

Kesan Inokulasi Kulat Mikoriza Vesikular-arbuskular (MVA) Terhadap Tumbuhan Pokok Nangka Madu (*Artocarpus Heterophyllus*) Varieti MASTURA (CJ-USM 2000)

Norman Haji Kasiran
Zainal Abidin Abd. Aziz

ABSTRAK

Kajian inokulasi kulat MVA terhadap tumbuhan pokok nangka madu (Artocarpus heterophyllus) var. MASTURA telah dijalankan di ladang. Empat rawatan beberapa peringkat inokulasi kulat MVA diberikan ke atas pokok nangka iaitu (a) inokulasi yang berterusan dari semaian hingga ke ladang, (b) inokulasi sekali semasa semaian, (c) inokulasi sekali semasa di ladang dan (d) tanpa inokulasi kulat MVA yang bertindak sebagai kawalan. Keputusan mendapati inokulasi kulat MVA adalah signifikan pada $p < 0.05$ terhadap tinggi pokok, bilangan cabang, ukur lilit pangkal batang dan bilangan daun baru. Inokulasi yang berterusan dari semaian hingga ke ladang mencatatkan purata tinggi pokok, bilangan cabang, ukur lilit pangkal batang dan bilangan daun baru yang tertinggi berbanding rawatan yang lain.

Kata Kunci: Kulat MVA, Tumbuhan

Pengenalan

Pada masa kini perkembangan industri buah-buahan di Malaysia telah menunjukkan kemajuan yang amat menggalakkan. Malaysia telah mengeksport buah-buahan ke pasaran antarabangsa di samping permintaan pasaran tempatan yang semakin meningkat (Yusof 1992).

Pengeluaran nangka juga telah meningkat daripada 12,479 matrik tan dalam tahun 1989 kepada 30,895 matrik tan pada tahun 1997. Begitu

juga keluasan tanaman nangka telah meningkat daripada 2,297 hektar pada tahun 1981 kepada 2,693 hektar dalam tahun 1998 (Anon 2000).

Kos pengurusan perladangan tanaman buah-buahan adalah tinggi khususnya di kawasan tanah yang rendah kandungan nutriennya dan tanah yang bermasalah. Adalah dianggarkan perbelanjaan bagi pembajaan tanaman buah-buahan adalah melebihi 20% dari jumlah kos pengurusan ladang. Hal ini diikuti dengan kenaikan harga bahan kimia seperti baja dan racun yang akan meningkatkan lagi kos keseluruhan pengurusan ladang (Mohd Idris 1991).

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 fosfat 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 mempertingkatkan luas permukaan akar di dalam tanah. Peranan ini dapat dimainkan oleh kulat MVA.

Kulat mikoriza vasikular-arbuskular (MVA) telah ditemui di pertengahan abad ke-19. Kulat MVA didapati tersebar luas dalam pelbagai jenis tanah. Kulat MVA penting kerana ia berkebolehan bersaling-hubung secara simbiosis dengan kebanyakan spesies tanaman peringkat tinggi. Kulat MVA hanya menjangkiti bahagian korteks luar akar sahaja. Ini berbeza dengan infeksi oleh kulat patogenik yang selalunya merebak ke dalam tisu-tisu sel akar (Mosse 1981). Malah kehadiran kulat MVA ini tidak menunjukkan sebarang simptom serangan penyakit, sebaliknya jalinan miselium kulat ini yang mengkoloni dan menjangkiti akar tumbuhan perumah membantu meluaskan penyerapan nutrien dan air kepada perumah. Ini seterusnya menggalakkan proses tumbesaran serta meningkatkan produktiviti tumbuhan perumah. Schenck et. al. (1984), melaporkan beberapa spesies tanaman terutamanya yang mempunyai perkembangan akar rambut yang terhad didapati amat bergantung kepada kehadiran kulat MVA untuk tumbesaran secara normal.

Menurut Azizah (1999), kulat MVA dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan pada masa yang sama mengurangkan penggunaan baja dan tenaga buruh. Azizah (1991) 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% sahaja. Penyerapan yang cekap 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.

Menurut Ames et. al. (1983), miselium kulat MVA dapat meluaskan zon rizosfera akar dalam tanah. Comel et. al. (1991), menyatakan miselium kulat MVA didapati mampu untuk melintang sejauh 90 mm dari zon bebas tanah. Dengan ini pertambahan keluasan kawasan jajahan rizosfera akan meningkat sebanyak 50 kali ganda (Curl dan Truelove 1986). Bethlenfalvay dan Schwep (1994), melaporkan miselium luar kulat dapat memegang partikel-partikel tanah dan juga membantu dalam mengekalkan keseimbangan struktur tanah khususnya tanah pasir.

Berdasarkan beberapa penemuan kulat MVA hidup secara simbiosis dengan tanaman khususnya pokok buah-buahan dan kemampuan kulat ini untuk membantu, seterusnya meningkatkan pengambilan nutrien serta toleransi tumbuhan terhadap penyakit bagi tumbesaran pokok yang baik, maka ia diperkenalkan kepada tanaman nangka madu var. MASTURA sebagai biobaja untuk membaiki kesuburan tanah dan kerintangan terhadap penyakit. Seterusnya dapat mengurangkan kos pembajaan dalam pengurusan ladang bagi meningkatkan pendapatan bersih dan bagi membolehkan tanaman nangka madu var. MASTURA ini mampu berdaya saing dengan tanaman buah-buahan yang lain.

Objektif Kajian

Objektif kajian ini adalah seperti berikut:

- mengkaji kesan inokulasi kulat MVA sebagai biobaja terhadap tumbesaran pokok nangka madu var. MASTURA.
- mencari peringkat yang paling sesuai inokulasi kulat MVA untuk tumbesaran pokok nangka madu var. MASTURA.

Bahan dan Kaedah

Kajian ini telah dilakukan dengan penanaman benih pokok nangka madu var. MASTURA (CJ-USM 2000) ke ladang. Pemerhatian dilakukan setiap bulan selama 11 bulan berturut-turut dengan pengambilan data seperti tinggi pokok, ukur lilit pangkal batang, bilangan cabang dan bilangan daun baru yang tumbuh.

Proses Inokulasi Kulat MVA pada Pokok Nangka

Jenis inokulum kulat MVA yang digunakan ialah dari jenis tempatan yang diperolehi daripada perumah *Setaria anceps* iaitu sejenis rumput yang telah dikenal pasti mengandungi inokulum kulat MVA dari genus *Glomus*. Inokulum ini terdiri dari tanah yang berspora, miselium dan akar perumah yang telah dijangkiti spora MVA. Sieverding (1991), melaporkan sebanyak 300 hingga 400 gram sumber inokulum diperlukan untuk inokulasi yang berjaya.

Dari 144 pokok nangka madu var. MASTURA yang diperuntukkan, 36 pokok diinokulasi dengan kulat MVA dari semasa semaian hingga ke ladang setiap dua bulan, 36 pokok diinokulasi sekali semasa di semaian, 36 pokok diinokulasi semasa menanam di ladang. Manakala 36 pokok lagi tidak diinokulasi dengan kulat MVA yang bertindak sebagai kawalan.

Reka Bentuk Kajian

Kajian ini telah menggunakan reka bentuk blok rawak lengkap (RCBD) iaitu 4 x 4 x 9 replikasi.

Kajian Tumbesaran

Kajian melibatkan beberapa data tumbesaran pokok nangka var. MASTURA, iaitu ketinggian pokok, ukur lilit pangkal batang, bilangan cabang dan bilangan daun baru yang tumbuh. Pengukuran dilakukan bermula dari tapak semaian iaitu sebulan selepas proses inokulasi kulat MVA dan diulang setiap bulan sehingga di ladang dan pada akhir kajian iaitu pada bulan ke-11.

Analisis Data

Semua data yang diperolehi dianalisis untuk mendapatkan purata dan ANOVA dengan menggunakan program Statistical Package for the Social Science (SPSS) version 12. Purata dibandingkan dengan menggunakan Ujian Tukey HSD.

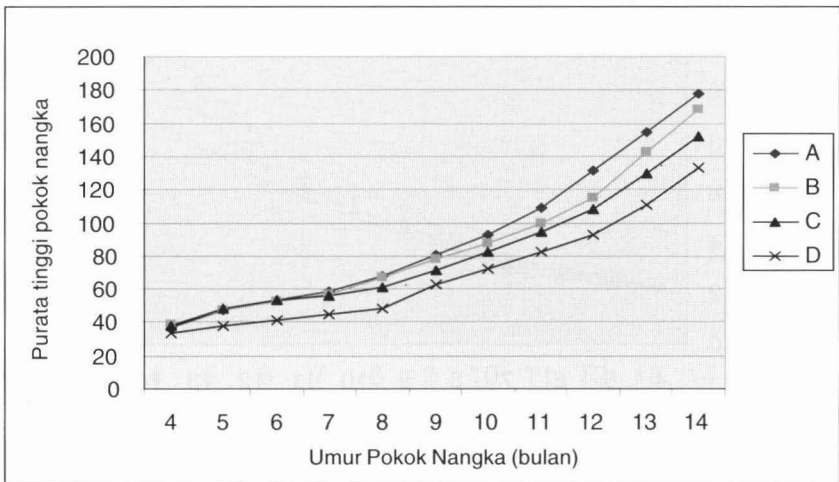
Keputusan

Ketinggian Pokok

Ujian statistik analisis varian (ANOVA) menunjukkan kesan rawatan beberapa peringkat inokulasi kulat MVA, adalah signifikan pada $p < 0.05$ terhadap purata ketinggian pokok nangka madu var. MASTURA sehingga umur pokok 11 bulan.

Rajah 1.1 menunjukkan purata tinggi (sm) pokok nangka madu var. MASTURA dengan beberapa inokulasi (rawatan A, B, C) dan tanpa inokulasi kulat MVA (rawatan D) sehingga umur pokok 11 bulan selepas rawatan. Keputusan keseluruhan menunjukkan purata ketinggian pokok nangka madu var. MASTURA yang diinokulasi dengan kulat MVA adalah lebih tinggi berbanding dengan pokok yang tidak diinokulasi.

Pokok nangka yang menerima rawatan inokulasi kulat MVA yang



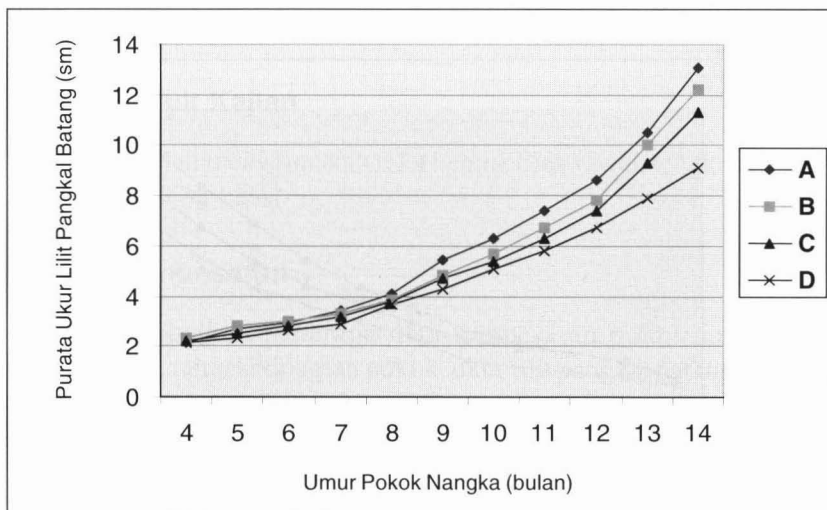
Rajah 1.1: Purata Tinggi Pokok Nangka (sm) dengan Rawatan Beberapa Inokulasi Kulat MVA (A,B,C) Dan Tanpa Inokulasi Kulat MVA (D)

berterusan dari semasa semaian hingga ke ladang (rawatan A), mencatatkan purata ketinggian pokok yang tertinggi iaitu 82.29 sm, diikuti dengan inokulasi kulat MVA sekali semasa semaian (rawatan B) iaitu purata tinggi pokok 72.88 sm dan inokulasi kulat MVA sekali semasa di ladang (rawatan C) iaitu purata tinggi pokok 69.45 sm. Manakala pokok nangka yang tidak diinokulasi kulat MVA (rawatan D) purata tingginya ialah 61.48 sm.

Ukur Lilit Pangkal Batang

Ujian statistik analisis varian (ANOVA) juga menunjukkan kesan rawatan beberapa peringkat inokulasi kulat MVA adalah signifikan pada $p < 0.05$ terhadap purata ukur lilit pangkal batang pokok nangka madu var. MASTURA sehingga umur pokok 11 bulan.

Rajah 2.1 menunjukkan purata ukur lilit pangkal batang nangka madu var. MASTURA bagi rawatan beberapa peringkat inokulasi (rawatan A, B, C) dan tanpa inokulasi kulat MVA (rawatan D) sehingga umur pokok 11 bulan selepas rawatan. Pada amnya, pokok nangka yang diinokulasi dengan kulat MVA mencatatkan purata ukur lilit pangkal batang pokok nangka yang lebih tinggi berbanding pokok nangka yang tidak diinokulasi dengan kulat MVA.



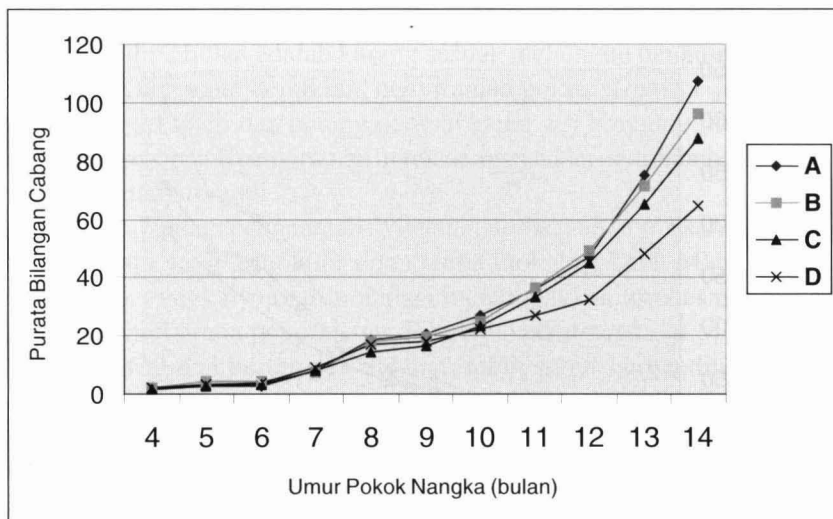
Rajah 2.1: Purata Ukur Lilit Pangkal Batang (sm) Pokok Nangka dengan Rawatan Beberapa Inokulasi Kulat MVA (A, B, C) dan Tanpa Inokulasi Kulat MVA (D)

Pokok nangka yang diinokulasi kulat MVA yang berterusan dari semasa semaian hingga ke ladang (rawatan A) mencatatkan purata ukur lilit pangkal batang yang tertinggi iaitu 5.63 sm berbanding pokok nangka yang diinokulasi kulat MVA sekali semasa semaian (rawatan B) iaitu 5.02 sm dan pokok nangka yang diinokulasi kulat MVA sekali semasa menanam di ladang (rawatan C) iaitu 5.01 sm. Manakala pokok nangka yang tidak diinokulasi kulat MVA (rawatan D) purata ukur lilit pangkal batang ialah 4.41 sm.

Bilangan Cabang Pokok

Ujian statistik analisis varian (ANOVA) menunjukkan kesan rawatan beberapa peringkat inokulasi kulat MVA adalah signifikan pada $p < 0.05$ terhadap purata bilangan cabang pokok nangka madu var. MASTURA sehingga umur pokok 11 bulan.

Rajah 3.1 menunjukkan purata bilangan cabang pokok nangka madu var. MASTURA dengan rawatan beberapa peringkat inokulasi kulat MVA (rawatan A, B, C) dan tanpa inokulasi kulat MVA (rawatan D) pada pokok nangka madu var. MASTURA sehingga umur pokok 11 bulan selepas rawatan. Keputusan keseluruhan menunjukkan purata bilangan cabang pokok nangka madu var. MASTURA yang diinokulasi



Rajah 3.1: Purata Bilangan Cabang Pokok Nangka Madu Var. MASTURA dengan Rawatan Beberapa Inokulasi (Arawatan A, B, C) dan Tanpa Inokulasi Kulat MVA (Rawatan D).

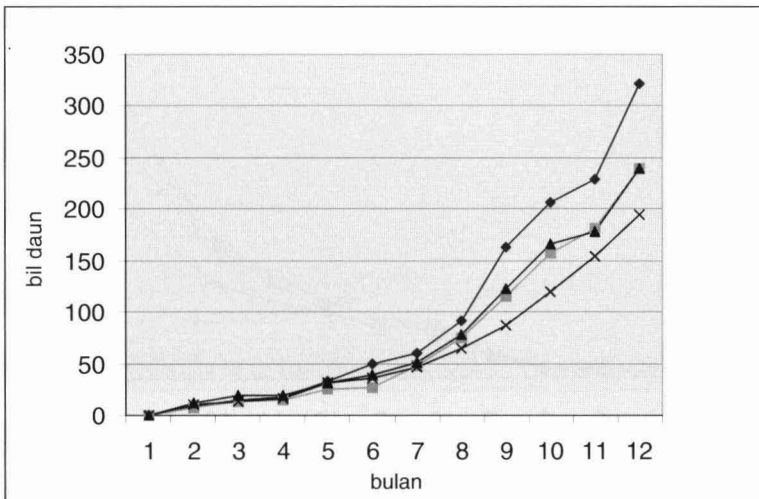
dengan kulat MVA adalah lebih banyak berbanding dengan pokok yang tidak diinokulasi.

Bagi pokok nangka yang menerima rawatan inokulasi kulat MVA yang berterusan dari semasa semaian hingga ke ladang (rawatan A), telah mencatatkan purata bilangan cabang yang tertinggi iaitu 28 cabang berbanding dengan inokulasi kulat MVA sekali semasa semaian (rawatan B), iaitu 24 cabang dan rawatan inokulasi kulat MVA sekali semasa menanam di ladang (rawatan C), iaitu 21 cabang. Manakala pokok nangka yang tidak diinokulasi (rawatan D) mencatatkan purata bilangan cabang yang terendah iaitu 20 cabang.

Bilangan Daun Baru

Ujian statistik analisis varian (ANOVA) menunjukkan kesan rawatan beberapa peringkat inokulasi kulat MVA, adalah signifikan pada $p < 0.05$ terhadap purata pengeluaran daun baru pokok nangka madu var. MASTURA sehingga umur pokok 11 bulan.

Rajah 4.1 menunjukkan purata bilangan daun baru pokok nangka madu var. MASTURA bagi rawatan beberapa peringkat inokulasi kulat MVA (rawatan A, B, C) dan tanpa inokulasi kulat MVA (rawatan D) sehingga umur 11 bulan selepas rawatan. Keputusan keseluruhan



Rajah 4.1: Purata Bilangan Daun Baru Pokok Nangka Madu Var. Mastura dengan Rawatan Beberapa Peringkat Inokulasi Kulat MVA (Rawatan A, B, C) dan Tanpa Inokulasi Kulat MVA (Rawatan D)

menunjukkan pokok nangka yang diinokulasi dengan kulat MVA mencatatkan purata bilangan daun baru pokok nangka madu var. MASTURA lebih banyak berbanding dengan pokok yang tidak diinokulasi.

Pokok nangka yang menerima rawatan inokulasi kulat MVA yang berterusan dari semasa semaian hingga ke ladang (rawatan A), telah mencatatkan purata bilangan daun baru yang tertinggi, iaitu 88 daun berbanding pokok nangka yang diinokulasi kulat MVA pada semasa semaian (rawatan B), iaitu 71 daun dan rawatan inokulasi kulat MVA sekali semasa menanam di ladang (rawatan C), iaitu 66 daun. Manakala pokok nangka yang tidak diinokulasi kulat MVA mencatatkan purata daun baru yang terendah iaitu 46 daun nangka.

Perbincangan

Pemerhatian Sepanjang Penyelidikan

Kajian beberapa peringkat inokulasi kulat MVA dan tanpa inokulasi terhadap penanaman pokok nangka madu var. MASTURA telah dilakukan selama lebih 11 bulan. Pada peringkat awal penanaman pertumbuhan pokok nangka didapati agak perlahan. Ini kerana pada waktu ini berlaku kemarau yang agak panjang. Menurut Popenoe (1948), pokok nangka memerlukan taburan hujan yang banyak dan keadaan kemarau yang melebihi 2 bulan adalah kurang sesuai melainkan pengairan dapat dilakukan. Oleh yang demikian, penyiraman pokok terpaksa dilakukan dua kali sehari, pagi dan petang dengan kadar 1.5 hingga 2 liter setiap pokok bagi setiap kali penyiraman untuk mengelakkan pertumbuhan pokok terganggu ataupun mati.

Selepas 2 bulan penanaman di ladang, perbezaan tumbesaran pokok nangka antara yang diinokulasi dan tanpa inokulasi kulat MVA sangat jelas. Pokok nangka yang diinokulasi menampakkan tumbesaran yang lebih baik. Ini kerana pokok yang diinokulasi dengan kulat MVA pada peringkat awal dan berterusan didapati lebih subur berbanding pokok tanpa inokulasi (Menge 1983). Sieverding (1991) menyatakan kehadiran kulat MVA membantu pokok tumbuh dengan lebih cepat dan sihat. Ini kerana kulat MVA membantu meningkatkan pembentukan sistem akar yang padat dan panjang untuk mengekstrak air dan nutrien dengan lebih cekap (Sieverding 1991).

Selain itu daun pokok nangka yang diinokulasi dengan kulat MVA kelihatan lebih lebar, berwarna hijau pekat dan berkilat berbanding pokok

angka tanpa inokulasi kulat MVA di mana daunnya lebih kecil dan berwarna hijau kekuningan. Keadaan ini dipercayai disebabkan oleh kemampuan kulat MVA untuk meningkatkan kecekapan menyerap air oleh akar pokok. Michael (1996) menyatakan pertumbuhan miselium kulat MVA yang banyak mampu meningkatkan pengambilan air oleh pokok.

Begitu juga, pokok angka yang diinokulasi dengan kulat MVA kelihatan lebih tinggi dan bilangan daun baru yang lebih banyak. Ini kerana kehadiran kulat MVA dapat meningkatkan pengambilan nutrien oleh pokok melalui sebaran miselium yang luas (Masri 1997). Selain itu juga kemungkinan kedadapan hormon penggalak yang dihasilkan oleh mikoriza untuk menambahkan tumbesaran pokok. Menurut Allen et. al. (1981), inokulasi kulat MVA pada akar perumah boleh mempengaruhi sintesis dan aktiviti sitokinin dalam akar dan daun *Bontelous gracilis*.

Tumbesaran Pokok Nangka Madu Var. MASTURA

Tumbesaran ialah pertumbuhan progresif sesuatu organisma. Bagi tumbuhan tumbesaran dikaitkan dengan pembesaran organ. Biasanya ia dinyatakan dalam bentuk tinggi pokok, ukur lilit pangkal batang, bilangan cabang, bilangan daun dan lain-lain.

Secara keseluruhan, keputusan dari kajian inokulasi kulat MVA menunjukkan kesan yang bererti pada $p < 0.05$ ke atas tinggi, ukur lit pangkal batang, bilangan cabang dan bilangan daun baru pokok nangka madu var. MASTURA berbanding tanpa inokulasi. Banyak kajian sebelum ini telah membuktikan tumbuhan bermikoriza menghasilkan pertumbuhan tampang yang lebih berbanding tanpa mikoriza. Azizah dan Ragu (1986), telah mendapati anak benih koko yang diinokulasi dengan kulat MVA mencapai ketinggian maksima yang lebih cepat berbanding tanpa inokulasi. Keputusan yang sama diperolehi oleh Baon (1986), anak pokok koko yang menerima rawatan kulat MVA menghasilkan pertumbuhan tinggi pokok yang lebih baik berbanding tanpa rawatan kulat MVA.

Bagi pokok nangka madu var. MASTURA yang mendapat rawatan inokulasi kulat MVA awal dan berterusan iaitu inokulasi kulat MVA yang berterusan dari semasa semaian hingga ke ladang (rawatan A) mencatatkan tinggi, ukur lilit pangkal batang, bilangan daun baru dan bilangan cabang yang tertinggi berbanding rawatan inokulasi kulat MVA yang lain. Ini mungkin disebabkan oleh kulat MVA telah mempengaruhi pertumbuhan pokok nangka madu var. MASTURA di awal pertumbuhan

dengan membantu akar pokok menyerap lebih nutrien dan air yang lebih cekap. Menurut Sanders et. al. (1977), kebanyakan spesies kulat mikoriza mula menjangkiti dan berfungsi kepada akar tanaman selepas 10 hari diinokulasi dan jangkitan semakin meningkat pada hari ke-50. Begitu juga pertumbuhan pokok yang cepat mempunyai hubungan kait dengan peningkatan pengambilan nutrien yang diserap oleh akar (Rhodes dan Gendemann 1980).

Manakala inokulasi kulat MVA yang berterusan juga dapat meningkatkan peratus jangkitan kulat MVA pada akar seterusnya meningkatkan kecekapan akar untuk menyerap nutrien seterusnya meningkatkan pertumbuhan dan tumbesaran pokok nangka madu var. MASTURA. Abbot dan Robson (1982), menyatakan kuantiti inokulum yang tinggi dan cara perletakan yang betul merupakan faktor utama untuk tumbesaran pokok yang baik.

Pertumbuhan yang baik ini adalah disebabkan kemampuan kulat MVA meningkatkan pengambilan nutrien untuk keperluan pokok. Seterusnya, inokulasi kulat MVA dapat menambahkan tinggi pokok, ukur lilit pangkal batang, bilangan dan luas daun pokok koko (Baon 1994). Menurut kajian yang dijalankan oleh Joners (1982) dan Azizah (1991), kulat MVA dapat menambah tumbesaran tanaman dan pada masa yang sama mengurangkan penggunaan baja dan tenaga seterusnya dapat menjimatkan kos pengurusan ladang.

Kesimpulan

Daripada keputusan kajian dapat disimpulkan bahawa inokulasi kulat mikoriza vesikular-arbuskular (MVA) pada anak pokok nangka madu var. MASTURA memberi kesan yang bererti pada $p < 0.05$ terhadap tumbesaran pokok nangka. Peringkat inokulasi kulat MVA yang berterusan dari semaian hingga ke ladang juga mencatatkan tumbesaran yang tertinggi pokok nangka.

Rujukan

Abbot, L.K. and Robson, A.D. (1982). The role of the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in agriculture and selection of fungi for inoculation. *Australian Journal of Agriculture Research*. (33): p 389-408.

- Allen, M.F., More, T.S. and Christenan (1981). Phytohormone changes in *Bouteloua gracilis* infected by vesicular-arbuscular mycorrhizal; I. Cytocinin increase on the host plant. *Canada Journal Botany*.(58): p 371-374.
- Ames, R.N., Reid, C.P.P., Porter, L. and Cambordella, C. (1983). Hyphal uptake and transport of nitrogen from two N labeled source by *Glomus mosseae*, vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytol.* (75): p 381-396.
- Anonymous (2000). *Pakej Teknologi Nangka*. Jabatan Pertanian Semenanjung Malaysia. p 35.
- Azizah, H. and Ragu, P. (1986). Growth response of *Theobroma cacao* L. seedlings to inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant and Soil* (in press).
- Azizah, H. (1991). Effects of fertilizer and endomycorrhizal inoculum on growth and nutrient uptake of cocoa seedlings. *Bio. Fert Soil.* (11): p 250-254.
- Azizah, H. (1999). The endomycorrhizal fungi for soil management of year 2020. *Nastologi Publication Meerut, India*.
- Baon, J.B. (1986). Tanggapan bibit coklat terhadap inokulasi MVA. *Menara Perkebunan* 54(1) pp 11-17.
- Baon, J.B. (1994). Growth of mycorrhizal cocoa on a red yellow podzolic soil. *Pelita Perkebunan, Indonesia* 9(4)1 p 148-154.
- Bethlenfalvai, G. J. and Schwep, H. (1994). Arbuscular mycorrhizas and agrosystems stability In : *Impact of arbuscular mycorrhizas on sustainable agriculture and ecosystem*, S. Gianinazzi, H. Schwep, (eds), *Basel, Birkhauserverlag*. p 117-131.
- Comel, S. B., Reyes, M. G., Solis, R., Ferrera-Cernato, Franson, R. C., Brown, M. S. and Bethlenfalvai, G. J. (1991). Growth of vesicular-arbuscular mycorrhizal mycelium through bulk soil. p 213-241.

- Curl, E. A. and Truelove, B. (1986). *The rhizosphere* springer Verlag. New York.
- Masri, B. M. (1997). Mycorrhizal inoculation for growth enhancement and improvement of the water relations in mangosteen seedlings. *PhD. Thesis*, Universiti Putra Malaysia.
- Menge, J. A. (1983). Utilization of VAM fungi in agriculture. *Canadian Journal of Botany*. (61): p1015-1024.
- Michael, F. A. (1996). The ecology of arbuscular mycorrhizae. *A look back into the 20th century and a peek into the 21st*.
- Mohd Idris, Z. A. (1991). *Pengeluaran buah-buahan*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kementerian Pendidikan Malaysia. Kuala Lumpur.
- Mosse, B. (1981). *VAM research for tropical agriculture*. Hawaii Institute of Tropical Agricultural and Human Research. University of Hawaii.
- Popenoe, W. (1948). *Manual of Tropical and subtropical fruit*. Hafner Press. London. p 406-421.
- Rhodes, L.H. and Gendemann, J.W. (1980). *Nutrient translocation in VAM, In: Cellular interactions in symbiosis and parasitism*. Cook, C.B., Pappas, P.W. and Rodolph, D. (eds.). The Ohio State University, Press, Columbus. p 173.
- Sanders, F.E., Tinker, P.B., Black, R.L.B and Palmerley, S.M. (1977). *The development of endomycorrhizal root systems. I. Spread of infection and growth promotions effects with four species of vesicular-arbuscular endophytes*. New Phytol. (78): p 257-268.
- Schenck, N.C., Spain, J.L., Sieverding, E. and Howeler, R.H. (1984). Several new and unreported VAM fungi (Endogonaceae) from Colombia, *Mycologia*. 76(4): p 685-699.
- Sieverding, E. (1991). *VAM management in Tropical Agro System*. Deutscher Gesellschaft for. Germany.

Siqueira, J.O. and Paula, M.A. (1986). Efeitos da Micorrizas vesicula-arbusculares na nutrição e aproveitamento de fósforo pela *Bol. Carrdv. Rev. Brus.Cli. Solo.* (10): p 97-102.

Yusof, H. (1992). *Buletin Penyelidikan Buah-buahan.* MARDI, Serdang, Selangor.

NORMAN HAJI KASIRAN, Fakulti Sains Gunaan, Universiti Teknologi MARA, Pahang. norman@pahang.uitm.edu.

ZAINAL ABIDIN ABD. AZIZ, Pusat Pengajian Sains Kajahayat, USM, Pulau Pinang.