J. Agron. Indonesia 44 (1) : 104 - 110 (2016)

Pertumbuhan *Mucuna bracteata* DC. pada Berbagai Waktu Inokulasi dan Dosis Inokulan

Growth of Mucuna bracteata DC. at Different Times of Inoculation and Various Rates of Inoculant

Purwanti Budi Laksono[1], Ade Wachjar[2*], dan Supijatno[2]

[1]Program Studi Agronomi dan Hortikultura, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor
[2]Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
(Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

Diterima 30 Juli 2015/Disetujui 5 Januari 2016

ABSTRACT

Mucuna bracteata DC. is a legume cover crop to prevent erosion and to suppress weed growth. M. bracteata can fix N_2 from the air with the help of Rhizobium. M. bracteata get benefit from the symbiosis in the form of increased nodule weight, shoot dry weight, and leaf nitrogen content when the Rhizobium population in the soil is optimal. Application of inoculant is one method to increase the Rhizobium population in the soil. This study aimed to analyze the effects of inoculation times and inoculant rates on M. bracteata growth. The research was conducted in Boyolali, Central Jawa, from February to August 2014. The inoculant contained Bradyrhizobium japonicum and Aeromonas punctata. This experiment was arranged in a randomized block design with two factors and three replications. The first factor was two inoculation times, i.e at the nursery when the seedlings were 2 weeks old and in the field when the seedlings reached 5 weeks old. The second factor was 5 inoculant rates (0, 2, 4, 6, and 8 g per plant). The results showed that inoculation on 5-week-old seedlings was the best result compared to the 2-week-old seedlings. The recommended inoculant rate for Mucuna bracteata was 6.43 g per plant.

Keywords: legume cover crop, nitrogenase activity, nodule, nutrient content, runner

ABSTRAK

Mucuna bracteata DC. merupakan salah satu tanaman penutup tanah kacang-kacangan yang digunakan untuk mencegah erosi dan menekan pertumbuhan gulma. M. bracteata mampu mengikat N_2 dari udara dengan bantuan Rhizobium. M. bracteata memperoleh manfaat dari simbiosis berupa peningkatan bobot bintil akar, bobot kering tajuk dan kadar nitrogen daun bila populasi Rhizobium di dalam tanah optimal. Penambahan inokulan merupakan salah satu cara meningkatkan populasi Rhizobium di dalam tanah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh waktu inokulasi dan dosis inokulan terhadap pertumbuhan M. bracteata. Penelitian dilaksanakan di Boyolali, Jawa Tengah dimulai pada bulan Februari sampai Agustus 2014. Inokulan yang digunakan mengandung Bradyrhizobium japonicum dan Aeromonas punctata. Rancangan yang digunakan rancangan acak kelompok dua faktor dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah dua waktu inokulasi yaitu di pembibitan pada umur bibit 2 minggu dan saat tanam di lapangan pada umur bibit 5 minggu. Faktor ke dua adalah 5 taraf dosis inokulan (0, 2, 4, 6, dan 8 g per tanaman). Hasil penelitian menunjukkan pemberian inokulan saat tanam pada umur bibit 5 minggu memberikan hasil terbaik dibandingkan dengan inokulasi di pembibitan pada umur bibit 2 minggu. Dosis optimum inokulan yang dianjurkan untuk Mucuna bracteata sebesar 6.43 g per tanaman.

Kata kunci: aktivitas nitrogenase, bintil akar, legume cover crop, kadar hara, sulur

PENDAHULUAN

Pembukaan lahan baik untuk penanaman baru maupun peremajaan tanaman kelapa sawit menimbulkan perubahan kondisi fisik, kimia dan biologi tanah. Tanah yang terbuka tanpa vegetasi mudah diterpa air hujan dan tersinari matahari secara langsung sehingga mudah mengalami erosi. Salah satu cara mengurangi dampak terpaan air hujan dan sinar matahari adalah penanaman tanaman penutup tanah kacangan (*legume cover crop*/LCC). Penanaman LCC memberikan keuntungan terhadap perbaikan kualitas air dan tanah, membantu menekan serangan hama, menghambat erosi dan meningkatkan efisiensi siklus hara (Widiastuti dan Suharyanto, 2007).

Tanaman LCC yang telah digunakan sebagai penutup tanah di perkebunan kelapa sawit antara lain *Pueraria javanica*, *Pueraria phaseoloides*, *Centrosema pubescens*, *Calopogonium caeruleum* dan *Calopogonium mucunoides* yang dikenal sebagai LCC konvensional. *Mucuna bracteata* merupakan LCC yang memiliki kelebihan dibandingkan

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: wachjarade@yahoo.co.id

LCC konvensional. Penggunaan *M. bracteata* bertujuan mengatasi beberapa kelemahan LCC konvensional yang tidak tahan terhadap kekeringan dan naungan serta kurangnya daya kompetisi LCC konvensional dengan pertumbuhan gulma (Othman *et al*., 2012).

Menurut Othman *et al.* (2012) persentase penutupan tanah oleh LCC konvensional yang merupakan campuran dari *P. javanica*, *C. pubescens* dan *C. caeruleum* pada umur 6 bulan setelah penanaman di lapangan (BSP) sebesar 80% kemudian pada umur 12 dan 24 BSP menurun menjadi 54.2% dan 55.4%. Persentase penutupan tanah oleh *M. bracteata* memiliki pola yang berbeda yaitu pada umur 6 BSP, persentase penutupan tanah sebesar 30.8% kemudian meningkat menjadi 57.9% dan 77.5% pada umur 12 dan 24 BSP.

Penanaman LCC juga diharapkan dapat menyumbang unsur nitrogen ke dalam tanah. Kondisi tersebut dicapai jika LCC dapat menambat N_2 dari udara melalui bintil akar yang telah berinokulasi dengan *Rhizobium*. Simbiosis antara LCC dengan *Rhizobium* diharapkan menjadi sistem yang efektif dalam penambatan nitrogen dari udara. Menurut Widiastuti dan Suharyanto (2007) inokulasi bakteri *Bradyrhizobium* dan *Aeromonas punctata* yang disertai *Acaulospora tuberculata* nyata meningkatkan tinggi tanaman, biomasa, serapan N, P dan K tanaman *C. caeruleum*. Menurut Kothandaraman (2008) secara alami bintil akar pada *M. bracteata* diinokulasi oleh bakteri *Bradyrhizobium*.

Penanaman *M. bracteata* untuk mencegah erosi dan menekan pertumbuhan gulma telah dilakukan di perkebunan kelapa sawit dan karet, akan tetapi belum dilakukan penambahan inokulan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis pengaruh waktu inokulasi dan dosis inokulan terhadap pertumbuhan *M. bracteata*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Desa Sidodadi, Kelurahan Banaran, Kecamatan Boyolali, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah, mulai bulan Februari sampai dengan Agustus 2014. Analisis serapan hara dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Analisis aktivitas nitrogenase dilakukan di Laboratorium Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor. Tanaman LCC yang digunakan yaitu *M. bracteata* yang berasal dari benih. Inokulan yang digunakan mengandung *Bradyrhizobium japonicum* dan *Aeromonas punctata*. *B. japonicum* adalah bakteri penambat nitrogen bebas dari udara dengan populasi 4.2 x 10^8 cfu g^{-1} bahan pembawa, sedangkan *A. punctata* adalah bakteri pelarut fosfat dan kalium dengan populasi 10^8 cfu g^{-1} bahan pembawa.

Percobaan disusun dalam rancangan acak kelompok dua faktor. Faktor pertama adalah waktu inokulasi yaitu di pembibitan pada umur bibit 2 minggu dan saat tanam di lapangan pada umur bibit 5 minggu. Faktor ke-2 adalah dosis inokulan yang terdiri atas lima taraf dosis yaitu 0, 2, 4, 6, dan 8 g inokulan per tanaman. Setiap perlakuan diulang 3 kali sehingga terdapat 30 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri atas 10 tanaman sehingga untuk percobaan ini diperlukan 300 tanaman. Analisis statistik yang digunakan adalah sidik ragam dengan model rancangan acak kelompok. Apabila hasil sidik ragam pada uji F taraf α 5% menunjukkan pengaruh nyata dilakukan uji lanjut menggunakan kontras *polynomial orthogonal* pada taraf α 5% untuk perlakuan dosis inokulan.

Media tanam yang digunakan merupakan campuran antara tanah dan pasir tanpa disterilisasi dengan perbandingan 1:1 (v/v). Analisis tanah dilakukan sebelum media tanam digunakan. Media tanam kemudian dicampur dengan pupuk *rock phosphate* (RP) dengan dosis 100 g RP per polybag. Benih *M. bracteata* disemaikan dalam polybag berukuran 5 cm x 15 cm. Penyisipan secara selektif dilakukan pada minggu pertama terhadap benih yang tidak tumbuh atau busuk. Pemberian inokulan di pembibitan pada umur bibit 2 minggu dilakukan dengan cara memasukkan inokulan sesuai dosis perlakuan ke dalam lubang yang jumlahnya 2 lubang per polybag. Pemberian inokulan saat tanam dilakukan saat pindah tanam pada umur bibit 5 minggu di lubang tanam sesuai dosis perlakuan. Bibit-bibit yang sudah diberi perlakuan tersebut dipindahkan ke polybag berukuran 50 cm x 50 cm secara bersamaan pada umur bibit 5 minggu. Polybag disusun berjajar 10 baris dengan jarak 2.5 m x 1 m.

Pengamatan rata-rata panjang sulur dilakukan pada umur 4, 6, 8, 10, dan 12 minggu setelah pindah tanam (MSP) ke polybag berukuran 50 cm x 50 cm. Pengamatan rata-rata pertambahan panjang sulur dilakukan pada umur 6, 8, 10, dan 12 MSP. Rata-rata panjang sulur dihitung dengan membagikan total panjang sulur dengan jumlah cabang sulur. Rata-rata pertambahan panjang sulur dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Rata-rata pertambahan panjang sulur =

$$\frac{\{\text{total panjang sulur minggu n} - \text{total panjang sulur minggu (n-2)}\}}{\text{jumlah cabang sulur minggu n}}$$

Pengamatan bobot basah dan bobot kering bintil akar, bobot basah dan bobot kering tajuk, kadar nitrogen daun dan kadar nitrogen tanah dilakukan pada umur 7, 11, 13 MSP. Sampel daun yang digunakan untuk analisis kadar nitrogen daun adalah daun ke-4 yang dihitung dari daun yang telah membuka sempurna dari ujung sulur.

Pengamatan aktivitas nitrogenase dilakukan pada umur 11 dan 13 MSP dengan metode *acethylene reduction assay* (ARA). Bintil akar dipisahkan dari akar kemudian dicuci dan diambil 0.5-2 g sebagai sampel kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang diketahui volumenya dan ditutup rapat dengan karet. Selanjutnya, sebanyak 1 mL gas asetilen dimasukkan ke dalam tabung reaksi dengan menggunakan *syringe*. Tabung reaksi kemudian diinkubasi selama 1 jam. Sebanyak 1 mL udara yang terdapat dalam tabung reaksi yang telah diinkubasi diambil dengan *syringe* kemudian disuntikkan ke dalam injektor kromatografi gas. Analisis data dilakukan secara kuantitatif meliputi perhitungan laju reduksi asetilen menjadi laju fiksasi nitrogen melalui rumus sebagai berikut:

Laju reduksi asetilen menjadi etilen selama 1 jam (μmol mL^{-1} g^{-1} h^{-1}) =

$$\frac{\left(\frac{\text{luas puncak kurva sampel}}{\text{luas puncak kurva standar}} \times \text{konsentrasi standar yang digunakan}\right)}{\text{berat molekul etilen}}$$

berat sampel

Laju penambatan N_2 (μmol mL^{-1} g^{-1} h^{-1}) ditentukan dengan perhitungan 3 kali laju reduksi asetilen menjadi etilen (μmol mL^{-1} g^{-1} h^{-1}) (Widiastuti, 2012). Selanjutnya untuk mendapatkan laju penambatan N_2 per tanaman, laju penambatan N_2 (μmol mL^{-1} g^{-1} h^{-1}) dikalikan dengan bobot kering bintil akar tanaman. Bobot kering bintil akar tanaman diperoleh dengan mengeringkan bintil akar menggunakan oven selama 72 jam pada suhu 70 °C (Kumaga *et al.*, 2006).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rata-rata Panjang Sulur dan Pertambahan Panjang Sulur

Waktu inokulasi berpengaruh nyata terhadap rata-rata panjang sulur pada umur 4 MSP. Pemberian inokulan saat tanam pada umur bibit 5 minggu meningkatkan rata-rata panjang sulur *M. bracteata* pada umur 4 MSP sebesar 46.19 % dibandingkan dengan pemberian inokulan di pembibitan pada umur bibit 2 minggu (Tabel 1).

Dosis inokulan berpengaruh nyata terhadap rata-rata pertambahan panjang sulur pada umur 10 MSP dengan pola respon berbentuk linier (Gambar 1). Pola linier yang terbentuk berdasarkan hubungan antara dosis inokulan dengan rata-rata pertambahan panjang sulur menunjukkan bahwa sampai dengan dosis 8 g per tanaman rata-rata panjang sulur meningkat. Hal ini diduga berkaitan dengan kemampuan *Rhizobium* menambat N_2 sehingga bermanfaat dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Menurut Iqbal *et al*. (2012) inokulasi *Rhizobium leguminosarum* dengan populasi 10^7-10^8 cfu mL pada benih melalui metode *seed coating* meningkatkan tinggi tanaman *Lens culinaris* Medik. sebesar 18.7% dibandingkan kontrol pada saat pembungaan.

Bobot Bintil Akar dan Tajuk

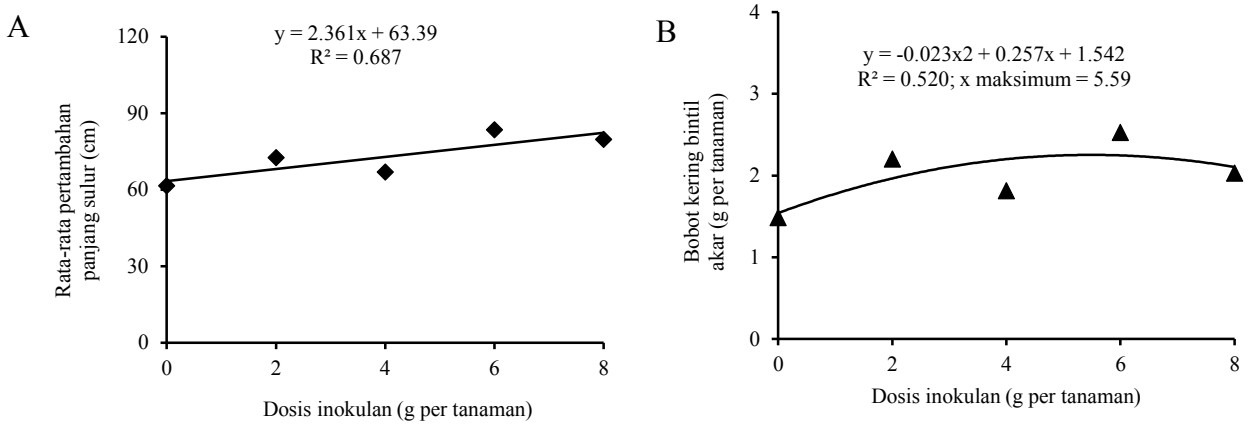
Waktu inokulasi berpengaruh nyata terhadap bobot basah bintil akar pada umur 11 dan 13 MSP. Pemberian inokulan pada umur bibit 5 minggu meningkatkan bobot basah bintil akar pada umur 11 dan 13 MSP masing-masing sebesar 15.31% dan 33.55% dibandingkan dengan pemberian inokulan di pembibitan pada umur bibit 2 minggu (Tabel 1). Dosis inokulan berpengaruh nyata terhadap bobot kering bintil akar pada umur 11 MSP dengan pola respon berbentuk kuadratik serta bobot kering tajuk pada umur 11 MSP dan 13 MSP dengan pola respon berbentuk kubik (Gambar 1 dan 2).

Pola kuadratik yang terbentuk berdasarkan hubungan antara dosis inokulan dengan bobot kering bintil akar menunjukkan bahwa bobot kering bintil akar meningkat sampai dengan dosis optimum 5.59 g per tanaman kemudian bobot kering bintil akar menurun (Gambar 1). Hal ini diduga

Tabel 1. Pengaruh waktu inokulasi terhadap rata-rata panjang sulur pada umur 4 MSP serta bobot basah bintil akar pada umur 11 dan 13 MSP

Waktu Inokulasi	Rata-rata panjang sulur 4 MSP (cm)	BB bintil akar 11 MSP (g per tanaman)	BB bintil akar 13 MSP (g per tanaman)
Umur bibit 2 minggu	18.92b	12.15b	9.39b
Umur bibit 5 minggu	27.66a	14.01a	12.54a

Keterangan: BB = Bobot basah; Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji F dengan α 5%

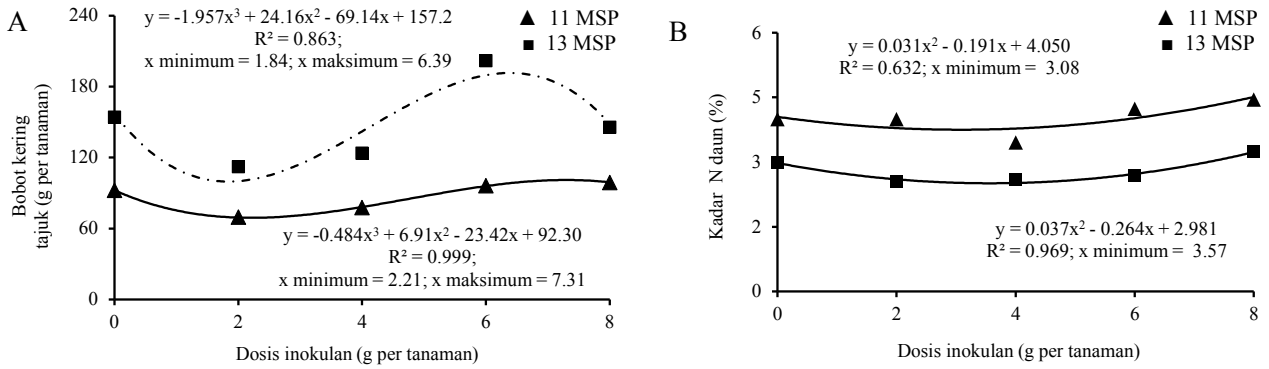


Gambar 1. Pengaruh dosis inokulan terhadap (A) rata-rata pertambahan panjang sulur pada umur 10 MSP dan (B) bobot kering bintil akar pada umur 11 MSP

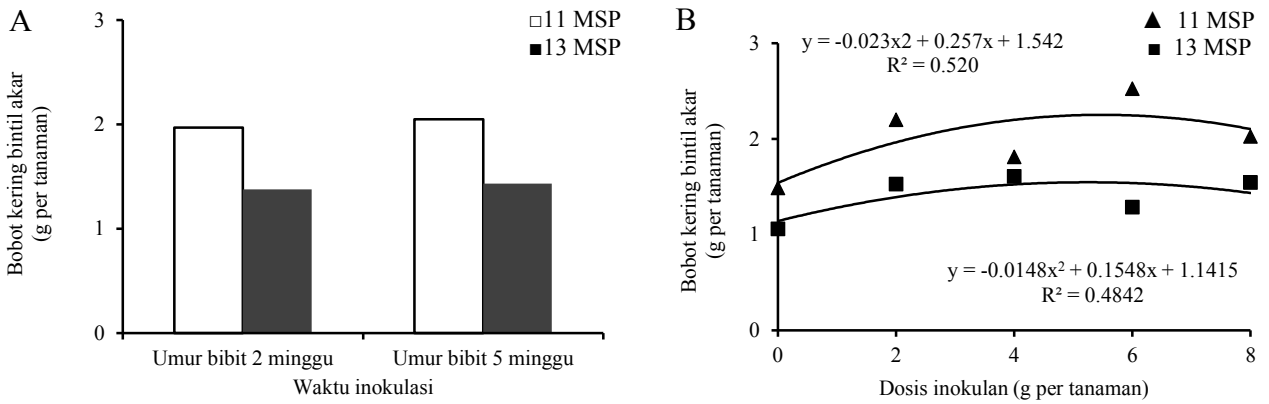
berkaitan dengan kapasitas populasi *Rhizobium* dalam rizosfir yang terbatas. Menurut Wolfenden (1982) rizosfir memiliki kapasitas populasi yang terbatas bagi *Rhizobium*. Populasi *Rhizobium japonicum* strains CB 1809 dan USDA 110 serta *Rhizobium leguminosarum* strains Hawaii 5-0 dan Nitragin 92A3 di rizosfir tidak pernah melebihi 2-3 x 10^7 sel g per tanah walaupun tanah ditanami oleh satu jenis tanaman terus menerus. Menurut Widyati (2013) akar muda pada daerah rambut akar menyediakan nutrisi sebagai sumber makanan bagi bakteri, apabila sumber makanan tidak mencukupi maka terjadi kematian atau *lisis* pada bakteri. Menurut Mulyadi (2012) pemberian inokulan pada benih kedelai dengan dosis 5 g kg^{-1} benih dapat meningkatkan bobot kering bintil akar sedangkan pemberian 10 g kg^{-1} benih menurunkan bobot kering bintil akar bila dibandingkan dengan kontrol.

Pola kubik yang terbentuk berdasarkan hubungan antara dosis inokulan dengan bobot kering tajuk pada umur 11 dan 13 MSP menunjukkan bahwa bobot kering tajuk menurun sampai dengan nilai minimum pada dosis masing-masing sebesar 2.21 dan 1.84 g per tanaman kemudian meningkat dan mencapai optimum pada dosis masing-masing sebesar 7.31 dan 6.39 g per tanaman (Gambar 2). Hal ini diduga berkaitan dengan adanya kompetisi antara *Rhizobium* indigenous dalam tanah dengan *Rhizobium* dari inokulan yang ditambahkan ke dalam media tanam. Inokulasi *Rhizobium* ke dalam tanah akan membentuk bintil akar bila *Rhizobium* tersebut mampu bersaing dengan *Rhizobium* indigenous tanah dan mampu bersimbiosis dengan tanaman inangnya (Babalola dan Glick, 2012). Keberadaan *Rhizobium* indigenous dalam tanah belum tentu merupakan *Rhizobium* yang efektif dalam menambat N_2 dari atmosfer namun *Rhizobium* tersebut ada yang berhasil berkompetisi dengan inokulan dalam menginfeksi akar (Purwantari, 2008). Apabila *Rhizobium* indigenous dalam tanah berhasil berkompetisi dengan inokulan yang ditambahkan ke dalam tanah maka inokulasi dengan inokulan yang efektif belum tentu memberikan respon positif pada tanaman. Kondisi ini dapat diatasi dengan pemberian inokulan yang efektif tersebut pada dosis/konsentrasi yang tinggi. Peningkatan populasi bakteri yang dapat menambat N_2 dalam tanaman merupakan cara untuk meningkatkan penambatan N_2 dalam bintil akar (Rosenblueth dan Martinez-Romero, 2006; Purwantari, 2008).

Rata-rata bobot kering bintil akar *M. bracteata* pada umur 13 MSP menurun sebesar 30% dibandingkan dengan umur 11 MSP (Gambar 3). Hal ini diduga berkaitan dengan masa aktif bintil akar. Masa aktif bintil akar sangat singkat dimulai dari tahap simbiosis sampai bintil akar mengalami senesen walaupun dalam kondisi lingkungan tumbuh yang optimal (Heerden *et al*., 2007). Bintil akar *Mucuna pruriens* var. Utilis belum terbentuk pada umur 40 hari setelah penanaman (HSP). Awal nodulasi dimulai pada umur 80 HSP dan inokulasi terekspresi pada umur 80-120 HSP (Kumaga *et al*., 2006). Jumlah bintil akar *Phaseolus vulgaris* L. kultivar Bayomex yang diinokulasi menggunakan *Rhizobium etli* strain CE-3 (10^5 rhizobia mL^{-1}) mengalami penurunan pada umur 8 minggu setelah



Gambar 2. Pengaruh dosis inokulan terhadap (A) bobot kering tajuk dan (B) kadar nitrogen daun pada umur 11 dan 13 MSP



Gambar 3. Bobot kering bintil akar pada berbagai (A) waktu inokulasi dan (B) dosis inokulan pada umur 11 dan 13 MSP

inokulasi (MSI) dan meningkat kembali pada umur 10 MSI (Luqueno *et al*., 2008a; Luqueno *et al*., 2008b).

Kadar Nitrogen Daun, Kadar Nitrogen Tanah dan Aktivitas Nitrogenase

Waktu inokulasi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar nitrogen daun, kadar nitrogen tanah dan aktivitas nitrogenase. Dosis inokulan berpengaruh nyata terhadap kadar nitrogen daun pada umur 11 dan 13 MSP dengan pola respon berbentuk kuadratik (Gambar 2). Pola kuadratik yang terbentuk berdasarkan hubungan antara dosis inokulan dengan kadar nitrogen daun pada umur 11 dan 13 MSP menunjukkan bahwa kadar nitrogen daun menurun sampai dengan dosis inokulan masing-masing 3.08 dan 3.57 g per tanaman kemudian kadar nitrogen daun meningkat. Hal ini diduga berkaitan dengan sumber nitrogen yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman dan peningkatan aktivitas nitrogenase.

Penurunan kadar nitrogen daun sampai dengan dosis inokulan 3.08 dan 3.57 g per tanaman menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman tergantung pada nitrogen yang berasal dari tanah karena bintil akar belum efektif menambat N_2. Peningkatan kadar nitrogen daun dari dosis 3.08 dan 3.57 g per tanaman sampai dengan 8 g per tanaman menunjuk bahwa penambatan N_2 sudah efektif sehingga suplai nitrogen dari penambatan N_2 mulai mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Pola respon ini sesuai dengan Nyemba (1986) dimana kadar nitrogen daun kedelai menurun dari dosis inokulan 10^2 rhizobia per benih sampai dengan dosis 10^4 rhizobia per benih kemudian meningkat pada dosis 10^6 rhizobia per benih. Menurut Ngoma *et al.* (2012) penggunaan inokulan memberikan dampak langsung terhadap tanaman melalui peningkatan serapan hara dan penambatan N_2.

Rata-rata penambatan N_2 yang terukur pada dosis inokulan 0, 2, 4, 6 dan 8 g per tanaman pada umur 11 MSP masing-masing sebesar 18.65, 31.21, 38.23, 43.19 dan 21.87 nmol mL^{-1} g^{-1} h^{-1}. Pola respon yang terbentuk berdasarkan hubungan antara dosis inokulan dengan rata-rata penambatan N_2 pada umur 11 MSP menunjukkan bahwa penambatan N_2 meningkat sampai dengan dosis 6 g per tanaman kemudian penambatan N_2 menurun. Pola respon ini sesuai dengan pola respon bobot kering bintil akar pada umur 11 MSP dan bobot kering tajuk pada umur 11, 13 MSP dimana terjadi peningkatan respon sampai dengan dosis inokulan masing-masing sebesar 5.59, 7.31 dan 6.39 g per tanaman kemudian pola responnya menurun. Menurut Salwani *et al.* (2012) saat *microsymbionts* berhasil menginfeksi akar dan membentuk bintil akar pada *M. bracteata* maka proses penambatan N_2 mulai terjadi untuk memasok sumber nitrogen yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman yang ditunjukkan dengan meningkatnya produksi bobot kering tajuk (biomas). Menurut Luqueno *et al.* (2008a) terdapat korelasi positif antara jumlah bintil akar *P. vulgaris* L. yang diinokulasi *R. etli* CE-3 dengan aktivitas nitrogenase serta antara bobot basah bintil akar dengan bobot kering tajuk.

Pengaruh Waktu Inokulasi dan Dosis Inokulan

Waktu inokulasi dan dosis inokulan berpengaruh nyata terhadap rata-rata panjang sulur dan rata-rata pertambahan panjang sulur pada umur 8, 10 MSP serta kadar nitrogen daun

Tabel 2. Pengaruh dosis inokulan dan waktu inokulasi terhadap rata-rata panjang sulur, rata-rata pertambahan panjang sulur dan kadar N daun *M. bracteata*

Waktu inokulasi	Dosis inokulan (g per tanaman)				
	0	2	4	6	8
	Rata-rata panjang sulur 8 MSP (cm)				
Umur bibit 2 minggu	99.90ab	75.46b	85.78b	95.88ab	87.32b
Umur bibit 5 minggu	82.75b	113.29a	89.34ab	84.45b	82.89b
	Rata-rata panjang sulur 10 MSP (cm)				
Umur bibit 2 minggu	121.81abcd	107.80d	120.35abcd	144.90ab	146.23a
Umur bibit 5 minggu	111.25d	139.53abc	119.28bcd	132.17abcd	116.89cd
	Rata-rata pertambahan panjang sulur 8 MSP (cm)				
Umur bibit 2 minggu	50.02b	51.58b	53.59b	66.64ab	60.64ab
Umur bibit 5 minggu	63.81ab	76.51a	62.17ab	58.68ab	52.97b
	Rata-rata pertambahan panjang sulur 10 MSP (cm)				
Umur bibit 2 minggu	64.82bc	64.20bc	64.53bc	89.71a	91.28a
Umur bibit 5 minggu	58.21c	81.00ab	69.23bc	77.31abc	68.08bc
	Kadar N daun 7 MSP (%)				
Umur bibit 2 minggu	4.27ab	4.08ab	4.59a	4.25ab	4.49ab
Umur bibit 5 minggu	4.45ab	4.48ab	4.09ab	4.76a	3.83b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada peubah yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT dengan α 5%

pada umur 7 MSP (Tabel 2). Pemberian inokulan sampai dengan dosis 8 g per tanaman di pembibitan pada umur bibit 2 minggu memberikan pola respon rata-rata panjang sulur dan rata-rata pertambahan panjang sulur pada umur 10 MSP serta kadar nitrogen daun pada umur 7 MSP yang berbeda bila dibandingkan dengan pemberian inokulan saat tanam pada umur bibit 5 minggu.

Pemberian inokulan di pembibitan pada umur bibit 2 minggu cenderung meningkatkan rata-rata panjang sulur, rata-rata pertambahan panjang sulur dan kadar nitrogen daun sampai dengan dosis 8 g per tanaman. Hal ini diduga berkaitan dengan jumlah akar yang terbentuk pada bibit berumur 2 minggu lebih sedikit dibandingkan dengan bibit berumur 5 minggu serta adanya kompetisi antara *Rhizobium* dari inokulan yang ditambahkan dengan *Rhizobium* indigenous dalam tanah sehingga dibutuhkan dosis inokulan yang lebih besar.

Pemberian inokulan saat tanam pada umur bibit 5 minggu memberikan pola respon berbentuk kuadratik dimana terjadi penurunan rata-rata panjang sulur, rata-rata pertambahan panjang sulur dan kadar nitrogen daun pada dosis 8 g per tanaman dibandingkan dengan dosis 6 g per tanaman. Hal ini diduga berkaitan dengan kapasitas populasi *Rhizobium* dalam rizosfir yang terbatas sesuai dengan Wolfenden (1982) dimana populasi *R. japonicum* strains CB 1809 dan USDA 110 serta *R. leguminosarum* strains Hawaii 5-0 dan Nitragin 92A3 di rizosfir tidak pernah melebihi 2-3 x 10^7 sel g per tanah. Pola respon yang terbentuk juga sesuai dengan pola respon bobot kering bintil akar, bobot kering tajuk dan aktivitas nitrogenase.

Penentuan Waktu dan Dosis Optimum

Waktu inokulasi saat tanam pada umur bibit 5 minggu memberikan hasil lebih baik pada peubah rata-rata panjang sulur pada umur 4 MSP serta bobot basah bintil akar pada umur 11 dan 13 MSP. Hal ini diduga berkaitan dengan pertumbuhan perakaran pada bibit berumur 5 minggu diperkirakan lebih banyak dibandingkan dengan bibit berumur 2 minggu sehingga peluang terjadinya proses simbiosis pada umur bibit 5 minggu lebih besar. Menurut Ferguson *et al.* (2010) ujung rambut akar yang baru tumbuh merupakan target infeksi utama bagi *Rhizobium*.

Penyusunan kebutuhan pupuk dapat menggunakan kurva respon umum tanaman (*generalized curve*). Kebutuhan pupuk ditentukan sebagai dosis optimum yang dibutuhkan untuk mencapai hasil maksimum (Amisnaipa *et al.*, 2009). Berdasarkan persamaan kurva respon bobot kering bintil akar pada umur 11 MSP dan bobot kering tajuk pada umur 11 dan 13 MSP (Tabel 3), diperoleh dosis optimum inokulan sebesar 6.43 g per tanaman setara dosis 3.22 kg ha^{-1} dengan populasi 500 tanaman ha^{-1}.

Tabel 3. Penentuan dosis optimum inokulan pada *M. bracteata* berdasarkan peubah bobot kering bintil akar dan bobot kering tajuk

Peubah	Umur (MSP)	Fungsi	Dosis optimum inokulan (g per tanaman)
Bobot kering bintil akar	11	$Y = -0.023\ x^2 + 0.257\ x + 1.542$	5.59
Bobot kering tajuk	11	$Y = -0.484\ x^3 + 6.91\ x^2 - 23.42\ x + 92.30$	7.31
Bobot kering tajuk	13	$Y = -1.957\ x^3 + 24.16\ x^2 - 69.14\ x + 157.2$	6.39
		Rata-rata	6.43

Keterangan: x = dosis inokulan; MSP = Minggu setelah pindah tanam

KESIMPULAN

Waktu inokulasi saat tanam pada umur bibit 5 minggu memberikan hasil terbaik dibandingkan dengan inokulasi di pembibitan pada umur bibit 2 minggu. Dosis optimum inokulan yang dianjurkan untuk *Mucuna bracteata* sebesar 6.43 g per tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

Amisnaipa, A.D. Susila, R. Situmorang, D.W. Purnomo. 2009. Penentuan kebutuhan pupuk kalium untuk budidaya tomat menggunakan irigasi tetes dan mulsa polyethylene. J. Agron. Indonesia 37:115-122.

Babalola, O.O., B.R. Glick. 2012. The use of microbial inoculants in African agriculture: current practise and future prospects. J. Food Agric. Environment 10:540-549.

Ferguson, B.J., A. Indrasumunar, S. Hayashi, M. Lin, Y. Lin, D.E. Reid, P.M. Gresshoff. 2010. Molecular analysis of legume nodule development and autoregulation. J. Integr. Plant. Biol 52:61-76.

Heerden, P.D.R.V., M.D. Beer, D.J. Mellet, H.S. Maphike, W. Foit. 2007. Growth media effects on shoot physiology, nodule numbers and symbiotic nitrogen fixation in soybean. South African J. Botany 73:600-605.

Iqbal, M.A., M. Khalid, S.M. Shahzad, M. Ahmad, N. Akhtar. 2012. Integrated use of *Rhizobium leguminosarum*, plant growth promoting rhizobacteria and enriched compost for improving growth, nodulation and yield of lentil (*Lens culinaris* Medik.). Chilean J. Agric. Research 72:104-110.

Kothandaraman. 2008. Nodulation and *Bradyrhizobium* inoculation. http://rkr-research. blogspot. [14 Januari 2014].

Kumaga, F.K., K. Ofori, E. Marfo-Ahenkorah. 2006. Nodulation, dry matter and nitrogen accumulation of mucuna (*Mucuna pruriens* var. Utilis) in response to Bradyrhizobia inoculation. Int. J. Agric. Biol. 8:138-141.

Luqueno, F.F., D.E. Victoria, A. Munive, L.C. Chee, L.M.S. Covarrubias. 2008a. Nodule senescence and biomass components in common bean cultivars. Revista Fitotecnia Mexicana 31:195-201.

Luqueno, F.F., L. Dendooven, A. Munive, L.C. Chee, L.M.S. Covarrubias, D.E. Victoria. 2008b. Micro-morphology of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) nodules undergoing senescence. Acta Physiol. Plant 30:545-552.

Mulyadi, A. 2012. Pengaruh pemberian legin, pupuk NPK (15:15:15) dan urea pada tanah gambut terhadap kandungan N, P total pucuk dan bintil akar kedelai [*Glycine max* (L.) Merr.]. Kaunia 8:21-29.

Ngoma, L., O.O. Babalola, F. Ahmad. 2012. Ecophysiology of plant growth promoting bacteria. Sci. Res. Essays 7:4003-4013.

Nyemba, R.C. 1986. The effect of Rhizobium strain, phosphorus applied, and inoculation rate on nodulation and yield of soybean [*Glycine max* (L.) Merr. cv Davis]. Tesis. University of Hawaii. Hawaii.

Othman, H., F.A. Darus, Z. Hashim. 2012. Best management practices for oil palm cultivation on peat: *Mucuna bracteata* as ground cover crop. Malaysian Palm Oil Board 501:1-4.

Purwantari, N.D. 2008. Penambatan nitrogen secara biologis: perspektif dan keterbatasannya. Wartazoa 8:9-17.

Rosenblueth, M., E. Martinez-Romero. 2006. Bacterial endophytes and their interactions with hosts. Molecular Plant-Microbe Interactions 19:827-837.

Salwani, S., H.G. Amir, N. Najimudin. 2012. Evidence of diazotrophic symbionts in leguminous cover crop *Mucuna bracteata*. Pertanika J. Trop. Agric. Sci. 35:538-552.

Widiastuti. 2012. Pengukuran fiksasi nitrogen strain-strain *Nostoc* [Vaucher 1803] Bornet *et* Flahault 1886 dengan metode Acetylene Reduction Assay (ARA). Skripsi. Departemen Biologi. Universitas Indonesia. Depok.

Widiastuti, H., Suharyanto. 2007. Growth response of *Calopogonium caeruleum* and *Centrosema pubescens* ground cover crops toward inoculation of *Badyrhizobium*, *Aeromonas punctata* and *Acaulospora tuberculata*. Bul. Plasma Nutfah 13:43-48.

Widyati, E. 2013. Dinamika komunitas mikroba di rizosfir dan kontribusinya terhadap pertumbuhan tanaman hutan. Tekno Hutan Tanaman 6:55-64.

Woolfenden, R.B. 1982. Population dynamics of *Rhizobium japonicum* dan *Rhizobium leguminosarum* in host and non-host Rhizospheres. Tesis. University of Hawaii. Hawaii.