamati adalah kandungan N total (%), Karbon (C) total (%), K total (%), Mg total (%), P total (%), dan C/N.

Pengomposan sampah organik Pasar Raya Padang dengan bakteri selulolitik terpilih yang media sampahnya disterilisasi (B), dilakukan sebagai berikut. Sampah yang sudah disortir dicincang sepanjang ± 5 cm dengan mesin pencincang. Kemudian ditambahkan 10% dedak halus, 1% molases, dan 0,5% pupuk urea. Kemudian diaduk sampai merata dan dimasukkan 1 kg kedalam kantong plastik. Disterilisasi menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C , 15 ATM selama 15 menit. Didinginkan dan dimasukkan 2ml/l bakteri selulolitik sesuai dengan perlakuan

Pengamatan dilakukan berdasarkan parameter yang diambil. Parameter yang diamati adalah: Kandungan unsur hara makro Nitrogen(%), Posfor (%), Kalium (%), Carbon (%), Magnesium (%), dan C/N ratio. Data pengamatan yang diperoleh dianalisis dengan uji F pada taraf nyata 5 % (Steel dan Torrie. 1991). bila berbeda nyata dilanjutkan dengan Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf nyata 5% dan sangat nyata 1%. Pengolahan Data menggunakan program Analytical Software aplikasi statistix- 8 (Anonimus, 2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

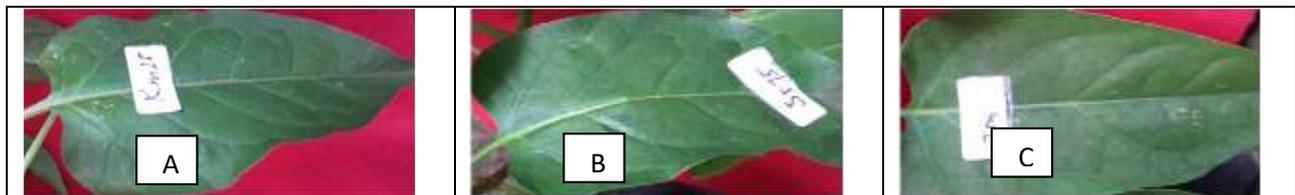
Pengujian hipersensitifitas terhadap ketiga isolat BSD yang terpilih dilakukan dengan menggunakan tanaman indikator bunga kembang pukul empat (*Merabilis jalapa*). Metode ini dapat digunakan untuk mengetahui apakah suatu isolat bakteri bersifat patogenik atau tidak. Teknik pengujian menggunakan metode Klemen *et al.*, (1990) yang dilakukan dengan tahapan sebagai berikut. Suspensi 6 isolat bakteri selulolitik dengan kepadatan populasi 10^6 sel/ml diinfiltrasi ke ruang antar sel pada daun bunga pukul empat dengan jarum suntik sampai jenuh. Daun yang diinfiltrasikan dibungkus dengan plastik bening dan diamati setelah 2 x 24 jam (Gambar 3C). Apabila terjadi reaksi yang ditandai dengan munculnya bagian daun yang nekrotik (kekuningan) berarti menghasilkan reaksi hipersensitif (+), maka isolat diseleksi dan tidak digunakan untuk uji lanjut. Sebaliknya apabila bagian daun tidak menguning berarti reaksi tidak hipersensitif (-) maka isolat tidak patogenik dan dapat digunakan untuk uji selanjutnya.

Pada (Tabel 1) ada tiga isolate BSD yang diuji yaitu KM25, SM75 dan JM ketiga nya tidak patogen, jadi BSD tersebut dapat dilanjutkan untuk mendegradasi sampah organik kota Padang menjadi kompos, karena tidak semua bakteri bersifat patogen seperti didapatkan Milda (2016) uji patogenitas Rhizobater indegenus pada tanaman bunga kembang pukul empat tidak memperlihatkan patogen, dan diperkuat oleh Chrisnawati (2017) uji patogenitas bakteri indegenus rhizobakter terhadap layu bakteri nilam tidak memperlihatkan adanya patogenis setelah diberikan pada tanaman bunga kembang pukul empat. Secara umum juga dapat dilihat bahwa sampah organik yang tidak disterilkan dibanding dengan yang disterilkan mengalami perbedaan kandungan kadar C sekitar hampir 1%.

Tabel 1. Hasil uji patogenitas 6 isolat bakteri selulolitik pada tanaman bunga kembang pukul empat (*Merabilis jalapa*)

No	Kode Isolat	Reaksi Hipersensitif (HR)	Keterangan
1	KM25	-	Tidak Patogen
2	SR5	-	Tidak Patogen
3	JM	-	Tidak Patogen

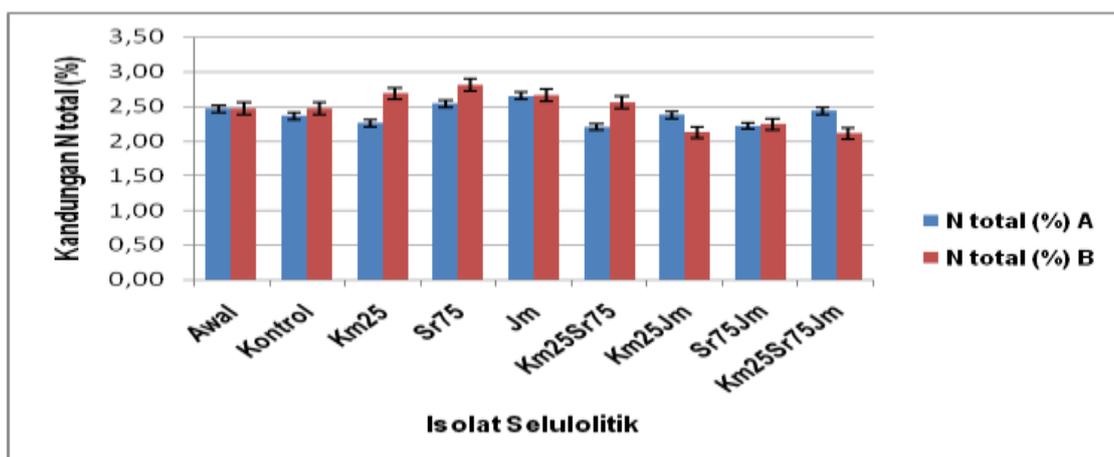
Keterangan: negatif (-) tidak terjadi nekrosis.



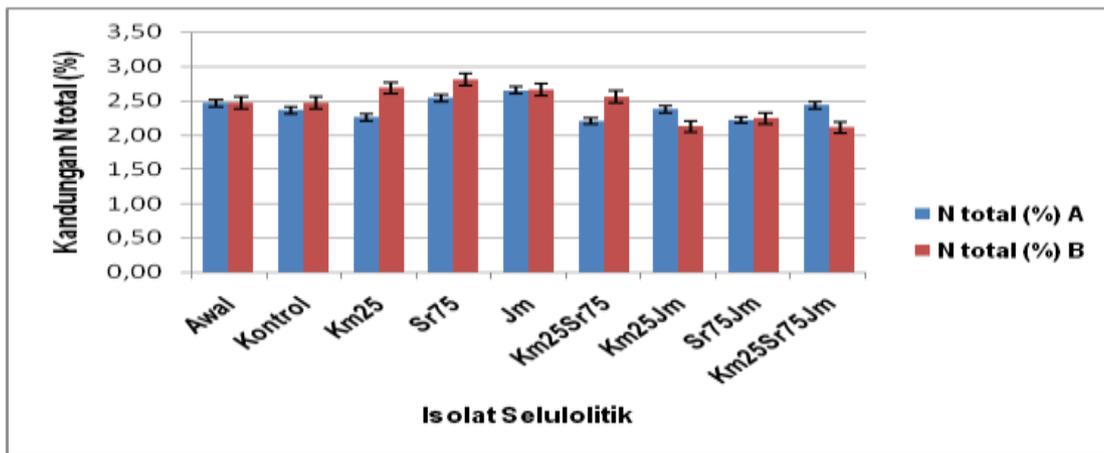
Gambar 1 Uji patogenitas tiga isolat bakteri selulolitik pada umur 10 hari setelah perlakuan. A= KM25, B=SR75, C=JM .

Data ini sekali lagi memperkuat bahwa proses dekomposisi sampah asal yang tidak disterilkan mendapatkan bantuan dari bakteri-bakteri lain yang bukan isolat yang diuji. Penggunaan ketiga isolat secara kombinasi ternyata tidak memberikan peningkatan secara nyata, bahkan kombinasi dua isolat antara SR75 dan Jm serta kombinasi tiga isolat antara SR75, JM dan KM25 malah memperlambat proses

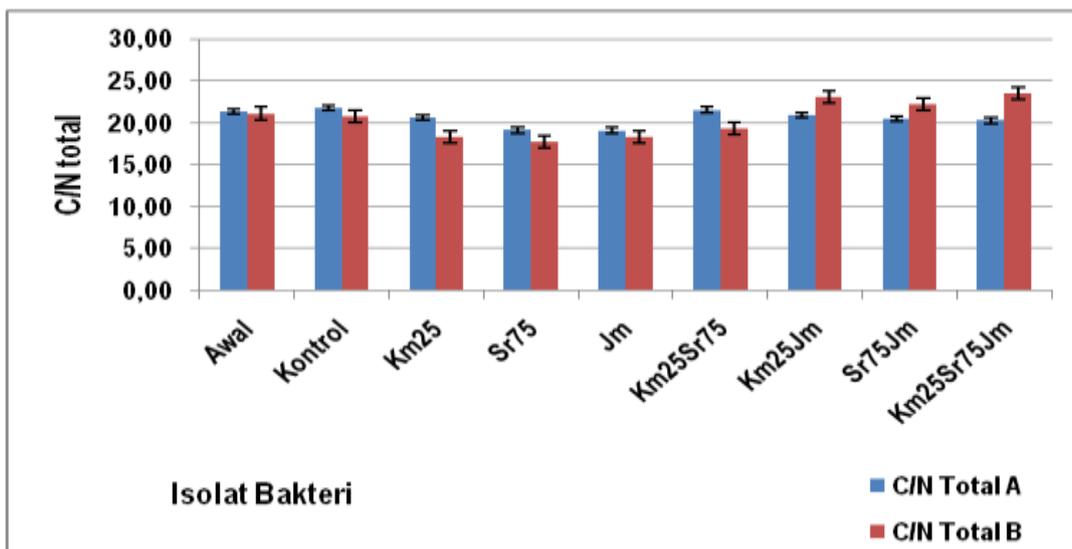
dekomposisi yang dicirikan dengan masih tingginya kadar karbon pada substrat bahan organik tersebut. Namun demikian secara keseluruhan peran dari penggunaan isolat selulolitik terpilih mampu mempercepat proses dekomposisi sampai sekitar 2%. terpilih baik secara tunggal maupun kombinasi pada kondisi steril dan tidak steril. A=substrat tidak steril; B = substrat disterilkan



Gambar 2. Kadar C total (%) kompos dari bahan organik PRP menggunakan 3 isolat selulolitik terpilih baik secara tunggal maupun kombinasi pada kondisi steril dan tidak steril. A=substrat tidak steril; B = substrat disterilkan.



Gambar 3. Kadar N total (%) kompos dari bahan organik PRP menggunakan 3 isolat selulolitik



Gambar 4. Rasio C/N total kompos dari bahan organik PRP menggunakan 3 isolat selulolitik terpilih baik secara tunggal maupun kombinasi pada kondisi steril dan tidak steril. A=substrat tidak steril; B = substrat disterilkan.

Hasil analisis kandungan nitrogen pada akhir pengomposan menunjukkan bahwa kadar nitrogen total pada kompos hasil dekomposisi menggunakan tiga isolat selulolitik secara tunggal mengalami sedikit kenaikan (sekitar 0,25%), tetapi kadar nitrogen yang diperlakukan dengan kombinasi, baik dua maupun tiga isolat, justru mengalami sedikit peningkatan. Hasil sidik ragam yang dilakukan oleh peneliti lain menggunakan *effective inoculant* PROMI dan EM4 terhadap kadar nitrogen kompos juga memberikan pengaruh yang tidak nyata.

Hasil pengukuran rasio C/N dari perlakuan pengomposan yang dilakukan disajikan pada Gambar 30. Gambar 30 memperlihatkan data rasio C/N dari hasil dekomposisi sampah organik PRP oleh 3 isolat selulolitik terpilih, baik secara tunggal maupun gabungan. Rasio C/N yang diperoleh pada sampah yang tidak disterilkan (kelompok A) menghasilkan kisaran rasio C/N antara 19,12 sampai 21,76, sedangkan sampah yang disterilkan (kelompok B) memiliki rasio C/N antara 17,75-23,56. Aplikasi ketiga isolat selulolitik secara tunggal menghasilkan rasio C/N yang lebih rendah, dibandingkan dengan

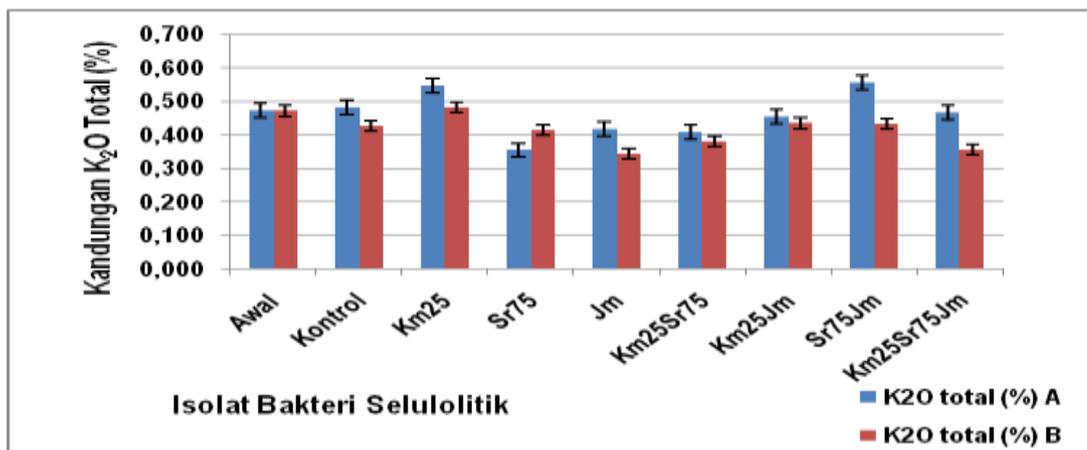
aplikasi secara kombinasi 2 isolat maupun 3 isolat.

Dengan demikian data tersebut konsisten dengan data sebelumnya yakni data kadar C dan kadar N total (Gambar 2 dan 3). Mengacu kepada standard rasio C/N menurut SNI 19-7030-2004 kompos matang memiliki rasio C/N sebesar 10-20 (Indriani, 2002), maka perlakuan isolat selulolitik secara tunggal dari KM25, SR75 dan JM telah mampu menghasilkan dengan kriteria SNI tersebut. Sedangkan aplikasi isolat dalam bentuk kombinasi baik 2 maupun 3 isolat justru meningkatkan rasio C/N. Sepertinya kombinasi tersebut mengakibatkan terjadinya inkompatibilitas terhadap isolat-isolat yang digunakan. Semakin besar kecepatan penurunan C/N rasio, maka semakin singkat waktu yang diperlukan untuk mencapai C/N rasio lebih kecil dari 20 yang disebut sebagai waktu pengomposan (Yuwono, 2005). Semakin tingginya C/N rasio maka akan semakin lama proses pengomposan yang dilakukan.

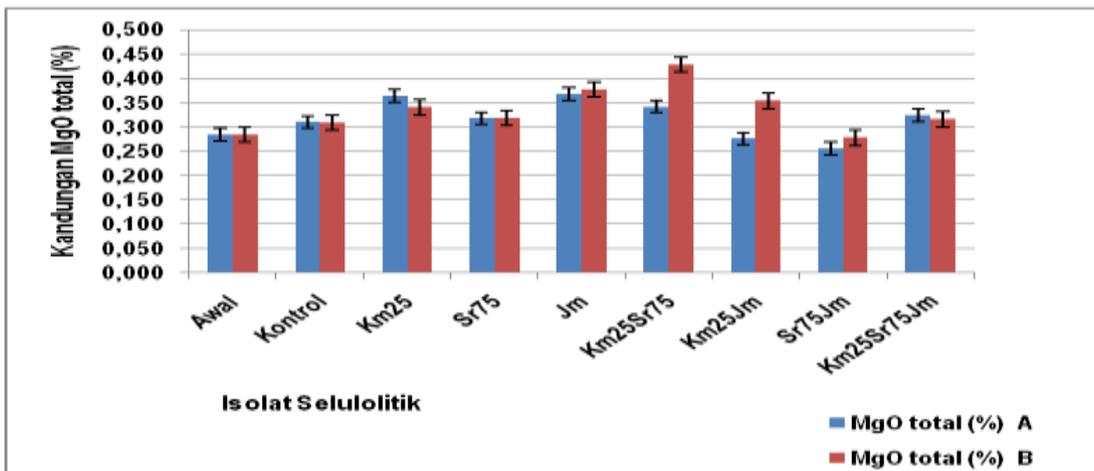
Berbeda dengan pola yang diperoleh sebelumnya data kandungan K₂O kompos hasil

dekomposisi menggunakan ketiga isolat secara tunggal maupun kombinasi justru mengalami penurunan, kecuali perlakuan dengan isolat tunggal KM25 baik steril maupun tidak dan kombinasi isolat SR75 dan JM pada perlakuan tidak steril yang mengalami peningkatan baik terhadap kondisi sebelum pengomposan, maupun perlakuan tanpa menggunakan perlakuan isolat bakteri.

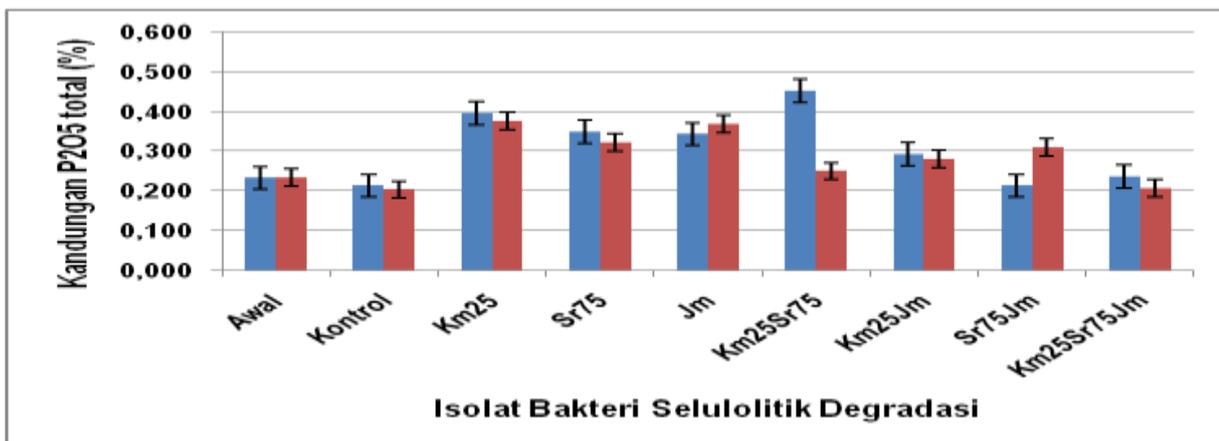
Hasil tersebut memperlihatkan bahwa meskipun satu isolat memiliki kemampuan selulolitik sehingga mampu melepaskan beberapa unsur menjadi lebih tersedia melalui degradasi molekul kompleks menjadi molekul sederhana, tidak semua isolat memiliki efek yang sama pada setiap jenis unsur. Oleh karena itu, beberapa saran dalam penggunaan isolat-isolat dalam pengomposan sebaiknya dilakukan secara konsorsium untuk dapat memberi hasil maksimal. Namun perlu juga diingat, bahwa dalam pembentukan konsorsium kesesuaian atau kompatibilitas masing-masing isolat sehingga memberikan efek sinergis dalam proses pengomposan.



Gambar 5. Kandungan K₂O total kompos dari bahan organik PRP menggunakan 3 isolat selulolitik terpilih baik secara tunggal maupun kombinasi pada kondisi steril dan tidak steril. A=substrat tidak steril; B = substrat disterilkan.



Gambar 6. Kandungan MgO total kompos dari bahan organik PRP menggunakan 3 isolat selulolitik terpilih baik secara tunggal maupun kombinasi pada kondisi steril dan tidak steril. A=substrat tidak steril; B = substrat disterilkan.



Gambar 7. Kandungan P₂O₅ total kompos dari bahan organik menggunakan 3 isolat selulolitik terpilih baik secara tunggal maupun kombinasi pada kondisi steril dan tidak steril. A=substrat tidak steril; B = substrat disterilkan.

Gambar 6 memperlihatkan kandungan MgO tertinggi sampai terendah pada media tidak steril(A) yaitu 0,25 – 0,360% sedangkan pada media steril memiliki kisaran antara 0,252–0,425%. Pada media yang disteril isolat yang mampu membebaskan MgO terendah adalah isolat Sr75Jm sedangkan kadar MgO tertinggi dilepaskan oleh isolat JM. Pada media yang disterilkan kadar MgO terendah dihasilkan oleh isolat Sr75 dan Jm sedangkan isolat yang mampu menghasilkan MgO tertinggi adalah isolat KM25 dan SR75. Tidak terdapat perbedaan yang nyata kadar MgO pada substrat yang disterilkan dan substrat yang tidak

disterilkan. Yulianti (2009) mendapatkan kadar MgO tertinggi sebesar 0,415% pada kompos yang dikompuser menggunakan *Trichoderma harzianum* dan cacing terhadap tandan kelapa sawit kosong sedangkan kadar MgO terendah dihasilkan dari dekomposisi menggunakan EM4.

Hasil analisis kandungan fosfor dalam bentuk % P₂O₅ pada akhir pengomposan menunjukkan bahwa isolat bakteriselulolitik yang digunakan mampu membebaskan senyawa posfor dalam bentuk P₂O₅ secara signifikan (Gambar 7. Data tersebut juga mengindikasikan bahwa isolat-isolat yang diuji secara efektif

mampu melepaskan P_2O_5 . Secara umum aplikasi isolat dalam bentuk tunggal maupun kombinasi mampu secara efektif melepaskan P_2O_5 (kecuali kombinasi dengan menggunakan isolat SR75). Secara umum juga terlihat bahwa kadar P_2O_5 pada substrat yang tidak disterilkan lebih tinggi pada kompos yang menggunakan isolat tunggal (kecuali aplikasi isolat JM secara tunggal). Hasil perhitungan mencatat bahwa kadar P_2O_5 tertinggi pada substrat yang tidak disterilkan adalah 0,2% sedangkan tertinggi 0,46%. Pada substrat yang disterilkan angkanya juga hampir sama yakni terendah 0,2% sedangkan tertinggi adalah 0,38%.

SIMPULAN

Dari 6 isolat bakteri yang diisolasi dari tanah masam dan dikulturkan pada media Nutrient Agar (NA) diperoleh enam isolat mempunyai zona bening $\geq 2,0$ yaitu isolat KM25 (*Bacillus subtilis*); SR75 (*Bacillus cereus*); JM, (*Bacillus subtilis*); KM13, (*Bacillus fucosivorans*); G-8 (*Bacillus cereus*); sedangkan U-6 (*Bacillus subtilis*), zona beningnya secara berturut-turut 3,12, 3,04; 2,03; 2,04; 2,00; 2,04, hanya 3 isolat yang digunakan untuk merombak sampah organik menjadi kompos mempunyai zona bening ≥ 3 yaitu KM25, SR75, dan JM secara berturut turut 3,12; 3,04; 3,0. Uji patogenisitas terhadap keenam isolat dengan indeks selulolitik tertinggi menyimpulkan bahwa keenam isolat tersebut bersifat tidak pathogen terhadap tanaman uji. Berdasarkan uji aktifitas endo- β -glucanase dan exo- β -glucanase keenam isolat KM25 (*Bacillus subtilis*); SR75 (*Bacillus cereus*); JM (*Bacillus subtilis*); KM13 (*Bacillus fucosivorans*); G-8 (*Bacillus cereus*); dan U-6 (*Bacillus subtilis*), berturut memiliki aktifitas endo- β -glucanase 0,341; 0,377; 0,402; 0,337; 0,337; 0,356 (IU/ml), dan aktifitas exoglucanase adalah 0,126; 0,117; 0,155; 0,123; 0,148; 0,128 (IU/ml).

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapkan terima kasih pada Menristek Dikti yang memberikandana penelitian skim hibah bersaing tahun 2013 dan tahun 2014

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus, 2009. *Program Aplikasi Statistik 8 Untuk Analisis Data Penelitian*
- Ariawan, M. 2002. Pengaruh Kotoran Sapi dan Kotoran Ayam dalam Pembuatan Kompos di Kota Magelang
- Crueger, W., Dan Crueger, A., 1984, *Biotechnology A textbook of Industrial Microbiology* Brock, T. D. (trans), 54 – 55, Science Tech, Inc, Madison..
- Chrisnawati. 2017. Karakterisasi Mekanisme Pengendalian Dan Identifikasi Rizobakteria Indegenus Yang Mampu Mengendalikan Penyakit Layu Bakteri Nilam (*Ralstonia solanacearum*). Disertasi Program Pascasarjana Unand
- Indriani, Y.H., 2002. Membuat Kompos Secara Kilat. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Jamal, S. 1997. Pengaruh EM4 terhadap kecepatan Proses Pengomposan dan Kualitas Kompos Sampah Kota. Fakultas Pertanian Jurusan Ilmu Tanah Universitas Andalas.
- Klement Z., Mavridis, A., Rudolph K, Vidacer, A., Perombodon, M.C.M., Moore, L.W., 1990. *Inoculation of plant tissues*. P.95 – 120 p. In : Klement, Z.K., Rodolph and D.C. Sands. *Methods in Phytobacteriology*. Akademiai Kiado. Budapest.
- Maher et al. 2010. The Effect of Tibio Femoral Traction Mobilization on Passive Knee Flexion Motion Impairment and Pain: a Case Series. *Jurnal of Manual and Manipulation Therapy.*; Vol.18 no.1
- Manuputty, A.E.W. dan Djuwariah. 2009. Point intercept transect untuk masyarakat. Jakarta. COREMAP II – LIPI. Jakarta. 32hlm. Nybakken, J.W. 1992.

- Maryandini. A. W. Widosari. B.Maranatha. T.C.Sunarti. N.Rahmania. dan H. Satria (2009). Isolasi Selulolitik dan Karakterisasi Enzimnya. Makara. Sain. Vol. 13. No. 1. Hal. 33-38
- Milda Ernita, 2016. Induksi Ketahanan Bawang Merah (*Allium esculanicum*L.)Terhadap Penyakit Hawar Daun Bakteri(*Xanthomonas axonopolos pv.allii*). Disertasi Unand Padang 178 hal.
- Polprasert, C., 1996. Organic Waste Recycling, 2nd ed., Chichester: John Wiley and Sons
- Subba, R. 1995. Soil Microorganism and Plant Growth, 3rded. New Hampshire, Science Publisher Inc. Halaman!
- Wikipedia, Ensiklopedia Bebas Bahasa Indonesia. 2007. Selulose. <http://id.wikipedia.org/wiki/selulose> [23 Mei 2009]
- Yulianti . 2009. Respon Cendawan Mikoriza Arbuskula dan Cacing Tanah Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kentang . Pascasarjana Universitas Andalas. Disertasi 161 Hal
- Yuwono, D., 2005. Kompos Dengan Cara Aerob maupun Anaerob Untuk Menghasilkan Kompos Yang berkualitas. Penebar Swadaya, Jakarta