

ISBN 978-979-3558-23-3

**PROSIDING SEMINAR ILMIAH HASIL
PENELITIAN TAHUN 2009**

APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI

Jakarta, 02 Desember 2010



**BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
PUSAT APLIKASI TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI
JAKARTA 2011**

- Penyunting :
1. Prof. Dr. Ir. Mugiono - PATIR-BATAN
 2. Prof. Ir. Sugiarto - PATIR-BATAN
 3. Prof. Ir. A. Nasroh Kuswadi, M.Sc - PATIR-BATAN
 4. Dra. Rahayuningsih Chosdu, MM - PATIR-BATAN
 5. Dr. Paston Sidauruk - PATIR-BATAN
 6. Dr. Hendig Winarno, M.Sc. - PATIR-BATAN
 7. Dr. Ir. Sobrizal - PATIR-BATAN
 8. Ir. Suharyono, M.Rur.Sci - PATIR-BATAN
 9. Prof. Dr. Ir. Abd. Latief Toleng - UNHAS
 10. Dr. Nelly Dhevita Leswara - UI

SEMINAR ILMIAH HASIL PENELITIAN APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI (2009 : JAKARTA), Prosiding seminar ilmiah hasil penelitian aplikasi isotop dan radiasi, Jakarta, 2 Desember 2010 / Penyunting, Mugiono ... (*et al.*) -- Jakarta : Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, 2011.

i, 451 hal.; ill.; tab.; 30 cm

ISBN 978-979-3558-23-3

I. Isotop - Seminar I. Judul II. Badan Tenaga Nuklir Nasional III. Mugiono

541.388

Alamat : Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi

Jl. Lebak Bulus Raya No. 49

Kotak Pos 7002 JKSKL

Jakarta 12440

Telp. : 021-7690709

Fax. : 021-7691607

021-7513270

E-mail : patir@batan.go.id

sroji@batan.go.id

Home page : <http://www.batan.go.id/patir>

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa dimana atas berkat dan rahmat Nyalah maka Prosiding Seminar Ilmiah Hasil Penelitian Aplikasi Isotop dan Radiasi tahun 2009 Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional dapat diselesaikan.

Pada kesempatan ini perkenankanlah kami menginformasikan kepada masyarakat tentang hasil kegiatan penelitian PATIR-BATAN berupa buku "Prosiding Seminar Ilmiah Hasil Penelitian Aplikasi Isotop dan Radiasi, tahun 2009", Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tanaga Nuklir Nasional (2011).

Penyusun menyampaikan permintaan maaf apabila pada penerbitan ini, masih banyak hal yang kurang sempurna, untuk itu kami sangat mengharapkan saran perbaikan. Tidak lupa pula penyusun juga menyampaikan terima kasih kepada para penulis dan semua pihak yang telah membantu dalam persiapan maupun pelaksanaan penerbitan buku Prosiding tersebut.

Jakarta, 7 Februari 2011

Penyusun,

DAFTAR ISI

Pengantar.....	i
Daftar Isi	iii
Bidang Pertanian	
Pemuliaan tanaman padi untuk mendapatkan varietas unggul nasional dan hibrida; observasi dan uji daya hasil pendahuluan galur mutan asal iradiasi ki 237 dan ki 432 SOBRIZAL, CARKUM, NANA SUPRIATNA, YULIDAR, WINDA PUSPITASARI.....	1
Uji daya hasil dan respon terhadap serangan jamur <i>aspergillus flavus</i> pada galur mutan kacang tanah PARNO DAN SIHONO	7
Uji adaptasi, uji ketahanan terhadap penyakit dan hama penting serta analisis nutrisi galur-galur mutan harapan kedelai umur sedang dan genjah berukuran biji besar HARRY IS MULYANA, ARWIN, TARMIZI DAN MASRIZAL	13
Pemurnian dan pendeskripsian sifat agronomi mutan padi rendah kandungan asam fitat ARWIN, AZRI KUSUMA DEWI, YULIDAR DAN WINDA PUSPITASARI.....	29
Perbaikan genetik tanaman kacang hijau toleran cekaman abiotik (kekeringan) dan biotik melalui teknik mutasi dan bioteknologi YULIASTI, SIHONO DAN SISWOYO	37
Pembentukan populasi dasar padi hitam dengan teknik mutasi SHERLY RAHAYU, MUGIONO, HAMBALI, DAN YULIDAR	45
Peningkatan keragaman genetik bawang merah (<i>allium ascalonicum</i> l.) melalui pemuliaan mutasi ISMIYATI SUTARTO DAN MARINA YUNIAWATI	53
Perbaikan sifat tanaman obat <i>artemisia cina</i> dengan sinar gamma ARYANTI, ULFA TAMIN DAN MARINA YUNIAWATI	61
Observasi galur mutan tanaman jarak pagar (<i>jatropha curcas</i> l.) generasi m1v5 pada tahun ketiga ITA DWIMAHYANI , SASANTI WIDIARSIH, WINDA PUSPITASARI DAN YULIDAR	67

Observasi, seleksi dan uji daya hasil lanjut galur mutan tanaman kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> .L) dengan teknik mutasi LILIK HARSANTI, ITA DWIMAHYANI, TARMIZI, SISWOYO DAN HAMDANI	75
Perbaikan varietas padi sawah dengan teknik mutasi MUGIONO, SHERLY RAHAYU, HAMALI, YULIDAR	85
Pengujian ketahanan galur-galur mutan sorgum terhadap lahan masam SOERANTO HUMAN, SIHONO, PARNO DAN TARMIZI.....	93
Perbaikan varietas padi lokal dan padi gogodengan teknik pemuliaan mutasi : uji daya hasil, serta seleksi galur mutan padi lokal dan padi gogo AZRI KUSUMA DEWI, MUGIONO, HAMBALI, YULIDAR DAN SUTISNA.....	103
Optimalisasi pemupukan padi sawah hasil litbang batan dengan teknik nuklir HARYANTO	115
Budidaya padi sawah dengan sistem sri dan bahan organik pupuk kandang SETIYO HADI WALUYO	125
Produksi Azofert (Reformulasi Azora) ANIA CITRARESMINI, SRI HARTI S., HALIMAH, ANASTASIA D.....	135
Penghematan pupuk dalam sistem pergiliran tanaman di lahan kering/ tadah hujan IDAWATI DAN HARYANTO.....	143
Uji terap dan uji toksisitas formulasi penglepasan terkendali (fpt) insektisida dimehypo terhadap serangga yang diinokulasikan pada tanaman padi SOFNIE M.CHAIRUL, HENDARSIH, DAN A.N. KUSWADI.....	153
Uji virulensi isolat <i>beauveria bassiana</i> (balsamo) vuill. (deuteromycotina: hyphomycetes) terhadap hama sayuran (lanjutan) MURNI INDARWATMI, A.N. KUSWADI, DAN INDAH A. NASUTION....	165
Perbaikan kualitas lalat buah <i>bactrocera carambolae</i> (drew & hancock) (diptera = tephritidae) mandul untuk pengendalian dengan teknik serangga mandul INDAH ARASTUTI NASUTION, MURNI INDARWATMI DAN A. NASROH KUSWADI.....	173
Uji kandungan nutrisi sorgum fermentasi untuk mengetahui kemampuannya sebagai pakan ruminansia secara <i>in vitro</i> LYDIA ANDINI, W. TEGUH S., DAN EDY IRAWAN K.....	181

Inovasi pakan komplit terhadap fermentasi rumen, pencernaan dan penambahan berat badan pada ternak domba SUHARYONO, C. E. KUSUMANINGRUM, T. WAHYONO DAN D. ANSORI.....	189
Budidaya ikan air tawar yang diberi pakan stimulan dengan pemanfaatan teknik nuklir. ADRIA PM.....	195
Daun <i>tithonia diversifolia</i> , sebagai penyusun pakan komplit ternak Ruminansia Secara <i>In-Vitro</i> FIRSONI.....	201
Respon imun <i>brucella abortus</i> untuk pengembangan vaksin iradiasi brucellosis BOKY JEANNE TUASIKAL, TRI HANDAYANI, TOTTI TJIPTOSUMIRAT.....	209
Uji lapang terbatas bahan vaksin fasciolosis untuk ternak ruminansia TRI HANDAYANI, BOKY JEANNE TUASIKAL, T. TJIPTOSUMIRAT.....	219
Bidang Proses Radiasi	
Uji coba produksi tulang xenograf radiasi untuk pemakaian periodontal BASRIL ABBAS.....	229
Sintesis dan kharakterisasi <i>injectable</i> komposit hidroksiapatit –pvp-kitosan dengan iradiasi berkas elektron sebagai graft tulang sintetik DARMAWAN DARWIS, LELY H., YESSY WARASTUTI DAN FARAH NURLIDAR.....	239
Sintesis iradiasi komposit tricalcium fosfat (tcp)- kitosan untuk graft tulang dan karakterisasi sifat fisiko-kimianya ERIZAL, A.SUDRAJAT, DEWI S.P.	245
Metode rt-pcr (<i>reverse transcription-polymerase chain reaction</i>) dan hibridisasi dot blot dengan pelacak berlabel ³² p untuk deteksi hcv (<i>hepatitis c virus</i>). LINA, M.R.....	253
Uji praklinis simplisia mahkota dewa (<i>phaleria macrocarpa</i> (scheff) boerl.) radiopasteurisasi sebagai antidiabetes pada tikus NIKHAM DAN RAHAYUNINGSIH CHOSDU.....	261

Pengaruh radiopasteurisasi pada simplisia kulit batang mahkota dewa (<i>phaleria macrocarpa (scheff) boerl.</i>) terhadap aktivitas anti kanker (lanjutan) ERMIN KATRIN, SUSANTO DAN HENDIG WINARNO	269
Pembuatan membran elektrolit dengan teknologi proses radiasi untuk direct methanol fuel cell (dmfc) AMBYAH SULIWARNO	279
Formulasi peningkat indeks viskositas minyak lumas sintetis MERI SUHARTINI, RAHMAWATI, I MADE SUMARTI KARDHA HER WINARNI, DEVI LISTINA P	287
Tinjauan membran serat berongga polisulfon untuk hemodialisis KRISNA LUMBAN RAJA, DEWI SEKAR P, NUNUNG, DAN OKTAVIANI	297
Degradasi lignoselulosa serbuk kayu menggunakan radiasi berkas elektron SUGIARTO DANU, DARSONO, MADE SUMARTI KARDHA, DAN MARSONGKO	313
Efektivitas khitosan iradiasi sebagai bahan pengawet makanan GATOT TRIMULYADI REKSO	321
Pengaruh ekstrak rendang iradiasi dosis tinggi terhadap kapasitas antioksidan, proliferasi limfosit dan hemolisis eritrosit manusia ZUBAIDAH IRAWATI ¹ , KAMALITA PERTIWI ² , DAN FRANSISKA RUNGKAT-ZAKARIA ²	329
Cemaran awal dan dekontaminasi bakteri patogen pada sayuran hidroponik dengan iradiasi gamma. HARSOJO.....	341
Aplikasi teknik radiasi dalam penanganan jamur kering IDRUS KADIR DAN HARSOJO	349
Bidang Kebumihan dan Lingkungan	
Teknik nuklir untuk penelitian reservoir dan aliran dua fasa pada lapangan panasbumi lahendong, sulawesi utara DJIJONO, ABIDIN, ALIP, RASI P.	363
Aplikasi dan pengembangan teknologi isotop dan radiasi dalam pengelolaan sumberdaya air di banten DJIJONO, ABIDIN, PASTON, SATRIO, BUNGKUS P, RASI P	377

Formulasi konsentrat pupuk organik hayati berbasiskompos radiasi NANA MULYANA, DADANG SUDRAJAT, ENDRAWANTO WIDAYAT,	401
Pengembangan metode pengujian toxin paralytic shellfish poisoning sebagai saxitoxin dengan teknik nuklir WINARTI ANDAYANI , AGUSTIN SUMARTONO DAN BOKY JEANNE TUASIKAL.....	413
Instrumental analisis pengaktifan neutron (inaa) sedimen pesisir pltu suralaya; identifikasi polutan ALI ARMAN, YULIZON MENRY, SURIPTO, DARMAN DAN HARIYONO	421
Studi interkoneksi sungai bawah tanah di bribin – baron, di daerah karst gunung kidul WIBAGIYO, PASTON S. SATRIO.....	431
Studi kinetika karakterisasi biodegradasi bahan organik dari bagase tebu dan limbah nanas TRI RETNO D.L, DADANG SUDRAJAT, NANA MULYANA DAN ARIF ADHARI	441

FORMULASI KONSENTRAT PUPUK ORGANIK HAYATI BERBASIS KOMPOS RADIASI

**Nana Mulyana, Dadang Sudrajat, Endrawanto Widayat,
Tri Retno Dyah Larasati, dan Arief Adhari**

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

ABSTRAK

FORMULASI KONSENTRAT PUPUK ORGANIK HAYATI BERBASIS KOMPOS RADIASI. Produksi inokulan mikroba di beberapa negara berkembang dibatasi oleh ketersediaan bahan pembawa yang sesuai, murah dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh formulasi konsentrat pupuk organik hayati berbasis kompos radiasi dengan bioaktif bakteri rhizosfer pemacu pertumbuhan tanaman. Formulasi kompos dengan nisbah C:N:P sebesar 300:15:1 disterilkan dengan iradiasi gamma pada taraf dosis 20 kGy untuk menghasilkan bahan pembawa steril. Kemudian bakteri *Azotobacter sp.* dan *Bacillus circulans* diinokulasikan ke dalam bahan pembawa steril untuk memproduksi inokulan mikroba. Inokulan tersebut digunakan sebagai stimulan kompos untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hasil mengindikasikan bahwa formulasi bahan pembawa berbasis kompos radiasi dapat digunakan sebagai bahan pembawa alternatif pengganti gambut untuk memproduksi inokulan mikroba. Jumlah bakteri yang bertahan hidup di dalam bahan pembawa berbasis kompos radiasi tetap tinggi yaitu sekitar 10^9 sampai 10^{10} spk/g. Hasil juga menunjukkan bahwa inokulan *Azotobacter sp.* dan *Bacillus circulans* dapat meningkatkan efisiensi serapan hara N dan P masing-masing sebesar 39 dan 47 %.

Kata kunci : kompos, iradiasi gamma, bahan pembawa alternatif, inokulan mikroba.

PENDAHULUAN

Kompos adalah produk menyerupai humus yang relatif stabil dari proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme pada kondisi yang aerobik dan terkendali [1]. Pemberian kompos ke dalam tanah dapat meningkatkan kemampuan ikat air, kapasitas tukar kation, menyangga perubahan pH, meningkatkan aktivitas dan keragaman mikroorganisme tanah [2]. Kompos juga memiliki kemampuan untuk mengikat logam berat, pestisida, herbisida dan kontaminan lain [3].

Penggunaan kompos untuk meningkatkan kualitas lahan dan produktivitas tanaman relatif belum banyak dilakukan karena sifatnya yang *bulky*. Pemupukan tanah dan tanaman memerlukan kompos dalam jumlah yang sangat banyak, karena kompos memiliki kandungan unsur hara yang lebih sedikit dibandingkan dengan pupuk anorganik. Untuk meningkatkan kemampuan kompos sebagai penyedia hara bagi tanaman, diperlukan upaya perbaikan kualitas kompos. Perbaikan kualitas kompos dapat dilakukan melalui penambahan mikroorganisme yang potensial dalam meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman.

Bakteri rhizosfer pemacu pertumbuhan tanaman (*plant growth promoting rhizobacteria*) dapat digunakan sebagai stimulan untuk meningkatkan kualitas kompos. Mikroba tersebut diinokulasikan ke dalam bahan pembawa yang mampu menopang pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya selama periode penyimpanan dan pendistribusian inokulan ke lapangan. Bahan pembawa standar yang sering digunakan pada produksi inokulan mikroba secara komersial adalah gambut [4].

Penggunaan gambut tidak direkomendasikan di beberapa negara karena penambangan gambut yang berlebihan akan mengganggu kelestarian ekosistem, sehingga diperlukan bahan potensial yang lain [5]. Bahan pembawa alternatif pengganti gambut yang dipilih harus memiliki karakteristik yang sesuai untuk inokulan mikroba. Karakteristik tersebut meliputi kemampuan ikat air yang tinggi, memiliki keseragaman secara fisik, tidak mengandung toksik, tidak mengandung bahan pencemar, pH mendekati netral, mudah dalam pencampuran dan pengemasannya, sumber bahan dasar yang murah dan berlimpah [6].

Kompos merupakan bahan pembawa yang potensial karena tersedia berlimpah, murah dan dapat diperbarui (*renewable*). Tetapi kualitas kompos dipengaruhi oleh bahan baku dan metode pengomposan bahan organik yang dilakukan, sehingga diperlukan formulasi yang dapat menjamin konsistensi kualitas produk dekomposisi bahan organik tersebut. Di dalam kompos juga masih mengandung mikroorganisme indigen yang berpotensi menjadi kompetitor bagi mikroba target selama periode penyimpanan inokulan.

Untuk mencegah kompetisi antara mikroba target dengan mikroba lain di dalam lingkungan yang kaya nutrisi, diperlukan proses sterilisasi bahan pembawa [7]. Sterilisasi bahan pembawa akan dilakukan dengan iradiasi sinar gamma. Pada proses sterilisasi menggunakan iradiasi sinar gamma tidak terjadi perubahan sifat fisik dan kimia bahan pembawa dan tidak menghasilkan substansi yang bersifat racun bagi beberapa mikroba [8].

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh formulasi konsentrat pupuk organik hayati berbasis kompos radiasi dengan bioaktif bakteri rhizosfer pemacu pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian ini diharapkan akan menjadi bagian dalam upaya pengembangan inokulan mikroba yang efektif dan ramah lingkungan untuk meningkatkan kualitas kompos sebagai pembenah lahan dan penyedia unsur hara bagi tanaman.

BAHAN DAN METODE

Strain bakteri

Strain bakteri yang digunakan pada penelitian ini adalah *Azotobacter sp.* dan *Bacillus circulans*. Kedua strain tersebut diperoleh dari koleksi mikroba di Kelompok Lingkungan Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi yang dipelihara dalam media *Tryptone Soya Agar (TSA)*.

Bahan pembawa

Bahan pembawa yang dievaluasi terdiri dari 3 formulasi berbasis kompos dan 1 formulasi berbasis gambut. Formulasi bahan pembawa berbasis kompos dengan nisbah C:N:P yang berbeda dibuat di Kelompok Lingkungan. Sedangkan formulasi bahan pembawa berbasis gambut yang diperoleh dari Universitas Gajah Mada (UGM) digunakan sebagai kontrol. Formulasi bahan pembawa berbasis kompos dan gambut yang memiliki ukuran partikel sekitar 250 μm dengan karakteristik seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat fisika dan kimia formulasi bahan pembawa berbasis kompos dan gambut

No	Parameter	Gambut	Kompos A	Kompos B	Kompos C
1	pH (H ₂ O)	6,60	7,23	6,98	7,06
2	Kemampuan ikat air, %	147	186	171	160
3	Kadar bahan organik, %	46,22	55,44	55,06	49,68
4	Total karbon, %	24,72	29,43	29,45	26,57
5	Kadar N-Kjeldahl, %	1,237	1,863	1,460	1,327
6	Kadar fosfat (P ₂ O ₅), %	0,034	0,098	0,075	0,091
7	Total potasium (K ₂ O), %	0,088	0,803	0,543	0,565
8	Nisbah C:N:P	720:36:1	304:19:1	380:19:1	300:15:1

Semua formulasi bahan pembawa diperkaya dengan suspensi nutrisi yang mengandung *Tryptone Soya Broth (TSB)* sebanyak 3,0 % b/v. Kemudian bahan pembawa tersebut dikemas dalam kantong plastik (*polyethylene*) dan ditutup rapat menggunakan *sealler*. Sterilisasi bahan pembawa dilakukan menggunakan iradiasi sinar gamma pada taraf dosis 10, 20, 30 dan 40 kGy. Sebagai pembanding juga dilakukan dua kali sterilisasi bahan pembawa menggunakan uap panas (*autoclaving*) pada suhu 121 °C selama 60 menit. Pada sterilisasi uap panas tahap pertama, kemasan bahan pembawa dalam posisi terbuka dan didinginkan di dalam *autoclave* selama 24 jam.

Kemudian dilakukan sterilisasi uap panas tahap kedua, setelah pendinginan di dalam *autoclave* kemasan bahan pembawa ditutup rapat menggunakan *sealer*.

Inokulan

Ke dalam bahan pembawa steril diinokulasikan suspensi strain *Azotobacter sp.* yang mengandung $8,0 \times 10^{10}$ sel/ml untuk memperoleh inokulan dengan konsentrasi $8,0 \times 10^9$ spk/g. Inokulan tersebut disimpan pada suhu $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 90 hari. Pada 14, 30, 60 dan 90 hari setelah inokulasi dilakukan uji viabilitas bakteri di dalam semua jenis formulasi bahan pembawa.

Untuk pengujian menggunakan tanaman jagung (*Zea mays L.*) dilakukan pembuatan inokulan *Azotobacter sp.* dan *Bacillus circulans* dengan konsentrasi bakteri masing-masing sekitar $3,2 \times 10^8$ spk/g. Kedua jenis inokulan diinkubasi pada suhu $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 14 hari. Sebanyak 1 g masing-masing inokulan dicampurkan dengan 24 g kompos, kemudian digunakan sebagai pupuk pada tanaman uji.

Uji sterilitas dan viabilitas

Untuk menentukan 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 akuades steril dan dituangkan ke atas lempeng *Tryptone Soya Agar (TSA)*. Kemudian diinkubasi pada suhu $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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.

Uji efektivitas inokulan terhadap pertumbuhan tanaman

Benih tanaman jagung (*Zea mays L.*) ditanam pada pot dengan 4 perlakuan yang berbeda yaitu perlakuan tanpa pupuk (kontrol), pemupukkan dengan kompos (P1), pemupukan dengan kompos + inokulan *Azotobacter sp.* (P2) dan pemupukan dengan kompos + inokulan *Bacillus circulans* (P3). Kemudian dilakukan analisis kandungan unsur hara N dan P tanaman berumur 28 hari untuk mengetahui serapan unsur hara dan efisiensi serapan unsur hara oleh tanaman uji. Serapan hara dihitung dari bobot kering biomassa tanaman dikalikan dengan kadar unsur hara sampel tanaman. Efisiensi serapan hara pada takaran pupuk (kompos) dihitung dari serapan hara

tanaman dengan pupuk dikurangi serapan hara tanaman tanpa pupuk dibagi takaran pupuk kali kadar haranya [9].

HASIL DAN PEMBAHASAN

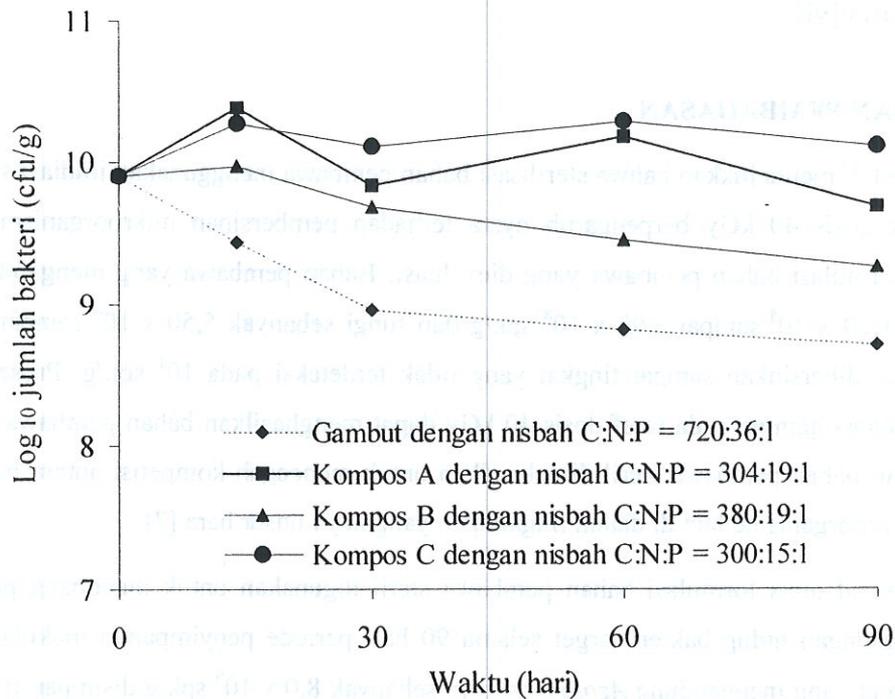
Tabel 2. menunjukkan bahwa sterilisasi bahan pembawa menggunakan iradiasi sinar gamma pada taraf dosis 40 kGy berpengaruh nyata terhadap pembersihan mikroorganisme di dalam keempat formulasi bahan pembawa yang dievaluasi. Bahan pembawa yang mengandung bakteri sebanyak $1,20 \times 10^8$ sampai $5,90 \times 10^8$ spk/g dan fungi sebanyak $5,50 \times 10^6$ sampai $6,00 \times 10^7$ spk/g dapat dibersihkan sampai tingkat yang tidak terdeteksi pada 10^1 spk/g. Proses sterilisasi dengan iradiasi gamma pada taraf dosis 40 kGy dapat menghasilkan bahan pembawa yang steril. Penggunaan bahan pembawa steril dimaksudkan untuk mencegah kompetisi antara bakteri target dengan mikroorganisme lain di dalam lingkungan yang kaya unsur hara [7].

Keempat jenis formulasi bahan pembawa steril digunakan untuk menopang pertumbuhan dan kelangsungan hidup bakteri target selama 90 hari periode penyimpanan inokulan. Inokulan bakteri target yang mengandung *Azotobacter sp.* sebanyak $8,0 \times 10^9$ spk/g disimpan pada suhu 30 °C, kemudian dievaluasi pada 14, 30, 60 dan 90 hari paska inokulasi. Hasil evaluasi pertumbuhan dan kelangsungan hidup bakteri di dalam keempat formulasi bahan pembawa disajikan pada Gambar 1. Hasil tersebut menunjukkan bahwa masing-masing formulasi bahan pembawa memiliki kemampuan yang berbeda dalam menopang pertumbuhan dan kelangsungan hidup bakteri.

Tabel 2. Status mikroorganisme di dalam bahan pembawa berbasis kompos dan gambut paska sterilisasi iradiasi gamma pada taraf dosis 40 kGy

No	Formulasi bahan pembawa	Mikroorganisme (spk/g)			
		Total bakteri		Total fungi	
		0 kGy	40 kGy	0 kGy	40 kGy
1	Gambut	$3,0 \times 10^8$	-	$6,0 \times 10^7$	-
2	Kompos A	$1,2 \times 10^8$	-	$5,0 \times 10^7$	-
3	Kompos B	$4,1 \times 10^8$	-	$1,3 \times 10^7$	-
4	Kompos C	$5,9 \times 10^8$	-	$5,5 \times 10^6$	-

Keterangan : Kompos A dengan nisbah C:N:P sebesar 304:19:1; Kompos B dengan nisbah C:N:P sebesar 380:19:1; Kompos C dengan nisbah C:N:P sebesar 300:15:1; spk = satuan pembentuk koloni.



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

Ketiga formulasi bahan pembawa berbasis kompos menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam menopang pertumbuhan dan kelangsungan hidup bakteri dibandingkan dengan formulasi bahan pembawa berbasis gambut. Jumlah bakteri yang bertahan hidup di dalam ketiga formulasi berbasis kompos dan gambut berbeda nyata pada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Selama 90 hari periode penyimpanan inokulan, konsentrasi bakteri di dalam ketiga formulasi berbasis kompos sebanyak $10^9 - 10^{10}$ spk/g sedangkan di dalam formulasi berbasis gambut sekitar $10^8 - 10^9$ spk/g.

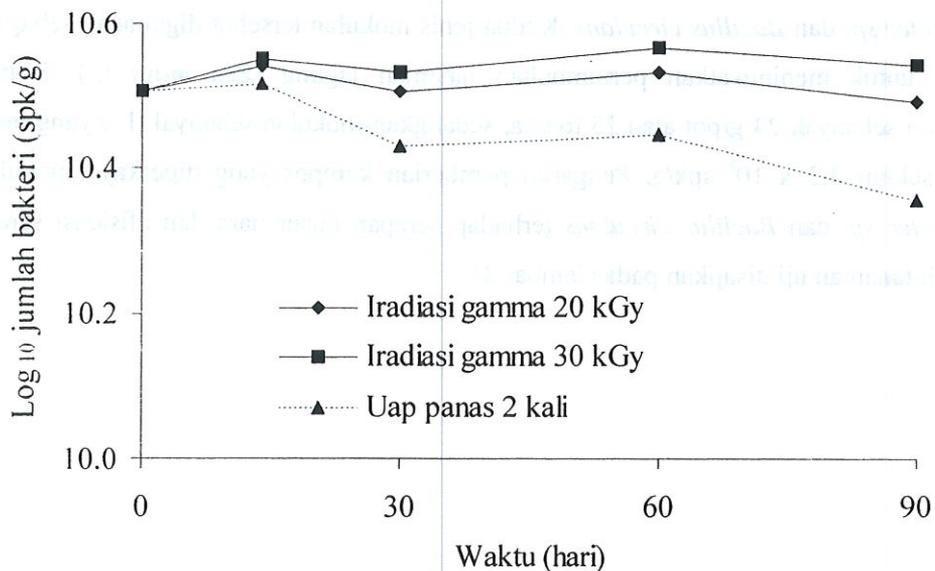
Performa pertumbuhan bakteri terbaik terjadi di dalam formulasi bahan pembawa berbasis kompos C. Selama 90 hari periode penyimpanan inokulan, jumlah bakteri di dalam formulasi tersebut tetap tinggi yaitu sebesar 10^9 sampai 10^{10} spk/g. Formulasi bahan pembawa berbasis kompos C dengan nisbah C:N:P sebesar 300:15:1 lebih mampu menopang kelangsungan hidup bakteri dibandingkan dengan kompos A dan B yang memiliki nisbah C:N:P masing-masing sebesar 304:19:1 dan 380:19:1. Hasil ini mengindikasikan bahwa formulasi bahan pembawa berbasis kompos dengan nisbah C:N:P sebesar 300:15:1 sesuai untuk produksi inokulan mikroba.

Pengembangan inokulan mikroba memerlukan metode sterilisasi yang tepat dan biaya produksi yang relatif murah untuk memperoleh produk berkualitas tinggi dengan harga yang layak. Tabel 3. menunjukkan bahwa bahan pembawa steril dapat diperoleh melalui proses sterilisasi dengan iradiasi gamma pada taraf dosis 20 dan 30 kGy, atau melalui dua kali sterilisasi dengan uap panas (*autoclaving*). Tetapi perbedaan metode sterilisasi tersebut mempengaruhi kualitas bahan pembawa seperti terlihat pada Gambar 2.

Tabel 3. Status mikrobiologi formulasi bahan pembawa berbasis kompos C paska sterilisasi menggunakan iradiasi gamma dan autoclave

No	Perlakuan	Mikroorganisme (spk/g)	
		Bakteri	Fungi
1	Pra sterilisasi	$5,9 \times 10^8$	$6,5 \times 10^6$
2	Iradiasi gamma 10 kGy	$2,5 \times 10^5$	$5,0 \times 10^3$
3	Iradiasi gamma 20 kGy	-	-
4	Iradiasi gamma 30 kGy	-	-
5	Uap panas (<i>autoclaving</i>) 1 kali	$9,0 \times 10^3$	$1,3 \times 10^3$
6	Uap panas (<i>autoclaving</i>) 2 kali	-	-

Keterangan : Sterilisasi dengan uap panas masing-masing dilakukan pada suhu 121°C selama 60 menit; spk = satuan pembentuk koloni.



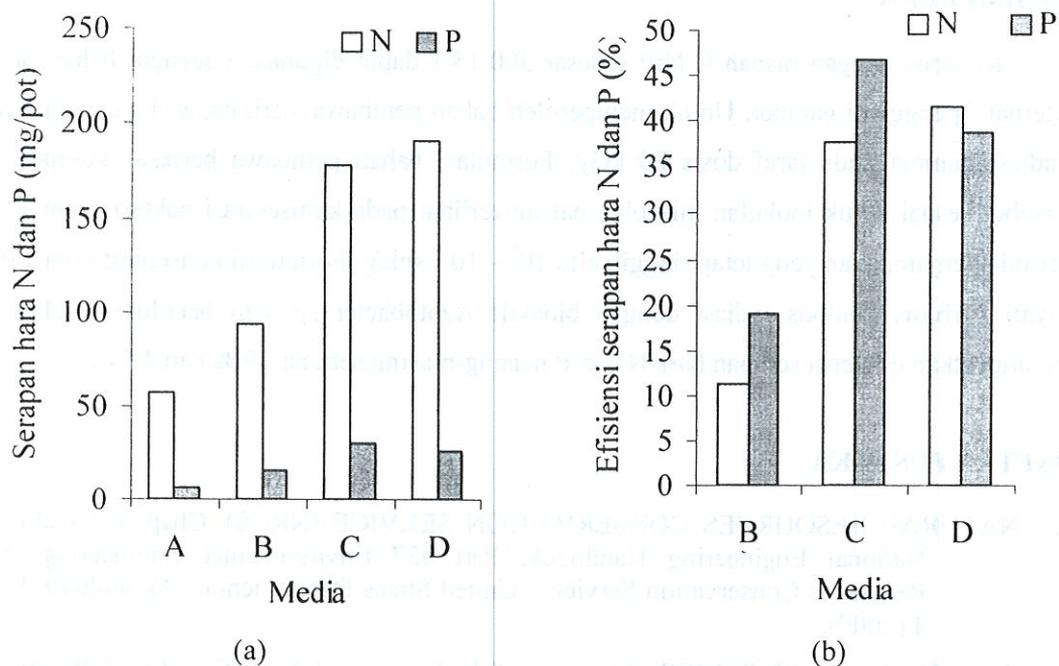
Gambar 2. Pengaruh metode sterilisasi bahan pembawa berbasis kompos

terhadap viabilitas bakteri selama 90 hari periode penyimpanan inokulan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa bahan pembawa hasil sterilisasi iradiasi gamma lebih mampu menopang pertumbuhan bakteri dibandingkan dengan bahan pembawa hasil dua kali sterilisasi uap panas. Pengaruh kedua metode sterilisasi tersebut terhadap viabilitas bakteri di dalam bahan pembawa berbeda nyata pada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Jumlah bakteri di dalam bahan pembawa hasil dua kali sterilisasi uap panas cenderung menurun yang diduga terkait dengan perubahan kualitas bahan pembawa karena pemanasan yang berlebihan. Pemanasan yang berlebihan akan menghasilkan bahan pembawa yang tidak sesuai untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup bakteri yang lebih lanjut [10].

Iradiasi gamma merupakan proses sterilisasi dingin yang tidak menyebabkan perubahan sifat fisika dan kimia bahan pembawa [8]. Metode ini menghasilkan bahan pembawa dengan sterilitas tinggi dan kualitas yang sesuai untuk inokulan. Memiliki konsentrasi bakteri di dalam bahan pembawa hasil sterilisasi iradiasi gamma pada taraf dosis 20 dan 30 kGy yang tidak berbeda secara nyata. Dengan demikian, dapat diambil kesimpulan bahwa taraf dosis 20 kGy direkomendasikan untuk memperoleh bahan pembawa steril dengan biaya yang layak. Proses sterilisasi bahan organik dengan iradiasi gamma pada taraf dosis 20 kGy sudah dapat memusnahkan sebagian besar mikroba tanah termasuk aktinomiset dan fungi [11].

Proses sterilisasi iradiasi gamma pada taraf dosis 20 kGy digunakan untuk menghasilkan formulasi bahan pembawa berbasis kompos dengan nisbah C:N:P sebesar 300:15:1 yang steril. Kemudian dilakukan pembuatan dua jenis inokulan yang masing-masing menggunakan bioaktif *Azotobacter sp.* dan *Bacillus circulans*. Kedua jenis inokulan tersebut digunakan sebagai stimulan kompos untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays L.*). Kompos yang digunakan sebanyak 24 g/pot atau 25 ton/ha, sedangkan inokulan sebanyak 1 g yang mengandung bakteri sekitar $3,2 \times 10^8$ spk/g. Pengaruh pemberian kompos yang diperkaya inokulan bakteri *Azotobacter sp.* dan *Bacillus circulans* terhadap serapan unsur hara dan efisiensi serapan unsur hara oleh tanaman uji disajikan pada Gambar 3.



Keterangan media : A = tanpa pemupukan (kontrol), B = pemupukan kompos; C = pemupukan kompos + inokulan *Bacillus circulans*; D = pemupukan kompos + inokulan *Azotobacter sp.*

Gambar 3. Pengaruh kompos dengan stimulan bakteri rhizosfer terhadap serapan hara N dan P (a), dan efisiensi serapan hara N dan P oleh tanaman jagung (*Zea mays L.*)

Gambar 3a. menunjukkan bahwa pemberian inokulan bakteri rhizosfer sebagai stimulan kompos berpengaruh nyata terhadap peningkatan serapan hara oleh tanaman jagung (*Zea mays L.*). Pemberian kompos dengan stimulan *Azotobacter sp.* meningkatkan serapan unsur hara N oleh tanaman uji dari 57 menjadi 191 mg/pot. Serapan unsur hara P tertinggi oleh tanaman uji terjadi pada pemupukan kompos dengan stimulan *Bacillus circulans*, yaitu sebesar 30 mg/pot.

Penggunaan inokulan bakteri rhizosfer secara nyata dapat meningkatkan efisiensi serapan unsur hara oleh tanaman jagung (*Zea mays L.*) seperti terlihat pada Gambar 3b. Pada pemupukan dengan 24 g kompos yang mengandung unsur hara N dan P masing-masing sebesar 13,92 dan 2,14 mg/g, unsur hara tersebut hanya terserap sebanyak 11 dan 19 %. Penambahan inokulan *Azotobacter sp.* mampu meningkatkan efisiensi serapan unsur hara N sebesar 39 %. Efisiensi serapan unsur hara P tertinggi terjadi pada penambahan inokulan *Bacillus circulans*, yaitu sebesar 47 %.

KESIMPULAN

Kompos dengan nisbah C:N:P sebesar 300:15:1 dapat digunakan sebagai bahan pembawa alternatif pengganti gambut. Untuk memperoleh bahan pembawa steril dapat digunakan sterilisasi iradiasi gamma pada taraf dosis 20 kGy. Formulasi bahan pembawa berbasis kompos radiasi tersebut sesuai untuk inokulan mikroba, hal ini terlihat pada konsentrasi bakteri selama 90 hari periode penyimpanan yang tetap tinggi yaitu $10^9 - 10^{10}$ spk/g. Formulasi konsentrat pupuk organik hayati berbasis kompos radiasi dengan bioaktif *Azotobacter* sp. dan *Bacillus circulans* dapat meningkatkan efisiensi serapan hara N dan P masing-masing sebesar 39 % dan 47 %.

DAFTAR PUSTAKA

1. 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).
2. BRADY, N.C., and R.R. WEIL, Elements of the Nature and Properties of Soil, Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey (2000). Dalam HENRY, C., and K. BERGERON, 2005, Compost Use in Forest Land Restoration, United States Environmental Protection Agency, EPA832-R-05-004, Pages 3-9 (2005).
3. BROWN, S.L., W. BERTI, R.L. CHANEY, J. HALFRISCH, Q. XUE, and J. RYAN, 2004, In Situ Use of Soil Amendments to Reduce the Bioaccessibility and Phytoavailability of Soil Lead, *J. Environ. Qual.* 33:522-531 (2004).
4. FERREIRA, E.M., and I.V. CASTRO, 2005, Residues of the Cork Industry as Carrier for the Production of Legume Inoculants, *Silva Lusitana* 13(2): 159-167 (2005).
5. DAZA, A., C. SANTAMARIA, D.N. RODRIGUEZ-NAVARRO, M. CAMACHO, R. ORIVE, and F. TEMPRANO, 2000, Perlite as a Carrier for Bacterial Inoculants, *Soil Biology & Biochemistry* 32:567-572 (2000).
6. STEPHEN, J.H.G., and H. RASK, Inoculant Production and Formulation, *Field Crops Research* 65:249-258 (2000).
7. YARDIN, M.R., I.R. KENNEDY, and J.E. THIES, 2000, 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).
8. FNCA BIOFERTILIZER PROJECT GROUP, Biofertilizer Manual, Pages 41-89, Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA), Japan Atomic Industrial Forum, Tokyo (2006).
9. ADIL, W.H., N. SUNARLIM, dan I. ROOSTIKA, Pengaruh Tiga Jenis Pupuk Nitrogen terhadap Tanaman Sayuran, *Biodiversitas* 7(1) : 77-80, ISSN : 1412-033x (2006).

10. STRIJDOM, B.W., and H.J. van RENSBURG, Effect of Steam Sterilization and Gamma Irradiation of Peat on Quality of *Rhizobium* Inoculant, *Applied and Environmental Microbiology* 41(6): 1344-1347 (1981).
11. 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).

... effect of steam sterilization and ...
... on quality of ...
... (1981)

... effect of ...
... physical and biological properties of ...
... (1981)