

INFEKTIVITAS FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR DAN KEMAMPUANNYA MENINGKATKAN KADAR P DAUN BIBIT KOPI ARABIKA DI TANAH ANDISOL

INFECTIVITY OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI AND ITS ABILITY TO IMPROVE THE P CONTENT OF ARABICA COFFEE SEEDLING LEAVES IN ANDISOL

Hifnalisa^{1*}, Asmarlaili,S.², T. Sabrina², T. Chairun Nisa²

¹Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Indonesia

²Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Indonesia

*Email: hifnalisa@unsyiah.ac.id

ABSTRAK

Kabupaten Bener Meriah adalah salah satu daerah penghasil kopi arabika di Indonesia. Sebagian besar kopi arabika di kabupaten Bener Meriah tumbuh di tanah Andisol. Ketersediaan unsur hara P di tanah Andisol sangat rendah sehingga penyerapan hara P bagi tanaman juga rendah. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk meningkatkan ketersediaan dan penyerapan hara P di Andisol adalah dengan memanfaatkan fungi mikoriza arbuskular (FMA). Tujuan penelitian ini adalah mengetahui infektivitas FMA dan kemampuannya dalam meningkatkan kadar P daun bibit kopi arabika. Sebanyak 30 spora FMA berhasil diisolasi dari rizosfer kopi arabika yang tumbuh di tanah Andisol kabupaten Bener Meriah. Sejumlah 30 spora FMA ini memiliki infektivitas pada akar jagung berkisar antara 10-50%, hanya lima FMA yang mampu menginfeksi akar jagung dengan persentase infeksi 50%. Sejumlah lima FMA ini memiliki infektivitas pada akar bibit kopi arabika berkisar antara 10-35%, hanya dua FMA yang mampu menginfeksi akar bibit kopi arabika dengan persentase 30% dan 35%. Dari lima FMA tersebut hanya dua FMA yang dapat meningkatkan kadar P di daun bibit kopi yaitu sebesar 1,1 dan 1,4 kali dari kontrol.

Kata kunci: Fungi mikoriza arbuskular, Kadar P daun kopi, Bibit kopi arabika, Andisol

ABSTRACT

Bener Meriah district is one of the arabica coffee producing regions in Indonesia. Most of arabica coffee in Bener Meriah district grown on Andisol. The availability of P nutrients in Andisol is very low so that the absorption of P nutrients for plants is also low. One effort that can be done to increase the availability and absorption of P nutrients in Andisol is by utilizing arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). The purpose of this study was to determine the infectivity of AMF and its ability to increase P content in coffee seedlings leaves. This research used a descriptive method. FMA was isolated from arabica coffee rhizosphere in Bener Meriah district. The 30 AMF spores had infectivity on corn roots ranging from 10-50%, only five AMF were able to infect corn roots with a 50% infection percentage. The five FMA have an infectivity on the roots of arabica coffee seedlings ranging from 10-35%, only two AMF are able to infect arabica coffee seedling roots with a percentage of 30% and 35%. Of the five FMA, only two FMA can increase P content in coffee seedlings, which is 1.1 dan 1.4 times the control.

Keywords : arbuscular mycorrhizal fungi, P content of coffee leaves, arabica coffee seedling, Andisol

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Bener Meriah, Provinsi Aceh adalah salah satu daerah penghasil kopi Arabika di Indonesia dengan luas tanam sekitar 46.316 ha (Dinas Perkebunan dan Kehutanan Bener Meriah, 2015). Sebagian besar areal

kebun kopi arabika di Bener Meriah diusahakan di tanah Andisol. Andisol adalah tanah yang berkembang dari bahan vulkanik dan memiliki jerapan P yang tinggi dan ketersediaan unsur hara P yang sangat rendah (Neall, 2009; Sukarman & Ai Dariah, 2014).

Tingginya jerapan P dan rendahnya ketersediaan hara P pada Andisol menyebabkan tanah tidak mampu memenuhi kebutuhan hara P untuk tanaman kopi. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk meningkatkan ketersediaan hara P bagi tanaman kopi di Andisol adalah dengan memanfaatkan fungsi mikoriza arbuskular (FMA).

Mikoriza adalah suatu bentuk hubungan simbiosis mutualisme antara fungi dan perakaran tumbuhan. Fungi ini tidak merusak atau membunuh tanaman inangnya dan sebaliknya fungi dapat memperoleh karbohidrat dan faktor pertumbuhan lainnya dari tanaman inangnya (Smith dkk., 2010). Fungi mikoriza dapat membantu tanaman dalam penyerapan unsur hara (Suharno & Sufati 2009; Upadhayaya dkk., 2010; Smith dkk., 2011; Marschner, & Rengel, 2012). Mikoriza meningkatkan pertumbuhan tanaman pada tingkat kesuburan tanah yang rendah, lahan terdegradasi dan membantu memperluas fungsi perakaran dalam memperoleh nutrisi (Garg & Chandel, 2010).

FMA merupakan salah satu kelompok mikoriza yang mampu bersimbiosis dengan sistem perakaran tumbuhan dengan membentuk struktur spesifik berupa arbuskel (Peterson dkk., 2010; Smith dkk., 2011). Asosiasi fungi dan tumbuhan merupakan bentuk simbiosis saling menguntungkan antara fungi dan tumbuhan (Garg & Chandel, 2010). Sebagian besar FMA berperan penting dalam peningkatan pertumbuhan tanaman pada tanah yang mempunyai kesuburan rendah (Smith dkk., 2011). Penggunaan FMA pada Andisol dapat meningkatkan P-tersedia tanah dan serapan P tanaman sawi (Sagala, 2013).

Sehubungan dengan hal di atas maka diperlukan untuk mencari FMA yang dapat berasosiasi dengan tanaman kopi arabika yang mempunyai infektivitas tinggi dan mampu meningkatkan kadar P di daun. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui infektivitas FMA dan kemampuannya dalam meningkatkan kadar P daun bibit kopi arabika.

2. MATERIAL DAN METODE

Isolasi FMA

Contoh tanah yang digunakan sebagai sumber FMA berasal dari Andisol yang ditanami kopi arabika yang terletak di ketinggian 1200-1400 m di atas permukaan laut (dpl) di Kabupaten Bener Meriah, Provinsi Aceh, Indonesia. Contoh tanah diambil secara komposit pada kedalaman 0-30 cm di daerah perakaran tanaman kopi yang berumur 10 tahun.

Isolasi FMA dilakukan dengan metode penyaringan basah (Gerdermann & Nicholson, 1963).

Uji Infektivitas FMA

Spora FMA yang diperoleh dari hasil isolasi selanjutnya diuji dalam dua tahap. Pada tahap pertama spora FMA diuji infektivitasnya terhadap akar jagung. Pada tahap kedua spora FMA diuji infektivitasnya terhadap akar bibit kopi arabika.

Tahap 1: Uji infektivitas FMA terhadap akar jagung

Tahapan ini bertujuan menguji infektivitas FMA pada akar jagung. Jagung yang digunakan adalah varietas Bisi 222. Spora tunggal yang diperoleh inokulasikan pada tanaman jagung yang ditumbuhkan pada polybag yang berisi satu kg tanah Andisol steril. Tanaman jagung ini dipelihara sampai berumur dua bulan. Setelah umur dua bulan, dilakukan pengamatan terhadap infektivitas FMA pada akar jagung dengan metode *slide* (Giovannetti & Mosse, 1980). Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif. Kemampuan FMA menginfeksi akar jagung dijadikan dasar untuk pemilihan FMA dalam uji selanjutnya (uji infektivitas pada akar bibit kopi)

Tahap 2: Uji infektivitas FMA terhadap akar bibit kopi arabika dan kemampuan FMA meningkatkan kadar P daun bibit kopi arabika

Tahapan ini bertujuan menguji infektivitas FMA pada akar bibit kopi arabika dan kemampuan FMA untuk

meningkatkan kadar P daun bibit kopi arabika. Uji ini dilakukan dengan tiga ulangan. FMA yang lolos seleksi pada tahap satu diinokulasikan pada bibit kopi arabika varietas Abesenia-3 yang berumur tiga bulan dan ditumbuhkan pada tanah Andisol. Inokulasi dilakukan dengan cara menambahkan potongan-potongan halus (1-2 cm) akar jagung yang mengandung spora mikoriza arbuskular (propagul) sebanyak 10 g propagul polybag⁻¹ pada akar bibit kopi arabika bersamaan dengan waktu tanam. Tanaman kopi arabika dipelihara selama dua bulan di polybag. Setelah dua bulan dilakukan pengamatan terhadap infektivitas FMA di akar bibit kopi arabika dengan metode *slide* (Giovannetti & Mosse, 1980) dan kadar P di daun kopi dengan metode destruksi basah ekstraksi H₂SO₄. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi FMA

Dari 15 contoh tanah, hanya 30 spora FMA yang berhasil diisolasi dan dikoleksi. Hal ini disebabkan sedikitnya jumlah spora FMA yang terdapat di dalam contoh tanah dan spora yang terdapat di dalam contoh tanah tersebut banyak dalam keadaan rusak (tidak sempurna). Sejumlah 30 spora tersebut berasal dari titik pengamatan 7, 8, 12, 14 dan 15, dimana setiap pengamatan tersebut memiliki 11-33 spora pada setiap 50 gram tanah (Tabel 1). Contoh tanah rizosfer kopi arabika yang diamati memiliki jumlah sporanya tergolong rendah. Menurut Daniels & Skipper, (1982) tanah mempunyai populasi spora FMA yang tinggi apabila kerapatan sporanya adalah 20 g⁻¹.

Tabel 1. Jumlah spora mikoriza dalam 50 gram tanah pada setiap titik pengamatan

Titik Pengamatan/Lokasi	Jumlah spora
1. Kute Kering, Bukit	9
2. Kute Kering, Bukit	7
3. Kute Kering, Bukit	4
4. Kute Lintang, Bukit	4
5. Kute Lintang, Bukit	1
6. Kute Lintang, Bukit	4
7. Blang Sunteng, Bukit	33
8. Blang Sunteng, Bukit	20
9. Blang Sunteng, Bukit	6
10. Bukit Mulie, Timang Gajah	2
11. Bukit Mulie, Timang Gajah	3
12. Bukit Mulie, Timang Gajah	10
13. Bukit Mulie Ds.III, Timang Gajah	8
14. Bukit Mulie Ds.III, Timang Gajah	13
15. Bukit Mulie Ds.III, Timang Gajah	11

Banyak atau sedikitnya keragaman jenis FMA pada rizosfer suatu tanaman tergantung pada kondisi lingkungan dan fisiologi tanaman. Faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap perkembangan FMA dan keragamannya adalah terutama curah hujan, kondisi fisika dan kimia tanah (Cuenca & Lovera, 2010). Kondisi ini juga akan berpengaruh terhadap produksi spora di lapangan (Ijdo dkk., 2011). Sedikitnya jumlah spora yang diperoleh disebabkan karena kondisi tanah di daerah penelitian tidak sesuai untuk pertumbuhan FMA. Tanah di daerah penelitian memiliki suhu berkisar 22°C. Menurut Sastrahidayat & Rochdjatun (2011) suhu terbaik untuk perkembangan mikoriza berada pada kisaran 28-35°C.

Uji Infektivitas FMA

Sejumlah 30 spora FMA tersebut diuji infektivitasnya pada akar jagung. Dari 30 spora FMA yang diuji, hanya lima spora FMA yang mampu menginfeksi akar jagung dengan persentase infeksi 50%, sedangkan 25 spora FMA lainnya hanya mampu menginfeksi akar jagung <50% (Tabel 2).

Tabel 2. Infektivitas FMA pada akar jagung

FMA	Infektivitas (%)
M1	50
M2	50
M3	50
M4	40
M5	40

M6	35
M7	30
M8	25
M9	50
M10	50
M11	40
M12	35
M13	35
M14	30
M15	30
M16	20
M17	20
M18	10
M19	10
M20	30
M21	20
M22	10
M23	20
M24	20
M25	25
M26	25
M27	15
M28	10
M29	10
M30	10

Sedikitnya jumlah FMA yang mempunyai infektivitas >50% disebabkan karena sebagian besar spora yang diperoleh mempunyai daya kecambah dan daya infeksi yang rendah. Hal ini terlihat dari jumlah spora yang sedikit (10, 13 dan 11 spora per 50 gram tanah) pada tanah Andisol asal spora tersebut yaitu pada titik pengamatan 12, 14, 15 (Tabel 1). Sedikitnya jumlah spora di beberapa titik pengamatan asal spora ini menunjukkan bahwa sedikit jumlah akar kopi arabika di lapang yang terinfeksi oleh FMA. Kemungkinan lain bahwa spora yang diisolasi tidak atau belum mampu membentuk spora.

Sejumlah lima FMA yang mampu menginfeksi akar jagung >50% mempunyai daya kecambah dan infeksi yang lebih tinggi. Sejumlah lima spora FMA tersebut berasal dari titik pengamatan 7 dan 8 yang mempunyai total spora 33 dan 20 di dalam 50 gram tanah. Banyaknya spora di titik pengamatan 7 dan 8 mengindikasikan banyaknya jumlah akar yang diinfeksi oleh FMA.

Selanjutnya pada uji infektivitas pada akar bibit kopi arabika, spora M1 dan M2 mampu menginfeksi akar bibit kopi arabika dengan persentase 35% dan 30%.

Sedangkan tiga FMA yang lainnya hanya mampu menginfeksi akar bibit kopi dengan persentase 10% (Tabel 3). Hal ini diduga bahwa walaupun FMA tersebut diisolasi dari rizosfer akar kopi arabika, tetapi tidak semua FMA tersebut mempunyai kemampuan yang tinggi untuk menginfeksi kembali akar bibit kopi arabika. Selain itu rendahnya infektivitas FMA ini disebabkan karena dosis FMA 10 g polibag⁻¹ belum cukup untuk menghasilkan persentase infeksi yang tinggi.

Tabel 3. Infektivitas mikoriza pada akar bibit kopi arabika

FMA	Infeksi Akar (%)
Kontrol	1
M1	35
M2	30
M3	10
M9	10
M10	10

Rendahnya kemampuan infeksi mikoriza diduga karena suhu rata-rata tanah di daerah penelitian berkisar 22°C Rendahnya kemampuan infeksi mikoriza ini juga terlihat dari sedikitnya jumlah spora yang dijumpai di tanah Andisol pada saat isolasi (Tabel 1). Jumlah spora FMA di dalam tanah mengindikasikan jumlah akar yang dikolonisasi.

Tabel 3 menunjukkan akar bibit kopi arabika yang tidak diberi FMA juga terjadi infeksi walaupun lebih sedikit bila dibandingkan dengan yang diberi FMA. Hal ini disebabkan karena tanah sebagai media tumbuh kopi arabika telah ada mikoriza indogenous. Mikoriza indogenous sering tidak memberikan pengaruh optimal (efektif) pada tanaman yang dibudidayakan karena populasinya tidak cukup, kualitas propagul rendah atau faktor ekologi yang kompleks antara tanaman dan mikoriza (Verbruggen dkk., 2013).

Kemampuan FMA Meningkatkan Kadar P Daun Bibit Kopi Arabika

Sejumlah 5 FMA diuji kemampuannya dalam meningkatkan kadar P di daun bibit kopi arabika. Hasil

uji kemampuan FMA dalam meningkatkan kadar P di daun bibit kopi arabika disajikan pada Tabel 4. Dari 5 FMA yang diuji hanya M1 dan M2 yang menghasilkan kadar P daun bibit kopi yang berbeda dengan kontrol. M1 dan M2 dapat meningkatkan kadar P daun kopi sebesar 1,1 dan 1,4 kali dari kontrol.

Tabel 4. Kemampuan FMA meningkatkan kadar P daun bibit kopi arabika

FMA	Kadar P (%)
Kontrol	0,21
M1	0,30
M2	0,24
M3	0,21
M9	0,21
M10	0,21

Peningkatan kadar P di daun bibit kopi arabika yang diinokulasi M1 dan M2 disebabkan karena adanya infektifitas yang tinggi kedua FMA tersebut. Infektifitas yang tinggi ini meningkatkan kemampuan akar untuk mendapatkan unsur hara yang ada di dalam tanah sehingga meningkatkan ketersediaan P di tanah Andisol dan serapan hara P bibit kopi arabika. Peningkatan ketersediaan dan serapan hara P disebabkan karena FMA mempunyai hifa eksternal. Hifa eksternal FMA meluas dari permukaan akar ke tanah dan memperbesar luas permukaan kontak dengan tanah. Oleh karena itu, sistem akar yang telah terbentuk jaringan FMA akan memiliki luas permukaan efektif yang lebih besar untuk menyerap nutrisi dan mengeksplorasi volume yang lebih besar dari tanah dari akar non FMA. Smith dkk., (2009) mengatakan bahwa FMA menginfeksi sistem perakaran tanaman inang kemudian FMA akan memproduksi jaringan hifa eksternal yang tumbuh secara ekspansif dan menembus lapisan subsoil sehingga meningkatkan kapasitas akar dalam menyerap hara dan air. Diameter hifa lebih kecil dari diameter akar memungkinkan akses ke pori-pori tanah kecil yang tidak dapat dieksplorasi oleh akar (Schnepf dkk., 2011). Selain meningkatkan ketersediaan P-tanah karena FMA memiliki karakteristik

biokimia dan fisiologis yang berbeda dari akar. FMA mengeluarkan ekskresi asam organik yang dapat berfungsi sebagai agen pengkelat, di mana fosfor terutama yang terikat dengan Fe atau Al dapat dilepaskan oleh FMA sehingga dapat meningkatkan ketersediaan P-tanah (Klug and Cumming, 2009). FMA mampu melepaskan asam-asam organik dan enzim fosfatase sehingga proses pelarutan P dapat ditingkatkan dan P di dalam tanah menjadi tersedia bagi tanaman. Adanya enzim fosfatase dapat memobilisasi P dari sumber organik sehingga tersedia bagi tanaman (Zhang dkk., 2018).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa FMA dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kopi (Daras dkk., 2013), dan meningkatkan meningkatkan serapan P tanaman kopi serta kandungan P daun (Ibiremo dkk., 2011; Suparno dkk., 2013; Novitasari, 2015),

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa infektivitas FMA pada akar jagung berkisar antara 10-50%, infektivitas FMA pada akar bibit kopi arabika berkisar antara 10-35%. Dua jenis FMA yaitu M1 dan M2 mempunyai infektivitas sebesar 30 dan 35% dan mampu meningkatkan kadar P di daun bibit kopi sebesar 1,1 dan 1,4 kali dari kontrol.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Universitas Syiah Kuala dan Balai Pengkajian Teknologi Aceh atas bantuan dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Cuenca, G. and Lovera, M. 2010. Seasonal variation and distribution at different soil depths of arbuscular mycorrhizal fungi spores in a tropical sclerophyllous shrubland. *Botany*, 88, 54-64.
- Daniels, A. & Skipper, H.D. 1982. Methods for The Recovery and Quantitative Estimation of Propagules from Soil Research. *Am. Phytopath*, 29-35.

- Daras, U., Trisilawati, O. & Sobari, I. 2013. Pengaruh mikoriza dan amelioran terhadap pertumbuhan benih kopi. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 4(2), 145-156.
- Dinas Perkebunan dan Kehutanan Bener Meriah. 2015. *Laporan Tahunan*. Dinas Perkebunan dan Kehutanan Bener Meriah
- Garg, N. & Chandel, S. 2010. Arbuscular mycorrhizal networks: Process and function. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 30, 581-599.
- Gerdermann, J.W. & Nicholson. 1963. Spores of Mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 46: 235-244.
- Giovannetti, M. & Mosse, B. 1980. An Evaluation of Techniques for Measuring Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Infection in Roots. *New Phytologist*, 84, 489-500.
- Ijdo, M., Cranenbrouck, S & Declerck, S. 2011. Methods for large-scale production of AM fungi: past, present, and future. *Mycorrhiza*, 21, 1-16.
- Klug, K. & Cumming, J. 2009. Organic acid exudation by mycorrhizal *Andropogon virginicus* L. (broomsedge) roots in response to aluminum. *Soil Biol. Biochem.* 41: 367-373.
- Marschner, P. & Rengel, Z. 2012. Nutrient availability in soils. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. Marschner, P. ed., 3rd edition, Academic Press, Elsevier, New York.
- Neall, V.E. 2009. Volcanic soils. In: *Land Use, Land Cover and Soil Science*, Ed. W.H. Verheye. Eolss-Unesco. VII: 23-46.
- Novita Sari. 2015. Uji infeksi mikoriza *Glomus* sp. dan *Gigaspora* sp. terhadap perakaran kopi serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan serapan unsur hara P pada tanaman kopi arabika (*Coffea arabica* L.). *Skripsi*. Universitas Jember.
- Peterson, R.L., Massicotte, H.B. & Melville L.H. 2010. *Mycorrhizas: Anatomy and Cell Biology*. CAB International, Wallingford, Oxon. United Kingdom.
- Sastrahidayat I.R. 2011. *Rekayasa Pupuk Hayati Mikoriza Dalam Meningkatkan Produksi Pertanian*. Universitas Brawijaya Press, Malang.
- Schnepf, A, Leitner, D., Klepsch, S., Pellerin, S. & Mollier, A. 2011. Modelling phosphorus dynamics in the soil-plant system. In EK Bünemann, A Obserson, E Frossard, eds, *Phosphorus in action: Biological processes in soil phosphorus cycling*. Springer, Heidelberg, Dordrecht, London, New York.
- Smith S.E, Facelli E., Pope S. & Smith F.A. 2010. Plant performance in stressful environments: interpreting new and established knowledge of the roles of arbuscular mycorrhizas. *Plant Soil*, 326, 3-20.
- Smith, S.E. & Read, D. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. 3rd Edition. Academic Press, Elsevier, New York.
- Smith, F. A., Grace, E. J. & Smith, S. E. 2009. More than a carbon economy: nutrient trade and ecological sustainability in facultative arbuscular mycorrhizal symbioses. *New Phytologist*. 182:347-358.
- Smith, S. E., Jakobsen, I., Gronlund, M. & Smith, F. A. 2011. Roles of arbuscular mycorrhizas in plant phosphorus nutrition: interactions between pathways of phosphorus uptake in arbuscular mycorrhizal roots have important implications for understanding and manipulating plant phosphorus acquisition. *Plant Physiol.* 156, 1050-1057.
- Suharno, & Sufaati S. 2009. Efektivitas pemanfaatan pupuk biologi fungi mikoriza arbuskular (FMA) terhadap pertumbuhan tanaman matoa (*Pometia pinnata* Forst.). *Sains* 9 (1): 81-36.
- Sukarman & Ai Dariah. 2014. *Tanah Andosol Di Indonesia: Karakteristik, Potensi, Kendala, dan Pengelolaannya untuk Pertanian*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian Indonesia.
- Suparno, A., Namserna, H.J., Yuwono, M., Baan, S. 2013. Response of Coffee Seedlings Inoculated With AM Fungi and Application of Papuan Crandallite Phosphate Rock. *Agricultural Science Res. J.* 3(8), 244-249.
- Upadhyaya H, Panda SK, Bhattacharjee MK, & Dutta, S. 2010. Role arbuscular mycorrhiza in heavy metal tolerance in plants: Prospect for phytoremediation. *J. Phytol.*, 2 (7), 16-27.
- Verbruggen, E., van der Heijden, M.G.A., Rillig, M.C. & Kiers, E.T. 2013. Mycorrhizal fungal establishment in agricultural soils: factors determining inoculation success. *New Phytol.*, 1104-1109.
- Zhang, L., Gu Feng, G. & Stéphane Declerck, S. 2018. Signal beyond nutrient, fructose, exuded by an arbuscular mycorrhizal fungus triggers phytate mineralization by a phosphate solubilizing bacterium. *The ISME J.*