

Uji Kompatibilitas Sumber Inokulan FMA Lokal dan Periode Penjenuh Terhadap Karakteristik Agronomi Tebu (*Saccharum officinarum* L.)

Marlin Sefrila^{1*}, Munif Ghulamahdi², Purwono², Maya Melati² dan Irdika Mansur³

¹Program studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya
Jl. Palembang-Prabumulih Km 32, Indralaya, Ogan Ilir 30662

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB University

³Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University

*Alamat korespondensi: marlinsefrila@fp.unsri.ac.id

INFO ARTIKEL	ABSTRACT/ABSTRAK
Diterima: 19-03-2025 Direvisi: 08-05-2025 Dipublikasi: 31-05-2025	Compatibility test of local AMF inoculant sources and saturated soil culture on agronomic characteristics of sugarcane (<i>Saccharum officinarum</i> L.)
Keywords: AMF Inoculant, Morphophysiology, Sugarcane, Tidal swamp	Problems in tidal swamps can be overcome by implementing location-specific agricultural technology systems such as implementing water-saturated cultivation systems and utilizing local microorganisms such as arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) so that marginal tidal swamps can become productive land and sugar cane plants can produce optimally. This study aimed to analyze the effect of applying several local FMA inoculant sources and tidal and water saturation periods on the agronomic characteristics of sugarcane. The experiment used a Randomized Complete Block Design with two factors. The first factor was AMF inoculation, which consisted of without inoculation, corn inoculant, soybean inoculant, sugarcane inoculant, and combined (sugarcane-soybean) plant inoculant. The second factor was the duration of saturation, namely 0, 2 and 4 months after planting, so there were 15 treatments with three replications. The results showed that the interaction between inoculant source and saturation time did not significantly affect all growth and physiological parameters. The application of various inoculant sources positively influenced the growth and physiology of sugar cane plants, especially corn inoculant sources. Both 2 and 4 months after the plants, soil saturation showed the best growth and physiological response compared to conventional cultivation systems (without saturation).
Kata Kunci: Inokulan FMA, Morfofisiologi, Tebu, Pasang surut	Permasalahan pada lahan pasang surut dapat diatasi dengan penerapan sistem teknologi pertanian spesifik lokasi seperti penerapan sistem budidaya jenuh air dan pemanfaatan mikroorganisme lokal seperti jamur mikoriza arbuskular (FMA) sehingga lahan pasang surut marginal dapat menjadi lahan produktif dan tanaman tebu dapat berproduksi secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan beberapa sumber inokulan FMA lokal dan periode pasang surut dan jenuh air terhadap karakteristik agronomi tebu. Percobaan menggunakan Rancangan Blok Lengkap Teracak dengan dua faktor. Faktor pertama adalah inokulasi FMA yang terdiri dari tanpa inokulasi, inokulan jagung, inokulan kedelai, inokulan tebu, dan inokulan tanaman gabungan (tebu-kedelai). Faktor kedua adalah lamanya kejenuhan yaitu 0, 2 dan 4 bulan setelah tanam, sehingga terdapat 15 perlakuan dengan tiga kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara sumber inokulan dan lama kejenuhan tidak berpengaruh nyata terhadap semua parameter pertumbuhan dan fisiologis. Aplikasi berbagai sumber inokulan berpengaruh

positif terhadap pertumbuhan dan fisiologi tanaman tebu, khususnya sumber inokulan jagung. Baik pada umur 2 maupun 4 bulan setelah tanam, kondisi jenuh tanah menunjukkan pertumbuhan dan respons fisiologis terbaik dibandingkan dengan sistem budidaya konvensional (tanpa kondisi jenuh).

PENDAHULUAN

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan tanaman perkebunan yang dimanfaatkan sebagai bahan baku gula, yang dapat tumbuh dan berkembang secara optimal di daerah tropis. Kebutuhan gula di Indonesia mencapai 5,7 juta ton dengan rincian 2,8 juta ton gula untuk konsumsi dan sisanya untuk kebutuhan industri makanan dan minuman. Peningkatan permintaan gula ini tidak diikuti dengan peningkatan produksi gula, salah satunya disebabkan sulitnya mendapatkan lahan baru dalam jumlah besar yang cocok untuk ditanami tebu (Pusdatin, 2023).

Data Pusdatin (2020) menunjukkan pada tahun 2011 hingga tahun 2020, terjadi penurunan luas panen tebu pada perkebunan swasta sebesar 0,15%; pada perkebunan rakyat meningkat sebesar 0,18%; dan di perkebunan besar negara meningkat sebesar 3,07%. Indonesia melalui Direktorat Jenderal Perkebunan sedang menjalankan program peningkatan produksi gula. Hal ini dilakukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap gula impor. Pemerintah telah mengeluarkan kebijakan untuk mencapai program tersebut, salah satunya dengan memperluas lahan tebu. Perluasan lahan tebu pada tahun 2020 ditargetkan mencapai 635 hektar, dan program ini rencananya akan dilaksanakan di Provinsi Sumatera Selatan.

Berdasarkan tipologinya, lahan rawa terdiri atas lahan pasang surut seluas 8,92 juta hektar dan lahan rawa dataran rendah seluas 25,21 juta hektar. Lahan rawa pasang surut terluas berada di Pulau Sumatera, sekitar 3,02 juta hektar, lahan ini masih belum dimanfaatkan secara maksimal karena rendahnya produktivitas lahan dan intensitas tanam serta lahan yang belum dimanfaatkan (Ritung dkk., 2015).

Permasalahan pada lahan rawa pasang surut terutama adalah lapisan bahan pirit atau sulfida yang bila teroksidasi akan menyebabkan pengasaman dan menjadi racun bagi tanaman (Ananto dkk., 2011). Permasalahan teknis pada lahan pasang surut, dapat diatasi dengan menerapkan sistem teknologi pertanian yang spesifik lokasi seperti menerapkan

sistem budidaya jenuh air dan memanfaatkan mikroorganisme lokal seperti fungi mikoriza arbuskula (FMA) sehingga lahan marginal pasang surut dapat menjadi lahan produktif dan tanaman tebu dapat berproduksi secara optimal. Sistem budidaya jenuh air merupakan teknologi yang memberikan pengairan secara terus menerus dan menjaga kedalaman air pada saluran agar lapisan tanah jenuh air (Ghulamahdi *et al.*, 2016; Maulana *et al.*, 2019). Budidaya jenuh air memberikan kondisi yang lebih baik bagi lingkungan pertumbuhan perakaran karena ketersediaan air cukup, sehingga tanaman membentuk akar dan bintil akar yang lebih banyak.

Secara alamiah terdapat mikroorganisme lokal di sekitar akar tanaman yang dapat menjalin hubungan simbiosis dengan akar dan membantu tanaman menyerap unsur hara, salah satunya adalah FMA. Sefrila *et al.* (2021) melaporkan bahwa jenis spora FMA yang ditemukan pada akar tanaman jagung umur dua bulan yang ditanam dengan menggunakan tanah yang berasal dari rawa pasang surut adalah *Acaulospora* dan *Glomus*. Mikoriza dan amelioran membantu tanaman tomat beradaptasi pada kondisi jenuh air, meningkatkan pertumbuhan dan hasil (Sari dkk., 2025). Inokulasi fungi mikoriza arbuskula jenis *Glomus* sp. dan *Acaulospora* sp. dari tanaman inang jagung menunjukkan pertumbuhan vegetatif tanaman tebu lebih baik dibandingkan tanaman tebu tanpa inokulasi (Kumalawati dkk., 2015). Inokulasi campuran jamur mikoriza *Glomus* dan *Acaulospora* mampu meningkatkan serapan hara N dan P pada tanaman karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) yang mengalami cekaman kekeringan (Harahap dkk., 2018). Inokulasi jamur mikoriza meningkatkan serapan hara N, P dan K pada tanaman kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.) pada tanah jenis ultisol (Lubis dkk., 2021). Berdasarkan permasalahan di atas, maka dilakukan penelitian ini yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan beberapa sumber inokulan FMA lokal asal lahan pasang surut dan lama penjenhuan air, serta interaksi kedua faktor tersebut terhadap karakteristik agronomi dan fisiologi tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di rumah plastik Kebun Percobaan dengan ketinggian 25 mdpl dan Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Departemen Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, dari bulan April hingga September 2021. Pengamatan parameter kolonisasi FMA dan penghitungan komponen hasil dilakukan di Laboratorium Ekologi Tumbuhan. Analisis klorofil dan pengeringan biomassa tanaman dilakukan di Laboratorium Fisiologi Tanaman Jurusan Budidaya Pertanian Universitas Sriwijaya. Analisis unsur hara daun dilakukan di Laboratorium Pengujian Tanah, Tanaman dan Pupuk DAGH (Departemen Agronomi dan Hortikultura), IPB University.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah bibit tebu Var. PS 862 *single bud planting* (SBP) yang berumur 2 bulan tinggi tanaman sekitar 30 cm – 35 cm. Sumber inokulan FMA pasang surut lokal (*Glomus* sp. dan *Acaulospora* sp.) merupakan komposit dari akar tanaman inang dan media tanam (*zeolit*) yaitu inokulan dari tanaman jagung, kedelai, dan kombinasi tebu-kedelai (potensi kolonisasi propagul tinggi >30%), serta inokulan dari tebu (potensi kolonisasi propagul sedang sekitar 25%), tanah pasang surut, kapur tanaman (kaptan), pupuk kandang, pupuk nitrogen (46% N), fosfat (36% P₂O₅), pupuk kalium (60% K₂O), fungisida dan insektisida. Alat yang digunakan adalah polibag ukuran 35 cm x 50 cm, bak plastik ukuran 46 cm x 36 cm x 15 cm, oven, mikroskop *Nikon Eclipse*, mikroskop *Binokuler Motic*, meteran, dan jangka sorong digital.

Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT) dengan dua faktor. Faktor pertama adalah inokulasi yang terdiri atas: tanpa inokulasi, inokulan jagung, inokulan kedelai, inokulan tebu dan inokulan tanaman kombinasi (tebu-kedelai). Faktor kedua adalah lama penjemuran yaitu budidaya konvensional (tanpa penjemuran), 2 dan 4 bulan penjemuran sejak tanam. Terdapat 15 perlakuan dengan 3 ulangan dan setiap unit perlakuan terdiri dari 3 tanaman (dua tanaman sampel non destruktif dan satu tanaman sampel destruktif), sehingga ada 135 unit percobaan.

Penanaman dan Pemberian Inokulan FMA

Polibag berukuran 35 cm x 50 cm diisi dengan 10 kg tanah pasang surut tipe B, yang telah dikeringkan. Satu minggu sebelum tanam, tanah diberi kaptan dan pupuk kandang masing-masing sebanyak 2 ton/ha. Selanjutnya dibuat lubang tanam dan ditanam satu bibit tebu SBP yang telah disemai berumur dua bulan. Pemberian inokulan FMA sebanyak 5 g/polibag diberikan pada saat bibit tebu ditanam sebagai penutup lubang tanam, selanjutnya polibag diletakkan ke dalam bak plastik yang berisi air dengan ketinggian 5 cm dan dipertahankan ketinggian air sesuai dengan perlakuan lama penjemuran.

Pengairan untuk budidaya kering (tanpa penjemuran) diawali dengan menghitung jumlah air yang akan diberikan hingga mencapai kapasitas lapang. Menghitung kadar air tanah menggunakan *metode gravimetri* yaitu menentukan kadar air tanah dengan mengukur berat tanah sebelum dan setelah pengeringan, dengan langkah sebagai berikut: jumlah air dihitung dengan menimbang 300 g sampel tanah yang telah dikeringkan pada suhu 105 °C selama 24 jam. Sampel tanah yang telah kering direndam dalam air dengan volume 250 ml kemudian ditimbang kembali sehingga diperoleh berat 463,69 g yang merupakan berat akhir sampel tanah, kemudian dikurangi dengan berat tanah awal sebesar 300 g sehingga menjadi 163,69 g atau 163,69 ml yang merupakan kadar air pada kondisi kapasitas lapang. Selanjutnya dikonversi ke 10 kg tanah untuk memperoleh volume air yang akan ditambahkan sebanyak 5,5 liter air hingga mencapai kapasitas lapang. Pengaturan pemberian air pada budidaya kering (tanpa jemur) untuk tanaman tebu disajikan pada Tabel 1.

Tanaman tebu dipupuk dengan dosis standar yaitu 400 kg/ha Nitrogen (46% N), 250 kg/ha P₂O₅ (36% P₂O₅) dan 150 kg/ha K₂O (60% K₂O). Dosis tiap polibag adalah pupuk N (2,88 g), pupuk fosfat (1,2 g) dan pupuk kalium (0,48 g). Pupuk diberikan dua kali yaitu pemupukan pertama dilakukan pada saat tanam, dan pemupukan kedua diberikan 2 bulan setelah pemupukan pertama dengan masing-masing setengah dosis. Penyiangan gulma dilakukan secara manual yaitu dengan mencabut rumput liar dengan tangan, ini dilakukan untuk mengurangi persaingan antara tanaman utama dan gulma untuk mendapatkan unsur hara dari dalam tanah. Pengendalian hama tanaman dilakukan dengan penyemprotan insektisida yang disesuaikan dengan kondisi lapangan.

Tabel 1. Perlakuan air tebu di rumah plastik

Waktu	Tanpa penjemuran	Budidaya jenuh air	
		0-2 bulan penjemuran	4 bulan penjemuran
0-15 HST	KL	Jenuh air	Jenuh air
16-30 HST	80% KL	Jenuh air	Jenuh air
31-45 HST	70% KL	Jenuh air	Jenuh air
46-60 HST	60% KL	Jenuh air	Jenuh air
61-75 HST	50% KL	KL	Jenuh air
76-90 HST	40% KL	80% KL	Jenuh air
91-105 HST	37,5% KL	70% KL	Jenuh air
106-130 HST	37,5% KL	60% KL	Jenuh air
131-145 HST	35,0% KL	50% KL	KL
146-160 HST	32,5% KL	40% KL	80% KL
161-175 HST	30% KL	37,5% KL	70% KL

Keterangan: KL (kapasitas lapang). Umur tebu 2 bulan dipembibitan dan 5,5 bulan setelah pindah tanam.

Pengamatan Morfologi Tanaman

Pengamatan morfologi tanaman meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, panjang batang, diameter batang, jumlah ruas, jumlah anakan, dan bobot kering tanaman. Pengamatan fisiologi tanaman meliputi kandungan pigmen daun (klorofil a, b dan total), jumlah stomata, analisis kadar hara N, P, K daun, serapan hara N, P, K daun, dan persentase kolonisasi FMA.

Sampel tanaman non destruktif digunakan untuk mengamati ciri-ciri morfologi tanaman tebu seperti tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, panjang batang, diameter batang, jumlah ruas dan jumlah anakan, mulai diamati empat minggu setelahnya perlakuan, selanjutnya diamati setiap dua minggu sekali sampai umur 20 MST. Tinggi tanaman tebu diukur dari permukaan tanah sampai dengan daun yang paling tinggi. Jumlah daun tanaman tebu diamati dengan menghitung seluruh daun yang telah tumbuh dan membuka sempurna. Luas daun diperoleh dengan mengukur panjang dan lebar daun pertama yang membuka sempurna. Jumlah anakan diamati 4 minggu, selanjutnya pengamatan 2 minggu sekali sampai 20 MST. Panjang batang diukur dari permukaan tanah sampai titik tumbuh dan dilanjutkan dengan menghitung jumlah ruas batang. Diameter batang diukur pada ruas kedua dari pangkal batang dengan menggunakan jangka sorong dengan satuan milimeter. Bobot kering tanaman diperoleh dengan cara mengeringkan tanaman (sampel destruktif) dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam, kemudian tanaman kering ditimbang. Pengamatan bobot kering ini dilakukan pada umur 20 MST.

Pengamatan Kandungan Klorofil, Jumlah Stomata dan Analisis Kadar Hara

Kandungan klorofil, jumlah stomata dan analisis kadar hara N, P dan K daun diamati pada 12 MST pada satu sampel tanaman. Klorofil (a, b dan total) diukur menggunakan metode Harborne (1987). Sampel daun segar dihaluskan menggunakan mortar dan ditimbang beratnya sebanyak 1 g. Sampel yang telah dihancurkan kemudian diekstraksi dengan 100 ml aseton 80% diaduk hingga klorofil larut, ekstrak kemudian disaring dengan kertas saring, kemudian dipindahkan ke dalam cuvet untuk diukur klorofil a, b dan kandungan totalnya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 646 dan 663 nm. Setelah diperoleh nilai absorbansinya, kandungan klorofilnya akan dihitung dengan rumus persamaan: klorofil total (mg/liter) = $(17,3 \times A_{646}) + (7,18 \times A_{663})$; klorofil a (mg/liter) = $(12,21 \times A_{663}) - (2,81 \times A_{646})$ dan klorofil b (mg/liter) = $(20,13 \times A_{646}) - (5,03 \times A_{663})$.

Jumlah stomata diamati dengan mengambil sampel daun tebu pada pagi hari. Metode pembuatan preparat untuk melihat stomata adalah dengan metode *replica* yaitu daun yang diambil dibersihkan dengan tisu pada permukaan bawah untuk menghilangkan debu. Bagian bawah daun kemudian diolesi cat kuku hingga mengering, selanjutnya olesan kering ditempelkan pada selotip kemudian dikelupas dan ditempelkan pada kaca preparat. Pengamatan jumlah stomata per bidang pandang menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40x.

Analisis unsur hara daun N, P, K diperoleh dari sampel daun sebanyak 20 g setiap polibag. Sampel daun dikeringkan dalam oven bersuhu 70 °C selama 72 jam kemudian dihaluskan menggunakan mortar dan alu. Kadar N ditentukan dengan menggunakan metode Titrimetri. Kandungan P ditentukan dengan metode Spektrofotometri, dan kandungan K ditentukan dengan metode *Atomic Absorption Spektrofotometri* (AAS). Serapan hara N, P, dan K daun diperoleh dari kadar hara N, P, dan K (%) dikali dengan bobot kering tanaman. Persen infeksi akar dihitung menggunakan rumus $[\Sigma \text{ bidang pandang bermikoriza} / \Sigma \text{ total bidang pandang yang diamati}] \times 100\%$ (Brundrett et al. 1996).

Pengolahan Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan *Analysis of variance* (ANOVA) jika terdapat pengaruh nyata, dilanjutkan dengan uji Turkey HSD pada taraf signifikansi 5%. Data observasi diolah dengan menggunakan software

aplikasi STAR (*Statistical Tool for Agricultural Research*) dan Microsoft Excel versi 2021.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Pertumbuhan Tebu

Interaksi perlakuan sumber inokulan dengan lama penjenjutan tidak berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter pertumbuhan. Namun, faktor tunggal, sumber inokulan dan lama kejenuhan

menunjukkan pengaruh terhadap tinggi tanaman tebu umur 4, 12, 16 dan 20 MST (Tabel 2). Pemberian inokulan FMA dari berbagai sumber inokulan berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 4, 16 dan 20 MST dan tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 8 dan 12 MST. Perlakuan lama penjenjutan memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 16 MST dan 20 MST dan tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 4, 8 dan 12 MST.

Tabel 2. Tinggi tanaman tebu umur 4, 8, 12, 16, 20 MST

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)				
	4 MST	8 MST	12 MST	16 MST	20 MST
Sumber Inokulan					
Tanpa inokulan	83,63b	165,30	219,19	257,17c	259,57b
Jagung	106,85a	177,46	238,20	293,49a	311,82a
Kedelai	96,65ab	170,22	228,52	275,20ab	291,96a
Tebu	101,96a	170,73	232,22	287,73ab	302,49a
Tebu-kedelai	96,61ab	167,53	223,58	270,81bc	277,16ab
Lama Penjenjutan					
Budidaya konvensional	93,60	165,98a	224,76	267,23b	273,35b
2 bulan sejak tanam	98,83	173,08a	229,16	276,40ab	283,14ab
4 bulan sejak tanam	98,99	171,68a	231,11	287,00a	309,31a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Turkey pada taraf $\alpha = 5\%$.

Pemberian inokulan meningkatkan tinggi tanaman tebu secara signifikan dibandingkan dengan kontrol, terutama tanaman yang mendapat inokulan FMA dari akar jagung. Tinggi tanaman meningkat pada penjenjutan selama empat bulan dibandingkan kontrol. Pemberian sumber inokulan FMA pada saat penanaman tebu menyebabkan proses kolonisasi akar tanaman tebu terjadi lebih cepat dibandingkan tanpa FMA, meskipun pada akhirnya akan terjadi proses inokulasi oleh FMA yang secara alami terdapat pada tanah pasang surut yang digunakan sebagai media tanam. Hal ini sesuai dengan yang pernyataan bahwa waktu inokulasi mikoriza hari ke-10 persemaian pada campuran media tanam AMB-07 dan pasir pantai menunjukkan hasil yang paling baik, salah satunya adalah tinggi tanaman padi (Mustaqimah dkk., 2019). Kolonisasi FMA tidak hanya disebabkan oleh sumber inokulan yang diberikan tetapi juga oleh FMA lokal yang secara alami terdapat pada media tanam yang digunakan. Pernyataan tersebut didukung Parapasan dan Reshi (2014), bibit kopi yang diinokulasi ganda pada saat penyemaian benih dan pindah tanam dapat meningkatkan tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, panjang akar dan persen kolonisasi akar jika dibandingkan dengan bibit yang hanya diberi

inokulan FMA saja. Selain itu, bertambahnya tinggi tanaman akibat pemberian mikoriza juga disebabkan oleh membaiknya kondisi perakaran tanaman. Kondisi perakaran yang lebih baik akan menyebabkan unsur hara yang tersedia di dalam tanah mudah diserap tanaman dengan bantuan FMA (Wardhika dkk., 2015).

Pemberian sumber inokulan FMA berpengaruh terhadap jumlah daun pada umur 20 MST dan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun pada umur 4, 8, 12 dan 16 MST. Penjenjutan selama 4 bulan meningkatkan jumlah daun secara signifikan dari 8 MST menjadi 20 MST (Tabel 3). Jumlah daun 4 MST, menunjukkan jumlah daun tertinggi terdapat pada sumber inokulan dari jagung dan waktu jenuh selama 4 bulan, sedangkan jumlah daun terendah terdapat pada perlakuan tanpa inokulan dan budidaya konvensional. Jumlah daun meningkat secara signifikan dengan inokulan jagung tetapi tidak dengan inokulan tebu dan kedelai. Jumlah daun 20 MST mengalami penurunan kedua faktor. Hal ini disebabkan karena pada umur tersebut dilakukan klentek untuk pertama kalinya, dengan tujuan agar hasil fotosintesis dapat difokuskan untuk pemanjangan batang dan pertumbuhan daun baru.

Tabel 3. Jumlah daun tebu umur 4, 8, 12, 16, 20 MST

Perlakuan sdfsdsdgsdssdfsdsfsgsgsg	Jumlah daun (helai)				
	4 MST	8 MST	12 MST	16 MST	20 MST
Sumber Inokulan					
Tanpa inokulan	5,8	6,2	7,0	8,4	6,1b
<i>Jagung</i>	6,5	6,6	7,4	9,5	7,7a
<i>Kedelai</i>	6,0	6,5	7,2	8,6	6,6ab
<i>Tebu</i>	6,2	6,6	7,4	8,7	7,2ab
<i>Tebu-kedelai</i>	5,9	6,3	7,1	8,5	6,3b
Lama Penjenuhan					
Budidaya konvensional	6,2	6,2b	7,13b	7,9b	5,0b
2 bulan sejak tanam	6,0	6,3b	7,16b	8,6b	7,5a
4 bulan sejak tanam	6,1	6,9a	7,49a	9,8a	7,9a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Turkey pada taraf $\alpha = 5\%$.

Pemberian sumber inokulan FMA menunjukkan pengaruh nyata pada luas daun 16–20 MST namun tidak memberikan pengaruh nyata pada luas daun 14 MST. Perlakuan lama penjenuhan menunjukkan pengaruh nyata terhadap luas daun mulai 14 MST hingga 20 MST (Tabel 4).

Tabel 4. Luas daun tebu Umur 14,16,18,20 MST

Perlakuan	Luas daun (cm ²)			
	14 MST	16 MST	18 MST	20 MST
Sumber Inokulan				
Tanpa inokulan	705,24	694,68c	637,32b	653,67b
<i>Jagung</i>	842,69	872,89a	836,63a	853,15a
<i>Kedelai</i>	782,65	776,13ab	742,84ab	750,85ab
<i>Tebu</i>	809,83	809,21ab	788,31ab	768,58a
<i>Tebu-kedelai</i>	750,67	739,05bc	703,08ab	704,90ab
Lama Penjenuhan				
Budidaya konvensional	757,32b	733,79b	670,46b	688,50b
2 bulan sejak tanam	775,34ab	762,15a	708,12a	691,69a
4 bulan sejak tanam	801,99a	839,24a	846,33a	858,51a

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Turkey pada taraf $\alpha = 5\%$.

Luas daun tebu meningkat signifikan akibat pemberian inokulan FMA berbahan dasar jagung sejak 16 MST dibandingkan tanpa inokulan. Peningkatan luas daun tertinggi kedua disebabkan oleh penyediaan sumber inokulan dari tebu, meskipun hanya signifikan pada umur 20 MST. Pertumbuhan daun yang lebih baik akan memungkinkan tanaman melakukan fotosintesis lebih optimal karena permukaan daun yang menerima sinar matahari sebagai energi utama dalam proses fotosintesis menjadi lebih luas (Wahyu dkk. 2013).

Pemberian sumber inokulan dapat meningkatkan panjang batang, jumlah ruas dan diameter batang namun menurunkan jumlah anakan (Tabel 5). Penurunan jumlah anakan ini

kemungkinan besar disebabkan oleh hasil fotosintesis pada tanaman yang digunakan untuk menambah panjang dan diameter batang tanaman induk sehingga proses pembentukan anakan menjadi berkurang. Diameter batang meningkat karena adanya sumber inokulan tetapi tidak mempunyai efek nyata bila dibandingkan tanpa inokulan. Penambahan 5 g mikoriza per polibag tidak memberikan pengaruh nyata terhadap diameter batang bibit kelapa sawit pada pembibitan awal (Sodikin dkk., 2022). Diameter batang tertinggi terdapat pada pemberian inokulan FMA yaitu berkisar antara 23,98–25,42 mm dibandingkan 22,79 mm tanpa inokulan. Sumber inokulan dari kombinasi tebu-kedelai hampir sama dengan perlakuan tanpa inokulan ditinjau dari panjang batang, jumlah ruas

dan jumlah anakan. Hal ini juga berkaitan dengan tinggi tanaman, jumlah daun dan luas daun tanaman umur 20 MST tidak berbeda nyata antara perlakuan sumber inokulan kombinasi tebu-kedelai dengan

tanpa inokulan. Hal ini disebabkan karena sumber inokulan dari kombinasi tebu-kedelai tidak mengkolonisasi tanaman tebu secara maksimal yang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 5. Panjang, diameter batang, jumlah ruas dan jumlah anakan tebu umur 20 MST

Perlakuan	Panjang batang (cm)	Diameter batang (mm)	Jumlah ruas	Jumlah anakan
Sumber Inokulan				
Tanpa inokulan	133,72b	22,79	13,8b	3,0ab
<i>Jagung</i>	161,83a	25,42	17,0a	2,7b
<i>Kedelai</i>	156,61ab	24,07	15,8a	2,8ab
<i>Tebu</i>	159,78a	24,93	16,1a	3,0ab
<i>Tebu-kedelai</i>	145,78ab	23,98	15,2ab	3,7a
Lama Penjenuhan				
Budidaya konvensional	139,53b	22,87b	14,8	4,0a
2 bulan sejak tanam	149,20ab	24,34a	15,6	2,9ab
4 bulan sejak tanam	165,90a	25,50a	16,4	2,3b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Turkey* pada taraf $\alpha = 5\%$.

Penjenuhan selama empat bulan menyebabkan peningkatan panjang dan diameter batang yang signifikan dibandingkan konvensional, namun sebaliknya menurunkan jumlah anakan. Hal ini dikarenakan penjenuhan selama 4 bulan dapat menyediakan kebutuhan air untuk proses fotosintesis, sehingga berdampak terhadap peningkatan Panjang dan diameter batang. Hasil penelitian dari Riliana dkk. (2020) menyatakan bahwa jumlah anakan tidak berbeda nyata antara yang diberi inokulan FMA dengan yang tidak diberi inokulan karena tingginya unsur hara P pada media tanam. Tanah yang digunakan sebagai media tanam berasal dari lahan pasang surut tipe B di Desa Mulyasari, Kecamatan Tanjung Lago, Banyusin, Sumatera Selatan. Analisis kimia sampel tanah menunjukkan bahwa tanah yang digunakan mengandung P total yaitu 106,2 ppm yang tergolong tinggi (Sefrila *et al.*, 2021). Tingginya kandungan P pada media tanam berarti tanaman tebu masih mempunyai cadangan unsur hara yang cukup untuk menunjang pertumbuhan tanaman.

Karakteristik Fisiologi Tanaman Tebu

Pemberian sumber inokulan meningkatkan klorofil total, jumlah stomata tanaman tebu umur 12 MST dan bobot kering tanaman umur 20 MST, terutama sumber inokulan dari jagung dan tebu. Bobot kering tebu pada pemberian sumber inokulan dari jagung (1061,37 g/rumpun) mengalami

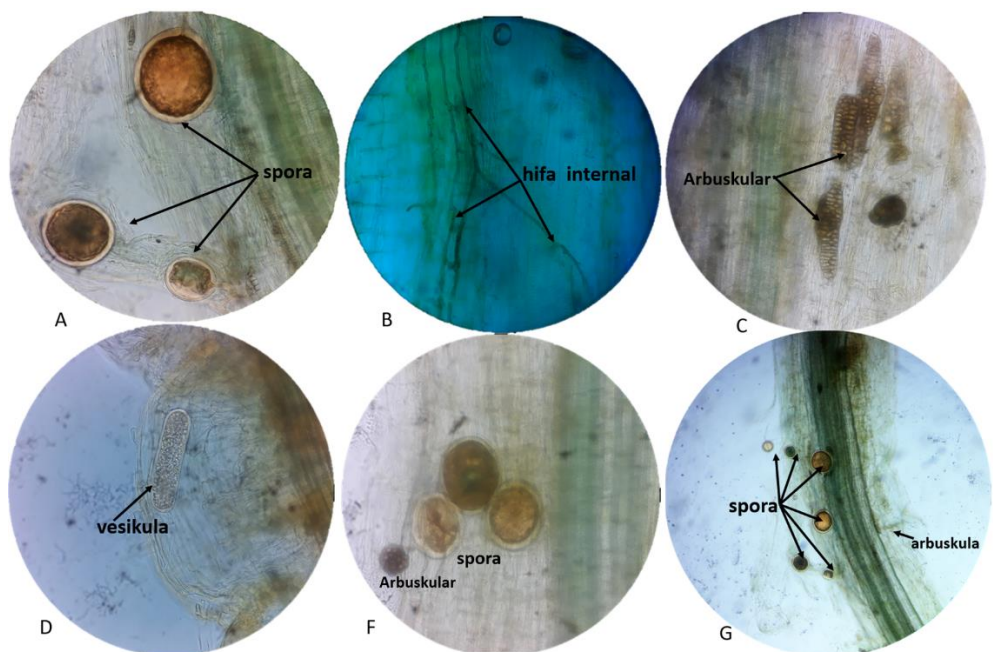
peningkatan sekitar 45,44% dibandingkan kontrol (729,76 g/rumpun). Lama penjenuhan empat bulan secara signifikan meningkatkan total klorofil dan bobot kering tanaman (Tabel 6).

Lama penjenuhan 2 dan 4 bulan sejak tanam meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman (bobot kering tanaman tebu) dibandingkan sistem budidaya konvensional. Hal ini disebabkan pada kondisi jenuh air tanaman secara maksimal dapat tumbuh dengan memanfaatkan air yang selalu tersedia untuk proses metabolisme seperti fotosintesis jika dibandingkan dengan sistem budidaya konvensional, terlihat juga penjenuhan selama 4 bulan meningkatkan bobot kering tebu sebesar 27,12% (1141,65 g/rumpun) dibandingkan dengan penjenuhan selama 2 bulan (878,06 g/rumpun). Peningkatan bobot kering tebu dengan pemberian FMA dan waktu jenuh juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan Wu *et al.* (2022) bahwa inokulasi FMA dapat meningkatkan produksi tanaman pada kondisi lahan tadah hujan. Pemberian sumber inokulan dan lama kejenuhan tidak berpengaruh nyata terhadap persentase kolonisasi FMA baik pada struktur hifa internal, vesikel maupun arbuskula (Tabel 7). Persentase kolonisasi FMA berupa hifa internal merupakan struktur kolonisasi FMA yang banyak dijumpai pada akar tanaman yang terkolonisasi FMA (Gambar 1).

Tabel 6. Klorofil, jumlah stomata umur 12 MST, dan bobot kering tanaman tebu 20 MST

Perlakuan	Klorofil total (mg/l)	Jumlah stomata/cm ²	Bobot kering tanaman (g/rumpun)
Sumber Inokulan			
Tanpa inokulan	20,09b	37,8b	729,76c
<i>Jagung</i>	25,46a	46,4a	1061,37a
<i>Kedelai</i>	22,98a	42,3ab	927,66ab
<i>Tebu</i>	24,28a	43,8a	998,95a
<i>Tebu-kedelai</i>	22,01ab	39,2ab	887,11b
Lama Penjenuhan			
Budidaya konvensional	21,28b	40,8	723,20b
2 bulan sejak tanam	22,59ab	42,1	898,06ab
4 bulan sejak tanam	25,02a	42,9	1141,65a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Turkey pada taraf $\alpha = 5\%$.



Gambar 1. Struktur kolonisasi FMA pada akar tebu 20 MST (A-F perbesaran 40x; G perbesaran 10x).

Tabel 7. Persentase struktur kolonisasi FMA pada akar tebu umur 20 MST

Perlakuan	Struktur kolonisasi FMA (%)		
	Hifa internal	Vesikel	Arbuskula
Sumber Inokulan			
Tanpa inokulan	69,56	6,33	9,00b
<i>Jagung</i>	74,33	6,67	11,44b
<i>Kedelai</i>	74,78	13,56	28,11a
<i>Tebu</i>	79,67	8,89	12,56b
<i>Tebu-kedelai</i>	73,78	9,11	14,78b
Lama Penjenuhan			
Budidaya konvensional	65,13b	7,93ab	14,73
2 bulan sejak tanam	81,87a	5,07b	14,53
4 bulan sejak tanam	76,27ab	13,73a	16,27

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Turkey pada taraf $\alpha = 5\%$.

Kolonisasi hifa internal FMA: persentase kolonisasi tertinggi terdapat pada perlakuan inokulan tebu (79,67%). Sebagai perbandingan, angka terendah terjadi pada kelompok tanpa inokulan (69,56%), meskipun masih tergolong tinggi. Pada perlakuan tanpa inokulan, kolonisasi FMA masih terjadi. Hal ini diduga karena tanah pasang surut yang digunakan sebagai media tanam alami masih mengandung propagul FMA yang aktif. Hal serupa juga terjadi dalam penelitian lain. Persentase kolonisasi FMA pada perlakuan inokulan komposit FMA (60,8%) pada tanaman tebu lebih tinggi jika dibandingkan tanpa inokulan (47,3%) (Farias *et al.*, 2018).

Penjenuhan 4 bulan sejak tanam nyata meningkatkan kadar hara dan serapan N, P, dan K daun kedelai pada umur 20 MST (Tabel 8). Pemberian sumber inokulan nyata meningkatkan kadar hara daun dan serapan hara N, P dan K dibandingkan tanpa inokulan, terutama sumber inokulan yang berasal dari jagung. Tingginya pengaruh kolonisasi FMA ditemukan terutama pada kolonisasi struktur hifa. Salah satu fungsi utama hifa adalah menyerap unsur hara dari dalam tanah. Struktur vesikel dan arbuskular merupakan struktur spesifik yang dibentuk oleh FMA untuk mengidentifikasi bahwa telah terjadi kolonisasi FMA pada akar tanaman (Suamba dkk., 2014).

Tabel 8. Kadar N, P, K dan serapan N, P, K daun tebu umur 20 MST

Perlakuan	Kadar (%)			Serapan (g/tanaman)		
	N	P	K	N	P	K
Sumber Inokulan						
Tanpa inokulan	0,84b	0,16	1,08	0,92b	0,17c	1,18c
Jagung	1,04a	0,21	1,52	1,51a	0,31a	2,23a
Kedelai	0,93ab	0,18	1,29	1,29ab	0,25bc	1,78ab
Tebu	1,01a	0,20	1,38	1,48a	0,29ab	2,01a
Tebu-kedelai	0,89b	0,16	1,19	1,20ab	0,22c	1,57b
Lama Penjenuhan						
Budidaya konvensional	0,86b	0,17b	1,17b	1,03b	0,21b	1,41b
2 bulan sejak tanam	0,89ab	0,18ab	1,27b	1,18a	0,25ab	1,70ab
4 bulan sejak tanam	1,08a	0,19a	1,43a	1,63a	0,29a	2,16a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Turkey* pada taraf $\alpha = 5\%$.

Kadar hara N, P, dan K daun tebu paling tinggi pada perlakuan sumber inokulan jagung, dan waktu jenuh 4 MSP, kadar N berkisar 1,04–1,08%, kadar P daun 0,19–0,21% dan kadar hara K daun sekitar 1,43–1,52%. Kadar hara P dan K daun hasil analisis tanaman tebu jika dibandingkan dengan nilai kecukupan hara tanaman tebu (0,05% P dan 1,00 – 1,6% K termasuk dalam kisaran cukup. Kadar unsur hara N menunjukkan nilai di bawah kisaran cukup (1,5% N). Peningkatan serapan hara N, P dan K daun pada pemberian inokulan FMA diduga disebabkan oleh peningkatan kadar hara N, P dan K daun serta bobot kering daun. Pemberian FMA dan pemupukan batuan fosfat atau P meningkatkan serapan hara (N, P, K) tanaman, akumulasi biomassa dan produksi pada tanaman tebu (Juntahum & Boonlue, 2018; Juntahum *et al.*, 2020). Penjenuhan selama 2 dan 4 bulan sejak tanam juga berdampak positif dalam meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman tebu, dibandingkan dengan sistem budidaya konvensional. Inokulan FMA dapat diaplikasikan

pada saat tanaman tebu di persemaian sehingga pada saat tanaman dipindahkan ke lapangan FMA telah menginfeksi akar tanaman.

SIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan tidak terdapat pengaruh interaksi antara inokulan FMA dan waktu jenuh terhadap karakteristik agronomi dan produktivitas tebu. Pemberian inokulan FMA meningkatkan pertumbuhan tanaman tebu, khususnya dengan inokulan FMA dari jagung. Inokulan FMA dari jagung menyebabkan peningkatan bobot kering tanaman tebu sekitar 45,44% dibandingkan tanpa inokulan. Lama penjenuhan 2 dan 4 bulan sejak tanam meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman (bobot kering tanaman tebu) dibandingkan sistem budidaya konvensional; penjenuhan selama empat bulan meningkatkan bobot kering tebu sebesar 27,12% dari kejenuhan 2 bulan. Persentase kolonisasi FMA

berupa hifa internal yang terdapat pada akar tebu sebesar 79,67%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananto, EE, Zakiah, dan E Pasandaran. 2011. Potensi lahan rawa pasang surut dalam mendukung peningkatan produksi pangan. Hlm. 153–168 *dalam* Membangun Kemampuan Pengelolaan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (K Suradisastra, Ed.). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian. Bogor.
- Farias, CP, RC de Carvalho, FML Resende, and LCB Azevedo. 2018. Consortium of five fungal isolates conditioning root growth and arbuscular mycorrhiza in soybean, corn, and sugarcane. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*. 90(4): 3649–3660. DOI: 10.1590/0001-3765201820180161.
- Ghulamahdi, M, S Ria Chaerunisa, I Lubis, and P Taylor. 2016. Response of five soybean varieties under saturated soil culture and temporary flooding on tidal swamp. *Procedia Environmental Sciences*. 33: 87–93. DOI: 10.1016/j.proenv.2016.03.060.
- Harahap, LH, AS Hanafiah, dan H Guchi. 2018. Efektifitas pemberian mikoriza terhadap serapan hara N dan P tanaman karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) pada lahan dengan cekaman kekeringanyang telah diberi bahan organik di Desa Aek Godang Kecamatan Hulu Sihapas Kabupaten Padang Lawas Utara. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. 6(1): 167–173. DOI: 10.32734/ja.v6i1.2589.
- Juntahum, S, and S Boonlue. 2018. Efficiency of arbuscular mycorrhiza fungal inoculation with rock phosphate on soil-available phosphorus, and drought stress, growth and yield of sugarcane under field conditions. *International Sugar Journal*. 120(1436): 624–629.
- Juntahum, S, N Jongrunklang, W Kaewpradit, S Lumyong, and S Boonlue. 2020. Impact of arbuscular mycorrhizal fungi on growth and productivity of sugarcane under field conditions. *Sugar Tech*. 22(1): 451–459. DOI: 10.1007/s12355-019-00784-z.
- Kumalawati, Z, B Baba, dan Misbahyudi. 2015. Analisis efektifitas dua jenis cendawan mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan bibit tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Agrokompleks*. 14(1): 65–68. DOI: 10.51978/JAPP.V14I1.194.
- Lubis, JA, F Fikrinda, dan H Hifnalisa. 2021. Pengaruh fungi mikoriza arbuskula dan pupuk kandang terhadap serapan hara kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.) pada Ultisol. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 6(2): 118–124. DOI: 10.17969/jimfp.v6i2.16989.
- Maulana, AI, M Ghulamahdi, & Iskandar Lubis. 2019. Response of Corn Varieties under Saturated Soil Culture and Temporary Flooding in Tidal Swamp. *Journal of Tropical Crop Science*. 6(1): 41–49. DOI: 10.29244/jtcs.6.01.41-49.
- Mustaqimah, NM, S Nurhatika, dan A Muhibbudin. 2019. Pengaruh waktu inokulasi mikoriza arbuskular pada campuran media tanam AMB-07 dan pasir pantai terhadap pertumbuhan dan karbohidrat padi (*Oryza sativa* L.) var. Inpari 13. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 8(2): E69–E54. DOI: 10.12962/j23373520.v8i2.49619.
- Parapasan, Y, & AG Reshi. 2014. Waktu dan cara aplikasi cendawan mikoriza arbuskular (CMA) pada pertumbuhan bibit tanaman kopi. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 14(3): 203–208. DOI: 10.25181/jppt.v14i3.161.
- [Pusdatin] Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2020. Buku Outlook Komoditas Perkebunan – Outlook Tebu (AA Susanti & RK Putra, Ed.). Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretaris Jenderal-Kementerian Pertanian. Jakarta
- [Pusdatin] Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2023. Buku Outlook Komoditas Perkebunan – Outlook Tebu (AA Susanti & RK Putra, Ed.). Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretaris Jenderal-Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Riliana, N, Y Parapasan, dan Y Sukmawan. 2020. Pengaruh inokulan fungi mikoriza arbuskula dan komposisi media tanam pada pertumbuhan tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Savana Cendana*. 5(3): 44–46. DOI: 10.32938/sc.v5i03.1003.
- Ritung, S, E Suryani, D Subardja, Sukarman, K Nugroho, Suparto, Hikmatullah, A Mulyani, C Tafakresnanto, Y Sulaeman, RE Subandiono, Wahyunto, Ponidi, N Prasodjo, U Suryana, H Hidayat, D Adi Priyono, dan W Supriatna. 2015. Sumberdaya Lahan Pertanian Indonesia: Luas Penyebaran dan Potensi Ketersediaan. (E Husen, F Agus, D Nursyamsi, Ed.). Indonesian

- Agency For Agricultural Research and Development (IAARD) Press. Jakarta.
- Sari, DM, E Siaga, dan Neksidin. 2025. Adaptasi pertumbuhan tanaman tomat pada kondisi cekaman jenuh air terhadap pemberian pupuk hayati mikoriza dan amelioran. Prosiding Seminar Nasional Integrasi Pertanian Dan Peternakan (SNIPP) Seri-3 "Optimalisasi Potensi Sumber Daya Lokal Sebagai Lumbung Pangan Untuk Mewujudkan Indonesia Emas 2045." Pekanbaru, 7 Desember 2024. Hlm. 78–86.
- Sefrila, M, M Ghulamahdi, Purwono, M Melati, and I Mansur. 2021. Diversity and abundance of arbuscular fungi mycorrhizal (AMF) in rhizosphere *Zea mays* in Tidal Swamp. Biodiversitas. 22(11): 5071–5076. DOI: 10.13057/biodiv/d221144.
- Sodikin, E, F Sulaiman, M Amar, T Achadi, Yakup, M Sefrila, dan A Apria. 2022. Pengaruh pemberian dosis pupuk hayati mikoriza pada pertumbuhan bibit dua varietas kelapa sawit di pembibitan awal. Jurnal Agro Industri Perkebunan. 10(2): 141–152. DOI:10.25181/jaip.v10i2.2629.
- Suamba, IW, IGP Wirawan, dan W Adiartayasa. 2014. Isolasi dan identifikasi fungi mikoriza arbuskular (FMA) secara mikroskopis pada rhizosfer tanaman jeruk (*Citrus* sp.) di Desa Kerta, Kecamatan Payangan, Kabupaten Gianyar. E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika. 3(4): 201–208.
- Wahyu, ER, KI Purwani, dan S Nurhatika. 2013. Pengaruh *Glomus fasciculatum* pada pertumbuhan vegetatif kedelai yang terinfeksi *Sclerotium rolfsii*. Jurnal Sains dan Seni ITS. 2: 64–68. DOI: 10.12962/j23373520.v2i2.3622.
- Wardhika, CM, B Hadisutrisno, dan J Widada. 2015. Potensi jamur mikoriza arbuskular unggul dalam peningkatan pertumbuhan dan kesehatan bibit tebu (*Saccharum officinarum* L.). Ilmu Pertanian (Agricultural Science). 18(2): 84–91. DOI: 10.22146/ipas.9088.
- Wu, S, Z Shi, X Chen, J Gao, and X Wang. 2022. Arbuscular mycorrhizal fungi increase crop yields by improving biomass under rainfed condition: A meta-analysis. PeerJ. 10:e12861. DOI: 10.7717/peerj.12861.