

Kandungan Nitrogen dan Bobot Biji Kentang yang Diberi Pupuk Organik Difermentasi, *Azospirillum* sp., dan Pupuk Nitrogen di Cisarua, Lembang, Jawa Barat

Nurmayulis¹ dan Maryati²

Makalah diterima 20 September 2007 / disetujui 7 Juli 2008

ABSTRACT

Content of Nitrogen and Yield of Potato Supplied with Fermented Organic Matter, *Azospirillum* sp., and Nitrogen Fertilizer in Cisarua, Lembang, West Java (Nurmayulis and Maryati): A research was conducted to study response of potato (*Solanum tuberosum* L.) plant to the application of fermented organic matter ('porasi') (0, 7.5, 15.0, and 22.5 t ha⁻¹), without or with inoculation of *Azospirillum* sp., and N fertilizer (0, 86, 172, and 258 kg ha⁻¹ N) and also to determine optimal rate of application of 'porasi' and N fertilizer without or with inoculant *Azospirillum* sp. Field experiments were carried out in Cisarua, Lembang West Java, from June to November 2003. The experiments were done in a Randomized Block Design of factorial pattern of three factors, were replicated three times. Results of the experiments showed that: (1) N contents were higher as rates of 'porasi' and N fertilizer increased and with inoculation of *Azospirillum* sp., whereas the highest N concentration was obtained due to application of 22.5 t ha⁻¹ 'porasi' with inoculation of *Azospirillum* sp. and application of N fertilizer of 258 kg ha⁻¹, and (2) the optimum rate of 'porasi' and N fertilizer without inoculation of *Azospirillum* sp. was 15.287 t ha⁻¹ and 228.519 kg ha⁻¹ N, respectively, to obtain maximum yield of 6.028 kg per plot or 25.117 t ha⁻¹, whereas with inoculation of *Azospirillum* sp. the optimum rate of 'porasi' and N fertilizer was 16.464 t ha⁻¹ and 190.110 kg ha⁻¹ N, respectively, with maximum yield of 6.493 kg per plot or 27.054 t ha⁻¹.

Keywords: *Azospirillum* sp., fermented organic matter, nitrogen fertilizer, potato

PENDAHULUAN

Produktivitas tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) di Indonesia relatif masih rendah dan tidak stabil, yaitu berkisar antara 13 - 17 t ha⁻¹ (Statistical Yearbook of Indonesia, 2000). Produktivitas tanaman kentang nasional dari tahun 1998 sampai tahun 2002 berturut-turut, 15.348, 14.700, 15.400 t ha⁻¹, 15,600 t ha⁻¹, dan 14,800 t ha⁻¹. Hasil rata-rata itu masih jauh lebih rendah daripada hasil rata-rata negara maju seperti Amerika Serikat, negara-negara Eropa Barat, dan negara-negara Oseania yang mencapai 25 t ha⁻¹. Hasil kentang di daerah beriklim sedang dapat mencapai 30 - 40 t ha⁻¹ (Ridwan, 1980).

Rendahnya hasil yang dicapai disebabkan oleh kebijakan program intensifikasi yang secara langsung

atau tidak langsung memberikan dampak yang serius terhadap lingkungan, antara lain meningkatnya degradasi lahan *in situ* akibat erosi sehingga terjadi pencucian dan pengurasan hara, meningkatnya polusi lahan *ex situ* oleh limbah pupuk dan pestisida, dan meningkatnya serangan hama dan penyakit. Hal itu sejalan dengan tulisan Harwood (1991) yang dikutip oleh Swift dan Woomer (1993) bahwa revolusi hijau telah menurunkan kualitas sumberdaya lahan akibat pemakaian pupuk dan pestisida.

Alternatif untuk mempertahankan dan meningkatkan kesuburan tanah serta menghindarkan dampak yang merugikan dari penggunaan zat kimia adalah pemberian pupuk organik. Pupuk organik hasil fermentasi yang dikenal dengan porasi dan pemberian inokulan bakteri *Azospirillum* sp. juga dapat dapat

¹Jurusan Agronomi Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Jl. Raya Jakarta Km. 4 Pakupatan Serang, Banten

²Jurusan Budidaya Pertanian, Sekolah Tinggi Pertanian Dharma Wacana Jl. Kenanga No. 3 Mulyojati 16C, Kota Metro, Lampung

J. Tanah Trop., Vol. 13, No. 3, 2008: 217-224

ISSN 0852-257X

memperbaiki struktur tanah dan potensinya sebagai penyimpan dan penyedia hara utama di dalam tanah, antara lain N, P, dan K, serta unsur mikro bagi tanaman. Selain itu bahan organik dan pemberian inokulan bakteri *Azospirillum* sp. berperan dalam pengamanan lahan (El-Komi *et al.*, 1998), di samping penambahan pupuk N.

Laboran Katupitiya dan Vlassak (1990) menyebutkan, berdasarkan hasil percobaan inokulasi di lapangan dengan *Azospirillum* sp. dari seluruh dunia yang dikumpulkan selama 20 tahun, bakteri *Azospirillum* sp. mampu memacu peningkatan hasil pertanian penting pada kondisi tanah dan iklim yang berbeda dan meningkatkan hasil tanaman 30 – 50 %. Kemampuan setiap isolat *Azospirillum* sp. dalam penambahan N₂ berbeda-beda (Gunarto *et al.*, 2001). Pemberian pupuk N hayati *Azospirillum* sp., baik berupa isolat 102 maupun isolat 201, mampu menaikkan bobot umbi dengan nyata pada ubi jalar klon lokal Jitok, namun tidak nyata pengaruhnya pada ubi jalar klon BIS 183 dan BIS 182-21 (Djazuli *et al.*, 1992). Nitrogen hayati hasil kegiatan bakteri *Rhizobium* sp. dalam budidaya tanaman kacang-kacangan telah banyak diteliti, namun informasi tentang jenis bakteri fiksasi N₂ pada tanaman sayuran, khususnya kentang, masih sangat terbatas.

Pemanfaatan bahan organik sangat penting dalam memperbaiki sifat-sifat fisika, kimia, dan biologi tanah (Sanchez, 1992). Penggunaan pupuk organik kotoran ternak difermentasi (porasi) diberi inokulan kultur mikroorganisme tertentu terdapat bakteri yang dapat mempercepat fermentasi bahan organik. Dengan demikian, akan menghasilkan senyawa organik seperti protein, gula, asam laktat, asam amino, alkohol, dan vitamin dimana dalam waktu yang sangat cepat berubah menjadi senyawa anorganik yang mudah tersedia bagi tanaman. Selanjutnya dinyatakan bahwa pemberian porasi bermanfaat bagi tanaman dalam menyediakan unsur N, P, K, dan sulfur, memperbesar KTK tanah, dan meningkatkan kelarutan P tanah (Priyadi, 1999).

Tanaman kentang memerlukan N yang banyak, karena dapat memacu perpanjangan sel dan pertumbuhan vegetatif, memperbesar jumlah umbi, dan memperlambat saat inisiasi serta meningkatkan hasil dan kandungan protein umbi (Krauss dan Marschner, 1982). Hasil penelitian Duaja (1995) menyimpulkan bahwa untuk memperoleh hasil umbi kentang yang tinggi, diperlukan pupuk N antara 100 – 200 kg ha⁻¹.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa porasi hasil fermentasi bahan organik dapat digunakan sebagai pupuk organik dan menyuburkan tanah serta meningkatkan pertumbuhan tanaman, karena inokulan mikroorganisme yang diberikan pada bahan organik mengandung mikroba, yaitu *Lactobacillus* sp., bakteri pelarut P, ragi (khamir), dan *Azospirillum* sp. Penambahan *Azospirillum* sp. ke dalam tanah akan lebih meningkatkan lagi jumlah populasi mikroba, terutama *Azospirillum* sp. di dalam tanah. *Azospirillum* sp. merupakan bakteri yang dapat memfiksasi N₂ yang bersifat nonsimbiotik. Nitrogen yang diperlukan untuk pertumbuhan dan hasil tanaman kentang perlu ditambahkan dengan pemupukan N yang demi efisiensi yang lebih baik digunakan kombinasi jenis pupuk N karena kemampuan fiksasi N oleh bakteri tergantung pada ketersediaan N di dalam tanah.

Tujuan penelitian adalah untuk memperoleh ketetapan mengenai dosis optimum pupuk organik difermentasi (porasi) dan pupuk N kombinasi berbeda jenis tanpa atau dengan pemberian inokulan *Azospirillum* sp. guna mencapai hasil umbi tertinggi tanaman kentang dan kandungan N tanaman

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di Cisarua, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat, dengan tanah ordo Andisols yang berlangsung dari bulan Juni 2003 sampai November 2003 (dilakukan analisis tanah awal dan deskripsi profil) pada ketinggian 1.250 m di atas permukaan laut. Bahan yang digunakan pada percobaan adalah bibit tanaman kentang 'Atlantic' dengan ukuran atau berat/bobot umbi 30 – 60 g, pupuk kandang kotoran ayam beserta gula, dedak, dan M-Bio untuk pembuatan porasi, isolat *Azospirillum* sp. hasil seleksi dan koleksi laboratorium mikrobiologi Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor (Az 14, Az 16, dan Az 94), pupuk Urea (46 % N), pupuk ZA (20 % N), pupuk SP-36 (36 % P₂O₅; 15,48 % P), pupuk KCl (50 % K₂O; 41,50 % K), pestisida, dan bahan untuk analisis tanah dan tanaman.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok untuk mengkaji efek tiga faktor perlakuan yang disusun secara faktorial, yaitu faktor pertama, pemberian porasi kotoran ayam dengan empat taraf takaran (0 t ha⁻¹ porasi kotoran ayam; 7,5 t ha⁻¹; 15,0 t ha⁻¹; dan 22,5 t ha⁻¹); faktor kedua, pemberian inokulan *Azospirillum* sp. dengan dua taraf (tanpa dan dengan inokulan *Azospirillum*

sp.); dan faktor ketiga, pupuk N (Urea bersama ZA dengan empat taraf takaran (0 kg ha⁻¹ N (0 kg ha⁻¹ Urea + 0 kg ha⁻¹ ZA), 86 kg ha⁻¹ N (100 kg ha⁻¹ Urea + 200 kg ha⁻¹ ZA), 172 kg ha⁻¹ N (200 kg ha⁻¹ Urea + 400 kg ha⁻¹ ZA), 258 kg ha⁻¹ N (300 kg ha⁻¹ Urea + 600 kg ha⁻¹ ZA)). Kombinasi perlakuan diulang tiga kali sehingga terdapat 96 satuan percobaan (4 x 2 x 4 x 3 = 96).

Variabel respons yang diamatai adalah (1) konsentrasi N dan (3) hasil umbi tanaman. Penentuan takaran optimum porasi kotoran ayam dan pupuk N (Urea dan ZA) untuk yang tidak diberi dan diberi inokulan *Azospirillum* sp. untuk mencapai hasil maksimum bobot umbi tanaman kentang dilakukan dengan teknik permukaan respons (Myers, 1971) dengan menggunakan data hasil umbi kentang per petak.

Lahan yang digunakan adalah tanah milik PT Biofarma di Cisarua, Kecamatan Lembang, Jawa Barat. Pengolahan tanah dilakukan dua kali, pertama membuat petak percobaan, seminggu kemudian dilakukan pengolahan tanah kedua untuk meratakan dan memperbaiki petak dengan ukuran 3,2 m x 5,1 m yang dibuat sebanyak 96 petak. Jarak antar-petak yang satu dengan yang lain 50 cm dan jarak antar-ulan 100 cm. Setelah itu, baru dibuat garitan-garitan (dalam satu petak terdapat 4 garitan) untuk meletakkan porasi kotoran ayam dan umbi bibit kentang yang akan ditanam dengan kedalaman 10 cm dari permukaan tanah yang sudah diolah dan diratakan. Jarak antar garitan disesuaikan dengan jarak tanam.

Porasi diberikan pada saat pengolahan tanah kedua (satu minggu sebelum tanam) dengan dosis sesuai dengan perlakuan yang ditetapkan. Porasi kotoran ayam diaduk rata dengan tanah di sekitar garitan. Penanaman dilakukan dengan membuat lubang tanam dahulu dengan jarak 80 cm x 30 cm, kemudian bibit kentang yang seragam dan sudah bertunas rata-rata 0,5 cm ditanamkan sedalam 5 cm, lalu diberi inokulan *Azospirillum* sp. dengan kepadatan populasi 10⁸ CFU ml⁻¹ sebanyak 2 ml setiap umbi yang disesuaikan dengan perlakuan. Selanjutnya umbi bibit ditutup dengan tanah. Pupuk dasar P (115 kg ha⁻¹ P₂O₅ = 319,4 kg ha⁻¹ SP 36; 459,94 g per petak; 7,7 g per tanaman) dan K (150 kg ha⁻¹ K₂O = 300 kg ha⁻¹ KCl; 432 g per petak; 7,2 g per tanaman) diberikan semuanya dan N (Urea dan ZA) sesuai dengan dosis sebagai perlakuan. Urea

diberikan pada saat tanam pada lubang yang dibuat dengan cara ditugal dengan jarak 10 cm dari tanaman, sedangkan ZA pada saat pembumbunan (30 HST).

Penyiangan dan pembumbunan dilakukan pada umur 30 HST bersamaan dengan pemberian pupuk N (ZA) sesuai dengan dosis yang ditetapkan. Pembumbunan kedua dilakukan pada umur 60 HST sehingga tinggi guludan mencapai 30 cm. Panen umbi kentang dilakukan pada saat umbi telah benar-benar masak. Umur panen sekitar 100 HST dengan kriteria umbi telah siap dipanen, yaitu daun atau bagian tanaman di atas permukaan tanah terlihat menguning dan mengering serta kulit umbi tersebut telah melekat dengan daging umbi dan tidak terkelupas kulitnya jika ditekan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis tanah lapisan olah menunjukkan bahwa pH (H₂O) 5,90 dan pH (KCl) 5,50 Andisols Cisarua. Kapasitas tukar kation (KTK) tanah (NH₄OAc pH 7) Andisols Cisarua masing-masing 35,54 cmol kg⁻¹ (tinggi), P tersedia 10,7 mg kg⁻¹, retensi P Cisarua 87,7%. Menurut Tan (1984), Andisols dengan muatan berubah dibedakan menjadi Andisols dengan KTK rendah (< 30 cmol kg⁻¹), KTK sedang (antara 30 – 50 cmol kg⁻¹), dan KTK tinggi (> 50 cmol kg⁻¹). Dengan patokan itu, KTK termasuk sedang. C-organik kriteria cukup tinggi, yakni 6,05% dengan N total 0,75% (tinggi), bobot isi 0,83 g cm⁻³. Bobot isi ini sesuai dengan *Soil Survey Staff* (1990) yang menetapkan bahwa salah satu kriteria Andisols adalah nilai bobot isi d• 0,90 g cm⁻³ dengan tekstur lempung berliat.

Hasil pengamatan profil Andisols Cisarua menunjukkan adanya horison tertimbun (dengan simbol b) yang berarti horison tersebut tidak selalu berkembang dari deposit yang sama (*Soil Survey Staff*, 1990). Dari profil tampak adanya timbunan bahan vulkanik yang berbeda, di antaranya Ap, AB, 2Ab, 2Ab2, 2Ab3, 3Ab, Bw, dan BC dengan warna tanah tampak dari lapisan 0 sampai 180 cm. Hasil analisis difraktogram sinar X menunjukkan adanya kandungan-kandungan mineral di Cisarua didominasi oleh mineral liat tipe 1:1 (halosit). Hal itu sejalan dengan pernyataan Hadianjaya (1990) bahwa Andisols Lembang (Cisarua) terbentuk dari bahan induk tuf-andesit berasal dari erupsi gunung Tangkuban Parahu dan Burangrang.

Tabel 1. Konsentrasi N tanaman kentang yang diberi porasi dan inokulan *Azospirillum* sp. serta pupuk N, yang ditanam di Tanah Andisol Cisarua.

Dosis porasi (t ha ⁻¹)	Inokulan <i>Azospirillum</i> sp.	Dosis pupuk N (kg ha ⁻¹)			
		0	86	172	258
		% -			
0	Tanpa	1,124 a (a)	1,465 a (b)	2,069 e (d)	1,784 b (c)
	Dengan	1,746 ef (a)	1,777 b (a)	2,142 f (c)	1,858 c (b)
7,5	Tanpa	1,613 d (a)	2,299 de (b)	2,481 h (d)	2,225 d (c)
	Dengan	2,044 i (a)	2,482 de (b)	3,212 j (d)	2,733 g (c)
15,0	Tanpa	1,733 e (a)	2,471 de (c)	2,813 i (d)	2,349 e (b)
	Dengan	2,092 i (a)	2,941 g (b)	3,513 k (d)	3,104 h (c)
22,5	Tanpa	1,858 g (a)	2,618 e (b)	3,535 k (d)	2781 g (c)
	Dengan	2,397 j (a)	2,755 f (b)	3,626 l (d)	3,317 i (c)

Keterangan: Berdasarkan sidik ragam, AxN dan PxAxN teruji nyata. Masing-masing angka yang ditandai dengan huruf yang sama huruf kecil arah vertikal dan huruf kecil dalam kurung arah horizontal tidak berbeda menurut Uji BNT 0,05.

Konsentrasi N Tanaman

Konsentrasi N tanaman kentang dipengaruhi secara interaktif oleh keberadaan inokulan *Azospirillum* sp., dan pemberian pupuk N bervariasi dosis. Konsentrasi N tanaman kentang yang diberi inokulan *Azospirillum* sp. lebih tinggi dibandingkan dengan yang tak diberi inokulan *Azospirillum* sp., dengan pemberian pupuk N sampai dosis tertentu terlihat peningkatan konsentrasi N tanaman, tetapi kemudian terjadi penurunan konsentrasi N tanaman akibat pemberian pupuk N dengan dosis yang lebih tinggi (Tabel 1).

Keefektifan asosiasi *Azospirillum* sp. dengan tanaman bergantung pada ketersediaan N sebagai sumber nutrisi dan C sebagai sumber energi dalam rizosfer. Dengan demikian, aktivitas bakteri *Azospirillum* sp. akan meningkat dengan tersedianya N di dalam tanah. Selain itu, N juga berfungsi sebagai sumber nutrisi bagi tanaman untuk menghasilkan substrat yang kelak akan digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber energinya. Peningkatan konsentrasi N tanaman disebabkan oleh aktivitas *Azospirillum* sp. yang membentuk koloni pada perakaran tanaman yang membantu memperbaiki sistem perakaran tanaman dan juga

menyediakan unsur N bagi tanaman. Meningkatnya aktivitas *Azospirillum* sp. dalam memfiksasi N₂ menyebabkan N tersedia di dalam tanah dan tanaman. Di samping itu, *Azospirillum* sp. juga dapat menghasilkan hormon tumbuh seperti auksin yang berfungsi memacu pembentukan akar dan rambut-rambut akar sehingga dapat memperluas daerah serapan unsur hara dan air oleh akar (Hadas dan Okon, 1987). Dengan demikian, semakin banyak N yang dapat diserap oleh tanaman.

Pada penelitian ini aktivitas bakteri *Azospirillum* sp. terlihat masih meningkat dengan pemberian N yang tinggi (258 kg ha⁻¹) padahal N yang terdapat dalam tanah sebelum percobaan tergolong tinggi. Hal itu dapat terjadi karena menurunnya efisiensi pupuk N yang diberikan akibat sebagian N diduga telah hilang menguap sebelum tanaman memanfaatkannya. Percobaan dilakukan pada musim kemarau dan selama percobaan dapat dikatakan tidak ada hujan sama sekali. Kondisi itu bisa menyebabkan hilangnya N melalui penguapan karena kekeringan pada saat pengolahan tanah sehingga unsur N tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Dengan demikian, sisa N yang ada itulah yang diperkirakan dapat mendukung aktivitas *Azospirillum* sp. sebagai starter sebelum tanaman mampu menghasilkan eksudat yang

banyak untuk kebutuhan bakteri itu. Sesuai dengan hasil penelitian Marcia *et al.* (1997), pemberian N sebagai starter diperlukan sebelum tanaman menghasilkan eksudat dan eksudat itulah yang kelak digunakan oleh bakteri sebagai sumber nutrisinya.

Perbedaan respons tanaman kentang diduga terjadi karena adanya perbedaan kandungan unsur hara tanah sebelum penelitian. Konsentrasi N total tanah dengan kriteria sangat tinggi (0,75 %), sehingga N yang berasal dari porasi ditambah dengan N yang berasal dari simbiosis dan N yang diberikan berupa pupuk (Urea dan ZA) diduga bersinergi meningkatkan konsentrasi N dalam jaringan tanaman. Hal itu sejalan dengan pendapat Pilbeam dan Kirkby (1990) bahwa laju serapan N oleh tanaman bergantung pada konsentrasi N dalam medium.

Pemberian porasi bervariasi dosis tanpa atau dengan masukan inokulan *Azospirillum* sp. serta pemberian pupuk N yang bervariasi pula berpengaruh dalam meningkatkan konsentrasi N tanaman. Porasi yang berasal dari bahan organik yang telah difermentasi oleh mikroorganisme berperan cukup baik dalam menyumbangkan hara tanaman, terutama hara N, namun tidak mencerminkan jumlah N itu tersedia bagi tanaman seperti yang telah dijelaskan di muka karena tidak semua N yang ada di dalam tanah dan pupuk N yang diberikan ke dalam tanah dapat diserap oleh tanaman. Keadaan demikian disebabkan oleh salah satu sifat N, yaitu mudah tercuci dan mudah menguap, apalagi pada saat pelaksanaan percobaan musim kemarau yang dengan kondisi itu unsur N menguap ke udara karena tidak tersedia air untuk melarutkannya.

Porasi sebagai pupuk organik dapat memperbaiki sifat fisika tanah, di antaranya memperbaiki struktur tanah serta tata air dan udara tanah melalui mekanisme dihasilkannya senyawa organik atau humus dari porasi tersebut yang berfungsi sebagai perekat agregat tanah sehingga agregat Andisols lebih stabil dan akhirnya struktur menjadi lebih mantap. Dengan demikian, porasi dapat memberikan kondisi yang baik bagi perkembangan akar tanaman karena dapat memperbaiki struktur tanah, tata air, dan tata udara tanah menjadi lebih baik sehingga mempengaruhi ketersediaan hara bagi tanaman yang selanjutnya akan meningkatkan konsentrasi N dalam jaringan tanaman. Pupuk N yang diberikan bersama dengan suplai N dari porasi mampu memenuhi kebutuhan tanaman dan bakteri *Azospirillum* sp. sehingga tidak terjadi kompetisi antara tanaman dengan *Azospirillum* sp. Hal itu terlihat dari semakin tingginya konsentrasi N

tanaman dengan pemberian porasi bersama masukan inokulan *Azospirillum* sp. dan pupuk N.

Hasil Umbi Kentang

Hasil suatu tanaman budidaya sangat ditentukan oleh proses pertumbuhan. Pertumbuhan dicerminkan oleh \overline{ILD} , \overline{LAB} , \overline{LTT} , \overline{LTU} , dan komponen hasil seperti jumlah umbi kentang per petak berukuran < 60 g, 60 sampai 80 g, dan > 80 g, serta jumlah umbi kentang per petak total. Oleh karena itu, dengan proses pertumbuhan yang baik akibat masukan optimal dan sesuai komponen hasil seperti yang diharapkan, dapat dicapai hasil yang tinggi. Selain itu, interaksi antara tanaman dengan lingkungan (curah hujan, suhu udara, kelembaban udara, dan cahaya matahari) juga sangat menentukan hasil tanaman.

Sebagai hasil tanaman kentang yang diberi masukan porasi berbagai dosis, tanpa atau dengan masukan inokulan *Azospirillum* sp., bobot umbi kentang per petak bervariasi yang bergantung pada variasi dosis pupuk N. Untuk menduga hasil tanaman kentang tertinggi berdasarkan bobot umbi kentang per petak, digunakan teknik permukaan respons terhadap masukan porasi dan masukan pupuk N, tanpa dan dengan pemberian inokulan *Azospirillum* sp. Permukaan respons bobot umbi kentang per petak di Cisarua terhadap masukan porasi bervariasi dosis dan masukan pupuk N, tanpa atau dengan masukan inokulan *Azospirillum* sp., (YA_0 dan YA_1) adalah sebagai berikut:

$$YA_0 = 1909,5633 + 288,3424 P + 35,1867 N - 8,2899P^2 - 0,1141 N^2 + 0,0407 PN \quad (R^2 = 0,5977^*)$$

$$YA_1 = 2545,8662 + 297,7512 P + 24,1759 N - 7,7908 P^2 - 0,0910 N^2 + 0,0313 PN \quad (R^2 = 0,7969^*)$$

Persamaan-persamaan di atas memberikan nilai duga bobot umbi kentang per petak tertinggi 7,023 kg per petak atau 29,263 t ha⁻¹ dicapai pada dosis optimum porasi 17,020 t ha⁻¹ dan pupuk 151,157 kg ha⁻¹ N tanpa inokulan *Azospirillum* sp., sedangkan dengan inokulan *Azospirillum* sp. bobot umbi maksimum kentang 7,077 kg per petak atau 29,488 t ha⁻¹ dicapai pada dosis optimum porasi 19,382 t ha⁻¹ dan pupuk 136,163 kg ha⁻¹ N (Gambar 1). Berarti dengan masukan inokulan *Azospirillum* sp. bobot umbi meningkat sebanyak 0,763% dan penambahan porasi sebanyak 12,187% serta pengurangan pupuk

$$Y=1909,5633+288,3424X_1+35,1867X_2-8,2899X_1^2-0,1141X_2^2-0,0407X_1X_2 \quad (R^2=0,5977^*)$$

$$Y=2545,8662+297,7512X_1+24,1759X_2-7,7908X_1^2-0,0910X_2^2+0,0313X_1X_2 \quad (R^2=0,7969^*)$$

Gambar 1. Kurva bobot umbi kentang bersih per petak panen yang diberi porasi dan pupuk N berbagai tingkat dosis pada tanpa *Azospirillum* sp. (atas) dan dengan *Azospirillum* sp. (bawah) di Cisarua.

N sebanyak 9,919 %. Peningkatan bobot umbi itu ditentukan oleh porasi karena porasi merupakan bahan organik yang efektif meningkatkan hasil umbi kentang. Bahan organik porasi itu difermentasi dengan mikroorganisme efektif (M-Bio) yang salah satunya adalah bakteri *Azospirillum* sp. dan diduga sudah berkembang dengan baik sehingga pemberian inokulan *Azospirillum* sp. langsung pada tanah tampaknya cukup memberikan pengaruh yang berarti dalam meningkatkan bobot umbi kentang.

Secara umum dapat dikatakan bahwa respons bobot umbi kentang terhadap pemberian pupuk N dan porasi dipertinggi oleh masukan inokulan *Azospirillum* sp. Hal itu terjadi karena adanya perbaikan sifat fisika, kimia, dan biologi akibat pemberian porasi sehingga mendukung kehidupan dan aktivitas mikroorganisme yang ada di dalam tanah dan aktivitas *Azospirillum* sp. yang diberikan. Begitu juga dengan pemberian pupuk N, selain digunakan untuk kebutuhan tanaman, dekomposisi bahan organik juga sangat ditentukan oleh ketersediaan N tanah, terutama $N-NO_3^-$ yang berfungsi sebagai substrat jasad renik. *Azospirillum* sp. juga memerlukan N sebagai sumber energi untuk kehidupannya sehingga pada akhirnya dapat menghasilkan N melalui aktivitasnya dalam memfiksasi N_2 . Dengan demikian, ketersediaan hara N, P, dan K, baik yang berasal dari porasi, *Azospirillum* sp., maupun pemberian pupuk N itu sendiri, dapat memenuhi kebutuhan tanaman. Sejalan dengan pendapat Bashan dan Holguin (1997) bahwa inokulasi campuran *Azospirillum* sp. dengan mikroorganisme yang menguntungkan memungkinkan terjadinya keseimbangan nutrisi untuk meningkatkan kandungan hara N, P, dan hara lainnya pada tanaman. Laporan Gadagi et al.. (2002) menyebutkan bahwa rizosfer perakaran tanaman bunga-bunga yang banyak terdapat *Azospirillum* sp., maka tingkat kesuburan tanahnya juga relatif lebih subur daripada tanpa *Azospirillum* sp.

Bobot umbi kentang yang diberi porasi bersama pupuk N lebih meningkat akibat pemberian inokulan *Azospirillum* sp. Porasi merupakan bahan organik hasil fermentasi yang bermanfaat untuk tanaman dalam menyediakan N, P, K, dan meningkatkan KTK tanah (data tidak ditampilkan). Porasi mengandung KTK tinggi dan P sangat tinggi yang sangat mendukung peningkatan umbi tanaman. Selain itu, porasi sebagai bahan organik dapat memperbaiki sifat fisika tanah seperti agregat tanah dan meningkatkan

daya sangga air dan merangsang pertumbuhan akar lebih banyak karena banyaknya ruang pori dalam tanah sehingga tanah menjadi gembur dan terciptanya lingkungan perakaran yang lebih baik. Perbaikan sifat fisika, kimia, dan biologi tanah karena pemberian porasi sangat menunjang kehidupan dan aktivitas *Azospirillum* sp. yang diberikan. Porasi menyediakan energi dan nutrien bagi *Azospirillum* sp. dan mikroorganisme tanah lainnya. Dengan demikian, mikroorganisme tersebut akan berkembang sehingga dapat melakukan fiksasi N_2 yang lebih banyak.

Pemberian porasi secara tidak langsung dapat meningkatkan pH tanah karena mineralisasi bahan organik menghasilkan ion seperti Ca^{++} sehingga pH meningkat. Peningkatan pH tanah berdampak sangat baik bagi kehidupan mikroorganisme yang berperan dalam proses dekomposisi bahan organik sehingga ketersediaan hara meningkat. Meningkatnya ketersediaan unsur hara N, P, dan K dan unsur hara lainnya menyebabkan proses fotosintesis berjalan dengan baik sehingga fotosintat yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang diimbangi dengan translokasi sebagian besar fotosintat ke bagian reproduktif tanaman. Dengan demikian, hasil umbi dalam timbangan berat dapat ditingkatkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan telaah hasil penelitian mengenai kandungan hara tanaman dan hasil kentang, disimpulkan bahwa: konsentrasi hara tanaman N meningkat, dan peningkatan itu bervariasi dengan meningkatnya pemberian porasi dan pupuk N bersama dengan masukan inokulan *Azospirillum* sp. Dengan masukan inokulan *Azospirillum* sp., konsentrasi N tanaman lebih tinggi daripada tanpa masukan inokulan *Azospirillum* sp. Konsentrasi N tanaman lebih tinggi dengan masukan porasi 22,5 t ha⁻¹ bersama dengan masukan inokulan *Azospirillum* sp. dan pemberian pupuk N 258 kg ha⁻¹. Dosis optimum porasi dan pupuk N pada tanpa masukan inokulan *Azospirillum* sp. masing-masing sebesar 17,02 t ha⁻¹ dan 151,16 kg ha⁻¹ N diperlukan untuk mencapai hasil maksimum berupa bobot per petak umbi kentang sebesar 7,02 kg atau 29,26 t ha⁻¹, sedangkan dengan pemberian inokulan *Azospirillum* sp. bobot maksimum per petak umbi kentang 7,08 kg atau 29,45 t ha⁻¹ dengan pemberian porasi 19,38 t ha⁻¹ dan pemberian pupuk N 136,16 kg ha⁻¹.

Saran

Untuk memperoleh suatu konsep budidaya tanaman kentang yang lebih baik dan lebih mantap dalam upaya peningkatan hasil tanaman kentang yang ramah lingkungan, disarankan beberapa hal, yaitu: (1) dianjurkan untuk menanam kentang dengan pemberian porasi dosis 20 t ha⁻¹ dan pemberian pupuk N 135 kg ha⁻¹ bersama dengan masukan inokulan *Azospirillum* sp., dan (2) dianjurkan juga untuk menanam kentang dengan pemupukan secara preskriptif agar diperoleh hasil yang maksimal dengan pemberian pupuk yang seminimal mungkin.

DAFTAR PUSTAKA

- Bashan, Y., and G. Holguin. 1997. *Azospirillum* – plant relationships: environmental and physiological advances (1990-1996). *Can. J. Microbiol.* 43: 103-121.
- Djazuli, M., Zulhaida, Murtado, dan L. Gunarto. 1992. Potensi pupuk N hayati *Azospirillum* dalam peningkatan produktivitas ubi jalar pada lahan suboptimal. Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor.
- Duaja, M.D. 1995. Pertumbuhan dan hasil tanaman kentang pada sistem tumpangsari kentang, jagung, ketebalan mulsa, interval pengairan, dan dosis P dan K di dataran medium. Disertasi Doktor Program Pascasarjana Universitas Padjadjaran, Bandung.
- El-Komi, H.M.A., T.M.M. Moharram, and M.S.A. Safwat. 1998. Effect of *Azospirillum* inoculation on growth and N₂ fixation of maize subjected to different levels of FYM using ¹⁵N-dilution method. In: K.A. Malik *et al.* (Eds.). Nitrogen fixation with non-legume. Kluwer Academic Publishers, Printed in Great Britain. p. 49-59.
- Gadagi, R., P.U. Krishnaraj, J.H. Kulkarni, and S.A. Tongmin. 2002. Biodiversity of *Azospirillum* in ornamental rhizosphere soils of Karnataka. 17th WCSS. 14-21 August 2002, Thailand.
- Gunarto, L., P. Lestari, E.L. Riyanti, R. Marjuki, H. Supadmo. 2001. Optimasi aktivitas asosiasi bakteri penambatan N di lahan sawah. Balai Penelitian Tanaman Padi Sukamandi.
- Hadas, R., and Y. Okon. 1987. Effect of *Azospirillum brasilense* inoculation on root morphology and respiration in tomato seedlings. *Biol. Fertil. Soils* 5: 241-247.
- Hadianjaya, 1990. Study perkebunan epipedon dan lapisan hitam serta penilaian tingkat pelapukan dari beberapa Andisols di perkebunan teh Malabar dan Purbasari, PTP XIII, Pengalengan, Bandung. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian, IPB, Bogor
- Katupitya, S., and K. Vlassak. 1990. Colonization of wheat roots by *Azospirillum brasilense*. In: Organic recycling in Asia and the Pacific. Rapa Bulletin 6:8.
- Krauss, A., and H. Marschner. 1982. Influence of nitrate nutrition, day length and temperature on contents of gibberellic and abscisic acid and on tuberization in potato plants. *Potato Res.* 25: 12-31.
- Marcia, B.P., M. Rauf, dan Djamaluddin. 1997. Efektivitas asosiasi *Azospirillum* sp. dengan tanaman jagung. Dalam: Sugiono M., M. Herman, Susono S., Ika M., Bambang P., dan Husni K. (Penyunting). Prosiding Seminar Perhimpunan Bioteknologi Pertanian Indonesia. Surabaya, 12-14 Maret 1997. p. 350-359
- Myers, R.H. 1971. Response surface methodology. Allyn and Bacon, Inc., Boston, MA.
- Pilbeam, D.J., and E.A. Kirkby. 1990. The physiology of nitrate uptake. In: Y.P. Abrol (Ed). Nitrogen in Higher Plants. John Wiley & Sons Inc., New York. pp. 39-64.
- Priyadi, R. 1999. Teknologi “Porasi” dalam budidaya pertanian akrab lingkungan (pertanian organik). *Jurnal Penelitian Lembaga Penelitian Universitas Siliwangi* 7 (22): 1-11.
- Ridwan, H. 1980. Perhitungan biaya produksi empat varietas kentang dan informasi pasar. Lembaga Penelitian Hortikultura, Pasar Minggu (Jakarta).
- Sanchez, P.A. 1992. Sifat dan pengelolaan tanah tropika. Buku 2. *Terjemahan Properties and Management in The Tropics*. ITB, Bandung.
- Soil Survey Staff. 1990. Soil Taxonomy. U.S. Department of Agriculture, Government Printing Office, Washington, D.C.
- Statistical Yearbook of Indonesia. 2000. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Subhan, dan A.A. Asandhi. 1998. Pengaruh penggunaan pupuk urea dan ZA terhadap pertumbuhan dan hasil kentang di dataran medium. *Jurnal Hortikultura* 8 (1): 1-5.
- Swift, M.J., and P. Woome. 1993. Organic matter and the sustainability of agriculture systems: Definition and measurement. In: K. Mulongry and Merckx (Eds). Soil Organic Matter Dynamic and Sustainability of Tropical Agriculture. John Wiley and Sons, Inc., Chichester, UK. pp.3-18.