

Hubungan Ketinggian Tempat dan C-organik Tanah Dengan Infeksi FAM Pada Perakaran Tanaman Kopi (*Coffea Sp*) di Kabupaten Dairi

Relations of Altitude and soil C-organic With Infection of MVA On Coffee Root (*Coffea Sp*) in Dairi District

M. Ihsan Al Harista Sinaga, Hardy Guchi*, Alida Lubis

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, USU, Jl. Prof. A. Sofyan No. 3, Medan 20155

*Corresponding author : hardy@usu.ac.id

ABSTRACT

Research in Dairi aims to determine the relationship between altitude and soil organic carbon content of the ability FAM infection through stages of field sampling and direct observation in the laboratory , conducted from December 2013 - January 2014. The object is the roots of coffee plants , given the pre- observation treatment by 10% KOH soaking , HCl 2 % soaking and in a solution of trypan blue soaking . Then do the calculation ability of mycorrhizal infection by comparing the number of infected root surface and the total of roots surface were observed . The results showed that the degree of mycorrhizal infection on the roots of coffee plants positively influenced by altitude and soil organic Carbon content.

Keywords: Mycorrhizae, Coffee Plant, Altitude, Organic Carbon

ABSTRAK

Penelitian di Kabupaten Dairi bertujuan untuk mengetahui hubungan antara ketinggian tempat dan kandungan c-organik tanah terhadap kemampuan infeksi FAM melalui tahap pengambilan sampel di lapangan dan pengamatan langsung di laboratorium, dilakukan dari bulan Desember 2013 – Januari 2014. Objek penelitian berupa akar tanaman kopi, diberikan perlakuan pra pengamatan berupa perendaman KOH 10%, perendaman HCl 2% dan perendaman dengan larutan *trypan blue*. Kemudian dilakukan perhitungan kemampuan infeksi mikoriza dengan cara membandingkan jumlah bidang akar yang terinfeksi dan jumlah total bidang akar yang diamati. Hasil penelitian adalah derajat infeksi mikoriza pada akar tanaman kopi dipengaruhi positif oleh ketinggian tempat dan kandungan C-organik tanah.

Kata kunci: Mikoriza, Tanaman Kopi, Ketinggian Tempat, C-organik

PENDAHULUAN

Mikoriza adalah asosiasi antara tumbuhan dan jamur yang hidup dalam tanah (Brundrett *et al.*, 1996). Mikoriza yang terbentuk pada tumbuhan dapat dibedakan berdasar struktur tumbuh dan cara infeksi pada sistem perakaran inang (*host*) yang dikelompokkan ke dalam tiga golongan besar yaitu ektomikoriza (ECM), endomikoriza (VMA atau FAM) dan ektendomikoriza

(Setiadi, 2001). Jika dibandingkan dengan tumbuhan yang tidak memiliki mikoriza, akar tumbuhan yang memiliki mikoriza ternyata lebih efisien karena penyerapan air dan hara dibantu jamur. Benang-benang hifa jamur memiliki akses dan jangkauan lebih luas dalam mengeksploitasi nutrisi pada suatu area (Sundari *et all*, 2001).

Mikoriza berdasar cara diperolehnya ada dua yaitu mikofer dan indogenous.

Mikoriza indigenous merupakan jenis mikoriza yang ditemukan berasosiasi dengan perakaran tumbuhan secara alami tanpa campur tangan manusia dalam proses infeksi awal antara mikoriza dengan tumbuhan inang, sedangkan mikoriza mikofer yaitu mikoriza yang keberadaannya oleh campur tangan manusia. Mikoriza indegenous memiliki potensi yang tinggi untuk membentuk infeksi yang ekstensif karena mengenali tanaman inangnya selain itu mikoriza indegenous memiliki sifat toleransi yang lebih tinggi terhadap kondisi lingkungan dengan cekaman yang tinggi. Pada penelitian ini yang dijadikan objek ialah akar tanaman kopi yang terinfeksi mikoriza indegenous (Delvian, 2006).

Morfologi yang paling mempengaruhi dalam penyerapan nutrisi oleh mikoriza yaitu panjang dan radius hifa serta jumlah hifa per mm^2 di permukaan akar. Tingkat infeksi akar bervariasi dengan kondisi tanaman induk, status hara tanaman, tanah dan kondisi iklim di mana tanaman tumbuh. Faktor-faktor ini belum dipelajari lebih rinci; pengukuran yang biasa dilakukan merupakan persentase dari panjang akar yang terinfeksi. Metodenya yaitu dengan memotong akar sepanjang 1,5 cm tiap potongan yang terinfeksi. Panjang miselium aktif yang terdapat dalam tanah merupakan parameter penting untuk menentukan efek mikoriza dalam kaitannya dengan kenaikan penyerapan P (Barber, 1984).

Kopi merupakan salah satu bahan minuman rakyat di seluruh dunia baik di negara produsen apalagi di negara pengimpor (konsumen). Kopi juga merupakan suatu komoditi penting dalam ekonomi dunia, dan mencapai nilai perdagangan sebesar 10,3 milyar US dolar antara negara yang sedang berkembang dengan negara-negara maju. Sehingga komoditi kopi menjadi salah satu komoditi ekspor yang menjanjikan, disamping itu juga memiliki peranan penting sebagai sumber penghidupan bagi berjuta-juta petani kopi diseluruh dunia, khususnya petani kopi di kabupaten dairi yang umumnya

menggantungkan hidupnya pada tanaman kopi arabica dan robusta.

Perkembangan areal kebun kopi terus berlanjut setelah Indonesia merdeka, dan perkembangan yang paling pesat terjadi pada periode 1975-1985. Areal perkebunan kopi Indonesia mencapai sejuta hektar pada tahun 1988 dan pada tahun 2001 diperkirakan areal perkebunan kopi Indonesia seluas 1,13 juta hektar atau meningkat hampir 3 kali lipat areal kopi tahun 1975. Perkembangan kopi Indonesia didominasi oleh perkebunan rakyat dengan total areal 1,06 juta ha atau 94,14%, sementara areal perkebunan besar negara dan perkebunan besar swasta masing-masing seluas 39,3 ribu ha (3,48%) dan 26,8 ribu ha (2,38%). Tidak hanya luas areal perkebunan kopi yang berpengaruh terhadap produksi kopi, jenis kopi yang diusahakan juga sangat berpengaruh terhadap besarnya produksi kopi yang dihasilkan. Indonesia juga membudidayakan jenis kopi yang berkualitas seperti kopi spesialti (Herman, 2008 dalam Karo, 2009).

Berdasarkan keadaan alam dan topografi Kabupaten Dairi maka sektor pertanian merupakan potensi terbesar mendukung perekonomian masyarakat. Hal ini didukung oleh keadaan tanah yang sangat subur. Hasil pertanian yang sangat terkenal dari Sidikalang adalah kopi. Hampir semua orang di Indonesia dan di Sumatera Utara pada khususnya sudah mengenal bubuk kopi asal Kabupaten Dairi, terkenal karena rasanya yang khas. Masih banyak hasil pertanian lain yang dihasilkan di daerah ini. Seperti padi, gambir, kemiri, buah-buahan, dan lainnya. Tetapi yang paling populer ialah tanaman kopi (USU Repository, 2013).

Mikoriza dapat memfasilitasi penyerapan hara dalam tanah sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pengaruh yang disebabkan oleh infeksi perakaran oleh mikoriza berbanding lurus dengan besar radius. Oleh karena itu perlu dilakukan identifikasi tingkat kemampuan mikoriza dalam menginfeksi akar dari

perakaran tanaman kopi di Kabupaten Dairi, dimana dari hasil penelitian diharapkan dapat menghasilkan informasi berupa derajat infeksi dan kaitannya dengan faktor-faktor yang mempengaruhi. Sehingga dapat dilakukan penelitian lebih lanjut untuk pengembangan tanaman kopi di Kabupaten Dairi ini dalam kualitas ataupun kuantitas, khususnya di bidang biologi tanah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biologi dan Ekologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan. Lokasi pengambilan sampel tersebar dalam duabelas kecamatan di Kabupaten Dairi. Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan September sampai bulan Desember 2013.

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah objek penelitian berupa akar tersier sebagai objek penelitian, aquades untuk mencuci akar dan bahan pelarut, KOH 10% untuk perendaman akar dalam kondisi basa, HCl 2% untuk perendaman akar dalam kondisi asam, *trypan blue* pewarna akar agar dapat diamati dan dibedakan setiap bagiannya di mikroskop.

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah parang untuk memotong akar di lapangan pada saat pengambilan sampel, cangkul untuk menggali tanah hingga kedalaman rizosfer, plastik sampel sebagai tempat sampel, gunting untuk memotong akar dalam ukuran kecil, mikroskop sebagai alat untuk mengamati akar, pinset spora untuk mengontrol akar tersier di meja mikroskop dan dalam pencucian, cawan petri sebagai tempat akar sebelum dimasukkan dalam botol fial, botol fial merupakan tempat penyimpanan akar tersier yang akan diamati, gelas objek merupakan tempat akar diamati, *cover glass* yaitu penutup akar saat pengamatan dilakukan.

Metode penelitian ini adalah metode deskriptif dengan teknik observasi. Dimana pengambilan sampel disesuaikan dengan

penggunaan lahan Tanaman Kopi dan dilakukan perhitungan derajat infeksi.

Data-data yang diperoleh dianalisis secara statistik berdasarkan analisis regresi linear berganda dan korelasi pada setiap data masing-masing variabel.

Sampel akar diambil pada 12 Kecamatan di Kabupaten Dairi Sumatera Utara tersebar dalam 37 titik, dimana sampel akar diduga terinfeksi mikoriza yang diambil berasal dari perakaran tanaman kopi Arabika, Robusta dan kopi kayu atau liberika. Tanaman yang diambil usianya minimal telah mencapai satu tahun. Akar dan tanah yang diambil berada pada kedalaman 10-25 cm dari permukaan tanah karena spora mikoriza banyak ditemukan pada bagian *top soil*. Akar tanaman diambil pada bagian ujungnya (yang masih aktif tumbuh) sepanjang 2 cm karena pada umumnya mikoriza hanya menginfeksi akar-akar muda saja. Sedangkan tanah yang diambil berada disekitar perakaran dengan berat 200 gr.

Akar tanaman diambil bagian ujung (masih aktif tumbuh) dan dipotong sepanjang 2 cm. Bagian yang paling ujung sepanjang 1 cm dibuang, sisanya (1 cm) yang digunakan. Selanjutnya, potongan akar dibersihkan dengan air, kemudian disimpan dalam *formalin acero alkohol* (FAA) untuk fiksasi sebelum pengecatan selama 1 hari. Setelah itu direndam dengan KOH 10%. Kemudian dicuci dengan air. Setelah itu diasamkan dengan HCl 2%. Kemudian direndam dalam larutan cat trypan blue dengan konsentrasi 0,05% w/v dalam laktogliserol. Selanjutnya dipreparasi diatas kaca objek. Setiap kaca objek terdiri dari sepuluh akar. Kemudian diamati dengan mikroskop (Brundrett *et al.*, 1996).

Potongan akar diamati dengan mikroskop. Akar dinyatakan terinfeksi apabila ditemukan spora intraseluler, vesikula, hifa intraradik, hifa ekstraradik atau arbuskula. Persen infeksi mikoriza dihitung dari jumlah akar yang terinfeksi dibagi dengan jumlah

seluruh potongan akar yang diamati (Brundrett *et al.*, 1996). Data hasil pengamatan yang diperoleh, diolah dan disajikan dalam bentuk tabulasi untuk mempermudah pembahasan. Presentase akar terinfeksi dapat dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$\% \text{ Akar Terinfeksi} = \frac{\text{Bidang pandang akar terinfeksi}}{\text{Bidang pandang total akar yang diamati}} \times 100 \%$$

Klasifikasi banyaknya infeksi digolongkan ke dalam 5 kelas infeksi. Penggolongan atau pengelompokan ini berdasarkan The Institute of Mycorrhizal Research and Development, USDA Forest service, Athena, Georgia (Setiadi,1992), yaitu:
Kelas 1, bila infeksinya 0-5%

Kelas 2, bila infeksinya 6-26%
Kelas 3, bila infeksinya 27-50%
Kelas 4, bila infeksinya 51-75%
Kelas 5, bila infeksinya 76-100%

Data dianalisis dengan rancangan multivariat dengan menggunakan Microsoft Excel dengan master pengolahan data. Jumlah pengambilan contoh tanah sebanyak 40 sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil analisis yang dilakukan diperoleh data utama yaitu derajat infeksi, dan data pendukung ketinggian tempat dan kandungan C-organik tanah sebagai berikut:

Tabel 1. Derajat Infeksi, Ketinggian Tempat dan Kandungan C-organik Tanah Pada Perakaran Kopi

No Sampel	Derajat infeksi (%)	Ketinggian Tempat (m)	C-organik (%)	Jenis Kopi
1	69	1136.0	1.70	Robusta
2	76	1129.2	2.16	Arabika
3	55	1043.3	2.86	Arabika
4	60	1048.3	1.16	Robusta
5	65	1040.0	2.43	Robusta, Arabika
6	80	1176.2	2.16	Arabika
7	72	1145.2	0.65	Arabika
8	60	884.9	2.47	Arabika
9	67	908.0	2.10	Arabika
10	44	899.9	3.48	Robusta
11	31	916.3	1.00	Arabika
12	60	971.0	1.43	Robusta, Arabika
13	59	926.8	2.28	Arabika
14	69	803.0	2.32	Liberika
15	36	711.1	1.74	Robusta
16	74	638.3	1.47	Robusta
17	40	528.6	1.04	Robusta
18	70	501.6	1.16	Robusta
19	39	527.7	0.92	Robusta
20	40	593.5	0.96	Robusta
21	59	616.5	1.16	Robusta
22	67	844.0	2.08	Arabika
23	81	1123.2	3.79	Robusta
24	82	1148.2	3.52	Arabika
25	61	1190.1	2.82	Arabika
26	77	1270.0	2.08	Arabika
27	82	1281.0	3.79	Arabika
28	76	1127.0	2.24	Arabika
29	70	1199.0	3.44	Arabika
30	74	1041.1	1.85	Arabika

31	68	1143.4	3.36	Arabika
32	78	1043.6	3.28	Robusta
33	80	1042.7	3.56	Arabika
34	46	903.9	1.08	Robusta, Arabika
35	67	798.8	1.31	Arabika
36	67	952.0	3.44	Liberika
37	50	817.0	3.52	Liberika

Sumber C-organik: Tarigan, 2014

Dari hasil analisa perhitungan derajat infeksi mikoriza pada akar tanaman kopi didapat dengan rata-rata yang cukup tinggi yaitu lebih dari 50%. Menurut penggolongan atau pengelompokan berdasarkan The Institute of Mycorrhizal Research and Development, rata-rata kemampuan infeksi mikoriza pada akar tanaman kopi berada pada kelas 4 yaitu 51-75%. Mikoriza indigenus yang secara alami ada dan berinteraksi dengan akar tanaman memang memiliki kemampuan infeksi yang lebih tinggi dibanding mikoriza aplikasi atau mikofer. Hal ini sesuai dengan literatur Hapsari *et al*, yang menyatakan bahwa mikoriza indigenus merupakan mikoriza alami yang didapat atau diisolasi dari alam. Penggunaan mikoriza indigenus memiliki daya adaptasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan mikofer sehingga mikoriza indigenus tersebut dapat menginfeksi akar tanaman dengan lebih mudah dan kompatibel. Isolat mikoriza indigenus terbukti lebih mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dibandingkan mikoriza non-indigenus yang disebabkan karena tingkat infeksi yang lebih tinggi.

Hasil derajat infeksi yang tertinggi didapat pada sampel nomor 27 dan 33 di Kecamatan Parbuluan Desa Lae Hole dan Kecamatan Siempat Nempu Hulu Desa Sungai raya yaitu masing-masing 82 dan 80%. Kemampuan mikoriza untuk menginfeksi akar dipengaruhi oleh kondisi lingkungannya, salah satu yang paling berpengaruh adalah kondisi bahan organik yang terkandung di dalam tanah. Pada data pendukung, sampel tersebut memiliki kadar C-organik yang paling tinggi yaitu 3,79 dan 3,56 %. Hal ini didukung oleh pernyataan Nurhayati (2012) lewat literturnya, yang menyatakan bahwa infeksi mikoriza pada

akar tanaman tergantung pada jumlah spora mikoriza yang ada pada tanah tersebut, besar atau kecilnya jumlah spora sangat dipengaruhi oleh kandungan bahan organik pada tanah.

Sedangkan infeksi terendah diperoleh pada sampel nomor 11, 19 dan 20 yang terletak di Kecamatan Pegagan Hilir Desa Tiga Baru dan Kecamatan Silima Pungga-pungga pada Desa Bakal Gajah dan Siboras, yaitu 31, 39 dan 40 %. Selaras dengan paragraf sebelumnya, sampel-sampel tersebut merupakan tiga dari beberapa sampel yang memiliki kandungan C-organik terendah pada tanahnya, yaitu 1; 0,92 dan 0,96 %. Sesuai dengan literatur Nurhayati (2012), rendahnya kolonisasi akibat infeksi mikoriza pada sampel-sampel tersebut dikarenakan rendahnya jumlah spora mikoriza pada tanah yang dipengaruhi oleh kandungan bahan organik pada tanah tersebut.

Selain pengaruh bahan organik, infeksi mikoriza pada perakaran tanaman yang bersimbiosis mutualisme dengannya juga dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban. Menurut Tarmedi (2006), dimana semakin tinggi tempat maka suhu semakin rendah dan kelembaban tinggi. Pada kondisi kelembaban yang tinggi menandakan kandungan air yang tinggi, akibatnya unsur hara akan semakin rendah karena proses pencucian pada lahan tersebut. Pada kondisi seperti ini, beberapa vegetasi akan mengalami kesulitan dalam proses pertumbuhan dan menyerap unsur hara. Sebagai salah satu solusinya vegetasi tersebut akan lebih meningkatkan simbiosisnya terhadap mikoriza untuk membantu dalam penyerapan unsur hara. Hal ini ditandai dengan diperolehnya hasil analisa derajat infeksi mikoriza pada perakaran tanaman kopi yang

memiliki rataan tertinggi ialah pada daerah dataran tinggi yaitu pada sampel nomor 23, 24, 27 dan 33 yang memiliki ketinggian tempat lebih dari 1000 meter di atas permukaan laut.

Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa tingginya kemampuan infeksi FAM yang ditandai dengan nilai derajat infeksi sebagian besar diikuti dengan tingginya kandungan C-organik dan ketinggian tempat. Dalam pengertian semakin tinggi tempat dan semakin tinggi kandungan C-organik tanah dapat meningkatkan derajat infeksi FAM pada perakaran tanaman kopi di kabupaten Dairi.

Ketinggian tempat pada lokasi pengambilan sampel sangat fluktuatif, untuk mempermudah pembahasan mengenai hubungan ketinggian tempat terhadap nilai derajat infeksi perlu dilakukan klasifikasi ketinggian tempat berdasar variasi ketinggian pada lokasi sampel.

Menurut Najiyati dan Danarti (2007) Kopi Arabika dapat tumbuh produktif di ketinggian 700-1700 meter dpl. Maka berdasarkan pada syarat tumbuh ketinggian tempat dan lokasi pengambilan sampel, penulis mengklasifikasikan ketinggian tempat sampel sebagai berikut:

Tabel 2. Klasifikasi Ketinggian Tempat Untuk Tanaman Kopi Arabika

Ketinggian Tempat	Keterangan
< 700	Rendah
700 – 1000	Moderat
1001 – 1300	Tinggi

Untuk jenis Kopi Liberika memiliki syarat tumbuh yang tidak berbeda dengan Arabika. Sedangkan untuk kopi Robusta dapat tumbuh dengan produksi yang baik di ketinggian

tempat 400 – 700 meter dpl. Maka ketinggian tempat untuk tanaman kopi jenis robusta pada sampel dapat diklasifikasikan sebagai berikut

Tabel 3. Klasifikasi Ketinggian Tempat Untuk Tanaman Kopi Robusta

Ketinggian Tempat	Keterangan
< 400	Rendah
400 – 700	Moderat
>700	Tinggi

Korelasi menyatakan ada tidaknya hubungan antar variabel serta dapat menunjukkan tingkat hubungan tersebut. Variabel yang digunakan

dalam penelitian ini adalah Derajat Infeksi (%), Ketinggian Tempat (m) dan kandungan C-organik pada tanah (%).

Tabel 4. Ketinggian Tempat (m) dan C-organik (%)

		Ketinggian Tempat	C- Organik
Ketinggian Tempat	<i>Pearson Correlation</i>	1	.531**
	<i>Sig. (2-tailed)</i>		0.001
	N	37	37
C- Organik	<i>Pearson Correlation</i>	.531**	1
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.001	
	N	37	37

***. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).*

Hubungan ketinggian tempat sangat erat terhadap c-organik tanah yaitu sebesar 0.531

Tabel 5. Korelasi Ketinggian Tempat (m) dan Derajat Infeksi (%)

		Ketinggian Tempat	Derajat Infeksi
Ketinggian Tempat	<i>Pearson Correlation</i>	1	.594**
	<i>Sig. (2-tailed)</i>		0.000
	N	37	37
Derajat Infeksi	<i>Pearson Correlation</i>	.594**	1
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.000	
	N	37	37

***. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).*

Hubungan ketinggian tempat sangat erat terhadap derajat infeksi yaitu sebesar 0.594

Tabel 6. Korelasi C-organik (%) dan Derajat Infeksi (%)

		C-Organik	Derajat Infeksi
C- Organik	<i>Pearson Correlation</i>	1	.436**
	<i>Sig. (2-tailed)</i>		0.007
	N	37	37
Derajat Infeksi	<i>Pearson Correlation</i>	.436**	1
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.007	
	N	37	37

***. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).*

Hubungan C-organik sangat erat terhadap derajat infeksi yaitu sebesar 0.436

Tabel 7. Korelasi Derajat Infeksi, Ketinggian Tempat dan C-organik

	Derajat Infeksi	Ketinggian Tempat	C-organik
Derajat Infeksi	1	0,531	0,436
Ketinggian Tempat	0,594**	1	0,531
C-organik	0,436**	0,531**	1

Dari hasil korelasi di atas dapat dilihat bahwa antara Derajat Infeksi, Ketinggian Tempat dan kandungan C-organik tanah saling berhubungan erat. Maka untuk mengetahui nilai pengaruh antara ketiganya perlu dilakukan analisa dengan Regresi Linear Berganda.

Dari analisis korelasi yang telah dilakukan didapat nilai korelasi antara ketinggian tempat dan kandungan C-organik tanah sebesar 0,531 nilai korelasi antara ketinggian tempat dan derajat infeksi sebesar 0,594 dan nilai korelasi antara kandungan C-organik dengan derajat infeksi sebesar 0,436. Artinya derajat infeksi, ketinggian tempat dan

kandungan C-organik tanah berhubungan sangat erat.. hal ini didukung oleh pernyataan Gianinazzi-Pearson (1982) dalam Nurhayati (2012), dimana diantara berbagai faktor alam yang mampu mempengaruhi penetrasi mikoriza ke dalam akar tanaman, yang paling mempengaruhi infeksi mikoriza adalah suhu dan kandungan bahan organik pada tanah. Dimana suhu dapat ditentukan dengan ketinggian tempat.

Regresi linear berganda dilakukan apabila dalam model regresi memuat paling sedikit dua variabel bebas. Variabel bebas yang digunakan dalam regresi linear berganda ini adalah Ketinggian Tempat (m) dan

Kandungan C-organik tanah (%). Untuk dapat mengetahui nilai pengaruh yang diberikan ketinggian tempat dan kandungan C-organik tanah terhadap kemampuan mikoriza dalam menginfeksi akar tanaman kopi perlu dilakukan analisis data dengan regresi linear berganda.

Dari Tabel 1 di atas dapat dihitung nilai persamaan linear berganda, yaitu sebagai berikut:

$$Y = 26,92 + 0,03X_1 + 2,46 X_2$$

dimana persamaan diatas menyatakan bahwa setiap kenaikan satu satuan X_1 (ketinggian tempat) akan menaikkan derajat infeksi sebesar 0,03% dan setiap kenaikan satu satuan X_2 (C-organik) akan menaikkan 2,46% derajat infeksi.

Diperoleh nilai korelasi (r) sebesar 0,6103427. Artinya nilai korelasi 0.61 menunjukkan X_1 dan X_2 berhubungan dalam mempengaruhi Y pada taraf sedang atau moderat.

Dari nilai korelasi (r) dapat dihitung nilai koefisien determinasi sebagai berikut:

Koefisien determinasi (r^2) = $0,3725 = 37,25\%$
Dimana nilai koefisien determinasi tersebut sebesar 37,25% yang artinya X_1 dan X_2 mempengaruhi Y sebesar 37,25% dan 62,75% dipengaruhi oleh faktor lain di alam.

Dari persamaan diperoleh pernyataan bahwa ketinggian tempat dan kandungan C-organik tanah berpengaruh positif terhadap derajat infeksi. Artinya setiap kenaikan ketinggian tempat dan kandungan C-organik tanah akan menaikkan derajat infeksi. Secara terperinci, setiap kenaikan satu satuan ketinggian tempat akan menaikkan derajat infeksi sebesar 0,03% dan setiap kenaikan satu satuan C-organik akan menaikkan derajat infeksi sebesar 2,46%. Menurut Munawir (2008), nilai derajat infeksi mikoriza pada akar tanaman sangat bergantung pada populasi mikoriza tersebut, dimana populasi mikoriza berbanding lurus dengan kandungan bahan organik pada tanah. Selain itu kemampuan infeksi mikoriza juga dipengaruhi oleh suhu atau ketinggian tempat.

Dari analisis regresi linear berganda yang telah dilakukan didapat nilai korelasi sebesar 0,61. Artinya ketinggian tempat dan kandungan C-organik tanah mempengaruhi nilai derajat infeksi secara positif dan dalam taraf sedang. Dalam artian ketinggian tempat dan kandungan C-organik tanah dapat mempengaruhi nilai derajat infeksi mikoriza pada akar tanaman. Didukung oleh pernyataan Gianinazzi-Pearson (1982) dalam Nurhayati (2012), dimana diantara berbagai faktor alam yang mampu mempengaruhi penetrasi mikoriza ke dalam akar tanaman, yang paling mempengaruhi infeksi mikoriza adalah suhu dan kandungan bahan organik pada tanah.

Ketinggian tempat dan kandungan C-organik tanah dalam pengaruhnya terhadap nilai derajat infeksi memiliki nilai koefisien determinasi sebesar 37,25%. Dalam artian kedua faktor tersebut memiliki pengaruh sebesar 37,25% terhadap nilai derajat infeksi mikoriza pada akar tanaman. Dan selebihnya yaitu 62,75% dipengaruhi oleh faktor lain di alam.

Dengan adanya perbedaan kebutuhan ketinggian tempat yang diperlukan antara tanaman kopi Arabika dan Robusta, diduga akan ada pula perbedaan antara pengaruh ketinggian tempat dan kandungan C-organik tanah terhadap infeksi FAM di tanaman kopi Arabika dengan pengaruh ketinggian tempat dan kandungan C-organik tanah terhadap infeksi FAM di tanaman kopi Robusta.

Dalam analisis nilai persamaan linear berganda pada tanaman kopi Arabika memiliki hasil persamaan sebagai berikut:

$$Y = 18,04 + 0,04X_1 + 3,82 X_2$$

dimana persamaan diatas menyatakan bahwa setiap kenaikan satu satuan X_1 (ketinggian tempat) akan menaikkan derajat infeksi sebesar 0,04% dan setiap kenaikan satu satuan X_2 (C-organik) akan menaikkan 3,82% derajat infeksi.

Diperoleh nilai korelasi (r) sebesar 0,6103427. Artinya nilai korelasi 0.62 menunjukkan X_1 dan X_2 berhubungan dalam

mempengaruhi Y pada taraf sedang atau moderat.

Dari nilai korelasi (r) dapat dihitung nilai koefisien determinasi sebagai berikut:

Koefisien determinasi (r^2) = 0,38 = 38 %

Dimana nilai koefisien determinasi tersebut sebesar 38% yang artinya X_1 dan X_2 mempengaruhi Y sebesar 38% dan 62% dipengaruhi oleh faktor lain di alam.

Sedangkan regresi linear berganda pada tanaman kopi Robusta yang memiliki kebutuhan ketinggian tempat lebih rendah dari tanaman kopi Arabika dapat dianalisis dengan hasil persamaan sebagai berikut,

$$Y = 31,98 + 0,02X_1 + 3,66 X_2$$

dimana persamaan diatas menyatakan bahwa setiap kenaikan satu satuan X_1 (ketinggian tempat) akan menaikkan derajat infeksi sebesar 0,02% dan setiap kenaikan satu satuan X_2 (C-organik) akan menaikkan 3,66% derajat infeksi.

Diperoleh nilai korelasi (r) sebesar 0,529. Artinya nilai korelasi 0.529 menunjukkan X_1 dan X_2 berhubungan dalam mempengaruhi Y pada taraf sedang atau moderat. Dari nilai korelasi (r) dapat dihitung nilai koefisien determinasi sebagai berikut: Koefisien determinasi (r^2) = 0,28 = 28 %

Dimana nilai koefisien determinasi tersebut sebesar 28% yang artinya X_1 dan X_2 mempengaruhi Y sebesar 28% dan 72% dipengaruhi oleh factor lain di alam.

SIMPULAN

Dari hasil derajat infeksi yang didapat, memiliki rata-rata yang masuk dalam kategori tinggi, sesuai dengan kemampuan infeksi mikoriza indigenus pada umumnya yaitu sebesar 63,54%. Kemampuan infeksi mikoriza paling tinggi diperoleh dari sampel yang didukung oleh kandungan C-organik tinggi dan ketinggian tempat yang tinggi. Kemampuan infeksi mikoriza terendah diperoleh dari sampel dengan kandungan C-organik tanahnya rendah serta berada pada ketinggian tempat yang rendah. Ketinggian tempat dan kandungan C-organik tanah mempengaruhi

nilai derajat infeksi sebesar 37,25% dan sisanya 62,75% dipengaruhi oleh faktor alam lainnya. Pengaruh ketinggian tempat dan kandungan C-organik tanah terhadap kemampuan infeksi mikoriza lebih besar terhadap perakaran tanaman kopi Arabika daripada pengaruhnya terhadap kemampuan infeksi mikoriza di tanaman kopi Robusta.

DAFTAR PUSTAKA

- Barber, S. A. 1984. *Soil Nutrient Bioavailability*. A Wiley- Interscience Publication. New York
- Brundrett, M. C., Bougher, N., Dells, B., Grove, T., dan Malajozuk, N. 1996. *Working with mycorrhizas in forestry and agriculture*. Australian Centre for International Agricultural Research : Canberra
- Delvian, 2006. *Optimalisasi Daya Tumbuh Tanaman terhadap Daya Dukung Perkembangbiakan Jamur Mikoriza*. Institut Teknologi Surabaya. Surabaya
- Hadi, S. 2001. *Patologi Hutan Perkembangannya di Indonesia*. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Hapsari, R., Nurhidayati, T., dan Indah, K. 2013. *Aplikasi Mikoriza Indigenus dari Lahan Gunung dan Tegal di Pamekasan Pada Tanaman Tembakau Madura*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Hasbi, R. 2005. *Studi Diversitas Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) pada Berbagai Tanaman Budidaya di Lahan Gambut Pontianak*. Jurnal Agrosains 2(1):46-51.
- Karo, H. S. A. 2009. *Analisis Usaha Tani Kopi di Kecamatan Simpang Empat Kabupaten Karo*. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Munawir. 2008. *Sebaran Infeksi Mikoriza pada Akar Macodes sp di Kawasan Panaruban Subang Jawa Barat*. Laporan Kerja Praktek. Jatinangor: Jurusan Biologi, Universitas Padjadjaran.

- Najiyati dan Danarti. 2007. *Kopi Budidaya dan Penanganan Lepas Panen*, Edisi Revisi. Penebar Swadaya, Jakarta
- Nurhayati. 2012. *Infektivitas Mikoriza Pada Berbagai jenis Tanaman Inang dan Beberapa Jenis Sumber Inokulum*. Universitas Syiah Kuala Darussalam. Banda Aceh
- RepositoryUSU.(2013).<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/23821/3/Chapter%20III-V.pdf>
- Schenck, N.C. and Perez, Y., 1990. *Manual for the identification of VA mycorrhizal (VAM) fungi*. Univ. of Florida Press, Florida, USA, pp. 241.
- Setiadi. 1989. *Pengembangan Cendawan Mikoriza Vesikula Arbuskula Sebagai Pupuk Biologis Dalam Bidang Kehutanan*. PAU Bioteknologi IPB. Bogor
- Sundari, S., Nurhidayati, T., dan Trisnawati, I. 2013. *Isolasi dan Identifikasi Mikoriza Indegenous dari perakaran Tumbuhan Sawah Di area Persawahan Kabupaten Pamekasan Madura*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Tarmedi. 2006. *Keanekaragaman Cendawan Mikoriza Arbuskula di Hutan Sub Pegunungan Kanojang Jawa Barat*. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Wood, M., 1995. *Environmental Soil Biology*. Second Edition. Blackie Academic & Professional, an Imprint of Chapman & Hall. Cambridge
- Yassir I dan Mulyana O. 2006. *Hubungan Potensi Antara Cendawan Mikoriza Arbuskular dan Sifat-sifat Tanah Di Tanah Kritis*. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman, 3 (2): 107-115
- Budiman, S dan Saraswati, D. 2007. *Kesuburan Tanah Masyarakat Badui karena Mikoriza V-A terjaga*. Penerbit Niaga Swadaya. Bandung
- Yuliprianto, H., 2010. *Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta