

**PERTUMBUHAN DAN TANGGAPAN TERHADAP PENYAKIT KARAT  
(*Puccinia kuehnii*) SEMBILAN KLON TEBU (*Saccharum officinarum* L.)  
YANG DIINFEKSI JAMUR MIKORIZA ARBUSKULAR**

**THE GROWTH AND RESPONSE TO RUST DISEASE (*Puccinia kuehnii*) OF  
NINE SUGARCANE (*Saccharum officinarum* L.) CLONES INFECTED BY  
ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI**

**Wenny Ismayanti<sup>1</sup>, Toekidjo<sup>2</sup>, dan Bambang Hadisutrisno<sup>2</sup>**

**ABSTRACT**

*Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) have a high potential to improve plant growth, production, and plant resistance to pathogens, therefore AMF often used as a bio-fertilizer. This study was conducted to revealed the level of AMF infectivity on sugarcane clones, effects of AMF inoculation on plant growth responses, and plant resistance to orange rust disease, as the basic of plant breeding program with low input of chemical fertilizers. The research was started in December 2012 to July 2013 in a plastic house at Condongcatur and Laboratory of Agriculture Micology, Faculty of Agriculture, Gadjah Mada University. This research was arranged in Randomized Completely Block Design (RCBD) with 2 factors and 3 replications. The first factor was sugarcane clones consists of 9 levels, i.e. 6219, 6202, 6239, 6525, 6535, PS92-752, BL, PS881, and PSJK922. The second factor were inoculation of AMF and without inoculation of AMF. The data were analyzed by analysis of variance (Anova) applying level of significance  $\alpha = 5\%$ . Whenever the significant differences among treatments were found, further analysis was carried out by applying Duncan's Multiple Range Test (DMRT) of  $\alpha = 5\%$ . The results showed that the AMF infectivity in nine sugarcane clones was more than 70%. AMF may improve sugarcane growth in terms of plant height, number of tillers, the green level of leaves, fresh weight, and dry weight. Generally, 6239 clone has good response with the number of dry weight were higher from the others. Based on the resistance scoring, sugarcane clones 6202, 6219, and BL were moderate resistance of orange rust disease, while sugarcane clones 6239, 6525, 6535, PS92-752, PS881, and PSJK922 were moderate susceptible of orange rust disease. AMF may increase resistance of 6239 clone to orange rust disease from moderate susceptible became moderate resistance. 6239 clone can be used in sugarcane breeding programs that have a good symbiosis with JMA.*

**Keywords:** *Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF), sugarcane, orange rust disease.*

**INTISARI**

Jamur Mikoriza Arbuskular (JMA) berpotensi tinggi untuk meningkatkan pertumbuhan, produksi, dan ketahanan tanaman terhadap penyakit, oleh karena itu sering digunakan sebagai bahan pupuk hayati. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat infektivitas JMA pada beberapa klon tebu, tanggapan pertumbuhan klon-klon tebu, dan ketahanannya terhadap penyakit karat, sebagai modal awal program pemuliaan tanaman tebu rendah pupuk kimia. Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Desember 2012 sampai dengan Juli 2013 di rumah

---

<sup>1</sup>Alumni Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

<sup>2</sup>Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

plastik Condongcatur dan di Laboratorium Mikologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 2 faktor dan 3 ulangan. Faktor pertama adalah penggunaan sembilan klon tebu terdiri dari 9 taraf yaitu klon 6219, 6202, 6239, 6525, 6535, PS92-752, BL, PS881, dan PSJK922. Faktor kedua adalah pemberian inokulasi JMA dan tanpa inokulasi JMA. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis sidik ragam  $\alpha = 5\%$ , apabila terdapat beda nyata antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT)  $\alpha = 5\%$ . Hasil penelitian menunjukkan bahwa infektivitas sembilan klon tebu menunjukkan nilai yang tinggi yaitu di atas 70%. JMA dapat meningkatkan pertumbuhan tebu ditinjau dari parameter tinggi tanaman, jumlah anakan, kehijauan daun, berat segar, dan berat kering. Klon 6239 yang memiliki respon pertumbuhan paling baik secara umum, dengan berat kering total paling tinggi dibandingkan klon yang lain. Hasil skoring ketahanan penyakit menunjukkan klon 6202, 6219, dan BL agak tahan terhadap infeksi penyakit karat oranye, sedangkan klon 6239, 6525, 6535, PS92-752, PS881, dan PSJK922 agak rentan terhadap infeksi penyakit karat oranye. JMA mampu meningkatkan ketahanan klon tebu 6239 dari agak rentan (*moderate susceptible*) menjadi agak tahan (*moderate resistant*) terhadap infeksi penyakit karat oranye. Klon 6239 dapat digunakan dalam program pemuliaan tanaman tebu yang bersimbiosis baik dengan JMA.

**Kata kunci:** Jamur Mikoriza Arbuskular (JMA), tebu, penyakit karat oranye.

## PENDAHULUAN

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan salah satu tanaman yang banyak diusahakan oleh petani dan sebagai sumber bahan baku industri gula. Indonesia pernah menjadi salah satu produsen dan eksportir gula pasir yang terbesar di dunia pada dekade 1930-1940-an. Namun saat ini predikat negara pengeksport gula yang disandang Indonesia berganti menjadi negara pengimpor gula yang cukup besar. Instruksi Presiden nomor 9 tahun 1975 memutuskan bahwa sistem tebu Pabrik Gula (PG) tidak lagi digunakan dan digantikan dengan Tebu Rakyat Intensifikasi (TRI) yang membebaskan petani untuk mengelola kebun tebunya sendiri yang budidayanya sangat menurun dan hal tersebut menyebabkan penurunan produksi lebih dari 20%. Selain itu, kompetisi lahan subur dengan tanaman padi menyebabkan tebu banyak diusahakan di lahan-lahan marginal yaitu lahan kering sehingga produksi tidak optimal (Anonim, 2008).

Penggunaan Jamur Mikoriza Arbuskular (JMA) dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi hampir semua jenis tanaman. Penggunaan JMA sebagai pupuk hayati terbukti meningkatkan serapan hara pada tanaman, khususnya unsur fosfor (P). Secara langsung, jamur mikoriza dapat

meningkatkan serapan air, hara, dan melindungi tanaman dari patogen akar dan unsur toksik.

Kendala lain pada pertanaman tebu di Indonesia adalah adanya hama dan penyakit yang menyerang tebu salah satunya penyakit karat oranye. Penyakit karat menimbulkan kerusakan pada daun sehingga mengganggu fotosintesis dan pembentukan gula (Handoyo, 1982) dan menyebabkan kerugian hasil hampir 40%. Penanaman kultivar tahan merupakan cara pengendalian penyakit karat tebu yang sangat dianjurkan. Namun, munculnya varian patogen yang terus berkembang menyebabkan ketahanan varietas tebu tersebut patah. Menurut Matichenkov dan Calvert (2002), pemberian unsur hara mikro yaitu silikon (Si), mampu mengurangi infeksi penyakit karat oranye pada tebu. Yost dan Fox (1982) mengemukakan bahwa keberadaan JMA yang mengkoloni akar tanaman meningkatkan penyerapan silikon (Si), sehingga diharapkan mampu mengurangi infeksi penyakit karat oranye. Hal ini membuka ide baru bahwa program pemuliaan tanaman untuk mendapatkan tanaman tebu yang bersimbiosis tinggi dengan JMA sangat dibutuhkan. Dari apa yang telah dijelaskan di muka menegaskan bahwa peran JMA bagi tanaman sangat penting. Dengan demikian JMA dapat dijadikan suatu solusi untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tebu di lahan marginal serta meningkatkan ketahanan tebu terhadap penyakit salah satunya adalah penyakit karat. Kemampuan setiap jenis tanaman, spesies, bahkan kultivar dalam berasosiasi dengan JMA tergantung pada genetik tanaman itu sendiri. Namun, program pemuliaan tanaman belum melakukan seleksi berdasarkan kemampuannya bersimbiosis dengan JMA (Eason *et al.*, 2001).

Menurut Krishna *et al.* (1985) *cit.* Johnson dan Pflieger (1992), sifat tanaman dalam berasosiasi dengan JMA adalah diwariskan, sehingga seleksi dapat dilakukan. Menurut Miller dan Jackson (1998), program pemuliaan dengan memperhatikan tingkat infeksi JMA pada akar tanaman akan bermanfaat pada sistem pertanaman, dimana aplikasi pupuk khususnya P akan rendah sehingga mengurangi efek residu dari pupuk kimia pada lingkungan. Program pemuliaan tanaman berdasarkan kemampuan akar tanaman dalam berasosiasi dengan JMA perlu diperhatikan untuk meningkatkan tanaman dalam hal pertumbuhan, produksi, kesehatan tanaman (ketahanan terhadap penyakit), efisiensi pupuk

kimia, dan kesehatan lingkungan. Atas dasar itu, penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi yang dapat mendukung program pemuliaan tanaman.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2012 – Juli 2013 di rumah plastik Condongcatur, dan Laboratorium Mikologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Bahan-bahan yang digunakan adalah Sembilan klon tebu (6202, 6239, 6219, 6535, 6525, PSJK922, BL, PS 92-752, dan PS881) berumur 3 bulan yang berasal dari perbanyakan *bud chip*, inokulum JMA Glomofert, tanah steril, bahan pengecatan akar, dan bahan penyaringan spora. Alat-alat yang digunakan antara lain polibag ukuran 40 x 40 cm, mikroskop, optilab, kamera, alat tulis, dan alat bercocok tanam. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) factorial  $9 \times 2$ . Faktor pertama adalah sembilan klon tebu dan faktor kedua adalah pemberian mikoriza (M1) dan tanpa mikoriza (M0), ulangan sebanyak tiga kali (blok).

Tanah steril dimasukkan ke polibag ukuran 40x40 cm sebanyak 8 kg tanah. Aplikasi pupuk per polibag adalah setengah dosis pupuk yaitu 0,665 g Urea; 0,6335 g KCl, dan 1,36 g BFA (Batuan Fosfat Alam). Setelah dilakukan pemupukan, tanah diberokan selama 1 minggu.

Banyaknya zeolit JMA Glomofert yang akan diinokulasikan ke tanaman tergantung dari jumlah spora yang ada di zeolit tersebut. Jumlah spora yang diinokulasikan per tanamannya adalah sebanyak 40 spora. Untuk itu perlu dilakukan perhitungan jumlah spora untuk menentukan banyaknya zeolit inokulum mikoriza yang akan diaplikasikan ke tanaman. Untuk mengetahui jumlah spora dilakukan pengujian menggunakan metode penyaringan dari Daniel dan Skipper (1982) *cit. Utobo et al.*, (2011). Dari hasil pengamatan 100 g zeolit JMA Glomofert terdapat 270 spora, sehingga 40 spora sama dengan 15 g zeolit.

Dibuat lubang tanam dengan kedalaman yang cukup untuk menanam bibit tebu. 15 g zeolit yang berisi inokulum mikoriza dimasukkan, lalu bibit tebu ditanam. Untuk perlakuan kedua sama seperti yang sudah dijelaskan tetapi tidak diinokulasikan mikoriza. Pengamatan parameter pertumbuhan dilakukan 2 bulan setelah inokulasi JMA.

Parameter pertumbuhan diamati seminggu sekali yaitu, tinggi tanaman, banyak anakan, jumlah daun, dan kehijauan daun. Pengamatan status

ketahanan dan perkembangan penyakit karat diamati pada umur 22 mst. Panjang akar, bobot akar, bobot segar, bobot kering, dan infektivitas JMA diamati pada akhir pengamatan (panen).

Kehijauan daun diamati menggunakan SPAD-502 minolta. Pengamatan spora penyakit karat dilakukan menggunakan mikroskop. Untuk mengetahui infektivitas JMA pada akar tanaman tebu, dilakukan teknik pengecatan akar (*Clearing and Staining*) mengikuti metode yang dilakukan oleh Kormanik dan McGraw (1982). Pertama, akar tebu dicuci dengan air lalu dipotong-potong sepanjang 1 cm. Simpan akar dalam botol fial dan rendam dengan larutan KOH 10% kemudian rebus selama 5 menit. Setelah itu, buang larutan KOH 10% dan bilas akar dengan air lalu rendam dengan larutan HCl 1% selama 5 menit. Setelah itu buang larutan HCl 1% lalu dilakukan pengecatan dengan merendam akar dalam *lactogliseryn tryphan blue* selama 18-24 jam. Potongan akar yang telah dicat disusun di gelas benda sebanyak 25 potongan akar. Amati infeksi yang terjadi jamur mikoriza pada akar tebu menggunakan mikroskop.

Pengamatan spora penyakit karat dilakukan untuk menentukan jenis pathogen penyebab penyakit karat yang menyerang tebu. Pengamatan dilakukan dengan mengambil sampel daun yang memiliki pustul karat. Kemudian pustul ditempel dengan selotip bening dan lepaskan. Teteskan larutan *lactofenol cotton blue* pada gelas benda, lalu tempel selotip yang pada gelas benda tersebut. Amati spora menggunakan mikroskop. Pengamatan perkembangan penyakit karat bertujuan untuk mengetahui perkembangan bercak karat pada tebu yang diinokulasikan jamur mikoriza. Pengamatan perkembangan penyakit karat mengikuti metode epidemiologi dari Vanderplank (1963), yaitu : (1) dari setiap tanaman diambil daun atas, tengah, dan bawah, untuk diamati, (2) dari setiap daun, dihitung jumlah bercak penyakit per 9 cm<sup>2</sup> pada bagian ujung, tengah, dan pangkal daun, dengan menggunakan plastik mika yang sudah diukur seluas 3cm × 3 cm, dan (3) jumlah bercak daun per 9 cm<sup>2</sup> ditentukan sebagai banyaknya bercak penyakit karat per luasan tersebut. Penentuan status ketahanan tebu terhadap penyakit karat dilakukan dengan skoring terhadap gejala visual penyakit karat. Skoring ketahanan ini dikelompokkan dalam sembilan kategori menurut Comstock *et al.* (1992), yaitu 1 = sangat tahan; 2 = tahan; 3 = agak tahan; 4 = agak rentan; 5,6,7 = rentan; dan 8,9 = sangat rentan.

Data dianalisis menggunakan analisis varian untuk data pertumbuhan, tingkat infektivitas JMA Glomofert, dan perkembangan serangan penyakit karat dengan taraf signifikansi 95%. Jika terdapat beda nyata, dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Data skoring ketahanan tebu terhadap penyakit karat dianalisis seperti diuraikan di atas.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tabel 1. Tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah anakan pada umur 25 mst**

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun	Jumlah anakan
<b>Klon (K)</b>			
6202	178,83 abc	6,50 ab	1,33 bcd
6219	196,17 a	7,17 ab	2,83 a
6239	191,50 abc	6,17 b	1,67 abcd
6525	177,00 bc	6,33 b	0,83 d
6535	185,00 abc	7,00 ab	2,50 ab
PS92-752	159,50 c	7,00 ab	1,17 bcd
BL	213,33 a	8,33 a	2,00 abcd
PS881	192,42 abc	6,33 b	1,00 cd
PSJK922	171,33 bc	6,33 b	1,83 abc
<b>Mikoriza (M)</b>			
M1	192,35 a	6,96 a	2,18 a
M0	177,67 b	6,63 a	1,18 b
Rerata	185,01	6,80	1,68
Interaksi K*M	ns	ns	ns

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom dan perlakuan sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%. Tanda (ns) menunjukkan tidak ada interaksi antara faktor-faktor tersebut. M0= tanpa JMA Glomofert, M1= dengan JMA Glomofert.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan antar klon-klon tebu terdapat perbedaan yang nyata pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah anakan. Klon BL memiliki tinggi tanaman dan jumlah daun tertinggi. Secara genetik, klon BL merupakan klon yang tumbuh tegak dan tinggi, lingkaran batang sedang, dengan pertumbuhan daun tegak ke atas (PPPGI, 2004). Klon 6219 memiliki jumlah anakan yang paling banyak. Hal ini mengindikasikan bahwa secara genetik klon 6219 memiliki kemampuan menumbuhkan anakan lebih banyak dari pada klon-klon lain. Inokulasi JMA meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah anakan tebu. Menurut Kelly *et al.* (2001) *cit.* Surendran dan Vani (2013), tanaman tebu yang diinokulasi JMA akan mengalami peningkatan pembentukan akar dan fisik tanaman, meningkatkan penyerapan ion rendah seperti fosfor (P), sehingga pertumbuhan lebih optimal.

**Tabel 2. Kehijauan daun tebu**

Perlakuan	Kehijauan daun
<b>Klon (K)</b>	
6202	35,73 ab
6219	34,00 ab
6239	36,10 ab
6525	33,42 b
6535	32,75 b
PS92-752	34,15 ab
BL	33,98 ab
PS881	39,05 a
PSJK922	32,88 b
<b>Mikoriza (M)</b>	
M1	35,89 a
M0	34,45 b
Rerata	34,67
Interaksi K*M	ns

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom dan perlakuan sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%. Tanda (ns) menunjukkan tidak ada interaksi antara faktor-faktor tersebut.

Klon PS881 memiliki kehijauan daun tertinggi yaitu sebesar 39,05. Klon PS881 memiliki karakteristik batang yang besar serta rendemen yang tinggi (10,22%), sehingga klorofil yang diperlukan dalam proses fotosintesis juga lebih tinggi. Inokulasi JMA secara nyata meningkatkan kehijauan daun tebu. Nitrogen (N) merupakan unsur utama penyusun klorofil. JMA sebagai pupuk hayati mampu meningkatkan serapan hara makro dan mikro. Dalam hal ini, JMA yang menginfeksi akar tanaman tebu dapat meningkatkan serapan unsur hara N dan secara langsung dapat meningkatkan klorofil di daun.

Berdasarkan tabel 3 di bawah ini, Klon 6239 memiliki bobot segar akar, tajuk, dan total tertinggi. Jumlah akar yang banyak dapat menyerap lebih banyak nutrisi. Nutrisi yang tercukupi akan mempercepat metabolisme dalam tubuh tanaman seperti sintesis klorofil, sehingga laju fotosintesis akan meningkat. Laju fotosintesis meningkat maka semakin banyak karbohidrat yang dihasilkan.

Pemberian inokulum JMA Glomofert secara nyata meningkatkan bobot segar akar. Menurut Yao *et al.* (2010) aktivitas JMA dapat meningkatkan pertumbuhan akar lateral. Inokulasi JMA meningkatkan bobot segar tajuk dan total tebu. Infeksi mikoriza akan meningkatkan luas permukaan penyerapan unsur hara dan air, sehingga mencukupi kebutuhan nutrisi tanaman dan meningkatkan pertumbuhan.

**Tabel 3. Bobot segar akar, tajuk, dan total tebu pada umur 25 mst**

Perlakuan	Bobot segar akar (g)	Bobot segar tajuk (g)	Bobot segar total (g)
<b>Klon (K)</b>			
6202	95,92 ab	304,00 ab	399,90 ab
6219	124,17 ab	417,50 ab	541,70 ab
6239	171,29 a	492,50 a	663,80 a
6525	80,33 b	171,00 b	251,30 b
6535	130,33 ab	292,50 ab	422,80 ab
PS92-752	92,83 ab	123,30 b	216,20 b
BL	114,68 ab	385,50 a	473,20 b
PS881	139,83 ab	226,00 ab	365,80 ab
PSJK922	87,83 b	260,70 ab	348,50 ab
<b>Mikoriza (M)</b>			
M1	134,78 a	388,70 a	523,17 a
M0	95,72 b	199,30 b	295,53 b
Rerata	115,24	188,72	409,24
Interaksi K*M	ns	ns	ns

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom dan perlakuan sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%. Tanda (ns) menunjukkan tidak ada interaksi antara faktor-faktor tersebut.

Berdasarkan tabel 4 di bawah ini, klon 6239 memiliki bobot kering akar, tajuk, dan total tertinggi. Hal ini dipengaruhi oleh bobot segarnya yang tinggi. Ini mengindikasikan bahwa secara genetik klon 6239 memiliki fisik yang lebih besar dari klon-klon yang lain. Inokulasi JMA mampu meningkatkan bobot kering akar, tajuk, dan total klon-klon tebu secara nyata. Bailey (1986) menyebutkan bahwa unsure P akan mempengaruhi berat kering akar tanaman. Unsur N dibutuhkan oleh tanaman sepanjang pertumbuhannya sehingga jumlah yang diambil berhubungan langsung dengan produksi berat keringnya. Sementara unsur K, Ca, dan Mg tersedia dapat meningkatkan proses fotosintesis yang berlangsung pada tanaman sehingga dapat tumbuh dengan normal serta diikuti oleh peningkatan berat kering tanaman.



**Gambar 1. Tajuk dan akar tebu klon 6239 yang diinokulasi (P1) JMA Glomofert dan tanpa inokulasi (P0): (a) tajuk klon 6239 & (b) akar klon 6239.**



**Tabel 4. Bobot kering akar, tajuk, dan total tebu pada umur 25 mst**

Perlakuan	Bobot kering akar (g)	Bobot kering tajuk (g)	Bobot kering total (g)
<b>Klon (K)</b>			
6202	33,95 abcd	71,09 ab	106,05 ab
6219	44,72 a	92,40 ab	141,01 ab
6239	48,95 a	115,08 a	176,65 a
6525	19,15 d	49,21 ab	68,36 b
6535	35,75 abc	70,09 ab	105,85 ab
PS92-752	22,43 bcd	33,68 b	56,11 b
BL	36,34 ab	88,58 ab	124,92 ab
PS881	36,17 abcd	53,40 ab	89,57 ab
PSJK922	21,27 cd	64,08 ab	81,37 ab
<b>Mikoriza (M)</b>			
M1	37,96 a	92,11 a	128,25 a
M0	28,43 b	49,79 b	82,83 b
Rerata	33,19	70,95	105,54
Interaksi K*M	ns	ns	ns

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom dan perlakuan sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%. Tanda (ns) menunjukkan tidak ada interaksi antara faktor-faktor tersebut.

**Tabel 5. Persentase infektivitas JMA Glomofert pada tebu umur 25 mst**

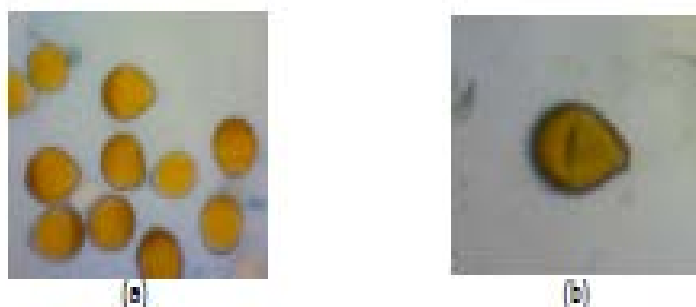
Perlakuan	Infeksi akar oleh mikoriza (%)
<b>Klon (K)</b>	
6202	83,33 a
6219	78,67 a
6239	79,33 a
6525	73,33 a
6535	76,67 a
PS92-752	81,33 a
BL	82,67 a
PS881	85,33 a
PSJK922	80,15 a
<b>Mikoriza (M)</b>	
M1	98,07 a
M0	62,22 b
Rerata	80,15
Interaksi K*M	ns

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom dan perlakuan sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%. Tanda (ns) menunjukkan tidak ada interaksi antara faktor-faktor tersebut.

Berdasarkan tabel 5, klon-klon yang diinokulasi JMA Glomofert menunjukkan rata-rata infeksi akar yang tinggi yaitu 98,07%. Klon tebu yang tidak diinokulasi JMA Glomofert juga menunjukkan adanya infektivitas tetapi dengan nilai yang lebih rendah. Hal ini terjadi karena akar-akar tebu dalam polibag menembus ke luar dan masuk ke dalam tanah yang lain sehingga, akar tebu terinfeksi oleh mikoriza yang secara alami ada di dalam tanah tersebut.

Semua klon tebu yang diinokulasi JMA Glomofert menunjukkan infeksi akar yang tinggi yaitu >70% dan antar klon-klon tebu tidak terdapat beda nyata. Kesembilan klon tebu tersebut termasuk dalam spesies *S. officinarum* L. sehingga, memiliki cara tumbuh, jumlah kromosom, dan morfologi akar yang hampir sama, dan dimungkinkan memiliki aras kepekaan infeksi mikoriza yang sama.

Gambar dibawah ini (Gambar 2) merupakan gambar mikroskopis spora yang diambil dari sampel daun tebu yang terinfeksi penyakit karat. Dari gambar tersebut, terlihat bahwa spora berwarna oranye terang, berduri, dan memiliki dinding yang tebal yang merupakan ciri dari penyakit karat oranye. Dengan demikian penyakit ini dikategorikan sebagai penyakit karat oranye yang disebabkan oleh patogen *Puccinia kuehnii*.



**Gambar 2.** Spora karat oranye (*Puccinia kuehnii*) perbesaran 40 kali: (a) kumpulan spora & (b) duri pada spora. Sumber: dokumentasi pribadi.

**Tabel 6.** Perkembangan bercak karat oranye pada umur 21 – 24 mst

Perlakuan	Bercak Karat			
	21 mst	22 mst	23 mst	24 mst
<b>Klon (K)</b>				
6202	5,20 a	5,27 a	5,85 a	7,61 a
6219	4,90 a	5,83 a	5,53 a	6,35 a
6239	3,68 a	4,47 a	5,11 a	7,52 a
6525	6,15 a	5,00 a	6,83 a	9,34 a
6535	4,63 a	6,31 a	7,87 a	9,06 a
PS92-752	3,65 a	3,82 a	3,81 a	5,61 a
BL	8,26 a	6,37 a	8,52 a	11,60 a
PS881	4,05 a	3,00 a	4,53 a	7,55 a
PSJK922	4,60 a	3,83 a	5,63 a	6,75 a
<b>Mikoriza (M)</b>				
M1	3,59 b	3,80 b	4,98 a	7,19 a
M0	6,44 a	6,01 a	6,96 a	8,68 a
Rerata	5,01	4,91	5,72	7,93
Interaksi K*M	ns	ns	ns	ns

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom dan perlakuan sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%. Tanda (ns) menunjukkan tidak ada interaksi antara faktor-faktor tersebut.

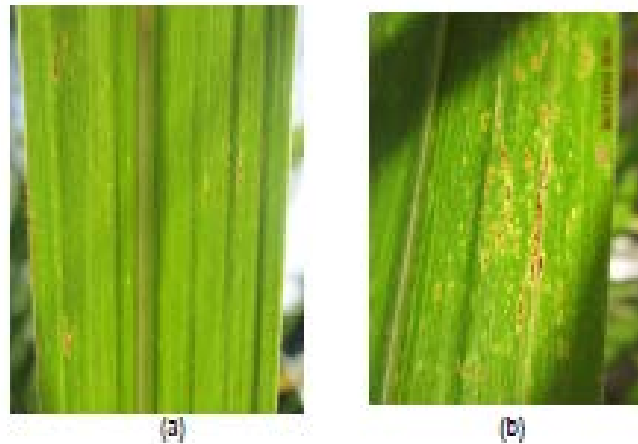
Berdasarkan tabel 6, pemberian inokulum JMA Glomofert memberikan pengaruh yang nyata pada perkembangan karat oranye pada minggu kedua pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan jamur mikoriza pada akar tanaman dapat menekan infeksi awal pada penyakit karat oranye. Hal ini disebabkan kesehatan klon tebu yang diberi JMA Glomofert lebih baik dari pada tanpa JMA Glomofert, yaitu dengan meningkatnya vigor tanaman karena meningkatnya serapan unsur hara makro dan mikro. Menurut Yukamgo dan Yuwono (2007), unsur hara silikon (Si) yang meningkat pada tubuh tanaman dapat mencegah penetrasi spora penyakit karat oranye pada daun tebu.

**Tabel 7. Ketahanan sembilan klon tebu terhadap penyakit karat oranye**

Klon	Dengan Glomofert (M1)		Tanpa Glomofert (M2)	
	Skoring	Keterangan	Skoring	Keterangan
6202	3	Agak tahan	3	Agak tahan
6219	3	Agak tahan	3	Agak tahan
6239	3	Agak tahan	4	Agak rentan
6525	4	Agak rentan	4	Agak rentan
6535	4	Agak rentan	4	Agak rentan
PS92-752	4	Agak rentan	4	Agak rentan
BL	3	Agak tahan	3	Agak tahan
PS881	4	Agak rentan	4	Agak rentan
PSJK922	4	Agak rentan	4	Agak rentan

Keterangan: menggunakan skoring Comstock *et al.* (1992).

Dari tabel di atas, terdapat klon tebu yang mengalami peningkatan status ketahanan yaitu klon 6239. Pada perlakuan tanpa inokulasi JMA Glomofert, klon tersebut dikategorikan agak rentan. Namun, pada perlakuan dengan inokulasi JMA Glomofert, klon tersebut dikategorikan agak tahan. Secara fisik, Klon 6239 memiliki keragaan paling tegar (kokoh) dari klon-klon lain yang diuji. JMA mampu meningkatkan vigor tanaman sehingga kesehatan tanaman lebih baik. JMA juga meningkatkan serapan unsur silikon (Si) yang dapat mencegah penetrasi hifa jamur penyebab karat pada daun. Menurut Suswati (2012) JMA dapat menginduksi ketahanan lokal dan sistemik tanaman tanaman yang berhubungan dengan aktivasi gen pertahanan, induksi enzim-enzim hidrolitik, peningkatan PR-protein, serta akumulasi kandungan fenolik dan fitoaleksin.



**Gambar 3. Bercak karat oranye pada daun tebu: (a) agak tahan (skor 3) & (b) agak rentan (skor 4). Sumber: dokumentasi pribadi.**

#### **KESIMPULAN**

1. Infektivitas Jamur Mikoriza Arbuskular (JMA) pada klon harapan yaitu 6202, 6239, 6219, 6535, 6525, dan klon komersial yaitu PS92-752, BL, PSJK922, dan PS881 menunjukkan nilai yang tinggi yaitu di atas 70%.
2. JMA "Glomofert" mampu meningkatkan pertumbuhan tebu ditinjau dari parameter tinggi tanaman, jumlah anakan, kehijauan daun, berat segar (akar, tajuk, total), dan berat kering (akar, tajuk, total).
3. Klon 6239 memiliki respon pertumbuhan paling baik secara umum, dengan berat kering total paling tinggi dibandingkan klon yang lain.
4. Klon 6202, 6219, dan BL agak tahan terhadap infeksi penyakit karat oranye, sedangkan klon 6239, 6525, 6535, PS92-752, PS881, dan PSJK922 agak rentan terhadap infeksi penyakit karat oranye.
5. JMA Glomofert mampu meningkatkan ketahanan klon tebu 6239 dari agak rentan (*moderate susceptible*) menjadi agak tahan (*moderate resistant*) terhadap infeksi penyakit karat oranye.
6. Klon 6239 dapat digunakan dalam program pemuliaan tanaman tebu yang bersimbiosis baik dengan JMA.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing Ir. Toekidjo, MP. dan Prof. Dr. Ir. Bambang Hadisutrisno, DAA. Yang telah banyak memberikan bantuan, pengarahan, dan masukan selaman penulis melakukan penelitian dan menyusun skripsi. Terimakasih kepada Laboratorium

Mikologi Pertanian Fakultas Pertanian UGM yang telah memberikan izin selama penulis melaksanakan penelitian di sana.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008. Kiat Mengatasi Kelangkaan Pupuk untuk Mempertahankan Produktivitas Tebu dan Produksi Gula Nasional. Pusat Penelitian dan Pengembangan Gula Indonesia. <[www.p3gi.net](http://www.p3gi.net)>.
- Bailey, H. 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Palembang: Kentrucky Team UNSRI.
- Comstock J. C., J. M. Shine & R. N. Raid. 1992. Effect of rust on sugarcane growth and biomass. *Plant Disease* 76:175 – 177.
- Eason, W. R., K. J. Webb, T. P. T. Michaelson-Yeates, M. T. Abberton, G. W. Griffith, C. M. Culshaw, J. E. Hooker & M. S. Dhanoa. 2001. Effect of genotype of *Trifolium repens* on mycorrhizal symbiosis with *Glomus mosseae*. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 137: 27 – 36.
- Handoyo, H. 1982. Penyakit Tebu di Indonesia. Balai Penelitian Perusahaan Perkebunan Gula Pasuruan.
- Johnson, Collins Nancy & F. L. Pleger. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and cultural stresses. *American Society of Agronomy* 54: 343 – 371.
- Matichenkov, V. V. & D. V. Calvert. 2002. Silicon as a beneficial element for sugarcane. *Journal American Society of Sugarcane Technologist* 22 : 21-30.
- Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia. 2004. Deskripsi Tebu Varietas BL. <[www.sugarresearch.org](http://www.sugarresearch.org)>. Diakses tanggal 11 Juli 2013.
- Surendran, U. & D. Vani. 2013. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi in sugarcane productivity under semiarid tropical agro ecosystem in India. *International Journal of Plant Production* 7 (2): 269 – 277.
- Suswati. 2012. Respon Fisiologis Tanaman Pisang Dengan Introduksi Fungi Mikoriza Arbuskular indigenus terhadap Penyakit Darah Bakteri (*Ralstonia solanacearum* Phylotype IV). <<http://pasca.unand.ac.id/id/wp-content/uploads/2012/05/Respon-Fisiologis-Tanaman-Pisang-Dengan-Introduksi-Fungi-Mikoriza.pdf>>. Diakses pada tanggal 26 Juni 2013.
- Yao, Qing, Lian-Run Wang & Qi-Xiang Xing. 2010. Exogenous polyamines influence root morphogenesis and arbuscular mycorrhizal development of *citrus limonia* seedling. *Plant Growth Regul.* 60: 27 – 33.
- Yost, R. S. & R. L. Fox. 1982. Influence of mycorrhizae on the mineral contents of cowpea and soybean grown in an oxisol. *Agronomy Journal* 74: 475 – 480.
- Yukamgo, Edo & N. W. Yuwono. Peran silikon sebagai unsur bermanfaat pada tanaman tebu. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 7(2): 103 – 116.