

© 2004 Iwan Sasli  
Makalah pribadi  
Pengantar ke Falsafah Sains (PPS702)  
Sekolah Pasca Sarjana / S3  
Institut Pertanian Bogor  
Mei 2004

Posted 19 May 2004

Dosen:  
Prof. Dr. Ir. Rudy C. Tarumingkeng (penanggung jawab)  
Prof. Dr. Ir. Zahrial Coto  
Dr Ir Hardjanto

## **PERANAN MIKORIZA VESIKULA ARBUSKULA (MVA) DALAM PENINGKATAN RESISTENSI TANAMAN TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN**

Oleh:

**Iwan sasli**

A361030131/AGR

[in\\_one2003@yahoo.com](mailto:in_one2003@yahoo.com)

### **ABSTRAK**

*Dalam siklus hidup suatu tanaman, mulai dari perkecambahan sampai tumbuh dan berkembang, selalu membutuhkan air. Berbagai fungsi air bagi tanaman telah banyak dipelajari, diantaranya sebagai unsur esensial di dalam protoplasma, pelarut garam-garam, gas dan zat lain dalam proses translokasi, pereaksi fotosintesis dan berbagai proses hidrolisis, esensial untuk menjaga turgiditas, pembukaan stomata, serta sebagai penyangga bentuk daun muda yang berlignin sedikit. Kebutuhan air pada tanaman dapat dipenuhi melalui tanah dengan jalan penyerapan oleh akar. Besarnya air yang diserap oleh akar tergantung ketersediaan atau kadar air tanah yang ada dan laju transpirasi. Pada kondisi kadar air tanah rendah atau berada di bawah kapasitas lapang, dan dalam kondisi laju evapotranspirasi melebihi laju absorpsi air, maka tanaman akan dihadapkan pada kondisi cekaman air atau kekeringan.*

*Sehubungan dengan hal tersebut, maka aplikasi mikoriza vesikula arbuskula (MVA) yang ditinjau dari aspek peranannya terhadap peningkatan ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan merupakan suatu alternatif yang bisa dikembangkan untuk mengatasi permasalahan terbatasnya ketersediaan air. MVA mampu memberikan ketahanan terhadap kekeringan dengan meningkatnya kemampuan tanaman untuk*

*menghindari pengaruh langsung dari kekeringan dengan jalan meningkatkan penyerapan air melalui sistem gabungan akar dan mikoriza.*

Kata Kunci: Mikoriza Vesikula Arbuskula, cekaman kekeringan, efisiensi penggunaan air

## **PENDAHULUAN**

Faktor kekeringan pada tanaman merupakan salah satu masalah utama bagi pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman. Kekeringan dapat memberikan pengaruh yang cukup berarti dan dampaknya bisa menjadi permanen apabila tidak diatasi dengan segera.

Kekurangan air secara internal pada tanaman berakibat langsung pada penurunan pembelahan dan pembesaran sel. Pada tahap pertumbuhan vegetatif, air digunakan oleh tanaman untuk pembelahan dan pembesaran sel yang terwujud dalam pertambahan tinggi tanaman, pembesaran diameter, perbanyakkan daun, dan pertumbuhan akar. Keadaan cekaman air menyebabkan penurunan turgor pada sel tanaman dan berakibat pada menurunnya proses fisiologi.

Secara fisiologis, tanaman-tanaman yang tumbuh pada kondisi cekaman kekeringan akan mengurangi jumlah stomata sehingga menurunkan laju kehilangan air yang diikuti dengan penutupan stomata dan menurunnya serapan CO<sub>2</sub> bersih pada daun. Tentu hal ini akan menyebabkan menurunnya laju fotosintesis serta fotosintat yang dihasilkannya.

Khusus dalam mengatasi ketersediaan air dan antisipasi terhadap musim kering yang berkepanjangan pada lahan-lahan yang bermasalah dengan ketersediaan air, diperlukan suatu manajemen/pengelolaan air yang baik. Konsekuensinya adalah investasi yang cukup besar dan mahal dalam proses penyediaan air tersebut, dengan demikian diperlukan suatu teknik budidaya yang tepat guna, efisien dan efektif, sehingga masalah ketersediaan air dan ancaman kekeringan dapat teratasi dengan baik tanpa harus memberikan input atau investasi yang besar.

Alternatif yang mungkin dapat diterapkan dan dikembangkan untuk beberapa jenis tanaman budidaya dalam mengatasi cekaman air tersebut adalah dengan pemanfaatan mikoriza vesikula arbuskula (MVA) pada tanaman. Ini didasarkan atas peranan MVA itu sendiri yang selain mampu meningkatkan serapan unsur hara (terutama P) melalui hifa eksternalnya, MVA juga mampu memberikan ketahanan terhadap kekeringan. Ketahanan ini timbul akibat meningkatnya kemampuan tanaman untuk menghindari pengaruh langsung dari kekeringan dengan jalan meningkatkan penyerapan air melalui sistem gabungan akar dan mikoriza (Chakravarty dan Chatapaul, 1988). Dijelaskan lebih lanjut oleh Setiadi (1989), bahwa hifa cendawan ternyata masih mampu untuk menyerap air dari pori-pori tanah pada saat akar tanaman sudah kesulitan. Penyebaran hifa di dalam tanah juga sangat luas sehingga tanaman dapat mengambil air relatif lebih banyak.

## RESPON TANAMAN TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN

### *Respon Fisiologis*

Cekaman kekeringan dapat disebabkan oleh 2 (dua) faktor, yaitu kekurangan suplai air di daerah perakaran atau laju kehilangan air (evapotranspirasi) lebih besar dari absorpsi air meskipun kadar air tanahnya cukup.

Dalam tanaman hidup, air terdapat dalam berbagai keadaan dan terlibat dalam semua proses fisiologi. *Air hidrasi* dan *imbibisi* pada fase-fase koloid seperti pada dinding sel, *air osmotikum* dalam vakuola dan pembuluh floem, dan *air hidrostatik* dalam xylem (Harjadi dan Yahya, 1988)

Tanaman-tanaman yang tumbuh pada kondisi cekaman kekeringan mengurangi jumlah stomata sehingga menurunkan laju kehilangan air. Penutupan stomata dan serapan CO<sub>2</sub> bersih pada daun berkurang secara paralel (bersamaan) selama kekeringan. Proses asimilasi karbon terganggu sebagai akibat dari rendahnya ketersediaan CO<sub>2</sub> pada kloroplas karena cekaman air yang menyebabkan terjadinya penutupan stomata. Jadi, kekeringan yang hebat akan merubah/membatasi proses asimilasi, translokasi, penyimpanan dan penggunaan karbon fotoasimilat secara terpadu.

Pengaruh dari cekaman air terhadap tanaman menurut Muns (2002) dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa tingkatan waktu, yaitu mulai dari menit, jam, hari, minggu dan bulan.

Tabel 1. Respon tanaman terhadap cekaman kekeringan menurut waktu

| Waktu  | Pengaruh yang terlihat pada saat cekaman air  |
|--------|---|
| Menit  | Penyusutan seketika laju pemanjangan daun dan akar yang kemudian diikuti dengan peneyembuhan sebagian |
| Jam    | Laju pemanjangan akar kembali normal tapi lebih rendah dari laju sebelumnya                           |
| Hari   | Pertumbuhan daun lebih dipengaruhi daripada pertumbuhan akar. Laju mekarnya daun berkurang            |
| Minggu | Ukuran akhir daun dan/atau jumlah pucuk lateral berkurang   |
| Bulan  | Mengubah saat pembungaan, menyusutkan produksi biji.  |

Sumber: Munns 2002

Potensial turgor akan menurun hingga dapat mencapai nol dan mengakibatkan kelayuan jika kehilangan air dari tanaman ini berlangsung terus-menerus di luar batas kendalinya. Hasil penelitian Frederique *et al.*, (1998) menunjukkan bahwa tanaman jagung yang ditanam di rumah kaca menjadi sangat terhambat karena perlakuan stres air dengan potensial air sebesar  $-1.5$  MPa.

Pada tanaman-tanaman yang toleran dan bertahan pada kondisi defisit air eksternal (meskipun potensial air jaringannya rendah), terjadi mekanisme mempertahankan turgor agar tetap di atas nol, sehingga potensial air jaringannya tetap rendah dibandingkan potensial air eksternalnya sehingga tidak terjadi plasmolisis (Turner dan Jones, 1980). Usaha mempertahankan potensial air ini ditunjukkan dengan meningkatnya sistem zat-zat terlarut atau senyawa-senyawa osmotikum seperti proline, glycinebetaine, gula, dan asam organik yang berfungsi dalam proses penyesuaian osmatik.

Christine, Rene dan Jean-Louis (1996) membuktikan bahwa konsentrasi asam amino pada tanaman alfalfa meningkat secara nyata (1,8 kali, pada taraf 5%) ketika potensial air tanah diturunkan dari  $-0.5$  sampai  $-2.0$  MPa, dan respon dari setiap tanaman untuk menghasilkan asam amino bervariasi untuk setiap potensial air yang berbeda. Konsentrasi asam amino pada tanaman alfalfa ini meningkat sejalan dengan menurunnya potensial air. Kadar prolin yang dihasilkan mencapai 150 mM pada tanaman alfalfa dengan potensial air tanah sebesar  $-2.0$  MPa.

Hasil Penelitian Christine *et al.*, (1996) juga menunjukkan bahwa perubahan utama dalam bentuk transpor N dalam floem tanaman alfalfa adalah kadar prolin yang meningkat tajam untuk merespon penurunan potensial dari  $-1,0$  sampai  $-2.0$  MPa.

Gerik (1996) membuktikan bahwa kekurangan air pada tanaman kapas terutama berpengaruh terhadap kapasitas fotosintesis. Terjadi penurunan kapasitas fotosintesis dan peningkatan penebaran daun yang berpengaruh buruk terhadap produksi kapas. Pengaruh negatif lainnya akibat kekurangan air adalah terjadinya penurunan pertambahan dan pembesaran sel, perluasan daun, translokasi, dan transpirasi.

Hasil penelitian Rahardjo dan Darwati (1996) menunjukkan bahwa kandungan khlorofil daun, luas daun, bobot segar dan kering daun tanaman tempuyung menurun pada perlakuan cekaman air 60% diberikan 30 HST, semakin besar cekaman air semakin besar penurunannya, tetapi kadar K dan Na daun meningkat.

### **Cekaman Kekeringan dan Ketersediaan Hara**

Kemampuan akar menyerap hara dipengaruhi oleh daya serap akar, kemampuan mentranslokasikan dari akar ke daun, dan kemampuan memperluas sistem perakarannya. Menurut Marschner (1995), di bawah beberapa kondisi iklim, ketersediaan hara pada lapisan permukaan tanah (top soil) banyak mengalami kemunduran selama musim pertumbuhan. Hal ini disebabkan karena rendahnya kandungan air tanah yang menjadi faktor penghambat bagi transpor hara ke permukaan akar.

Kekeringan tanah menurunkan proses mineralisasi unsur-unsur hara yang terikat secara organik dan menurunkan transpor unsur hara oleh aliran massa dan difusi serta akhirnya dapat mengurangi ketersediaan hara pada permukaan akar.

## **MIKORIZA VESIKULA ARBUSKULA (MVA) DAN PERANANNYA BAGI TANAMAN**

### ***Gambaran Umum MVA***

Mikoriza Vesikula Arbuskula (MVA) adalah suatu simbiosis yang ditemukan antara cendawan (Zygomycetes) dan akar, dan merupakan salah satu tipe beberapa tipe mikoriza yang dikenal (Type mikoriza: (1) ectomycoorrhizae (ECM) (2) vesikular-arbuskular mycoorrhizae (VAM/endomikoriza) (3) ectendomycorrhizae, (4) Ericoid mycoorrhizae (5) orchid mycoorrhizae.) dan (6) Arbutoid mycoorrhizae (didasarkan pada struktur mikoriza)

Lebih dari 200.000 spesies Angiospermae, terdiri dari cabang-cabang hifa yang berada pada bagian dalam sel akar tanaman inang (Wegel *et al.*, 1998), atau lebih dari 90% dari 300.000 spesies yang berasosiasi dengan MVA pada tanah-tanah alami.

MVA merupakan jamur yang bersimbiosis dengan akar tanaman. Jamur ini membentuk vesikel dan arbuskula di dalam korteks tanaman. Karena 80% cendawan ini membentuk struktur vesikula dan arbuskula, maka cendawan ini disebut dengan cendawan mikoriza vesikula–arbuskula. (Smith & Read, 1997) Vesikel merupakan ujung hifa berbentuk bulat, berfungsi sebagai organ penyimpanan, sedangkan arbuskula merupakan hifa yang struktur dan fungsinya sama dengan houstoria dan terletak di dalam sel tanaman (Shenk, 1981).

MVA termasuk ke dalam kelas Zygomycetes, ordo Glomales dan genus Gigaspora, Scutellospora, Acaulospora, Entrophospora, Glomus, dan Sclerocystis. Terdapat sekitar 150 jenis (spesies) spora cendawan MVA yang telah dideskripsi (Morton dan Benny, 1990).

MVA tergolong dalam kelompok khusus dari populasi mikoriza yang sangat banyak mengkolonisasi rizosfer, yaitu di dalam akar, permukaan akar, dan di daerah sekitar akar. Hifa eksternal yang berhubungan dengan tanah dan struktur infeksi seperti arbuskula di dalam akar menjamin adanya perluasan penyerapan unsur-unsur hara dari tanah dan peningkatan transfer hara (khususnya P) ke tumbuhan, sedangkan cendawan memperoleh C organik dari tumbuhan inangnya (Marschner, 1995).

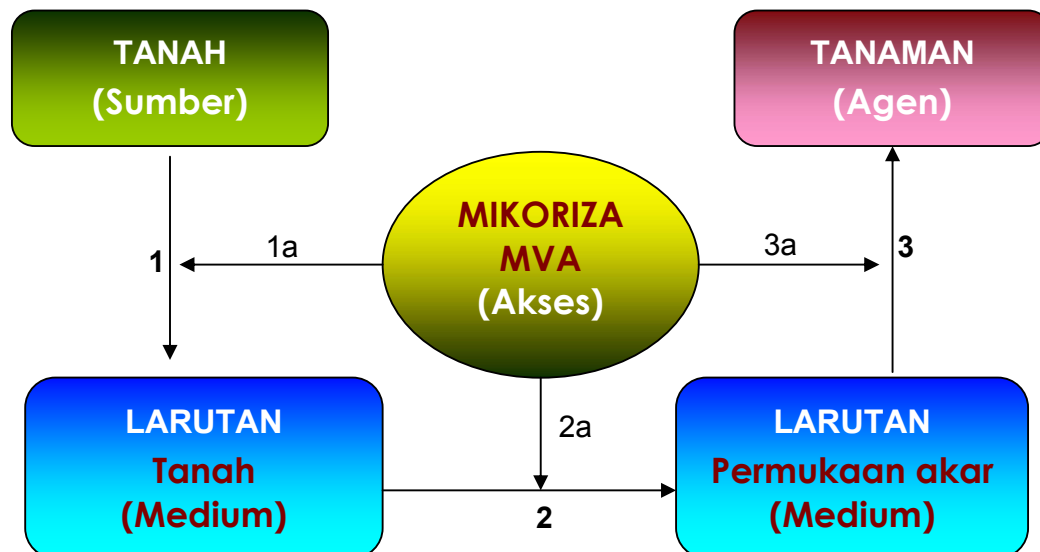
### ***Manfaat Umum MVA***

Manfaat dari MVA dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu manfaat dalam ekosistem, manfaat bagi tanaman, dan manfaatnya bagi manusia.

Manfaat mikoriza MVA dalam ekosistem sangat penting, yaitu berperan dalam siklus hara, memperbaiki struktur tanah dan menyalurkan karbohidrat dari akar tanaman ke organisme tanah yang lain. (Brundrett *et al.*, 1996). Sedangkan manfaat bagi tanaman yaitu dapat meningkatkan penyerapan unsur hara, terutama P (Bolan, 1991), dimana MVA dapat mengeluarkan enzim fosfatase dan asam-asam organik, khususnya oksalat yang dapat membantu membebaskan P.

MVA dapat membantu mengatasi masalah ketersediaan fosfat melalui dua cara, *pengaruh langsung* melalui jalinan hifa eksternal yang diproduksinya secara intensif sehingga tanaman bermikoriza akan mampu meningkatkan kapasitasnya dalam menyerap unsur hara dan air (Sieverding, 1991) dan *pengaruh tidak langsung*, dimana mikoriza dapat memodifikasi fisiologis akar sehingga dapat mengeksresikan asam-asam organik dan fosfatase asam ke dalam tanah (Abbott *et al.*, 1992), dimana menurut Marschner and Dell,(1994); dan Smith and Read, (1997) fosfatase asam merupakan suatu enzim yang dapat mamacu proises mineralisasi P Organik dengan mengkatalisis pelepasan P dari kompleks organik menjadi kompleks anorganik.

Peranan MVA tersebut dalam meningkatkan ketersediaan dan serapan P dan unsur hara lainnya, dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh Mikoriza Arbuskula Pada Ketersediaan dan Penyerapan Unsur Hara

**Keterangan:**

**(1a) : Modifikasi Kimia oleh mikoriza dalam proses kelarutan P tanah**

Pada tahap ini, terjadi modifikasi kimia oleh mikoriza terhadap akar tanaman, sehingga tanaman mengeksudasi asam-asam organik dan enzim fosfatase asam yang memacu proses mineralisasi P. Eksudasi akar tersebut terjadi sebagai respon tanaman terhadap kondisi tanah yang kahat P, yang mempengaruhi kimia rizosfer (Marschner, 1995).

**(2a) : *Perpendekan jarak difusi oleh tanaman bermikoriza.***

Mekanisme utama bagi pergerakan P ke permukaan akar melalui difusi yang terjadi akibat adanya gradien konsentrasi, serta merupakan proses yang sangat lambat. Menurut Bolan (1991), jarak difusi ion-ion fosfat tersebut dapat diperpendek dengan hifa eksternal CMA, yang juga dapat berfungsi sebagai alat penyerap dan translokasi fosfat (Jakobsen, 1992).

**(3a) *Penyerapan P tetap terjadi pada tanaman bermikoriza meskipun terjadi penurunan konsentrasi minimum P***

Konsentrasi P yang ada di larutan tanah dapat menjadi sangat rendah dan mencapai konsentrasi minimum yang dapat diserap akar, hal ini terjadi sebagai akibat terjadinya proses penyerapan ion fosfat yang ada di permukaan akar (Marschner, 1995). Di bawah konsentrasi minimum tersebut akar tidak mampu lagi menyerap P dan unsur hara lainnya, sedangkan pada akar bermikoriza, penyerapan tetap terjadi sekalipun konsentrasi ion fosfat berada di bawah konsentrasi minimum yang dapat diserap oleh akar (Bolan, 1991). Proses ini terjadi karena afinitas hifa eksternal yang lebih tinggi atau peningkatan daya tarik-menarik ion-ion fosfat yang menyebabkan pergerakan P lebih cepat ke dalam hifa MVA (Smith and Read, 1997).

***Peranan Mikoriza dalam Mengatasi Cekaman Kekeringan***

Penyerapan air oleh tanaman dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan faktor tanaman. Faktor lingkungan yang berpengaruh adalah kandungan air tanah, kelembaban udara, dan suhu tanah. Faktor tanaman yaitu efisiensi perakaran, gradien tekanan difusi air tanah ke akar, dan keadaan protoplasma tanaman (Kramer, 1969)

Pada tanaman yang bermikoriza, respon tanaman yang mengalami cekaman kekeringan cenderung lebih dapat bertahan dari kerusakan korteks dibanding tanaman tanpa mikoriza. Menurut Setiadi (1989), gangguan terhadap perakaran akibat cekaman kekeringan ini pengaruhnya tidak akan permanen pada akar-akar yang bermikoriza. Akar yang bermikoriza akan cepat kembali pulih setelah periode kekeringan berlalu. Peranan langsung mikoriza adalah membantu akar dalam meningkatkan penyerapan air. Ini dikarenakan hifa cendawan masih mampu menyerap air dari pori-pori tanah pada saat akar tanaman sudah mengalami kesulitan mengabsorpsi air (Setiadi, 1989). Kemampuan menyerap air dari pori-pori tanah ini dikarenakan hifa utama cendawan mikoriza di luar akar membentuk percabangan hifa yang lebih kecil dan lebih halus dari rambut akar dengan diameter kira-kira 2  $\mu$  m.

Tahannya tanaman yang bermikoriza terhadap kondisi kekurangan air disebabkan karena hifa eksternalnya yang dapat meningkatkan total daerah perakaran dari sistem perakaran tanaman dan meningkatkan volume tanah yang dieksploitasi oleh air, ini menyebabkan lebih banyak air yang tersedia bagi tanaman inang, yang akan lebih memacu pertumbuhan tanaman melalui pembelahan, pembesaran, pemanjangan dan pengisian sel oleh hasil metabolisme.

Sebaliknya pada tanaman yang tidak diinokulasi dengan mikoriza, Cekaman air yang sedikit saja (-1 sampai -3 bars) cukup menyebabkan lambat atau berhentinya pembelahan dan pembesaran sel, dan menurut Harjadi dan yahya, (1988) bila tanaman mengalami cekaman air yang sangat berat, deferensiasi organ-organ baru dan perluasan organ yang sudah ada yang akan terkena pengaruh pertama kali. Penutupan stomata merupakan mekanisme utama yang mengurangi fotosintesis karena cekaman kekeringan. Mekanisme penurunan laju fotosintesis yang diakibatkan oleh terjadinya penurunan potensial air dalam daun mencakup beberapa proses (Harjadi dan Yahya, 1988; Salisbury dan Ross, 1995). Proses-proses tersebut diantaranya yaitu penutupan stomata secara hidroaktif dapat mengurangi CO<sub>2</sub>; terjadinya dehidrasi kutikula, dinding epidermis dan membran sel mengaurangi aviditas dan permeabilitasnya terhadap CO<sub>2</sub>; bertambahnya tahanan sel mesofil daun terhadap pertukaran gas; serta menurunnya efisiensi sistem fotosintesis.

### ***Beberapa Hasil Penelitian Pengaruh Inokulasi Mikoriza pada Tanaman terhadap Cekaman Kekeringan***

Hasil penelitian Sthahl *et al.*, (1998) menunjukkan bahwa tanaman sage brush di pembibitan dengan perlakuan mikoriza secara nyata mampu hidup/toleran terhadap kondisi tanah kering dibanding tanpa perlakuan mikoriza. Pada berbagai umur persemaian tanaman sage brush yang diinokulasi MVA, ternyata kematian tanaman baru terjadi pada tingkat kekeringan yang lebih tinggi (-3.22 MPa) dibanding tanaman sage brush tanpa mikoriza yang mengalami kematian pada tingkat kekeringan tanah yang lebih rendah (-2.77 MPa).

Penelitian Goicoechea *et al.*, (1997) pada tanaman alfalfa menunjukkan bahwa pemberian mikoriza tidak mengubah osmotik maupun potensial turgor pada kondisi kekeringan, tetapi meningkatkan volume air di apoplas dan meningkatkan elastisitas sel. Ini sesuai dengan hasil penelitian Bryla dan Duniway (1997) yang membuktikan bahwa dalam kondisi cekaman kekeringan inokulasi mikoriza tidak mempengaruhi perubahan potensial osmotik pada tanaman safflower dan gandum.

Hasil penelitian Sasli (1999) menunjukkan bahwa pemberian MVA dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kakao yang lebih baik dibanding bibit tanpa mikoriza. Ini terlihat dari tingginya nilai rata-rata untuk hampir semua peubah yang diamati dibanding bibit yang tidak bermikoriza. Bibit kakao bermikoriza meningkatkan bobot kering tajuk dan akar masing-masing

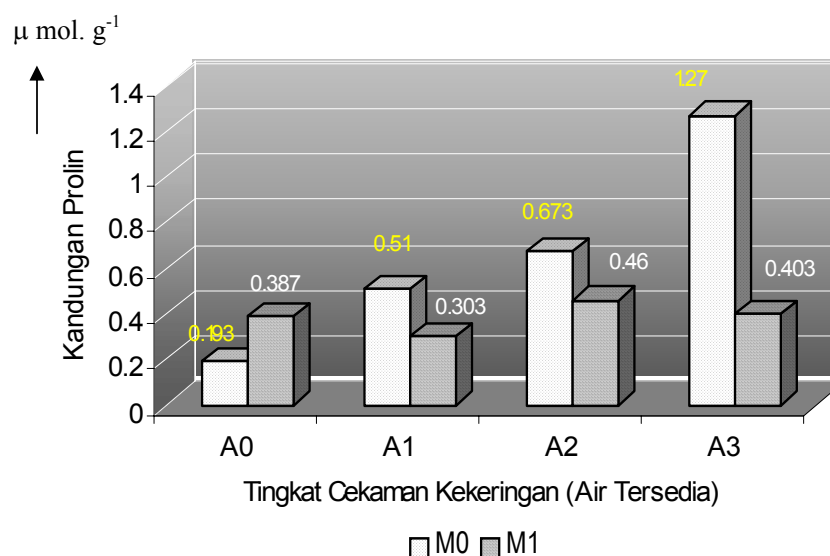


sebesar 144.7 % dan 190 % terhadap kontrol. Efisiensi penggunaan air juga tertinggi untuk bibit kakao yang mendapat perlakuan inokulasi mikoriza, yang dapat mencapai 149.2 % dari nilai kontrol untuk taraf kekeringan 70% air tersedia. Ini menunjukkan bahwa bibit yang bermikoriza sebenarnya tidak mengalami cekaman kekeringan oleh karena adanya hifa eksternal cendawan mikoriza yang masih dapat menyerap air dari pori-pori tanah.

Sebagai salah-satu mekanisme ketahanan terhadap cekaman kekeringan, umumnya tanaman akan mengakumulasi gula-gula terlarut yang cukup tinggi sebagai akibat dari penurunan pertumbuhan (Lee *et al.*, 2003). Gula-gula terlarut dilaporkan terdapat sebanyak 76% dari total karbohidrat non-struktural pada tanaman-tanaman yang mengalami cekaman kekeringan. (Bohnert, *dalam* Lee *et al.*, 2002).

Beberapa asam amino juga biasanya akan meningkat pada tanaman yang mengalami stress air. Satu dari beberapa asam amino yang biasa diteliti dan keberadaannya meningkat sejalan dengan adanya cekaman kekeringan pada tanaman yaitu asam amino *proline*, yang dalam jumlah banyak akan melindungi tanaman, yaitu dengan cara menghilangkan pengaruh racun bagi tanaman (berbeda dengan metionin, yang merupakan racun bagi tanaman dalam jumlah banyak). Hal ini sesuai dengan apa yang dikemukakan oleh Storey dan Jones *dalam* Lee dan Hwang (2003) bahwa perbedaan tekanan osmotik antara sitoplasma dan vakuola dapat diatasi dengan akumulasi proline, betaine, dan choline dalam sitoplasma.

Namun respon tanaman terhadap cekaman kekeringan akan berbeda bila tanaman diinokulasi dengan mikoriza dalam kaitannya dengan pengakumulasian proline. Sasli (1999) membuktikan bahwa tidak terjadi peningkatan proline yang berarti pada bibit kakao bermikoriza yang mengalami cekaman kekeringan.



Keterangan:

A0 : 100% AT ; A1: 85% AT ; A2 : 70% AT ; A3 : 55% AT

AT : Air Tersedia ; M0 : (-) Mikoriza ; M1 : (+) Mikoriza

Gambar 2 . Kandungan proline yang dihasilkan bibit kakao bermikoriza dan tidak bermikoriza sebagai respon terhadap Cekaman Kekeringan

Perlakuan pemberian mikoriza juga memberikan nilai yang berbeda nyata dalam efisiensi penggunaan air dibandingkan tanaman kedelai tanpa diinokulasi dengan mikoriza. Tanaman kedelai yang bermikoriza tampak lebih efisien dalam penggunaan air (Sasli, 2001).

Tabel 2. Pengaruh Perlakuan Mikoriza terhadap Efisiensi Penggunaan Air Tanaman Kedelai

| Perlakuan Mikoriza | Efisiensi Penggunaan Air (g.L <sup>-1</sup> ) | Nilai Relatif thd. Kontrol (%) |
|--------------------|---|--------------------------------|
| Tanpa Mikoriza     | 0.623 b                                       | 100.0                          |
| Dengan Mikoriza    | 0.788 a                                       | 126.5                          |

Keterangan :-Nilai-nilai yang diikuti oleh huruf yang tidak sama berbeda nyata pada Uji Tukey 5 %.

Mikoriza juga telah diteliti pemanfaatannya bersama-sama dengan asam humat sebagai suatu tindakan pengayaan tanah (soil enrichment). Hal ini ditunjukkan dalam penelitian Sasli (2003) pada tanaman kedelai di tanah gambut yang diberi perlakuan cekaman kekeringan dan soil enrichmentnya adalah MVA dan asam humat secara terpisah dan kombinasi MVA + asam humat serta kontrol pada 5 taraf cekaman kekeringan. Pada tanaman dengan penambahan mikoriza dan asam humat peningkatan cekaman kekeringan tidak menurunkan berat kering tapi sebaliknya meningkatkannya hingga pada taraf 70% air tersedia.

Selanjutnya dari hasil penelitian Sasli (2003) tersebut diketahui bahwa pengayaan tanah baik dengan pemanfaatan MVA maupun asam humat serta kombinasinya juga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air.

## KESIMPULAN

Cekaman kekeringan yang mempunyai berbagai dampak merugikan bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman merupakan ancaman dalam praktek budidaya tanaman yang akan dikembangkan, terutama pada musim kemarau yang berkepanjangan. Perlu biaya investasi yang tinggi untuk membuat sistem irigasi teknis dalam upaya mempertahankan ketersediaan air pada lahan pertanian.

Sehubungan dengan hal tersebut, maka aplikasi mikoriza yang ditinjau dari aspek peranannya terhadap peningkatan ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan merupakan suatu alternatif yang bisa dikembangkan untuk mengatasi permasalahan terbatasnya ketersediaan air.

Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa betapa efektifnya aplikasi mikoriza pada tanaman dalam mengatasi cekaman kekeringan, dengan indikator pertumbuhan yang tetap baik meskipun berada dalam cekaman kekeringan sampai pada taraf tertentu, dan meningkatkan efisiensi penggunaan air oleh tanaman itu sendiri.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, L. K., A.D. Robson., D. A. Jasper and C. Gazey. 1992. What is the role VA mycorrhizal hyphae in soil . p: 37 – 41. *Dalam* D. J. Read. D. H. Lewis., A. H. Fitter & I. J. Alexander (penyunting). *Mycorrhiza in Ecosystem*. CAB. International UK.
- Bolan, N. S. 1991. A critical review on the role of mycorrhizal in the uptake of phosphorus by plants. *Plant and Soil* 134:189-209.
- Brundett, M., N, Beeger., B. Dell., T. Groove. and N. Malajzuk, 1996. Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. ACIAR Monograph 32.374+xp. ISBN 186320 181 5.
- Bryla, D. and J. M. Duniway. 1987. Effect of mycorrhizal infection on drought tolerance and recovery in safflower and wheat. Kluwer Academic Publishers. *Plant and Soil* 197 : 95 - 103.
- Chakravarty, P. and M. Chatapaul. 1988. Mycorrhizal and control of root diseases. *Abst. Publ. Eroupean Sump, on Mycor. Chechoslovakia.* 51 p
- Christine, G., Rene', B., and Jean-Louis, B., 1996. Water deficit-induced changes in proline and some other amino acid in the phloem sap of alfalfa. *Plan Physiol.* 111 : 109 – 113.
- Frederique, R., Pascale, G., Dominique de Vienne, and Michel, Z. 1998. Protein change in respon to progressive water deficit in maize. *Plant Physiol.* 117 : 1253 - 1263.
- Gerik, T. J., 1996. Late season water stress in cotton: I. Plant growth, water use, and yield. *Crop Science.* 36 (4) : 914 - 921.
- Goicoechea, N., M. C. Antolin, and M. Sanchez-Diaz. 1997. Influence of arbuscular mycorrhizae and *Rhizobium* on nutrient content and water relations in drought stressed alfalfa. *Plant and Soil.* 192 : 261 - 268.
- Harjadi, S. S., dan S. Yahya, 1988. Fisiologi Stres Lingkungan. PAU Bioteknologi . IPB. 236 p.
- Jakobsen, I. 1992. Phosporus transport by exsternal hypae of vesicular-arbuscular mycorrhizas p : 48 - 54. *in* D. J. Read, D. H. Lewis, A. H. Fitter & I. J. Alexander. *Mycorrhizas in Ecosystem*. CAB. International. UK
- Lee, D J., C. H Hwang, 2003. Proline accumulation and P5CS gene expression in response to salt stress in zoysiagrasses. *Korean J. Crop Sci.* 48(1):20-24.
- Lee, B.R., W.J. Jung., D.H. Kim., K.Y. Kim, T.H. Kim, 2002. Effect of drought stress on carbohydrate composition and concentration in white clover. *Korean J. Crop Sci.* 47(1):48-53
- Kramer, P.J. 1969. *Plant and Soil Water Relationships*. Mc. Graw Hill Book Company. Inc. New York. 347 p.

- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plant. Academic Press. London.
- Marschner, H. & B. Dell. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and Soil*. 159: 89-102.
- Morton, J. B. and G. L. Benny. 1990. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes). *Mycotaxon*. 37 : 471 - 491.
- Munns, R., 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant cell and environment*. (25): 29-250
- Rahardjo, M., dan I. Darwati, 1996. Pengaruh cekaman air terhadap produksi dan mutu simplisia tempuyung (*Sonchus arvensis*). Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor.
- Salisbury, F. B. & C.W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan Jilid II Penerbit ITB. 173 p
- Sasli, I. 1999. Tanggapan Karakter Morfofisiologi Bibit Kakao Bermikoriza Arbuskular Terhadap Cekaman Kekeringan. Thesis Pascasarjana IPB.
- , 2001. Studi Aplikasi Mikoriza Vesikular Arbuskular (VAM) pada Tanaman Kedelai untuk mengatasi Cekaman Kekeringan pada Tanah Gambut. Penelitian Dosen Muda Dikti. Fakultas Pertanian Untan. Pontianak.
- , 2003. Studi Pengayaan Tanah (Soil Enrichment) dengan Mikoriza Vesikular Arbuskular dan Asam Humat dalam Mengatasi Cekaman Kekeringan Tanaman Kedelai pada Tanah Gambut, Penelitian Dosen Muda Dikti. Fakultas Pertanian Untan Pontianak
- Setiadi, Y. 1989. Pemanfaatan Mikoriza dalam Kehutanan. PAU. Bogor 103 p.
- Schenck, N. C. 1981. Can mycorrhizal control root diseases. *Phytopath*. 65 (3) : 231 - 234.
- Sieverding . E., 1991. Vesicular-arbuskular mycorrhiza management in tropical indigenous glomales. *Deutsche . Jerman*. 342 p.
- Smith, S. E. dan D. J. Read, 1997. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press. California USA 35 p.
- Stahl, P. D., Gerald E. S., Sandra, M. F., and Stephen, E. W., 1998. Arbuscular mycorrhizae and stress tolerance of wyoming big sagebrush seedlings. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62 (5) : 1309 - 1312.
- Turner, N. C. and M. M. Jones. 1980. Turgor maintenance by osmotic adjustment : a review and evaluation , p : 87 : 103. *In* N. C. Turner and P. J. Kramer (Eds.). *Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stress*. John Wiley & Sons. New York.
- Wegel, E., Leif, S., Niels, S., Jens, S., and Martin, P. 1998. Mycorrhiza mutant of *Lotus japonicus* define genetically independent steps during symbiotic infection. *Molecular Plant-Microbe*