

KESAN INOKULASI KULAT MIKORIZA VESIKULAR ARBUSKULAR (MVA) DAN BAJA KIMIA PADA POKOK NANGKA (*Artocarpus heterophyllus*) TERHADAP KANDUNGAN N,P,K,Ca DAN Mg DALAM TANAH DAN TISU DAUN NANGKA

Norman Haji Kasiran

Fakulti Sains Gunaan, Universiti Teknologi MARA Pahang

Zainal Abidin Abd. Aziz

Fakulti Sains Hayat, Universiti Sains Malaysia

ABSTRAK

Satu kajian tentang kesan inokulasi kulat Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) dan kadar baja kimia yang berlainan ke atas pokok nangka (*Artocarpus heterophyllus*) telah dilakukan di tapak semaian dan di ladang. Empat peringkat inokulasi kulat MVA telah digunakan iaitu; (a) sekali di semaian, (b) lima kali dari semaian hingga ke ladang, (c) sekali di ladang dan (d) tanpa inokulasi sebagai kawalan. Setiap peringkat inokulasi kulat MVA dirawat dengan empat kadar baja yang berlainan iaitu; 1) 100%; 2) 75%; 3) 50%; dan 4) 25%. Kajian melibatkan analisis kimia tanah dan tisu daun nangka untuk menentukan kandungan N, P, K, Ca dan Mg. Hasil kajian mendapati inokulasi kulat MVA adalah berbeza secara bererti ($p < 0.05$) terhadap kandungan nutrien dalam tanah dan tisu daun nangka. Kandungan N,P,K,Ca dan Mg dalam tanah adalah terendah pada pokok nangka yang diinokulasi dengan kulat MVA iaitu $155.47 \mu\text{gg}^{-1}$ N, $243.25 \mu\text{gg}^{-1}$ P, $65.83 \mu\text{gg}^{-1}$ K, dan $15.47 \mu\text{gg}^{-1}$ Ca dan $44.92 \mu\text{gg}^{-1}$ Mg. Walau bagaimanapun kandungan nutrien dalam tisu daun adalah yang tertinggi iaitu $184.79 \mu\text{gg}^{-1}$ N, $74.99 \mu\text{gg}^{-1}$ P, $200.27 \mu\text{gg}^{-1}$ K, $89.90 \mu\text{gg}^{-1}$ Ca dan $31.80 \mu\text{gg}^{-1}$ Mg. Dari kombinasi antara beberapa peringkat inokulasi kulat MVA dan kadar baja yang berlainan, didapati pada rawatan inokulasi yang berterusan dari semaian hingga ke ladang (rawatan b), inokulasi sekali semasa di semaian (rawatan a) dan inokulasi sekali semasa di ladang (rawatan c), telah mencatatkan kandungan nutrien dalam tanah (N, P, K, Ca dan Mg) yang terendah pada kadar baja 25%. Manakala kandungan nutrien dalam tisu daun yang tertinggi ialah pada kadar baja 50%. Melalui kajian ini dapat dirumuskan bahawa, inokulasi kulat MVA dan kombinasi kadar baja 50% dapat meningkatkan kandungan nutrien dalam tisu daun nangka.

PENGENALAN

Baja merupakan satu faktor utama yang akan menentukan tumbesaran dan pengeluaran hasil sesuatu tanaman. Kuantiti baja ini akan bertambah apabila keadaan tanah di kawasan penanaman pokok kurang subur. Namun penambahan baja yang berlebihan juga adalah tidak ekonomik terutama penggunaan baja fosfat. Ini kerana tidak semua nutrien sempat diserap oleh pokok. Di samping itu juga hampir 90% jumlah fosforus dalam tanah terutamanya di kawasan tropika adalah sukar diambil oleh akar tanaman. Ini kerana unsur fosforus dalam tanah wujud dalam bentuk yang tidak larut atau terikat dengan unsur aluminium (Al), dan ferum (Fe) (Mosse 1981). Penyerapan unsur fosforus dapat ditingkatkan melalui penambahan jumlah luas permukaan akar di dalam tanah. Peranan ini dapat dimainkan oleh kulat Mikoriza Vasikular-Arbuskular.

Banyak kajian telah menunjukkan kulat MVA dapat meningkatkan kandungan nutrien dalam tisu tumbuhan tanaman terutamanya unsur fosforus (Abbot dan Robson 1977). Kemudian diketahui kulat mikoriza ini dapat juga memperbaiki penyerapan unsur-unsur mikro, mengurangkan kejadian penyakit akar serta dapat memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kemarau (Rusell 1979). Ini kerana hifa eksternal dari MVA dapat berfungsi sebagai akar rambut tanaman dengan menambahkan jumlah luas permukaan penyerapan akar tanaman.

Menurut Azizah (1991), kulat MVA dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan pada masa yang sama mengurangkan penggunaan baja dan tenaga buruh. Beliau juga melaporkan tanaman koko yang dijangkiti dengan kulat mikoriza mampu menyerap 70% hingga 80% nutrien berbanding tanaman koko yang tiada inokulasi kulat mikoriza yang hanya dapat menyerap nutrien 50%. Ini kerana tumbuhan yang bermikoriza dapat menambah luas permukaan akar untuk menyerap lebih nutrien dalam tanah. Penyerapan yang efisien ini dapat mengurangkan perbelanjaan baja kimia dan tenaga buruh.

Bagi tanah yang kurang subur, penggunaan mikoriza dapat menjimatkan penggunaan baja dengan meningkatkan pengambilan nutrien dari tanah oleh tumbuhan terutamanya pada tanah tropika yang terluluhawa (Azizah 1999). Menurut Siqueira dan Paula (1986), penggunaan kulat mikoriza merupakan satu alternatif teknologi yang dapat mengurangkan keperluan baja sesuatu tanaman khususnya yang ditanam di kawasan tropika.

Adalah dijangkakan bahawa dengan penggunaan kombinasi kulat MVA dengan baja kimia pada pokok nangka akan mengurangkan penggunaan kadar baja daripada yang sepatutnya. Chambers et al. (1980), menyatakan tanaman yang diberikan inokulasi kulat MVA telah mencatatkan penggunaan baja yang sederhana. Ini kerana kulat MVA mampu meningkatkan kecekapan pengambilan nutrien dalam tanah oleh akar tanaman. Bagi kombinasi inokulasi kulat MVA dengan kadar baja, didapati penambahan baja yang berlebihan akan memberi kesan negatif kepada pertumbuhan kulat mikoriza. Chambers et al. (1980), juga menyatakan penambahan nitrogen dan fosforus yang tinggi didapati dapat mengurangkan jangkitan kulat mikoriza pada akar tanaman. Manakala Menge (1984), menyatakan pemberian baja nitrogen yang tinggi boleh membantutkan pertumbuhan kulat mikoriza. Ini kerana jangkitan kulat MVA pada akar tanaman akan berkurangan pada tahap kesuburan tanah yang tinggi, sebaliknya jangkitan kulat MVA pada akar pokok dan pengeluaran spora akan bertambah apabila tahap kesuburan tanah yang kurang (Bevege 1972). Ini ada kaitannya dengan kandungan nutrien yang tinggi menyebabkan aktiviti kulat MVA kurang aktif (Sieverding 1991).

Tumbuhan yang hidup bersimbiosis dengan kulat MVA didapati mampu meningkatkan penyerapan nutrien dari dalam tanah oleh akar tanaman. Melalui pengambilan nutrien yang berkesan oleh akar dapat meningkatkan kandungan nutrien dalam tisu pokok yang akan menyebabkan kandungan nutrien dalam tanah akan menjadi kurang (Azizah 1991). Ross dan Harper (1970), pula menyatakan kulat MVA membentuk jaringan miselium yang panjang dan mampu menyerap nutrien yang lebih, seterusnya meningkatkan kandungan nutrien dalam tisu pokok, mengakibatkan kandungan nutrien dalam tanah menjadi kurang.

OBJEKTIF KAJIAN

1. Mengetahui status kandungan nutrien N,P,K,Ca dan Mg dalam tanah yang diinokulasi dengan kulat MVA.
2. Mengetahui status kandungan nutrien N,P,K,Ca dan Mg dalam tisu daun nangka yang diinokulasi dengan kulat MVA.
3. Mengkaji kesan kombinasi antara kulat MVA dengan penggunaan baja kimia terhadap kandungan nutrien dalam tanah dan tisu daun nangka yang diinokulasi dengan kulat MVA.

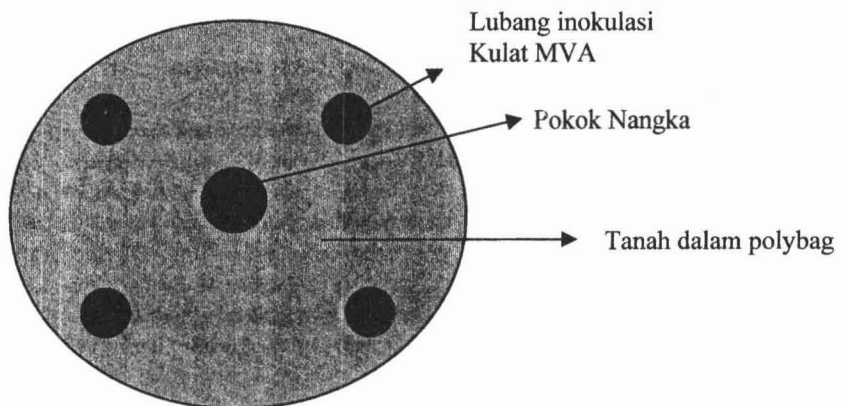
BAHAN DAN KAEDAH

Sebanyak 144 pokok benih nangka yang berumur 4 bulan selepas cantuman sisi digunakan dalam kajian ini. Jenis rawatan kajian yang digunakan ialah empat peringkat inokulasi kulat MVA dan empat kadar baja NPK hijau (15:15:15) yang berbeza dengan reka bentuk blok penuh rawak (RCBD) dengan sembilan replikasi. Kemudian, data kandungan N,P,K,Ca dan Mg dalam tanah dan tisu daun nangka dianalisis dengan menggunakan program perisian SPSS version 12.

Jadual 1: Jenis rawatan 4 peringkat inokulasi kulat MVA dan 4 kadar baja NPK hijau (15:15:15) yang berbeza.

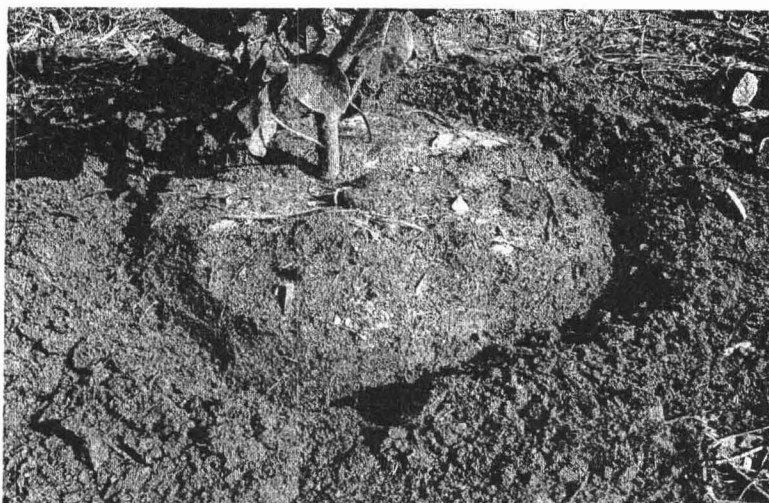
Rawatan	Bil. Inokulasi MVA	Pembajaan(%)	Bil. Pokok Nangka
A	1x inokulasi di semaian	100	36
		75	
		50	
		25	
B	5x inokulasi MVA (2 bulan sekali di semaian dan di ladang)	100	36
		75	
		50	
		25	
C	1x inokulasi di ladang	100	36
		75	
		50	
		25	
D	tanpa inokulasi MVA (kawalan)	100	36
		75	
		50	
		25	

Proses inokulasi kulat MVA peringkat semaian dilakukan dengan cara membuat 4 lubang berdiameter 3.5 sm dan dalamnya 10.0 sm di keliling pokok nangka. Selepas itu sumber inokulum yang telah disediakan dimasukkan ke dalam lubang berkenaan dan ditutup semula dengan tanah asal yang dikeluarkan tadi (Sieverding 1991).



Gambar 1.0: Proses inokulasi kulat MVA pada pokok nangka semasa semaian

Manakala proses inokulasi kulat mikoriza di ladang dilakukan dengan cara membuat parit keliling di hujung kanopi pokok nangka sedalam 15 sm. Selepas itu sumber inokulum kulat yang telah disediakan dimasukkan ke dalam parit keliling pokok dengan sama rata dan akhirnya parit tersebut ditutup semula dengan tanah asal yang dikorek tadi (Sieverding 1991).



Gambar 2.0: Proses inokulasi kulat MVA pada pokok nangka semasa di ladang.

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Kandungan Nutrien N,P,K,Ca dan Mg Dalam Tanah

Keputusan kesan rawatan beberapa peringkat inokulasi kulat MVA didapati berbeza secara bererti ($p < 0.05$) terhadap kandungan N, P, K, Ca dan Mg dalam tanah. Pokok nangka yang menerima rawatan inokulasi kulat MVA mencatatkan kandungan N, P, K, Ca dan Mg dalam tanah yang lebih rendah berbanding dengan pokok nangka yang tidak diinokulasi (rajah 1, 2, 3, 4, 5). Bagi pokok nangka yang menerima inokulasi kulat MVA yang berterusan dari semasa semaian hingga ke ladang (rawatan b), mencatatkan kandungan N,P,K,Ca dan Mg yang terendah iaitu $155.47 \mu\text{gg}^{-1}$, $243.25 \mu\text{gg}^{-1}$, $65.83 \mu\text{gg}^{-1}$, $15.47 \mu\text{gg}^{-1}$, $44.93 \mu\text{gg}^{-1}$. Seterusnya pokok nangka yang menerima inokulasi kulat MVA sekali semasa di semaian (rawatan a), kandungan N,P,K,Ca dan Mg dalam tanah ialah $174.58 \mu\text{gg}^{-1}$, $314.94 \mu\text{gg}^{-1}$, $77.58 \mu\text{gg}^{-1}$, $16.54 \mu\text{gg}^{-1}$ dan $54.11 \mu\text{gg}^{-1}$, manakala pokok nangka yang menerima inokulasi kulat MVA sekali semasa di ladang (rawatan c), mempunyai kandungan N, P, K, Ca dan Mg sebanyak $346.08 \mu\text{gg}^{-1}$, $362.39 \mu\text{gg}^{-1}$, $75.64 \mu\text{gg}^{-1}$, $18.58 \mu\text{gg}^{-1}$ dan $57.50 \mu\text{gg}^{-1}$ secara respektif. Bagi pokok nangka yang tidak menerima rawatan inokulasi kulat MVA (rawatan d), kandungan N, P, K, Ca dan Mg dalam tanah ialah $673.92 \mu\text{gg}^{-1}$, $485.89 \mu\text{gg}^{-1}$, $101.50 \mu\text{gg}^{-1}$, $26.57 \mu\text{gg}^{-1}$ dan $72.36 \mu\text{gg}^{-1}$.

Keputusan ini sama dengan kajian oleh Baon (1983), ke atas tanaman koko; Babu et al. (1988) ke atas tanaman cili; Goh Wak Chai (2003) ke atas kacang ma dan Nor Herdawati (2000), ke atas anak pokok nangka madu var. MASTURA di mana kandungan nutrien dalam tanah lebih rendah pada pokok yang diberi rawatan kulat MVA berbanding tanpa mikoriza.

Ini membuktikan bahawa pokok nangka telah mengambil nutrien melalui penyerapan oleh akar bagi tujuan tumbesaran pokok. Stribley et al. (1980), menyatakan hubungan simbiosis di antara kulat MVA dengan akar perumah boleh meningkatkan penyerapan nutrien daripada tanah melalui peningkatan penyerapan oleh akar.

Hatting et al. (1973), mendapati hifa kulat MVA boleh menyerap nutrien yang berada lebih jauh dari akar tanaman yang diinokulasi dengan kulat MVA. Dalam kajian lain didapati jejari zon penyerapan nutrien adalah dua kali ganda luasnya oleh akar yang bermikoriza (Mosse 1981). Ini menunjukkan hifa kulat MVA boleh menolong meningkatkan keupayaan tanaman untuk menyerap nutrien yang tersedia dalam tanah.

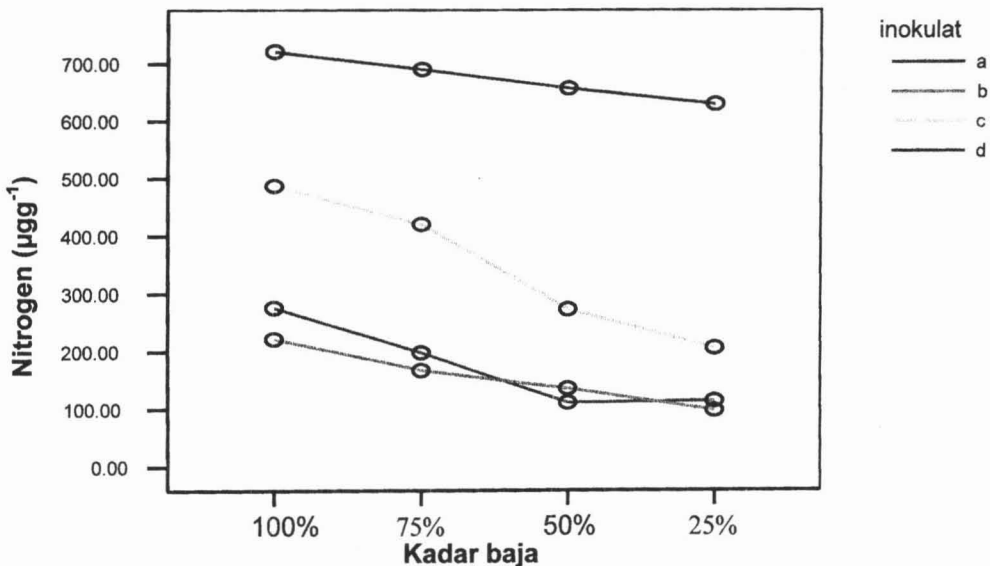
Bagi rawatan peringkat inokulasi kulat MVA yang berterusan dari semasa semaian hingga ke ladang (rawatan b), didapati kandungan nutrien dalam tanah adalah yang terendah, diikuti dengan inokulasi kulat MVA semasa di semaian (rawatan a). Ini membuktikan sekali lagi bahawa, kuantiti inokulum yang berterusan dan inokulasi pada peringkat awal mampu untuk meningkatkan penyerapan nutrien dari tanah. Daniels dan Menge (1981), menyatakan kuantiti inokulum yang banyak dan berterusan boleh meningkatkan jangkitan kulat MVA pada akar dan seterusnya mampu meningkatkan penyerapan

nutrien oleh akar dari tanah. Manakala inokulasi kulat MVA yang awal mampu meningkatkan kecekapan penyerapan nutrien dari tanah. Sanders et al. (1977), menyatakan kebanyakan spesies mikoriza mula menjangkiti akar dan berfungsi terhadap penyerapan nutrien dari dalam tanah selepas 10 hari diinokulasi dan jangkitan semakin meningkat pada bulan ke-2.

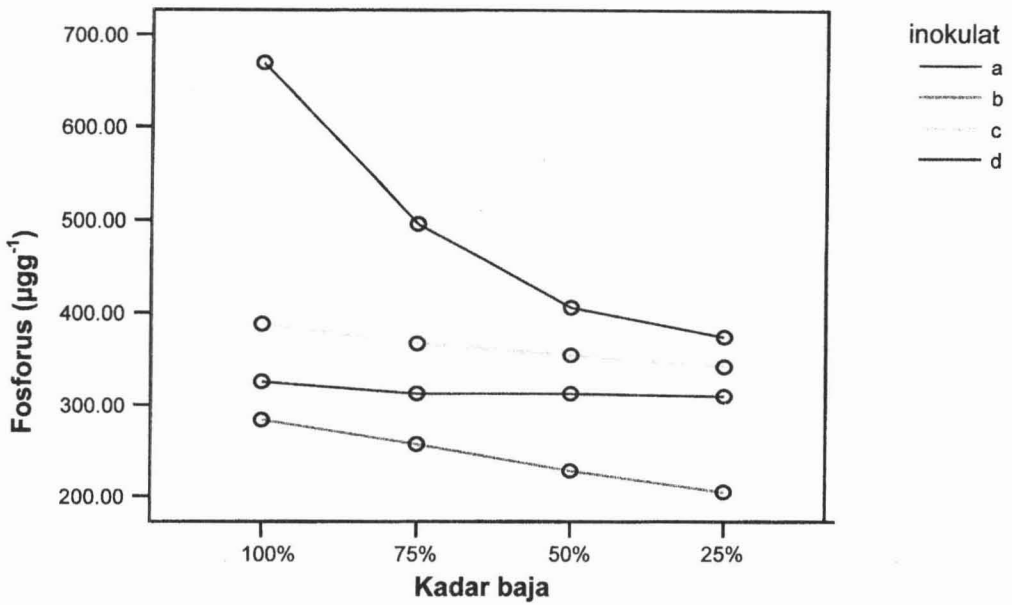
Bagi kombinasi antara rawatan beberapa peringkat inokulasi dengan empat kadar baja berbeza, jelas ditunjukkan bahawa terdapat interaksi antara kadar baja yang tinggi (100%), dengan kandungan nutrien dalam tanah. Iaitu pada semua rawatan peringkat inokulasi kulat MVA didapati berlaku penurunan kandungan nutrien dalam tanah apabila kadar baja dikurangkan (rajah 1, 2, 3, 4 dan 5). Ini sekali lagi membuktikan bahawa penyerapan nutrien oleh akar pokok nangka yang dijangkiti kulat MVA mampu menyerap lebih nutrien dari tanah menyebabkan kandungan nutrien itu sendiri menjadi kurang kandungannya dalam tanah.

Kandungan nutrien dalam tanah didapati rendah pada kadar baja yang rendah (25%) dan sederhana (50%). Ini mungkin disebabkan pengambilan nutrien oleh pokok yang lebih akibat daripada peratusan jangkitan kulat MVA pada akar pokok nangka. Goh Wak Chai (2003), mendapati penggunaan baja kimia yang rendah pada kacang ma menyebabkan kandungan nutrien dalam tanah adalah lebih rendah. Ini ada kaitannya dengan keupayaan akar pokok nangka yang dijangkiti dengan kulat MVA mampu menyerap lebih nutrien dari dalam tanah; peratus jangkitan kulat MVA yang tinggi terdapat pada tanah yang kurang subur atau kandungan nutrien yang rendah Azizah (1991).

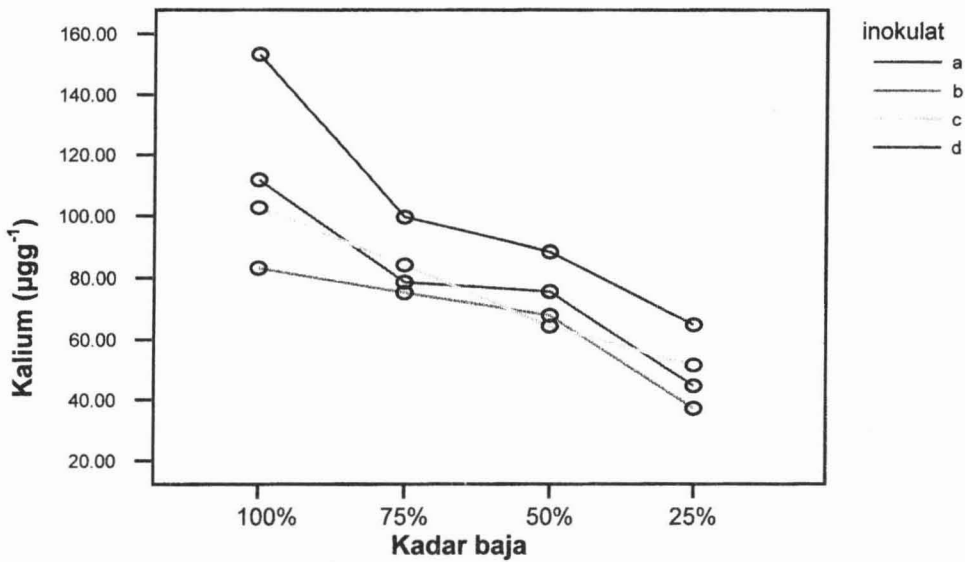
Keputusan ini selari dengan kajian oleh Bagyaraj dan Sreeramulu (1982) dan Omar Baki (1992) terhadap tanaman cili di mana terdapat kandungan nitrogen yang rendah pada kadar baja kimia yang sederhana daripada yang disyorkan. Ini menunjukkan kulat MVA kurang aktif dan kurang efisien dalam membantu akar tanaman menyerap nutrien jika diberi kadar baja yang tinggi.



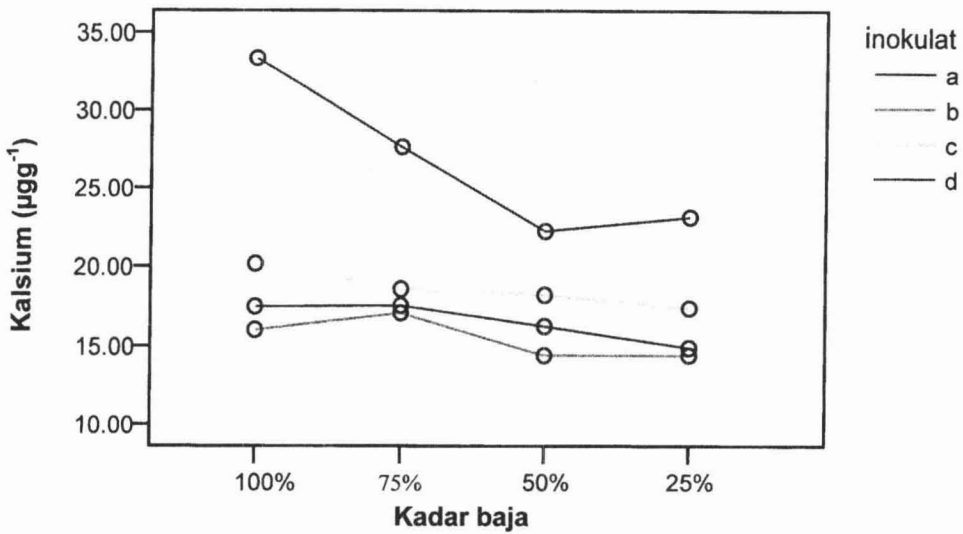
Rajah 1: Kandungan nitrogen ($\mu\text{g g}^{-1}$) dalam tanah selepas rawatan dengan beberapa peringkat inokulasi kulat MVA (rawatan A, B, C) dan tanpa inokulasi kulat MVA (rawatan D) serta kadar baja yang berbeza (25, 50, 75 dan 100%) pada umur pokok 11 bulan



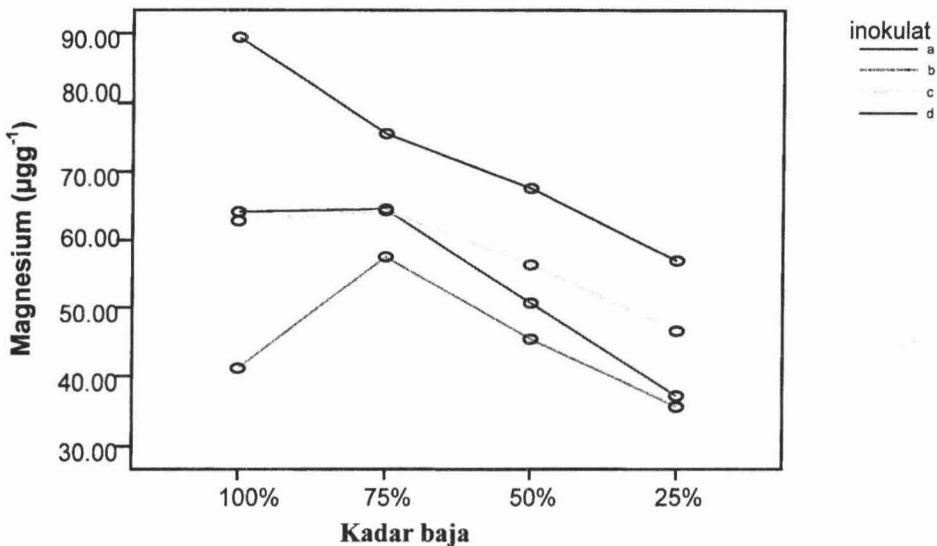
Rajah 2: Kandungan fosforus (μgg^{-1}) dalam tanah selepas rawatan dengan beberapa peringkat inokulasi kulat MVA (rawatan A, B, C) dan tanpa inokulasi kulat MVA (rawatan D) dengan kadar baja yang berbeza (25, 50, 75 dan 100%) pada umur pokok 11 bulan.



Rajah 3: Kandungan kalium (μgg^{-1}) dalam tanah selepas rawatan dengan beberapa peringkat inokulasi (rawatan A, B, C) dan tanpa inokulasi kulat MVA rawatan D) dan kadar baja yang berbeza (25, 50, 75 dan 100%) pada umur pokok 11 bulan.



Rajah 4: Kandungan kalsium (μgg^{-1}) dalam tanah selepas rawatan dengan beberapa peringkat inokulasi (rawatan A, B, C) dan tanpa inokulasi kulit MVA (rawatan D) dan kadar baja berbeza (25, 50, 75 dan 100%) pada umur pokok 11 bulan.



Rajah 5: Kandungan magnesium (μgg^{-1}) dalam tanah selepas rawatan dengan beberapa peringkat inokulasi kulit MVA (rawatan A, B, C) dan tanpa inokulasi kulit MVA (rawatan D) dengan kadar baja yang berbeza (25, 50, 75 dan 100%) pada umur pokok 11 bulan.

Kandungan Nutrien N,P,K, Ca dan Mg Dalam Tisu Daun Nangka

Keputusan kesan rawatan beberapa peringkat inokulasi kulit MVA adalah berbeza secara bererti ($p < 0.05$), terhadap kandungan N, P, K, Ca dan Mg dalam tisu daun. Inokulasi kulit MVA yang berterusan dari semaian hingga ke ladang (rawatan b), mencatat kandungan N, P, K, Ca dan Mg yang tertinggi dalam tisu daun nangka iaitu $184.79 \mu\text{gg}^{-1}$, $74.99 \mu\text{gg}^{-1}$, $200.27 \mu\text{gg}^{-1}$, $89.90 \mu\text{gg}^{-1}$, $31.80 \mu\text{gg}^{-1}$.

¹. Manakala kandungan N, P, K, Ca dan Mg bagi inokulasi sekali semasa di semaian (rawatan a) ialah $148.83 \mu\text{gg}^{-1}$, $53.78 \mu\text{gg}^{-1}$, $168.69 \mu\text{gg}^{-1}$, $75.93 \mu\text{gg}^{-1}$ dan $29.43 \mu\text{gg}^{-1}$. Kandungan N, P, K, Ca dan Mg bagi inokulasi kulat MVA sekali semasa di ladang (rawatan c) ialah $129.84 \mu\text{gg}^{-1}$, $50.29 \mu\text{gg}^{-1}$, $183.69 \mu\text{gg}^{-1}$, $74.54 \mu\text{gg}^{-1}$ dan $27.27 \mu\text{gg}^{-1}$ manakala bagi rawatan tanpa inokulasi kulat MVA (rawatan d) kandungannya ialah $60.89 \mu\text{gg}^{-1}$, $32.19 \mu\text{gg}^{-1}$, $62.40 \mu\text{gg}^{-1}$, $39.94 \mu\text{gg}^{-1}$ dan $14.62 \mu\text{gg}^{-1}$.

Kesan baik kulat MVA ke atas tanaman perumah telah dibuktikan oleh Azizah (1986), melalui kajian ke atas tanaman seperti koko. Peningkatan pengambilan nutrien oleh pokok yang diinokulasi kulat MVA telah membuktikan kecekapan kulat dalam pengambilan unsur-unsur nitrogen, fosforus, kalium, kalsium dan magnesium (Mulongoy et al. 1988).

Blal (1970) menyatakan bahawa kulat MVA dapat bersimbiosis dengan tanaman sehingga tumbesaran tanaman dapat meningkat kerana meningkatnya penyerapan unsur fosforus dan unsur-unsur lain (dalam Sri Winarsih 1996). Mikoriza akan memperluas permukaan sistem perakaran sehingga dapat memberikan kemudahan penyerapan mineral dan air dari dalam tanah dengan lebih cekap.

Baon (1986), juga mendapati kandungan nutrien makanan makro dan mikro dalam tisu daun serta pengambilan fosforus dari tanah lebih baik pada tanaman koko yang telah diinokulasi dengan kulat MVA. Mosse (1973) dan Menge et al. (1978), pula menyatakan mikoriza dapat menyerap beberapa kali lebih banyak fosfat daripada tanah berbanding dengan akar yang tidak dijangkiti oleh kulat mikoriza.

Dalam kajian lain, Zakiyyah (1999), mendapati peratus nitrogen dalam tanaman kangkung yang bermikoriza adalah lebih tinggi berbanding tanpa mikoriza. Selain itu mikoriza bukan sahaja dapat meningkatkan kandungan nitrogen dalam tisu daun tetapi juga unsur fosforus (Buwalda et al. 1982). Manakala Azizah (1991), melaporkan tanaman yang bermikoriza mampu menyerap 70-80% nutrien berbanding tanaman tanpa mikoriza yang hanya menyerap 50% sahaja. Penyerapan nutrien yang cekap ini dapat mengurangkan penggunaan dan pembaziran baja.

Bagi nutrien lain Rhodes dan Gendermann (1975), menyatakan tanaman yang bermikoriza dapat mengambil kalsium yang lebih tinggi berbanding tanaman tanpa mikoriza. Begitu juga Mosse (1973) dan Azizah et al. (1996) mendapati kandungan kalium dan mangan adalah lebih tinggi pada tanaman yang bermikoriza.

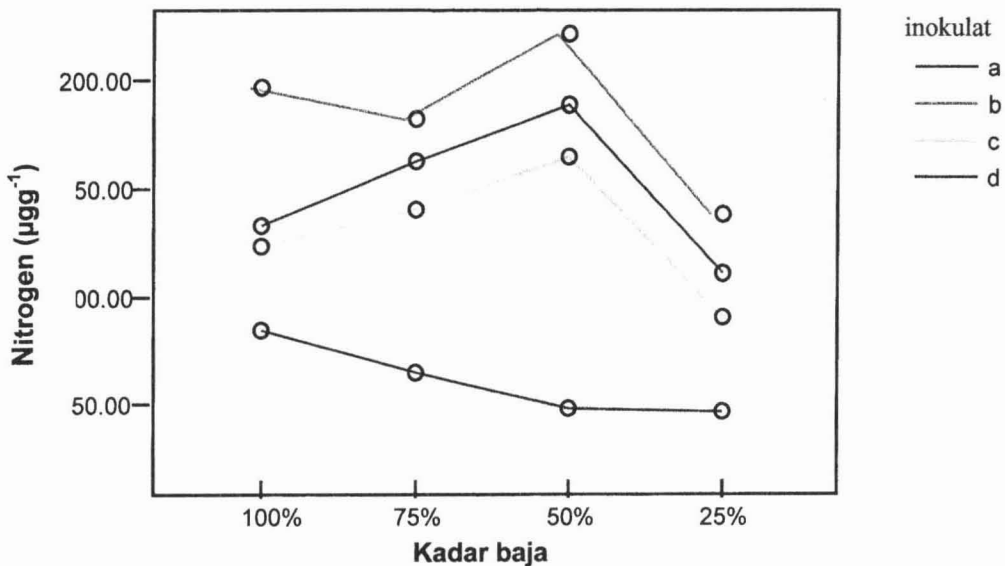
Peningkatan kandungan nutrien dalam tisu daun adalah akibat dari perkembangan akar yang lebih baik, yang dipengaruhi oleh kulat MVA (Joners 1982). Selain itu juga akar mempunyai beberapa mekanisme pengambilan nutrien iaitu :

- i. Sebaran miselium kulat yang meluas akan bertindak sebagai satu jambatan yang menghubungkan nutrien dengan akar. Ia secara langsung akan mengurangkan jarak pergerakan nutrien dari tanah ke akar tanaman yang membolehkan kadar pergerakan nutrien ke akar adalah lebih cepat (Sanders dan Tinker 1971);
- ii. Hubungan simbiosis yang wujud antara akar tanaman dengan kulat MVA menyebabkan akar lebih aktif dalam penguraian nutrien fosforus yang larut dan yang tidak larut (Gianinazzi-Pearson 1985);
- iii. Keupayaan hifa kulat mengubahsuaikan ketersediaan nutrien yang akan diambil oleh akar tumbuhan (Abbot dan Robson 1984); dan
- iv. Wujudnya satu sistem penyebaran yang lebih berkesan melalui penambahan isipadu tanah yang boleh diterokai untuk proses penyerapan (Bowen dan Cartwright 1977).

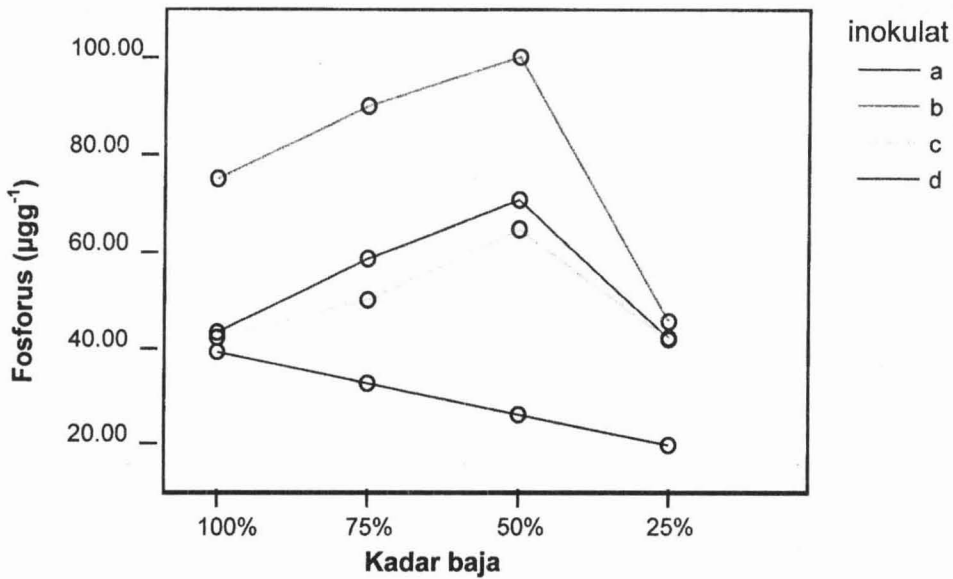
Bagi rawatan beberapa peringkat inokulasi kulat MVA, didapati inokulasi yang berterusan dari semasa semaian hingga ke ladang (rawatan b), mencatatkan kandungan nutrien yang tertinggi dalam tisu daun nangka. Ini kerana inokulasi yang berterusan dapat membekalkan inokulum yang lebih untuk meningkatkan peratus jangkitan kulat MVA pada akar pokok nangka. Seterusnya peratus jangkitan kulat yang tinggi pada akar pokok nangka akan meningkatkan keupayaan akar untuk menyerap nutrien dari tanah untuk dihantar ke bahagian daun dan juga bahagian pokok yang lain untuk tumbesaran pokok nangka seterusnya.

Kesan kombinasi antara rawatan beberapa peringkat inokulasi kulat MVA dan kadar baja yang berlainan adalah berbeza secara bererti ($p < 0.05$) terhadap kandungan N,P,K,Ca dan Mg dalam tisu daun. Inokulasi yang berterusan dari semasa semaian hingga ke ladang (rawatan b), inokulasi sekali semasa di semaian (rawatan a) dan inokulasi sekali semasa di ladang (rawatan c), kandungan nitrogen dalam tisu daun yang tertinggi ialah pada kadar baja 50% (rawatan 3), iaitu $221.77 \mu\text{gg}^{-1}$, $188.77 \mu\text{gg}^{-1}$, dan $164.86 \mu\text{gg}^{-1}$. Manakala rawatan tanpa inokulasi (rawatan d), kandungan nitrogen yang tertinggi ialah pada kadar baja 100% (rawatan 1), iaitu $84.52 \mu\text{gg}^{-1}$ (rajah 16).

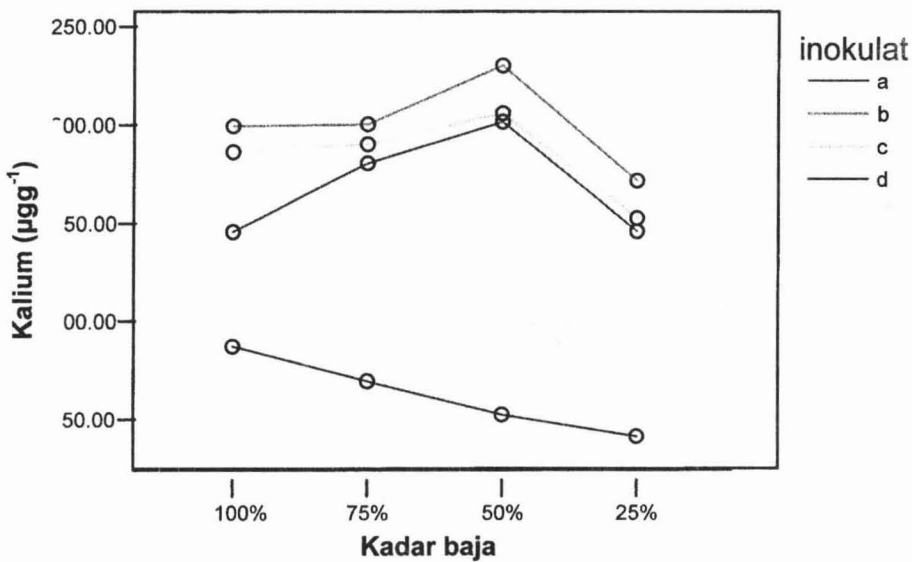
Ini dapat digambarkan melalui graf kandungan nutrien dalam tisu daun yang berbentuk kuadratik (rajah 6,7,8,9 dan 10). Keputusan ini adalah selari dengan beberapa kajian terdahulu. Kok Cheong Meng (1990), mendapati peratus kandungan nitrogen paling tinggi pada tanaman ubi keledak apabila dibaja dengan kadar yang sederhana daripada yang disyorkan. Keputusan ini disokong oleh Chambers et al. (1980), yang menyatakan tanaman bermikoriza yang dibaja dengan kadar yang sederhana membuktikan kecekapan dan keberkesanan kulat MVA dalam pengambilan nutrien. Bagyaraj dan Sreeramulu (1982), juga melaporkan penggunaan baja pada kadar yang rendah dapat meningkatkan kandungan fosforus dalam tisu pokok bermikoriza. Manakala bagi pokok nangka yang tidak diinokulasi dengan kulat MVA, pengambilan nutrien nitrogen, fosforus, kalium, kalsium dan magnesium didapati meningkat secara linear tetapi pada kadar yang kecil dengan bertambahnya penggunaan baja. Kok Cheong Meng (1990), sekali lagi mendapati kandungan nitrogen, fosforus, kalium, kalsium dan magnesium dalam daun cili adalah tinggi pada penggunaan kadar baja kimia yang tinggi dengan tanpa inokulasi kulat MVA



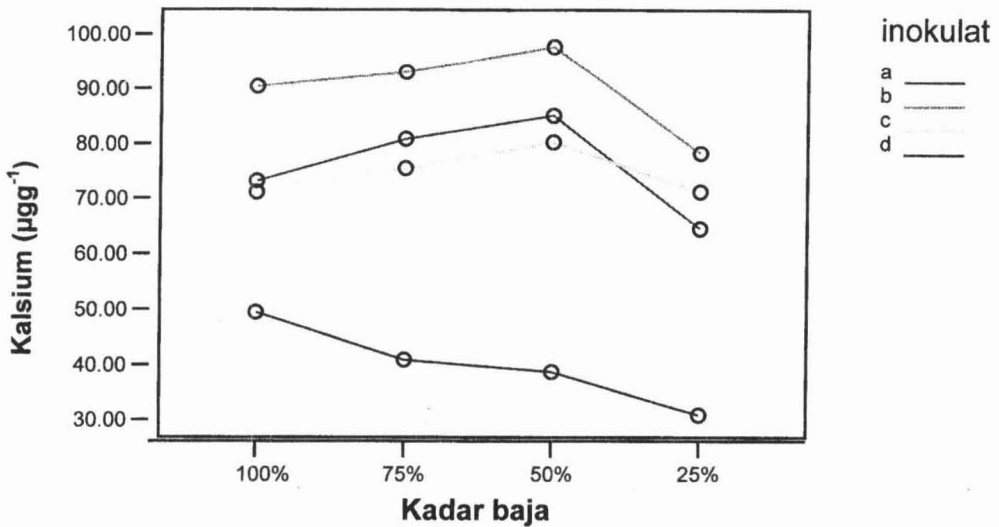
Rajah 6: Kandungan nitrogen (μgg^{-1}) dalam tisu daun dengan rawatan beberapa peringkat inokulasi kulat MVA (rawatan A, B, C) dan tanpa inokulasi kulat MVA (rawatan D) dengan kadar baja yang berbeza (25, 50, 75 dan 100%) pada umur pokok 11 bulan



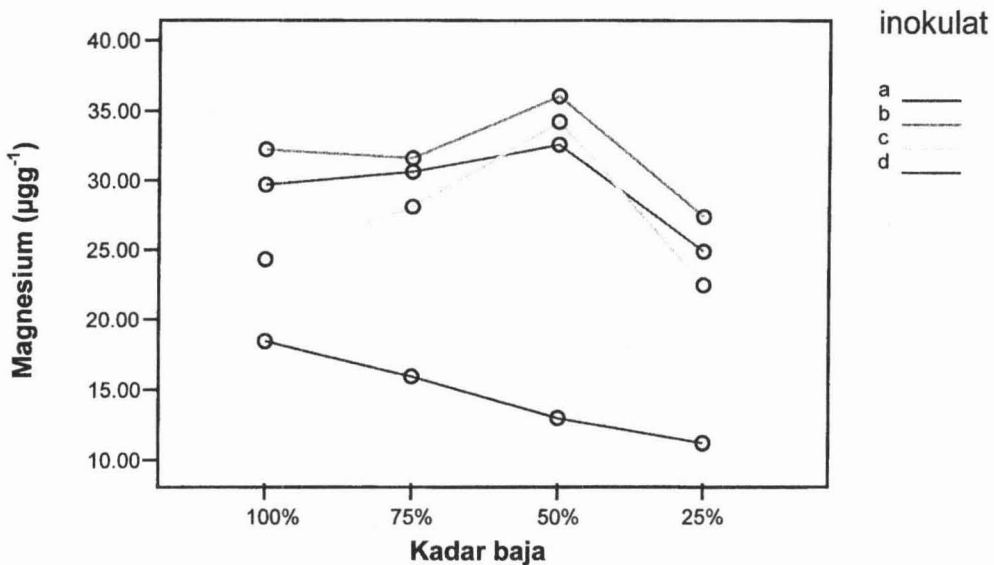
Rajah 7: Kandungan fosforus (μgg^{-1}) dalam tisu daun dengan beberapa peringkat inokulasi kulat MVA (rawatan A, B, C) dan tanpa inokulasi kulat MVA (rawatan D) dengan kadar baja yang berbeza (25, 50, 75 dan 100%) pada umur pokok 11 bulan.



Rajah 8: Kandungan kalium (μgg^{-1}) dalam tisu daun dengan rawatan beberapa peringkat inokulasi kulat MVA (rawatan A, B, C) dan tanpa inokulasi kulat MVA (rawatan D) dengan kadar baja berbeza (25, 50, 75 dan 100%) pada umur pokok 11 bulan.



Rajah 9: Kandungan kalsium (μgg^{-1}) dalam tisu daun selepas rawatan beberapa peringkat inokulasi kulat MVA (rawatan A, B, C) dan tanpa inokulasi kulat MVA (rawatan D) dengan kadar baja berbeza (25, 50, 75 dan 100%) pada umur pokok 11 bulan.



Rajah 10: Kandungan magnesium (μgg^{-1}) dalam tisu daun dengan rawatan beberapa peringkat inokulasi kulat MVA (rawatan A, B, C) dan tanpa inokulasi kulat MVA (rawatan D) dengan kadar baja yang berbeza (25, 50, 75 dan 100%) pada umur pokok 11 bulan.

KESIMPULAN

Hasil kajian mendapati bahawa kandungan nutrien N, P, K, Ca dan Mg dalam tanah adalah lebih rendah pada rawatan inokulasi kulat MVA berbanding tanpa inokulasi. Begitu juga kandungan nutrien tersebut didapati terendah pada inokulasi kulat MVA yang berterusan dari semasa semaian hingga ke

ladang (rawatan b), berbanding inokulasi sekali samada semasa di semaian (rawatan a) atau inokulasi sekali semasa di ladang (rawatan c).

Manakala kandungan nutrien N, P, K, Ca dan Mg dalam tisu daun nangka berlaku sebaliknya iaitu kandungan nutrien tersebut didapati lebih tinggi pada pokok nangka yang diinokulasi dengan kulat MVA berbanding tanpanya. Begitu juga dengan kandungan nutrien adalah yang tertinggi pada inokulasi kulat MVA yang berterusan dari semasa semaian hingga ke ladang (rawatan b), berbanding inokulasi sekali samada semasa di semaian (rawatan a) atau inokulasi sekali semasa di ladang (rawatan c).

Oleh yang demikian melalui kajian ini dapatlah dirumuskan bahawa inokulasi kulat MVA dapat meningkatkan kandungan nutrien dalam tisu daun nangka. Manakala melalui inokulasi kulat MVA yang berterusan dari semaian hingga ke ladang dan kombinasi kadar baja 50% mencatatkan kandungan nutrien yang tertinggi pada tisu daun. Ini penting kerana nutrien ini diperlukan untuk tumbesaran pokok nangka. Ini secara langsung dapat menjimatkan penggunaan baja kimia separuh daripada yang disyorkan.

RUJUKAN

- Abbot, L.K. and Robson, A.D. (1977). The distribution and abundance of vesicular-arbuscular endophytes in some Western Australian soils. *Australian Journal of Botany* (25), pp 515-522.
- Abbot, L.K. and Robson, A.D. (1984). The effect of mycorrhizae on plant growth. In: C.L.I. Powell and D.J. Bagyaraj, *VA Mycorrhizae*, CRC Press, Boca Raton, Florida, pp 113-130.
- Azizah, H. (1986). The VAM endophyte and its implication to Malaysian Agriculture. *PhD Thesis*, UKM, Malaysia.
- Azizah, H. (1991). Effects of fertilizer and endomycorrhizal inoculum on growth and nutrient uptake of cocoa seedlings. *Bio. Fert. Soil* (11), pp 250-254.
- Azizah, H., Omar, M. and Hall, I. R. (1996). Response of winged bean to mycorrhizae inoculation on pots and field trials. *Pertanika Journal Tropical Agric. Soil* 19(1), pp 17-32.
- Azizah, H. (1999). The endomycorrhizal fungi for soil management of year 2020. *Nastologi Publication Meerut*, India.
- Babu, S.R., Lokerswar, D., Rao, N.S. and Bashkar Roa, B.R. (1988). The response chili (*Capsicum annum* L) plants to early inoculation with mycorrhizal fungi at different levels of phosphorus. *J. Hort. Sc.* 63(2), pp 315-320.
- Baon, J.B. (1983). Mikoriza : Peranan serta kemungkinan pengembangannya dalam lapangan perkebunan, *Menara Perkebunan*, Indonesia. pp 110-120.
- Baon, J.B. (1986). Tanggapan bibit coklat terhadap inokulasi MVA. *Menara Perkebunan* 54(1), pp 11-17.
- Bagyaraj, D.J. and Sreeramulu, K.R. (1982). Preinoculation with VAM improved growth and yield of chilli transplanted in the field and saved phosphate fertilizer. *Plant and Soil* (69), pp 375-381.
- Bevege, D.I. (1972). In *VA Mycorrhiza* (Powell, C.L. and Bagyaraj, ed) C.R.C Press Florida, pp 35-53.
- Bowen, G.D. and Cartwright, B. (1977). Mechanism and models in plant nutrition. In: *Soil factors in crop production in a semiarid environment*, Rusell, J.S. & Greacen, E.L., eds. University of Queensland Press. pp 197-223.
- Buwalda, J.G. Ross, G.J.S., Stribley, D.P. and Tinker, T. (1982). The development of endomycorrhizal root systems. The mathematical analysis of effects of P on the spread of VAM infection in root systems. *New Phytologist* (92), pp 391-399.

- Chambers, C.A., Smith, S.E and Smith, F.A. (1980). Effects of ammonium and nitrate ions on mycorrhizal infection, *Phytology* (85), pp 47-52.
- Goh Wak Chai (2003). Kesan interaksi mikoriza vesicular-arbuskular (MVA) dan baja ke atas pertumbuhan pokok kacangma, *Leonurus sibiricus*. Thesis, *Universiti Sains Malaysia*, Pulau Pinang.
- Gianinazzi-Pearson, V. (1985). Mycorrhizal effectiveness in phosphate nutrition : How, when and where ? In: Molina, R. (ed). *Proceedings of the 6th North American Conference on Mycorrhizae*, Bend. Oregon, pp 150-154.
- Hatting, M.J., Gary, L.E. and Gendemann, J.W. (1973). Uptake and translocation of phosphate to onion roots by endomycorrhizal fungi. *Soil Science*. (115), pp 383-387.
- Joners, H.G. (1982). Fertilizers and soil fertility. *Reston Publication Co. Reston Virginia, USA*, pp 133-188.
- Kok Cheong Meng (1990). Kesan kulat MVA dan fosforus ke atas pertumbuhan keratan keledak (*Ipomoea batatas* L). Thesis *Universiti Putra Malaysia*, Serdang.
- Menge, J.A., Steirle, O., Bagyaraj, D.J., Johnson, E.L. and Leonard, R.T. (1978). Phosphorus concentrations in plants responsible for inhibition of mycorrhizal infection. *New Phytology*. (80), pp 575-578.
- Menge, J. A. (1984). Inoculum production. In: C.L. Powell and Bagyaraj, D.J. *VA mycorrhiza*. CRC Press. Boca Raton, Florida, pp 187-199.
- Mosse, B. (1973). Plant growth response to VAM In: Soil given additional phosphate. *New Phytologist* (72), pp 127-136.
- Mosse, B. (1981). VAM research for tropical agriculture. *Hawaii Institute of Tropical Agricultural and Human Research*, University of Hawaii.
- Mulongoy, K., Callens, A. and Okagun, J.A. (1988). Different in mycorrhizal infection and P uptake of sweet potato cultivars (*Ipomoea batatas* L.) during their early growth in three soil. *Biology Fertility of Soils* (7), pp 1-10.
- Nor Herdawati (2000). Interaksi kulat MVA dan baja ke atas kacang nangka baru *Artocarpus heterophyllus* cultivar MASTURA (CJ-USM 2000), *Bachelor Thesis*, *University Sains Malaysia*, Penang.
- Omar Baki, Z.A. (1992). Kesan pembajaan ke atas pertumbuhan dan penghasilan tanaman cili yang diinokulasi Mikoriza Vesikul-Arbuskul, *Bachelor Thesis*, *University Putra Malaysia*, Serdang.
- Rhodes, C.H. and Gendemann, J.W. (1975). Phosphate uptake zones of mycorrhizal and non-mycorrhizal onions. *New Phytology*. (75), pp 555-561.
- Ross, J.P. and Harper, J.A. (1970). Effect of endogone mycorrhizal on soybean yields. *Phytopathology* (60), pp 1552.
- Rusell, E.W. (1979). *The soil root interface*. Academic Press. London, pp 215-218.
- Sanders, F.E. and Tinker, P.B. (1971). Mechanisme of absorption of phosphate from soil by endogone mycorrhizae. *Nature London*, (233), pp 278-279.
- Sanders, F.E., Tinker, P.B., Black, R.L.B and Palmerley, S.M. (1977). The development of endomycorrhizal root systems. Spread of infection and growth promotions effects with four species of vasicular-arbuscular endophytes. *New Phytology* (78), pp 257-268.
- Sieverding, E. (1991). *VAM management in Tropical Agro System*. Deutscher Gesellschaft for. Germany.

- Siqueira, J.O. and Paula, M.A. (1986). Efeitos da Micorrizas vesícula-arbusculares na nutrição e aproveitamento de fósforo pela em *Bol. Carrdv. Rev. Brus.Cli. Solo.* (10), pp 97-102.
- Sri Winarsih (1996). Effect of phosphorus sources and mycorrhizal infection on growth of in vitro coffee plantlets. *Pelita Perkebunan*, Indonesia, 12(1), pp 16-24.
- Stribley, D.P., Tinker, P.B. and Rayner, J.H. (1980). Relation of internal phosphorus concentrations and plant weight infected by VAM. *New Phytologist.* (86), pp 261-266.
- Zakiyyah (1999). Pertumbuhan Kangkung (*Ipomoea reptans*) dan kacang tanah (*Arachis hypogea*) dengan rawatan kulat MVA pada media dan paras baja berbeza, *Bachelor Thesis* University Putra Malaysia, Serdang.