

Formulasi Mikroorganisme Lignoselulolitik Asal Tanah Gambut Desa Rimbo Panjang, Kampar Sebagai Bioaktivator Bentuk Padat

CHOIRUNNISA^{*1}, DELITA ZUL², NOVA WAHYU PRATIWI³

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau,
Kampus Bina Widya, Jl. HR Soebrantas, Panam, Pekanbaru 28293, Riau, Indonesia

*e-mail: choirunnisaicha1994@gmail.com

ABSTRAK

Bioaktivator merupakan agen pengaktivasi yang mengandung mikroorganisme lignoselulolitik dan berperan untuk mempercepat proses pengomposan. Penelitian ini bertujuan untuk memproduksi bioaktivator padat bentuk serbuk dan granul menggunakan bahan pembawa gambut serta membandingkan kualitasnya pada masa simpan 3 bulan. Mikroorganisme yang digunakan yaitu 2 isolat jamur (RPL 3-3 dan RPL 1-14) dan 2 isolat aktinomisetes (RB1S3 dan L3A7) yang digunakan sebagai starter. Starter terdiri atas starter I dan II yang merupakan campuran 3 isolat dan starter III terdiri dari 4 isolat yang dibuat menggunakan medium PDA dan SCA. Masing-masing starter diinokulasikan ke bahan pembawa gambut steril dengan kelembaban 10% dan difermentasikan selama 5 hari. Masing-masing bioaktivator selanjutnya dikemas dan disimpan selama 1, 2, dan 3 bulan dalam refrigerator. Untuk setiap masa simpan ditentukan pH bioaktivator dan total populasi mikroorganisme lignoselulolitik. Bioaktivator padat bentuk serbuk dan granul yang disimpan selama 3 bulan tidak mengalami perubahan warna dengan pH berkisar antara 7,1-7,6. Populasi mikroorganisme lignoselulolitik pada beberapa starter cenderung mengalami penurunan hingga 3 bulan masa simpan. Akan tetapi, total populasi tersebut masih berada pada kisaran 10^7 - 10^8 CFU/g. Populasi jamur tertinggi pada starter I bentuk granul ($4,4 \times 10^8$ CFU/g), sedangkan populasi aktinomisetes yaitu pada starter I bentuk serbuk ($2,36 \times 10^9$ CFU/g). Mikroorganisme lignoselulolitik yang digunakan sebagai starter terbukti tetap mampu bertahan hidup pada bioaktivator hingga 3 bulan masa simpan yang ditandai dengan terbentuknya zona bening di sekeliling koloni pada medium selulolitik dan terbentuknya pigmen merah kecoklatan pada medium lignolitik.

Kata kunci: Bioaktivator, granul, kompos, mikroorganisme lignoselulolitik, serbuk.

ABSTRACT

Bioactivator is a biologically active material containing microorganisms which is able to accelerate the composting process. This research aimed to produce powder and granule bioactivators by employing peat soil as a carrier material and to compare the quality of those bioactivators for 3 months of its shelf life. Selected lignocellulolytic microorganisms consisted of 2 isolates of fungi (RPL 3-3 and RPL 1-14) and 2 isolates of actinomycetes (RB1S3 and L3A7) were used as activator agents. Starter I and II consisted of 3 isolates and starter III consisted of 4 isolates. Each starter was then inoculated into a sterilized peat carrier material with humidity 10% and fermented for 5 days at room temperature. Bioactivator produced was packaged and kept for 1, 2, and 3 months in the refrigerator. The pH and cell numbers of lignocellulolytic microorganisms were determined their storage period. The results showed that the color of powder and granule bioactivators did not change with pH range between 7,1-7,6 for 3 month shelf life. On the other hand, the cell numbers of lignocellulolytic microorganisms tend to decrease for 3 month shelf life for some starters. However, the total cell numbers was still within the range of 10^7 - 10^8 CFU/g. The highest fungal and actinomycetes cell numbers was found in starter I with a number 4.4×10^8 CFU/g and 2.36×10^9 CFU/g on granule and powder bioactivators, respectively. Lignocellulolytic microorganisms employed as bioactivator agents were able to survive for 3 months shelf life that was marked by the formation of a clear zone surrounding its colony in the cellulolytic medium and brownish-red pigment in the ligninolytic medium.

Keywords: Bio-activator, compost, granules, lignocellulolytic microorganisms, Powder.

PENDAHULUAN

Sampah merupakan material sisa yang berasal dari kegiatan sehari-hari manusia, tetapi tidak kegiatan biologis (Fadhilah *et al.* 2011) dan berpotensi menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan sekitar seperti kesehatan maupun estetika kota (pemukiman) (Tobing 2005). Beragamnya jenis sampah yang sering kali ditemui di lingkungan tentunya memerlukan teknik yang khusus juga dalam mengolahnya. Salah satu sampah yang membutuhkan perhatian saat ini yaitu sampah pertanian yang banyak mengandung bahan lignoselulosa (Saha 2004). Umumnya sampah yang mengandung lignoselulosa seperti sampah pertanian membutuhkan waktu yang relatif lama dalam proses pengomposan, yaitu sekitar 2-3 bulan, bahkan hingga 6-12 bulan (Saptoadi 2003), sehingga dibutuhkan alternatif untuk mempercepat proses pengomposan, salah satunya yaitu menggunakan bioaktivator kompos. Penelitian yang dilakukan oleh Musnamar (2003), menunjukkan bahwa penambahan mikroorganisme dekomposer dapat mempercepat proses pengomposan.

Bioaktivator merupakan agen pengaktivasi yang berupa makhluk hidup (jasad renik) dan berperan untuk mempercepat proses pengomposan baik aspek fisika maupun kimia dari suatu bahan organik menjadi produk yang berbeda sifatnya (Sukanto 2013). Salah satu bahan pembawa yang dapat digunakan dalam pembuatan bioaktivator kompos yaitu dengan menggunakan tanah gambut.

Gambut merupakan tanah jenuh air, terbentuk dari endapan yang berasal dari penumpukan sisa-sisa (residu) jaringan tumbuhan masa lampau yang melapuk, dengan ketebalan lebih dari 50 cm (Dariah *et al.* 2013). Gambut merupakan material atau bahan organik yang tertimbun secara alami dalam keadaan basah berlebihan, hanya sedikit mengalami perombakan Noor (2001). Sifat toleran yang terkandung dalam tanah gambut menyebabkan banyak mikroorganisme yang mampu hidup dan menjadi sumber nutrisi untuk kehidupan mikroorganisme yang ada. Menurut Tittabutr *et al.* (2012) bahan pembawa yang dapat digunakan sebagai bioaktivator kompos dengan baik yaitu berupa media yang mendukung viabilitas mikroorganisme dengan memiliki kelembaban sekitar 10%.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan bioaktivator Membuat bioaktivator kompos yang mengandung campuran isolat aktinomisetes dan jamur lignoselulolitik dalam bentuk padat yaitu serbuk dan granul, kemudian membandingkan kualitas bioaktivator bentuk serbuk dan granul ditinjau dari masa penyimpanan dari bulan ke-1 sampai bulan ke-3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai tingkat kelangsungan hidup mikroorganisme lignoselulolitik dalam bioaktivator bentuk padat dengan bahan pembawa berupa tanah gambut yang berasal dari Desa Rimbo Panjang, Kampar selama masa simpan tertentu serta ramah lingkungan dalam aplikasinya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan September 2015-Januari 2016 di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau. Sumber isolat yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat yang diisolasi dari tanah gambut di Desa Rimbo Panjang dan telah dikarakterisasi beberapa sifat fisiologis yang mendukung peranannya sebagai agen bioaktivator yang merupakan koleksi Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UR. Isolat yang digunakan sebanyak 4 isolat yang berpotensi yaitu isolat jamur yaitu *Aspergillus* sp (RPL 1-14) dan *Apphylophorales* (RPL 3-3), isolat aktinomisetes yaitu *Streptomyces* (RB1S3) dan *Frankia* (L3A7).

Peremajaan Isolat

Kultur murni jamur ditumbuhkan pada medium PDA (*Potato Dextrose Agar*) dan aktinomisetes ditumbuhkan pada medium SCA (*Starch Casein Agar*) dengan metode goresan agar yang dibuat pada agar miring. Kultur dibuat dua seri sebagai stok kultur dan kultur kerja.

Persiapan dan Sterilisasi Gambut Sebagai Bahan pembawa

Bahan pembawa yang digunakan adalah gambut yang diambil dari Desa Rimbo Panjang Kabupaten Kampar. Tanah gambut diambil dengan kedalaman \pm 10cm kemudian dikeringkan, dihaluskan dan disaring menggunakan saringan berukuran 355 mesh. Komposisi bioaktivator kompos bentuk serbuk yaitu gambut dicampur dengan fosfat alam 10% dan kapur pertanian 5%. Bahan-bahan tersebut dicampur hingga rata

dan dikemas sebanyak 250 gram, setelah itu diatur kelembaban hingga 10%, dengan cara menambahkan akuades sebanyak 25 ml ke dalam bahan pembawa yang sudah dikemas plastik PP. Kemudian disegel dan disterilisasi dengan menggunakan autoklaf sebanyak 3 kali pada suhu 121 °C, tekanan 15 psi selama 15 menit.

Komposisi bahan pembawa gambut bentuk granul adalah gambut 60%, fosfat alam 10%, kapur pertanian 10% dan zeolit 20% dari total berat campuran (Somasegaran dan Hoben 1994). Bahan-bahan tersebut dicampur hingga rata dan dikemas sebanyak 500 gram, setelah itu diatur kelembaban hingga 10%, dengan cara menambahkan akuades sebanyak 50 ml ke dalam bahan pembawa yang sudah dikemas plastik PP. Kemudian disegel dan disterilisasi dengan menggunakan autoklaf sebanyak 3 kali pada suhu 121 °C, tekanan 15 psi selama 15 menit.

Pembuatan Starter

Starter I. Dibuat dari campuran 3 inokulum yaitu RPL 1-14, RPL 3-3 dan RB1S3 dengan cara mencampurkan 100 ml dari masing-masing inokulum untuk menghasilkan starter sebanyak 300 ml. Caranya yaitu dengan menginokulasi 1 ose isolat aktinomisetes (RB1S3) ke 10 ml medium SCB dan jamur (RPL 1-14, RPL 3-3) masing-masing ke 10 ml medium PDB. Kemudian diinkubasi selama 4 hari untuk aktinomisetes dan 3 hari untuk jamur menggunakan *orbital shaker* dengan agitasi 150 rpm. Selanjutnya 10 ml dari setiap inokulum tersebut diinokulasi ke dalam 90 ml medium SCB untuk aktinomisetes dan medium PDB untuk jamur. Inokulum selanjutnya diinkubasi pada suhu ruang selama 4 hari untuk aktinomisetes dan 3 hari untuk jamur menggunakan *orbital shaker* dengan agitasi 150 rpm.

Starter II. Dibuat dari campuran 3 inokulum yaitu RPL 1-14, RPL 3-3 dan L3A7 dengan cara mencampurkan 100 ml dari masing-masing inokulum untuk menghasilkan starter sebanyak 300 ml. Caranya yaitu dengan menginokulasi 1 ose isolat aktinomisetes (L3A7) ke 10 ml medium SCB dan jamur (RPL 1-14, RPL 3-3) masing-masing ke 10 ml medium PDB. Kemudian diinkubasi selama 4 hari untuk aktinomisetes dan 3 hari untuk jamur menggunakan *orbital shaker* dengan agitasi 150 rpm. Selanjutnya 10 ml dari setiap inokulum tersebut diinokulasi ke dalam 90 ml medium SCB untuk aktinomisetes dan medium PDB untuk jamur. Inokulum selanjutnya diinkubasi pada suhu ruang selama 4 hari untuk aktinomisetes dan 3 hari untuk jamur menggunakan *orbital shaker* dengan agitasi 150 rpm.

Starter III. Dibuat dari campuran 2 inokulum yaitu RPL 1-14, RPL 3-3, RB1S3 dan L3A7 dengan cara mencampurkan 75 ml dari masing-masing inokulum untuk menghasilkan starter sebanyak 300 ml. Caranya yaitu dengan menginokulasi 1 ose isolat aktinomisetes (RB1S3, L3A7) masing-masing ke 10 ml medium SCB dan jamur (RPL 1-14, RPL 3-3) masing-masing ke 10 ml medium PDB. Kemudian diinkubasi selama 4 hari untuk aktinomisetes dan 3 hari untuk jamur menggunakan *orbital shaker* dengan agitasi 150 rpm. Selanjutnya 10 ml dari setiap inokulum tersebut diinokulasi ke dalam 65 ml medium SCB untuk aktinomisetes dan medium PDB untuk jamur. Inokulum selanjutnya diinkubasi pada suhu ruang selama 4 hari untuk aktinomisetes dan 3 hari untuk jamur menggunakan *orbital shaker* dengan agitasi 150 rpm.

Pembuatan Bioaktivator Serbuk dan Granul

Bentuk serbuk dibuat dengan cara bahan pembawa steril yang telah dibungkus menggunakan plastik PP diinokulasikan sebanyak 100 ml starter (masing-masing starter I, starter II, dan starter III) dan difermentasi selama 5 hari. Bioaktivator selanjutnya disimpan pada suhu refrigerator berkisar 10 °C dengan masa penyimpanan 1, 2, dan 3 bulan.

Bentuk Granul dibuat dengan cara bahan pembawa yang telah dibungkus menggunakan plastik PP diinokulasikan sebanyak 200 ml starter (masing-masing starter I, starter II, dan starter III) dan difermentasi selama 5 hari. Setelah masa fermentasi bioaktivator selanjutnya ditambahkan bahan pengikat kanji sebanyak 37% dengan konsentrasi 10% sebagai pengompakan dan diaduk hingga homogen dan diayak untuk mendapatkan ukuran granul yang seragam. Kemudian bioaktivator dikemas sebanyak 100 gram per wadah dan disimpan pada suhu refrigerator berkisar 10 °C dengan masa penyimpanan 1, 2, dan 3 bulan.

Perhitungan Total Populasi Mikroorganisme Lignoselulolitik dengan Metode TPC (Total Plate Count)

Bioaktivator padat yang disimpan sesuai dengan masa penyimpanan dilakukan uji viabilitas populasi mikroorganisme lignoselulolitik dengan menghitung total populasi mikroorganisme lignoselulolitik menggunakan metode TPC dengan menggunakan medium PDA, SCA. Bioaktivator kompos ditimbang sebanyak 1 gram dan dimasukkan ke tabung reaksi yang telah berisi 9 ml akuades steril. Kemudian

dihomogenisasi menggunakan *vortex*, sehingga diperoleh pengenceran 10^{-1} . Selanjutnya diambil 1 ml dari tabung 10^{-1} dan dimasukkan ke dalam 9 ml akuades steril pada tabung reaksi lain sehingga diperoleh tingkat pengenceran 10^{-2} . Prosedur kerja diatas diulangi terus menerus hingga tingkat pengenceran mencapai 10^{-8} . Pada pengenceran 10^{-6} , 10^{-7} dan 10^{-8} diambil 0,1 ml suspensi dan disebarakan ke cawan petri masing-masing yang berisi medium PDA, SCA, CCRA, dan ligninolitik yang telah padat dan disebarakan menggunakan *dryglasky*. Kemudian suspensi tersebut diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruang, pada medium PDA dan SCA koloni mikroorganisme lignoselulolitik yang tumbuh diamati dan dihitung total populasinya pada bulan 1, 2, dan 3. Kemudian pada medium CCRA dilakukan pengamatan deteksi mikroorganisme selulolitik dan pada medium ligninolitik dilakukan pengamatan deteksi mikroorganisme ligninolitik pada bulan 3.

Pengukuran pH Bioaktivator padat

Sebanyak 1 gram dari setiap bahan pembawa ditambah 2 ml ddH₂O. Selanjutnya sampel divortex selama 5 menit untuk menghomogenkan antara bioaktivator dan air. Sampel tersebut kemudian didiamkan selama 30 menit dan diukur pH meter untuk setiap masa simpan 1, 2, dan 3 bulan.

Analisis data

Data viabilitas sel dan pH bioaktivator disajikan dalam tabel. Data tabel tersebut dianalisis secara statistik dengan one-way ANOVA menggunakan SPSS versi 17.0 dan dilanjutkan dengan uji *Duncan* pada taraf kepercayaan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Bioaktivator Bentuk Padat

Kualitas bioaktivator bentuk padat ditentukan oleh viabilitas dan stabilitas populasi mikroorganisme lignoselulolitik yang terdapat di dalamnya selama masa penyimpanan. Bioaktivator bentuk padat memiliki kelebihan yaitu tidak menimbulkan racun pada bakteri yang akan diinokulasikan pada tanah gambut, memiliki kapasitas penyerapan air yang baik, mudah diaplikasikan, memiliki tekstur material yang tidak bergumpal, memiliki kapasitas pH yang baik, serta keberadaannya tersedia di alam. Gambar 1 menyajikan perbandingan bioaktivator padat bentuk serbuk dan granul yang disimpan pada suhu refrigerator.

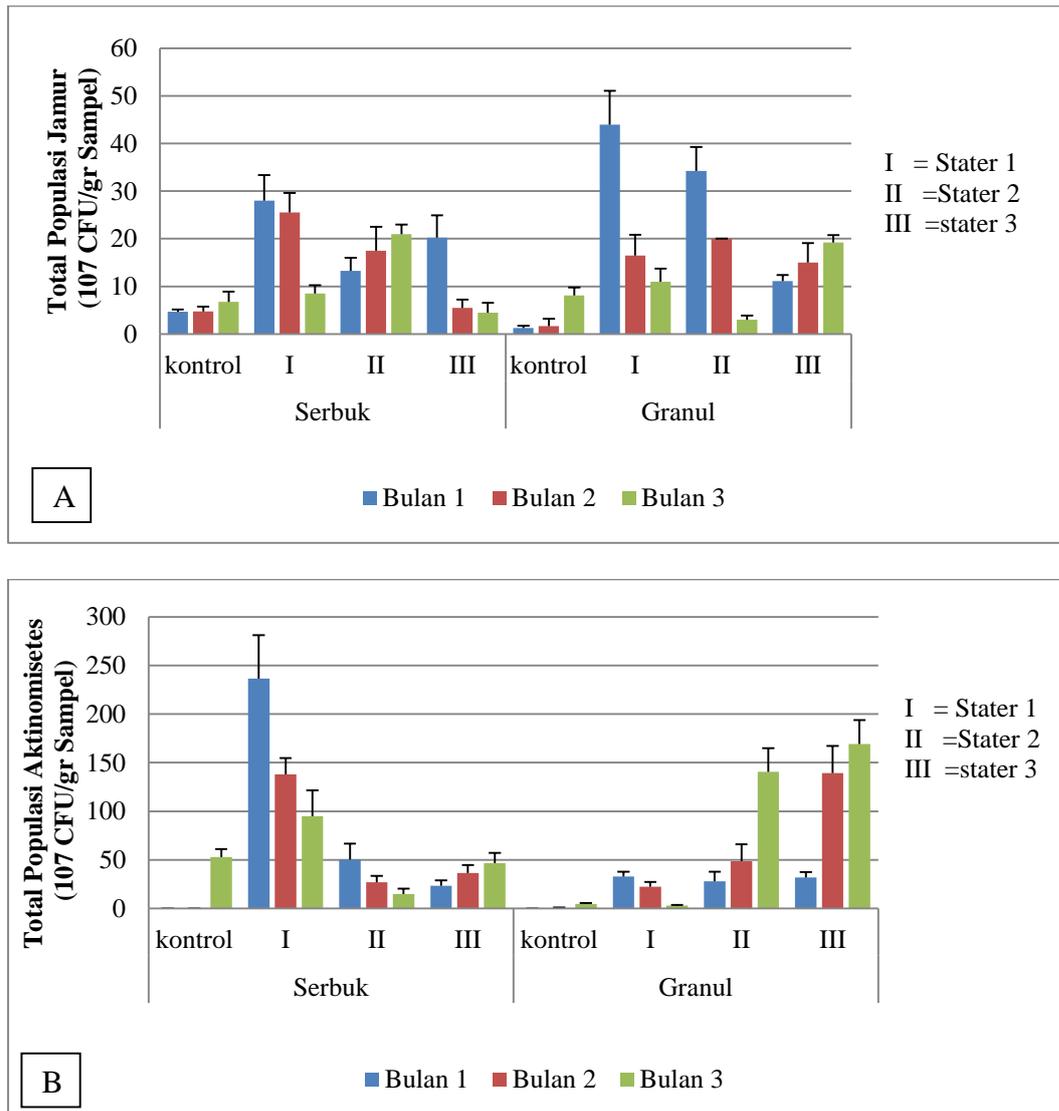


Gambar 1. Perbandingan bioaktivator padat A) serbuk dan B) granul, yang disimpan pada suhu refrigerator.

Morfologi bahan pembawa gambut sebagai bioaktivator padat bentuk serbuk dan granul yang disimpan pada suhu refrigerator selama 3 bulan tidak mengalami perubahan warna. Akan tetapi, pada bioaktivator padat bentuk granul terjadi perubahan bau busuk yang diduga karena adanya pengaruh penambahan larutan tepung kanji saat pembuatan granul. Penambahan larutan tepung kanji digunakan untuk membuat antar partikel tanah gambut saling berikatan. Larutan tepung kanji akan membantu tanah gambut membentuk agegat berukuran lebih besar sehingga terbentuk bioaktivator padat bentuk granul. Menurut Dewi & Treesnowati (2012), salah satu faktor yang mempengaruhi pengomposan yaitu kelembaban, pada kelembaban lebih besar dari 60%, akan menyebabkan hara tercuci, volume udara berkurang, sehingga aktivitas mikroba menurun dan akan terjadi fermentasi anaerobik yang menimbulkan bau tidak sedap. Kualitas bioaktivator kompos bentuk padat juga dapat ditentukan oleh kelangsungan hidup mikroorganisme pada bahan pembawa dan pH bioaktivator.

Populasi Mikroorganisme Bioaktivator Bentuk Padat

Stabilitas populasi mikroorganisme lignoselulolitik pada bioaktivator padat berpengaruh terhadap kualitas bioaktivator tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bioaktivator bentuk padat mampu mendukung kelangsungan hidup dari mikroorganisme lignoselulolitik pada beberapa tipe starter. Tinggi rendahnya populasi disebabkan adanya perbedaan viabilitas dan stabilitas populasi mikroorganisme lignoselulolitik pada setiap starter yang diduga karena adanya aktivitas metabolisme dan karakter fisiologi yang berbeda-beda setiap isolat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi mikroorganisme lignoselulolitik pada bioaktivator bentuk padat cenderung mengalami penurunan selama penyimpanan hingga 3 bulan. Total populasi mikroorganisme lignoselulolitik yang terdapat pada bioaktivator bentuk padat disajikan pada Gambar 2.



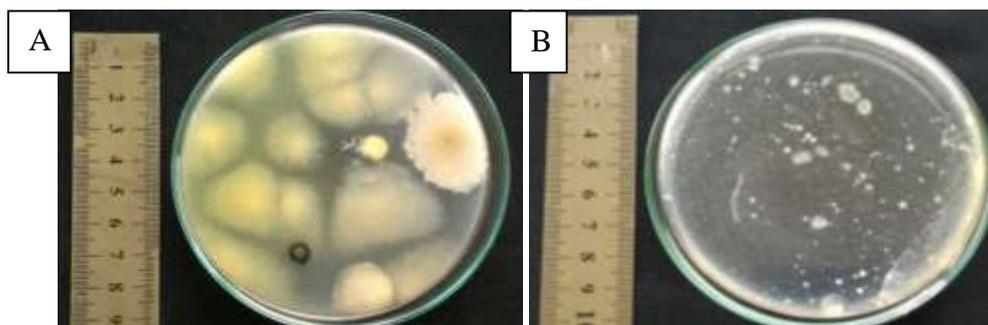
Gambar 2. Populasi mikroorganisme lignoselulolitik di dalam bioaktivator padat pada masa penyimpanan 1-3 bulan, A) Jamur, B) Aktinomisetes.

Populasi jamur lignoselulolitik starter I pada bioaktivator bentuk serbuk dan granul mengalami penurunan dari bulan pertama hingga bulan ketiga yaitu dari $2,8 \times 10^8$ CFU/g menjadi $8,5 \times 10^7$ CFU/g pada bentuk serbuk, sedangkan bentuk granul dari $4,4 \times 10^8$ CFU/g menjadi $1,1 \times 10^8$ CFU/g. Populasi jamur lignoselulolitik starter II bioaktivator padat bentuk serbuk pada masa penyimpanan setiap bulan mengalami kenaikan sedangkan bentuk granul mengalami penurunan, pada serbuk yaitu dari $1,32 \times 10^8$ CFU/g menjadi

$2,1 \times 10^8$ CFU/g, kemudian pada bentuk granul dari $3,42 \times 10^8$ CFU/g menjadi $2,97 \times 10^7$ CFU/g. Populasi jamur lignoselulolitik starter III bioaktivator padat bentuk serbuk pada masa penyimpanan setiap bulan mengalami penurunan sedangkan bentuk granul mengalami kenaikan, pada serbuk dari $2,02 \times 10^8$ menjadi $4,5 \times 10^7$ CFU/g, sedangkan bentuk granul dari $1,11 \times 10^8$ CFU/g, menjadi $1,92 \times 10^8$ CFU/g.

Populasi aktinomisetes lignoselulolitik starter I bioaktivator padat bentuk serbuk dan granul mengalami penurunan dari bulan pertama hingga bulan ketiga yaitu dari $2,36 \times 10^9$ CFU/g menjadi $9,5 \times 10^8$ CFU/g pada bentuk serbuk, sedangkan bentuk granul dari $3,27 \times 10^8$ CFU/g menjadi $2,85 \times 10^7$ CFU/g. Populasi aktinomisetes lignoselulolitik starter II bioaktivator padat bentuk serbuk pada masa penyimpanan setiap bulan mengalami penurunan sedangkan bentuk granul mengalami kenaikan, pada serbuk yaitu dari $5,02 \times 10^8$ CFU/g menjadi $1,47 \times 10^8$ CFU/g, kemudian pada bentuk granul dari $2,8 \times 10^8$ CFU/g menjadi $1,4 \times 10^9$ CFU/g. Populasi jamur lignoselulolitik starter III bioaktivator padat bentuk serbuk dan granul pada masa penyimpanan setiap bulan mengalami kenaikan, pada serbuk dari $2,35 \times 10^8$ menjadi $4,65 \times 10^8$ CFU/g, sedangkan bentuk granul dari $3,17 \times 10^8$ CFU/g, menjadi $1,69 \times 10^9$ CFU/g. Terjadinya peningkatan populasi jamur dan aktinomisetes pada perlakuan kontrol tersebut, diduga terjadi kontaminasi selama masa penyimpanan.

Perbedaan jumlah populasi jamur dan aktinomisetes pada bioaktivator padat bentuk serbuk dan granul untuk setiap starter dapat disebabkan adanya perbedaan kemampuan hidup dari isolat mikroorganisme lignoselulolitik dalam mendegradasi bahan organik pada gambut. Gambut merupakan bahan pembawa yang sering digunakan untuk menjaga kelangsungan hidup mikroorganisme (Larasati *et al.* 2012). Penelitian Munawar & Elfita (2011) menunjukkan bahwa bahan pembawa gambut dapat disimpan selama tiga bulan dengan total populasi $3,3 \times 10^6$ sel/g. Gambar 3. menyajikan populasi mikroorganisme yang tumbuh pada medium pertumbuhan.



Gambar 3. Koloni mikroorganisme pada medium pertumbuhan, A) Jamur pada PDA (*Potato Dextrose Agar*), B) Aktinomisetes pada SCA (*Starch Casein Agar*).

Viabilitas dan stabilitas mikroorganisme lignoselulolitik dapat dipengaruhi oleh media bahan pembawa, kelembaban, dan kehidupan mikroorganisme. Penelitian Nurbaity *et al.* (2009) menunjukkan penggunaan bahan organik seperti jerami dan sekam sebagai bahan pembawa fungi mikoriza arbuskula membuktikan bahwa penambahan arang sekam ke dalam media zeolit di dalam produksi inokulan FMA dapat meningkatkan kualitas inokulan, selain itu dapat menciptakan biaya produksi yang lebih ekonomis.

Penelitian ini menunjukkan terjadinya kecenderungan penurunan populasi mikroorganisme lignoselulolitik pada beberapa starter. Penurunan populasi mikroorganisme pada beberapa starter yang diinokulasikan pada bahan pembawa diduga dipengaruhi oleh ketersediaan oksigen selama masa simpan. Menurunnya ketersediaan oksigen menyebabkan lingkungan menjadi tidak stabil, sehingga pertumbuhan mikroorganisme menjadi terganggu dan terjadi penurunan viabilitas selama penyimpanan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Choiron *et al.* (2013) bahwa pertumbuhan *Epicoocum nigrum* dipengaruhi oleh ketersediaan oksigen. Pertumbuhan *E. nigrum* pada kondisi teroksidasi menunjukkan pertumbuhan yang meningkat setiap harinya dan peningkatan biomassa yaitu sekitar pada hari ke-4 sebesar $7,074 \pm 0,786$ g/l dan mengalami penurunan pada hari ke-6 sebesar $6,146 \pm 1,358$ g/l.

Viabilitas dan stabilitas mikroorganisme lignoselulolitik dapat dipengaruhi oleh media bahan pembawa, kelembaban, dan kehidupan mikroorganisme. Selain itu Viabilitas dan stabilitas populasi mikroorganisme lignoselulolitik pada bioaktivator bentuk padat juga dipengaruhi oleh nutrisi, suhu, pH, ketersediaan oksigen serta kandungan senyawa toksik yang mungkin terkandung pada media pembawa.

Ketersediaan nutrisi merupakan faktor yang penting dalam mempengaruhi viabilitas dan stabilitas mikroorganisme pada bahan pembawa selama penyimpanan (Noviana & Raharjo 2009).

Penurunan mulai terjadi sejak bulan kedua. Populasi agen bioaktivator pada bentuk serbuk dan bentuk granul berkisar 10^7 - 10^8 CFU/g selama masa simpan 3 bulan. Namun demikian, populasinya masih dalam kisaran populasi sesuai standar pupuk hayati berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian RI No.70/Permentan/SR.140 /10/2011 tentang pembenah tanah, pupuk organik dan pupuk hayati dengan syarat minimal pupuk hayati untuk jamur dan aktinomisetes dengan jenis bahan pembawa padat bentuk serbuk maupun granul adalah $\geq 10^7$ CFU/g.

Untuk mengetahui pengaruh masa penyimpanan terhadap total populasi bioaktivator padat bentuk serbuk dan granul dilakukan analisis menggunakan *One-Way* ANOVA. Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan nyata pada biaktivator bentuk serbuk dan bentuk granul dengan signifikansi $p < 0,05$ pada tiap starter terhadap selama masa simpan 1, 2, dan 3 bulan. Hasil analisis uji lanjut Duncan bioaktivator bentuk serbuk menunjukkan bahwa starter 1 pada medium PDA dan SCA berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol dan starter lainnya pada masa simpan 1, 2, dan 3 bulan. Hasil analisis uji lanjut DMRT bioaktivator bentuk granul menunjukkan bahwa starter 1 pada medium PDA dan SCA berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol dan starter lainnya pada masa simpan 1 bulan. Masa simpan 2 dan 3 bulan menunjukkan bahwa starter I,II, dan III pada medium PDA berbeda nyata terhadap kontrol, sedangkan medium SCA starter III berbeda nyata terhadap kontrol dan starter lainnya.

Derajat Keasaman (pH) Bioaktivator Padat

Kemampuan hidup mikroorganisme lignoselulolitik bentuk padat tidak hanya dipengaruhi oleh bahan pembawa yang digunakan selama masa penyimpanan. Kelangsungan hidup mikroorganisme lignoselulolitik juga dipengaruhi oleh pH dari bioaktivator padat tersebut.

Derajat keasaman yang dihasilkan mikroorganisme lignoselulolitik pada bioaktivator padat bentuk serbuk dan granul selama masa simpan hingga 3 bulan menunjukkan kondisi netral (pH 7,1-7,6) akan tetapi diperoleh hasil bahwa pertumbuhan populasi mikroorganisme lignoselulolitik mengalami penurunan. Derajat keasaman bioaktivator padat selama masa penyimpanan 3 bulan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Derajat keasaman bioaktivator padat yang diproduksi selama penyimpanan 1-3 bulan.

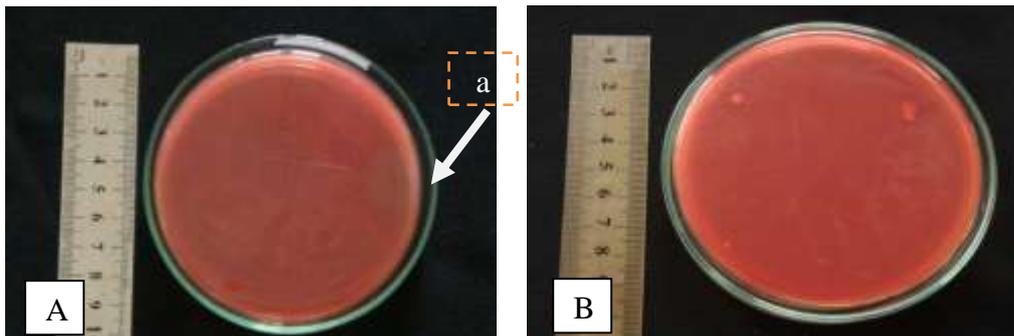
Perlakuan	Masa Simpan	pH	
		Serbuk	Granul
Kontrol	1 Bulan	7,2±0,0	7,2±0,0
	2 Bulan	7,2±0,0	7,4±0,0
	3 Bulan	7,5±0,0	7,2±0,0
Starter I	1 Bulan	7,3±0,0	7,2±0,0
	2 Bulan	7,2±0,1	7,3±0,1
	3 Bulan	7,3±0,1	7,4±0,1
Starter II	1 Bulan	7,3±0,0	7,1±0,0
	2 Bulan	7,2±0,0	7,6±0,0
	3 Bulan	7,4±0,0	7,1±0,0
Starter III	1 Bulan	7,4±0,0	7,3±0,1
	2 Bulan	7,1±0,0	7,3±0,0
	3 Bulan	7,5±0,0	7,5±0,2

Kelangsungan pertumbuhan mikroorganisme lignoselulolitik pada bioaktivator bentuk padat juga dipengaruhi oleh suhu selama masa penyimpanan. Penyimpanan bioaktivator bentuk serbuk dan granul direfrigerator bertujuan untuk menurunkan aktivitas metabolisme mikroorganisme lignoselulolitik sehingga sel mengalami dormansi dan mampu mempertahankan kelangsungan hidupnya di dalam bioaktivator tersebut. Selain itu penyimpanan pada suhu refrigerator mampu mempertahankan viabilitas mikroorganisme lignoselulolitik dan berpotensi memicu berkembangnya mikroorganisme indigenus sehingga mempercepat proses dekomposisi.

Deteksi Mikroorganisme Lignoselulolitik

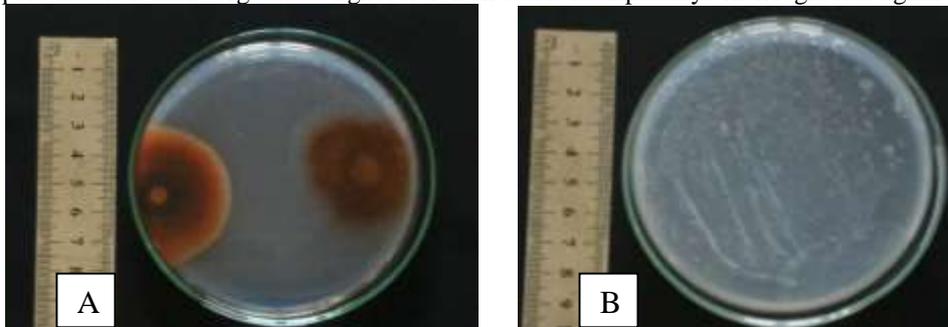
Mikroorganisme lignoselulolitik merupakan mikroorganisme yang memiliki peranan penting dalam proses fermentasi komponen lignoselulolitik (Saha 2004). Adanya proses fermentasi pada bioaktivator tersebut dapat memicu terjadinya proses hidrolisis pada lignoselulosa tersebut. Mikroorganisme yang tumbuh melalui sistem fermentasi padat berada pada kondisi pertumbuhan di bawah habitat alaminya, mikroorganisme tersebut dapat menghasilkan enzim dan mengalami proses metabolisme yang lebih efisien dibandingkan dengan sistem fermentasi cair (Tanyildizi *et al.* 2007).

Deteksi keberadaan mikroorganisme lignoselulolitik pada medium CCRA memberikan hasil bahwa terdapat jamur yang mampu menghasilkan zona bening kecil, sedangkan aktinomisetes hanya mampu tumbuh pada medium tanpa membentuk zona bening pada medium. Menurut Sudjana (2002) keberadaan zona bening menandakan bahwa isolat-isolat uji yang digunakan memiliki kemampuan dalam menghidrolisis substrat. Gambar 4. menunjukkan adanya pertumbuhan mikroorganisme lignoselulolitik dan kemampuannya mendegradasi selulosa.



Gambar 4. Mikroorganisme yang tumbuh pada medium *Cellulose Congo Red Agar* (CCRA). a) Zona bening, A) Jamur B) Aktinomisetes.

Mikroorganisme yang mampu mendegradasi selulosa akan menunjukkan hasil berupa zona bening pada medium CCRA, sedangkan mikroorganisme ligninolitik dapat mendegradasi lignin pada kompos dengan menghasilkan enzim pendegradasi lignin (Sulistiyawati *et al.* 2008). Gambar 5. menunjukkan adanya pertumbuhan mikroorganisme lignoselulolitik dan kemampuannya mendegradasi lignin.



Gambar 5. Mikroorganisme yang tumbuh pada medium lignoselulolitik pada medium Ligninolitik, A) Jamur B) Aktinomisetes.

Hasil menunjukkan bahwa terdapat beberapa jamur memiliki kemampuan degradasi lignin pada medium ligninolitik dengan adanya pigmen merah kecoklatan tetapi tidak ada yang membentuk zona bening pada medium lignin tersebut, sedangkan aktinomisetes hanya mampu tumbuh tanpa menghasilkan pigmen merah kecoklatan maupun zona bening. Warna merah coklat pada permukaan medium yang mengindikasikan oksidasi *guaiacol* yang menunjukkan adanya keberadaan enzim pendegradasi lignin yaitu peroksidase non-spesifik (Risdiyanto *et al.* 2007). Penelitian lain menyatakan mikroorganisme yang mampu mendegradasi lignin menunjukkan adanya zona bening yang terbentuk pada medium ligninolitik (Martina *et al.* 2013).

KESIMPULAN

Bioaktivator padat bentuk serbuk dan granul yang disimpan pada suhu refrigator selama 3 bulan tidak mengalami perubahan warna. Akan tetapi, pada bioaktivator bentuk granul terjadi perubahan bau busuk. Populasi mikroorganisme lignoselulolitik cenderung mengalami penurunan masa simpan hingga 3 bulan. Akan tetapi, total populasi tersebut masih berada pada kisaran 10^7 – 10^8 CFU/g. Populasi jamur tertinggi pada starter I bentuk granul ($4,4 \times 10^8$ CFU/g), sedangkan populasi aktinomisetes yaitu pada starter I bentuk serbuk ($2,36 \times 10^9$ CFU/g). Analisis *One-Way ANOVA* menunjukkan adanya perbedaan nyata pada biaktivator bentuk serbuk dan bentuk granul dengan signifikansi $p < 0,05$ pada tiap starter terhadap selama masa simpan 1, 2, dan 3 bulan. Perlu dicari alternatif bioaktivator lainnya yang memiliki kemampuan untuk beradaptasi dan mempertahankan kelangsungan hidupnya pada bahan pembawa dengan masa simpan tertentu, sehingga dapat di aplikasikan ke lingkungan dan bermanfaat untuk menurunkan volume sampah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Basis Lab 2015, Kepala dan Laboran Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Riau atas izin dan fasilitas yang diberikan selama penelitian. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada semua pihak terkait yang telah mendukung dan membantu baik secara moril maupun materil sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

- Choiron M, Jayus, Suwarsono S. 2013. Pengaruh ketersediaan oksigen pada produksi epiglukan oleh *Epiccum nigrum* menggunakan media molase. *Agrointek*. 7(1).
- Dariah A, Maftuah2 E, Maswar. 2013. Karakteristik lahan gambut. *Panduan Pengelolaan Berkelanjutan Lahan Gambut Terdegradasi*. 16-29.
- Dewi YS, Treesnowati. 2012. Pengolahan sampah skala rumah tangga menggunakan metode komposting. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik (LIMIT'S)*. 8(2): 35-48.
- Fadhilah A, Sugianto H, Hadi K, Firmandhani SH, Murtini TW, Pandelaki EE. 2011. Kajian pengelolaan sampah kampus jurusan arsitektur fakultas teknik universitas Diponegoro. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 11(2): 62-71. Semarang.
- Larasati TRD, Mulyana N, Sudrajat D. 2012. pembuatan bahan pembawa berbasis vermikompos untuk inokulan bakteri *rhizosfer* peningkat pertumbuhan tanaman. Di dalam: *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah*. Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir Yogyakarta. Hlm. 141-147.
- Martina A, Fibriarti BL, Roza RM, Zul D, Sari EP. 2013. Isolasi dan seleksi kapang ligninolitik dari tanah gambut di desa rimbo panjang kabupaten kampar Provinsi Riau. Di dalam: *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. Lampung. Hlm 91-96.
- Munawar, Elfita. 2011. Ketahanan hidup konsorsium bakteri petrofilik pada media pembawa tanah gambut selama masa penyimpanan. Di dalam: *Prosiding seminar nasional hasil penelitian*. Palembang. ISBN 978-602-95965-2-6.
- Musnamar EI. 2003. *Pupuk Organik*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Noor M. 2001. *Pertanian Lahan Gambut*. Yogyakarta: Kanisius.
- Noviana L, Raharjo B. 2009. Viabilitas rhizobakteria *Bacillus* sp. DUCC-BR-K 1.3 pada media pembawa tanah gambut disubsitusi dengan padatan limbah cair industri rokok. *Bioma 11*: 30-39.
- Nurbaity A, Herdiyantoro D, Mulyani O. 2009. Pemanfaatan Bahan Organik Sebagai Bahan Pembawa Inokulan Fungi Mikoriza Arbuskula. *Jurnal Biologi*. XIII (1) : 17- 11.
- Risdianto H, Setiadi T, Suhardi SH, Niloperbowo W. 2007. Pemilihan Spesies Jamur Dan Media Imobilisasi Untuk Produksi Enzim Ligninolitik. *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia Dan Proses 2007*, Bandung, Institut Teknologi Bandung. Hlm 1-6.
- Saha BC. 2003. Hemicellulose bioconversion. *Journal Industrial Microbiol Biotechnol* 30:279-291.
- Saptoadi H. 2003. Utilization of organic matter from municipal solid waste in compost industries. *Journal of humans and the environment*. 3:119-129.
- Sudjana. 2002. *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito.

- Sukanto. 2013. Pembuatan Agen Bioaktivator Untuk Pengolahan Kotoran Ternak Menjadi Pupuk Majemuk Secara Fermentasi. *Makalah Penyuluhan Dalam Rangka KKN posdaya*. Purwokerto: Fakultas Biologi Unsoed.
- Sulistiyawati E, Nashita N, Choesin DN. 2008. Pengaruh agen dekomposer terhadap kualitas hasil pengomposan sampah organik rumah tangga, di dalam: Seminar Nasional Penelitian Lingkungan; Universitas Trisakti. Jakarta: Universitas Trisakti.
- Tanyildizi MS, Dursun O, Murat E. 2007. Production of bacterial α -amylase by *B. amyloliquefaciens* Under Solid Substrate Fermentation. *Biochemical Engineering Journal* 37: 294-297.
- Tittabutr P, Teamthisong K, Buranabanyat B, Teaumroong, Boonkerd N. 2012. Gamma Irradiation And Autoclave Sterilization Peat and Compost As The Carrier for Rhizobial Inoculant Production. *Agricultural Science* 4:59-67.
- Tobing ISL. 2005. Dampak Sampah Terhadap Kesehatan Lingkungan dan Manusia. Di dalam: Aspek Lingkungan dan Legalitas Pembuangan Sampah serta Sosialisasi Pemanfaatan Sampah Organik sebagai Bahan Baku Pembuatan Kompos. *Prosiding Lokal Karya*; Jakarta Juni. 2005. Univ Nasional dan Dikmenti DKI. Hlm 1-9.