

PENGARUH INDUKSI FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA (FMA) TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN MINYAK ATSIRI PADA TIGA JENIS JAHE (*Zingiber officinale* Rosc.)

*Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) Induction to The Growth and Atsiri Oils Content of Three Types Ginger (*Zingiber officinale* Rosc.)*

Qonita Fathin Azizah¹⁾ dan Kacung Hariyono^{2*)}

¹⁾Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Jember

²⁾Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember

*corresponding author : kacunghariyono.faperta@unej.ac.id

ABSTRACT

Ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) is one of the biopharmaca plants that have many beneficial contents. In Indonesia, biopharmaca plant production is currently developing. The development production of ginger must be balanced with the standard quality of the global market. There are many methods to improve the ginger quality, one of them is Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) addition. It's well recognized that the function of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) in ginger plant is to developed the growth and secondary metabolism like atsiri oils. Mode of action the Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) has induced root performance to develop the growth and atsiri oils content of gingers. This study aims to discover the effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) on the growth and the content of secondary metabolism especially atsiri oils on three types of ginger. Hopefully, the research of this study would be useful for ginger cultivation.

The experimental design in this study was a completely randomized design (CRD) factorial pattern of 3x4 with 3 replications. The treatment in this experiment was a combination of various types of ginger by Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) administration. Then the data will be analyzed using variance analysis (ANOVA). If treatments are significantly different, so the difference test will be performed with Duncan's multiple ranges at a 5% confidence level. Based on the results of the study showed that there were a significant interaction between the Fungal Mycorrhizal Arbuskula (AMF) fertilizer dose with type of ginger on the plant height, number of tillers, plant wet weight and plant dry weight with the best combination of treatments obtained on the red ginger types, with a 15 grams dose of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) fertilizer (J2F2). A dose of 15 grams arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) significantly affected the Leaf Area Index (LAI), fresh rhizome weight, dry rhizome weight, root length, root volume, and atsiri oils, where giant ginger showed the best growth response.

Keywords: *Ginger, Atsiri Oils, Arbuskula Mychorizal Fungi (AMF).*

ABSTRAK

Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) merupakan salah satu tanaman biofarmaka yang memiliki banyak kandungan bermanfaat. Pengembangan tanaman biofarmaka di Indonesia saat ini, sedang mengalami peningkatan dalam produksinya. Produksi yang ditingkatkan tersebut, harus diimbangi dengan kualitas yang dihasilkan agar dapat memenuhi mutu baku pasar. Salah satu cara yang dapat dilakukan dalam meningkatkan kualitas tanaman jahe yakni menggunakan Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA). Kegunaan dari FMA tersebut adalah membantu tanaman dalam pertumbuhan serta dapat meningkatkan kandungan metabolit sekunder seperti minyak atsiri pada tanaman jahe. FMA dapat menginduksi kinerja akar sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman serta kandungan minyak atsiri yang merupakan bahan dasar dari obat – obatan herbal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian FMA terhadap pertumbuhan serta hasil metabolit sekunder khususnya minyak atsiri yang dihasilkan. Peneliti berharap dengan adanya penelitian ini dapat bermanfaat bagi petani untuk menjadi referensi dalam budidaya jahe.

Rancangan Percobaan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 3x4 dengan 3 ulangan. Perlakuan dalam percobaan ini merupakan kombinasi antara berbagai jenis jahe dengan pemberian Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA). Data yang diperoleh selanjutnya akan dianalisis menggunakan analisis varian (ANOVA). Apabila antara perlakuan berbeda nyata maka akan dilakukan uji beda nyata dengan jarak berganda Duncan pada taraf kepercayaan 5%. Hasil penelitian menunjukkan terdapat interaksi yang nyata antara dosis pupuk Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dengan jenis jahe pada tinggi tanaman, jumlah anakan, berat basah tanaman dan berat kering tanaman dengan kombnasi perlakuan terbaik yang didapatkan pada jenis jahe merah dengan dosis pupuk FMA sebanyak 15 gram (J2F2). Pemberian dosis pupuk Fungi mikoriza arbuskula (FMA) sebanyak 15 gram berpengaruh nyata pada Indeks Luas Daun (ILD), bobot rimpang segar, bobot rimpang kering, panjang akar, volume akar dan minyak atsiri dimana jenis jahe gajah menunjukkan respon pertumbuhan terbaik.

Kata Kunci: *Jahe, Minyak Atsiri, Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA)*

How to cite: Azizah, Q. F., dan K. Hariyono. 2022. Pengaruh Induksi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Minyak Atsiri pada Tiga Jenis Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.). *Berkala Ilmiah Pertanian* 5(3) 140-147

PENDAHULUAN

Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) merupakan salah satu tanaman biofarmaka yang memiliki banyak kandungan bermanfaat. Salah satu dari pemanfaatan rimpang jahe adalah

digunakan sebagai bahan pengobatan seperti antiremetik, antiinflamasi, efek analgetik, antioksidan, antikanker, antitrombotik, efek terhadap kardiovaskular, antineoplastik, antiinfeksi, efek hepatoprotektif, dan immunomodulator (Muddarisna dkk., 2018).

Pengembangan tanaman biofarmaka di Indonesia saat ini sedang mengalami peningkatan dalam produksinya. Salah satu tanaman biofarmaka yang sedang mengalami peningkatan produksi adalah jahe. Peningkatan produksi Jahe terus dilakukan pada tahun 2011-2015 yang di buktikan melalui peningkatan hasil produksi dan ekspor jahe berdasarkan data BPS 2015.

Berdasarkan peningkatan produksi yang di lakukan, diketahui bahwa adanya ketidakselarasan antara peningkatan produksi dengan laju ekspor pada tahun 2014-2015. Berdasarkan data BPS 2015, ekspor jahe mengalami penurunan dan impor jahe mengalami peningkatan. Hal ini tidak selaras dengan peningkatan produksi jahe sedangkan impor jahe juga meningkat. Berdasarkan fenomena yang terjadi, diduga bahwa peningkatan produksi jahe yang terjadi tidak diimbangi dengan peningkatan kualitas, mengakibatkan produksi yang meningkat tersebut malah merugikan petani jahe karena nilai jual yang rendah. Peningkatan kualitas dapat dilakukan untuk meningkatkan permintaan pasar khususnya pasar luar atau ekspor karena produk internasional mengutamakan mutu yang baik (BPS, 2015).

Tabel 1.1 Produksi Tanaman Biofarmaka Jahe di Indonesia (Kg) 2011 - 2015

Sumber: BPS 2015

Jenis Tanaman	Ekspor Tanaman Jahe Tahun 2014-2015 (Kg)			Impor Tanaman Jahe Tahun 2014-2015 (Kg)		
	2014	2015	Perubahan 2015-2014	2014	2015	Perubahan 2015-2014
1.Jahe	61.191.401	25.935.366	-35.256.035	2.763.949	6.857.943	4.093.994

Tabel 1.2 Ekspor dan Impor Tanaman Biofarmaka Jahe (Kg) 2014 – 2015

Jenis Tanaman	Produksi Tanaman per Tahun (Kg)				
	2011	2012	2013	2014	2015
1.Jahe	29.739.763	47.592.443	67.471.411	110.669.660	154.969.792

Sumber: BPS 2015

Peningkatan kualitas tanaman jahe yang dapat dilakukan adalah dengan peningkatan kandungan yang terdapat dalam rimpang jahe. Kandungan pada jahe yang menjadi potensi menjadi bahan dasar obat herbal salah satunya adalah minyak atsiri. Kadar minyak atsiri yang terkandung dalam jahe tidak kurang dari 1-3 %. Minyak atsiri jahe mengandung senyawa monoterpen. Kegunaan dari minyak atsiri sebagai obat adalah antiseptik, antispasmodik, aprodisiak, karminatif, diaforetik, ekspektoran dan masih banyak lagi fungsi lainnya (Bermawie dkk., 2013).

Cara meningkatkan hasil metabolit sekunder utama pada jahe khususnya minyak atsiri dapat dilakukan dengan memberikan perlakuan berupa penambahan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) pada budidaya tanaman jahe. Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) adalah salah satu jenis mikroba tanah yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui induksinya terhadap pelebaran serapan unsur hara pada akar (Putra dkk., 2014) Menurut Maicon *et al.* (2008), induksi dari FMA dapat meningkatkan kadar metabolit sekunder dari tanaman jahe seperti minyak atsiri, oleoresin dan fenol. Peningkatan metabolit sekunder diakibatkan oleh pertumbuhan jahe yang optimum akibat serapan hara yang tercukupi. FMA mampu membantu akar dalam penyerapan

unsur makro maupun mikro yang tidak tersedia menjadi tersedia khususnya fosfat. Unsur P atau fosfat yang di serap dengan optimum dan tercukupi akan meningkatkan permukaan absorpsi, kerja enzim fosfatase dan enzim oksalat yang memicu terbentuknya metabolit sekunder. Sehingga jahe yang di induksi oleh FMA akan mengalami peningkatan hasil metabolit sekunder minyak atsiri, oleoresin dan fenol.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Agustus 2019 bertempat di Greenhouse Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Persiapan Penelitian

Bahan yang akan digunakan adalah bibit tanaman jahe emprit, jahe merah dan jahe gajah berumur \pm 1 bulan yang diperoleh dari ladang bibit sidoarjo. Media tanam dengan komposisi tanah, pasir, kompos. Pupuk N, P, K berupa NPK (15:15:15), SP36, KCl dan Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) dalam bentuk inokulum campuran dengan kerapatan spora 10spora/gram yang diperoleh dari jurusan Hama dan Penyakit Tanaman (HPT) Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Alat yang akan digunakan adalah polybag, sekop, cangkul, timbangan analitik, gembor, alat tulis, ember, plastik klip, alat destilasi uap dan label perlakuan.

Persiapan Media Tanam

Persiapan media tanam dilakukan dengan membuat media tanam berupa campuran tanah, pasir dan kompos dengan perbandingan 1:1:1, kemudian media tanam tersebut disterilisasi menggunakan metode sterilisasi pembakaran. Media tanah, pasir dan kompos yang telah di campur dituang dalam pot tembikar, lalu diletakkan di tempat lapang dan ditutupi serta dialasi dengan mulsa, lalu dibakar. Setelah pembakaran, sisa-sisa mulsa disisihkan (Cahyani, 2009). Selanjutnya tanah, pasir dan kompos di masukkan dalam polybag sebanyak satuan percobaan yakni 36 polybag.

Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA)

Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) di berikan ketika awal tanam pada saat pemindahan bibit yang telah berumur satu bulan ke polybag yang telah berisi media tanam tanah, pasir dan kompos dengan dosis 0 gram, 10 gram, 15 gram dan 20 gram sesuai dengan perlakuan.

Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman meliputi pemupukan, penyiraman dan pembumbunan. Pemupukan di lakukan setiap 2 bulan menggunakan pupuk NPK (15:15:15) sebanyak 20 g/ tanaman, KCl sebanyak 5 g/tanaman dan SP36 sebanyak 5 g/ tanaman. Penyiraman dilakukan pagi dan sore sesuai kebutuhan tanaman. Pembumbunan dilakukan ketika rimpang mulai menonjol ke permukaan tanah akibat penyiraman.

Pemanenan

Pemanenan dilakukan ketika tanaman berumur 180 hari setelah tanam atau sekitar 6 bulan setelah tanam. Pemanenan dilakukan dengan membongkar polybag secara perlahan. Kemudian tanaman utuh jahe di bersihkan untuk di ukur berat segar tanamannya. Untuk hasil rimpang jahe yang selanjutnya akan di produksi kandungan metabolit sekundernya berupa minyak atsiri serta dan akar untuk diukur panjang dan volume akarnya.

Produksi Minyak Atsiri

Rimpang pokok yang telah kering dan cukup umur diiris melintang setebal 1-2 mm. Sebanyak 100 gram rimpang pokok jahe yang telah kering di masukkan kedalam tabung besi yang sebelumnya telah di isi air sebanyak 1 liter. Kemudian dididihkan 100 gram rimpang pokok jahe kering tadi dengan air menggunakan kompor gas dengan api sedang selama 5-6 jam. Sebelumnya, pasang terlebih dahulu labu destilasi uap pada tabung besi dan selang yang disambungkan dengan sumber air mengalir. Selama proses pemanasan, air harus terus mengalir agar terjadi proses kondensasi dan uap yang di hasilkan dapat terpisah antara air dan minyak atsiri.

Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan meliputi tinggi tanaman saat panen, Indeks Luas Daun (ILD) saat akan panen, jumlah anakan, berat segar tanaman, berat kering tanaman, bobot segar rimpang, bobot kering rimpang, panjang akar, volume akar dan produksi minyak atsiri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan dari hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa terdapat pengaruh dari masing-masing faktor tunggal dan juga interaksinya. Perbedaan jenis jahe menunjukkan hasil berbeda sangat nyata pada variabel pengamatan tinggi tanaman, berat basah tanaman, bobot rimpang segar, volume akar, bobot rimpang segar dan bobot rimpang kering. Selain itu, perbedaan jenis jahe juga menunjukkan hasil berbeda tidak nyata pada variabel jumlah anakan, indeks luas daun (ILD) dan panjang akar. Perbedaan dosis pupuk Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA), menunjukkan hasil berbeda sangat nyata pada semua variable yang diamati. Pengaruh dari perbedaan jenis jahe dan dosis FMA juga menunjukkan hasil berbeda sangat nyata pada variabel jumlah anakan, sedangkan hasil berbeda nyata pada variabel tinggi tanaman, ILD, berat basah tanaman, dan berat kering tanaman. Hasil berbeda tidak nyata pada pengaruh interaksi perlakuan terdapat pada variabel bobot rimpang segar, bobot rimpang kering, panjang akar dan volume akar.

1. Tinggi Tanaman

Data menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan yang memiliki tinggi tanaman terbesar adalah kombinasi perlakuan J3F1 (Jahe Gajah + 10 g FMA) dan J2F2 (Jahe

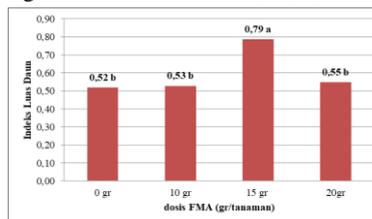
Merah + 15 g FMA) yang masing-masing menghasilkan tinggi tanaman sebesar 70,33 cm dan 71,33 cm, sedangkan untuk perlakuan yang menghasilkan tinggi tanaman terendah adalah kombinasi perlakuan J2F0 (Jahe Merah + 0 g FMA) dengan tinggi tanaman sebesar 46,67 cm.

Tabel 4.1.3 Pengaruh Interaksi Faktor Jenis Jahe dan Dosis Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) terhadap Tinggi Tanaman

NO.	Jenis Jahe	FMA			
		F0 (0 g/tanaman)	F1 (10 g/tanaman)	F2 (15 g/tanaman)	F3 (20 g/tanaman)
1	J1 (Jahe Emprit)	46,33 a	54,00 b	61,33 b	55,00 a
		B	A	A	A
2	J2 (Jahe Merah)	46,67 a	58,00 b	71,33 a	55,00 a
		C	B	A	BC
3	J3 (Jahe Gajah)	51,67 a	70,33 a	69,00 a	60,00 a
		C	A	A	B

2. Indeks Luas Daun (ILD)

Berdasarkan data yang diperoleh menunjukkan bahwa perlakuan yang berpengaruh pada variabel pengamatan Indeks Luas Daun (ILD) adalah pemberian dosis pupuk Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) yang menunjukkan hasil berbeda sangat nyata, sedangkan pada perbedaan jenis jahe pengaruhnya tidak berbeda nyata pada variabel ILD. Pada grafik diatas menunjukkan bahwa perlakuan pemberian pupuk FMA terbaik pada variabel ILD adalah dosis 15 g FMA/tanaman yang menghasilkan rerata ILD sebesar 0,79, sedangkan respon dari perlakuan 0 g, 10 g dan 20 g menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dimana masing-masing menghasilkan ILD sebesar 0,52, 0,53 dan 0,55.



Gambar 4.1 Pengaruh Dosis FMA terhadap Indeks Luas Daun

3. Jumlah Anakan

Pada tabel 4.4 ditunjukkan bahwa perlakuan yang memiliki jumlah anakan terbesar adalah kombinasi perlakuan J1F2 (Jahe Emprit + 15 g FMA) dan J3F1 (Jahe Gajah + 10 g FMA) yang masing-masing menghasilkan rerata jumlah anakan sebesar 13,00 dan 12,67 buah, sedangkan untuk perlakuan yang menghasilkan rerata jumlah anakan terendah adalah kombinasi perlakuan J2F0 (Jahe Merah + 0 g FMA) dengan jumlah anakan sebesar 6,00.

Tabel 4.1.4 Pengaruh Interaksi Faktor Jenis Jahe dan Dosis Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) terhadap Jumlah Anakan

NO.	Jenis Jahe	FMA			
		F0 (0 g/tanaman)	F1 (10 g/tanaman)	F2 (15 g/tanaman)	F3 (20 g/tanaman)
1	J1 (Jahe Emprit)	6,33 a	7,67 b	13,00 a	7,67 a
		B	B	A	B
2	J2 (Jahe Merah)	6,00 a	10,67 ab	11,00 ab	9,67 a
		B	A	A	A
3	J3 (Jahe Gajah)	7,33 a	12,67 a	8,67 b	8,00 a
		B	A	B	B

4. Berat Basah Tanaman

Pengaruh dari interaksi antara kedua perlakuan tersebut menyatakan hasil yang berbeda sangat nyata. Pada tabel 4.5 ditunjukkan bahwa perlakuan yang memiliki berat basah tanaman terbesar adalah kombinasi perlakuan J3F2 (Jahe Gajah + 15 g FMA) dan J3F1 (Jahe Gajah + 10 g FMA) yang masing-masing menghasilkan berat basah tanaman sebesar 325 g dan 320 g. Kedua perlakuan tersebut menunjukkan hasil yang hampir sama, sedangkan untuk perlakuan yang menghasilkan berat basah tanaman terendah adalah kombinasi perlakuan J1F0 (Jahe Emprit + 0 g FMA) sebesar 145 g.

Tabel 4.1.5 Pengaruh Interaksi Faktor Jenis Jahe dan Dosis Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) terhadap Berat Basah Tanaman

NO.	Jenis Jahe	FMA			
		F0 (0 g/tanaman)	F1 (10 g/tanaman)	F2 (15 g/tanaman)	F3 (20 g/tanaman)
1	J1 (Jahe Emprit)	145,00 c	146,67 c	233,33 b	211,67 b
		B	B	A	A
2	J2 (Jahe Merah)	193,33 b	235,00 b	310,00 a	255,00 a
		C	BC	A	B
3	J3 (Jahe Gajah)	241,67 a	320,00 a	325,00 a	286,67 a
		B	A	A	A

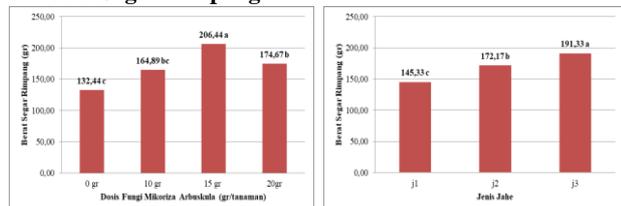
5. Berat Kering Tanaman

Pengaruh dari interaksi antara kedua perlakuan tersebut menyatakan hasil yang berbeda sangat nyata. Pada tabel 4.6 ditunjukkan bahwa perlakuan yang memiliki berat kering tanaman terbesar adalah kombinasi perlakuan J2F2 (Jahe merah + 15 g FMA) yang menghasilkan berat kering tanaman sebesar 80,49 g, sedangkan untuk perlakuan yang menghasilkan berat kering tanaman terendah adalah kombinasi perlakuan J1F0 (Jahe Emprit + 0 g FMA) dengan tinggi tanaman sebesar 55,69 g.

Tabel 4.1.6 Pengaruh Interaksi Faktor Jenis Jahe dan Dosis Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) terhadap Berat Kering Tanaman

NO.	Jenis Jahe	FMA			
		F0 (0 g/tanaman)	F1 (10 g/tanaman)	F2 (15 g/tanaman)	F3 (20 g/tanaman)
1	J1 (Jahe Emprit)	55,69 b	65,64 a	66,59 b	65,38 b
		B	A	A	A
2	J2 (Jahe Merah)	62,92 a	67,19 a	80,49 a	68,89 ab
		C	B	A	B
3	J3 (Jahe Gajah)	62,74 a	68,49 a	71,20 b	70,74 a
		B	A	A	A

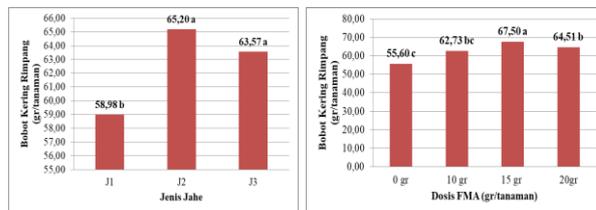
6. Bobot Segar Rimpang



Pada grafik (Gambar 4.2) menunjukkan bahwa jenis jahe terbaik pada variabel bobot rimpang segar adalah jahe gajah yang menghasilkan rerata bobot rimpang segar sebesar 191,33 g. Pada grafik (Gambar 4.3) menunjukkan bahwa pemberian pupuk FMA terbaik pada variabel bobot rimpang

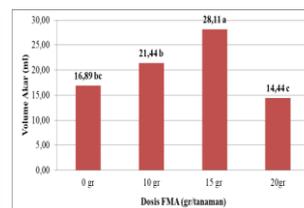
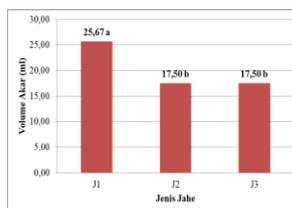
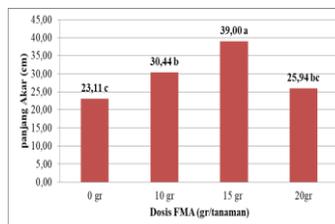
segar adalah dosis 15 g FMA/tanaman yang menghasilkan rerata bobot rimpang segar sebesar 206,44 g.

7. Bobot Kering Rimpang



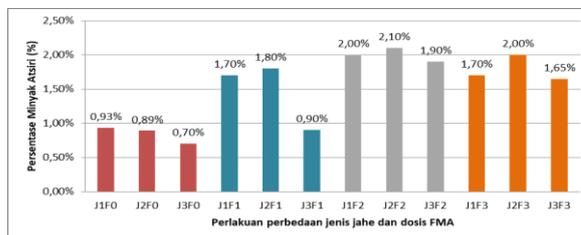
Pada grafik (Gambar 4.4) menunjukkan bahwa jenis jahe terbaik pada variabel bobot rimpang kering adalah jahe merah dan jahe gajah dimana hasil rerata bobot rimpang kering menunjukkan hasil tidak berbeda nyata yakni, sebesar 65,20 g dan 63,57 g. Pada grafik (Gambar 4.5) menunjukkan bahwa pemberian pupuk FMA terbaik pada variabel bobot rimpang kering adalah dosis 15 g FMA/tanaman yang menghasilkan rerata bobot rimpang segar kering 67,50 g

8. Panjang Akar dan Volume Akar



Pada grafik (Gambar 4.6) menunjukkan bahwa pemberian pupuk FMA terbaik pada variabel panjang akar dan volume akar adalah dosis 15 g FMA/tanaman yang menghasilkan rerata panjang akar kering 39,00 cm dan rerata volume akar 28,11 ml. Pada grafik (Gambar 4.7) menunjukkan bahwa jenis jahe terbaik pada variabel volume akar adalah jahe emprit yang menunjukkan hasil rerata volume akar sebesar 25,67 ml.

10. Produksi Minyak Atsiri



Pada grafik (Gambar 4.9) menunjukkan bahwa produksi minyak atsiri perlakuan kontrol atau 0 g FMA/tanaman pada jenis jahe menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata yakni, 0,93%, 0,89% dan 0,70%. Perlakuan 10 g FMA/tanaman menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada jahe emprit dan merah, sedangkan pada jahe gajah menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata diaman masing-masing di peroleh kadar minyak atsiri sebesar 1,70%, 1,80% dan 0,9%. Perlakuan 15 g FMA/tanaman pada jenis jahe yang berbeda menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata yakni, 2,00%, 2,10% dan 1,90%, sedangkan pada perlakuan 20 g FMA/tanaman menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada tiap jenis jahe yang berbeda yakni, 1,70%, 2,00% dan 1,65%.

Pembahasan

Peranan mikoriza bagi tanaman adalah membantu penyerapan unsur hara dengan cara memperluas daerah pengambilan unsur hara sehingga laju pertumbuhan tanaman dapat lebih optimal (Purnanto dkk., 2014). Berdasarkan hasil pengamatan tinggi tanaman diketahui bahwa interaksi terbaik terdapat pada kombinasi perlakuan J2F2 dan J3F1. Tinggi tanaman merupakan pertumbuhan vegetatif dimana membutuhkan kecukupan unsur hara serta air. Menurut Hutauruk dkk. (2012), fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) adalah salah satu jenis fungi endofit yang mampu bersimbiosis dengan akar tanaman sehingga dapat meningkatkan laju pertumbuhan vegetatif yang lebih cepat melalui serapan unsur hara, serta efisiensi penggunaan air tanah yang optimal. Namun, pemberian FMA secara berlebihan akan menyebabkan proses pertumbuhan vegetatif menjadi tidak optimal. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Suherman dkk. (2015), yang menyatakan bahwa pemberian mikoriza yang terlalu tinggi akan menyebabkan penurunan simbiosis yang terjadi karena persaingan antar fungi untuk dapat berkembang pada akar tanaman. Oleh karena itu, pemberian FMA sebanyak 20 g/tanaman menunjukkan respon pertumbuhan tinggi tanaman yang rendah di banding pemberian FMA sebanyak 15 g dan 10 g /tanaman.

Indeks luas daun merupakan perbandingan luas daun dan luas kanopi tanaman untuk menyatakan luas permukaan daun serta kemampuan daun dalam menyerap cahaya berdasarkan luas permukaannya. Menurut dos Santos *et al.* (2010), nilai indeks luas daun yang tinggi dapat meningkatkan proses fotosintesis melalui penyerapan cahaya yang optimal akibat dari luas permukaan daunnya. Nilai ILD tertinggi di tunjukkan oleh perlakuan 15 g FMA/tanaman, sama halnya dengan tinggi tanaman pertumbuhan daun merupakan pertumbuhan vegetatif tanaman. Pertumbuhan vegetatif tanaman dapat optimal seiring dengan kecukupan unsur hara, air dan cahaya yang di peroleh. Mikoriza akan membantu dalam penyerapan unsur hara dan air karena fungsinya yang dapat bersimbiosis dengan akar. Hal ini menunjukkan dosis 15 g FMA/tanaman merupakan dosis optimal bagi mikoriza dalam meningkatkan pertumbuhan tinggi dan luas daun sehingga dapat berkembang dengan baik di bandingkan dengan dosis 20 g yang cenderung berlebihan.

Interaksi terbaik dalam peningkatkan jumlah anakan didapatkan pada kombinasi perlakuan J1F2 dan J3F1. Menurut

Putra dkk. (2014) pemberian FMA dengan taraf 15 g/tanaman mampu meningkatkan pertumbuhan jumlah anakan tanaman jahe. Peningkatan tersebut dikarenakan, anakan merupakan titik tumbuh pada rimpang sebagai tumbuhan muda sehingga, ketika perkembangan mikoriza optimal maka penyerapan unsur hara oleh akar yang terinfeksi mikoriza dapat lebih baik. Hal tersebut akan berpengaruh pada pembentukan organ-organ muda yang cepat sehingga dapat meningkatkan jumlah anakan. Pemberian FMA sebanyak 10 g/tanaman ternyata telah mampu meningkatkan jumlah anakan, namun hasilnya tetap lebih baik pada dosis 15 g/tanaman, hal ini diduga karena kondisi media tanam yang digunakan mampu memberikan tempat bagi mikoriza dan akar sehingga dapat bersimbiosis dengan baik meskipun hanya menggunakan dosis FMA 10 g/tanaman. Pernyataan tersebut sejalan dengan pendapat Samanudi *et al.* (2014), yang menyatakan bahwa ketika pupuk organik seperti FMA di aplikasikan pada media tanam (campuran tanah dan pasir) maka jumlah nutrisi yang dapat diserap oleh akar akan lebih banyak.

Kombinasi perlakuan terbaik dalam meningkatkan berat basah tanaman didapatkan pada J3F2 dan J2f2. Menurut Kawamoto dan Habte, (2011), pemberian mikoriza dapat memperluas jangkauan akar dalam penyerapan nutrisi dan air, sehingga akan meningkatkan serapan hara tanaman dan hasil panen juga akan meningkat seiring dengan pertumbuhan tanaman yang optimal. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa pemberian FMA sebesar 15 g/tanaman mampu meningkatkan berat basah tanaman akibat simbiosis mikoriza dengan akar tanaman jahe. Namun, terdapat respon yang berbeda antar jahe dalam berat basah tanaman. Jahe gajah memiliki berat basah tanaman yang tidak berbeda nyata antar pemberian dosis FMA yang di berikan baik kontrol (0 g), 10 g, 15 g dan 20 g. Menurut Gunawan dan Rohandi (2018), secara morfologi batang dan lebar daun yang di miliki jahe gajah lebih besar dibandingkan dengan jahe merah dan emprit, serta respon pertumbuhan jahe gajah yang lebih adaptif di bandingkan jenis jahe lainnya. Sehingga, pemberian perbedaan dosis FMA menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap berat basah tanaman untuk jahe gajah.

J2F2 menunjukkan hasil terbaik pada berat kering tanaman yang dihasilkan. Menurut Putra dkk. (2014), dosis optimal pemberian FMA adalah 15 g/tanaman. Hal tersebut dikarenakan, FMA sebesar 15 g/tanaman mampu meningkatkan kinerja mikoriza dalam membantu akar tanaman untuk penyerapan unsur-unsur hara yang ada di tanah. Selain itu, keuntungan dari keberadaan mikoriza adalah meningkatkan serapan N, P dan K oleh tanaman yang sejalan dengan serapan unsur-unsur hara mikro yang lain juga ikut meningkat.

Bobot rimpang segar pada jahe dapat dipengaruhi oleh optimalisasi pertumbuhan serta karakteristik dari morfologi setiap jenis jahe yang berbeda. Menurut Hapsah dkk. (2010), secara morfologi jahe gajah memiliki bobot, diameter, tinggi dan panjang rimpang yang lebih besar di bandingkan dengan jahe emprit maupun jahe merah. Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian kali ini jahe gajah akan memiliki bobot rimpang segar yang lebih tinggi di bandingkan jenis jahe lainnya. Sehingga, jahe gajah menunjukkan hasil terbaik dalam bobot rimpang segar.

Berdasarkan pengaruh pemberian dosis FMA yang berbeda, dosis 15 gr/tanaman merupakan dosis terbaik dalam meningkatkan berat segar tanaman pada ketiga jenis jahe baik jahe emprit, jahe merah dan jahe gajah. Menurut Prasasti dkk. (2013), dosis FMA 15 gr/tanaman dapat meningkatkan bobot segar rimpang melalui simbiosis antara mikoriza dan akar, sehingga mampu memperluas daerah penyerapan akar dalam menyerap nutrisi dan air sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman serta hasil panen yang diperoleh.

Bobot rimpang kering di pengaruhi oleh kadar air yang di miliki oleh masing masing jenis jahe. Jahe merah menunjukkan bobot rimpang kering tertinggi namun tidak berbeda nyata dengan jahe gajah. Menurut Hapsah dkk. (2010), jahe merah memiliki kadar air berkisar 89% dan jahe gajah memiliki kadar air berkisar 85% serta jahe emprit yang memiliki kadar air berkisar 79%. Bobot kering yang dihasilkan di peroleh dari proses pengeringan menggunakan oven dengan suhu 60° C selama dua hari. Berdasarkan grafik bobot kering tanaman (Gambar 4.4), semakin rendah kadar air yang dimiliki menunjukkan penyusutan kadar air yang semakin cepat, sehingga bobot kering yang dimiliki semakin rendah. Hal tersebut di karenakan penguapan yang terjadi akan semakin cepat karena kadar air yang dimiliki rendah. Pemberian FMA terbaik dalam meningkatkan bobot kering rimpang ada dosis 15 gr/tanaman. Hal ini berbanding lurus dengan bobot segar rimpang yang menunjukkan hasil yang sama yakni 15 gr/tanaman dalam meningkatkan bobot segar rimpang.

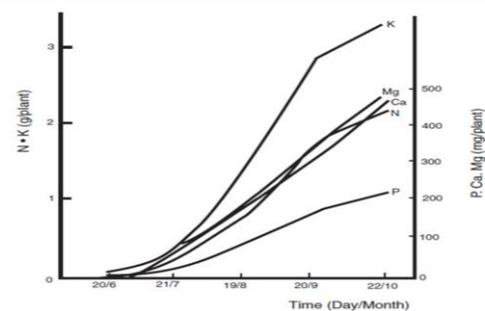
Pemberian FMA sebesar 15 gr/tanaman menunjukkan hasil terbaik dalam meningkatkan panjang dan volume akar. Menurut Chen *et al.* (2004), mikoriza akan bersimbiosis dengan akar melalui pembentukan eksternal hifa, sehingga akar akan memanjang dengan optimal dalam mencari unsur hara serta air dalam tanah. Mekanisme infeksi mikoriza pada akar tanaman dimulai dengan perkecambahan spora didalam tanah, selanjutnya hifa akan masuk kedalam sel korteks akar dan berkembang disana. Hifa akan membentuk arbuskul dan vesikel intraseluler yang menyebabkan akar menjadi mengembung. Hifa internal akan terbentuk diantara sel-sel korteks dan akan terbentuk pula hifa eksternal pada bagian luar akar untuk membantu penyerapan hara dan air.

Perbedaan jenis jahe ternyata berpengaruh nyata pada volume akar. Berdasarkan grafik volume akar (Gambar 4.7), jahe emprit merupakan jahe yang memiliki volume akar tertinggi dibandingkan jahe merah dan jahe gajah. Peningkatan volume akar pada jahe emprit di duga akibat simbiosis akar jahe emprit dengan mikoriza berkembang dengan baik sehingga proses pertumbuhan akar jahe emprit yang melibatkan pembelahan sel akan menjadi lebih tinggi. Menurut Sari dkk. (2006), pada proses pemanjangan sel, tanaman memerlukan keseimbangan air dan unsur hara yang sesuai karena proses pemanjangan sel akan meningkatkan tekanan turgor dinding sel yang mengakibatkan dinding sel mengalami peregangan. Peregangan dari sel ini akan mendorong dinding dan membran sel bertambah besar, sehingga volume akan bertambah. Jahe emprit merupakan jahe yang memiliki rimpang jahe paling kecil di bandingkan jenis jahe lainnya, sehingga dapat dimungkinkan pertumbuhan terfokus

pada akar jahe emprit akibat dari pembentukan rimpang yang di rasa sudah cukup.

Minyak atsiri merupakan komponen metabolit sekunder yang utama pada tanaman jahe. Produksi minyak atsiri pada tumbuhan dipengaruhi oleh umur panen, bagian organ yang disuling, musim pemanenan, tanah, iklim tempat penanaman, varietas yang ditanam, serta faktor lingkungan lainnya. Ketersediaan nutrisi juga mempengaruhi produksi minyak atsiri yang di hasilkan karena komponen dari minyak atsiri itu sendiri berasal dari metabolisme senyawa karbon (Setyawan dkk., 2002).

Berdasarkan penelitian ini produksi minyak atsiri yang dihasilkan meningkat dengan adanya induksi fungi mikoriza arbuskula yang diaplikasikan sebagai pupuk. Menurut Suharno dkk., (2013), mikoriza akan membantu akar dalam penyerapan unsur hara makro dan mikro terutama unsur P. Umumnya unsur P merupakan unsur yang immobile dalam tanah yang tidak dapat langsung diserap oleh tanaman. Mikoriza akan membantu akar melalui pembentukan eksternal hifa dan akan memproduksi senyawa glomalin yang merupakan salah satu senyawa glikoprotein. Unsur P yang tidak dapat diserap langsung oleh akar akan mengalami pengikatan ikatan kovalen akibat dari adanya senyawa glomalin tersebut, sehingga unsur P terurai menjadi senyawa ion yang dapat di serap oleh akar tanaman. Peran dari unsur P tersebut adalah sebagai pemicu dari terbentuknya enzim melalui peningkatan permukaan absorpsi sehingga terbentuk enzim fosfatase dan enzim oksalat yang akan merangsang terjadinya proses metabolisme. Berdasarkan penelitian Ravindran dan Babu (2004), pola serapan unsur hara P pada tanaman jahe menunjukkan serapan yang rendah di bandingkan unsur N dan K serta unsur hara mikro lainnya. Serapan P yang rendah dikarenakan sifatnya yang immobile sehingga diperlukannya bantuan dari mikroba atau sebagainya yang dapat memecah ikatan P agar dapat di serap tanaman dalam bentuk ion.



Gambar 4.12 Pola Serapan Unsur Hara Tanaman Jahe
(Sumber: Ravindran dan Babu, 2004)

Menurut da Silva *et al.* (2008), unsur P merupakan salah satu unsur utama dalam mekanisme metabolisme sekunder sebagai turunan dari ATP. Peningkatan ketersediaan P di duga menjadi dasar dari peningkatan minyak atsiri yang di produksi. Perbedaan dosis mikoriza yang diberikan juga berpengaruh pada produksi minyak atsiri yang dihasilkan, semakin meningkat jumlah mikoriza yang di berikan maka minyak atsiri yang di hasilkan juga meningkat. Pada penelitian kali ini minyak atsiri tertinggi terdapat pada kombinasi

perlakuan 15 g FMA/tanaman pada ketiga jenis jahe baik jahe emprit, merah dan gajah. Perlakuan 10g dan 20g FMA/tanaman menunjukkan hasil yang lebih rendah, hal ini dikarenakan dosis 10g di duga kurang cukup dalam membuat penyerapan unsur hara. Dosis 20g sendiri di duga berlebihan sehingga simbiosis yang terjadi antara mikoriza dan akar menjadi jenuh. Hal ini sejalan dengan pendapat Suherman dkk. (2015), yang menyatakan bahwa pemberian mikoriza yang terlalu tinggi akan menyebabkan penurunan simbiosis yang terjadi karena persaingan antar fungi untuk dapat berkembang pada akar tanaman.

SIMPULAN

1. Terdapat interaksi yang nyata antara dosis pupuk Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dengan jenis jahe pada tinggi tanaman, jumlah anakan, berat basah tanaman dan berat kering tanaman dengan kombinasi perlakuan terbaik yang didapatkan pada jenis jahe merah dengan dosis pupuk FMA sebanyak 15 gram.
2. Pemberian dosis pupuk Fungi mikoriza arbuskula (FMA) berpengaruh nyata pada Indeks Luas Daun (ILD), bobot rimpang segar, bobot rimpang kering, panjang akar dan volume akar dengan dosis FMA terbaik sebanyak 15 gram/tanaman.
3. Respon pertumbuhan terbaik terdapat pada jenis jahe gajah, yang berpengaruh nyata pada bobot rimpang segar, bobot rimpang kering dan volume akar.
4. Pemberian dosis pupuk Fungi mikoriza arbuskula (FMA) sebesar 15 gram menghasilkan minyak atsiri tertinggi pada ketiga jenis jahe baik jahe emprit, jahe merah dan jahe gajah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Dosen Fakultas Pertanian yang telah memberikan bimbingan dalam hal akademik. Peneliti juga mengucapkan banyak terimakasih kepada Bapak Ir. Kacung Hariyono, MS., Ph.D., Bapak Drs. Ygus Wijayanto, MA., Ph. D., serta Bapak Wildan Muhlisson S. P., M. Si., yang telah memberikan bimbingan dan saran selama penelitian, serta semua pihak yang telah mendukung terselesainya penelitian yang dilakukan oleh penulis.

DAFTAR PUSTAKA

Anam, C. 2010. Ekstraksi Oleoresin Jahe (*Zingiber officinale*) Kajian dari Ukuran Bahan, Pelarut, Waktu dan Suhu. *Pertanian MAPETA*, 9 (2): 72 – 144.

Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat. 2015. *Statistik Tanaman Biofarmaka Indonesia Tahun 2015*. Jakarta Pusat : Badan Pusat Statistik.

Bermawie, N., S. F. Syahid, N. Ajijah, S. Purwiyanti, dan B. Martono. 2013. Stabilitas Hasil dan Mutu Enam Genotipe Harapan Jahe Putih Kecil (*Zingiber officinale* Rosc. Var *Amarum*) pada Beberapa Agroekologi. *Littri*, 19(2) : 58 – 65.

Cahyani V. R. 2009. Pengaruh Beberapa Metode Sterilisasi Tanah Terhadap Status Hara, Populasi Mikrobiota,

Potensi Infeksi Mikorisa Dan Pertumbuhan Tanaman. *Ilmiah Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*, 6(1): 43 – 52.

- Chen, B., H. Sen, X. Li, G. Feng, and P. Christie. 2004. Effects of EDTA Application and Arbuscular Mycorrhizal Colonization on Growth and Zinc Uptake by Maize (*Zea mays* L.) in Soil Experimentally Contaminated with Zinc. *Pl Soil*, 26(1): 219 – 229.
- da Silva, M. F., R. Pescador, R. A. Rebelo and S. L. Stürmer. 2008. The Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungal Isolates on The Development and Oleoresin Production of Micropropagated *Zingiber officinale* Rosc.. *The Brazilian Society of Plant Physiology*, 20(2): 119 – 130.
- dos Santos, R., C. G. Girardi, R. Pescador, and S. L. Stürmer. 2010. Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Phosphorus Fertilization on *Post Vitro* Growth of Micropropagated *Zingiber officinale* Roscoe. *ResearchGate*, 34(1): 765 – 771.
- Gunawan dan A. Rohandi. 2018. Produktivitas Dan Kualitas Tiga Varietas Jahe Pada Berbagai Tingkat Intensitas Cahaya di Bawah Tegakan Tusam. *Agroforesti Indonesia*, 1(1): 1 – 13.
- Hapsah, Y. Hasanah dan E. Julianti. 2010. *Budidaya dan Teknologi Pascapanen Jahe*. Medan: USU Press.
- Hutauruk, F. I., T. Simanungkalit, dan T. Irmansyah. 2012. Pengujian Pemberian Fungi Mikoriza Arbuskula Dan Pupuk Fosfat Pada Budidaya Tanaman Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Online Agroekoteknologi*, 1(1): 64 – 76.
- Kawamoto, I., and M. Habte. 2011. Enhancement of Arbuscular Mycorrhizal Fungal Status of An Established Ginger Crop Through A Mycorrhizal Onion Companion Crop. *Soil Science and Plant Nutrition*, 57(1): 659—662
- Lakshmi, B. v. S., and M. Sudhakar. 2010. Protective Effect of *Zingiber officinale* on Gentamicin-Induced Nephrotoxicity in Rats. *Pharmacology*, 6(1): 58 – 62.
- Melati, S. Ilyas, E. R. Palupi, dan A. D. Susila. 2015. Karakteristik Fisik dan Fisiologis Jenis Rimpang serta Korelasinya dengan Viabilitas Benih Jahe Putih Besar (*Zingiber officinale* Rosc.). *Litri*, 21(2): 89 – 98.
- Muddarisna, N., Y. S. Rahayu, dan M. Su'i. 2018. Pelatihan Pengolahan Jahe Menjadi Minyak Atsiri Dengan Teknik Penyulingan Pada Kelompok Petani Desa Junrejo Kecamatan Junrejo Kota Batu. *Aplikasi Teknik dan Pengabdian Masyarakat*, 2(1): 13 – 18.
- Nugraheni, K. S., L. U. Khasanah, R. Utami, dan B. K. Ananditho. 2016. Pengaruh Perlakuan Pendahuluan Dan Variasi Metode Destilasi Terhadap Karakteristik Mutu Minyak Atsiri Daun Kayu Manis (*C. Burmannii*). *Teknologi Hasil Pertanian*, 9(2): 51 – 64.

- Pramudya, A. 2016. *Budidaya & Bisnis Jahe*. Jakarta : Agromedia Pustaka.
- Prasasti, O. H., K. I. Purwani, dan S. Nurhatika. 2013. Pengaruh Mikoriza *Glomus fasciculatum* Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kacang Tanah yang Terinfeksi Patogen *Sclerotium rolfsii*. *Sains dan Seni Pomits*, 2(2): 2337 – 2342.
- Prasetyo, Y. T. 2003. *Instan : Jahe, Kunyit, Kencur, Temulawak*. Yogyakarta : Kanisius.
- Prayudyarningsih, R., C. Andriyani dan M. K. Allo. 2009. Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dan Pot Media Semai dalam Rehabilitasi Lahan Bekas Tanah Longsor dengan Pola Tanam Agroforestri di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. *Balai Penelitian Kehutanan Makasa*, 1(1): 01 – 10.
- Purnanto, M., H. Tarno, dan A. Afandhi. 2014. Efektivitas Penggunaan Pupuk Hayati Mikoriza (*Glomus* Spp.) Untuk Mengendalikan Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne Javanica*) Pada Tembakau (*Nicotiana Tabaccum* L.). *HPT*, 2(4): 01 – 08.
- Putra, D. T., Samanhudi dan Purwanto. 2014. Pengaruh Jenis Pupuk dan Tingkat Arbuskular Mikoriza terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jahe (*Zingiber officinale*). *Agrosains*, 16(2): 44 – 48.
- Putro, H. H. 2010. Profil Metabolit Volatil Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) yang Dipanen pada Waktu Berbeda. *Bogor Agricultural*, 1(1): 10 – 24.
- Rahmadani, S., S. Sa'diah, dan S. Wardatun. 2013. Optimasi Ekstraksi Jahe Merah (*Zingiber officinale* Roscoe) dengan Metode Maserasi. *Anatomi Fisiologi dan Farmakologi*, 1(1): 01 – 10.
- Ramadhan, A. J. 2013. *Aneka Manfaat Ampuh Rimpang Jahe untuk Pengobatan*. Surabaya : Diandra Primamitha.
- Rillig, M. C., and D. L. Mummey. 2006. Mycorrhizas and soil structure. *New Phytol*, 171: 41-53.
- Rukmana, H. R. 2000. *Usaha Tani Jahe*. Yogyakarta : Kanisius.
- Ravindran, P. N., and K. Nirmal Babu, eds. *Ginger: the genus Zingiber*. CRC Press, 2004.
- Samanhudi, A. Yunus, B. Pujiasmanto, and M. Rahayu. 2014. Effect of Organic Manure and Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Growth and Yield of Young Ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). *Agriculture and Veterinary Science*, 7(5): 01 – 05.
- Sari, H. C., S. Darmanti, E.D. Hastuti. 2006. Pertumbuhan Tanaman Jahe Emprit (*Zingiber Officinale* Var. *Rubrum*) pada Media Tanam Pasir dengan Salinitas yang Berbeda. *Anatomi dan Fisiologis*, 98(2): 19 – 29.
- Setyaningrum, H. D. dan C. Saparinto. 2013. *Jahe*. Jakarta : Penebar Swadaya
- Setyawan, A. D. 2002. Keragaman Varietas Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) berdasarkan Kandungan Kimia Minyak Atsiri. *B i o S MART*, 4(2): 48-54
- Simanungkalit, R.D.M. 2000. *Pemanfaatan jamur mikoriza arbuskular sebagai pupuk hayati untuk memberlanjatkan produksi pertanian*. Bandung : Univ. Padjadjaran Press.
- Simpson, M. G. 2006. *Plant Systematics*. California : Dana Dreibelbis.
- Smith, S. E., and D. Read. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. New York: Academic Press Elsevier.
- Suharno, dan R. P. Sancayaningsih. 2013. Fungi Mikoriza Arbuskula: Potensi teknologi mikorizoremediasi logam berat dalam rehabilitasi lahan tambang. *Bioteknologi*, 10(1): 37 – 48.
- Suharti, N., Dachriyanus dan A. Syahriandi. 2013. Kajian Profil Metabolit Minyak Atsiri Tanaman Jahe Putih Besar (*Zingiber officinale* Rosc.) yang Diintroduksi Fungi Mikoriza Arbuskula. *Perkembangan Terkini Sains Farmasi dan Klinik III*, 1(1): 359 – 363.
- Suherman, C., W. H. Rizky, dan I. R. Dewi. 2015. Pengaruh Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Akar dalam Meningkatkan Jumlah Benih Siap Salur Tanaman Teh (*Camellia Sinensis* (L.) O. Kuntze). *Penelitian Teh dan Kina*, 18(2): 131 – 140.
- Supardan, M. D., Ruslan, Satriana, dan N. Arpi. 2009. Hidrodistilasi Minyak Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) Menggunakan Gelombang Ultrasonik. *Reaktor*, 12(4): 239 – 244.
- Triana, O., P. R. Sarjono, dan N. S. Mulyani. 2017. Isolasi Bakteri Endofit pada Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale* Linn. Var *Rubrum*) Penghasil Senyawa Antioksidan. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 20(1): 23 – 29.
-