

FORMULASI INOKULAN KONSORSIA MIKROBA *Rhizosfer* BERBASIS KOMPOS TERIRADIASI

Nana Mulyana dan Dadang Sudrajat

Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi-BATAN

Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta 12440

Telp. 021-7690709 Fax. 021-7691607

Email : mulyana_batan@yahoo.co.id

ABSTRAK

FORMULASI INOKULAN KONSORSIA MIKROBA *Rhizosfer* BERBASIS KOMPOS TERIRADIASI. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh formula inokulan konsorsia mikroba *rhizosfer* berbasis kompos teriradiasi yang sesuai untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Untuk menghasilkan bahan pembawa steril yang sesuai pada produksi inokulan mikroba, bahan pembawa berbasis kompos disterilkan dengan iradiasi gamma pada taraf dosis 25 kGy. Inokulan mikroba *rhizosfer* diinkubasi pada suhu 28 °C selama 14 hari sebelum diaplikasikan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman jagung manis (*Zea mays sacharata* Sturt.). Hasil menunjukkan bahwa pemberian inokulan konsorsia isolat *Azotobacter* sp. (KDB2) + *Bacillus* sp. (KLB5+BM5+KBN1) + *Trichoderma* sp. (KLF6) sesuai untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman jagung manis. Aplikasi inokulan mikroba *rhizosfer* ini mampu meningkatkan serapan hara N dan P oleh tanaman jagung manis masing-masing sekitar 153 dan 204%. Aplikasi inokulan mikroba *rhizosfer* ini juga dapat meningkatkan tinggi, bobot kering brangkasan tanaman, bobot dan produksi tongkol segar jagung manis masing-masing sekitar 24, 64, 29 dan 29%. Formula inokulan konsorsia mikroba *rhizosfer* berbasis kompos teriradiasi ini diharapkan dapat menjadi bagian dalam upaya mengembangkan inokulan mikroba *rhizosfer* peningkat pertumbuhan tanaman yang efektif, handal dan ramah lingkungan.

Kata kunci : formulasi, inokulan, kompos teriradiasi, mikroba *rhizosfer*, jagung manis.

ABSTRACT

FORMULATION OF *Rhizosphere* MICROBS CONSORTIUM ON IRRADIATED COMPOST BASED INOCULANTS. Experiments were conducted to obtain a suitable formula of irradiated compost-based inoculant of *rhizosphere* microbes consortium to promoting plant growth and productivity. To produce a suitable sterile carrier on the production of microbial inoculants, compost-based carrier sterilized by gamma irradiation at a dose level of 25 kGy. Prior to application to promoting growth and productivity of sweet corn (*Zea mays sacharata* Sturt.), all of the formula of *rhizosphere* microbes inoculants were incubation at temperature of 28 °C for 14 days. Results showed that application consortium inoculant of isolate *Azotobacter* sp. (KDB2) + *Bacillus* sp. (KLB5+BM5+KBN1) + *Trichoderma* sp. (KLF6) were capable to promoting of growth and productivity of sweet corn. The application of these *rhizosphere* microbes were able to promoting of N and P uptake by plant about 153 and 204%. The application of these *rhizosphere* microbes were also able to promoting high, dry weight of plant straw, fresh weight of corncob and production of fresh corncob about 24, 64, 29 and 29%, respectively. These irradiated compost-based inoculants of *rhizosphere* microbes consortium is expected to be part of effort to develop an effective plant growth promoting *rhizosphere* microbial inoculants, reliable and environmental friendly.

Keywords : formulation, inoculants, irradiated compost, *rhizosphere* microbes, sweet corn.

PENDAHULUAN

Pupuk kimia sering digunakan karena substansi nutrisinya yang secara cepat dapat diubah ke dalam suatu bentuk yang mudah diserap oleh tanaman⁽¹⁾. Penggunaan pupuk kimia secara terus-menerus dan berlebihan dapat menyebabkan kerusakan struktur dan komposisi tanah, serta mengancam kelangsungan hidup organisme tanah^(1,2). Populasi mikroorganisme di daerah perakaran tanaman ini penting untuk memelihara kesehatan akar, serapan hara dan daya tahan tanaman terhadap tekanan lingkungan^(3,4). Dengan

demikian, diperlukan suatu pengelolaan hara terpadu termasuk penggunaan bioteknologi untuk meningkatkan interaksi antara akar dan mikroorganisme bermanfaat dalam memelihara kelestarian lingkungan⁽⁵⁾.

Mikroorganisme bermanfaat yang umum digunakan sebagai agen hayati peningkat pertumbuhan tanaman adalah *Azotobacter* sp., *Azospirillum* sp., *Bacillus* sp., *Rhizobium* sp., *Bradyrhizobium* sp. dan *Pseudomonas* sp.^(6,7,8). Mikroorganisme lain yang sering digunakan sebagai agen pengendali hayati secara komersial adalah *Agrobacterium*, *Pseudomonas*, *Streptomyces*,

Bacillus, *Gliocladium*, *Trichoderma*, *Ampelomyces*, *Candida* dan *Coniothyrium*⁽⁹⁾. Mikroorganisme fungsional tersebut diproduksi dalam suatu formula pupuk hayati (*biofertilizer*) atau pengendali hayati (*biocontrol*) yang diaplikasikan untuk populasi mikroorganisme bermanfaat peningkat kesehatan tanah, peningkat pertumbuhan dan produktivitas tanaman.

Manipulasi populasi mikroba rhizosfer melalui inokulasi bakteri bermanfaat untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman pada skala laboratorium dan rumah kaca menunjukkan hasil yang signifikan, tetapi pada skala lapang responnya beragam⁽³⁾. Pada skala lapang capaian performa yang konsisten sulit diperoleh karena beragam faktor biotik dan abiotik, kompetisi dengan organisme *indigeneous*⁽¹⁰⁾. Untuk memastikan kelangsungan hidup dan aktivitas mikroorganisme di lapang, terlebih dahulu perlu dilakukan pendekatan perbaikan bahan pembawa dan optimasi pertumbuhan mikroorganisme^(6,3,11).

Suatu bahan pembawa digunakan untuk memindahkan kultur bakteri dan fungi hidup ke lapang, sehingga harus mampu menopang kelangsungan hidup mikroorganisme tersebut selama periode penyimpanan dan pendistribusiannya^(2,12). Sebagian besar inokulan mikroba komersial menggunakan gambut sebagai bahan pembawa yang standar⁽¹²⁾. Penggunaan gambut tidak direkomendasikan di beberapa negara karena penambangan gambut yang berlebihan akan mengganggu kelestarian ekosistem, sehingga diperlukan bahan potensial yang lain⁽¹³⁾. Kompos merupakan merupakan bahan pembawa alternatif yang potensial pengganti gambut, karena tersedia berlimpah dan terbarukan serta ramah lingkungan.

Pengembangan formulasi inokulan yang lebih baik juga diperlukan untuk memastikan kelangsungan hidup dan aktivitas mikroorganisme target di lapang, serta sesuai dengan perlakuan biologi dan kimia lain^(6,3,4,1). Formulasi yang sesuai untuk mikroorganisme agar tetap hidup dalam jangka waktu lama, sangat penting untuk pengembangan teknologi secara komersial⁽¹⁴⁾. Pada penelitian ini, dilakukan formulasi konsorsia mikroorganisme rhizosfer terpilih dengan bahan pembawa berbasis kompos yang telah disterilkan dengan iradiasi gamma pada dosis 25 kGy.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh formula inokulan konsorsia mikroba rhizosfer berbasis kompos teriradiasi yang sesuai untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Hasil formulasi ini diharapkan dapat menjadi bagian dalam upaya pengembangan inokulan mikroba bermanfaat untuk meningkatkan kesehatan, pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Produksi dan aplikasi formula inokulan konsorsia mikroba rhizosfer berbasis kompos

teriradiasi juga diharapkan dapat menjadi komponen dalam upaya perbaikan kualitas lingkungan dan penguatan ketahanan pangan

TATA KERJA

Bahan

Isolat Mikroba Rhizosfer dan Bahan Pembawa Berbasis Kompos

Isolat mikroba rhizosfer yang digunakan terdiri dari 1 isolat bakteri *Azotobacter* sp. (KDB2), 3 isolat bakteri *Bacillus* sp. (KLB5, BM5, KBN1) dan 1 fungi *Trichoderma* sp. (KLF6). Kelima isolat mikroorganisme fungsional terpilih ini diperoleh dari koleksi mikroorganisme di Kelompok Lingkungan Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN. Formula bahan pembawa berbasis kompos merupakan bahan pembawa padat berupa bubuk dengan ukuran partikel sekitar 100-200 μm yang dibuat dari kompos limbah pangkasan rumput, arang biomassa tanaman, mineral alam, nutrisi sintetis seperti *Tryptic Soy Broth* (TSB) dan *Potatoes Dextrose Broth* (PDB).

Cara Kerja

Formulasi Inokulan Konsorsia Mikroba Rhizosfer (IMR)

Sebanyak 45 g bahan pembawa berbasis kompos dengan kadar air sekitar 21%, masing-masing dikemas dalam kantong plastik (*polyethylene*) dan ditutup rapat menggunakan *sealer*. Kemudian dilakukan sterilisasi menggunakan iradiasi gamma pada dosis 25 kGy, untuk memperoleh bahan pembawa berbasis kompos dengan sterilitas dan kualitas yang sesuai untuk inokulan mikroba rhizosfer. Ke dalam 45 g bahan pembawa yang steril, diinokulasikan kultur cair isolat tunggal atau kombinasinya masing-masing sebanyak 5 ml, sehingga diperoleh inokulan berbasis kompos yang mengandung mikroba rhizosfer sekitar 10^9 cfu/g. Formulasi kombinasi kultur cair isolat mikroba rhizosfer tersebut terdiri dari $B_1 = \text{KLB5}$, $B_1B_2 = \text{KLB5} + \text{BM5}$, $B_1B_2B_3 = \text{KLB5} + \text{BM5} + \text{KBN1}$, $A_1B_1B_2 = \text{KDB2} + \text{KLB5} + \text{BM5}$, $B_1B_2T_1 = \text{KLB5} + \text{BM5} + \text{KLF6}$, $A_1B_1T_1 = \text{KDB2} + \text{KLB5} + \text{KLF6}$, $A_1B_1B_2B_3 = \text{KDB2} + \text{KLB5} + \text{BM5} + \text{KBN1}$, $A_1B_1B_2T_1 = \text{KDB2} + \text{KLB5} + \text{BM5} + \text{KLF6}$, $B_1B_2B_3T_1 = \text{KLB5} + \text{BM5} + \text{KBN1} + \text{KLF6}$, $A_1B_1B_2B_3T_1 = \text{KDB2} + \text{KLB5} + \text{BM5} + \text{KBN1} + \text{KLF6}$. Semua inokulan mikroba rhizosfer berbasis kompos teriradiasi (IMR) ini diinkubasi pada suhu 28 °C selama 14 hari sebelum diaplikasikan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman jagung manis (*Zea mays sacharata* Sturt).

Pengujian IMR dengan Tanaman Jagung Manis

Pengujian inokulan konsorsia mikroba rhizosfer (IMR) untuk meningkatkan dan produktivitas tanaman jagung manis (*Zea mays sacharata* Sturt.) varietas Bonanza F1 dilakukan di lahan kering sub-optimal. Percobaan dilakukan pada plot berukuran 2x5 m² dengan 10 perlakuan pemberian inokulan dan 1 perlakuan tanpa pemberian inokulan sebagai kontrol, masing-masing dengan 4 kali ulangan. Untuk semua perlakuan termasuk kontrol diberikan kompos sebanyak 6 ton/ha, dan pupuk anorganik yang terdiri dari urea, SP-36 dan KCl setengah dari dosis rekomendasinya yaitu masing-masing sebanyak 200, 100 dan 100 kg/ha. Dosis aplikasi inokulan konsorsia mikroba rhizosfer sebesar 50 g/plot atau sekitar 5 kg/ha, dengan demikian konsentrasi bioaktif yang diinokulasikan sekitar 10⁷ cfu/tanaman. Evaluasi yang dilakukan meliputi parameter kualitas bahan pembawa berbasis kompos teriradiasi dan tanah, tampilan pertumbuhan dan produktivitas tanaman jagung manis (*Zea mays sacharata* Sturt.). Pengamatan tampilan pertumbuhan tanaman meliputi tinggi, bobot kering biomassa tanaman, serapan unsur hara N dan P oleh tanaman pada 42 hari setelah tanam. Pada saat panen atau 75 hari setelah penanaman, dilakukan pengamatan yang meliputi tinggi, bobot kering brangkasan tanaman, bobot tongkol segar dan potensi produksi tongkol segar. Analisis sampel bahan pembawa berbasis kompos teriradiasi, tanah dan biomassa tanaman yang meliputi kadar C-organik, total N, nisbah C/N, kadar P₂O₅ dan K₂O dilakukan di Laboratorium Tanah, Balai Penelitian Tanah, Bogor. Data pertumbuhan dan produktivitas tanaman jagung manis (*Zea mays sacharata* Sturt.) dianalisis menggunakan ANOVA dilanjutkan dengan uji Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menghasilkan produk inokulan mikroba berkualitas tinggi, diperlukan suatu proses sterilisasi bahan pembawa⁽¹⁾. Sterilisasi bahan pembawa ini dimaksudkan untuk mencegah kompetisi antara mikroba target dengan mikroorganisme lain di dalam lingkungan yang kaya nutrisi⁽¹¹⁾. Penggunaan metode sterilisasi iradiasi gamma pada dosis 25 kGy mampu membersihkan mikroorganisme asal material penyusun bahan pembawa berbasis kompos sampai tidak terdeteksi pada 10¹ cfu/g seperti disajikan pada Tabel 1. Perlakuan sterilisasi ini juga dapat menghasilkan bahan pembawa berbasis kompos dengan kualitas yang sesuai untuk inokulan mikroorganisme bermanfaat karena tidak

menyebabkan perubahan sifat fisika dan kimia bahan pembawa seperti disajikan pada Tabel 2. 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⁽¹⁰⁾.

Tabel 1. Pengaruh iradiasi gamma pada dosis 25 kGy terhadap kandungan mikroorganisme di dalam bahan pembawa berbasis kompos

No	Iradiasi gamma, kGy	Mikroorganisme, cfu/g	
		Total bakteri aero	Total fungi
1	0	1,41x10 ⁶	5,66x10 ⁵
2	25	< 10 ¹	< 10 ¹

Keterangan : cfu = colony forming units.

Tabel 2. Pengaruh iradiasi gamma pada dosis 25 kGy terhadap sifat fisika dan kimia bahan pembawa berbasis kompos

No	Parameter	Bahan pembawa berbasis kompos	
		0 kGy	25 kGy
1	pH (1:5 H ₂ O)	7,01±0,01	7,15±0,14
2	Kemampuan ikat air, %	273±12,73	266±7,07
3	Kadar air, %	21,06±0,71	20,78±0,25
4	Kadar bahan organik, %	45,48±0,63	45,78±0,20
5	Kadar C organik, %	24,62±0,35	24,79±0,11
6	Total nitrogen, %	1,12±0,03	1,11±0,01
7	Kadar fosfat (P ₂ O ₅), %	8,80±0,23	8,61±0,21
8	Kadar potasium (K ₂ O), %	1,21±0,01	1,18±0,03
9	Nisbah C/N	22,00±1,41	22,50±0,71

Berdasarkan pengamatan kandungan total bakteri aerob dan total fungi, bahan pembawa berbasis kompos yang telah disterilkan dengan iradiasi gamma pada dosis 25 kGy merupakan bahan pembawa steril yang selanjutnya digunakan untuk pembuatan inokulan konsorsia mikroba rhizosfer. Inokulan ini mengandung mikroba rhizosfer sekitar 10⁹ cfu/g yang diformulasikan dari kombinasi isolat *Azotobacter* sp. (KDB2), *Bacillus* sp. (KLB5, BM5, KBN1) dan *Trichoderma* sp. (KLF6). Semua inokulan mikroba rhizosfer diinkubasi pada suhu 28 C selama 14 hari, sebelum diaplikasikan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman jagung manis (*Zea mays sacharata* Sturt.) varietas Bonanza F1 di lahan kering.

Pengujian inokulan mikroba rhizosfer dengan tanaman jagung manis (*Zea mays sacharata* Sturt.) dilakukan di lahan kering sub-optimal dengan parameter kualitas tanah seperti disajikan pada Tabel 3. Percobaan dilakukan pada plot berukuran 2x5 m² dengan 4 kali ulangan. Inokulan mikroba rhizosfer berbasis kompos teriradiasi digunakan sebagai pupuk hayati (*biofertilizer*) dengan dosis 50 g/plot atau sekitar 5 kg/ha diaplikasikan saat penanaman benih jagung manis

(*Zea mays sacharata* Sturt.). Menilik kondisi lahan kering yang digunakan dan untuk mengetahui kesesuaian formulasi inokulan dengan perlakuan kimia dan biologi lain, inokulasi mikroba rhizosfer sekitar 10^7 cfu/tanaman tersebut dikombinasikan dengan pemberian pupuk anorganik dan kompos. Formulasi konsorsia isolat mikroba rhizosfer yang sesuai diduga akan memiliki kemampuan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman secara optimal.

Tabel 3. Karakteristik sifat fisika dan kimia tanah di lahan percobaan

No	Parameter	Nilai	Kriteria ⁽¹⁵⁾
1	pH (1:5 H ₂ O)	5,60	5,5 - 6,5 (agak masam)
2	Kadar C-organik, %	1,57	1 - 2 (rendah)
3	Total N, %	0,13	0,1 - 0,2 (rendah)
4	Nisbah C/N	12	11 - 15 (sedang)
5	Kadar P ₂ O ₅ (Olsen) ppm P	8	5 - 10 (rendah)
6	Kadar K ₂ O, mg/100g	11	10 - 20 (rendah)

Tabel 4. Pengaruh inokulan konsorsia mikroba rhizosfer terhadap peningkatan tinggi dan bobot kering biomassa tanaman jagung manis 42 hari setelah tanam

No	Inokulan	Tinggi tanaman, cm	Bobot kering biomassa tanaman, g
1	Kontrol	151,19±26,90 ^a	43,17±14,68 ^a
2	B ₁	165,38±11,93 ^a	56,73±0,47 ^a
3	B ₁ B ₂	178,44±13,37 ^{ab}	78,92±11,55 ^b
4	B ₁ B ₂ B ₃	169,06±11,66 ^{ab}	51,25±6,78 ^{ab}
5	A ₁ B ₁ B ₂	165,94±14,58 ^{ab}	86,51±21,72 ^{bc}
6	B ₁ B ₂ T ₁	165,69±23,90 ^{ab}	93,32±30,38 ^{bc}
7	A ₁ B ₁ T ₁	177,81±12,18 ^{ab}	87,96±16,80 ^{bc}
8	A ₁ B ₁ B ₂ B ₃	195,94±10,58 ^b	77,50±17,28 ^{bc}
9	A ₁ B ₁ B ₂ T ₁	187,38±7,58 ^b	97,52±9,86 ^{bc}
10	B ₁ B ₂ B ₃ T ₁	191,50±13,90 ^{ab}	75,18±23,59 ^{abc}
11	A ₁ B ₁ B ₂ B ₃ T ₁	190,25±11,64 ^b	130,15±38,73 ^c

Tabel 4 dan 5 menunjukkan pengaruh pemberian inokulan dengan kombinasi isolat mikroba rhizosfer yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman jagung manis (*Zea mays sacharata* Sturt.) pada 42 hari setelah tanam. Peningkatan tinggi tanaman yang signifikan dan berbeda nyata dibandingkan kontrol, hanya diperoleh pada pemberian inokulan konsorsia mikroba rhizosfer A₁B₁B₂B₃ (KDB2+KLB5+BM5+KBN1), A₁B₁B₂T₁ (KDB2+KLB5+BM5+KLF6) dan A₁B₁B₂B₃T₁ (KDB2+KLB5+BM5+KBN1+KLF6). Ketiga jenis formula konsorsia isolat mikroba rhizosfer ini mampu

meningkatkan tinggi tanaman sekitar 23,94% sampai 29,60%. Peningkatan bobot kering biomassa tanaman sekitar 79,52% sampai 125,90% diperoleh pada hampir semua pemberian inokulan konsorsia mikroba rhizosfer kecuali pada pemberian inokulan konsorsia B₁B₂B₃ (KLB5+BM5+KBN1) dan B₁B₂B₃T₁ (KLB5+BM5+KBN1+KLF6). Bobot kering biomassa tanaman pada pemberian kedua jenis formula konsorsia tersebut tidak berbeda nyata dibandingkan kontrol dan pemberian inokulan tunggal B₁ (KLB5).

Tabel 5. Pengaruh inokulan konsorsia mikroba rhizosfer terhadap peningkatan serapan hara N dan P oleh tanaman jagung manis 42 hari setelah tanam

No	Inokulan	Serapan hara, mg/tanaman	
		N	P
1	Kontrol	1077±239 ^a	91±21 ^a
2	B ₁	1412±46 ^b	141±18 ^b
3	B ₁ B ₂	1617±197 ^{cd}	175±16 ^{bc}
4	B ₁ B ₂ B ₃	1311±49 ^a	130±43 ^{ab}
5	A ₁ B ₁ B ₂	1793±21 ^c	191±17 ^c
6	B ₁ B ₂ T ₁	2147±20 ^e	214±20 ^{cd}
7	A ₁ B ₁ T ₁	1918±371 ^{cde}	189±51 ^{bcd}
8	A ₁ B ₁ B ₂ B ₃	1930±69 ^d	182±70 ^{abcd}
9	A ₁ B ₁ B ₂ T ₁	2246±137 ^e	269±58 ^{de}
10	B ₁ B ₂ B ₃ T ₁	1611±427 ^{abcd}	249±37 ^d
11	A ₁ B ₁ B ₂ B ₃ T ₁	2730±650 ^e	340±38 ^e

Keterangan : A₁ = KDB2, B₁ = KLB5, B₂ = BM5, B₃ = KBN1 dan T₁ = KLF6.

Kombinasi isolat mikroba rhizosfer yang berbeda berpengaruh terhadap serapan hara N dan P oleh tanaman jagung manis (*Zea mays sacharata* Sturt.) 42 hari setelah tanam seperti disajikan pada Tabel 5. Pemberian kombinasi isolat *Bacillus* sp. (KLB5+BM5) lebih mampu meningkatkan serapan N oleh tanaman jagung manis dibandingkan pemberian isolat *Bacillus* sp. (KLB5), tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan serapan P. Pemberian kombinasi isolat *Bacillus* sp. (KLB5+BM5+KBN1) juga tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan serapan P oleh tanaman, bahkan menyebabkan serapan N yang lebih rendah dibandingkan pemberian isolat *Bacillus* sp. (KLB5). Penambahan isolat *Azotobacter* sp. (KDB2) ke dalam kombinasi isolat *Bacillus* sp. (KLB5+BM5+KBN1) dapat meningkatkan serapan N secara signifikan. Penambahan isolat *Trichoderma* sp. (KLF6) ke dalam kombinasi isolat *Bacillus* sp. (KLB5+BM5) dan *Bacillus* sp. (KLB5+BM5+KBN1) masing-masing berpengaruh nyata terhadap peningkatan serapan N dan P oleh tanaman jagung manis. Pemberian kombinasi isolat *Azotobacter* sp. (KDB2), *Trichoderma* sp. (KLF6) dan *Bacillus* sp. (KLB5+BM5+KBN1) mampu meningkatkan

serapan hara N dan P oleh tanaman jagung manis secara optimal. Inokulan konsorsia mikroba rhizosfer ini berpengaruh nyata terhadap peningkatan serapan hara N dan P oleh tanaman jagung manis masing-masing sebanyak 2730 ± 650 dan 340 ± 38 g/tanaman. Hasil ini menunjukkan bahwa inokulan konsorsia mikroba rhizosfer dengan kombinasi isolat *Azotobacter* sp. (KDB2), *Bacillus* sp. (KLB5+BM5+KBN1) dan *Trichoderma* sp. (KLF6) sesuai untuk meningkatkan pertumbuhan jagung manis (*Zea mays sacharata* Sturt.).

Evaluasi tanaman jagung manis (*Zea mays sacharata* Sturt.) 75 hari setelah tanam juga menunjukkan bahwa pemberian inokulan mikroba rhizosfer berpengaruh terhadap produktivitas tanaman ini seperti disajikan pada Tabel 6. Pemberian inokulan *Bacillus* sp. (KLB5) tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan

produktivitas tanaman jagung manis. Hasil yang sama juga ditunjukkan pada pemberian inokulan konsorsia *Bacillus* sp. (KLB5+BM5). Penurunan bobot tongkol segar bahkan terjadi pada pemberian inokulan konsorsia *Bacillus* sp. (KLB5+BM5+KBN1). Penambahan isolat *Azotobacter* sp. (KDB2) ke dalam konsorsia *Bacillus* sp. (KLB5+BM5) dan *Bacillus* sp. (KLB5+BM5+KBN1) hanya mampu meningkatkan bobot kering brangkasan tanaman tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan bobot tongkol segar jagung manis. Penambahan isolat *Trichoderma* sp. (KLF6) ke dalam konsorsia *Bacillus* sp. (KLB5+BM5) berpengaruh nyata terhadap peningkatan produktivitas tanaman jagung, tetapi penambahan isolat ini ke dalam konsorsia *Bacillus* sp. (KLB5+BM5+KBN1) hanya mampu meningkatkan tinggi dan bobot kering brangkasan tanaman jagung.

Tabel 6. Pengaruh pemberian konsorsia mikroba rhizosfer terhadap peningkatan produktivitas tanaman jagung manis

No	Perlakuan	Tinggi tanaman, cm	Bobot kering brangkasan tanaman, g	Bobot tongkol segar, g	Produksi tongkol segar, kg/m ²
1	Kontrol	183,33±16,12 ^a	180,50±35,88 ^a	255,00±18,71 ^a	1,84±0,13 ^a
2	B ₁	196,67±8,26 ^{ab}	216,50±50,89 ^{ab}	288,33±37,64 ^{ab}	2,08±0,27 ^{ab}
3	B ₁ B ₂	197,00±14,94 ^{ab}	259,17±72,90 ^{ab}	290,00±33,47 ^{ab}	2,09±0,24 ^{ab}
4	B ₁ B ₂ B ₃	203,83±10,07 ^{ab}	208,33±51,29 ^{ab}	238,33±24,83 ^a	1,72±0,18 ^a
5	A ₁ B ₁ B ₂	205,50±13,62 ^{ab}	263,67±39,33 ^b	280,00±23,66 ^{ab}	2,02±0,17 ^{ab}
6	B ₁ B ₂ T ₁	218,50±18,37 ^b	331,50±59,78 ^b	320,00±44,27 ^b	2,30±0,32 ^b
7	A ₁ B ₁ T ₁	212,83±20,79 ^{ab}	284,50±64,98 ^b	288,33±35,45 ^{ab}	2,08±0,26 ^{ab}
8	A ₁ B ₁ B ₂ B ₃	227,83±19,11 ^b	348,17±76,08 ^b	293,33±35,02 ^{ab}	2,11±0,25 ^{ab}
9	A ₁ B ₁ B ₂ T ₁	240,67±20,09 ^b	302,00±97,72 ^{ab}	303,33±45,02 ^{ab}	2,18±0,32 ^{ab}
10	B ₁ B ₂ B ₃ T ₁	233,50±14,75 ^b	274,33±51,78 ^b	296,67±31,41 ^{ab}	2,14±0,23 ^{ab}
11	A ₁ B ₁ B ₂ B ₃ T ₁	226,67±23,24 ^b	295,33±64,52 ^b	330,00±50,60 ^b	2,38±0,36 ^b

Keterangan : B₁ = KDB2, B₂ = KLB5, B₃ = BM5, B₄ = KBN1 dan F₁ = KLF6

Pemberian inokulan yang mengandung kombinasi isolat *Azotobacter* sp. (KDB2), *Trichoderma* sp. (KLF6) dan *Bacillus* sp. (KLB5) hanya mampu meningkatkan bobot kering brangkasan tanaman jagung manis. Sedangkan pemberian inokulan konsorsia isolat *Azotobacter* sp. (KDB2), *Trichoderma* sp. (KLF6) dan *Bacillus* sp. (KLB5+BM5) hanya berpengaruh nyata terhadap peningkatan tinggi dan bobot kering brangkasan tanaman jagung manis. Tampilan produktivitas tanaman jagung manis yang optimal diperoleh pada pemberian inokulan konsorsia yang mengandung konsorsia isolat *Azotobacter* sp. (KDB2), *Trichoderma* sp. (KLF6) dan *Bacillus* sp. (KLB5+BM5+KBN1). Pada pemberian inokulan konsorsia mikroba rhizosfer ini diperoleh peningkatan tinggi, bobot kering brangkasan, bobot dan produksi tongkol segar jagung manis yang optimal masing-masing sebesar 23,64%, 63,62%, 29,41% dan 29,35%. Hasil ini menunjukkan bahwa

formulasi konsorsia isolat mikroba yang sesuai berpotensi meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman secara optimal.

Hasil juga mengindikasikan bahwa kombinasi *Azotobacter* sp. (isolat bakteri pemfiksasi N₂), *Bacillus* sp. (isolat bakteri pelarut fosfat) dan *Trichoderma* sp. (isolat fungi pengendali hayati) merupakan konsorsia yang potensial sebagai bioaktif untuk pengembangan inokulan mikroba rhizosfer peningkat pertumbuhan tanaman. Pada formulasi ini isolat bakteri rhizosfer peningkat pertumbuhan tanaman (*plant growth promoting rhizobacteria*, PGPR) dikombinasikan dengan isolat fungi pengendali hayati untuk meningkatkan kesehatan tanah dan tanaman. Agen pengendali hayati seperti *Trichoderma* sp. dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman, meningkatkan nutrisi tersedia bagi tanaman, meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit⁽¹⁴⁾. Pemanfaatan *Trichoderma* spp.

merupakan strategi baru yang potensial sehingga manajemen penyakit tanaman menjadi efisien, handal dan aman bagi lingkungan⁽¹⁶⁾.

KESIMPULAN

Sterilisasi iradiasi gamma pada dosis 25 kGy dapat menghasilkan bahan pembawa berbasis kompos dengan sterilitas dan kualitas yang sesuai untuk pembuatan inokulan konsorsia mikroba rhizosfer peningkat pertumbuhan tanaman. Inokulan berbasis kompos teriradiasi dengan bioaktif berupa kombinasi isolat *Azotobacter* sp. (KDB2), *Bacillus* sp. (KLB5+BM5+KBN1) dan *Trichoderma* sp. (KLF6) merupakan konsorsia mikroba rhizosfer yang sesuai untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman jagung manis (*Zea mays sacharata* Strurt.) di lahan kering sub-optimal. Pemberian inokulan konsorsia mikroba rhizosfer ini dapat meningkatkan serapan hara N dan P oleh tanaman jagung manis masing-masing sekitar 153% dan 204%. Penggunaan inokulan konsorsia mikroba rhizosfer ini sebagai pupuk hayati (*biofertilizer*) juga mampu meningkatkan tinggi, bobot kering brangkas tanaman, bobot dan produksi tongkol segar jagung manis masing-masing sekitar 23,64%, 63,62%, 29,41% dan 29,35%. Hasil juga mengindikasikan bahwa kombinasi isolat bakteri pemfiksasi N₂, bakteri pelarut fosfat dan fungi pengendali hayati merupakan konsorsia yang potensial sebagai bioaktif untuk pengembangan inokulan mikroba rhizosfer peningkat pertumbuhan tanaman. Formula inokulan konsorsia mikroba rhizosfer berbasis kompos teriradiasi ini diharapkan dapat menjadi bagian dalam upaya mengembangkan inokulan mikroba bermanfaat yang efektif, handal dan ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

1. KOLIAEI, A.A., G.A. AKBARI, O. ARMANDPISHEH, M.R. LABBAFI and R. ZARGHAMI, Effects of Phosphate Chemical Fertilizers and Biologic Fertilizers in Various Moisture Regimes on Some Morphological Characteristics and Seeds Performance in Maize S.C. 704, *Asian Journal of Agricultural Sciences* 3(3): 223-234 (2011).
2. ARORA, N.K., E. KHARE, R. NARAIAN and D.K. MAHESHWARI, Sawdust as a Superior Carrier for Production of Multipurpose Bioinoculant Using Plant Growth Promoting Rhizobial and Pseudomonas Strain and their Impact on Productivity of Tridolium repense, *Current Science* 95(1) :90-94 (2008).
3. BOWEN, G.D. and A.D. ROVIRA, The Rhizosfer and its Management to Improve Plant Growth, *Adv.Agron.* 66:1-102 (1999).
4. COOK, R.J., Advance in Plant Health Management in the Twentieth Century, *Ann.Rev.Phytopatol.* 38: 95-116 (2002).
5. ROESTI, D., R. GAUR, B.N. JOHRI, G. IMFELD, S. SHARMA, K. KAWAJEET and M. ARAGNO, Plant Growth Stage, Fertilizer Mangement and Bioinoculation of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Plant Growth Promoting Rhizobacteria Effect the Rhizobacterial Community Structure in Rainfed Wheat Fields, *Soil Biol. Biochem* 20: 1-10 (2005).
6. BASHAN, Y., and L.E. de-BASHAN, Bacteria : Plant Growth-Promoting, *Encyclopedia of Soils in the Environmental* 1: 103-115 (2005).
7. YASARI, E. and A.M. PATWARDHAN, Effects of (Azotobacter and Azorpirillum) Inoculants and Chemical Fertilizers on Growth and Productivity of Canola (Brassica napus L.), *Asian Journal of Plant Sciences* 6(1) : 77-82 (2007).
8. MARTIN, X.M., C.S. SUMATHI and V.R. KANNAN, Influence of Agrochemicals and Azotobacter sp. Application on Soil Fertility in Relation to Maize Growth Under Nursery Conditions, *EurAsian Journal of BioScience* 6:19-28 (2011).
9. VELINENI, S. and G.P. BRAHMAPRAKASH, Survival and Phosphate Solibillizing Ability of Bacillus megaterium in Liquid Inoculants under High Temperature and Desiccation Stress, *J.Agr.Sci.Tech.* 13: 795-882 (2011).
10. FNCA BIOFERTILIZER PROJECT GROUP, Biofertilizer Manual, Pages 41-89, Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA), Japan Atomic Industrial Forum, Tokyo (2006).
11. 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).
12. 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).
13. 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).
14. HAQUE, M.M., M.A. HAQUE, G.N.M. ILIAS and A.H. MOLLA, *Trichoderma*-Enriched Biofertilizer : A Prospective Substitute of Inorganic Fertilizer for Mustard

- (*Brassica campestris*) Production, *The Agriculturists* 8(2) :66-73 (2010).
15. HARDJOWIGENO, S., Ilmu Tanah, 288 halaman, Penerbit Akademika Pressindo, Jakarta (2010).
16. DAAMI-REMADI, M., K. HIBAR, H. JABNOUN-KHIAREDDINE, F. AYED and M. EL MAHJOUR, Effect of Two *Tricoderma* species on Severity of Potato Tuber Dry Rot Caused by Tunisian *Fusarium* Complex, *International Journal of Agricultural Reserch* 1 (5): 432-441 (2006).

TANYAJAWAB

Darlina (PTKMR)

- Apa yang disebut formulasi inokulan konsorsia mikroba rhizosfer?

- Bagaimana aplikasi teknologi radiasi?

Nana Mulyana

- *Formulasi inokulan konsorsia mikroba rhizosfer adalah suatu formula produk dengan dua komponen utama yaitu komponen bahan pembawa steril dan komponen hayati yang dikombinasikan dari satu strain bakteri pemfiksasi N₂, tiga strain bakteri pelarut fosfat dan satu fungi pengendali hayati.*
- *Teknologi radiasi digunakan untuk menghasilkan bahan pembawa dengan sterilitas dan kualitas yang sesuai untuk menunjang kelangsungan hidup mikroba target selama periode penyimpanan dan pendistribusiannya ke lapangan.*