

KOMPOS DAN VERMIKOMPOS SEBAGAI BAHAN PEMBAWA POTENSIAL UNTUK PRODUKSI INOKULAN MIKROBA

Tri Retno Dyah Larasati, Nana Mulyana dan Dadang Sudrajat

Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi- BATAN
Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Pasar Jumat, Jakarta Selatan
Telp.021-7690709; Fax: 021-7691607

ABSTRAK

KOMPOS DAN VERMIKOMPOS SEBAGAI BAHAN PEMBAWA POTENSIAL UNTUK PRODUKSI INOKULAN MIKROBA. Produksi inokulan mikroba di beberapa negara berkembang dibatasi oleh ketersediaan bahan pembawa yang sesuai, murah dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kompos dan vermikompos sebagai bahan pembawa potensial untuk inokulan *Azotobacter sp.* Sebelum inokulasi *Azotobacter sp.*, semua bahan pembawa disterilkan dengan iradiasi gamma pada taraf dosis 40 kGy. Hasil menunjukkan bahwa setelah 90 hari periode penyimpanan inokulan pada suhu 30°C, jumlah bakteri hidup di dalam bahan pembawa berbasis kompos dan vermikompos tetap tinggi, yaitu masing-masing sebanyak $8,7 \times 10^8$ dan $1,2 \times 10^9$ cfu/g. Bahan pembawa berbasis kompos dan vermikompos menunjukkan sifat penanganan dan kemampuan ikat air yang baik, serta memiliki pH yang mendekati netral. Semua faktor tersebut mengindikasikan bahwa kompos dan vermikompos dapat digunakan sebagai bahan pembawa yang sesuai untuk produksi inokulan mikroba.

Kata kunci : kompos, vermikompos, bahan pembawa, inokulan mikroba, ramah lingkungan

ABSTRACT

COMPOST AND VERMICOMPOST AS THE POTENTIAL CARRIERS FOR PRODUCTION OF MICROBIAL INOCULANTS. The production of microbial inoculants in many developing countries is limited by the available of suitable carrier, inexpensive, and environmental friendly. Experiments were conducted to evaluate compost and vermicompost as the potential carriers to substitution of peat for production of *Azotobacter sp.* inoculants. Prior to inoculations of *Azotobacter sp.*, the carriers were sterilized by gamma irradiation at dosage level of 40 kGy. Results showed that after 90 days of storage periods at temperature of 30 °C, the number of viable bacteria on compost and vermicompost-based carrier about 8.7×10^8 and 2.7×10^9 cfu/g, respectively. The compost and vermicompost based carriers showed good handling properties and water-holding capacities, and had a nearly neutral pH. All these factors indicate that compost and vermicompost are viable to be used as suitable carrier for production of microbial inoculants.

Keywords : compost, vermicompost, carriers, microbial inoculants, environmental friendly.

PENDAHULUAN

Inokulan mikroba yang tersebar di seluruh dunia sebagian besar berbasis formulasi gambut padat [1]. Gambut tersebut diperoleh melalui penambangan yang terindikasi dapat merusak kelestarian ekosistem rawa gambut, sehingga beberapa negara tidak merekomendasikan penggunaan gambut sebagai bahan pembawa pada produksi inokulan mikroba [2]. Untuk mengembangkan inokulan mikroba, diperlukan bahan pembawa alternatif yang tersedia berlimpah, murah dan ramah lingkungan.

Bahan pembawa harus mampu menopang pertumbuhan dan kelangsungan hidup mikroba selama masa penyimpanan dan pendistribusiannya ke lapangan [3]. Bahan pembawa juga harus memiliki kandungan hara yang cukup, kemampuan ikat air yang tinggi, tidak mengandung bahan toksik yang dapat menghambat pertumbuhan dan kelangsungan hidup mikroba. Berdasarkan referensi karakteristik tersebut, kompos dan vermikompos berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pembawa alternatif pengganti gambut pada pengembangan inokulan mikroba.

Kompos adalah produk menyerupai humus yang relatif stabil dari proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme pada kondisi yang aerobik dan terkendali [4]. Sedangkan vermikompos dihasilkan dari proses dekomposisi bahan organik menggunakan cacing tanah menjadi substansi menyerupai humus dengan struktur yang lebih halus dibandingkan dengan kompos [5]. Karena kompos dan vermikompos merupakan hasil aktivitas organisme pengurai bahan organik, sehingga di dalam produk tersebut masih mengandung sejumlah mikroorganisme.

Mikroorganisme asli yang berada di dalam kompos dan vermikompos akan menjadi pesaing bagi mikroba target selama penyimpanan inokulan. Untuk mencegah persaingan antara mikroba target dengan mikroba lain di dalam lingkungan yang kaya hara, dilakukan proses sterilisasi bahan pembawa [6]. Salah satu metode pembersihan mikroorganisme adalah sterilisasi bahan pembawa dengan iradiasi sinar gamma. Metode ini dipandang sesuai karena menghasilkan bahan pembawa dengan jaminan sterilitas yang tinggi, tidak mengubah sifat fisika dan kimia bahan pembawa dan tidak menghasilkan senyawa yang dapat menjadi racun bagi mikroba target [7].

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kompos dan vermikompos sebagai bahan pembawa alternatif pengganti gambut pada produksi inokulan mikroba. Pemanfaatan kompos dan vermikompos sebagai bahan pembawa, diharapkan dapat menjadi salah satu solusi dalam memperoleh bahan pembawa yang sesuai untuk inokulan mikroba dengan harga yang layak dan ramah lingkungan.

BAHAN DAN METODE

Efektivitas bahan pembawa dievaluasi menggunakan strain bakteri *Azotobacter sp.* yang hidup selama 90 hari periode penyimpanan. Strain tersebut diperoleh dari koleksi mikroba di Kelompok Lingkungan Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR) yang dipelihara dalam media *Tryptone Soya Agar (TSA)*.

Tiga jenis bahan pembawa yang digunakan adalah gambut (kontrol), kompos dan vermikompos. Gambut diperoleh dari Universitas Gajah Mada (UGM) yang merupakan formulasi bahan pembawa untuk inokulan *Rhizobium*. Kompos diperoleh dari dekomposisi

pangkasan rumput melalui metode pengomposan yang diberi aliran udara (*aerated composting method*). Sedangkan vermikompos yang digunakan merupakan produk dekomposisi limbah ternak ruminansia menggunakan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*).

Semua bahan pembawa yang digunakan memiliki ukuran partikel sebesar 200 μm . Untuk memperoleh formulasi bahan pembawa yang lebih kaya nutrisi dengan kadar kelembaban sekitar 22%, ke dalam 75 g bahan pembawa ditambahkan 15 ml suspensi nutrisi yang mengandung *Tryptone Soya Broth (TSB)* sebanyak 30 mg/ml. Masing-masing bahan pembawa sebanyak 90 g dikemas dalam kantong plastik (*polyethylene*) dan ditutup rapat menggunakan *sealler*. Kemudian bahan pembawa tersebut disterilkan dengan iradiasi gamma pada taraf 40 kGy.

Bahan pembawa steril sebesar 90 g diinokulasikan dengan 10 ml suspensi strain yang mengandung *Azotobacter sp.* sebanyak $1,8 \times 10^{11}$ cfu/ml. Inokulan tersebut disimpan pada suhu 30°C selama 90 hari. Kemudian dilakukan pengamatan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup bakteri di dalam bahan pembawa selama periode penyimpanan inokulan pada hari ke-14, 30, 60 dan 90. Efektivitas karakteristik bahan pembawa dianalisa menggunakan uji statistik ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Duncan jika terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan.

Analisis sifat fisika dan kimia bahan pembawa

Analisis sifat bahan pembawa yang meliputi pH, kemampuan ikat air, kadar air, kadar bahan organik dan kadar karbon dilakukan di Laboratorium Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi. Sedangkan analisis kadar nitrogen (N-Kjeldahl), kadar fosfat (P_2O_5), dan kadar potasium (K_2O) dilakukan di Laboratorium Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

Penentuan pH bahan pembawa dilakukan menggunakan pH meter digital terhadap filtrat yang diperoleh dari pengocokan campuran sampel dan aquades (1:2) dengan shaker mekanis pada 250 rpm selama 30 menit [8]. Untuk menentukan kemampuan ikat air, campuran sampel dan aquades (1:2) disentrifus pada 4000 rpm selama 10 menit, kemudian dilakukan penyaringan dan sedimennya dikeringkan di dalam oven pada suhu 60 C selama 48 jam [9]. Analisis kadar air dan kadar bahan organik sampel dilakukan menggunakan metode pemanasan [10, 11]. Kadar air ditentukan berdasarkan pemanasan sampel pada suhu 105°C selama 24 jam, sedangkan kadar bahan organik dihitung berdasarkan massa yang hilang setelah pemanasan sampel kering pada suhu 550°C selama 12 jam. Untuk mengetahui kemampuan bahan pembawa dalam menyimpan air, sebanyak 50 g sampel steril dimasukkan ke dalam gelas piala berukuran 200 ml dan dibiarkan terbuka di dalam inkubator pada suhu 30°C selama 145 jam [3].

Uji sterilitas bahan pembawa dan viabilitas bakteri

Penentuan sterilitas bahan pembawa dan viabilitas bakteri selama 90 hari periode penyimpanan inokulan dilakukan menggunakan metode yang dikembangkan oleh FNCA (2006). Ke dalam 1 g sampel ditambahkan 9 ml akuades steril untuk memperoleh suspensi sampel. Suspensi tersebut diencerkan sampai 10^7 menggunakan aquadest steril dan dituangkan ke atas lempeng *Tryptone Soya Agar (TSA)*. Kemudian diinkubasi pada suhu 30°C selama 24 jam, dan dilakukan penghitungan jumlah koloni bakteri di dalam media tersebut. Sebelum analisis statistik (analisis sidik ragam), jumlah populasi bakteri terlebih dahulu diubah ke dalam bentuk logaritma.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses sterilisasi bahan pembawa organik dapat dilakukan pada taraf dosis kurang dari 40 kGy, seperti beberapa penelitian terdahulu yang melaporkan bahwa pada taraf dosis 20 kGy digunakan untuk sterilisasi sebagian besar mikroba tanah termasuk aktinomiset dan fungi [12]. Pemilihan taraf dosis 40 kGy dilakukan untuk menjamin sterilitas bahan pembawa yang akan dievaluasi. Sterilisasi iradiasi gamma pada taraf dosis 40 kGy terbukti efektif dalam membersihkan mikroorganisme di dalam bahan pembawa berbasis gambut, kompos dan vermikompos seperti terlihat pada Tabel 1. Jumlah bakteri dan fungi di dalam bahan pembawa yang masing-masing sebanyak $1,7 - 3,0 \times 10^8$ cfu/g dan $5,0 \times 10^7$ sampai $3,1 \times 10^8$ cfu/g, dapat dibersihkan sampai tidak terdeteksi pada 10^1 cfu/g. Dengan demikian, iradiasi gamma pada taraf dosis 40 kGy dapat menghasilkan bahan pembawa yang steril dengan kualitas seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh iradiasi gamma pada dosis 40 kGy terhadap pembersihan mikroorganisme di dalam tiga jenis formulasi bahan pembawa

No	Bahan pembawa	Iradiasi gamma, kGy	Mikroorganisme, cfu/g	
			Total bakteri	Total fungi
1	Gambut	0	$3,0 \times 10^8$	$6,0 \times 10^7$
		40	ttd	ttd
2	Kompos	0	$1,2 \times 10^8$	$5,0 \times 10^7$
		40	ttd	ttd
3	Vermikompos	0	$1,7 \times 10^8$	$3,1 \times 10^8$
		40	ttd	ttd

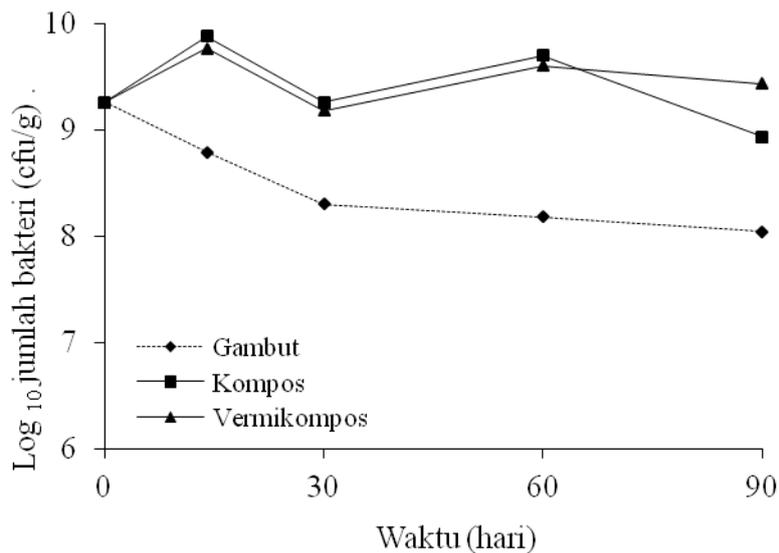
Keterangan : ttd = tidak terdeteksi pada 10^1 cfu/g; cfu = *coloni forming unit*.

Tabel 2. Karakteristik bahan pembawa berbasis gambut, kompos dan vermikompos

No	Parameter	Gambut	Kompos	Vermikompos
1	pH (H ₂ O)	6,60	7,23	7,14
2	Kemampuan ikat air, %	147	186	193
3	Kadar bahan organik, %	46,22	55,44	58,96
4	Kadar karbon, %	24,72	29,43	31,55
5	Kadar N-Kjeldahl, %	1,24	1,86	1,54
6	Kadar fosfat (P ₂ O ₅), mg/kg	340	980	730
7	Kadar potassium (K ₂ O), mg/kg	880	8030	3880

Pada Tabel 2 ditunjukkan karakteristik bahan pembawa berbasis gambut, kompos dan vermikompos. Ketiga jenis bahan pembawa tersebut memiliki angka pH mendekati netral yang sesuai untuk inokulan *Azotobacter sp.* Menurut Standar India (IS : 9138-2002), rentang pH untuk inokulan *Azotobacter* adalah 6,5 sampai 7,5 [13]. Tetapi ketiga jenis bahan pembawa tersebut memiliki kemampuan ikat air, kadar bahan organik, kadar karbon dan kadar hara makro (NPK) yang relatif berbeda. Bahan pembawa berbasis vermikompos memiliki kemampuan ikat air, kadar bahan organik dan kadar karbon yang lebih dibandingkan dengan kedua jenis bahan pembawa yang lain. Sedangkan bahan pembawa berbasis kompos memiliki kandungan unsur hara yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan pembawa berbasis gambut dan vermikompos.

Perbedaan kualitas dari ketiga jenis bahan pembawa berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup *Azotobacter sp.* (bakteri target). Gambar 1. menunjukkan jumlah bakteri target di dalam ketiga jenis bahan pembawa selama 90 hari periode penyimpanan inokulan pada suhu 30°C. Selama periode tersebut, jumlah bakteri di dalam bahan pembawa berbasis gambut lebih rendah dibandingkan dengan jumlah bakteri di dalam kedua jenis bahan pembawa lain dan berbeda secara nyata pada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$.



Gambar 1. Jumlah bakteri di dalam bahan pembawa berbasis gambut, kompos dan vermikompos selama 90 hari periode penyimpanan inokulan

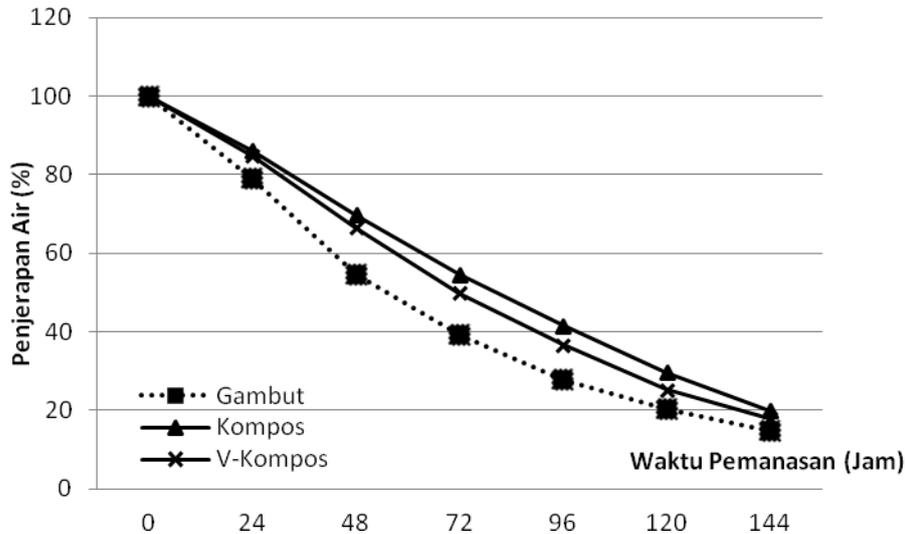
Setelah 90 hari periode penyimpanan, jumlah bakteri di dalam bahan pembawa berbasis gambut mengalami penurunan dari $1,8 \times 10^9$ menjadi $1,1 \times 10^8$ cfu/g. Jumlah bakteri di dalam bahan pembawa berbasis kompos juga relatif mengalami penurunan dari $1,8 \times 10^9$ menjadi $8,6 \times 10^8$ cfu/g. Sedangkan jumlah bakteri di dalam bahan pembawa berbasis vermikompos tetap tinggi, yaitu $1,8 \times 10^9$ sampai $2,7 \times 10^9$ cfu/g. Hal ini menunjukkan bahwa bahan pembawa berbasis vermikompos memiliki ketersediaan dan keseimbangan unsur hara yang lebih sesuai untuk kelangsungan hidup bakteri dibandingkan dengan jenis bahan pembawa yang lain.

Dari hasil analisa pertumbuhan dan kelangsungan hidup bakteri selama 90 hari periode penyimpanan menunjukkan bahwa kualitas bahan pembawa berbasis kompos dan vermikompos tidak berbeda secara nyata. Kedua jenis bahan pembawa tersebut memiliki kemampuan untuk menopang kelangsungan hidup bakteri yang lebih baik dibandingkan dengan bahan pembawa berbasis gambut. Bahan pembawa berbasis kompos dan vermikompos juga memiliki keunggulan komparatif berupa kemampuan ikat air yang tinggi. Kemampuan ikat air yang tinggi merupakan salah satu sifat bahan pembawa yang baik [7].

Kemampuan ikat air suatu bahan pembawa akan mempengaruhi jumlah suspensi nutrisi dan strain yang dapat diinokulasikan [7]. Kemampuan ikat air yang tinggi juga akan memudahkan pengaturan kondisi kelembaban inokulan untuk mempertahankan jumlah bakteri dalam konsentrasi yang tetap tinggi. Kisaran kadar kelembaban yang sesuai untuk inokulan mikroba adalah 30 % sampai 50 % [14].

Untuk mempertahankan kelembaban selama periode penyimpanan inokulan, bahan pembawa yang digunakan harus memiliki kemampuan yang baik dalam menyimpan air. Pada

Gambar 2. menunjukkan kemampuan bahan pembawa berbasis gambut, kompos dan vermikompos dalam menyerap air. Selama 145 jam pemanasan sampel pada suhu 30°C, bahan pembawa berbasis gambut kehilangan ± 85,41 % kandungan airnya; sedangkan pembawa berbasis vermikompos kehilangan ± 82,02 % kandungan airnya. Pembawa berbasis kompos kemampuan menyerap airnya lebih tinggi



Gambar 2. Kemampuan bahan pembawa berbasis gambut, kompos dan vermikompos dalam menyerap air pada suhu 30 °C selama 145 jam

dibandingkan kedua bahan pembawa lainnya. Pertumbuhan mikroba dalam bahan pembawa erat kaitannya dengan jumlah air yang tersedia untuk pertumbuhan mikroba didalamnya. Jika kandungan air bahan pembawa diturunkan, maka pertumbuhan mikroba akan terhambat. Hasil ini memperlihatkan bahwa baik kompos maupun vermikompos sesuai digunakan sebagai bahan pembawa inokulan mikroba, karena mempunyai kemampuan menyerap air yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pembawa berbasis gambut dan berbeda secara nyata pada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$.

Semua hasil pengujian mengindikasikan bahwa kompos dan vermikompos dapat digunakan sebagai bahan pembawa alternatif pengganti gambut untuk produksi inokulan mikroba. Kompos dan vermikompos memiliki keunggulan komparatif seperti mudah diproduksi dengan bahan yang tersedia berlimpah, murah dan ramah lingkungan. Penggunaan kompos dan vermikompos sebagai bahan pembawa pada pengembangan inokulan mikroba, diharapkan dapat menjadi solusi yang menjamin keselarasan antara penyediaan bahan pembawa berkualitas tinggi dan pelestarian lingkungan.

KESIMPULAN

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kompos dan vermikompos yang disterilkan dengan iradiasi gamma pada taraf dosis 40 kGy memenuhi kriteria utama untuk dipertimbangkan sebagai bahan pembawa yang baik. Kedua jenis bahan pembawa tersebut dapat menopang pertumbuhan dan kelangsungan hidup bakteri selama periode penyimpanan dengan konsentrasi yang tetap tinggi, yaitu sekitar $8,7 \times 10^8$ sampai $2,7 \times 10^9$ cfu/g. Bahan pembawa berbasis kompos dan vermikompos juga mempunyai pH mendekati netral, kemampuan ikat air yang tinggi, kandungan unsur hara yang sesuai untuk kelangsungan hidup bakteri, dan memiliki kemampuan untuk mempertahankan kadar kelembaban yang baik. Kompos dan vermikompos dapat digunakan sebagai bahan pembawa alternatif pengganti gambut karena tersedia berlimpah, terbarukan dan ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

1. ALBAREDA, M., D.C. RODRIGUEZ-NAVARRO, M. CAMACHO, and F.J. TEMPRANO, Alternatives to Peat as a Carrier for Rhizobia Inoculants : Solid and Liquid Formulation, *Soil Biology and Biochemistry* Volume 40, Issue 11, Pages 2771-2779 (2008).
2. DAZA, A., C. SANTAMARIA, D.N. RODRIGUEZ-NAVARO, M.CAMACHO, R. ORIVE and F. TEMPRANO, Perlite as a Carrier for Bacterial Inoculants, *Soil Biology and Biochemistry*, Volume 32, Issue 4, Pages 567-572 (2000).
3. FERREIRA, E.M., and I.V. CASTRO, Residues of the Cork Industry as Carrier for the Production of Legume Inoculants, *Silva Lusitana* 13(2): 159-167 (2005).
4. NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE (NRCS), Chapter 2 Composting, National Engineering Handbook, Part 637 Environmental Engineering, Natural Resources Conservation Service – United States Department of Agriculture, Pages 2-4 (2000).
5. ATIYEH, R.M., and J. DOMINGUEZ, Change in Biochemical Properties of Cow Manure During Processing by Earthworms and the Effect on Seeding Growth, *Pedobiologia* 44:709-724 (2000).
6. YARDIN, M.R., I.R. KENNEDY, and J.E. THIES, Development of High Quality Carrier for Field Delivery of Key Microorganisms Used as Bio-fertilizers and Bio-pesticides, *Radiation Physics and Chemistry*, Vol. 57, Issues 3-6, Pages 565-568 (2000).
7. FNCA Biofertilizer Project Group, Biofertilizer Manual, Pages 41-89, Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA), Japan Atomic Industrial Forum, Tokyo (2006).
8. ALIDADI, H., A.R. PARVARESH, and M.R. SHAHMANSOURI, Combine Compost and Vermicomposting Process in the Treatment and Bioconversion of Sludge, *Pakistan Journal of Biological Science* 10(21): 3944-3947 (2007).
9. RAMANZIN, M., L. BAILONI, and G. BITTANTE, 1994, Solubility, Water-Holding Capacity, and Specific Gravity of Different Concentrates, *J. Dairy Sci.* 77:774-781.

10. WU, L., and L.Q. MA, Effect of Sample Storage on Biosolids Compost Stability and Maturity Evaluation, Waste Management, Technical Report, Journal of Environmental Quality 30:222-228 (2001).
11. NELSON, D. W., and L.E. SOMMERS, Chapter 34, p 1001-1006, Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. In: J. M. Bigham et al. (ed.) Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods-SSSA Book Series no. 5, Madison, WI (1996).
12. McNAMARA, N.P., H.I.J. BLACK, N.A. BERESFORD, and N.R. PAREKH, Effects of Acute Gamma Irradiation on Chemical, Physical and Biological Properties of Soils, *Applied Soil Ecology*, Volume 24, Issue 2, Pages 117-132 (2003).
13. TANDON, H.L.S., R.N. ROY, *Azotobacter* Standard(IS:9138-2002), Integrated Nutrient Management – A Glossary of Terms (2004).
http://www.fao.org/ag/agl/agll/ipns/index_en.jsp?term=b175. (8 Juni 2009)
14. GRIFITH, G.W., R.J. ROUGHLEY, The Effect of Moisture Potential on Growth and Survival of Root Nodule Bacteria in Peat Culture and on Seed, *Journal of Applied Bacteriology* 73: 7-13 (1992).

DISKUSI

ADRIA PM

1. Fungsi radiasi pada percobaan ini untuk apa?
2. Bahan pembawa inokulan ini tahan berapa lama?

TRI RETNO DYAH LARASATI

1. Radiasi sinar J-CO⁶⁰ dengan dosis 40kgy digunakan untuk sterilisasi bahan pembawa agar mencegah terjadinya persaingan/kompetisi antara mikroba indigenus dengan mikrob target.
2. Bahan pembawa/carrier dengan bahan baku kompos dan vermikompos ini mampu/dapat bertahan selama ±6 bulan.

