

Karakteristik Mikoriza Pada Berbagai Lokasi Pertanaman Kakao Sulawesi Tengah

Moh Rizqi C Toana¹, Muhammad Basir² dan Henry N. Barus²

Email: m.rizqi_toana@yahoo.co.id

¹Mahasiswa Program Studi Magister Ilmu-Ilmu Pertanian Pascasarjana Universitas Tadulako

²Dosen Program Studi Magister Ilmu-Ilmu Pertanian Pascasarjana Universitas Tadulako

Abstract

The existence and diversity of mycorrhiza in nature can not be separated from the factors that influence it, such as temperature, light intensity, soil pH and soil nutrient content. The diversity of soil types that have different nutrient content is one of the factors that can influence the existence of mycorrhiza. The purpose of this research is to explain the relationship of mycorrhizal status and soil type characteristic to cocoa plantation area in Central Sulawesi. The location of soil sampling was done in 3 villages ie in the village of Rahmat, Palolo sub-district, Lemban Tongoa village sub district of Palolo, and Saloya village, Sindue sub-district. Analysis of soil physical-chemical properties was carried out in Soil Science Laboratory and mycorrhiza spore observation was conducted in Agronomy Laboratory of Agricultural Faculty of Tadulako University Palu. The research start in October 2016 up to february 2017. The result shows that the average of spores amount in Rahmat Village, Saloya Village and Lemban Tongoa Village is 88, 204 and 224. Root infection is 41.3%, 58.6% and 72.2%. The relationship of soil properties and mycorrhizal depend on the physical and chemical conditions of the soil which causes differences on mycorrhizal spores amount and root infections. Low nutrient of soil was founded high of spores amount and root infections.

Keywords : *mycorrhizal, soil, spores, root infections.*

PENDAHULUAN

Kakao merupakan salah satu komoditi unggulan Indonesia, karena sebagai penghasil kakao urutan ketiga dari negara-negara yang memproduksi kakao setelah Pantai Gading di urutan pertama dan Ghana di urutan kedua (Dirjen Pertanian 2015). Kakao banyak tumbuh di negara-negara yang beriklim tropis karena sesuai dengan syarat tumbuh tanaman tersebut. Di Indonesia khususnya di Sulawesi Tengah merupakan salah satu daerah penghasil kakao terbanyak. Data Statistik Dirjen Pertanian (2015) menunjukkan bahwa luas areal pertanaman kakao di Sulawesi Tengah mencapai 282.081 Ha dengan total produksi mencapai angka 145.184 ton atau rata-rata 0,51 ton/ha.

Tanaman kakao tumbuh dan tersebar pada berbagai lokasi jenis tanah yang berbeda. Riset-riset mengenai tanaman kakao

telah banyak dilakukan salah satunya adalah tentang hubungan antara tanaman kakao dan mikroorganisme tanah, contohnya mikoriza. Hasil riset menunjukkan bahwa adanya asosiasi antara tanaman kakao dan mikoriza. Menurut Setiadi (2001) *mikoriza* merupakan salah satu jenis jamur yang terdapat hampir di segala jenis tanah dan pada umumnya jamur ini dapat ditemukan pada spesies tanaman tingkat tinggi yang tumbuh pada berbagai tipe habitat dan iklim. Adapun penyebarannya bervariasi menurut iklim, lingkungan dan tipe penggunaan lahan.

Baon (1999) menjelaskan hampir 80% spesies tanaman membentuk asosiasi dengan sejenis jamur tanah berupa mikoriza, jamur ini dapat ditemukan pada berbagai habitat dengan berbagai iklim. Setiadi (2001) menjelaskan bahwa dalam berasosiasi dengan

tanaman secara umum mikoriza berperan dalam meningkatkan penyerapan unsur hara, meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan, dan lebih tahan terhadap serangan patogen akar.

Keberadaan dan keberagaman mikoriza di alam tak lepas dari faktor-faktor yang mempengaruhinya, antara lain suhu, intensitas cahaya, pH tanah dan kandungan unsur hara tanah. Keberagaman jenis tanah yang memiliki kandungan unsur hara yang berbeda merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi keberadaan mikoriza. Perbedaan jenis tanah tersebut membuat tanah mempunyai ciri khas tersendiri baik itu dari segi kandungan unsur hara, tekstur, warna, bahan induk pembentuk tanah, dan lapisan horizon tanah.

Perbedaan jenis tanah terjadi karena pengaruh iklim, dan bahan induk pembentuk tanah. Dampak dari perbedaan ini mengakibatkan perbedaan vegetasi yang tumbuh di atasnya termasuk pula keragaman mikroorganisme yang hidup di dalamnya. Cahyani *dkk.* (2013) melaporkan bahwa adanya perbedaan genus mikoriza yang terdapat pada tanah alluvial, ia menjelaskan bahwa perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan level kandungan unsur hara dan pH yang terkandung pada tanah tersebut sehingga menyebabkan keragaman dan jumlah spora yang berbeda pada mikoriza. Lebih lanjut Nurhalimah *dkk.* (2014) mengemukakan hal yang sama, yakni adanya keragaman dan perbedaan jumlah spora mikoriza pada jenis tanah regosol yang dipengaruhi oleh perbedaan level kandungan unsur hara, pH tanah dan suhu. Sehingga dari hasil uraian tersebut di atas maka perlunya dilakukan penelitian mengenai hubungan karakteristik jenis tanah dan *fungi Mikoriza Arbuskula* (FMA) pada tanaman kakao.

METODE

Lokasi pengambilan sampel tanah dilakukan pada 3 titik lokasi yaitu di Desa Rahmat Kecamatan Palolo (1^o 8'

24" LS dan 120^o 4' 22,8" BT), Desa Lemban Tongoa Kecamatan Palolo (1^o 11' 2,4" LS dan 120^o 12' 54" BT), dan Desa Saloya Kecamatan Sindue (0^o 30' 48,5" LS dan 119^o 50' 48,5" BT). Analisis sifat fisik-kimia tanah dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tadulako Palu dan pengamatan spora FMA dilaksanakan di Laboratorium Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako Palu. Penelitian ini dimulai pada Oktober 2016 hingga Februari 2017.

Sampel tanah diambil pada 7 tanaman kakao yang dilakukan secara *random sampling* dengan melihat kondisi tanaman yang seragam. Sampel tanah diambil pada jarak 40 cm dari batang utama tanaman kakao secara melingkar pada 4 titik pada kedalaman 0-30 cm dari permukaan tanah. Masing-masing sampel tanah pada setiap tanaman diambil sebanyak 250 g kemudian dikomposit.

Isolasi spora mikoriza menggunakan metode *wet sieving* (Nusantara *dkk.*, 2012) sampel tanah yang digunakan sebanyak 10 g per sampel dengan menggunakan saringan 500 μ m, 250 μ m, 125 μ m, dan 63 μ m. Mengambil hasil saringan pada tiap-tiap saringan kecuali saringan 500 μ m. Sentrifus selama 4 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Pengamatan spora mikoriza menggunakan mikroskop dengan pembesaran 40x10.

Perhitungan presentasi infeksi akar menggunakan metode Rajapakse dan Miller (1992) dalam Nusantara *dkk.* (2012) yang dimodifikasi. Sampel akar halus dipotong \pm 2 cm. Rendam dalam KOH 10%. Oven pada suhu 120°C selama 7 jam. Bilas 3 kali menggunakan aquades. Rendam dengan larutan H₂O₂ 6% selama 1 jam. Bilas 3 kali menggunakan aquades. Rendam dengan larutan HCl selama 1 x 24 jam. Bilas 3 kali menggunakan aquades. Rendam dengan larutan *trypan blue* dan masukkan ke dalam oven pada suhu 120°C selama 2 jam. Rendam dengan larutan gliserin. Pengamatan

menggunakan mikroskop dengan pembesaran 40x10. Perhitungan persen infeksi akar :

$$\text{Infeksi} = \frac{\sum \text{akar yang terinfeksi}}{\sum \text{akar amatan keseluruhan}} \times 100\%$$

Analisis sifat fisik dan kimia tanah terdiri dari pH tanah, P-total, P-tersedia, N-total, C-Organik, KTK Tekstur, Kadar air.

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan analisis uji Pearson korelasi untuk melihat seberapa kuat hubungan antara parameter tanah dengan

FMA dan derajat infeksi oleh FMA menggunakan software SPSS 21.

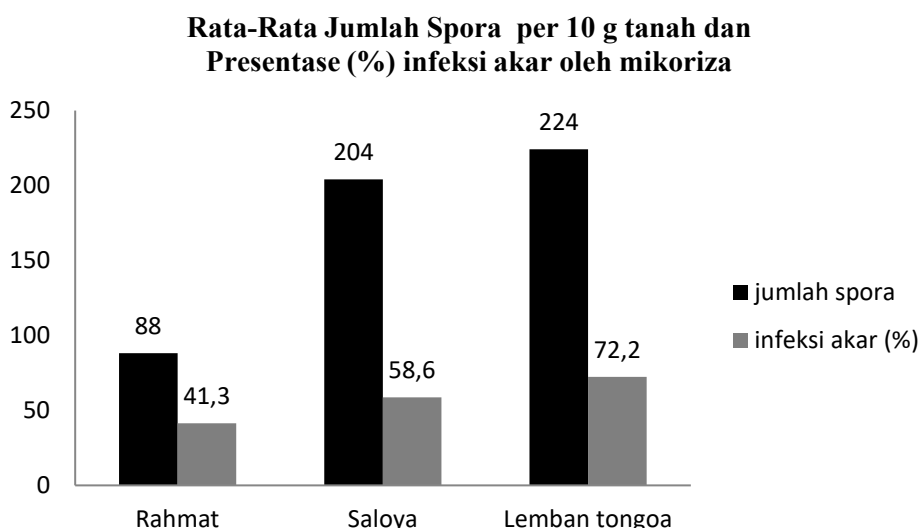
HASIL

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada ketiga lokasi tempat pengambilan sampel tanah menunjukkan karakteristik tanah yang berbeda diantara masing-masing lokasi. Hasil analisis sifat fisik dan kimia tanah kami sajikan pada tabel 1. Hasil pengamatan jumlah spora FMA dan derajat infeksi akar disajikan pada grafik 1.

Tabel 1. Hasil analisis sifat fisik dan kimia tanah pada lokasi pengambilan sampel tanah.

| lokasi | pH H ₂ O (1 : 2,5) | C-organik (%) | N-total (%) | P-Total Mg / 100 g | P-tersedia (ppm) | Liat (%) | Kadar air (%) |
|---------------|-------------------------------|---------------|-------------|--------------------|------------------|----------|---------------|
| Rahmat | 6,65 | 2,9 | 0,29 | 29,4 | 15,9 | 11,5 | 27,3 |
| Saloya | 6,45 | 2,6 | 0,27 | 42,5 | 33,9 | 18,2 | 35,6 |
| Lemban Tongoa | 5,18 | 2,6 | 0,19 | 29,4 | 7,6 | 31,4 | 29,8 |

Grafik 1. Grafik jumlah spora per 10 g tanah dan presentase infeksi akar FMA



Tabel 2. Rata-rata jumlah spora per 10 g tanah yang terperangkap pada masing-masing saringan

| Lokasi | Saringan 250 µm | Saringan 125 µm | Saringan 63 µm |
|---------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Rahmat | 1 | 14 | 73 |
| Saloya | 1 | 31 | 171 |
| Lemban Tongoa | 1 | 43 | 180 |

Tabel 3. Data person korelasi jumlah spora dan infeksi akar pada masing lokasi penelitian terhadap sifat fisik dan kimia tanah (data diolah menggunakan software SPSS 21)

| | pH H ₂ O (1 : 2,5) | C-organik (%) | N-total (%) | P-Total Mg / 100 g | P-tersedia (ppm) | Liat (%) | Kadar air (%) | Infeksi Akar |
|----------------------|----------------------------------|------------------|----------------|-----------------------|---------------------|-------------|------------------|-----------------|
| Rahmat | | | | | | | | |
| jumlah spora | -,227 | -,274 | -,273 | -,215 | -,091 | -,301 | ,043 | ,892** |
| infeksi akar | -,015 | -,144 | -,155 | -,200 | -,196 | -,240 | ,101 | 1 |
| Saloya | | | | | | | | |
| jumlah spora | ,580 | ,148 | ,513 | -,406 | -,219 | ,582 | ,632 | ,851* |
| infeksi akar | ,433 | -,012 | ,352 | ,214 | ,139 | ,319 | ,555 | 1 |
| Lemban Tongoa | | | | | | | | |
| jumlah spora | ,202 | ,068 | ,359 | -,527 | -,016 | -,017 | -,744 | ,592 |
| infeksi akar | ,390 | ,587 | ,480 | -,444 | ,193 | ,535 | -,139 | 1 |

* Korelasi Signifikan pada level 0,05

** Korelasi Signifikan pada level 0,01

Kondisi lingkungan yang berbeda mengakibatkan perbedaan karakteristik tanah yang berakibat pada bervariasinya kepadatan jumlah spora mikoriza dan infeksi akar. Dari hasil pengamatan kami jumlah kepadatan spora tertinggi dan infeksi akar yaitu dimiliki oleh desa Lemban Tongoa (rata-rata jumlah spora 223,6 dan infeksi akar 72,2%) kemudian disusul oleh desa Saloya (rata-rata jumlah spora 204,1 dan infeksi akar 58,6%) dan yang terendah adalah desa Rahmat (rata-rata jumlah spora 88 dan infeksi akar 41,3%).

pH

Hasil pengamatan pH tanah pada ketiga lokasi penelitian menunjukkan adanya perbedaan pH tanah pada tiap-tiap lokasi. Di Desa Rahmat mengandung pH 6,7 yang menunjukkan angka pH netral yang mempunyai kepadatan spora dan infeksi akar terendah. Beberapa hasil studi menunjukkan

bahwa mikoriza yang berada pada tanah ber-pH netral memiliki kepadatan spora yang lebih rendah dibandingkan pada tanah yang cenderung masam. Susiyanti (2016) melaporkan bahwa di areal perakaran kakao dengan pH 6,45 memiliki jumlah kepadatan spora 59 per 10 g tanah. Khanam *et al* (2006) melaporkan pada tanah ber pH 6,8 mikoriza menginfeksi akar sebesar 44%.

Di lokasi Desa Lemban Tongoa memiliki kandungan pH masam yakni 5,2. Hasil studi menunjukkan pada tanah dengan pH masam jumlah spora mikoriza ditemukan lebih tinggi dibandingkan pada tanah pH netral. Nurmala (2014) melaporkan bahwa di tanah pH 4,0 jumlah rata-rata spora yang ditemukan adalah 226,7 per 10 g tanah dan pada tanah ber pH 5,1 jumlah rata-rata spora yang ditemukan adalah 181,9 per 10 g tanah. Namun dilokasi desa Saloya yang memiliki kandungan pH 6,4 (netral) memiliki

kepadatan spora dan infeksi akar yang lebih tinggi dibandingkan desa Rahmat. Khanam melaporkan pada pH tanah ber pH 7,0 rata-rata jumlah spora adalah 167. Selain itu Singh *et al* (2014) mendapatkan pada tanah ber pH 7,0 terdapat sebanyak 200 spora mikoriza. Variasi pH tanah dapat berpengaruh pada perkembangan dan fungsi mikoriza yang disebabkan terjadinya banyak perubahan konsentrasi hara tanah. Respon mikoriza pada pH tanah tergantung dari jenis dan strain mikoriza tersebut (Robsom dan Abbot, 1989). Maas and Nieman (1978) menyatakan bahwa mikoriza dapat beradaptasi pada jenis lingkungan dengan pH yang berbeda. Lebih lanjut oleh Delvian (2003) menyatakan pH optimum untuk perkembangbiakan mikoriza jenis *Glomus* pH 5-6, *Gigaspora* pH 4-6, dan *Acaulospora* pH 4-5.

Tanah pH rendah memiliki konsentrasi ion hidrogen yang tinggi, konsentrasi ion hidrogen yang tinggi dapat menjadi racun bagi beberapa mikroorganisme, pada tanah pH dibawah 5 level ketersediaan logam berat seperti Al dan Mn dapat meningkat yang secara biologi dapat menjadi racun. Ketersediaan P dapat direduksi akibat kemasaman tanah (Kennedy, 1992).

pH menentukan mudah tidaknya unsur hara diserap tanaman termasuk unsur P. Pada tanah pH masam menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi terhambat akibat rendahnya ketersediaan unsur hara. Selanjutnya Sylvia dan Williams (1992) mengungkapkan bahwa respon mikoriza terhadap pH tanah menunjukkan tidak adanya pengaruh, namun pengaruh utama adalah tergantung dari spesies mikoriza tersebut. Beberapa spesies mikoriza dapat berkembang baik pada tanah masam namun terdapat pula beberapa spesies yang berkembang baik pada tanah netral.

C-organik

C-organik merupakan salah satu unsur penting dalam tanah yang berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah. Hasil analisis tanah menunjukkan pada ketiga lokasi

mengandung kadar C-organik sedang. Desa Rahmat 2,9%, desa Lemban Tongoa 2,6% dan Saloya 2,6%. Bahan organik merupakan salah satu komponen penyusun tanah yang penting disamping bahan anorganik, air dan udara. Nurhayati (2012) menyatakan bahwa c-organik tanah dapat mempengaruhi jumlah spora mikoriza. Muzakir (2011) mengemukakan pada peningkatan kadar C-organik tanah akan menyebabkan peningkatan jumlah spora mikoriza. Hal serupa di ungkapkan oleh Anas (1997) bahwa Jumlah spora FMA tampaknya berhubungan erat dengan kandungan bahan organik di dalam tanah. Jumlah maksimum spora ditemukan pada tanah-tanah yang mengandung bahan organik 1-2 persen sedangkan paada tanah-tanah berbahan organik kurang dari 0.5 persen kandungan spora sangat rendah (Anas, 1997).

N-total

Unsur N merupakan salah satu hara makro yang sangat dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhannya. Kadar N dalam tanah haruslah mencukupi kebutuhan tanaman agar tanaman dapat tumbuh optimal. Hasil pengamatan N-total tanah menunjukkan pada lokasi Desa Rahmat 0,3%, Desa Lemban Tongoa 0,2%, dan Desa Saloya 0,3%. Terdapat beberapa laporan hasil penelitian dimana transport N secara signifikan dilakukan oleh mikoriza pada tanaman inang. Namun penyerapan N oleh mikoriza masih dalam pembahasan oleh para peneliti (Reynolds *et al*, 2005). Pada akar tanaman *Daucus carota* L, 21% dari total N dalam akar di serap oleh hifa (Toussaint 2004) dan pada jagung, 75% N dalam daun diserap oleh Mikoriza (Tanaka 2005). Hoge *et al* (2001) melaporkan bahwa mikoriza meningkatkan jerapan N dari material bahan organik yang mati.

P-tersedia

Hasil pengamatan menunjukkan angka p-tersedia terendah berada pada lokasi Desa Lemban Tongoa yaitu 7,6 (sangat rendah).

Selanjutnya disusul oleh Desa Rahmat 15,9 (rendah) dan yang tertinggi adalah Desa Saloya 33,9 (sedang). Unsur P sangat dipengaruhi oleh pH tanah, dimana pada tanah-tanah pH masam kadar P-tersedia menjadi berkurang bahkan dapat mencapai level sangat rendah. Di lokasi Desa Lemban Tongoa dengan kadar P-tersedia sangat rendah (7,6) memiliki pH 5,2 (masam) sedangkan pada lokasi yang lain yaitu di desa Rahmat dan Saloya dengan pH tanah yang cenderung mendekati angka netral kadar P-tersedia semakin meningkat. Sehingga pada tanah-tanah dengan pH yang rendah, mikoriza lebih berperan aktif dalam meningkatkan penyerapan unsur P.

Robsom dan Abbot (1989) menyatakan bahwa mikoriza memainkan peranan penting dalam memperbaiki produktivitas tanaman dengan meningkatkan penyerapan nutrisi tanaman utamanya unsur P. Diduga hifa FMA mengandung enzim fosfatase yang mampu memutuskan ikatan kovalen Al^{3+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} dan mineral liat sehingga unsur P dapat tersedia bagi tanaman. Didalam arbuskular, senyawa polifosfat dipecah menjadi fosfat organik yang kemudian dilepas keseluruh sel tanaman inang. Pada akar kemudian unsur tersebut disalurkan ke xilem untuk kemudian diangkut ke daun dan bagian tanaman lainnya (Pulungan 2015). Nurmala (2014) menyatakan bahwa tanah dengan P tersedia yang rendah menunjukkan jumlah spora mikoriza yang lebih tinggi jika dibandingkan tanah-tanah dengan kandungan P-tersedia yang tinggi.

Liat

Hasil pengamatan tekstur tanah pada ketiga lokasi menunjukkan adanya perbedaan pada tiap-tiap lokasi pengambilan sampel. Kadar liat tertinggi ditemukan pada lokasi Desa Lemban Tongoa sebesar 31,4%, kemudian desa Saloya 18,2% dan desa Rahmat 11,5%. Hasil uji korelasi antara liat dan jumlah spora maupun liat dan infeksi akar

pada masing-masing lokasi menunjukkan variasi diantara ketiga lokasi tersebut. Di Desa Lemban Tongoa korelasi antara liat dan infeksi akar menunjukkan korelasi positif sedang (0,535). Di lokasi desa Saloya jumlah spora dan liat menunjukkan korelasi positif sedang (0,582). Di lokasi desa desa Rahmat jumlah spora dan liat menunjukkan korelasi negatif lemah (-0,301).

Thomas Dkk (1993) menjelaskan mikoriza melalui jaringan hifa eksternal dapat memperbaiki dan memantapkan struktur tanah. Sekresi senyawa-senyawa polisakarida, asam organik dan lendir oleh jaringan hifa eksternal yang mampu mengikat butir-butir primer menjadi agregat mikro. "*Organic binding agent*" ini sangat penting artinya dalam stabilisasi agregat mikro. Kemudian agregat mikro melalui proses "*mechanical binding action*" oleh hifa eksternal akan membentuk agregat makro yang stabil. Wright dan Uphadhyaya (1998) menambahkan bahwa FMA menghasilkan senyawa glycoprotein glomalin yang sangat berkorelasi dengan peningkatan stabilitas agregat.

Hakim, *et al* (1986) mengungkapkan faktor-faktor yang terlibat dalam pembentukan struktur adalah organisme, seperti benang-benang jamur yang dapat mengikat satu partikel tanah dan partikel lainnya Selain akibat dari perpanjangan dari hifa-hifa eksternal pada jamur mikoriza, sekresi dari senyawa-senyawa polysakarida, asam organik dan lendir yang di produksi juga oleh hifa-hifa eksternal, akan mampu mengikat butir-butir agregat mikro tanah menjadi butir agregat makro. Agen organik ini sangat penting dalam menstabilkan agregat mikro dan melalui kekuatan perekat dan pengikatan oleh asam-asam dan hifa tadi akan membentuk agregat makro yang mantap (Subiksa, 2002). Thomas *et al* (1993) menyatakan bahwa FMA pada tanaman bawang di tanah bertekstur lempung liat berpasir secara nyata menyebabkan agregat tanah menjadi lebih baik, lebih berpori dan

memiliki permeabilitas yang tinggi. Zako *et al* (2012) melaporkan pada tanah yang mengandung liat 14% terdapat 162 spora mikoriza dan pada tanah yang mengandung liat 39,67% terdapat 1167 spora mikoriza.

Kadar Air

Faktor penting lainnya yang berpengaruh terhadap mikoriza adalah kadar air. Lokasi dengan kadar air tertinggi adalah di desa Saloya dengan kadar air mencapai rata-rata 35,6% kemudian diikuti oleh desa Lemban Tongoa (28,9%) dan Desa Rahmat (27,3%). Nilai korelasi juga bervariasi di tiap-tiap lokasi. Di desa Saloya hubungan antara jumlah spora dan kadar air berkorelasi positif sedang dengan nilai koefisien korelasi 0,632. Pada hubungan antara infeksi akar dan kadar air berkorelasi positif sedang nilai koefisien korelasi 0,555. Di lokasi desa Lemban Tongoa jumlah spora dan kadar air menunjukkan korelasi negatif sedang (-0,744) dan pada korelasi antara infeksi akar dan kadar air menunjukkan hubungan negatif lemah (-0,139). Di lokasi desa Rahmat jumlah spora dan liat menunjukkan korelasi positif lemah (0,043) dan pada korelasi antara infeksi akar dan liat menunjukkan hubungan positif lemah (0,101). Menurut Delvian (2003) terdapat kecenderungan peningkatan jumlah spora dengan berkurangnya jumlah curah hujan, fluktuasi kelembapan tanah juga dapat mempengaruhi pembentukan spora atau sporulasi. Kekeringan tidak menghambat pertumbuhan mikoriza namun meningkatkan perkembangan akar lateral dan setelah pembasahan kembali laju pemanjangan akar dan jumlah mikoriza meningkat dengan cepat.

Jumlah spora yang lebih rendah diduga karena air di dalam tanah terkandung cukup tinggi. Jika di daerah kelebihan air berlangsung lama jumlah spora menjadi lebih rendah. Begitu pula sebaliknya jumlah spora dalam ketersediaan air yang rendah akan menyebabkan tanaman tersebut mengalami stres air. Jika hal ini terus berlanjut maka akan berdampak pada kekeringan dan

tanaman akan mati. Stres air oleh tanaman akan berpengaruh pada proses fotosintesis sehingga suplai karbohidrat ke akar untuk mikoriza akan berkurang, karena jumlah karbohidrat berkurang maka sumber energi mikoriza juga berkurang hal ini mengakibatkan mikoriza memproduksi lebih banyak spora untuk bertahan hidup di alam. (Cuenca dan Lovera 2010) fungi akan membentuk spora apabila kondisi lingkungan tidak sesuai untuk pertumbuhan tanaman inang. Mikoriza yang mengalami tekanan pada lingkungannya maka akan cenderung membentuk alat reproduksi (spora) lebih banyak (Hermawan dkk 2015).

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan

Dari hasil pengamatan tentang mikoriza yang berada pada tiga lokasi pertanaman kakao yang berbeda dapat kami simpulkan bahwa hubungan karakteristik tanah dan mikoriza bervariasi tergantung pada kondisi sifat fisik dan kimia tanah di suatu wilayah yang menyebabkan perbedaan jumlah spora dan infeksi akar. Hasil analisis beberapa faktor karakteristik tanah berpengaruh terhadap status FMA. Pada tanah yang kesuburannya rendah dan pH rendah menunjukkan jumlah spora dan infeksi yang lebih tinggi. Sedangkan pada fraksi liat yang tinggi jumlah spora dan infeksi akar semakin meningkat. Terdapat hubungan yang linear antara kepadatan spora dan infeksi akar FMA dimana semakin tinggi infeksi akar maka semakin tinggi jumlah spora FMA. Rata-rata jumlah spora di tiap lokasi pertanaman kakao Desa Rahmat, Saloya dan Lemban Tongoa adalah 88, 204 dan 224 dan infeksi akar FMA 41,3%, 58,6% dan 72,2%.

Rekomendasi

Pada penelitian selanjutnya perlu dilanjutkan dengan identifikasi mikoriza untuk melihat keragaman FMA pada tanaman perkebunan maupun ekosistem lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami haturkan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi pada penelitian ini. khususnya kepada Rektor Universitas Tadulako bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Basir, S.E., M.S selaku pembimbing utama kami dan juga kepada bapak Dr. sc. agr Ir. Henry N Barus, yang telah memberikan dukungan, arahan dan motivasi dalam studi kami hingga penulis dapat menyelesaikan studi tepat waktu. Akhirnya, terdapat banyak kekurangan dalam penulisan ini olehnya itu kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar kiranya dapat mnyempurnakan hasil karya tulis kami.

DAFTAR PUSTAKA

- Anas, I. 1997. Bioteknologi Tanah. Laboratorium Biologi Tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. IPB.
- Baon, J. B. 1999. Pemanfaatan Jamur Mikoriza Arbuskular Sebagai Pupuk Hayati di Bidang Perkebuna²ⁿ. Worksop Mikoriza, Bogor 27 September – 2 Oktober 1999.
- Cahyani N. K. M. D., S. Nurhatika, dan A. Muhibuddin. 2012 Eksplorasi Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) Indigenous pada Tanah Aluvial di Kabupaten Pamekasan Madura 2 JURNAL SAINS DAN SENI ITS Vol. 1, (Sept, 2012) ISSN: 2301-928X
- Cuenca, G. and M. Lovera. 2010. Seasonal variation and distribution at different soil depts of arbuscular micorhyzal fungi spores in A tropical Selerophyllous Shrubland. Botany, 88 : 54-64
- Delvian, 2003. Keanekaragaman Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) di Hutan Pantai dan Potensi Pemanfaatannya. Disertasi. Program Pascasarjana IPB Bogor.158p.
- Direktorat Jendral Pertanian Inonesia. 2015. Statistik perkebunan Indonesia (kakao). Jakarta
- Hakim., Nurhajati., M.Y. Nyakpa., A.M. Lubis., S.G. Nugroho., M.R. Saul., M.A. Diha., G.B. Hong., H.H. Bailey. 1986. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung. Lampung.
- Hermawan, H.A., Muin., R.S Wulandari. 2015. Kelimpahan fungi mikoriza arbuskula (FMA) pada tegakan ekaliptus (*Eucaliptus pelita*) Based on level; Dept on Petland. Jurnal hutn Lestari 3 (1) : 124-132
- Kennedy I.R 1992. Acid soil and acid rain, reseacr studies Ltd. Taunton
- Khanam D., M.A.U. Mridha., A.R.M Solaeman., T. Hossain. 2006. Effect of edaphic factors on root colonization and spore population of arbuscular micorhyzal fungi.instrop.agr. Khusyu univ 29 : 97 104
- Maas E. V. And R.H. Nieman. 1978. Physiology of plant tolerance to salinity dalam GA Jung (Ed). Crop tolerance to suboptimal land conditions. ASA Spec :277-299.
- Muzakir 2011. Hubungan Antara Cendawan Mikoriza Arbuskula Indigenous Dan Sifat Kimia Tanah Dilahan Kritis Tanjung Balai Sumatra Barat. Jurnal solum 8 (2) :11-1
- Nurhalimah S. S. Nurhatika, dan A. Muhibuddin. 2014. Eksplorasi Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) Indigenous pada Tanah Regosol di Pamekasan, Madura Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya. Jurnal Sains

Dan Seni Pomits Vol. 3, No.1, (2014)
2337-3520

ISSN: 2349 – 5820; Online ISSN: 2349 –
5839 ; Volume 2, Number 1; October,
2014 pp. 73 – 77

Nurhayati 2012. Invektifitas mikoriza pada berbagai jenis tanaman inang dan beberapa jenis sumber inokulum. Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh.

Subiksa, IGM. 2002. Pemanfaatan Mikoriza Untuk Penanggulangan Lahan Kritis. Makalah Falsafah Sains Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor

Nurmala P., 2014 Penjaringan Cendawan Mikoriza Arbuskula Indigenous Dari Lahan Penanaman Jagung Dan Kacang Kedelai Pada Gambut Kalimantan Barat Jurnal Agro Vol. 1, No. 1, Desember 2014 Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran,

Susiyanti 2016. Isolasi dan identifikasi spora fungi mikoriza arbuskula pada daerah perakaran beberapa tanaman industri di lahan pertanian Desa Unsogi. Fakultas Pertanian. Universitas Tadulako. Palu.

Nusantara A. D., Berham Y. H., Mansur I., 2012. Bekerja Dengan Fungi Mikoriza Arbuskula. Saemo Biotrop. Bogor

Sylvia D.M and Williams 1992. Vesicular-arbuscular michorizae and enviromental stress, in : mychorizhae in suistainable agriculture ; G.J. Bethlanfalvay et all. American Society of agronomy special publication No. 54 mahison WI, USA. Pp 101-124

Pulungan A.S.S., 2015. Biodifersity of FMA in Re Pepper Rhizosfer. Jurnal Biosains 1 (3) : 43-46

Tanaka Y, K. Yano., 2005. Nitrogen Delivery to Maize via Mycorrhizal Hyphae Depends on the form of N Supplied. Plant, Cell and Environment; 28: 1247-54.

Reynolds H.L, A.E. Hartley, KM Vogelsang, JD Bever, PA Schultz., 2005. Arbuscular Mycorrhizal Fungi do not Enhance Nitrogen Acquisition and Growth of Old-Field Perennials Under Low Nitrogen Supply in Glasshouse Culture. New Phytologist; 167: 869-80.

Thomas, R.S., R.L. Franson, and G.J. Bethlenfalvay, 1993 Separation of arbuscular mycorrhizal fungus and root effect on soil aggregation. Soil Sci. Soc. Am. J. 57 : 77-81.

Robsom A.D and LK Abbot (1989) The effect of soil acidity on microbial activity in soils. Sydney Academic press. P.139-165

Setiadi, Y., 2001. “Pemanfaatan Mikroorganisme Dalam Kehutanan” Pusat Antar Universitas Bioteknologi, IPB. Bogor

Toussaint JP, St-Arnaud M, Charest C. Nitrogen Transfer and Assimilation between the Arbuscular Mycorrhizal Fungus *Glomus intraradices* Schenck & Smith and *Ri T* DNA Roots of *Daucus carota* L. in an Vitro Compartmented System. Canadian Journal of Microbiology 2004;50: 251-60.

Singh L., P. Mago, V. Kaushik., A. Gunwal., 2014. Percentage Colonisation Roots and AM Fungal Spore Number In Rhizosphere Soil of *Mentha Spicata* at 15 Days Intervals. International Journal of Basic and Applied Biology (IJBAB) Print

Wright S.F and A. Upahaya., (1998). A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced

by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant and Soil* volume (198) pp 97-107

Zako B.I., M. Soumaila., T.B. Tra, Z.G. Noël, K.Z.C. Ghislaine., F.K. Romain

and A. Zézé., 2012. Arbuscular mycorrhizal fungi associated with *Theobroma cacao* L. in the region of Yamoussoukro (Cote d'Ivoire) *African Journal of Agricultural Research* Vol. 7(6), pp. 993-1001