
Aplikasi Pupuk Kandang dan Mikoriza terhadap Peningkatan P- tersedia, serapan P serta Pertumbuhan dan Produksi Jagung Manis (*Zea mays Saccharata L.*) Pada Tanah Ultisol

Parlindungan Lumbanraja^{*}, Bangun Tampubolon, Samse Pandiangan, Johan Ambarita,
Ferisman Tindaon

Fakultas Pertanian Universitas HKBP Nommensen, Medan

Jl. Sutomo No.4A, Perintis, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara 20235, Indonesia

^{*}Correspondence author: parlindungan.lumbanraja@uhn.ac.id

Abstrak

Kondisi tanah ultisol yang kurang subur memerlukan penanganan yang kompleks agar dapat berfungsi dengan baik sebagai lahan pertanian. Upaya tersebut diharapkan mampu memperbaiki kesuburan tanah secara menyeluruh. Untuk tujuan ini dilakukan suatu penelitian yang menggunakan pupuk kandang dan pupuk hayati mikoriza yang diharapkan dapat memperbaiki sifat-sifat tanah tersebut hingga diperoleh tingkat pengaruh aplikasi bahan tersebut pada tingkat yang optimal. Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Kelompok, dengan dua factor. Faktor pupuk kandang 3 taraf dan factor mikoriza 4 taraf. Setiap pengaruh parameter yang signifikan akan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan. Untuk pengamatan dilakukan pengukuran tanah tersedia fosfor, kandungan fosfor tongkol jagung, dan produksi jagung manis. Produksi jagung manis tertinggi 16,06 t/ha terjadi dengan kombinasi perlakuan pada aplikasi atau pemberian pupuk kandang setara dengan 5 t/ha dan mikoriza 3 g/lubang tanam, produksi ini lebih tinggi 3,83 t/ha setara dengan 31,31 % dibandingkan dengan kontrol. Pupuk kandang hanya meningkatkan kandungan fosfor secara nyata pada tongkol jagung. Mikoriza hanya meningkatkan ketersediaan fosfor tanah secara signifikan.

Kata kunci: Jagung manis, mikoriza, pupuk kandang, P-tersedia, serapan P.

Application of Manure and Mycorrhiza to Increase Available-P, P Uptake, and Growth and Production of Sweet Corn (*Zea mays* *Saccharata L.*) in Ultisols

Abstract

Ultisol soil conditions that are less fertile require complex handling in order to function properly as agricultural land. This effort is expected to be able to improve soil fertility as a whole. For this purpose, a study was carried out using manure and mycorrhiza which is expected to improve the properties of the soil in order to obtain an optimum level of material application. The study was conducted using a randomized block design, with two factors. Manure factor 3 levels and mycorrhizal factor 4 levels. Every parameter effect significantly will be continued analyzed with Duncan's multiple range test. For observation had made by measured of soil available of phosphorus, corn cob phosphorus content, and production of sweet corn. Highest sweet corn production 16,06 t/ha occur with combination of treatment at the rate of manure 5 t/ha and mycorrhizae 3 g/planting hole, this production is higher 3,83 t/ha it is equal with 31,31 % compared to control. Manure only significantly increase phosphorus that contain at corn cob. Mycorrhizae only significantly increasing available of soil phosphorus.

Keywords: Sweet corn, mycorrhiza, manure, P-available, P-uptake.

PENDAHULUAN

Ultisol merupakan tanah tua yang miskin secara kimia khususnya ketersediaan fosfor (Munir, 1995). Walau tergolong kedalam tanah tua yang kurang subur, tanah ini masih mempunyai potensi yang cukup baik untuk dijadikan sebagai lahan pertanian. Untuk memanfaatkan tanah ini sebagai lahan produksi pertanian diperlukan pola paket teknologi yang dapat memperbaiki ketersediaan fosfor dan perbaikan kondisi tanah lainnya.

Pupuk kandang pada dasarnya memberikan berbagai manfaat dalam memperbaiki kondisi tanah secara keseluruhan baik sifat-sifat: kimia, fisika dan biologinya. Pupuk kandang sebagai bahan organik yang diaplikasikan ke dalam tanah dapat memperbaiki sifat fisika tanah seperti agregasi tanah (Mustoyo, 2013) dan kadar air tanah (Lumbanraja dan Harahap, 2015) maupun kondisi tanah lainnya, seperti: kadar unsur hara dan KB, bahkan KTK tanah, sedangkan Sajar, (2022) mengutarakan pupuk kandang memberi perbaikan terhadap beberapa sifat kimia tanah yang dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman. Aplikasi pupuk kandang juga akan memperbaiki sifat biologi tanah dengan meningkatkan berbagai aktivitas mikrobia didalam tanah mulai dari sebagai sumber nutrisi bagi mikrobia dan berbagai fungsi lainnya. Meningkatnya aktivitas mikrobia tanah, selain akan memperbaiki sifat biologi tanah itu sendiri, aktivitas mikrobia dalam tanah menjadi penyumbang terhadap apa yang sering dikenal dengan berbagai bahan sekresi yang sangat bermanfaat dalam mendukung agregasi tanah. Tentunya kondisi agregasi dimaksud akan memberi berbagai dampak perbaikan kondisi ekosistem tanah bagi perakaran tanaman usaha. Sebagai akibat dari agregasi tanah yang semakin baik tersebut maka akan tercipta aerasi tanah yang lebih baik dan yang bermanfaat bagi perakaran tanaman. Perbaikan kondisi lingkungan perakaran tanaman sebagai akibat dari perbaikan agregasi yang terjadi akan memberikan manfaat yang berdampak positif berantai lainnya. Sebagai pengaruh dari terjadinya perbaikan kondisi lingkungan perakaran tanaman yang membaik maka tentunya akar tanaman akan menyumbangkan *exudate* akar yang bertambah kedalam tanah yang juga akan dapat berfungsi untuk memperbaiki kondisi tanah itu sendiri sebagai media tumbuh tanaman.

Mikoriza berasal dari bahasa Yunani 'mushroom' (jamur) dan 'root' (akar) Lepp Heino (2012). Mikoriza yang sering juga disebut Vesicular-arbuscular Mycorrhizae (disingkat dengan VAM) merupakan hubungan simbiotik mutualistik antara jamur tanah dan tanaman. Fungsi mikoriza yang diperoleh atas dasar berbagai penelitian yang telah dilakukan adalah untuk meningkatkan pengambilan fosfor ; mencegah penyerapan garam yang berlebihan dan bahkan dapat mencegah penyerapan unsur toksik; meningkatkan penyerapan air; melindungi tanaman dari penyakit yang timbul dari dalam tanah maupun nematoda (Sabrina, 2014). Bahkan Davies (2013) mengutarakan selain membantu dalam pengambilan fosfor, mychorriza juga aktif dalam membantu penyerapan unsur hara yang immobil. Selain itu ditambahkan bahwa penggunaan mikoriza dapat menurunkan penggunaan pupuk dan juga air irigasi. Dijelaskan bahwa peningkatan penyerapan fosfor oleh tanaman adalah dengan cara perluasan wilayah tanah yang dijelajah oleh hipa mikoriza sehingga pergerakan fosfor mencapai akar tanaman akan menjadi lebih cepat dan juga terjadinya perlarutan fosfor sebagai pengaruh dari pelepasan asam-asam organik dan enzim pospatase dari mikoriza turut mendukung. Dari Hasil penelitian sebelumnya diperoleh bahwa pemberian pupuk hayati mikoriza hingga setara dengan 1,2 t/ha tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman kacang tanah yang diamati hingga tanaman berumur delapan minggu, tetapi memberikan pengaruh yang nyata terhadap hasil biji kacang tanah (Lumbanraja, dkk., 2022). Peneliti lain Wahyuni, dkk., (2019) mengutarakan aplikasi pupuk hayati mikoriza meningkatkan bobot akar tanaman.

Produksi jagung manis di Indonesia masih tergolong rendah sekitar 8,31 ton tongkol basah per hektar sedangkan potensi hasil masih bisa ditingkatkan hingga 18 ton tongkol basah per hektar Meriati, (2019). Kenyataan ini merupakan bukti bahwa produksi jagung manis masih memungkinkan ditingkatkan. Untuk meningkatkan produksi jagung manis ini tentunya diperlukan pencarian pola teknologi yang tepat untuk diterapkan dalam memperbaiki kondisi tanah tempat pertanaman.

Atas dasar pertimbangan kondisi tanah yang digunakan, dibandingkan dengan fungsi atau manfaat yang akan diberikan pupuk kandang dan mikoriza yang ternyata akan sangat mendukung dalam peningkatan daya dukung tanah ultisol agar dapat dikembangkan menjadi lahan produksi bagi tanaman jagung manis. Setidaknya ada dua masalah utama dalam penggunaan tanah ultisol yang digunakan, pertama secara fisika masalah dalam kapasitas pegang air tanah yang relative kurang baik, sebagai mana diutarakan Munir (1995). Yang kedua, secara kimia ketersediaan unsur hara tanaman

terutama P bagi tanaman pada tanah ini tergolong rendah mutlak harus diperbaiki. Atas dasar uraian ini tergambar urgensi pengujian penggunaan pupuk kandang dan pupuk hayati mikoriza pada ultisol simalingkar untuk meningkatkan kesesuaiannya dalam mendukung pertanaman jagung manis. Dalam upaya memenuhi kebutuhan fosfor dan berbagai kebutuhan permaikan dimaksud maka akan dilakukan pengujian aplikasi pupuk kandang dan mikoriza untuk meningkatkan daya dukung produksi bagi tanaman jagung manis. Untuk memperoleh tingkat aplikasi pupuk kandang dan pupuk hayati mikoriza optimum baik sebagai perlakuan tunggal maupun interaksinya dalam meningkatkan fosfor tersedia tanah, serapan fosfor tanaman dan produksi jagung manis (*Zea mays saccharata* L.) pada ultisol simalingkar dilakukan lah penelitian ini dengan hasil sebagaimana diuraikan dalam hasil penelitian ini.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di porlak Universitas HKBP Nommensen Medan, Kecamatan Medan Tuntungan, Desa Simalingkar B berada pada ketinggian \pm 33 meter di atas permukaan laut (m dpl), keasaman (pH) tanah 5,5-6,5, jenis tanah Ultisol, tekstur tanah lempung berpasir (Lumbanraja, 2000).

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: pupuk kandang sapi, pupuk mikoriza vesikula arbuskula, pupuk NPK (sebagai pupuk dasar), Furadan 3G, Ridomil 3G, Fungisida Dithane M-45, Insektisida Sevin 85 SP, air, dan benih jagung manis *secada F1*.

Metode Penelitian

Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok faktorial dengan dua faktor meliputi: Pupuk kandang sapi (P) terdiri dari 3 taraf, yaitu: $P_0 = 0$ g/petak; $P_1 = 2250$ g/petak setara 5 ton/ha; $P_2 = 4500$ g/petak setara 10 ton/ha, serta Mikoriza (M) terdiri dari 4 taraf, yaitu: $M_0 = 0$ g/petak; $M_1 = 60$ g/petak setara dengan 133,33 kg/ha; $M_2 = 120$ g/petak setara dengan 266,66 kg/ha; $M_3 = 180$ g/petak setara dengan 400 kg/ha.

Jumlah tanaman per petak tanam adalah sebanyak 20 tanaman. Setiap perlakuan diulang tiga kali. Hasil analisis sidik ragam yang berbeda nyata pengaruhnya dilanjutkan dengan uji jarak Duncan. Untuk keperluan pengujian dilakukan pengamatan pengaruh perlakuan terhadap: tinggi tanaman, diameter batang, panjang tongkol tanpa kelobot, diameter tongkol tanpa kelobot, fosfor tersedia tanah, produksi jagung manis, dan kadar fosfor tongkol jagung manis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian sebagaimana tertera pada Tabel 1 hingga Tabel 4 berikut yang menyajikan data tentang pengaruh perlakuan pupuk kandang sapi dan mikorhiza terhadap tinggi tanaman, diameter batang, panjang tongkol, diameter tongkol, fosfor tersedia tanah, produksi tongkol dan serapan fosfor tongkol jagung manis pada ultisol simalingkar, yang dalam hal ini memberi pengaruh yang bervariasi terhadap masing-masing parameter yang diamati. Pengaruh dimaksud terjadi pada kedua fase pertumbuhan tanaman jagung manis, baik pada saat fase vegetatif maupun pada saat tanaman dalam kondisi fase generatif. Masing-masing pengaruh tersebut lebih lanjut dan detail diuraikan secara terpisah menurut uraian pada parameter pengamatan terkait.

Tinggi Tanaman Jagung Manis

Sebagaimana terlihat pada hasil penelitian pada Tabel 1 tersebut, bahwa perlakuan secara tunggal maupun kombinasinya tidak memberi pengaruh yang nyata terhadap parameter pengamatan tinggi tanaman dari awal pertumbuhan hingga pada tanaman berumur 8 MST. Berbeda halnya dengan parameter diameter batang tanaman sebagaimana terlihat pada Tabel 2, terjadi pengaruh yang signifikan terhadap diameter batang jagung manis pada umur tanaman dari 4 MST hingga saat tanaman berumur 5 MST.

Tabel 1. Pengaruh Pupuk Kandang dan Mikoriza terhadap Pengamatan Tinggi Jagung Manis Umur 8 MST.

Pupuk Kandang Sapi (t/ha)	Mikoriza g/tanaman (setara dengan Kg/ha)				Rataan
	M ₀ = 0 g (0 kg/ha)	M ₁ = 3 g (133,33 kg/ha)	M ₂ = 6 g (266,66 kg/ha)	M ₃ = 9 g (400,00 kg/ha)	
S ₀ (0)	231.00	243.22	243.33	252.44	242.50
S ₁ (5)	234.99	249.67	257.55	260.11	250.58
S ₂ (10)	248.11	256.44	256.22	255.56	254.08
Rataan	238.03	249.78	252.37	256.04	tn

Keterangan: Angka-angka yang tidak diikuti oleh huruf tidak berpengaruh nyata pada uji F dan tidak dilanjutkan dengan Uji Duncan.

Diameter Batang Jagung Manis

Data pada Tabel 2 tersebut memperlihatkan bahwa pengaruh yang nyata bahkan sangat nyata adanya pengaruh pemberian terhadap diameter batang tanaman jagung manis sebagai dampak dari pemberian pupuk hayati mikoriza, sedangkan pemberian pupuk kandang tidak memberikan pengaruh yang nyata. Hal ini menggambarkan bahwa pengaruh aplikasi pupuk hayati mikoriza lebih dominan memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan diameter batang tanaman jagung manis. Besarnya pengaruh aplikasi pupuk hayati mikorhiza terhadap peningkatan pertumbuhan diameter batang pada umur 4 MST ini ditunjukkan pada Gambar 1.

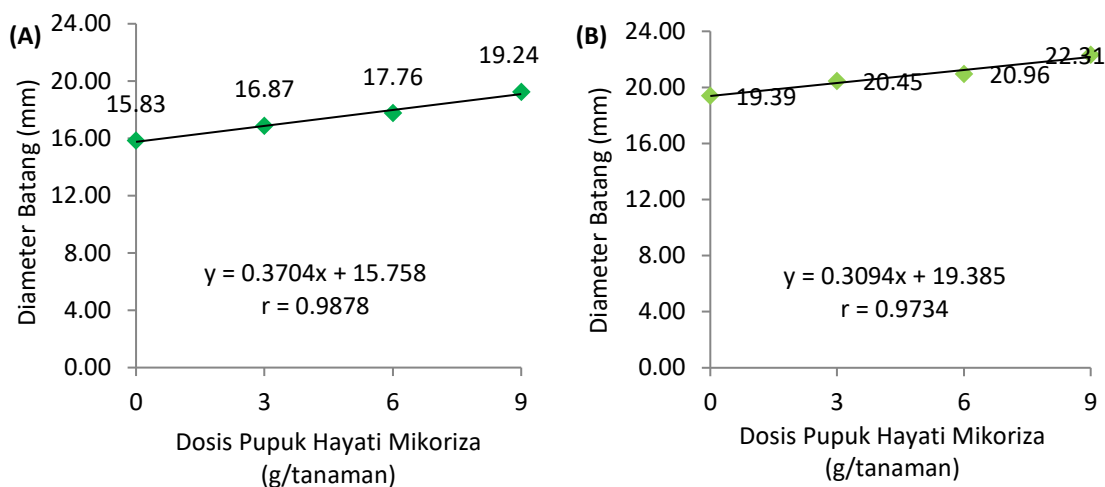
Tabel 2. Pengaruh Pupuk Kandang dan Mikoriza terhadap Pengamatan Diameter Batang Jagung Manis pada Umur 4 dan 5 MST (cm)

Pupuk Kandang Sapi (t/ha)	Mikoriza g/tanaman (setara dengan Kg/ha)				Rataan
	M ₀ = 0 g (0 kg/ha)	M ₁ = 3 g (133,33 kg/ha)	M ₂ = 6 g (266,66 kg/ha)	M ₃ = 9 g (400,00 kg/ha)	
Diameter Batang Jagung Manis pada Umur 4 MST (cm)					
S ₀ (0)	16.33	14.44	16.33	19.66	16.69
S ₁ (5)	14.84	17.44	18.39	20.67	17.84
S ₂ (10)	16.33	18.72	18.56	17.39	17.75
Rataan	15.83 aA	16.87 aAB	17.76 abAB	19.24 bB	
Diameter Batang Jagung Manis pada Umur 5 MST (cm)					
S ₀ (0)	18.78	17.89	20.66	22.50	19.96
S ₁ (5)	17.72	20.45	20.56	23.44	20.54
S ₂ (10)	21.67	23.00	21.66	21.00	21.83
Rataan	19.39 aA	20.45 abAB	20.96 abAB	22.31 bB	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom atau baris yang sama berbeda nyata pada taraf $\alpha = 0,05$ (huruf kecil) dan $\alpha = 0,01$ (huruf besar) berbeda sangat nyata berdasarkan Uji Duncan.

Gambar 1 memperlihatkan bahwa pemberian mikoriza masih bersifat linier meningkatkan diameter batang pada umur 4 MST dan 5 MST hingga pemberian aplikasi tertinggi setara dengan dosis 400 kg/ha dengan persamaan yang tertera pada gambar tersebut. Besarnya pengaruh aplikasi pupuk hayati mikorhiza terhadap peningkatan pertumbuhan diameter batang tanaman jagung manis pada umur 5 MST sebagaimana terlihat pada Gambar 1, berbeda dengan pengaruh perbedaan pada umur 4 MST, besarnya pertambahan diameter batang yang terjadi adalah lebih pesat dibandingkan terhadap pertambahan diameter batang pada saat tanaman jagung manis berumur 4 MST. Semakin besarnya pertambahan diameter batang tanaman jagung manis pada umur tanaman 5 MST dibandingkan terhadap saat tanaman berumur 4 MST tentu ada hubungannya dengan kondisi perakaran tanaman yang sudah lebih berkembang dengan bertambahnya umur tanaman. Bertambahnya cakupan atau jangkauan akar

tanaman dengan bertambahnya umurnya tentunya memperbesar juga penyerapan hara dan air maupun udara tanah, yang pada akhirnya meningkatkan dan memperbesar laju pertumbuhan tanaman yang dalam hal ini parameter diameter batang jagung manis.



Gambar 1. Hubungan Dosis Pupuk Hayati Mikoriza Terhadap Diameter Batang Jagung Manis Pada Umur (A) 4 MST dan (B) 5 MST.

Hasil pengamatan kedua parameter ini (tinggi tanaman dan diameter batang tanaman jagung manis) membuka pintu kepada suatu pertanyaan bagaimana terjadi pengaruh yang berbeda pada suatu tanaman yang sama. Perbedaan pengaruh dimaksud adalah antara penambahan pada tinggi tanaman yang tidak nyata, sedangkan terhadap diameter batang tanaman jagung manis terjadi penambahan yang secara statistik nyata. Hal ini membuktikan bahwa ada perbedaan laju pertumbuhan pembesaran lingkaran batang dengan tinggi tanaman. Karena sebagaimana terlihat pada Tabel 4 tentang ketersediaan P tanah sebagai pengaruh dari aplikasi pupuk hayati mikoriza, besar kemungkinan bahwa perkembangan lingkaran diameter batang jagung ini erat kaitannya dengan terjadinya perbedaan kadar P tanah yang dengan demikian akan mengakibatkan perbedaan serapan P tanaman, sebagai akibat dari kondisi perakaran tanaman yang lebih baik dengan adanya pupuk hayati mikoriza. Sebagaimana terlihat dari hasil analisis ketersediaan P tanah yang membuktikan bahwa P tertinggi tanah terjadi pada saat aplikasi pupuk hayati mikoriza tertinggi. Hal ini dapat juga dilihat pada Tabel 2 yang menunjukkan bahwa diameter batang terbesar dalam penelitian ini bersamaan dengan saat pemberian atau aplikasi bahan pupuk hayati mikoriza tertinggi. Hal ini dapat dijelaskan bahwa pertumbuhan tinggi tanaman jagung adalah atas dasar jumlah buku tanaman dan cenderung merupakan pengaruh genetik yang artinya hampir tidak dipengaruhi lingkungan, sebaliknya dengan pertumbuhan lingkaran batang lebih dipengaruhi oleh lingkungan termasuk asupan fosfor. Dengan demikian terjawab sudah bagaimana terjadinya perbedaan pengaruh suatu perlakuan terhadap tinggi tanaman yang tidak terpengaruh secara nyata, sedangkan diameter batang mengalami pengaruh yang nyata pada tanaman pada usia 4 MST dan pada 5 MST.

Panjang Tongkol dan Diameter Tongkol Tanpa Kelobot Jagung Manis

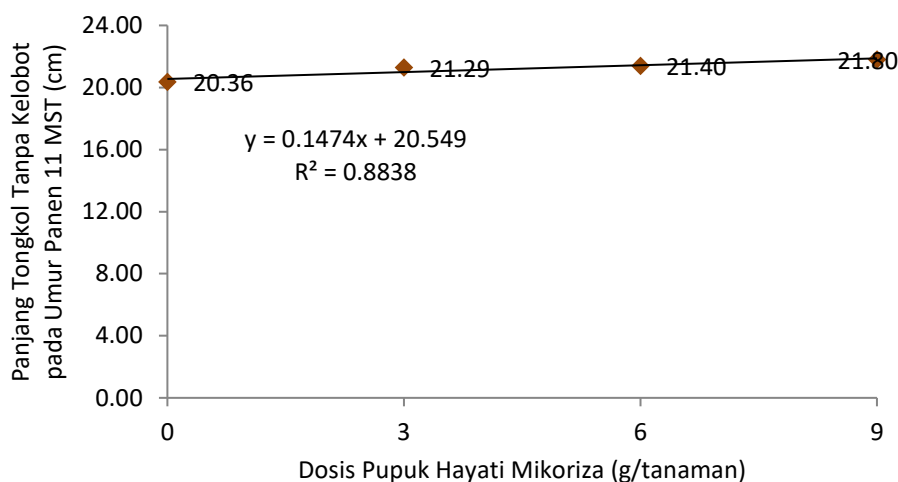
Data pada Tabel 3 memperlihatkan bahwa terhadap panjang tongkol jagung manis (cm) hanya dipengaruhi secara nyata, bahkan sangat nyata oleh aplikasi pupuk hayati mikoriza, sedangkan perlakuan pupuk kandang hanya berpengaruh dengan tidak nyata saja. Berbeda halnya dengan diameter tongkol tanpa kelobot, data pengamatan pada Tabel 3 tersebut memperlihatkan baik pupuk kandang maupun pupuk hayati mikoriza secara perlakuan tunggal memberi pengaruh yang nyata dan sangat nyata. Tetap sebagaimana fungsi dari aplikasi pupuk hayati mikoriza diharapkan terjadi perluasan cakupan atau jangkauan akar tanaman dengan bantuan dari *micelia* mikoriza sehingga dengan demikian penyerapan hara air dan lainnya yang dibutuhkan tanaman menjadi bertambah. Hal tersebut membuktikan bahwa baik pada saat tanaman pada kondisi vegetatif maupun pada saat tanaman berada pada fase generatif, terbukti bahwa pengaruh aplikasi pupuk hayati mikoriza kedalam tanah terbukti masih berfungsi efektif terhadap kondisi tanaman jagung manis.

Tabel 3. Pengaruh Pupuk Kandang dan Mikoriza Terhadap Panjang Tongkol (cm) dan Diameter Tongkol (mm) Tanpa Kelobot Jagung Manis pada Umur 11 MST

Pupuk Kandang Sapi (t/ha)	Mikoriza g/tanaman (setara dengan Kg/ha)				Rataan
	M ₀ = 0 g (0 kg/ha)	M ₁ = 3 g (133,33 kg/ha)	M ₂ = 6 g (266,66 kg/ha)	M ₃ = 9 g (400,00 kg/ha)	
Panjang Tongkol Tanpa Kelobot Jagung Manis pada Umur 11 MST (cm)					
S ₀ (0)	19.87	21.22	21.37	21.62	21.02
S ₁ (5)	20.39	21.45	21.55	21.72	21.28
S ₂ (10)	20.83	21.19	21.28	22.06	21.34
Rataan	20.36 AA	21.29 bAB	21.40 bB	21.80 bB	
Diameter Tongkol Tanpa Kelobot Jagung Manis pada Umur 11 MST (mm)					
S ₀ (0)	47.28	50.35	49.90	51.43	49.74 a
S ₁ (5)	47.52	50.76	52.13	52.19	50.65 ab
S ₂ (10)	49.07	51.76	51.20	52.51	51.14 b
Rataan	47.96 aA	50.96 bB	51.08 bB	52.04 bB	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom atau baris yang sama berbeda nyata pada taraf $\alpha = 0,05$ (huruf kecil) dan $\alpha = 0,01$ (huruf besar) berbeda sangat nyata berdasarkan Uji Duncan.

Hasil pengamatan parameter panjang tongkol sebagai pengaruh dari aplikasi atau pemberian pupuk hayati mikoriza tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Hubungan Dosis Pupuk Hayati Mikoriza Terhadap Panjang Tongkol Tanpa Kelobot Jagung Manis Pada Umur 11 MST.

Terlihat pada pengaruh ini terlihat dengan jelas bahwa setiap peningkat jumlah aplikasi pupuk hayati mikoriza memberikan pengaruh yang meningkat pula terhadap variable panjang tongkol jagung manis tersebut. Hasil terbaik terjadi pada saat aplikasi atau pemberian pupuk hayati mikoriza sebesar 9 g per lobang tanam atau setara dengan aplikasi pupuk hayati 400 kg/ha. Hal ini dapat dijelaskan sebagai pengaruh pemberian pupuk hayati mikoriza tersebut dapat memberi pengaruh yang bersifat memperbaiki pertumbuhan tanaman jagung manis tersebut. Sebagaimana diutarakan bahwa pupuk hayati mikoriza dapat memperluas cakupan akar tanaman dengan mantuan *micelia* dari mikoriza tersebut yang berfungsi memperpanjang jangkauan akar tanaman untuk memperoleh air, udara dan unsur hara tanaman terutama serapan P tanaman.

Pengaruh perlakuan terhadap parameter pengamatan ini memperlihatkan bahwa terjadi pengaruh yang bervariasi terhadap variable parameter yang diamati baik pada tingkat masa pertumbuhan vegetatif tanaman jagung manis maupun saat tanaman sudah berada pada fase generatif, sebagaimana telah diuraikan pada berbagai uraian diatas. Terlihat dari hasil interpretasi data yang dihasilkan dalam penelitian ini bahwa perbedaan besar kecil pengaruh yang diberikan setiap taraf perlakuan pada masing-

masing variable yang diamati pada penelitian ini tentunya akan berbeda besar pengaruh yang dialami tanaman. Perbedaan dimaksud tentunya terjadi dengan tidak terbantahkan sebagai akibat dari kondisi perakaran tanaman pada masa fase vegetatif tentunya masih agak terbatas, dibandingkan dengan kondisi perakaran tanaman pada masa fase generatif tanaman atau cakupan akar saat masa fase pertumbuhan lebih kecil dari pada cakupan akar tanaman pada masa fase generatif. Perbedaan kondisi perakaran tanaman pada fase vegetatif dan generatif tersebut menimbulkan kondisi penyerapan hara dan air bagi tanaan tentunya akan berbeda pula, sehingga pada akhirnya diperoleh perbedaan tingkat perkembangan yang dialami oleh tanaman yang digunakan sebagai indikator pada penelitian ini.

Fosfor Tersedia Tanah, Proruksi Tongkol, dan Serapan Fosfor Tongkol Jagung Manis

Data yang disajikan pada Tabel 4 yang meliputi P tersedia tanah, hasil tongkol dan serapan P tongkol jagung manis, terlihat bahwa aplikasi pupuk kandang sapi berpengaruh nyata terhadap peningkatan serapan fosfor tongkol jagung manis dan berpengaruh sangat nyata terhadap peningkatan produksi tongkol jagung manis, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap fosfor tersedia tanah pada ultisol simalingkar. Pada penelitian ini diperoleh bahwa penigkatan aplikasi pupuk kandang sapi setara dengan 10 t/ha meningkatkan kadar fosfor tongkol jagung manis hanya meningkat sebesar 0,14 ppm. Dengan peningkatan ini ternyata peningkatasn hasil tongkol jagung manis meningkat dengan sangat nyata dengan kisaran peningkatasn produksi tongkol jagung manis sebesar 6,11 hingga 6,95 %.

Tabel 4. Pengaruh Pupuk Kandang dan Mikoriza terhadap Fosfor Tersedia Tanah, Proruksi Tongkol, dan Serapan Fosfor Tongkol Jagung Manis.

Pupuk Kandang Sapi (t/ha)	Mikoriza g/tanaman (setara dengan Kg/ha)				Rataan
	M ₀ = 0 g (0 kg/ha)	M ₁ = 3 g (133,33 kg/ha)	M ₂ = 6 g (266,66 kg/ha)	M ₃ = 9 g (400,00 kg/ha)	
Kadar Fosfor Tersedia dalam Tanah (ppm)					
S ₀ (0)	0.13	0.13	1.16	1.95	0.84
S ₁ (5)	2.72	0.44	1.67	6.91	2.94
S ₂ (10)	3.03	0.13	2.69	1.98	1.96
Rataan	1.96 ab	0.23 a	1.84 ab	3.61 b	
Hasil Tongkol (t/ha)					
S ₀ (0)	12.23 a	14.40 bc	14.83 bc	15.47 c	14.23
S ₁ (5)	13.42 b	16.06 c	15.60 c	15.79 c	15.22
S ₂ (10)	14.39 bc	15.37 c	15.39 c	15.25 c	15.10
Rataan	13.35	15.28	15.27	15.50	
Serapan Fosfor Tongkol Jagung Manis (ppm)					
S ₀ (0)	164.10	164.13	168.48	160.33	164.26 ab
S ₁ (5)	158.69	161.79	161.61	158.03	160.03 a
S ₂ (10)	167.07	162.21	163.50	164.82	164.40 b
Rataan	163.28	162.71	164.53	161.06	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom atau baris yang sama berbeda nyata pada taraf $\alpha = 0,05$ (huruf kecil) dan $\alpha = 0,01$ (huruf besar) berbeda sangat nyata berdasarkan Uji Duncan.

Pupuk kandang sapi mengandung unsur hara yang diperlukan tanaman (University of California, 2010), sebagai limbah ternak banyak mengandung unsur hara makro seperti nitrogen (N), fospat (P₂O₅), kalium (K₂O) dan air (H₂O). Peningkatan P tanah juga terjadi dengan aplikasi pupuk kandang ayam sebagaimana diutarakan oleh Sajar (2022). Dalam limbah ini juga terkandung unsur hara makro lainnya seperti Kalsium (Ca), magnesium (Mg) dan beberapa unsur hara mikro seperti tembaga (Cu), mangan (Mn), dan boron (Bo) dan bahan ini mampu memperbaiki berbagai sifat fisika tanah (Bioorganicfertilizer, 2011). Sapi muda hanya mampu menyerap 20 % saja dari nutrisi makanan yang dikonsumsi, tentunya sisanya akan terbawa pada bahan-bahan sekresinya, pada pengamatan yang dilakukan dari 1000 sapi dengan rata-rata bahan kering kotorannya sekitar 15,000 kg terkandung 900 kg nitrogen, 122 kg fosfor, dan 272 kg kalium (Cole, *et al*, 2007).

Sebagai limbah kotoran hewan, sebagaimana telah diutarakan dalam uraian sebelumnya pupuk kandang sapi menjadi sumber berbagai unsur hara yang diperlukan tanaman seperti nitrogen (N), fosfat (P_2O_5), kalium (K_2O). Selain mengandung berbagai unsur hara tersebut di atas dalam limbah ini juga terkandung unsur hara makro lainnya seperti Kalsium (Ca), magnesium (Mg) dan juga beberapa unsur hara mikro seperti tembaga (Cu), mangan (Mn), dan boron (Bo) dan bahan ini mampu memperbaiki berbagai sifat fisika tanah (Bioorganicfertilizer, 2011). Selain itu tentunya pada saat proses penguraian pukan sapi tersebut mikrobia pengurai dalam proses dekomposisi tersebut mengeluarkan berbagai senyawa antara yang dikenal dengan asam-asam organik, bahkan juga ada berbagai hormon. Semua bahan-bahan tersebut juga bisa menggiatkan aktivitas organisma dalam tanah. Sedikit banyak bahan-bahan hasil ikutan proses dekomposisi pukan tersebut juga memberi berbagai pengaruh terhadap seluruh sifat tanah; fisika, kimia maupun biologi. Perbaikan sifat fisika tanah dimaksud meliputi perbaikan agregat tanah yang pada gilirannya mampu memperbaiki tata udara atau aerasi tanah dan meningkatkan kapasitas pegang air tanah. Semuanya pengaruh ini pada akhirnya akan mampu berfungsi memperbaiki pertumbuhan tanaman melalui pengaruhnya terhadap tata air dan udara tanah yang semakin baik tadi sebagai pengaruh dari pemberian pupuk kandang tersebut.

Pada akhirnya bahan organik yang telah diuraikan oleh mikrobia akan melepaskan berbagai nutrisi tanaman yang dalam proses tersebut diatas saat penguraian bahan organik yang dilakukan oleh mikrobia, juga turut dihasilkan bahan yang dapat melekat berupa bahan polisakarida yang lebih dikenal dengan sebutan eksudat akar yang dapat merekatkan partikel butir-butir tanah menjadi suatu kesatuan yang dikenal dengan agregat tanah. Pupuk kandang mengandung juga sejumlah besar populasi bakteri, actinomisetes, jamur sehingga meningkatkan jumlah populasi mikrobia ini berlipat ganda di dalam tanah (Bioorganicfertilizer, 2011) hal ini dapat dimengerti, karena memang dalam isi rumen terdapat kelompok bakteri, satu diantaranya adalah bakteri selulolitik (Sutrisno, 2013). Selain berbagai hal yang telah diutarakan perlu disadari bahwa ternyata berbagai proses dalam tanah seperti fiksasi nitrogen, pelarutan fosfor dalam tanah meningkat sesuai dengan meningkatnya aktivitas mikrobia (Bioorganicfertilizer, 2011). Idealnya kandungan bahan organik tanah tidak boleh kurang dari 5% (Bipnewsroom, 2009).

Mikoriza sebagai perlakuan tunggal hanya meningkatkan fosfor tersedia tanah dengan nyata dan meningkatkan tongkol jagung manis dengan sangat nyata, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap serapan fosfor tongkol tanaman jagung manis pada ultisol simalingkar. Fosfor tersedia tanah naik 1,65 ppm (setara dengan kenaikan 84,18% dari kadar fosfor dengan perlakuan kontrol). Dengan peningkatan fosfor tersedia tanah sebesar ini, data menunjukkan dapat meningkatkan hasil tongkol jagung manis hingga sangat nyata dengan produksi hingga (15,50 t/ha). Produksi ini lebih tinggi dari produksi tongkol jagung manis dengan perlakuan kontrol hingga 3,83 t/ha setara dengan peningkatan 31,31 % hasil tongkol jagung manis.

Sebagaimana telah diutarakan sebelumnya bahwa yang diharapkan dari kegunaan pemberian mikoriza kedalam tanah adalah untuk mendapatkan perluasan cakupan akar tanaman dalam upaya menyerap air maupun unsur hara bagi tanaman dengan bantuan hypha atau miselia jamur tersebut. Oleh sebab itu jika ada yang melakukan penelitian tentang aplikasi mikoriza dalam *polybag* sudah menjadi suatu kesalahan fatal dalam metoda ujinya. Karena justru dengan bantuan *micelia* mikoriza tersebutlah terjadi manfaat yang diharapkan. Dengan bantuan perpanjangan meseliana membantu akar tanaman sehingga memperluas cakupan akar tanaman untuk memperoleh unsur hara dan air di dalam tanah. Atas dasar berbagai penelitian terdahulu yang telah dilakukan diketahui bahwa fungsi miselia tersebut dapat membantu akar tanaman untuk meningkatkan pengambilan fosfor; mencegah penyerapan garam yang berlebihan dan bahkan dapat mencegah penyerapan unsur toksik; meningkatkan penyerapan air; melindungi tanaman dari penyakit yang timbul dari dalam tanah maupun nematoda (Sabrina, 2014). Dan lebih dari itu sebagaimana telah diutarakan Davies (2013) bahwa selain membantu dalam pengambilan fosfor, mikoriza juga aktif dalam membantu penyerapan unsur hara yang immobil. Hal ini sebagai bukti adanya berbagai cara jamur mikoriza ini memberi manfaat bagi tanaman dengan bantuan miseliana. Selain itu ditambahkan juga bahwa penggunaan mikoriza dapat menurunkan penggunaan pupuk dan juga air irigasi. Dijelaskan bahwa peningkatan penyerapan fosfor oleh tanaman adalah dengan cara perluasan wilayah tanah yang dijelajah oleh hypha mikoriza sehingga pergerakan fosfor mencapai akar tanaman akan menjadi lebih cepat dan juga terjadinya pelarutan fosfor sebagai pengaruh dari pelepasan asam-asam organik dan enzim pospatase dari mikoriza turut mendukung proses peningkatan penyerapan unsur tersebut.

Interaksi pupuk kandang dan mikorhiza secara uji statistik memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan hasil tongkol jagung manis, sedangkan terhadap parameter fosfor tersedia tanah dan serapan fosfor tongkol jagung manis tidak berpengaruh nyata. Hasil produksi tongkol dalam ton per

hektar terlihat bahwa dengan aplikasi perlakuan kombinasi memberikan hasil tertinggi (sebesar 16,06). Hasil ini terjadi pada perlakuan kombinasi antara pemberian pupuk kandang setara dengan 5 t/ha dengan pemberian mikorhiza 3 g/lobang tanam. Jika dibandingkan terhadap hasil produksi tongkol jagung manis baik oleh pengaruh tunggal pemberian pupuk kandang (dengan hasil tertinggi sebesar 15,10 t/ha) yang diperoleh saat pemberian pupuk kandang setara dengan 10 t/ha, maupun terhadap perlakuan tunggal mikorhiza dengan hasil tertinggi sebesar (15,50 t/ha) saat aplikasi mikorhiza setara dengan 9 g/lobang tanam. Tanpa pemberian perlakuan terlihat bahwa hasil produksi tongkol jagung manis sebesar 12,23 t/ha. Pada aplikasi pupuk kandang sapi setara dengan 10 t/ha hanya meningkatkan hasil tongkol jagung manis sebesar 2,87 t/ha setara dengan kenaikan 23,46%, sedangkan pada aplikasi mikorhiza tertinggi dengan 9 g/lobang tanam hasil hanya meningkat sebesar 3,27 t/ha setara dengan kenaikan 26,73%.

Hasil ini jelas menggambarkan bahwa jika kita bandingkan dengan hasil tertinggi yang dapat dicapai dengan aplikasi pupuk kandang setara dengan 5 t/ha dan mikorhiza 3 g/lobang (setara dengan aplikasi pupuk hayati mikoriza 133,33 kg/ha), yang memberikan hasil tanam dengan hasil tongkol jagung manis tanpa kelobot sebesar 16,06 t/ha yang berarti meningkat sebesar 3,83 t/ha setara dengan peningkatan 31,31 % hasil tongkol jagung manis pada perlakuan kontrol. Perlakuan pupuk kandang saja yang walaupun dosis aplikasinya sudah menjadi dua kali lipat (naik 100 %) hasil yang dicapai dengan perlakuan kombinasi tetap lebih baik yaitu naik sebesar 0,96 t/ha setara dengan 6,35% dari perlakuan pupuk kandang setara dengan 10 t/ha dan 7,84% naik dari kontrol. Pelipatgandaan jumlah aplikasi pupuk kandang sapi (dari setara 5 t/ha menjadi 10 t/ha, kenaikan 100%) hanya mampu meningkatkan hasil tongkol jagung manis sebesar 7,84% dari kontrol. Begitu juga dengan perlakuan mikorhiza, peningkatan pemberian mikoriza sampai dengan tiga kali lipat (9 g/lobang tanam setara dengan aplikasi pupuk hayati 400 kg/ha) dengan produksi tongkol jagung manis (15,50 t/ha) juga hasil kombinasi 16,06 g t/ha tetap lebih unggul, hasil ini lebih tinggi sebesar 0,56 t/ha yaitu setara dengan 3.61% lebih tinggi.

Dari uraian diatas hasil penelitian ini memberi penjelasan bahwa aplikasi pupuk kandang yang walaupun berpengaruh tidak nyata, namun menunjukkan bahwa aplikasi bahan tersebut pada berbagai taraf dosis aplikasi yang diuji tetap memberi kontribusi pengaruh terhadap hasil produksi jagung manis. Selain itu terbukti bahwa aplikasi pupuk kandang sapi berpengaruh nyata terhadap serapan P tongkol tanaman jagung manis. Hal lain yang perlu dicatat dari hasil penelitian ini adalah bahwa aplikasi pupuk kandang sapi memberi pengaruh memperbesar serapan P tongkol jagung manis, sedangkan aplikasi pupuk hayati mikoriza nyata memberikan peningkatas ketersediaan P pada tanah ultisol simalingkar. Sebagaimana diketahui bahwa salah satu masalah yang dihadapi dalam pemanfaatan tanah ultisol untuk pertanian adalah ketersediaan P tanah bagi tanaman usaha. Namun dari hasil tersebut terlihat dari data yang ada, bahwa aplikasi pupuk hayati mikoriza yang secara uji statistik memberikan pengaruh yang nyata, merupakan suatu teknologi penanganan tanah ultisol yang diuji dapat menjadi suatu alternatif dalam penangan tanah bermasalah untuk meningkatkan hasil produksi jagung manis. Sebagaimana terbukti juga yang dapat kita lihat pada data Tabel 4, pupuk hayati mikoriza mampu meningkatkan ketersediaan P tanah ultisol simalingkar dengan nyata. Secara keseluruhan dari hasil penelitian ini membuktikan bahwa aplikasi pupuk kandang sapi dan pemberian pupuk hayati mikoriza pada tanah ultisol simalingkar merupakan suatu perpaduan teknologi penanganan tanah ultisol yang tepat. Terbukti bahwa aplikasi perlakuan tersebut memberi pengaruh yang saling mendukung dalam pengoptimalan pemanfaatan tanah ultisol. Dikatakan saling mendukung karena sebagaimana terlihat dari hasil penelitian bahwa aplikasi pupuk hayati yang dapat meningkatkan ketersediaan P tanah, namun pada saat analisis hasil terbukti bahwa pemberian pupuk kandang sapi yang memberi peran dalam meningkatkan penyerapan P pada bagian tongkol jagung manis. Bagaimana hal ini saling memberi peran yang saling melengkapi tentunya masih memerlukan penelitian yang lebih rinci dikemudian hari, dengan demikian hasil penelitian ini juga membuka jalan untuk melakukan penelitian yang lebih lengkap lagi dan mungkin multi disiplin.

KESIMPULAN

Hasil tertinggi didapat pada aplikasi pupuk kandang setara dengan 5 t/ha dan mikorhiza 3 g/lobang tanam dengan hasil tongkol jagung manis 16,06 t/ha yang berarti meningkat sebesar 3,83 t/ha setara dengan peningkatan 31,31 % hasil tongkol jagung manis pada perlakuan kontrol. Pupuk kandang sapi hanya berpengaruh nyata terhadap peningkatan serapan fosfor tongkol jagung manis tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap fosfortersedia tanah pada ultisol simalingkar. Mikoriza sebagai perlakuan tunggal hanya meningkatkan fosfor tersedia tanah dengan nyata tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap serapan fosfor tongkol tanaman jagung manis pada ultisol simalingkar.

DAFTAR PUSTAKA

- Bioorganicfertilizer. (2011). *Benefits of Using Compost*. <https://bioorganicfertilizer.wordpress.com/2011/11/19/organic-manure-for-nutrients-supply>. Diakses Agustus 2014.
- Bipnewsroom. (2009). *Deptan Dorong Penggunaan Pupuk Organik*. Available at: <http://bipnewsroom.info>. Diakses Maret 2015.
- Cole, A, M.S. Brown, and Vincent, H.V. (2007). *Beef Cattle: manure management*. Available at: <http://www.informaworld.com/smpp/title-content=t71317295>. Diakses Agustus 2014.
- Davies F.T. (2013). *Mycorrhizal Effects on Host Plant Physiology*. Texas A&M university. Available at: <http://aggie.horticulture.tamu.edu/faculty/davies/research/tissuculture/html>. Diakses: April 2013.
- Lepp H. 2012. *Mycorrhizas*. Available at: anbg-info@anbg.gov.au. Australian National Botanic Gardens and Australian National Herbarium, Canberra. Diakses: September 2013.
- Lumbanraja P. dan Erwin, M.H. (2015). *Perbaikan Kapasitas Pegang Air dan Kapasitas Tukar Kation Tanah Berpasir dengan Aplikasi Pupukkandang pada Ultisol Simalingkar*. Jurnal Pertanian Tropik USU, Vol.2, No.1. April 2015. (9) : 53- 67. ISSN Online No : 2356-4725.
- Lumbanraja P., Bangun T, Samse P, Leni, M. T. (2022). *Mikoriza dan Pupuk Kandang Sapi Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Kacang Tanah (Arachis hypogaea L.) pada Tanah Ultisol Simalingkar*. Wahana Inovaso VOLUME 11 No.1, Halaman: 77-82. JAN-JUNI 2022 ISSN : 2089-8592.
- Lumbanraja, P. (2000). *Pengaruh Pola Pengolahan Tanah dan pemberian Pupuk Kandang Sapi Terhadap Beberapa Sifat Fisik Tanah dan Produksi Tanaman Kedelai (Glycine max (L.) Merrill) Pada Tanah Ultisol Simalingkar*. Fakultas Pertanian. Universitas HKBP Nommensen. Medan.
- Meriati. (2019). *Pertumbuhan Dan Hasil Jagung Manis (Zea mays sacharata) PADA Pertanian Organik*. Jurnal Embrio. Vol 11 No 01 (2019). <https://ojs.unitas-pdg.ac.id/index.php/embrio/article/view/427> DOI: <https://doi.org/10.31317/embrio.v11i01.427>
- Munir, M.S. 1995. *Tanah-Tanah Utama Indonesia, Karakteristik, Klasifikasi dan Pemanfaatannya*. Pustaka Jaya.
- Mustoyo, Bistok H. S. dan Suprihati. (2013). *Pengaruh Dosis Pupuk Kandang terhadap Stabilitas Agregat Tanah Pada Sistem Pertanian Organik*. Aric. Vol. 25, No. 1, Desember 2013: 51-5
- Sabrina, T. (2014). *Mikoriza*. Sekolah Pascasarjana. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sajar S. (2022). *Pengaruh Aplikasi Pupuk Kandang Ayam dan Cangkang Telur Terhadap Sifat Kimia Tanah, Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (Glycine max L. Merrill)*. Agrium UMSU, Vol 25, No 2 (2022). <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/agrium/article/view/10526>
- Sutrisno. (2013). *Bakteri pada Rumen Sapi*. Available at: <http://bumiternak-beta.blogspot.com/2013/08/bakteri-pada-rumen.html>. Diakses Juni 2015.
- University of California. (2010). *Manure Technical Guide Series for Crop Management Professionals*. Available at: <http://manuremanagement.ucdavis.edu>. Diakses Agustus 2014.
- Wahyuni M., Muhammad M.G., Mariani S. (2019). *Pengaruh Warna Polibag, Aplikasi Mikoriza dan Pupuk P terhadap Perakaran Bibit Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.)*. Agrium UMSU Vol 22, No 2 Halaman: 86-93. Umsu. Medan.