

# STATUS FOSFOR AKIBAT INOKULASI CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULA DARI BERBAGAI ORDO TANAH DI PERTANAMAN TEH

## The Status Of Phosphour Due To The Inoculation of Mycorhiza Arbuscula on Various Soil Order On Tea Plantation

Faizal Daud

Staf Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Sjakhyakirti Palembang.

### ABSTRACT

To increasing tea crop production and reducing of chemical fertilizer growth of tea at the same time adjustment of technology of plantation by environmental friendliness of CMA inoculation and usage tea factory waste (*fluff*) at three tea plantation soil orders. The research aim obtain get CMA which compatible on tea plantation, to knows influence of CMA inoculation and giving compost of *fluff* to rate nutrient landground, growth and absorption of nutrient and also the improving colonization of CMA at tea crop root. This attempt is arrange with Completely Blok Design (CBD) of factorial. As first factor was soil orders: which consist of Andisols, Inceptisols and of Entisols. As second factor was CMA inoculation: consist of without inoculation, inoculation with CMA Andisol indigenou, inoculation with CMA Inceptisols indigenou, inoculation with CMA Entisol indigenou, inoculation with *Glomus fasciculatum*, and of inoculation with *Gigaspora margarita*. While third factor is compost measuring of *fluff*, without compost, and 20 ton ha<sup>-1</sup>. From result of third isolation of plantation landground found CMA gender of *Glomus* sp, inoculation CMA influence rata of nutrient of P, growth of tea crop, absorption of nutrient of P. Indigenou CMA give rate of nutrient P, absorption dan growth better of inoculation with CMA non-indigenou. Inoculation *Glomus fasciculatum* give of rate nutrient of P, growth, and absorption better with inoculation *Gigaspora margarita*. Giving of compost *fluff* with 10-15 ton ha<sup>-1</sup> real improve rate of nutrient of P, growth of tea and absorption of nutrient P.

**Keywords:** Soil orders, tea, CMA, *fluff*, P-absorption

### PENDAHULUAN

Tanah merupakan salah satu faktor penentu bagi pertumbuhan tanaman teh yang memerlukan beberapa syarat tertentu untuk menunjang pertumbuhannya. Tanah yang serasi atau memenuhi syarat pertumbuhan tanaman teh adalah tanah subur, banyak mengandung bahan organik, tidak bercedas dan mempunyai derajat kemasaman 4,5 sampai 5,6. Tanaman teh ditanam di berbagai ordo tanah antara lain ordo tanah Andisols (vulkanis muda), dan ordo lain yang serasi bersyarat untuk ditanami, yaitu ordo tanah Inceptisols dan Entisols (Wibowo 1997).

Dilaporkan telah dijumpai kekurangan hara fosfor (P) di berbagai ordo tanah yang mengalami kemerosotan produksi yang drastis dari tahun ke tahun. Hasil studi lapangan menunjukkan daun-daun teh telah mengalami kekahatan P yang ditunjukkan dengan gejala daun seperti nekrotis.

Berdasarkan fenomena tersebut perlu upaya untuk mengatasi hal tersebut, salah satunya melalui aplikasi biologi yang diharapkan mampu meningkatkan kesuburan tanah khususnya hara P melalui penambahan jasad renik yang menguntungkan ke dalam tanah seperti halnya CMA. CMA (cendawan mikoriza arbuskular) diketahui mampu meningkatkan penyerapan hara oleh tanaman, pengendalian biologis serta dapat meningkatkan ketahanan tanaman dari kekeringan (Degens 1997, Cruz *et al.* 2000).

Penggunaan inokulan CMA untuk meningkatkan efisiensi pemupukan P tidak selalu berhasil karena jenis CMA yang diberikan tidak selalu cocok (*uncompatible*) dengan tanaman inang dan lingkungan hidupnya terutama tanah. Lingkungan dan habitat yang mendukung seperti media tumbuh menyebabkan aktivitas tumbuh CMA akan optimal. Sampai saat ini belum

ada laporan tentang jenis CMA yang sesuai untuk ordo tanah tegakan tanaman teh.

Percobaan ini bertujuan untuk memperoleh jenis CMA yang kompatibel dengan tanaman teh dari berbagai ordo tanah sekaligus mengetahui status P-tanah dan P-tanaman. Melalui percobaan diharapkan memberi masukan terhadap pengembangan ilmu bioteknologi tanah sekaligus menerapkan konsep efisiensi pemupukan P. Dengan demikian diharapkan dapat memberi sumbangan yang berarti dalam melakukan penghematan pupuk P yang saat ini dirasakan menjadi beban produksi.

### METODOLOGI PENELITIAN

Percobaan dilaksanakan di rumah kaca Pusat Penelitian Teh dan Kina (PPTK) Gambung dan di laboratorium silvikultur SEAMEO BIOTROP Bogor dari bulan Juni 2002 sampai Februari 2004.

Percobaan laboratorium berupa isolasi dan perbanyakan inokulan CMA *indigenus* (asli setempat) dari setiap ordo tanah di bagian Silvikultur SEAMEO BIOTROP Bogor. Percobaan pot untuk memperoleh jenis CMA yang kompatibel dengan tanaman teh pada tanah berbagai ordo dilakukan di rumah kaca PPTK, Gambung, Bandung.

Bahan yang digunakan adalah : a) tanah lapisan atas (0 sampai 20 cm) dari tiga lokasi berbeda yaitu Andisols asal Gambung (*Ultic Hapludant*), Inceptisols asal Panglejar, Purwakarta (*Typic Dystrudepts*), dan Entisols asal Pasir Sarongge, Cianjur (*Typic Udipsamments*); b) bahan analisis tanah dan tanaman; c) setek tanaman teh yang berasal dari klon GMB 7 (MPS 7) berumur 9 bulan; d) pupuk Urea (45 % N), dan KCl (60 % K<sub>2</sub>O) sebagai pupuk dasar, dan e) pewarna akar *Fuchsin acid* (C<sub>20</sub>H<sub>17</sub>N<sub>3</sub>Na<sub>2</sub>O<sub>9</sub>S<sub>3</sub>), M = 585,53 g mol<sup>-1</sup>.

Alat yang digunakan berupa peralatan pendukung untuk analisis tanah dan tanaman, serta untuk isolasi serta pengujian kolonisasi CMA, yaitu saringan bertingkat (250, 125, 45 μm), sentrifusi, autoklaf, mikroskop binokuler, cawan petri, gelas obyek, pinset spora, timbangan analitis,

gelas piala dan tabung reaksi. Percobaan disusun dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola factorial. Sebagai faktor pertama adalah ordo tanah (T) yang terdiri atas tanah: *Ultic Hapludant* (t<sub>1</sub>), tanah *Typic Dystrudepts* (t<sub>2</sub>), dan tanah *Typic Udipsamments* (t<sub>3</sub>). Sebagai faktor kedua adalah inokulasi CMA (M) terdiri atas tanpa inokulasi (m<sub>0</sub>), diinokulasi dengan CMA *indigenus Ultic Hapludant* (m<sub>1</sub>), diinokulasi dengan CMA *indigenus Typic Dystrudepts* (m<sub>2</sub>), diinokulasi dengan CMA *indigenus Typic Udipsamments* (m<sub>3</sub>), diinokulasi dengan *Glomus fasciculatum* (m<sub>4</sub>), dan diinokulasi dengan *Gigaspora margarita* (m<sub>5</sub>). Dengan demikian diperoleh 18 kombinasi perlakuan yang diulang tiga kali sehingga seluruhnya terdiri atas 54 satuan percobaan.

Isolasi CMA dari tiga ordo tanah dilakukan dengan metode penyaringan basah dari Daniels & Skipper (1982). Identifikasi jenis spora dilakukan secara deskriptif sampai tingkat genus berdasarkan determinasi dari Schenk & Perez (1990). Dihitung derajat infeksi dan jumlah spora. Pengamatan dilakukan terhadap bentuk spora, warna spora, dan diameter spora. Spora yang telah teridentifikasi diperbanyak dengan metode kultur pot (Prematuri & Faiqoh, 1998) selama tiga bulan. Inokulan *Gigaspora margarita* dan *Glomus fasciculatum* dari koleksi SEAMEO BIOTROP Bogor diperbanyak bersamaan dengan CMA *indigenus* dengan menggunakan tanaman kudzu (*Pueraria javanica*) sebagai tanaman inang. Media perbanyakan ditambah larutan Johnson sebagai larutan hara.

Percobaan rumah kaca meliputi pekerjaan yaitu inokulasi CMA berbagai jenis untuk melihat kadar hara P-tersedia dan serapan P pada tiga ordo tanah. Percobaan ini menggunakan setek tanaman teh sebagai indikator. Selain itu untuk mendapatkan informasi jenis CMA yang paling cocok berasosiasi dengan setek tanaman pada tiga ordo tanah, dan menentukan jenis CMA terbaik agar diperoleh pertumbuhan setek teh terbaik pada tiga ordo tanah.

Media tanam merupakan tanah yang diambil dari tiga ordo tanah, tanah tersebut

dikeringudarkan dilanjutkan dengan mengukur kadar haranya. Tanah diambil secara komposit dari lahan teh pada lapisan 0–20 cm dari lokasi tiga ordo tersebut yang sebelumnya dikeringudarkan, lalu dimasukkan ke dalam polibag ukuran 5 kg tanah kering udara. Media tanam diberi pupuk dasar berupa Urea dan KCl berdasarkan rekomendasi pemupukan tanaman teh (PPTK 2002).

Berdasarkan hasil perhitungan kepadatan spora dari tiga ordo tanah pada awal penelitian, inokulan yang berasal dari CMA *indigenus* asal *Ultic Hapludant* mengandung kepadatan spora 40 per 12,5 g tanah, CMA *indigenus* asal *Typic Dystrudepts* dengan kepadatan 178 per 2,81g tanah, CMA *indigenus* asal *Typic Udipsamments* dengan kepadatan 22 per 22,72g tanah, *Glomus fasciculatum* dengan kepadatan 172 per 2,90g tanah dan *Gigaspora margarita* dengan kepadatan 162 per 3,08g tanah yang merupakan dasar pemberian inokulum. Pada media tanam dibuat lubang sedalam 5 cm untuk memasukkan inokulum (propagul yang terdiri atas bahan pembawa, spora dan hifa) (Cruz *et al.* 2000), dan selanjutnya ditutup dengan tanah saat penanaman. Selain itu diamati derajat infeksi akar bibit teh guna melihat keberadaan CMA sebelum dilakukan penanaman.

Data variabel yang dikumpulkan adalah derajat infeksi, jumlah spora, P-tersedia, serapan P tanaman teh. Penetapan P-tersedia dilakukan dengan metode Bray I (0,03 M  $\text{NH}_4\text{F}$  dan 0,025 M HCl). Serapan hara P oleh akar tanaman teh ditentukan dengan dengan metode destruksi basah ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Semua data variabel di atas diperoleh setelah percobaan berakhir.

Pengamatan derajat infeksi diawali dengan membersihkan akar tanaman dari tanah dengan air mengalir sehingga akar tidak terputus dan diambil bagian akar yang muda. Diberi pewarna akar *fuchsin acid* berdasarkan metode Brundrett (2003). Berikutnya dilakukan penghitungan derajat infeksi dengan metode 'panjang slide' (*Slide Length method*). Perhitungan jumlah spora dengan metode penyaringan basah. Data hasil percobaan dianalisis dengan sidik ragam pada taraf lima persen guna

mengetahui keragaman dikumpulkan berupa variabel derajat infeksi, jumlah spora, P-tersedia, serapan P tanaman teh. Untuk membedakan respons rata-rata terhadap perlakuan digunakan uji BNT (beda nyata terkecil) dan untuk melihat hubungan inokulasi CMA dan serapan P digunakan uji korelasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis lengkap tanah awal sebelum percobaan, kemasaman tanah *Ultic Hapludant* adalah 4,8, C-organik tinggi sebesar 3,76 %, N-total sedang sebesar 0,49 %, dan nisbah C/N sedang dengan nilai 12, kejenuhan basa sedang 25,4 %, kapasitas tukar kation (KTK) sedang dengan nilai 21,4  $\text{cmol kg}^{-1}$ , serta kadar Ca-dd, Mg-dd dan K-dd sedang dengan masing-masing bernilai 8,0, 1,4 dan 0,5  $\text{cmol kg}^{-1}$ . Kadar P larut dalam HCl 25 % tergolong rendah yaitu 20  $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$  dan P tersedia (Bray I) sangat rendah yaitu 1,34  $\text{mg kg}^{-1}$  kalium tersedia sedang yaitu 17  $\text{cmol kg}^{-1}$ . Mineral liat penyusun tanah *Ultic Hapludant* adalah alofan (Sufiadi 2000). Kemasaman tanah *Typic Dystrudepts* 4,0, C-organik sebesar sedang 2,33 %, N-total rendah 0,18 %, dan nisbah C/N sedang sebesar 11. Kejenuhan basa sedang 23,7 % dan KTK rendah 13,6  $\text{cmol kg}^{-1}$ . Kadar P larut dalam HCl 25 % adalah 80  $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$  dan P tersedia (Bray I) sangat rendah 2,18  $\text{mg kg}^{-1}$ , sedangkan kalium tersedia termasuk rendah, yaitu 10  $\text{cmol kg}^{-1}$ . Mineral liat yang dominan pada *Typic Dystrudepts* adalah mineral haloisit, sedikit monmorilonit dan alfa kuarsa (Pramono 2001). Hasil analisis tanah sebelum percobaan diperoleh kemasaman *Typic Udipsamments* adalah 4,2, C-organik sedang 2,60 %, N-total sedang 0,26 %, nisbah C/N sedang 11, kejenuhan basa rendah 18,0, KTK sedang 18,2  $\text{cmol kg}^{-1}$ , P larut dalam HCl 25 % tinggi 60  $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ , P tersedia (Bray I) sangat rendah 0,60 ppm serta kalim tersedia tergolong rendah yakni 12  $\text{cmol kg}^{-1}$ . Mineral penyusun liat *Typic Udipsamments* adalah haloisit dan kuarsa (Hardjowigeno 1995). Menurut Darmawijaya (1997), *Typic Dystrudepts* dan *Typic Udipsamments* termasuk tanah

serasi bersyarat bagi tanaman teh karena mengandung kadar hara yang rendah. Berdasarkan hasil analisis berbagai sifat tersebut di atas, kesuburan ketiga ordo tersebut menunjukkan perbedaan. Kesuburan tanah *Ultic Hapludant* lebih baik dibandingkan dengan tanah *Typic Dystrudepts* dan *Typic Udipsaments*.

#### Kompatibilitas CMA dengan tanaman teh pada tiga ordo tanah.

Hasil identifikasi bentuk, warna, dan ukuran spora, CMA yang diperoleh berbentuk agak bulat (*subglobose*), berwarna kuning kecoklatan dengan ukuran spora 100 -150 x 80-100  $\mu\text{m}$ . Berdasarkan kunci determinasi, ciri spora yang diperoleh itu termasuk ke dalam kelompok *Glomus* (Sieverding 1991). Hasil isolasi CMA pada akar tanaman teh dari tiga ordo tanah divisualisasikan pada Gambar 1.

CMA *indigenus* asal *Ultic Hapludant* diberi nama *Glomus* sp1, CMA *indigenus* asal *Typic Dystrudepts* diberi nama *Glomus* sp2, dan CMA *indigenus* asal *Typic Udipsaments* dinamakan *Glomus* sp3.

Hasil isolasi ternyata hanya CMA kelompok *Glomus* yang ditemukan pada rizosfer ketiga ordo tanah. Kelompok lain seperti *Gigaspora*, *Acaulospora* dan *Scutellospora* tidak diperoleh. Sesuai dengan pendapat Liu & Wang (2003) dan Ying *et al.* (2004) bahwa *Glomus* sp merupakan CMA yang paling dominan dijumpai di berbagai tanah dibandingkan dengan kelompok lain. karena distribusi dan rentang tumbuh serta kisaran inang *Glomus* paling luas di antara kelompok lain.

Hasil pengamatan awal sebelum percobaan derajat infeksi dan jumlah spora ketiga CMA *indigenus* disajikan pada Tabel 1.

Hasil pengamatan derajat infeksi dan jumlah spora pada tanah tiga ordo terbukti bahwa tanaman teh telah berasosiasi dengan CMA, dan yang tertinggi ditunjukkan pada *Glomus* sp2. Pengujian yang dilakukan terhadap pada bibit teh yang tidak diberi perlakuan juga menghasilkan kesimpulan yang sama yaitu dengan rata-rata derajat infeksi akar bibit tanaman teh 23,66 persen (Daud 2005). Hasil perhitungan persentase derajat infeksi memperlihatkan bahwa derajat infeksi pada akar tanaman teh di lapangan masih rendah (Sieverding 1991).

Rendahnya derajat infeksi menggambarkan bahwa simbiosis CMA belum nyata perannya dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman teh. Namun hasil yang diperoleh membuktikan bahwa akar tanaman teh telah berasosiasi dengan CMA sehingga pemberian inokulan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman.

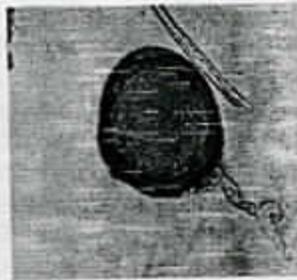
Beberapa tanaman perkebunan diketahui memperoleh keuntungan dengan adanya asosiasi CMA dengan tanaman. Tanaman kopi yang diinokulasi CMA *Glomus* sp. mempengaruhi pertumbuhan bibit kopi dengan peningkatan 32 persen dibandingkan dengan kontrol (Baon 1999). Ada bagian lain penelitian yang dilakukan Kasim (2001), perlakuan inokulasi dengan *Glomus* sp meningkatkan pertumbuhan tanaman dan memperkecil persentase kematian bibit cendana di lapangan sebesar 15,92 persen.

#### Derajat infeksi

Struktur CMA yang paling banyak dijumpai pada akar tanaman bibit teh adalah vesikula, dan struktur tersebut menjadi dasar penentuan derajat infeksi.



*Glomus* sp1



*Glomus* sp2



*Glomus* sp3

Gambar 1. *Glomus* sp. hasil isolasi pada akar tanaman teh dari tiga ordo tanah (pembesaran 100x).

Tabel 1. Derajat infeksi dan jumlah spora dari tiga ordo tanah (tegakan tanaman teh di lapangan)

Ordo tanah	Jenis CMA	Derajat Infeksi (%)	Jumlah spora ( 50g tanah <sup>-1</sup> )
<i>Ultic Hapludant</i>	<i>Glomus</i> sp1	33	40
<i>Typic Dystrudepts</i>	<i>Glomus</i> sp2	41	178
<i>Typic Udipsamments</i>	<i>Glomus</i> sp3	32	22

Tabel 2. Derajat infeksi akar tanaman teh yang diinokulasi CMA pada tiga ordo tanah (%)

Ordo Tanah (T)	Inokulasi CMA (M)					
	Tanpa CMA	<i>Glomus</i> sp1.	<i>Glomus</i> sp2.	<i>Glomus</i> Sp3.	<i>Glomus Fasciculatum</i>	<i>Gigaspora margarita</i>
<i>Ultic Hapludant</i>	32,60 a	45,07 B a	57,73 C b	43,00 B a	41,53 AB a	39,67 AB a
<i>Typic Dystrudept</i>	34,67 b	41,60 B a	61,80 B c	42,20 A a	41,40 A a	40,27 A b
<i>Typic Udipsamments</i>	25,27 a	42,27 BC a	47,73 C a	41,80 BC a	36,60 B a	35,87 AB a

Keterangan : Berdasarkan sidik ragam TxM teruji nyata. Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama (huruf kecil arah kolom untuk setiap ordo tanah, huruf besar arah baris untuk setiap jenis inokulan ) tidak berbeda menurut uji BNT pada taraf 0,05.

Hasil uji keragaman menunjukkan bahwa derajat infeksi akar tanaman dipengaruhi oleh kombinasi perlakuan antara ordo tanah dengan jenis inokulan CMA yang memberi efek nyata (Tabel 2).

Secara umum derajat infeksi akar tanaman teh pada masing-masing tanah akibat inokulasi CMA menunjukkan perbedaan. Pada *Ultic Hapludant* perlakuan inokulasi *Glomus* sp1, *Glomus* sp2, *Glomus* sp3 yang memberikan pengaruh nyata dibanding dengan CMA *non-indigenus* dan tanpa inokulasi. Sedangkan pada *Typic Dystrudept* justru hanya inokulasi dengan *Glomus* sp2 yang memberi perbedaan yang nyata terhadap derajat infeksi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sementara pada *Typic Udipsamments*, inokulasi dengan inokulan kelompok *Glomus* memberikan derajat infeksi yang berbeda nyata dengan inokulasi *Gigaspora margarita* dan tanpa inokulasi.

Data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa inokulan yang berasal dari CMA *indigenus* dari tiga ordo tanah memberi pengaruh terbaik terhadap derajat infeksi pada akar tanaman teh. Inokulasi dengan

CMA *non-indigenus* terutama dengan *Gigaspora margarita* tidak memberi perbedaan yang nyata terhadap derajat infeksi dibandingkan dengan tanpa perlakuan. Hal itu membuktikan bahwa *Gigaspora margarita* tidak kompatibel dalam mengkoloni akar tanaman teh. Kompatibilitas CMA dengan tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain sifat tanah dan tanaman inang (Jolicoeur *et al.* 1998). Hal yang sama diungkapkan Suciati (2003), asosiasi akar tanaman dengan CMA dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti ordo tanah yang mempengaruhi kolonisasi CMA. *Gigaspora margarita* tumbuh optimal pada pH di atas 6,0 (Lee *et al.* 1993). Sementara tanah yang digunakan untuk penelitian ini tergolong masam dengan rata-rata pH 4,0-4,8 yang menjadi alasan *Gigaspora margarita* tidak berkembang optimal.

Selain faktor kemasaman tanah ternyata inang juga mempengaruhi kompatibilitas CMA. Ketidak mampuan *Gigaspora margarita* bersimbiosis dengan tanaman teh kemungkinan besar disebabkan akar tanaman tidak mengeluarkan sinyal dalam bentuk eksudat yang sesuai untuk terjadinya

infeksi oleh *Gigaspora margarita*. Menurut Koide & Schreiner (1992), sinyal tersebut berupa senyawa organik seperti golongan flavonoid dan isoflavonoid yang dapat merangsang pertumbuhan CMA seperti halnya formonomenin. Senyawa formonomenin tersebut dapat menstimulasi perpanjangan hifa *Glomus sp.*

#### Jumlah Spora

Berdasarkan sidik ragam bahwa inokulasi CMA pada tiga ordo tanah teruji nyata terhadap jumlah spora pada rizosfer seperti disajikan pada Tabel 3.

Pada *Urtic Hapludant* yang tidak diinokulasi dengan CMA, tidak berbeda nyata dengan inokulasi *Glomus sp3*, *Glomus fasciculatum* dan *Gigaspora margarita* terhadap jumlah spora. Pada *Typic Dystrudepts*, inokulasi dengan *Gigaspora margarita* tidak berbeda nyata dengan tanpa perlakuan. Perlakuan inokulasi CMA di tanah *Typic Dystrudepts* dengan *Glomus* baik *indigenus* maupun *non-indigenus* memberi pengaruh yang nyata terhadap jumlah spora. Inokulasi dengan *Gigaspora margarita* memberi pengaruh yang sama dengan tanpa inokulasi. Secara umum, inokulasi dengan berbagai jenis CMA sudah memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah spora. Secara umum pemberian inokulan *indigenus* dari setiap ordo tanah memberi efek terbaik untuk jumlah spora. Sesuai dengan pendapat Enkhtuya *et al.* (2000), bahwa CMA *indigenus* lebih adaptif pada tanah asalnya. Inokulasi dengan *Glomus sp2* memberikan jumlah spora lebih baik dibanding CMA *indigenus* lainnya. Terbukti *Glomus sp2* yang ditumbuhkan pada *Typic Dystrudepts* tempat asal CMA tersebut - diisolasi menunjukkan jumlah spora tertinggi pada tanah tersebut.

#### Fosfor Tersedia

Perbedaan jenis CMA sebagai inokulan pada setiap ordo tanah menyebabkan perbedaan kadar P-tersedia tanah. Seluruh perlakuan inokulasi CMA memberi efek secara nyata dibandingkan tanpa inokulasi. Pemberian CMA *indigenus* memberikan perbedaan secara bermakna dengan CMA

*non-indigenus* terhadap kadar P-tersedia. Pengaruh perlakuan inokulasi CMA pada tiga ordo tanah terhadap P-tersedia disajikan pada Tabel 4. Peran CMA erat hubungannya dengan penyediaan hara bagi tanaman dan menunjukkan keterikatan secara khusus antara CMA dengan status P-tanah dan tanaman (Saito 1997).

Akar tanaman yang terinfeksi CMA menghasilkan enzim fosfatase yang dapat memecah ikatan senyawa logam yang mengikat P dan keberadaan hifa akan memperluas permukaan penyerapan akar (Harrison & van-Buuren 1995) sehingga terjadi peningkatan P-tersedia di rizosfer sekaligus meningkatkan kemampuan akar menyerap P. Terjadinya perbedaan CMA *indigenus* dan CMA *non-indigenus* berhubungan dengan daya adaptasi CMA tersebut terhadap lingkungan di rizosfer sehingga menyebabkan terjadinya perbedaan tingkat infeksi. Menurut Dodd *et al.* (1996), meningkatnya tingkat infeksi pada akar tanaman menyebabkan meningkatnya eksudat yang dikeluarkan oleh CMA dalam bentuk asam organik.

Asam organik sangat berpengaruh terhadap penurunan fiksasi P oleh unsur logam, seperti Al dan Fe yang selama ini sulit tersedia bagi tanaman dengan memutus ikatan senyawa logam tersebut membentuk khelat.

Lingkungan tumbuh menyebabkan perbedaan tingkat infeksi akar tanaman oleh CMA. Tingkat infeksi akar oleh CMA *indigenus* lebih tinggi dibandingkan dengan CMA *non-indigenus*. Hal ini dapat dijadikan alasan CMA *indigenus* tidak perlu menyesuaikan dengan lingkungan setempat karena sudah dianggap cocok untuk mendukung pertumbuhannya. Lebih lanjut apabila membandingkan antara CMA *non-indigenus*, ternyata inokulasi dengan *Glomus fasciculatum* memberikan kadar P-tersedia yang lebih tinggi bila dibanding diinokulasi dengan *Gigaspora margarita*. Hal ini terjadi karena mungkin *Glomus fasciculatum* termasuk yang membutuhkan lingkungan yang sama dengan CMA *indigenus* (Lee *et al.* 1993).

Tabel 3. Jumlah spora akar tanaman teh yang diinokulasi CMA pada tiga ordo tanah (%)

Ordo Tanah (T)	Inokulasi CMA (M)					
	Tanpa CMA	<i>Glomus</i> sp1.	<i>Glomus</i> sp2.	<i>Glomus</i> Sp3.	<i>Glomus Fasciculatu</i>	<i>Gigaspora Margarita</i>
<i>Ultic Hapludant</i>	38,00 A a	57,00 B a	58,33 B a	56,33 AB a	52,00 AB a	50,00 AB a
<i>Typic Dystrudept</i>	76,67 A c	91,00 B c	93,00 B c	87,67 B c	81,00 AB c	80,33 AB c
<i>Typic Udipsammens</i>	55,67 A b	74,67 B b	75,33 B b	99,33 C bc	63,67 A b	56,00 A b

Keterangan : Berdasarkan sidik ragam TxM teruji nyata. Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama (huruf kecil arah kolom untuk setiap ordo tanah, huruf besar arah baris untuk setiap jenis inokulan ) tidak berbeda menurut uji BNT pada taraf 0,05.

Tabel 4. P-tersedia yang diinokulasi CMA pada tiga ordo tanah (mg kg<sup>-1</sup>)

Ordo Tanah (T)	Inokulasi CMA (M)					
	Tanpa CMA	<i>Glomus</i> sp1.	<i>Glomus</i> sp2.	<i>Glomus</i> Sp3.	<i>Glomus Fasciculatum</i>	<i>Gigaspora margarita</i>
<i>Ultic Hapludant</i>	0,97 A a	1,30 B a	1,20 B a	1,27 AB a	1,17 AB a	1,03 AB a
<i>Typic Dystrudept</i>	5,13 A c	6,73 B c	6,07 B c	5,70 B c	5,60 AB c	5,37 AB c
<i>Typic Udipsammens</i>	0,43 A b	0,83 B b	0,73 B b	0,63 C bc	0,63 A b	0,60 A b

Keterangan : Berdasarkan sidik ragam TxM teruji nyata. Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama (huruf kecil arah kolom untuk setiap ordo tanah, huruf besar arah baris untuk setiap jenis inokulan ) tidak berbeda menurut uji BNT pada taraf 0,05.

#### Hubungan derajat infeksi dengan serapan P

Keeratan hubungan antara derajat infeksi dengan serapan P akibat inokulasi CMA berbagai jenis dapat dilihat melalui persamaan dalam Tabel 5.

Tabel 5 memperlihatkan bahwa hubungan antara derajat infeksi dengan serapan P akibat inokulasi CMA berbagai jenis berbeda nyata. Keeratan yang paling tinggi ditunjukkan pada perlakuan *Glomus* sp2, diikuti dengan *Glomus* sp1 dan *Glomus* sp3. CMA non-indigenous memberikan korelasi yang lebih rendah dibanding CMA indigenous. Pemberian inokulan CMA indigenous *Typic Dystrudepts* memberi korelasi derajat infeksi dan serapan P tertinggi dibandingkan dengan perlakuan inokulan lainnya. Telah diungkapkan di muka

bahwa derajat infeksi dan kepadatan spora CMA indigenous *Typic Dystrudepts* menunjukkan nilai korelasi paling tinggi dibanding inokulan lainnya yang menggambarkan hubungan yang kuat antara derajat infeksi dengan serapan P. Dari hasil penelitian, CMA indigenous *Typic Dystrudepts* menyebabkan peningkatan kadar hara tanah lebih baik dibandingkan dengan inokulan lainnya pada tanah ordo tanah yang berbeda.

CMA indigenous memberi pengaruh lebih baik dibandingkan dengan CMA non-indigenous karena CMA non-indigenous untuk perkembangannya harus beradaptasi dengan lingkungan tumbuhnya sehingga berpengaruh terhadap tingkat infeksinya. Meningkatnya tingkat derajat infeksi menyebabkan peningkatan serapan P.

Tabel 5. Hubungan derajat infeksi dengan serapan P akibat inokulasi CMA berbagai jenis

Jenis CMA	Persamaan regresi	R
Tanpa inokulasi	$Y = 0,1034 + 0,0017X$	0,37
<i>Glomus</i> sp1	$Y = 0,1374 + 0,001X$	0,55
<i>Glomus</i> sp2	$Y = 0,0431 + 0,0032X$	0,58
<i>Glomus</i> sp3	$Y = 0,0614 + 0,0026X$	0,53
<i>Glomus fasciculatum</i>	$Y = 0,0969 + 0,0019X$	0,51
<i>Gigaspora margarita</i>	$Y = 0,1532 + 0,0008X$	0,39

Keterangan : X = derajat infeksi, Y = serapan P.

### SIMPULAN DAN SARAN

Hasil isolasi dari tiga lokasi perkebunan teh, ditemui CMA dari genus *Glomus*. Inokulasi CMA meningkatkan derajat infeksi dan jumlah spora, hara P-tersedia, tanah, serapan P oleh tanaman, inokulasi CMA *indigenus* menunjukkan derajat infeksi dan jumlah spora, hara P- tersedia tanah, serta serapan P lebih tinggi dibandingkan dengan inokulasi dengan CMA *non-indigenus*, dan CMA *Glomus* sp2. adalah inokulan terbaik dibandingkan dengan *Glomus* sp1 dan *Glomus* sp3. Inokulasi CMA *Glomus fasciculatum* memberikan derajat infeksi dan jumlah spora, hara P-tersedia serta serapan P lebih baik dibanding diinokulasi *Gigaspora margarita* dan tanpa inokulasi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Baon, J. B. 1999. Status penelitian cendawan mikoriza arbuskular pada tanaman perkebunan di Indonesia. Makalah Seminar Pemanfaatan Cendawan Mikoriza sebagai Agen Bioteknologi Ramah Lingkungan dalam Meningkatkan Produktivitas Lahan Di Bidang Kehutanan, Perkebunan dan Pertanian Di Era Milenium Baru. Seminar Nasional Mikoriza I, Bogor, 15-16 November 1999.
- Brundrett, M. 2003. Arbuscular Mycorrhiza. [http://www.ffp.esiro.av/res\\_earch/mycorrhiza/vam/html](http://www.ffp.esiro.av/res_earch/mycorrhiza/vam/html). (Diakses tanggal 8 September 2003).
- Cruz, A. F., T. Ishii, & K. Kadoya. 2000. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on tree growth, leaf water potential, and levels of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid and ethylene in the roots of papaya under water-stress conditions. *Mycorrhiza* 20:121-123.
- Daniels, B. A. & H. D. Skipper. 1982. Methods for the recovery and quantitative estimation of propagules from soil. p.29-35. In: N.C. Schenck (ed.). Methods and principles of mycorrhizal research. Amer. Phytop. Soc., St Paul.
- Darmawijaya, M. I. 1997. Kesorasian Tanah dan Kemampuan Lahan. Petunjuk Teknis Tanaman Teh. Edisi II. Gambung: PPTK.
- Daud, F. 2005. Peningkatan hara fosfor dan pertumbuhan teh (*Camellia sinensis* (O)L. Kuntze) akibat inokulasi cendawan mikoriza arbuskular dan pemberian kompos fluff pada tiga ordo tanah. Disertasi Doktor. (tidak dipublikasikan), Program Pascasarjana UNPAD, Bandung.
- Degens, B.P. 1997. Macroaggregation of Soil by biological bonding and binding mechanisms and the factor affecting these : A Review. *Aust. J. Soil. Res.* (35):431-459.
- Dodd, J. C., S. Rosendahl, M. Giovannetti, A. Broome L. Lanfranco & C. Walker. 1996. Inter-and intraspecific variation within the morphologically similar VA-Mycorrhizal fungi *glomus mosseae* and *Glomus coromatum*. *New Phytol.* 133:113-122.
- Enkhtuya, B., J. Rydlova, & M. Vosatka. 2000. Effectiveness of indigenous and non-indigenous isolated of

- arbuscular mycorrhizal fungi in Soil from degraded ecosystems and man-made habitats. *App. Soil Ecology* 14:201-211.
- Hardjowigeno, S. 1995. Ilmu Tanah. Jakarta: Penerbit Akademika Pressindo. Jakarta.
- Harrison, M. J., & D. Van-Buuren. 1995. A Phosphate transporter from the mycorrhizal fungus *glomus versiforme*. *Nature*. 387:626-629.
- Jolicoeur, M., S. Germette, M. Gaudette; M. Perrier, & G. Becard. 1998. Intracellular pH in arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant Physiol.* 116:1279-1288.
- Kasim, M. 2001. Tanggapan Cendana (*Santalum album L.*) dengan tanaman inang pada tanah yang diinokulasi dengan mikoriza vesikular-arbuskular dan azotobacter dalam kondisi iklim kering pulau Timor. Disertasi Doktor. (tidak dipublikasikan). Program Pascasarjana UNPAD, Bandung.
- Koide, R. T. & R. P. Schreiner. 1992. Regulation of the vesicular arbuscular mycorrhizal symbiose. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Bio.* 43:557-581.
- Lee, S. S., A. H. Eom, O. H. Lee, & M. K. Kim. 1993. A studi on the pot culture of arbuscular mycorrhizal fungi in Korea. *Korean J. of Mycology*. 21: 38-50.
- Liu, R., & F. Wang. 2003. Selection of appropriate host plants used in trap culture of arbuscular mycorrhizal fungi. *SpringerLink-Article. Mycorrhiza*. 13:123-127.
- Pramono, A. 2001. Tingkat Perkembangan Tanah dan Klasifikasi Tanah - pada Famili Berdasarkan Taksonomi Tanah dari Dua Pedon yang Berbeda Formasi Geologi di Daerah PTPN VIII Panglejar Bagian Maswati. Skripsi. (tidak dipublikasikan). Fakultas Pertanian UNPAD, Bandung.
- Prematuri, R., & N. Faiqoh. 1998. Produksi Inokulan Cendawan Mikoriza Arbuscula. Makalah Workshop Aplikasi Cendawan Mikoriza Arbuscula pada tanaman Pertanian, Perkebunan, Kehutanan. Bogor 5-10 Oktober 1998, PAU-IPB, Bogor.
- Pusat Penelitian Teh & Kina. 2002. Rekomendasi Pemupukan Tanaman Teh. Dilingkup PT. Perkebunan Nusantara VIII. PPTK, Gambung.
- Saito, M. 1997. Regulation of mycorrhizal symbiosis : Hyphal growth in host roots and nutrient exchange. *JARQ* . 31:179-183.
- Schenck, N. C. & Y. Perez. 1990. Manual for the identification of mycorrhizal fungi. Gainesville: Synergistic Publ.
- Sieverding, E. 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystem. Technical Cooperation Federal Republic of Germany.
- Suciatmih. 2003. Vesicular-arbuscular mycorrhizal status of plant in the peat swamp forest of setia alam jaya sebangau, Central Kalimantan. *Berkala Penelitian Hayati* 91:13-17.
- Sufiadi, E. 2000. Variasi titik muatan nol, pH, retensi fosfat dan kapasitas tukar kation andisol tanjung sari serta hasil kentang sebagaimana dipengaruhi oleh Bokashi dan Fosfat. Disertasi Doktor. (tidak dipublikasikan). Program Pascasarjana UNPAD, Bandung.
- Wibowo, Z. S. 1997. Petunjuk Kultur Teknis Tanaman Teh. Edisi II. PPTK. Gambung.
- Ying, Z., G. Liang-Dong; & L. Run-Jin. 2004. Arbuscular Mycorrhizal Fungi Associated with Common Pteridophytes in Dujiangyan, Southwest China. *Mycorrhiza*, 14 1:25-30.