

Kemunduran Kualitas Pupuk Hayati *Rhizobium*

The Quality Deterioration of Rhizobium Bio-fertilizer

Prihastuti* dan A. Harsono

Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian
Jalan Raya Kendal Payak Kotak Pos 66, Malang

ABSTRAK

Penelitian ini bersifat deskriptif analitis, dengan tujuan untuk mendeskripsikan kerusakan produk pupuk hayati *Rhizobium* selama penyimpanan. Bahan yang digunakan adalah pupuk hayati *Rhizobium* dalam kemasan plastik, yang disimpan di dalam inkubator suhu 28°C selama hampir sepuluh bulan. Hasil penelitian menunjukkan telah terjadi kerusakan dalam penyegelan plastik dan terbentuk lubang-lubang kecil. Keadaan ini menyebabkan terjadinya kontaminasi, dan terbukti dengan tumbuhnya koloni-koloni bakteri yang beragam. Ditinjau dari kandungan C, N, P dan K, komposisi bahan karier pupuk hayati tergolong pada harkat kesuburan yang tinggi untuk mendukung kehidupan mikroba di dalamnya. Total populasi mikroba dalam pupuk hayati *Rhizobium* dari semua sampel yang diamati $> 10^6$ cfu/g, namun tidak dapat dianggap sebagai total populasi *Rhizobium*. Kerusakan penyegelan menjadikan kadar air bahan karier menurun dan menjadi faktor pembatas untuk mendukung viabilitas mikroba. Disarankan untuk menggunakan kualitas plastik yang lebih baik dengan sistem penyegelan yang memadai.

Kata kunci: kemunduran kualitas, pupuk hayati, penyimpanan

ABSTRACT

This is a descriptive analytical research to describe the quality deterioration of *Rhizobium* bio-fertilizer product during storage. The material was used a *Rhizobium* bio-fertilizer in plastic packing, which was stored in an incubator by temperature of 28°C for nearly ten months. The results showed that there had been a defect in the sealing plastic and formed small holes, caused the contamination, evidently by the growth of bacterial colonies were diverse. The analysis of C, N, P and K content indicated that career matter of bio-fertilizer composition belong to the dignity of the high fertility to support microbial growing. Total population of microbes in *Rhizobium* bio-fertilizer of all observed samples $> 10^6$ cfu/g, but could not be considered a total population of *Rhizobium*. The damage of sealing packing decreased of the moisture career matter and become a limiting factor to support microbial viability. It was recommended to use a better quality plastic with appropriate sealing system.

Key words: quality deterioration, bio-fertilizers, storage

PENDAHULUAN

Pupuk hayati adalah suatu bahan amandemen yang berisi formulan mikroba dengan manfaat membantu pertumbuhan tanaman. Penggunaan pupuk hayati memiliki prospek yang cukup cerah di masa mendatang

karena dapat meningkatkan produktivitas tanah, membantu ketersediaan hara dan menekan pencemaran lingkungan (IAARD, 2008). Pupuk hayati *Rhizobium* merupakan pupuk mikroba dengan komponen utama bakteri *Rhizobium*, yang mempunyai aktivitas menambat nitrogen udara melalui simbiosis dengan tanaman kacang-kacangan, dengan dicirikan oleh terbentuknya bintil akar (Shah *et al.*, 1995).

* Alamat korespondensi
e-mail: tutikprihastutik@yahoo.com

Banyak hal yang masih membatasi penggunaan pupuk hayati *Rhizobium* sehingga manfaatnya belum dapat dirasakan secara luas oleh masyarakat petani (Prihastuti, 2008). Banyak peneliti berpendapat bahwa kegagalan dalam pemanfaatan inokulan rhizobia diakibatkan oleh tingginya daya kompetisi populasi rhizobia *indigenus* daripada yang diintroduksi (Arimurti *et al.*, 2000), atau galur-galur *indigenus* memiliki daya adaptasi, efisiensi dan daya kompetisi yang relatif lebih baik daripada galur introduksi (Freire, 1977), dan di samping kompetisi, juga konsistensi galur-galur mikroba introduksi akan memengaruhi keberhasilan introduksi pupuk hayati (Triplett & Sadowsky, 1992). Disarankan oleh Shantharam & Mattoo (1997) bahwa galur-galur untuk pupuk hayati sebaiknya diisolasi dari daerah tertentu dan diinokulasikan kembali ke lingkungan yang sama untuk menjamin kesuksesan inokulasi. Diagnosis terhadap kualitas pupuk hayati dalam evaluasi penggunaannya belum banyak dilakukan, meliputi daya tahan hidup (viabilitas) selama masa dorman dalam penyimpanan dan aktivitas mikroba setelah aplikasi.

Dengan mempertimbangkan bahwa komponen utama pupuk hayati adalah jasad hidup, maka kualitas pupuk hayati ditentukan oleh mikroba yang ada di dalamnya, yang dalam masa dorman, namun dapat aktif kembali sesaat setelah diaplikasikan ke lahan (Muraleedharan *et al.*, 2010). Keberadaan mikroba dalam suatu formulasi pupuk hayati dapat mengalami kemunduran selama masa penyimpanan, yang dapat berakibat menurunnya kualitas pupuk hayati. Dalam menentukan kualitas pupuk hayati, bukan hanya total populasi sel yang terkandung masih memenuhi standart, namun lebih diutamakan pada keberadaan jenis mikroba yang dimaksud dan dalam jumlah tertentu yang dikandungnya. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kualitas pupuk hayati yang telah mengalami penyimpanan hampir sepuluh bulan. Dari hasil penelitian diharapkan dapat memberi pertimbangan dalam menjaga kualitas pupuk hayati selama masa penyimpanan.

METODE PENELITIAN

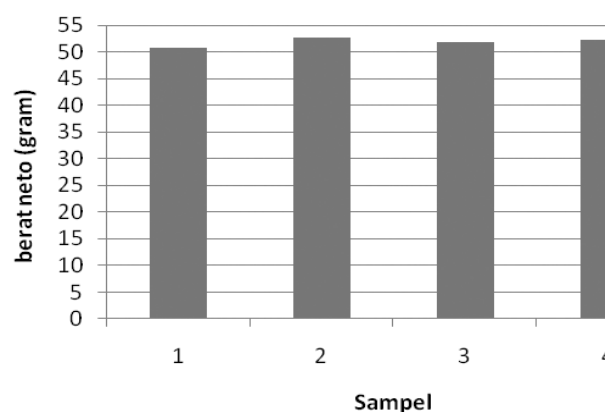
Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian pada awal bulan Juli 2012. Penelitian ini bersifat deskriptif analitis untuk mempelajari kemunduran kualitas pupuk hayati *Rhizobium* yang dibuat pada tanggal 13 September 2011, dikemas dalam plastik dan disimpan dalam inkubator suhu 28°C. Pada label kemasan pupuk hayati disebutkan, bahwa komponen utama mikroba adalah 4 (empat) jenis isolat *Rhizobium*, dengan bahan karier yang terdiri atas campuran tanah gambut dan arang, jumlah total populasi 10^8 cfu/g bahan, berat neto kemasan sebesar 50 gram.

Dari kemasan pupuk hayati *Rhizobium* tersebut, ditentukan berat neto bahan, pH bahan, kadar air, total

populasi mikroba dengan medium YEMA dan total populasi bakteri *Rhizobium* dengan medium YEMA dengan penambahan indikator *congo red* (Kneen & Larue, 1983). Komposisi medium YEMA adalah manitol 10 g, ekstrak khamir 0,5 g, K_2HPO_4 0,5 g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,2 g, NaCl 0,1 g, agar 20 g dalam 1,0 L air distilasi. Parameter kimia yang diamati adalah pH bahan, kadar C organik (metode *Walkley and Black*), N total (metode *Kjeldahl*), P dan K (metode *Spectrometry*) (AOAC, 2002). Perhitungan bakteri ditentukan dengan metode *total plate count* (Schinner *et al.*, 1996). Dari hasil analisis yang diperoleh, dibandingkan dengan kualitas pupuk hayati *Rhizobium* sesuai dengan label yang tertera dalam pupuk hayati *Rhizobium* tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pupuk hayati *Rhizobium* dalam kemasan plastik ini, disimpan secara baik di dalam inkubator pada suhu 28°C, mulai dari tanggal pembuatannya (13 September 2011). Umur pupuk hayati *Rhizobium* tersebut hampir sepuluh bulan penyimpanan dalam suatu inkubator dengan suhu 28°C. Hasil pemeriksaan fisik kemasan menunjukkan kerusakan pada bagian segel perekat plastik dengan timbulnya lubang-lubang kecil yang hampir tidak kelihatan. Berdasarkan hasil pengukuran berat neto bahan, maka pupuk hayati *Rhizobium* dalam kemasan plastik ini sudah tidak sesuai dengan label yang terdapat di kemasannya, keempat sampel yang diteliti mempunyai berat neto di atas 50 gram (Gambar 1).



Gambar 1. Hasil analisis berat neto pupuk hayati *Rhizobium*; 1. Inokulan tanpa diencerkan, 2. Inokulan diencerkan 2×, 3. Inokulan diencerkan 10×, 4. Inokulan diencerkan 20×

Nilai pH pada pupuk hayati berkisar pada 6,59–7,08 (Tabel 1). Pada nilai pH bahan, dapat dikatakan pH bahan tidak mengalami perubahan dan masih sesuai untuk mendukung kehidupan bakteri *Rhizobium* yang mempunyai pH optimal sekitar 6–7 (Arimurti *et al.*, 2000). Perlakuan pengenceran inokulum mikroba, tidak memengaruhi nilai pH selama waktu penyimpanan. Keadaan ini secara tidak langsung menunjukkan bahwa

campuran tanah gambut dan abu arang mempunyai sifat yang stabil sebagai bahan karier *Rhizobium*.

Tabel 1. Hasil analisis pH dan kadar air pupuk hayati *Rhizobium*

Kode sampel	pH	Kadar air (%)
1	6,59	28,23
2	7,08	28,51
3	6,83	25,87
4	6,91	36,33

- Keterangan:
1. Inokulan tanpa diencerkan
 2. Inokulan diencerkan 2×
 3. Inokulan diencerkan 10×
 4. Inokulan diencerkan 20×

Berdasarkan hasil analisis diketahui kadar air pupuk hayati *Rhizobium* sekitar 25,87–36,33%. Keadaan ini sudah berbeda jauh dengan yang dituliskan pada label kemasan, bahwa kadar air pupuk hayati adalah 50%. Keadaan ini kemungkinan besar disebabkan oleh rusaknya segel kemasan sehingga ada lubang-lubang halus di bagian plastik yang direkatkan. Sementara suhu 28°C merupakan suhu penyimpanan yang hampir menyerupai suhu ruangan, yang dapat menyebabkan pupuk hayati *Rhizobium* mengalami penguapan melalui lubang-lubang plastik.

Kadar air 50% pada pupuk hayati *Rhizobium* dimaksudkan untuk menjamin viabilitas bakteri yang ada di dalamnya (Somasegaran & Hoben, 1994). Kadar air dalam pupuk hayati berhubungan dengan aktivitas air atau *water activity* (Aw), yang tidak lain adalah jumlah air bebas yang dapat digunakan oleh mikroba untuk pertumbuhannya. Aktivitas air menjabarkan ketersediaan air bebas dalam suatu sistem yang dapat menunjang reaksi biologis dan kimiawi (Fennema, 1985). Mikroba hanya dapat hidup pada besaran *aw* tertentu. Sebagian besar bakteri membutuhkan *aw* sebesar 0,75–1,00 untuk perkembangbiakannya, sedangkan beberapa khamir dan kapang dapat berkembang secara lambat pada Aw sekitar 0,62 (Fennema, 1985). Air tidak hanya memengaruhi pertumbuhan mikroba, tetapi juga memengaruhi reaktivitas kimia dan enzimatis suatu bahan. Air dapat bertindak sebagai pelarut, reaktan, atau mengubah mobilitas dari suatu reaktan dengan mengubah viskositas sistem (Fontana, 2000).

Berdasarkan hasil perhitungan total populasi mikroba, dapat dikatakan bahwa masih memenuhi syarat kriteria pupuk hayati yang cukup baik. Namun, apabila diperhatikan dengan adanya perlakuan pengenceran inokulum pada saat pembuatan pupuk hayati, dapat dikatakan tidak ada perbedaan (hasil perhitungan > 10⁶ cfu/g sampel) (Tabel 2).

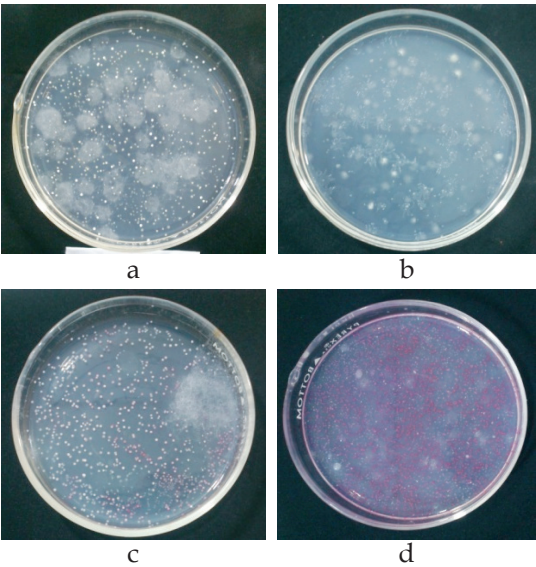
Tabel 2. Hasil perhitungan total populasi mikroba pupuk hayati *Rhizobium*

Kode sampel	Dengan media YEMA	Dengan media YEMA + congo red
1	94 × 10 ⁶	0
2	21,3 × 10 ⁶	0
3	13,6 × 10 ⁷	22,5 × 10 ³
4	91 × 10 ⁶	54 × 10 ⁵

- Keterangan:
1. Inokulan tanpa diencerkan
 2. Inokulan diencerkan 2×
 3. Inokulan diencerkan 10×
 4. Inokulan diencerkan 20×

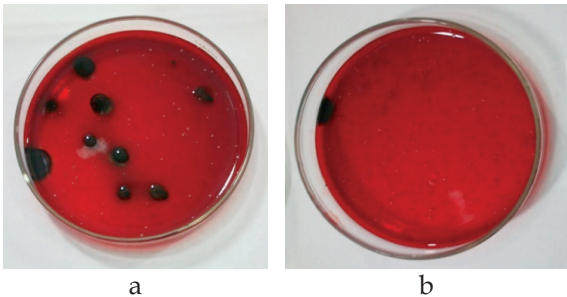
Morfologi koloni yang tumbuh pada medium YEMA tampak bervariasi (Gambar 2). Keberadaan bermacam-macam bentuk koloni mikroba yang ada menunjukkan bahwa pupuk hayati *Rhizobium* sudah terkontaminasi. Keadaan ini diperkuat dengan keberadaan lubang-lubang kecil di sepanjang perlekatan plastik, yang membuat kadar air pupuk hayati menurun dan terjadinya kontaminasi.

Pada umumnya koloni *Rhizobium* pada media YEMA adalah sirkular, berwarna krem, lengket, struktur *raised* dan *translucent* (Crozat *et al.*, 1982). Pada media YEMA yang mengandung congo red, koloni tidak mengabsorpsi warna dan ini digunakan untuk mengindikasikan bahwa isolat adalah *Rhizobium* sp. Pada pengamatan total koloni mikroba dengan menggunakan media YEMA



Gambar 2. Pengamatan koloni mikroba (a) sampel A pada pengenceran 10⁻⁵ (b) sampel 2× pada pengenceran 10⁻⁵ (c) sampel 10× pada pengenceran 10⁻⁵ (d) sampel 20× pada pengenceran 10⁻⁴ dengan menggunakan media YEMA

+ congo red pada penelitian ini dimaksudkan untuk menentukan total bakteri *Rhizobium* saja. Pertumbuhan bakteri *Rhizobium* pada sampel A dan pengenceran 2× tidak ada, sedangkan pada sampel 10× dan 20× menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri *Rhizobium*. Namun, karena kontaminasi pada semua sampel yang diamati, maka kehadiran *Rhizobium* pada perhitungan total populasi mikroba tidak dapat disimpulkan sebagai pertumbuhan dari inokulum awal. Gambar 3 menunjukkan pertumbuhan koloni bakteri pada media YEMA + congo red.



Gambar 3. Pengamatan koloni mikroba (a) sampel 20× pada pengenceran 10⁻⁴, (b) 10× pada pengenceran 10⁻⁴ pada media YEMA + Congo Red

Ditinjau dari hasil analisis N dan C organik pupuk hayati dapat dikategorikan mempunyai harkat kesuburan tinggi (Tabel 3). Keadaan ini ditunjang oleh bahan yang digunakan sebagai karier adalah tanah gambut dari Rawa Pening. Tanah gambut mempunyai kelebihan pada kandungan bahan organik lebih dari 30% (USDA, 1994). Bahan organik ini terdiri atas akumulasi sisa-sisa vegetasi yang telah mengalami humifikasi, namun belum mengalami mineralisasi. Gambut akan terbentuk jika humifikasi lebih besar daripada mineralisasi (Darmawijaya, 1997).

Kadar N pupuk hayati rata-rata adalah 1,19 % yang dapat dikategorikan mempunyai nilai harkat sangat tinggi (Landon, 1984 dalam Syekhfani, 2010). Kadar N yang cukup tinggi ini memungkinkan untuk digunakan sebagai hara yang baik bagi mikroba dan tanaman. Kadar K pupuk hayati juga tergolong tinggi pada semua sampel yang diteliti, demikian pula kadar P pada kategori sangat tinggi (>12–20 ppm), setelah dilakukan konversi dengan dikalikan 0,44 (Syekhfani, 2010).

Tabel 3. Hasil analisis kimiawi pupuk hayati *Rhizobium*

Kode sampel	N (%)	C-organik (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	K (me/100 g)
A	1,12	25,8	528	2,08
2×	1,20	20,1	774	2,03
10×	1,24	16,7	349	2,01
20×	1,20	47,4	641	2,95
Rerata	1,19	17,5	573	2,27

Secara umum kualitas pupuk hayati *Rhizobium* yang diteliti telah mengalami penurunan selama penyimpanan dalam inkubator suhu 28°C, ditinjau dari kadar air bahan dan total populasi mikroba. Keadaan ini disebabkan oleh keberadaan sistem penyegelan bahan dalam kemasan plastik yang mengalami lubang-lubang kecil. Suhu 28°C merupakan kisaran suhu optimal *Rhizobium* sehingga mulai inokulasi dalam bahan karier diharapkan *Rhizobium* masih dapat tumbuh dengan baik, sebelum mengalami massa dorman. Keterbatasan nutrisi bakteri *Rhizobium* dan kadar air bahan karier pupuk hayati merupakan faktor pembatas pertumbuhan bakteri *Rhizobium*, sebelum memasuki fase dorman ataupun kematian. Komposisi bahan karier *Rhizobium* yang terdiri atas campuran tanah gambut dan abu arang mempunyai harkat kesuburan tinggi yang dapat mendukung kehidupan mikroba di dalamnya.

Sekalipun harkat kesuburan dari bahan karier pupuk hayati *Rhizobium* cukup tinggi, namun adanya kerusakan dalam penyegelan dan terjadinya penguapan menjadikan viabilitas mikroba tidak dapat dipertahankan. Disarankan untuk menggunakan kualitas plastik yang lebih baik dengan sistem penyegelan yang memadai.

SIMPULAN

Pupuk hayati *Rhizobium* pada kemasan plastik telah mengalami kerusakan dalam pengemasan selama sepuluh bulan penyimpanan di dalam inkubator suhu 28°C. Indikator kerusakan pupuk hayati *Rhizobium* dalam kemasan plastik, adalah kadar air bahan yang menyusut dan terjadinya kontaminasi sehingga daya viabilitas bakteri dalam pupuk hayati *Rhizobium* sudah tidak dapat diikuti lagi. Total mikroba yang ada sudah tidak sesuai dengan yang tertera di dalam label. Komposisi bahan karier masih menunjukkan harkat kesuburan yang tinggi untuk mendukung kehidupan mikroba.

DAFTAR PUSTAKA

Association of Official Agriculture Chemists, 2002. *Official methods of analysis of AOAC international*. Volume 1. P. 2.5–2.37. In. Horwitz, W. (Ed). *Agricultural Chemicals, Contaminants, Drugs*. AOAC International, Maryland, USA. 17th ed.

Arimurti S, Sutoyo, Winarsa R, 2000. Isolasi dan Karakterisasi *Rhizobia* asal Pertanian Kedelai di Sekitar Jember. *J. Ilmu Dasar*. 1: 39–47.

Crozat Y, Cleyet-Marel JC, Giraud JJ, Obaton M, 1982. Survival rates of *Rhizobium japonicum* populations introduced into soils. *Soil Biol Biochem* 14: 401–405.

Darmawijaya MI, 1997. *Klasifikasi Tanah: dasar teori bagi peneliti tanah dan pelaksana pertanian di Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. 411.

Fennema O, 1985. Use of edible film to maintain water vapor gradients in foods. *Food Science* 50(2): 382–384.

Freire JRJ, 1977. Inoculation of soybean. In. Vincent JM, Whitney AS, dan Bose J (eds). *Exploiting the legume-rhizobium symbiosis in tropical agricultural*. Dept. Agron. Soil Sci. Hawaii.

Fontana AJ, 2000. Understanding the importance of water activity in foods. *Journal of food engineering* 45(1): 7–10.

- IAARD, 2008. *Biofertilizer*. <http://iaard.go.id/reshighlight/one/2>. Diakses bulan Juli 2009.
- Kneen BE and Larue TA, 1983. Congo Red Absorption by *Rhizobium* leguminosarum. *App. And Environ. Microb.* 45(1): 340-342.
- Muraleedaran H, Seshadri S, dan Perumal K, 2010. Booklet on Biofertilizer. Shri AMM Murugappa Chettiar Research Institute, Taramani, Chennai 600 113. 16.
- Prihastuti, 2008. Adopsi pupuk hayati di Indonesia: Antara Harapan dan Realita. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian, Surakarta 7 Agustus 2008, Kerjasama Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian dengan Fakultas Pertanian/Pascasarjana Agronomi Universitas Sebelas Maret Surakarta dan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah. Hal: 76-81.
- Schinner F, Kandeler E, Ohlinger R, & Margesin R, 1996. *Methods in Soil Biology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. 438.
- Shah NH, Hafeez FY, Asad S, Hussain A & Malik KA, 1995. Isolation and characterization of indigenous *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* nodulating *Lens culinaris* Medic from four Pakistani soils. 211-220. In: *Biotechnology for Sustainable Development*. (Eds.): Malik KA, Nasim A and Khalid AM), NIBGE, Faisalabad, Pakistan.
- Shantharam S & Mattoo AK, 1997. Enhancing biological nitrogen fixation: An appraisal of current and alternative technologies for N input into plants. *Plant and Soil* 194: 205-216.
- Soil Survey Staff, 1994. *Keys to Soil Taxonomy*. USDA. Soil Conservation Service 6th ed. Washington DC. 305.
- Somasegaran P & Hoben HJ, 1994. *Methods in legume-Rhizobium Technology*. United States Agency for International Development (USAID) contract No. DAN-0613-C-00-2064-00. 510 pp
- Syekhfani, 2010. Hubungan hara tanah, air dan tanaman. Dasar-dasar pengelolaan tanah subur berkelanjutan. Putra Media Nusantara. 205.
- Tripplet EW dan Sadowsky MJ, 1992. Genetics of competition for nodulation of legumes. *Annu. Rev. Microbiol.* 46: 399-428.