

**Formulasi Bionematisida Baru Berbahan Aktif *Bacillus alvei*, *B. Stearothermophilus* dan *Pseudomonas diminuta* untuk mengendalikan nematoda *Globodera rostochiensis***

Peneliti : Iis Nur Asyiah<sup>1</sup>, Soekarto<sup>2</sup>  
Mahasiswa yang terlibat : Annisa Nur Imamah<sup>3</sup>, M. Wildan Badikaruma<sup>4</sup>  
Sumber Dana : Hibah Desentralisasi skim penelitian Hibah Bersaing/DIPA UNEJ

<sup>1</sup> Prodi Pendidikan Biologi, FKIP UNEJ

<sup>2</sup> Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian UNEJ

<sup>3</sup> Prodi Pendidikan Biologi, FKIP UNEJ

<sup>4</sup> Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian UNEJ

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bionematisida baru berbahan aktif *Bacillus alvei*, *B. Stearothermophilus*, dan *Pseudomonas diminuta* yang efektif dalam mengendalikan nematoda sista kentang/NSK (*Globodera rostochiensis*). Penelitian ini akan dilakukan selama 2 tahun. Target khusus pada tahun pertama adalah mendapatkan tiga formulasi bionematisida baru berbahan aktif *B. alvei*, *B. Stearothermophilus* dan *P. diminuta* yang mempunyai daya simpan lama serta efektif dalam mengendalikan NSK.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Bacillus alvei* bersifat *unculturable bacteria* dan *B. Stearothermophilus* tidak tumbuh sama sekali sehingga tidak memungkinkan untuk dilanjutkan dalam pembuatan formula. Oleh karena itu dicari alternatif lain pengganti kedua isolat bakteri tersebut yaitu dengan menggunakan *B. mycooides* dan *P. mallei* yang sudah diketahui menghasilkan zat pengatur tumbuh. Selanjutnya dilakukan pembuatan 28 formulasi bionematisida yang mengacu pada metode *Ardakani et al.* (2010).

Formulasi diuji daya simpan dan efikasinya. Uji daya simpan secara *in vitro* di laboratorium, pengamatan dilakukan terhadap kerapatan sel bakteri. Pengujian efikasi bionematisida dilakukan dengan dua metode, yaitu aplikasi ke bibit kentang dan aplikasi langsung ke dalam tanah. Pengujian efikasi bionematisida dilakukan secara *in vitro* di polybag dengan menggunakan rancangan acak kelompok.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa senyawa pembawa tepung gambut lebih baik dibanding senyawa pembawa lain ditunjukkan dengan rata-rata kerapatan sel selama 8 minggu pengamatan adalah sebesar  $6,25 \pm 3,45 \times 10^{10}$ .

Hasil uji *in vitro* di polybag menunjukkan bahwa aplikasi bionematisida terbaik adalah melalui tanah yaitu mampu menurunkan jumlah juvenil NSK total dalam akar sampai 50,89% dan jumlah juvenil NSK betina sebanyak 37,96%. Prosentase penurunan jumlah juvenil NSK betina tertinggi pada perlakuan PMPDTG (*P. mallei* dan *P. diminuta* dengan senyawa pembawa tepung gambut) yaitu sebanyak 71,88%, diikuti perlakuan BMPDT (*B. mycooides* dan *P. diminuta* dengan senyawa pembawa talk) sebanyak 67,19%, dan perlakuan BMPDT (*B. mycooides* dan *P. diminuta* dengan senyawa pembawa tepung gambut) sebanyak 62,51%.

Kata kunci : *Pseudomonas diminuta*, *Bacillus. Mycooides*, *P. mallei*, tepung gambut, *Globodera rostochiensis* (NSK)

**Formulasi Bionematisida Baru Berbahan Aktif *Bacillus alvei*, *B. Stearothermophilus* dan *Pseudomonas diminuta* untuk mengendalikan nematoda *Globodera rostochiensis***

Peneliti : Iis Nur Asyiah<sup>1</sup>, Soekarto<sup>2</sup>  
Mahasiswa yang terlibat : Annisa Nur Imamah<sup>3</sup>, M. Wildan Badikaruma<sup>4</sup>  
Sumber Dana : Hibah Desentralisasi skim penelitian Hibah Bersaing/DIPA UNEJ  
Kontak Email : iisnaza@gmail.com  
Diseminasi : Belum ada

<sup>1</sup> Prodi Pendidikan Biologi, FKIP UNEJ

<sup>2</sup> Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian UNEJ

<sup>3</sup> Prodi Pendidikan Biologi, FKIP UNEJ

<sup>4</sup> Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian UNEJ

## EXECUTIVE SUMMARY

### A. Latar Belakang

Penggunaan pestisida kimia dalam mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT) telah menimbulkan dampak negatif pada kesehatan manusia dan lingkungan, juga menyebabkan resistensi OPT. Oleh karena itu dibutuhkan pengembangan metode pengendalian alternatif dengan non-kimia, salah satunya adalah dengan pengendalian biologi (*biocontrol*).

*Globodera rostochiensis* atau nematoda sista kentang (NSK) merupakan nematoda parasit utama pada tanaman kentang yang berpotensi menurunkan hasil panen sampai 80%. Penelitian tentang NSK di Indonesia masih sedikit karena nematoda ini baru diketahui menyerang tanaman kentang di Indonesia pada tahun 2003. Salah satu penelitian pengendalian NSK dengan menggunakan agen hayati adalah penelitian Asyiah dkk. (2009) yang menemukan bahwa bakteri *Bacillus alvei*, *B. Stearothermophilus* dan *Pseudomonas diminuta* yang diisolasi dari tanah perkebunan kentang mampu menurunkan jumlah sista sampai 49% secara *in vitro* di rumah kaca. Hasil uji dengan HPLC menunjukkan bahwa ketiga rizobakter tersebut menghasilkan sitokinin dan giberellin yang cukup tinggi, yang berarti kedua bakteri tersebut termasuk *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR).

Potensi ketiga bakteri tersebut perlu ditindaklanjuti dengan pembuatan formula yang tepat karena keberhasilan pengendalian biologi sangat tergantung pada formulasi yang sesuai yang dapat mempertahankan keberadaan mikroorganisme dalam waktu yang lama. Hal ini terkait dengan ketepatan bahan pembawa dalam formulasi, dosis, metode aplikasi, dan jenis kemasan yang digunakan.

## **B. Tujuan Penelitian**

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mendapatkan bionematisida baru berbahan aktif *Bacillus alvei*, *B. Stearothermophilus* dan *Pseudomonas diminuta* yang efektif dalam mengendalikan nematoda sista kentang/NSK (*Globodera rostochiensis*).

Tujuan khusus penelitian tahun pertama adalah:

1. memformulasi bionematisida baru berbahan aktif *Bacillus alvei*, *B. Stearothermophilus* dan *Pseudomonas diminuta* dengan berbagai senyawa pembawa
2. menguji daya simpan formula bionematisida baru berbahan aktif *Bacillus alvei*, *B. Stearothermophilus* dan *Pseudomonas diminuta* dengan berbagai senyawa pembawa
3. menguji efikasi dan metode aplikasi formula bionematisida baru berbahan aktif *Bacillus alvei*, *B. Stearothermophilus* dan *Pseudomonas diminuta* dengan berbagai senyawa pembawa dalam mengendalikan NSK secara *in vitro* di rumah kaca.

## **C. Metode Penelitian**

### **a. Tempat Penelitian**

Preparasi bionematisida akan dilakukan di laboratorium mikrobiologi Fakultas Pertanian dan laboratorium biomolekuler Universitas Jember. Pengujian *in vitro* akan dilakukan di rumah kaca milik Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSB) Malang, sedangkan pengujian secara *in vivo* akan dilakukan di lahan petani kentang di Batu Malang.

### **b. Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Isolat *B. Alvei*, *B. Stearothermophilus*, *P. diminuta*, Sista NSK yang diambil dari perkebunan kentang Batu Malang, Medium bakteri NA padat, medium *potato dextrose broth*, talk, bentonit, tepung beras, tepung gandum, buffer Phosphat, glycerol, kalsium karbonat, ekstrak yeast, *carboxymethyl cellulose* (CMC).

Alat yang akan digunakan antara lain adalah: autoklaf, spektrofotometer, cawan Petri, Erlenmeyer, shaker, refrigerator, ultra sentrifuse, strirer, fenwick, polybag, kamera digital, dll.

### **c. Metode penelitian**

Penelitian akan dilakukan selama dua tahun. Pada tahun pertama akan dilakukan tahapan penelitian sebagai berikut:

1) Preparasi senyawa/bahan pembawa

Talk, bentonit, tepung gandum, dan tepung beras disterilkan pada suhu 121°C selama 30 menit kemudian dikeringkan secara aseptik pada gelas kaca selama 12 jam pada suhu 50°C sebelum digunakan.

2) Preparasi bakteri

Isolat bakteri dikulturkan pada medium NA. Setelah 2 x 24 jam dipanen dan disentrifuse pada kecepatan 6000 rpm selama 15 menit, kemudian di re-suspensi pada buffer fosfat (0,01 M, pH 7). Konsentrasi yang digunakan adalah  $10^8$  cfu/ml, ditentukan berdasarkan spektrofotometer dan digunakan sebagai inokulum (Thompson, 1996). Sebelum digunakan inokulum disimpan pada suhu -80°C dalam glyserol 44%.

3) Pembuatan Formula

Satu lup inokulum dipindahkan ke dalam 100 ml medium NA cair dalam Erlenmeyer 250 ml dan diinkubasi dalam shaker pada suhu ruang ( $28 \pm 2^\circ\text{C}$ ) dengan kecepatan 150 rpm selama 48 jam. Setelah diinkubasi selama 48 jam, medium cair siap untuk dipreparasi dalam senyawa pembawa. Semua bahan dicampur dalam kondisi steril dengan mengacu pada metode Vidhyasekaran dan Muthuamilan (1995). Produk yang dihasilkan dikeringkan untuk mengurangi kandungan air (lebih kurang 20%), kemudian disimpan dalam kantong polypropilen yang tertutup rapat.

4) Uji daya simpan dan efikasi bionematisida.

- i. Untuk mengetahui daya simpan bionematisida berbahan aktif *B. Alvei*, *B. Stearothermophilus* dan *P. diminuta*, bioformula disimpan dalam kantong polypropilen pada suhu kamar. Penelitian dilakukan dalam rancangan acak lengkap dengan 3 kali ulangan. Pada hari ke 20, 30, 40, dan 60 hari setelah dibuat formulasi dilakukan pengamatan terhadap jumlah sel bakteri.
- ii. Untuk mengetahui efikasi bionematisida terhadap pertumbuhan tanaman dan perkembangan NSK secara *in vivo* di rumah kaca dilakukan dengan dua metode aplikasi, yaitu aplikasi pada bibit kentang dan aplikasi pada tanah.
  - a) Aplikasi pada bibit: permukaan umbi kentang disterilkan dengan 1% sodium hipoklorit, kemudian dilapisi bioformula (10g/1 kg umbi) yang telah diencerkan dengan air suling steril dan disimpan selama 24 jam. Sebagai kontrol, umbi kentang direndam dalam air suling steril (modifikasi metode Bharati *et al.*, 2004). Setelah 24 jam, bibit kentang ditanam dalam polybag yang berisi tanah steril dan telah diberi sista NSK. Penelitian dilakukan dalam rancangan acak kelompok dengan 3 kali ulangan. Pengamatan dilakukan terhadap jumlah juvenil NSK.

- b) Aplikasi pada tanah: 10 g formula dicampur dengan pasir secukupnya kemudian ditaburkan ke dalam tanah steril dalam polybag (berisi 5 kg tanah) yang sudah ditanami bibit kentang dan telah diberi 60 sista NSK. Penelitian dilakukan dalam rancangan acak kelompok dengan 3 kali ulangan. Pengamatan dilakukan terhadap jumlah juvenil NSK.

#### **D. Hasil Dan Pembahasan**

Penelitian diawali dengan peremajaan kembali stock isolat bakteri yang disimpan dalam refrigerator. Setelah dilakukan peremajaan 3 x, hasil peremajaan menunjukkan bahwa hanya isolat *Pseudomonas diminuta* yang tumbuh baik dalam media NA, isolat *Bacillus stearothermophilus* tidak tumbuh sama sekali, sedangkan isolat *B. alvei* menunjukkan sifat *unculturable bacteria* sehingga tidak memungkinkan untuk dilanjutkan dalam pembuatan formula.

Untuk mengganti isolat *B. alvei* dan *B. stearothermophilus* digunakan bakteri PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) lain yaitu *B. mycoides* dan *P. mallei* (atas izin Dr.Hj. Betty Natalie Fitriatin A., Ir., MP). Walaupun kedua bakteri tersebut belum diketahui pengaruhnya terhadap NSK, tetapi karena keduanya merupakan PGPR maka diduga akan memberikan pengaruh positif. Kedua bakteri tersebut diketahui juga termasuk mikroba pelarut fosfat (MPF).

Selanjutnya dilakukan uji antagonis antara *B. mycoides*, *P. mallei* dan *P. diminuta*, hasilnya tidak ada zona hambat yang dibentuk. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga bakteri tersebut tidak saling antagonis sehingga memungkinkan untuk tumbuh bersama dalam satu formula bionematisida.

Tahap selanjutnya adalah membuat suspensi bakteri untuk bahan aktif bionematisida. Kerapatan sel yang digunakan adalah  $9 \times 10^9$  CFU yang ditentukan berdasarkan perhitungan dengan menggunakan *haemocytometer*. Bahan pembawa yang digunakan dalam penelitian ini adalah talk, tepung beras, bentonit, dan tepung gambut. Masing-masing bahan pembawa sebanyak 1 kg dicampur dengan 2, 5 g yeast dan 10 g CMC kemudian disterilkan dalam autoklaf. 400 ml suspensi bakteri yang dengan kerapatan sel  $9 \times 10^9$  CFU dicampur dengan bahan pembawa yang sudah disterilkan.

Formula yang sudah dibuat disimpan dalam plastik polypropilen kemudian diamati daya simpannya melalui pengamatan kerapatan bakteri setiap satu minggu sekali selama satu bulan, berikutnya diamati setiap 2 minggu sekali. Hasil pengamatan dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Kerapatan sel bakteri pada berbagai formula bionematisida

No	Komposisi Bionematisida	Kerapatan sel ( $\times 10^{10}$ )					
		2 MSP	3 MSP	4 MSP	6 MSP	8 MSP	Rata-rata
1	BMBT	0,5	2,5	21,75	8,5	1,5	6,95
2	BMT	3,5	7,5	36,75	12,5	7,25	13,5
3	BMTB	3,25	Berjamur	-	-	-	-
4	BMTG	19,5	14,5	64	4,75	6,5	21,85
5	PMBT	1,5	5,75	28	9	1,25	9,1
6	PMT	4	13	46,25	28	4	19,05
7	PMTB	2	berjamur	-	-	-	-
8	PMTG	4,25	26	84,25	13,5	5,5	26,7
9	PDBT	1	5	7	4,5	3,25	4,15
10	PDT	8	6	18,25	8	8,5	9,75
11	PDTB	6,5	berjamur	-	-	-	-
12	PDTG	4	7	64	20,5	12,25	21,55
13	BMPMBT	2	6,25	21	6,5	3,75	7,9
14	BMPMT	2,25	17,5	87,5	11,5	2	24,15
15	BMPMTB	0,75	berjamur	-	-	-	-
16	BMPMTG	2	7	30,5	11	9	11,9
17	BMPDBT	0,75	9,5	40,25	7,75	1	11,85
18	BMPDT	6,75	18,25	20	17,25	4,5	13,35
19	BMPDTB	0,75	berjamur	-	-	-	-
20	BMPDTG	5,75	11	59	11,25	3,5	18,1
21	PMPDBT	1,75	2,5	16,25	11,5	3,75	7,15
22	PMPDT	7,5	15	48,25	17,25	6	18,8
23	PMPDTB	2,75	berjamur	-	-	-	-
24	PMPDTG	10,25	12	55,5	3,5	5	17,25
25	BMPMPDBT	0,75	5,25	15,5	4,75	3,25	5,9
26	BMPMPDT	3,75	20,5	56,75	13,75	5,25	20
27	BMPMPDTB	3,5	berjamur	-	-	-	-
28	BMPMPDTG	5,5	10	37,5	9	2	12,8

Ketr : MSP (minggu setelah penyimpanan)

Dari Tabel 5.1 diketahui bahwa bahan pembawa tepung beras sudah berjamur pada 3 MSP (minggu setelah penyimpanan) sehingga pengamatan dihentikan dan tidak digunakan dalam uji lapangan. Kerapatan sel pada bahan pembawa lain jumlahnya meningkat dari 2 MSP sampai 4 MSP tetapi pada pengamatan 5 MSP sudah terjadi penurunan jumlah kerapatan sel. Apabila dilihat dari rata-rata jumlah sel, maka bionematisida yang menggunakan bahan pembawa bentonit mempunyai jumlah rata-rata kerapatan sel paling sedikit, oleh karena itu bionematisida dengan senyawa pembawa bentonit tidak digunakan dalam uji *in vitro* di polybag.

Rata-rata kerapatan sel tertinggi pada perlakuan dengan senyawa pembawa tepung gambut yaitu sebanyak  $6,25 \pm 3,45$ . Hal ini disebabkan sifat dari tanah gambut yang banyak

mengandung bahan organik yang berasal dari sisa-sisa jaringan tanaman. Bahan organik ini diperlukan dalam pertumbuhan bakteri, semakin banyak bahan organik pada suatu media maka semakin baik pula pertumbuhan bakterinya. Rata-rata kerapatan sel bakteri pada senyawa pembawa berbeda dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Rata-rata kerapatan sel bakteri pada senyawa pembawa berbeda

Jenis senyawa Pembawa	Rata – rata kerapatan sel bakteri ( $\times 10^{10}$ ) $\pm$ SD
Bentonit	2,53 $\pm$ 1,23
Talk	5,35 $\pm$ 2,15
Tepung Gambut	6,25 $\pm$ 3,45

Berdasarkan pengamatan terhadap jumlah nematoda dalam akar baik jumlah nematoda total maupun jumlah nematoda betina pada pengujian bionematiasida secara *in vitro* di polybag menunjukkan bahwa aplikasi bionematisida melalui tanah lebih baik dibanding dengan aplikasi melalui benih (Tabel 5.3).

Tabel 5.3 Pengaruh cara aplikasi bionematida terhadap rerata jumlah juvenil NSK total dan betina pada akar

Perlakuan	Rerata jumlah juvenil NSK total $\pm$ SD	Prosentase penurunan (%)	Rerata jumlah juvenil NSK dewasa $\pm$ SD	Prosentase penurunan (%)
Kontrol	11,83 $\pm$ 15,29	0	10,67 $\pm$ 14,02	0
Aplikasi melalui tanah	5,81 $\pm$ 2,46	50,89	6,62 $\pm$ 3,69	37,96
Aplikasi melalui benih	11,25 $\pm$ 8,29	4,90	10,00 $\pm$ 7,53	6,28

Tabel 5.3 menunjukkan bahwa bionematisida yang diaplikasikan melalui benih hanya menurunkan jumlah juvenil NSK total dalam akar sebanyak 4,90% dan jumlah juvenil NSK betina sebanyak 6,28%, sedangkan aplikasi melalui tanah menurunkan jumlah juvenil NSK total dalam akar sampai 50,89% dan jumlah juvenil NSK betina sebanyak 37,96%. Tanah merupakan media tumbuh yang mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh bakteri. Bionematisida yang diaplikasi langsung ke tanah memberikan kondisi pada bakteri untuk bisa lebih cepat menyerap nutrisi dari tanah dibandingkan bionematisida yang diaplikasikan melalui benih, sehingga pertumbuhan bakterinya lebih cepat dan bisa segera menginduksi pertumbuhan tanaman. Adanya suplai zat pengatur tumbuh dari bakteri menyebabkan tanaman lebih tahan terhadap serangan NSK.

Selanjutnya analisis data hanya dilakukan pada bionematisida yang diaplikasikan melalui tanah. Pengaruh kombinasi bionematisida yang diaplikasikan melalui tanah terhadap rerata jumlah juvenil NSK pada akar dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Pengaruh kombinasi bionematisida yang diaplikasikan melalui tanah terhadap rerata jumlah juvenil NSK total dan betina pada akar

Perlakuan	Rerata jumlah juvenil NSK total $\pm$ SD	Prosentase penurunan (%)	Rerata jumlah juvenil NSK betina $\pm$ SD	Prosentase penurunan (%)
Kontrol	11,83 $\pm$ 15,29	-	10,67 $\pm$ 14,02	-
PDTG	10,17 $\pm$ 14,68	14,08	15,33 $\pm$ 26,56	+
PMPDTG	3,25 $\pm$ 3,89	72,53	3,00 $\pm$ 4,24	71,88
BMPDTG	2,75 $\pm$ 3,89	76,76	4,00 $\pm$ 5,65	62,51
BMPMPDTG	6,25 $\pm$ 6,72	47,18	7,00 $\pm$ 9,89	34,39
PDT	3,83 $\pm$ 4,31	67,61	5,67 $\pm$ 8,14	46,86
PMPDT	6,25 $\pm$ 2,47	47,18	6,50 $\pm$ 2,12	39,08
BMPDT	6,50 $\pm$ 9,19	45,07	3,50 $\pm$ 4,95	67,19
BMPMPDT	7,50 $\pm$ 6,36	36,62	8,00 $\pm$ 11,31	25,02

Keterangan :

PDTG	: <i>P. diminuta</i> dalam tepung gambut	PDTG	: <i>P. diminuta</i> dalam talk
PMPDTG	: <i>P. mallei</i> dan <i>P. diminuta</i> dalam tepung gambut	PMPDTG	: <i>P. mallei</i> dan <i>P. diminuta</i> dalam talk
BMPDTG	: <i>B. mycoides</i> dan <i>P. diminuta</i> dalam tepung gambut	BMPDTG	: <i>B. mycoides</i> dan <i>P. diminuta</i> dalam talk
BMPMPDTG	: <i>B. mycoides</i> , <i>P. mallei</i> dan <i>P. diminuta</i> dalam tepung gambut	BMPMPDTG	: <i>B. mycoides</i> , <i>P. mallei</i> dan <i>P. diminuta</i> dalam talk

Tabel 5.4 menunjukkan bahwa prosentase penurunan jumlah juvenil NSK total tertinggi yaitu 76,76% pada perlakuan BMPDTG (*B. mycoides* dan *P. diminuta* dengan senyawa pembawa tepung gambut), diikuti perlakuan PMPDTG (*P. mallei* dan *P. diminuta* dengan senyawa pembawa tepung gambut) sebanyak 72,53%, dan PDT (*P. diminuta* dengan senyawa pembawa talk) sebanyak 67,61%. Penurunan jumlah nematoda terendah yaitu sebanyak 14,08% pada perlakuan PDTG (*P. diminuta* dengan senyawa pembawa tepung gambut). Prosentase penurunan jumlah juvenil NSK betina tertinggi yaitu pada perlakuan PMPDTG sebanyak 71,88%, diikuti BMPDTG sebanyak 62,51%, dan BMPDT sebanyak 67,19%.



Pada penelitian sebelumnya, suspensi *Pseudomonas diminuta* menurunkan jumlah sista sampai 49%. Dengan penambahan PGPR lain seperti *B. mycooides* dan *P. mallei* ternyata meningkatkan prosentase penurunan jumlah NSK dalam akar baik jumlah juvenil NSK total maupun juvenil NSK betina.

Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa ketiga bakteri PGPR tidak saling menghambat, hanya saja jumlah sel dan prosentase penurunan jumlah NSK pada perlakuan yang menggunakan kombinasi tiga bakteri PGPR dalam satu formula baik itu pada senyawa pembawa tepung gambut maupun talk tidak setinggi perlakuan dengan 2 kombinasi PGPR. Kemungkinan ada persaingan dalam memperoleh nutrisi yang ada pada formula.

Selain sebagai bakteri PGPR yang menghasilkan hormon auksin, giberelin dan sitokinin, *B. mycooides* dan *P. mallei* juga diketahui mampu melarutkan fosfat pada tanah, atau dikenal sebagai bakteri pelarut fosfat (BPF). Adanya BPF dalam tanah mampu mengurangi kebutuhan pupuk P sampai 25%. Kemampuan ganda dari kedua bakteri ini semakin menguatkan potensinya dalam mengendalikan NSK sekaligus menyuburkan tanah.

*Pseudomonas diminuta* merupakan bakteri gram negatif (-) yang berbentuk batang yang sudah terbukti menurunkan populasi NSK. Hasil penelitian Nunang L.M. (2011) menunjukkan bahwa *P. diminuta* ditemukan pada spora mikoriza *Gigaspora* sp dan terbukti mampu menstimulasi perkembangan hifa *Gigaspora* sp. Selain menstimulasi hifa, *P. diminuta* juga dapat menghambat pertumbuhan patogen *Rhizoctonia* sp., *Sclerotium* sp., dan *Ganoderma* sp.

Berdasarkan prosentase penurunan jumlah juvenil NSK total dan juvenil NSK betina maka ada tiga perlakuan bionematisa yang memberikan prosentase penurunan jumlah juvenil NSK tertinggi, yaitu PMPDTG, BMPDTG, dan BMPDT. Ketiganya akan dicobakan dalam skala luas di lahan pertanaman kentang pada penelitian tahun kedua

## **E. Kesimpulan**

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah :

1. *Pseudomonas diminuta* dapat tumbuh baik dalam media NA, isolat *Bacillus stearothermophilus* tidak tumbuh sama sekali, sedangkan isolat *B. alvei* menunjukkan sifat *unculturable bacteria*.
2. *B. mycooides* dan *P. mallei* digunakan sebagai pengganti *B. stearothermophilus* dan *B. alvei*. *B. mycooides*, *P. mallei* dan *P. diminuta* tidak saling menghambat sehingga memungkinkan untuk tumbuh bersama dalam satu formula bionematisida.
3. Formula bionematisida yang mempunyai mempunyai daya simpan terbaik adalah yang menggunakan senyawa pembawa tepung gambut, dengan kerapatan sel tertinggi pada

4 minggu setelah penyimpanan (MSP), pada minggu ke-5 MSP sudah terjadi penurunan kerapatan sel.

4. Formula bionematisida yang diaplikasikan melalui benih hanya menurunkan jumlah juvenil NSK total dalam akar sebanyak 4,90% dan jumlah juvenil NSK betina sebanyak 6,28%, sedangkan aplikasi melalui tanah menurunkan jumlah juvenil NSK total dalam akar sampai 50,89% dan jumlah juvenil NSK betina sebanyak 37,96%.
5. Prosentase penurunan jumlah juvenil NSK betina tertinggi pada perlakuan PMPDTG (*P. mallei* dan *P. diminuta* dengan senyawa pembawa tepung gambut) yaitu sebanyak 71,88%, diikuti perlakuan BMPDT (*B. mycooides* dan *P. diminuta* dengan senyawa pembawa talk) sebanyak 67,19%, dan perlakuan BMPDT (*B. mycooides* dan *P. diminuta* dengan senyawa pembawa tepung gambut) sebanyak 62,51%.

Kata kunci : *Pseudomonas diminuta*, *Bacillus. Mycooides*, *P. mallei*, tepung gambut, *Globodera rostochiensis* (NSK)