

Pertumbuhan dan Produksi *Sorghum bicolor* pada Kultur Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dengan Sistem Fertigasi dan Fortifikasi Nutrisi Berbeda

Growth and Production of *Sorghum bicolor* in Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) Cultures with Different Fertigation and Nutrient Fortification Systems

A Fitria*, L Abdullah, P D M H Karti

Corresponding email:
nana.anafitria@gmail.com

Departemen Ilmu Nutrisi dan
Teknologi Pakan, Fakultas
Peternakan, Institut Pertanian
Bogor (Bogor Agricultural
University/IPB University)

ABSTRACT

Arbuscular mycorrhizal Fungi (AMF) is a microorganism that biologically affects plant enzymes and plant nutrients. AMF production development techniques need to be improved with the addition of nutritional fortification to produce quality AMF products. The research aimed was to cultivate AMF with complete fertilizer nutrition and different fertigation systems on *Sorghum bicolor*. The study used a 2 x 3 factorial randomized design with A factor: fertigation system (flat and terraced) and B factor: fertilizer nutrient levels (1000ppm, 2000ppm, 3000ppm). The results showed that the flat fertigation system had a significant different ($p < 0.05$) on plant height, the number of leaves, stem diameter, and fresh biomass. However, in the high-level fertigation system, numbers of leaf, stem diameter, and fresh biomass did not have significant difference. There was no interaction between the fertigation and nutrient fortification systems. *Sorghum* panicle age started at 75 yields after planting (DAT). The relationship between percent infection and the number of spores showed a low level of correlation with $R^2 = 0.032$. It can be concluded that the best fertigation system was a flat fertigation system for all nutrient fortifications, with the best average yield on 2000ppm nutrient fortification.

Key words: AMF, fertigation system, nutrition fortification

ABSTRAK

Fungi mikoriza arbuskula (FMA) merupakan mikroorganisme yang secara biologis mempengaruhi enzim tanaman dan nutrisi tanaman. Teknik pengembangan produksi FMA perlu ditingkatkan dengan penambahan fortifikasi nutrisi untuk menghasilkan produk FMA berkualitas. Penelitian bertujuan kultur FMA dengan nutrisi pupuk lengkap dan sistem fertigasi berbeda pada tanaman sorgum bicolor. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok faktorial 2 x 3 dengan faktor A: sistem fertigasi (datar dan bertingkat) dan faktor B: level nutrisi pupuk (1000ppm, 2000ppm, 3000ppm). Hasil penelitian menunjukkan sistem fertigasi datar berbeda nyata ($p < 0,05$) pada tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, dan biomassa segar. Namun, pada sistem fertigasi bertingkat tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, dan biomassa segar tidak berbeda nyata. Interaksi pada sistem fertigasi dan fortifikasi nutrisi tidak terjadi pada penelitian ini. Umur malai sorgum dimulai pada umur 75 hari setelah tanam (HST). Hubungan antara persen infeksi dengan jumlah spora menunjukkan tingkat korelasi yang rendah dengan nilai $R^2 = 0,032$. Dapat disimpulkan bahwa sistem fertigasi terbaik yaitu sistem fertigasi datar pada semua fortifikasi nutrisi, dengan rata-rata hasil terbaik pada fortifikasi nutrisi 2000 ppm.

Kata kunci: FMA, fortifikasi nutrisi, sistem fertigasi

PENDAHULUAN

Fungi Mikoriza arbuskula (FMA) merupakan mikoriza yang paling melimpah dan mampu berasosiasi pada berbagai macam inang dan habitat, serta memiliki sifat interaksi mutualistik membedakannya dari asosiasi jamur tanaman lainnya (Sharma *et al.* 2017). Fungi mikoriza arbuskula (FMA) adalah asosiasi simbiosis antara akar tanaman dan fungi yang berperan utama untuk meningkatkan serapan hara dan air oleh tanaman inang (Karti *et al.* 2012). Efek menguntungkan yang paling umum dari mikoriza adalah peningkatan penyerapan nutrisi *immobile*, terutama P, dari tanah (Bolan, 1991). Asosiasi fungi mikoriza arbuskular (FMA) adalah sarana di mana beberapa tanaman memperoleh pasokan fosfor yang cukup dari tanah rizosfer. Hubungan simbiosis FMA sangat penting untuk tanaman yang tumbuh di lingkungan yang kekurangan fosfor karena meningkatkan pertumbuhan tanaman dan tingkat fosfor pada tanaman (Igiehon & Babalola, 2017). Fungi mikoriza arbuskula (FMA) adalah pupuk organik yang secara biologis dapat mempengaruhi enzim tanaman dan nutrisi tanaman (Pankaj *et al.* 2019) serta secara signifikan meningkatkan daya tahan tanaman terhadap kondisi abiotik dan biotik (Latef *et al.* 2016). Peran FMA sebagai pupuk hayati berpotensi memperkuat adaptasi tanaman terhadap perubahan lingkungan (Panneerselvam *et al.* 2017).

Penggunaan FMA sebagai biofertilizer sangat berpengaruh dalam pengembangan pertanian berkelanjutan. Omirou *et al.* (2016) menyatakan bahwa kolonisasi akar tanaman mampu meningkat akibat penambahan fungi mikoriza arbuskula dalam tanah dan mempengaruhi interaksi dengan mikroorganisme tanah untuk pertanian berkelanjutan. Potensi FMA sebagai ketersediaan inokulum komersial dan dipromosikan sebagai pupuk hayati dengan kandungan formulasi FMA (Faye *et al.* 2013). Teknik budidaya dan produk inokulum FMA telah dikembangkan dalam beberapa dekade terakhir. Beberapa cara untuk produksi FMA skala besar seperti teknik produksi berbasis tanah dan substrat serta teknik kultur bebas substrat (hidroponik dan aeroponik), metode budidaya *in vitro* (Ijdo *et al.* 2011) dan teknik perbanyakan drip irigasi mampu meningkatkan produksi biomasa dan produksi spora dengan interaksi antara nutrisi dengan tanaman inang P. *Javanica* (Aryanto dkk, 2018).

Faktor penentu selain teknik produksi adalah tanaman inang. Tanaman inang untuk produksi FMA harus beradaptasi dengan kondisi lingkungan rendah, tumbuh dengan cepat dan menghasilkan akar yang baik, dan tidak patogen terhadap inokulum FMA. Pemilihan tanaman inang dalam perbanyakan jamur arbuskular dalam kultur pot merupakan keputusan penting. Sifat obligat dari simbiosis mencegah pemisahan variabel

inang dari tanah dan lingkungan sekitar karena berdampak interaktif pada pertumbuhan dan sporulasi jamur koloni. Spesies inang dapat beralih dari yang kompatibel menjadi tidak kompatibel dengan perubahan hanya pada satu variabel lingkungan (misalnya tingkat fosfor, kandungan air tanah, pH, salinitas, suhu, intensitas dan kualitas cahaya) (Fortin *et al.* 2002). Pemanfaatan FMA terkendala dalam perbanyakan kultur FMA berkualitas sebagai sumber starter yang masih tergantung dengan tanaman inang dalam produksinya (Prihantoro *et al.* 2016).

Fertigasi dapat digunakan secara efektif untuk mengendalikan kehilangan pupuk dan risiko pencemaran pada lingkungan. Beberapa keuntungan fertigasi meliputi fleksibilitas dan pengelolaan, efektivitas biaya, potensi peningkatan keseragaman distribusi pupuk dan efisiensi aplikasi, kerugian yang lebih rendah, dan kemungkinan untuk membagi aplikasi nutrisi selama musim tanaman. Serapan pupuk pada tanaman memainkan peran kunci dalam siklus pupuk tanah (Ebrahimian *et al.*, 2014). Fortifikasi FMA dengan nutrisi lengkap dapat menjadi salah satu cara yang memungkinkan untuk meningkatkan kandungan dan hasil inokulum FMA. Kemajuan teknologi pengembangan FMA dibutuhkan untuk mendukung perbaikan lahan marginal. Penelitian ini bertujuan melihat respon pertumbuhan *Sorghum bicolor* sebagai tanaman inang fungi mikoriza arbuskular.

METODE

Materi dan Tempat Penelitian

Bahan yang digunakan starter fungi mikoriza dari laboratorium bioteknologi Fakultas Peternakan IPB, zeolit sebanyak 1200kg dan tanaman inang yaitu *Sorghum bicolor* var. Kawali pada box kontainer industri ukuran 63,1 cm x 41,4 cm x 30,7 cm yang telah dilubangi bagian bawahnya. Lubang tanam berjumlah 24 pada masing – masing bak dan berisi 2 tanaman sorgum. Sistem perbanyakan dengan menggunakan sistem fertigasi (fertilizer irigasi) 2 tipe, yaitu fertigasi bertingkat dan fertigasi datar. Penambahan dosis pupuk nutrisi lengkap masing – masing 1000ppm, 2000ppm, dan 3000ppm.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok faktorial dengan 2 faktor yaitu sistem fertigasi dan dosis pupuk nutrisi lengkap, yaitu : FD1 (sistem f. datar + 1000 ppm), FD2 (sistem f. datar + 2000 ppm), FD3 (sistem f. datar + 3000 ppm), FB1 (sistem f. bertingkat + 1000 ppm), FB2 (sistem f. bertingkat + 2000 ppm), FB3 (sistem f. bertingkat + 3000 ppm) dengan 4 kelompok dan total 24 perlakuan.

Prosedur Penelitian

Persiapan pertama adalah mencuci zeolit sebanyak 1.2 ton (1200 kg) yang ditempatkan pada masing masing kontainer industri berukuran 631 x 414 x 307 mm. Kontainer sebelumnya dilubangi menggunakan solder pada bagian bawah. Unit fertigasi disusun berdasarkan rancangan penelitian. Tahap penanaman yaitu kontainer tersebut diisi zeolit sebanyak 55 kg + 3,5 kg inokulum FMA dan lapisan paling atas dibuat 24 lubang tanam yang berisi 5 benih Sorgum. Pemeliharaan berupa penyiraman dan pemupukan menggunakan teknik fertigasi. Penyiraman menggunakan air sumur selama 5-7 menit/penyiraman dengan pompa air otomatis di dua (2) model fertigasi yaitu fertigasi datar dan fertigasi bertingkat. Penambahan unsur hara menggunakan larutan nutrisi AB Mix sebanyak 3 perlakuan yaitu 1000ppm, 2000ppm, dan 3000ppm dalam 1 kali/minggu. Tahap akhir adalah pemanenan yang sebelumnya telah dilakukan pengambilan data pertumbuhan mingguan dilakukan selama ± 14 minggu atau sampai masa vegetatif akhir dan selanjutnya dilakukan *stressing* (tanpa penyiraman) \pm selama tiga (3) minggu.

Peubah yang Diukur

Peubah yang diamati pada penelitian: 1) Tinggi tanaman (cm) diukur dari pangkal batang sampai ke ujung daun yang paling muda dengan menggunakan penggaris, pengukuran dilakukan seminggu sekali sampai akhir penelitian (Salem *et al.*, 2016); 2) Jumlah daun didapatkan dengan cara menghitung seluruh daun yang telah membuka penuh dan masih berwarna hijau, tidak termasuk daun yang masih muda dan yang telah mengalami *senescense*. (Suminarti, 2019); 3) Diameter batang (mm) diukur pada umur 11-13 minggu setelah tanam (MST) menggunakan jangka sorong dengan tingkat ketelitian 0,1 mm pada batang bagian bawah yang paling besar; 4) Berat segar tanaman (g) tanaman yang sudah selesai di-*stressing* dipotong sampai dipangkal batang dan ditimbang menggunakan timbangan analitik; 5) suhu dan kelembaban diukur dengan termometer; 6) intensitas cahaya diukur menggunakan Lux meter; 7) Pengukuran tingkat infeksi mikoriza pada penelitian ini menggunakan metode Slide \pm . Proses pengukuran ini terdapat dalam Giovannetti & Mosse (1980) pada Yassir *et al.* (2007) yakni potongan akar dengan panjang 1 cm sebanyak 10 buah diambil secara acak dan disusun pada kaca preparat. Potongan akar pada kaca preparat kemudian diamati pada setiap bidang pandang.

Bidang pandang yang menunjukkan tanda kolonisasi diberi tanda (+) sedangkan yang tidak terdapat tanda kolonisasi diberi tanda (-), derajat kolonisasi dihitung dengan rumus:

$$\text{Derajat Kolonisasi} = \frac{\text{jumlah bidang pandang (+)}}{\text{jumlah bidang pandang keseluruhan}} \times 100\%;$$

8) Isolasi spora FMA berdasarkan contoh tanah dilakukan menggunakan metode tuang saring basah (Pacioni 1992) dan dilanjutkan menggunakan sentrifugasi (Brundrett *et al.* 1996). Langkah-langkah pada isolasi spora; 1) sampel zeolit diambil sebanyak 100 g dari seluruh total zeolit; 2) sampel dituangkan ke penyaringan bertingkat dari atas ke bawah dengan ukuran 250, 125, dan 45 μm kemudian dicuci dengan air mengalir; 3) suspensi zeolit yang tersaring dalam saringan berukuran 125 dan 45 μm dimasukkan pada tabung lalu ditambahkan dengan larutan sukrosa 60% sebanyak 1/3 bagiannya; 4) dilakukan sentrifugasi menggunakan kecepatan 2.300 rpm selama kurang lebih 3 menit; 5) cairan yang agak bening di bagian tengah tabung (mengapung) merupakan peralihan antara larutan glukosa dengan air, disedot dengan menggunakan pipet untuk dicuci dan disaring menggunakan saringan 45 μm ; 6) kemudian diletakkan dalam cawan petri dan diamati di bawah mikroskop untuk dihitung jumlah spora. Mikroskop yang digunakan adalah mikroskop disecting.

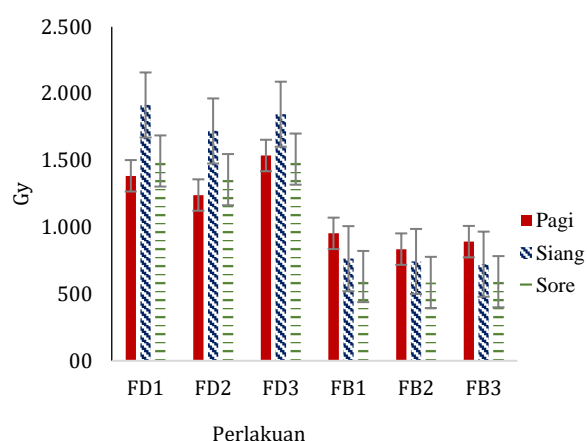
Analisis statistik

Data dianalisis ragam (*Analysis of Variance*). Apabila faktor A berbeda nyata ($p < 0,05$) akan dilanjutkan dengan Uji T dan jika faktor B berbeda nyata ($p < 0,05$) akan di uji kontras polinomial, serta jika terjadi interaksi antara faktor A dan B akan di uji Duncan 5%. Analisis data menggunakan *software IBM SPSS 22*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Tanaman *Sorghum bicolor*

Intensitas cahaya pada pertumbuhan tanaman sorgum menunjukkan bahwa cahaya tinggi terdapat pada pagi dan siang hari namun untuk sore hari intensitas cahaya bertahap menurun (Gambar 1). Cahaya matahari maksimal rumah kaca terlihat pada keadaan siang hari dengan intensitas cahaya yang tinggi sehingga tanaman sorgum dapat tumbuh dengan baik. Intensitas cahaya mempengaruhi proses fotosintesis tanaman sehingga tanaman dapat tumbuh optimal. Menurut Friadi & Junadhi (2019) intensitas cahaya matahari dibutuhkan untuk berlangsungnya penyatuan CO_2 dan air untuk membentuk karbohidrat. Lü *et al.* (2018) menambahkan bahwa 3%-20% fotosintesis tanaman dapat digunakan untuk simbiosis mikoriza dan pertumbuhan inang didorong oleh nutrien yang didapatkan FMA. Oleh karena itu, adanya peningkatan dan penghambatan pertumbuhan tanaman yang diberi mikoriza disebabkan oleh kompetisi antara tanaman inang dan FMA untuk sumber karbon (Buwalda & Goh 1982). Hasil penelitian Kaur *et al.* (2020) menunjukkan bahwa efek FMA terlihat jelas pada tahap awal melalui pertumbuhan, dan pertahanan tanaman. Tanaman sorgum umumnya mudah diinfeksi oleh FMA dan dapat dipilih sebagai



Gambar 1 Intensitas Cahaya

tanaman inang yang optimal untuk budidaya perangkap dan perbanyak FMA. Selain itu, sorgum memiliki kemampuan beradaptasi pada kisaran ekologi yang luas, dapat tumbuh pada kondisi yang sangat panas atau hujan (curah hujan tinggi), kemampuan beradaptasi yang sangat baik yang memungkinkan tanaman sorgum tetap tumbuh dengan baik pada kondisi rumah kaca dan atau kondisi ekstrem (Muryati *et al.* 2016).

Laju pertumbuhan tanaman *Sorghum bicolor* (Tabel 1) secara umum menunjukkan hasil terbaik pada perlakuan sistem fertigasi datar ($p < 0,05$) dengan tinggi $8,69 \pm 0,76$ cm, jumlah daun $0,40 \pm 0,05$ helai, dan diameter tanaman $6,04 \pm 0,50$ mm. Pada diameter tanaman dengan perlakuan dosis larutan nutrisi yang berbeda menghasilkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$). Dosis nutrisi lengkap menunjukkan hasil terendah ($5,17 \pm 0,70$ mm) pada 1000 ppm namun, tidak berbeda nyata pada dosis pupuk 2000 ppm ($5,73 \pm 0,47$ mm) dan 3000 ppm ($6,18 \pm 0,79$ mm). Laju pertumbuhan tanaman Sorgum diduga memiliki perbedaan penyerapan cahaya matahari dalam melakukan fotosintesis antara kedua sistem fertigasi. Model sistem fertigasi datar lebih mudah memasok cahaya matahari untuk melakukan fotosintesis dibandingkan dengan sistem fertigasi bertingkat sehingga laju pertumbuhan tanaman inang maksimal.

Hubungan antara inang dan dosis pupuk mempengaruhi ketersediaan nutrisi akar tanaman. Tanaman dapat mengidentifikasi FMA yang bermanfaat baginya dan memberikan prioritas produk fotosintesis untuk FMA tersebut. Namun, respon pertumbuhan tanaman yang termodulasi dikarenakan berbagai faktor seperti media tanam, nutrisi pupuk dan interaksi tanaman dengan mikoriza. Masalah yang berhubungan dengan interaksi tanaman dan mikoriza didalam media tanam serta mikroorganismes yang berpartisipasi. Bahkan respon FMA pertumbuhan tanaman mungkin terkait dengan perubahan mutualisme, komensalisme, dan parasitisme (Lü *et al.* 2018). Laju pertumbuhan pada Tabel 1 yakni tinggi, jumlah daun dan diameter tanaman dipengaruhi secara langsung oleh mikoriza dan nutrisi yang diberikan pada tanaman. Menurut Guno *et al.* (2021) jumlah daun semakin banyak dan tinggi tanaman semakin bertambah secara tidak langsung akan membantu penyerapan cahaya matahari untuk proses fotosintesis. Variasi jumlah daun antar perlakuan dapat terjadi mungkin dipengaruhi oleh jumlah mikoriza pada media tanam (Husein *et al.* 2022).

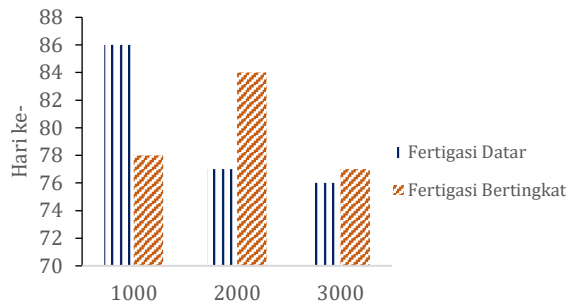
Jamur Mikoriza arbuskula memiliki kemampuan untuk meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap nutrisi dan menghasilkan hormon pertumbuhan seperti auksin dan giberelin. (Pozo *et al.* 2015). Hormon auksin dan giberelin berfungsi untuk merangsang perkembangan akar yang mendukung peningkatan penyerapan unsur hara yang merangsang pertumbuhan primer melalui pembesaran dan pembelahan sel sehingga pada akhirnya meningkatkan tinggi tanaman maupun jumlah daun. Tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter tanaman berpengaruh nyata terhadap produksi biomassa (Husein *et al.* 2022).

Pertumbuhan vegetatif tanaman berhubungan dengan penyerapan maksimal dan simbiosis mutualisme antara tanaman inang dan mikoriza di rumah kaca. Pada Gambar 2 terlihat umur malai sorgum dapat menjadi indikator bahwa produksi FMA akan mencapai tahap stressing. Stressing yang merupakan proses penting untuk mendapatkan produksi spora tinggi. Pertumbuhan

Tabel 1 Tinggi, jumlah daun, dan diameter tanaman *Sorghum bicolor*

Peubah	Sistem Fertigasi	Level Fortifikasi Nutrien			Rataan
		1000 ppm	2000 ppm	3000 ppm	
Tinggi (cm)	D	$8,38 \pm 0,57$	$9,09 \pm 1,00$	$8,59 \pm 0,64$	$8,69 \pm 0,76^a$
	B	$5,71 \pm 1,83$	$6,60 \pm 2,19$	$7,04 \pm 2,80$	$6,45 \pm 2,16^b$
	Rataan	$7,05 \pm 1,89$	$7,84 \pm 2,06$	$7,82 \pm 2,05$	$7,57 \pm 1,95$
Jumlah Daun	D	$0,39 \pm 0,38$	$0,44 \pm 0,04$	$0,38 \pm 0,04$	$0,40 \pm 0,05^a$
	B	$0,27 \pm 0,08$	$0,30 \pm 0,14$	$0,33 \pm 0,19$	$0,30 \pm 0,14^b$
	Rataan	$0,33 \pm 0,09$	$0,37 \pm 0,12$	$0,35 \pm 0,13$	$0,35 \pm 0,11$
Diameter (mm)	D	$5,70 \pm 0,37$	$5,87 \pm 0,22$	$6,55 \pm 0,44$	$6,04 \pm 0,50^a$
	B	$4,65 \pm 0,53$	$5,58 \pm 0,64$	$5,82 \pm 0,95$	$5,35 \pm 0,84^b$
	Rataan	$5,17 \pm 0,70^b$	$5,73 \pm 0,47^a$	$6,18 \pm 0,79^a$	$5,69 \pm 0,76$

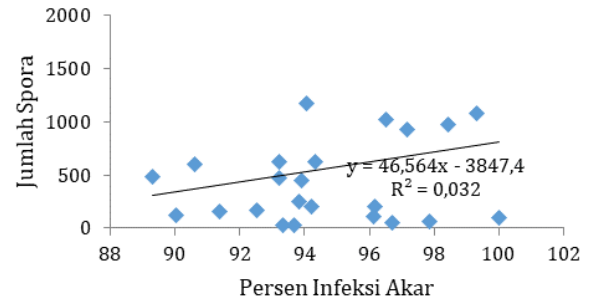
Keterangan: D= Fertigasi datar; B= Fertigasi bertingkat; Level fortifikasi nutrisi 1000 ppm, 2000 ppm, dan 3000 ppm. Superskrip berbeda pada kolom atau baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$)



Gambar 2 Konsentrasi nutrisi (ppm)

awal malai bunga dimulai dari level fortifikasi nutrisi 3000 ppm yaitu 75 hari pada fertigasi datar namun untuk fertigasi bertingkat mengalami keterlambatan yang tidak signifikan untuk umur malai bunga. Hutaeruk *et al.* (2012) menyatakan bahwa pemberian FMA dan pupuk fosfat tidak berpengaruh pada umur malai sorgum pada rata-rata 69 hari muncul malai. Intensitas kolonisasi akar mikoriza meningkat seiring dengan pertambahan umur tanaman. Menurut Napitupulu *et al.* (2013) penyerapan unsur hara dari FMA dapat membantu pertumbuhan vegetatif tanaman sehingga memiliki pertumbuhan yang lebih baik. Nutrien untuk penyediaan hara mempengaruhi pertumbuhan tanaman dari fase vegetatif sampai generatif. Ijdo *et al.* (2011) menambahkan bahwa kandungan nutrisi substrat serta penambahan makronutrien dan mikro nutrisi dapat mempengaruhi jamur AM secara langsung tetapi juga secara tidak langsung oleh respon tanaman terhadap ketersediaan nutrisi, misalnya dengan perubahan pertumbuhan akar atau fotosintesis. Sebelum memasuki fase generatif yaitu pada umur 60 hari setelah tanam (HST), tanaman memproduksi lebih banyak daripada yang digunakan. Hasil asimilasi yang berlebihan disimpan pada bagian vegetatif sebagai senyawa cadangan yang ditranslokasikan pada area akar, batang dan daun sebagai cadangan makanan (Marles *et al.* 2018).

Lopes *et al.* (2021) menyatakan FMA mampu membentuk asosiasi mutualistik dengan tumbuhan tingkat tinggi termasuk, *filum monofiletik Glomeromycota*, sehingga membentuk struktur arbuskular dalam sel-sel korteks akar untuk memfasilitasi pertukaran nutrisi antara FMA dan



Gambar 3 Regresi jumlah spora dan persentase infeksi akar FMA pada sistem fertigasi dan fortifikasi nutrisi berbeda

tanaman inang. Menurut White & Charvat (1999) tanaman inang dan FMA harus memiliki akses ke air yang cukup agar dapat menghindari kelebihan air dan kekurangan oksigen karena dalam sistem hidroponik berbasis substrat, efek samping air dapat diimbangi dengan aerasi media yang memadai.

Produksi Tanaman Sorghum Bicolor

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa bobot biomassa segar dan biomassa individu paling baik pada perlakuan model sistem fertigasi datar. Namun tidak ditemukan adanya interaksi antara dua (2) faktor perlakuan yang diberikan. Rataan bobot biomassa segar 421,89 ± 64,21 g dan bobot biomassa individu 22,12 ± 6,13 g. Bobot segar tanaman sorgum merupakan bobot segar setelah di-stressing, bobot segar tanaman dipengaruhi oleh kadar air dan kandungan hara sel jaringan tanaman. Faktor-faktor seperti ketersediaan air, kandungan nutrisi, dan karakteristik tanah mempengaruhi perkembangan spora mikoriza, yang berdampak pada rendahnya biomassa. Kepadatan spora yang meningkat dapat menyebabkan tingginya biomassa tanaman pada tanah rizosfer yang digunakan sebagai media perangkap (Husein *et al.* 2022).

Faktor yang mempengaruhi produktivitas sorgum tergolong tinggi, dan sistem perakarannya ekstensif, hal menjadikan sorgum sangat efisien dalam pemanfaatan air sehingga produktivitas biomasnya lebih tinggi dibandingkan dengan jagung atau tebu yang sama-sama tanaman (Hoeman S, 2007).

Tabel 2 Biomassa segar dan biomassa individu tanaman Sorghum bicolor

Peubah	Sistem Fertigasi	Level Fortifikasi Nutrien			Rataan
		1000 ppm	2000 ppm	3000 ppm	
Bobot Segar (g)	D	400,87 ± 60,33	453,02 ± 64,68	411,77 ± 72,65	421,89 ± 64,21 ^a
	B	300,40 ± 119,30	347,17 ± 215,94	326,40 ± 232,62	324,65 ± 178,20 ^b
	Rataan	350,63 ± 102,68	400,10 ± 158,05	369,08 ± 168,93	373,27 ± 140,09
Bobot Individu (g)	D	19,39 ± 4,71	21,68 ± 8,02	25,30 ± 5,26	22,12 ± 6,13 ^a
	B	8,65 ± 6,57	13,93 ± 12,02	16,41 ± 13,99	13,00 ± 10,77 ^b
	Rataan	14,02 ± 7,81	17,81 ± 10,32	20,86 ± 10,88	17,56 ± 9,76

D= Fertigasi datar; B= Fertigasi bertingkat; Level fortifikasi nutrisi 1000 ppm, 2000 ppm, dan 3000 ppm. Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata (p < 0,05)

Data suhu dan kelembaban udara di rumah kaca dapat berpengaruh pada pertumbuhan dan kondisi tanaman sorgum. Data menunjukkan suhu berkisar 25°C-35°C dan kelembaban udara 40%-70%. Friadi & Junadhi (2019) menyatakan suhu dan kelembaban udara merupakan faktor yang berpengaruh pada pertumbuhan tanaman dalam *greenhouse*, sinar matahari yang berlebihan dapat meningkatkan suhu dan menurunkan kelembaban udara sehingga mengakibatkan kerusakan pada tanaman.

Persentase infeksi akar tanaman sorgum sangat tinggi dan tidak berbeda antar perlakuan tetapi setiap tanaman inang memiliki perbedaan dalam hal kemampuan menghasilkan spora. Hubungan antara persentase infeksi dengan jumlah spora menunjukkan tingkat korelasi yang rendah dengan nilai $R^2 = 0,032$ (Gambar 3). Hal ini menunjukkan bahwa persentase infeksi akar yang tinggi tidak selalu diiringi oleh jumlah spora yang tinggi pula. Produksi spora yang rendah dan persentase akar yang terinfeksi tinggi karena fotosintat yang digunakan oleh FMA hanya cukup untuk perkembangan hifa (Rini & Rozalinda, 2020).

Jumlah spora dan infeksi spora setiap perlakuan berbeda karena metabolisme dan interaksi yang terjadi antara mikoriza dan tanaman sorgum. Alguacil *et al.* (2014) melaporkan bahwa keragaman FMA berkorelasi positif dengan parameter tanah yang terkait dengan aktivitas biologis. Kematian spora dan pembentukan massa akar di area pot mempengaruhi jumlah simbiosis yang ada, mempengaruhi jumlah spora FMA yang berakhir di media atau propagul. Luas pertumbuhan dan lamanya tanaman berada di dalam pot juga berperan dalam pembentukan akar yang mengisi area pot (Husein *et al.* 2022).

SIMPULAN

Sistem fertigasi datar dalam laju pertumbuhan, biomassa akar, dan umur malai *Sorghum bicolor* menunjukkan hasil lebih baik daripada sistem fertigasi bertingkat. Namun, level fortifikasi nutrisi tidak berbeda (1000 ppm, 2000 ppm, dan 3000 ppm) pada masing-masing parameter. Hubungan antara infeksi akar dan jumlah spora tidak sama pada setiap perlakuan.

DAFTAR PUSTAKA

Alguacil, M. D. M., Torrecillas, E., Lozano, Z., Torres, M. P., & Roldan, A. 2014. Prunus persica crop management differentially promotes arbuscular mycorrhizal fungi diversity in a tropical agroecosystem. *PLoS one*, 9(2), e88454.

Aryanto A T, Karti P D, & Prihantoro I. 2018. Evaluasi produksi dan kualitas inokulum fungi mikoriza arbuskula yang diproduksi dengan teknik hidroponik pada rumput *Brachiaria decumbens* var. *mullato*. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, 16 (2) :10-19.

Bolan NS. 1991. A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. *Plant and soil*, 134 (2) :189-207.

Brundrett M, Bougher N, Dell B, Grove T & Malajczuk N. 1996. *Working with Mycorrhizas In Forestry and Agriculture*. Canberra (AU): Australian Centre for International Agricultural Research.

Buwalda JG & Goh KM. 1982. Host-fungus competition for carbon as a cause of growth depressions in vesicular-arbuscular mycorrhizal ryegrass. *Soil Biology and Biochemistry* 14:103-106.

Ebrahimian H, Keshavarz M R, & Playán E, E. 2014. Surface fertigation: a review, gaps and needs. *Spanish Journal of Agricultural Research* 12 (3): 820-837

Faye A, Dalpé, Y, Ndung'u-Magiroi, K, Jefwa J, Ndoye I, Diouf, M, & Lesueur D. 2013. Evaluation of commercial arbuscular mycorrhizal inoculants. *Canadian Journal of Plant Science*, 93(6), 1201-1208.

Friadi R, & Junadhi J. 2019. Sistem kontrol intensitas cahaya, suhu dan kelembaban udara pada greenhouse berbasis raspberry PI. *Journal of Technopreneurship and Information System*, 2(1), 30-37.

Fortin J A, Bécard G, Declerck S, Dalpé Y, St-Arnaud M, Coughlan AP, & Piché Y. 2002. Arbuscular mycorrhiza on root-organ cultures. *Canadian journal of botany*, 80(1), 1-20.

Giovannetti M & Mosse B. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist* 84: 489-500.

Guno SR A, Samanhudi S, & Harsono, P. 2021. Kajian penggunaan fungi Mikoriza arbuskular terhadap pertumbuhan dan fisiologis beberapa varietas sorgum di lahan marginal. *In Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian UNS* 5 (1) : 336-344

Hoeman S. 2007. Peluang dan potensi pengembangan sorgum manis. *In Makalah Workshop Peluang dan Tantangan Sorgum Manis sebagai Bahan Baku Bioetanol*. Jakarta (ID) : Ditjen Perkebunan, Departemen Pertanian

Husein M, Umami N, Pertiwinigrum A, Rahman M. M, & Ananta D. 2022. The role of Arbuscular mycorrhizal fungi density and diversity on the growth and biomass of corn and sorghum forage in trapping culture. *Tropical Animal Science Journal*, 45(1) : 37-43.

Hutauruk FI, SimanungkalitT, & Irmansyah T. 2012. Pengujian pemberian fungi Mikoriza arbuskula dan pupuk fosfat pada budidaya tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 1(1): 93900

Igiehon NO, & Babalola OO. 2017. Biofertilizers and sustainable agriculture: exploring Arbuscular mycorrhizal fungi. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 101(12): 4871-4881.

Ijdo M, Cranenbrouck S, & Declerck S. 2011. Methods for large-scale production of AM fungi: past, present, and future. *Mycorrhiza*, 21(1) :1-16.

Karti PD, Astuti DA, & Nofyangtri S. 2012. The role of Arbuscular mycorrhizal fungi in enhancing productivity, nutritional quality, and drought tolerance mechanism of *Stylosanthes seabrana*. *Media Peternakan*, 35(1) : 67-67.

Kaur J, Chavana J, Soti P, Racelis A & Kariyat R. 2020. Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) influences growth and insect community dynamics in *Sorghum-sudangrass* (*Sorghum x drummondii*). *Arthropod-Plant Interactions* 14 : 301-315. <https://doi.org/10.1007/s11829-020-09747-8>

Latif AAHA, Hashem A, RasoolS, Abd_Allah EF, Alqarawi AA, Egamberdieva D & Ahmad P. 2016. Arbuscular mycorrhizal symbiosis and abiotic stress in plants: a review. *Journal of plant biology*, 59(5) : 407-426.

Lopes JI, Correia CM, GonçalvesA, Silva E, Martins S, Arrobas M, & Rodrigues MÃ. 2021. Arbuscular mycorrhizal fungi inoculation reduced the growth of pre-rooted olive cuttings in a greenhouse. *Soil Systems*, 5(30.) : 1-14

Lü LH, Zou YN & Wu QS. 2018. Relationship between Arbuscular mycorrhizas and plant growth: Improvement or depression. *In: Giri*

- B, Prasad R, Varma A (eds). *Root Biology. Soil Biology*, vol 52. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75910-4_18
- Marles J, Apriyanto E, & Harsono P. 2018. Respon pertumbuhan dan hasil tiga varietas sorgum di lahan pesisir dengan aplikasi bahan organik dan fungi Mikoriza arbuskular. *Naturalis: Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 7(1) :29-40.
- Muryati S, Mansur I, & Budi SW. 2016. Diversity Arbuscular mycorrhizal fungi from desmodium spp. PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten. Keanekaragaman Fungi Mikoriza Arbuskula (Fma) pada Rhizosfer Desmodium spp. Asal PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten. *Jurnal Silviculture Tropika*, 7(3) : 188-197.
- Napitupulu JP, Irmansyah T, Ginting J, & Ginting J. 2013. Respons pertumbuhan dan produksi sorgum (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench) terhadap pemberian fungi mikoriza arbuskula (Fma) dan kompos kascing. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 1(3) : 497 - 510
- Omirou M, Fasoula DA, & Ioannides IM. 2016. Bradyrhizobium inoculation alters indigenous AMF community assemblages and interacts positively with AMF inoculum to improve cowpea performance. *Applied Soil Ecology*, 108 : 381-389. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2016.09.018>
- Pacioni, G. 1992. *Wet Sieving and Decanting Techniques for Extraction of Spores of VA Mycorrhizal Fungi. Methods in Microbiology*. Tokyo (JP) :Academic Press Ltd page 317-322.
- Pankaj U, Singh G, & Verma R K. 2019. Microbial approaches in management and restoration of marginal lands. *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering* (pp. 295-305).
- Panneerselvam P, Kumar U, Sugitha TCK, Parameswaran C, Sahoo S, Binodh AK & Anandan A. 2017. Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) for sustainable rice production. *In Advances in Soil Microbiology: Recent Trends and Future Prospects* (pp. 99-126), Singapore (SG) : Springer
- Prihantoro I, AFR, & Karti PDMH. 2016. Efektifitas Perbanyak Kultur Tunggal Cendawan Mikoriza Arbuskula (*Gigaspora margarita*, *Acaulospora tuberculata*) Pada Inang *Pueraria javanica*. *Pastura* 7 (1) : 1-3
- Pozo MJ, López-Ráez JA, Azcón-Aguilar C & Garrido JMG. 2015. Phytohormones as integrators of environmental signals in the regulation of mycorrhizal symbiose. *New Phytologist*. 205 (4):1431-1436. <https://doi.org/10.1111/nph.13252>
- Rini MV, & Rozalinda V. 2020. Pengaruh tanaman inang dan media tanam pada produksi fungi mikoriza arbuskular. *Jurnal Agrotropika*, 15(1) : 37-41
- Salem A P, Hastuti PB & Rusmarini UK. 2016. Pengaruh perbedaan jenis tanah (regosol dan latosol) dan aplikasi pupuk organik terhadap bibit kelapa sawit. *Jurnal Agromast*, 1(2) : 1-11
- Sharma S, Sharma S, Aggarwal, A, Sharma V, Singh, M J, & Kaushik S. 2017. Mass Multiplication of Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *Mycorrhizal Fungi*. Page 154-173
- Suminarti NE. (2019). Dampak pemupukan N dan zeolite pada pertumbuhan serta hasil tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* L.) Var. SUPER 1. *Jurnal Agro*, 6(1), 1-14 <https://doi.org/10.15575/3932>
- White JA & Charvat I. 1999. The mycorrhizal status of an emergent aquatic, *Lythrum salicaria* L., at different levels of phosphorus availability. *Mycorrhiza*, 9(4): 191-197.
- Yassir I & Budi SW. 2007. Potensi dan Status Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) pada Lahan Kritis di Samboja, Kalimantan Timur. *Info Hutan* 4(2) : 139-151.