

Pengaruh Agensia Bermanfaat dan Paket Pemupukan Magnesium, Boron dan Silikon terhadap Hasil dan Kualitas Buah Pisang Mas (*Musa acuminata* L.)

Effect of Beneficial Agents and Magnesium, Boron and Silicon Fertilizer Package to “Mas” Banana (*Musa acuminata* L.) Yield and Quality

Ramot Christian¹⁾, Eka Tarwaca Susila Putra²⁾, Siti Subandiyah³⁾

¹⁾ Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada

²⁾ Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada

³⁾ Departemen Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada

^{*)} Penulis untuk korespondensi E-mail: ekatarwaca79@gmail.com

ABSTRACT

*The objectives of study were to 1) determine able or not able of interaction effect beside beneficial agent with Mg, B, and Si fertilizer package to “Mas” banana yield and quality, and 2) determine the best combination of beneficial agent and Mg, B, and Si fertilizer package that can increase “Mas” banana yields and qualities. The field experiment was conducted in May 2015 – April 2016, arranged in Split Plot Design two factor with three blocks as replications. The main plot was beneficial agent application, meanwhile the sub plot was Mg, B, and Si fertilizer package application. Beneficial agent application consists of four level, namely 1) *Trichoderma* sp., 2) *Trichoderma* sp. + mycorrhiza, 3) *Trichoderma* sp. + molass, 4) *Trichoderma* sp. + mycorrhiza + molass, 5) Without beneficial agent application. Subsequently Mg, B, and Si fertilizer package application consists of two level, namely 1) 60 g/crop Mg + 2,12 g/crop B + 0,92 g/crop Si, 2) Without Mg, B, and Si fertilizer package application. The observations were done on anatomical characters, physiological characters, and yields component of “Mas” Banana fruit. Data were analyzed with analysis of variance (ANOVA) at 5% level, and subsequently tested with Least Significance Difference (LSD) test if there was significance difference among treatments. The results showed that positive interaction beside beneficial agent with Mg, B, and Si fertilizer package on pectin content, lignin content, cellulose content, cell wall thickness, phloem diameters, xylem diameters in “Mas” banana fruit. Afterward “Mas” banana yield components and quantities was not influenced by the interaction of beneficial agent and Mg, B, and Si fertilizer package, even though the individual effect from both factor. Meanwhile “Mas” banana yield quality that indicated from robustness of banana finger peel was becomed better effected by Mg, B, and Si fertilizer package, but it still not influenced by beneficial agent.*

Keywords: fruit, “Mas” banana, beneficial agent, (Mg, B, and Si) fertilizer package.

INTISARI

Penelitian bertujuan untuk 1) menentukan ada atau tidaknya pengaruh interaksi aplikasi agensia bermanfaat dengan paket pemupukan Mg, B, dan Si terhadap hasil dan kualitas buah pisang mas, dan 2) menentukan kombinasi terbaik antara faktor

agensia bermanfaat dan paket pemupukan Mg, B, dan Si yang mampu memaksimalkan hasil dan kualitas buah pisang mas. Penelitian di lapangan dilaksanakan pada Mei 2015 – April 2016, dengan menggunakan Rancangan Petak Terbagi (RPT) dua faktor dengan tiga blok sebagai ulangan. Faktor pertama berupa aplikasi agensia bermanfaat dijadikan sebagai petak utama, sementara itu faktor kedua berupa aplikasi pemupukan Mg, B, dan Si dijadikan sebagai anak petak. Faktor agensia bermanfaat terdiri atas empat taraf yakni 1) *Trichoderma* sp., 2) *Trichoderma* sp. + mikoriza, 3) *Trichoderma* sp. + molass, 4) *Trichoderma* sp. + mikoriza + molass, 5) Tanpa aplikasi agensia bermanfaat. Kemudian faktor aplikasi paket pemupukan Mg, B, dan Si terdiri atas dua taraf yakni 1) 60 g/tanaman Mg + 2,12 g/tanaman B + 0,92 g/tanaman Si, 2) Tanpa aplikasi paket pemupukan Mg, B, dan Si. Variabel utama yang diamati meliputi karakter fisiologis, karakter anatomi, dan komponen hasil pada buah pisang mas. Data yang diperoleh dianalisis varian (ANOVA) pada taraf 5% dan berikutnya diuji lanjut dengan uji beda nyata terkecil (BNT) apabila terdapat beda signifikan antar perlakuan. Hasil penelitian memberikan informasi bahwa terdapat pengaruh interaksi antara faktor agensia bermanfaat dengan paket pupuk Mg, B, dan Si pada variabel kandungan pektin, lignin, selulosa, ketebalan dinding sel, diameter floem, dan diameter xilem kulit buah pisang mas. Kemudian kuantitas hasil dan komponen hasil pisang mas tidak dipengaruhi oleh interaksi antara faktor agensia bermanfaat dengan paket pupuk Mg, B, dan Si, maupun pengaruh individual dari kedua faktor tersebut. Sementara itu kualitas hasil pisang mas yang diindikasikan oleh variabel kekerasan kulit jari buah menjadi lebih baik akibat perlakuan paket pupuk Mg, B, dan Si, namun tidak dipengaruhi oleh macam agensia bermanfaat.

Kata kunci: buah, pisang mas, agensia bermanfaat, paket pupuk (Mg, B, dan Si).

PENDAHULUAN

Pisang mas (*Musa acuminata* L.) merupakan salah satu jenis buah tropika yang berpotensi untuk dibudidayakan secara intensif. Namun demikian, pada kurun waktu 2012–2013 produksi pisang Indonesia mengalami penurunan sebesar 829,926 ton. Penurunan diakibatkan oleh berkurangnya luas panen maupun produktivitas. Penurunan luas panen antara lain disebabkan oleh masih rendahnya ketahanan tanaman pisang terhadap serangan penyakit.

Sekarang ini banyak dikembangkan teknologi agensia hayati untuk meningkatkan ketahanan tanaman pisang terhadap penyakit. Ketahanan pisang terhadap penyakit mampu mendorong aktivitas pertumbuhan dan perkembangan. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang maksimal berpotensi meningkatkan produksi buah pisang. Adapun beberapa jenis agensia hayati yang sering diujicobakan pada tanaman pisang adalah *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens*, Mikoriza (FMA), molass, dan lain sebagainya.

Buah merupakan hasil akhir yang diharapkan dari adanya kegiatan budidaya tanaman pisang. Sekarang ini telah dikembangkan beberapa teknologi peningkatan kualitas buah pisang melalui penambahan nutrisi pada organ vegetatif ataupun

generatif. Kumar *et al.* (2008) menyatakan bahwa aplikasi nutrisi melalui tanah kurang efektif dilakukan saat tanaman pisang berada dalam fase pertumbuhan jari buah karena proses translokasi nutrisi di dalam tubuh tanaman berjalan secara perlahan. Telah banyak dilakukan penelitian yang menguji efektivitas aplikasi nutrisi melalui organ selain akar, khususnya daun maupun organ generatif yang berpotensi meningkatkan hasil dan kualitas buah pisang.

Parameter kualitas buah pisang salah satunya dapat dinilai dari kekuatan struktur jaringan epidermis kulit buah. Adapun beberapa jenis nutrisi yang cukup berperan dalam menjaga kekuatan struktural sel atau jaringan kulit buah pisang yakni magnesium (Mg), boron (B), dan silikon (Si). Secara umum magnesium dan boron berperan penting pada aktivitas fisiologi tanaman seperti fotosintesis dan sintesis hormon, enzim dan protein (Jones *et al.*, 1991 *cit.* Mostafa *et al.*, 2007 *cit.* Singh *et al.*, 2007 *cit.* Rashid *et al.*, 2007 *cit.* Putra *et al.*, 2010). Sementara itu silikon bukan termasuk elemen esensial, tetapi mempunyai efek positif pada pertumbuhan tanaman seperti peningkatan bobot kering dan hasil, meningkatkan penyerbukan, dan secara umum meningkatkan resistensi terhadap penyakit (Gillman *et al.*, 2003). Dengan demikian penyediaan nutrisi berupa Mg, B, dan Si dalam proporsi yang tepat memiliki peluang untuk memaksimalkan hasil dan kualitas buah pisang.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan ada atau tidaknya pengaruh interaksi aplikasi agensia bermanfaat dengan paket pemupukan Mg, B, dan Si terhadap hasil dan kualitas buah pisang mas. Kemudian dari penelitian ini akan didapatkan pula informasi mengenai kombinasi terbaik antara faktor agensia bermanfaat dan paket pemupukan Mg, B, dan Si yang mampu memaksimalkan hasil dan kualitas buah pisang mas.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada Mei 2015 – April 2016 di Desa Sidomulyo, Kecamatan Bambanglipuro, Kabupaten Bantul, Propinsi D.I. Yogyakarta. Adapun beberapa bahan penelitian yang digunakan adalah bibit pisang mas (*Musa acuminata*) yang berasal dari kultur jaringan, *Trichoderma* sp., mikoriza, molass, pupuk kandang sapi, urea (46% N), SP36 (36% P₂O₅), KCL (60% K₂O), garam kieserite (99% MgSO₄), asam borak (99.5% H₃BO₃), dan silikon (22–25% SiO₂). Sementara itu peralatan yang digunakan adalah alat bercocok tanam, meteran, penetrometer tipe BS 61 II/BS 61 OO, *power sprayer*, termohigrometer (HAAR-SYNT), *lux* meter (Digital Instrument),

hand counter (JOYKO), kertas label, kantong plastik, timbangan analitik, dan alat-alat tulis.

Percobaan lapangan dijalankan dengan rancangan petak terbagi (*split plot design*) dengan 3 blok sebagai ulangan. Faktor pertama (petak utama) adalah aplikasi agensia hayati yang terdiri atas 5 perlakuan yakni P1: *Trichoderma* sp., P2: *Trichoderma* sp. + mikoriza, P3: *Trichoderma* sp. + molass, P4: *Trichoderma* sp. + mikoriza + molass, P5: kontrol (tanpa diberi perlakuan agensia hayati). Dosis agensia hayati yang akan digunakan adalah 12,5 gram/tanaman untuk *Trichoderma* sp., 10 gram/tanaman untuk mikoriza, dan 1 liter/tanaman untuk molass. Aplikasi agensia bermanfaat berupa *Trichoderma* sp. dan molass dilakukan dua kali melalui tanah yakni pada saat awal tanam dan saat tanaman berumur 8 bulan (fase vegetatif maksimal). Sementara itu, faktor kedua (anak petak) adalah paket pemupukan Mg, B dan Si, terdiri dari dua taraf yakni D1: (Garam inggris (75 g/tanaman) + Asam borak (3 g/tanaman) + SiPlusHS (2 g/tanaman))/ 1000 mL air, setara dengan (Magnesium (15 g/tanaman) + Boron (0,53 g/tanaman) + Silikon (0,23 g/tanaman))/ 1000 mL air dan D2: (kontrol (tanpa paket pemupukan Mg, B dan Si))/ 1000 mL air. Paket pemupukan Mg, B dan Si diaplikasikan secara langsung pada organ bunga ataupun buah dengan cara disemprotkan menggunakan *power sprayer*. Pupuk Mg, B dan Si diaplikasikan setiap dua minggu sekali sebanyak empat kali dimulai pada saat sisir pertama dari bunga mulai terbuka dan dihentikan pada penyemprotan yang keempat.

Penelitian menggunakan hamparan pertanaman pisang mas yang telah berumur 8 bulan. Penelitian ini merupakan lanjutan dari sebuah penelitian sebelumnya yang mengkaji pengaruh aplikasi agensia bermanfaat terhadap pertumbuhan vegetatif pisang mas. Beberapa kegiatan agronomis seperti persiapan bahan tanam, penanaman, pengairan, pemupukan, penyiangan, dan aplikasi agensia bermanfaat telah dilaksanakan oleh peneliti sebelumnya. Kegiatan penelitian lanjutan yang akan dilakukan adalah aplikasi paket pemupukan Mg, B dan Si pada organ generatif tanaman yang otomatis akan terkombinasi secara faktorial dengan aplikasi perlakuan sebelumnya berupa inokulasi agensia hayati.

Sejumlah data pengamatan yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA) sesuai rancangan yang digunakan. Uji asumsi data terhadap normalitas distribusi dan homogenitas varian perlakuan dilakukan terlebih dahulu. Apabila pada sidik ragam menunjukkan pengaruh nyata dari perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Proses analisis data ini dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak SAS 9.13 for Windows.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adanya pemberian macam agensia bermanfaat yang dikombinasikan dengan aplikasi paket pemupukan Mg, B, dan Si pada organ generatif diharapkan mampu meningkatkan kualitas buah pisang mas. Kualitas buah pisang mas salah satunya dapat diukur dari karakter kekuatan fisik buah. Kekuatan fisik buah sendiri dapat diduga dari sejumlah komponen yang mendukung aktivitas fisiologis. Beberapa komponen fisiologi yang dimaksud seperti kandungan unsur hara, kandungan fiber, klorofil, dan ANR.

Berdasarkan analisis unsur hara pada jaringan kulit dan daging buah pisang mas (Tabel 1) ditemukan bahwa kandungan B meningkat seiring dengan aplikasi agensia bermanfaat. Kemudian bila dilihat dari faktor aplikasi paket pupuk Mg, B, dan Si terhadap kandungan B menunjukkan adanya peningkatan pada tanaman perlakuan yang diberi pupuk, kecuali pada perlakuan *Trichoderma* sp. + mikoriza & aplikasi (Mg, B, dan Si). Sementara itu dari data kandungan Si di dalam jaringan buah menunjukkan penurunan seiring dengan penambahan agensia bermanfaat. Penurunan ini diduga akibat peningkatan kandungan B di dalam jaringan buah seiring dengan adanya aplikasi agensia bermanfaat.

Tabel 1. Kandungan unsur hara kulit dan daging buah pisang mas pada perlakuan macam agensia bermanfaat dan paket pupuk Mg, B, dan Si.

Perlakuan	Kandungan unsur hara		
	Mg (%)	B (%)	Si (%)
<i>Trichoderma</i> sp. & aplikasi (Mg, B, dan Si)	0,08	7,51	0,43
<i>Trichoderma</i> sp. & tanpa aplikasi (Mg, B, dan Si)	0,10	7,22	0,62
<i>Trichoderma</i> sp. + mikoriza & aplikasi (Mg, B, dan Si)	0,08	6,17	0,43
<i>Trichoderma</i> sp. + mikoriza & tanpa aplikasi (Mg, B, dan Si)	0,07	6,31	0,49
<i>Trichoderma</i> sp. + molass & aplikasi (Mg, B, dan Si)	0,11	4,75	0,51
<i>Trichoderma</i> sp. + molass & tanpa aplikasi (Mg, B, dan Si)	0,08	4,06	0,48
<i>Trichoderma</i> sp. + mikoriza + molass & aplikasi (Mg, B, dan Si)	0,10	3,37	0,57
<i>Trichoderma</i> sp. + mikoriza + molass & tanpa aplikasi (Mg, B, dan Si)	0,07	2,47	0,60
Tanpa aplikasi agensia bermanfaat & aplikasi (Mg, B, dan Si)	0,10	0,18	0,67
Tanpa aplikasi agensia bermanfaat & tanpa aplikasi (Mg, B, dan Si)	0,07	0,05	0,77

Keterangan: Mg = magnesium, B = boron, Si = silikon.

Selanjutnya bila dilihat dari faktor aplikasi paket pupuk Mg, B, dan Si terhadap kandungan Si menunjukkan adanya penurunan pada tanaman perlakuan yang diberi pupuk, kecuali pada perlakuan *Trichoderma* sp. + molass & aplikasi (Mg, B, dan Si). Kondisi demikian diduga akibat efek pemberian molass yang membantu menambah

kandungan unsur hara P di dalam tubuh tanaman pisang mas yang kebetulan bersifat sinergistik terhadap unsur Si (Prabowo, 2015). Kemudian dari data kandungan Mg di dalam jaringan buah tidak menunjukkan variansi berlebih di antara perlakuan faktor agensia bermanfaat. Sementara bila dilihat dari faktor aplikasi paket pupuk Mg, B, dan Si terhadap kandungan Mg menunjukkan adanya peningkatan pada tanaman perlakuan yang diberi pupuk, kecuali pada perlakuan *Trichoderma* sp. & aplikasi (Mg, B, dan Si). Kondisi tersebut diduga akibat efek tidak langsung dari adanya pemberian *Trichoderma* sp. yang berdampak pada peningkatan ketahanan tanaman sehingga meningkatkan aktivitas meristematik organ daun yang diindikasikan dari ketercukupan unsur Mg di dalam buah.

Tabel 2. Kandungan klorofil A, B, dan total, dan aktivitas nitrat reduktase pada kulit buah pisang mas.

Perlakuan	Klorofil a (mg/g)	Klorofil b (mg/g)	Klorofil Total (mg/g)	Aktivitas Nitrat Reduktase ¹ ($\mu\text{mol}/\text{NO}_2/\text{g}/\text{jam}$)
<i>Trichoderma</i> sp.	0,0682 a	0,0487 a	0,1168 a	746,04 a
<i>Trichoderma</i> sp. + mikoriza	0,0618 a	0,0450 a	0,1068 a	854,75 a
<i>Trichoderma</i> sp. + molass	0,0579 a	0,0384 a	0,0963 a	665,49 a
<i>Trichoderma</i> sp. + mikoriza + molass	0,0650 a	0,0456 a	0,1106 a	824,82 a
Tanpa aplikasi agensia bermanfaat	0,0795 a	0,0543 a	0,1338 a	575,48 a
Aplikasi (Mg, B, dan Si)	0,0660 j	0,0460 j	0,1119 j	738,18 j
Tanpa aplikasi (Mg, B, dan Si)	0,0656 j	0,0459 j	0,1115 j	74,88 j
Interaksi	(-)	(-)	(-)	(-)
CV (%)	17,1	13,7	14,6	9,0
BNT	0,05	0,05	0,05	0,05

Keterangan: ¹ = Data ditransformasi dengan $f(x) = (\log(x + 0,005))^2$; angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada taraf 5 % dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT); (-) tidak ada interaksi antar faktor.

Hasil analisis statistik terhadap kandungan klorofil dan ANR (Tabel 2) menunjukkan tidak terdapat interaksi antara faktor macam agensia dan paket pemupukan Mg, B, dan Si. Secara individual, faktor macam agensia juga tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan klorofil a, b, total, dan ANR. Hal yang sama dijumpai pada faktor paket pemupukan Mg, B, dan Si. Diduga ketersediaan klorofil dan enzim nitrat reduktase di dalam jaringan kulit buah pisang mas kurang dapat tereksresi secara nyata akibat minimnya kandungan kedua molekul tersebut.

Pektin merupakan suatu komponen fiber berbentuk polisakarida yang terdapat pada lapisan lamela tengah dan dinding sel primer tumbuhan. Hasil analisis kandungan pektin menunjukkan bahwa pisang mas yang mendapatkan aplikasi agensia bermanfaat dan paket pupuk Mg, B, dan Si mampu mensintesis pektin dalam jumlah

lebih besar di dalam organ buah jika dibandingkan dengan pisang mas tanpa agensia bermanfaat dan paket pupuk Mg, B, dan Si (Tabel 3).

Tabel 3. Kandungan pektin pada kulit dan daging buah pisang mas.

Perlakuan	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Trichoderma</i> sp. + mikoriza	<i>Trichoderma</i> sp. + molass	<i>Trichoderma</i> sp. + mikoriza + molass	Tanpa aplikasi agensia bermanfaat
Aplikasi (Mg, B, dan Si)	10,76 a	6,89 c	8,35 b	9,59 a	6,77 c
Tanpa aplikasi (Mg, B, dan Si)	5,32 d	6,60 c	4,06 e	6,64 c	4,31 e
CV (%)	2,50				
BNT	0,05				

Keterangan: Data ditransformasi dengan $f(x) = \sqrt[6]{x + \frac{1}{8}}$; angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada taraf 5 % dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Beberapa tanaman pisang mas yang menunjukkan respon paling baik dalam menghasilkan pektin di jaringan buah yakni *Trichoderma* sp. dikombinasikan paket pupuk Mg, B, dan Si serta *Trichoderma* sp. + mikoriza + molass dikombinasikan paket pupuk Mg, B, dan Si. Kondisi demikian terjadi akibat tingginya kandungan Mg pada jaringan buah pisang mas yang berperan sebagai penghubung beberapa untaian pektin bersama dengan ion Ca^{2+} (Heldt, 2005), serta kandungan B membentuk untaian ikatan pektin berupa kompleks dRG-II-B yang nantinya berikatan dengan *homogalacturonan* (HG) menjadi bentuk pektin (Ishii and Matsunaga, 2001).

Tabel 4. Kandungan lignin pada kulit dan daging buah pisang mas.

Perlakuan	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Trichoderma</i> sp. + mikoriza	<i>Trichoderma</i> sp. + molass	<i>Trichoderma</i> sp. + mikoriza + molass	Tanpa aplikasi agensia bermanfaat
Aplikasi (Mg, B, dan Si)	18,80 b	18,09 c	17,10 d	17,83 c	18,60 b
Tanpa aplikasi (Mg, B, dan Si)	19,73 a	18,60 b	17,56 c	17,77 c	16,82 d
CV (%)	0,10				
BNT	0,05				

Keterangan: Data ditransformasi dengan $f(x) = \log(\sqrt[2]{x} + 0,5)$; angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada taraf 5 % dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Komponen fiber lain yang membentuk dinding sel adalah lignin. Hasil analisis statistik pada variabel kandungan lignin menunjukkan bahwa secara individual maupun interaksi diantara keduanya faktor macam agensia bermanfaat dan paket pupuk Mg, B, dan Si berpengaruh nyata terhadap kandungan lignin kulit buah pisang mas (Tabel 4). Secara umum, tanaman yang mendapatkan aplikasi paket pupuk Mg, B, dan Si justru

memiliki kandungan lignin yang relatif rendah. Kondisi demikian terjadi diduga akibat minimnya ketersediaan Si yang disebabkan oleh ketersediaan unsur B yang relatif berlebih.

Selulosa merupakan salah satu komponen fiber pembentuk dinding sel yang berfungsi menjaga kestabilan jaringan. Hasil analisis statistik pada variabel kandungan selulosa menunjukkan bahwa pisang mas yang mendapatkan perlakuan agensia bermanfaat dan paket pupuk Mg, B, dan Si mampu mensintesis selulosa di dalam organ buah secara maksimal (Tabel 5). Tingginya kandungan selulosa tersebut disebabkan oleh ketercukupan Mg yang berada pada jaringan buah pisang mas. Keberadaan Mg diduga berperan besar dalam meningkatkan kekuatan dinding sel berupa selulosa.

Tabel 5. Kandungan selulosa pada kulit dan daging buah pisang mas.

Perlakuan	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Trichoderma</i> sp. + mikoriza	<i>Trichoderma</i> sp. + molass	<i>Trichoderma</i> sp. + mikoriza + molass	Tanpa aplikasi agensia bermanfaat
Aplikasi (Mg, B, dan Si)	30,39 a	28,46 c	29,74 b	30,55 a	30,47 a
Tanpa aplikasi (Mg, B, dan Si)	27,63 d	28,59 c	26,40 e	28,80 c	26,54 e
CV (%)			0,20		
BNT			0,05		

Keterangan: Data ditransformasi dengan $f(x) = \sqrt[2]{x + 0,5}$; angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada taraf 5 % dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Data kandungan fiber di dalam buah secara keseluruhan (Tabel 3, 4, 5) memberikan informasi bahwa variabel tersebut dipengaruhi secara nyata oleh kenaikan ketersediaan Mg, B, dan Si. Ketersediaan Mg di dalam jaringan buah dianggap cukup untuk meningkatkan kekuatan dinding sel buah pisang mas. Sementara itu ketersediaan B di dalam jaringan buah dianggap terlalu berlebih sehingga menurunkan ketersediaan Si yang tentunya berdampak pada kesetimbangan salah satu komponen dinding sel yakni lignin.

Penambahan macam agensia bermanfaat yang dikombinasikan dengan aplikasi paket pemupukan Mg, B, dan Si pada organ generatif diketahui mampu untuk mempengaruhi aktivitas fisiologi jaringan buah pisang mas berupa kandungan fiber. Adanya perubahan aktivitas fisiologi ini berpotensi untuk meningkatkan kekuatan jaringan dan struktur anatomi pada kulit buah pisang mas. Peningkatan kekuatan struktur jaringan dapat diindikasikan dari ketebalan dinding sel dan ketebalan dinding

fiber. Sementara itu peningkatan struktur anatomi dapat diindikasikan dari diameter jaringan pengangkut floem dan xilem.

Tabel 6. Ketebalan dinding sel kulit buah pisang mas.

Perlakuan	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Trichoderma</i> sp. + mikoriza	<i>Trichoderma</i> sp. + molass	<i>Trichoderma</i> sp. + mikoriza + molass	Tanpa aplikasi agensia bermanfaat
Aplikasi (Mg, B, dan Si)	9,80 a	8,54 a	8,61 a	8,02 a	6,88 b
Tanpa aplikasi (Mg, B, dan Si)	4,56d e	4,86 cd	4,10 ef	5,53 c	3,50 f
CV (%)	11,30				
BNT	0,05				

Keterangan: Data ditransformasi $f(x) = (\log(\sqrt[6]{x} + 0,05))$; angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada taraf 5 % dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Dinding sel merupakan salah satu karakter anatomi yang berkaitan erat dengan peningkatan kekuatan struktur jaringan. Hasil analisis ketebalan dinding sel menunjukkan bahwa tanaman pisang mas yang mendapatkan perlakuan agensia bermanfaat dan paket pupuk Mg, B, dan Si memiliki dinding sel yang lebih tebal jika dibandingkan dengan pisang mas tanpa perlakuan macam agensia bermanfaat dan paket pupuk Mg, B, dan Si (Tabel 6). Peningkatan ketebalan dinding sel diakibatkan oleh meningkatnya kandungan fiber berupa pektin dan selulosa di dalam kulit buah pisang mas tersebut. Kenaikan ketersediaan pektin berperan dalam meningkatkan ketebalan pada lapisan dinding sel primer, sementara itu ketercukupan selulosa membantu dalam meningkatkan ketebalan pada lapisan dinding sel primer dan sekunder. Ketersediaan selulosa dianggap mampu untuk meningkatkan ketebalan dinding sel sekunder walaupun kandungan lignin cukup rendah pada kulit buah pisang mas.

Tabel 7. Ketebalan dinding fiber kulit buah pisang mas.

Perlakuan	Ketebalan dinding fiber ¹
<i>Trichoderma</i> sp.	5,29 a
<i>Trichoderma</i> sp. + mikoriza	5,00 ab
<i>Trichoderma</i> sp. + molass	4,44 b
<i>Trichoderma</i> sp. + mikoriza + molass	4,69 ab
Tanpa aplikasi agensia bermanfaat	4,00 c
Aplikasi (Mg, B, dan Si)	5,45 a
Tanpa aplikasi (Mg, B, dan Si)	3,91 b
Interaksi	(-)
CV (%)	14,5
BNT	0,05

Keterangan: ¹ = Data ditransformasi $f(x) = (\log(\sqrt[6]{x} + 0,05))$; angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada taraf 5 % dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT); (-) tidak ada interaksi antar faktor.

Demikian juga ketebalan dinding fiber yang menunjukkan pola yang sama dengan ketebalan dinding sel (Tabel 7). Pisang mas yang mendapatkan perlakuan agensia bermanfaat dan paket pupuk Mg, B, dan Si memiliki tingkat ketebalan dinding fiber yang lebih baik jika dibandingkan dengan pisang mas tanpa perlakuan agensia bermanfaat dan paket pupuk Mg, B, dan Si. Peningkatan ketebalan dinding sel dan dinding fiber pada bagian kulit buah pisang mas menunjukkan adanya perbaikan struktur jaringan. Perbaikan struktur dan jaringan kulit buah pisang mas mengarah pada peningkatan kekuatan dan stabilitas jaringan sehingga sel tidak mudah mengalami kerusakan akibat benturan fisik ataupun cekaman biotik dan abiotik.

Aplikasi agensia bermanfaat dan paket pupuk Mg, B, dan Si tidak selamanya berdampak positif terhadap karakter anatomi kulit buah pisang mas. Bagian pembuluh angkut berupa floem dan xilem sebagai salah satu komponen yang terbentuk di dalam jaringan kulit buah menjadi salah satu contoh. Xilem memiliki peran penting sebagai organ pengangkut air dan unsur hara dari larutan tanah menuju ke organ tanaman terutama daun. Sedangkan floem memiliki peranan penting dalam mengatur translokasi asimilat dari sumber menuju lubuk. Kegiatan pengaturan translokasi secara otomatis mempengaruhi distribusi karbohidrat ke dalam buah pisang sehingga berdampak pada kuantitas dan kualitas produksi. Data diameter floem (Tabel 8) dan xilem (Tabel 9) menunjukkan bahwa paket pupuk Mg, B, dan Si berpengaruh paling besar terhadap perbaikan kedua komponen berkas pembuluh angkut tersebut. Salah satu faktor yang menyebabkan pembesaran ukuran diameter floem dan xilem adalah peningkatan ketersediaan Mg di dalam kulit buah. Ketersediaan Mg berperan besar dalam peningkatan kapasitas pemuatan floem dan xilem sehingga translokasi air, unsur hara, dan nutrisi menuju ke organ yang memerlukan menjadi lebih cepat dan efisien. Kapasitas lubuk untuk penyimpanan asimilat terus bertambah sesuai dengan jumlah fotoasimilat yang dimuat. Meskipun demikian pengaruh pemberian agensia bermanfaat tidak cukup terlihat pada perbaikan jaringan xilem dan floem. Ketercukupan Mg yang terutama dipasok dari paket pupuk Mg, B, dan Si memiliki peranan paling dominan dalam perbesaran ukuran diameter floem dan xilem.

Tabel 8. Diameter floem kulit buah pisang mas.

Perlakuan	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Trichoderma</i> sp. + mikoriza	<i>Trichoderma</i> sp. + molass	<i>Trichoderma</i> sp. + mikoriza + molass	Tanpa aplikasi agensia bermanfaat
Aplikasi (Mg, B, dan Si)	6,82d e	9,53 bc	10,90 b	7,72 cd	12,95 a
Tanpa aplikasi (Mg, B, dan Si)	4,39 f	5,46 ef	6,58 de	6,84 de	6,12d ef
CV (%)	29,03				
BNT	0,05				

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada taraf 5 % dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Tabel 9. Diameter xilem kulit buah pisang mas.

Perlakuan	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Trichoderma</i> sp. + mikoriza	<i>Trichoderma</i> sp. + molass	<i>Trichoderma</i> sp. + mikoriza + molass	Tanpa aplikasi agensia bermanfaat
Aplikasi (Mg, B, dan Si)	29,07 a	14,07 def	18,33 bc	14,47 cdef	20,93 b
Tanpa aplikasi (Mg, B, dan Si)	10,53 f	14,89 cde	12,31 def	16,13 cd	11,12 ef
CV (%)	26,00				
BNT	0,05				

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada taraf 5 % dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Perbaikan karakter pisang mas akibat inokulasi agensia bermanfaat dan paket pemupukan Mg, B, dan Si diharapkan mampu berdampak positif terhadap peningkatan hasil dan kualitas pisang mas. Karakter yang membaik tersebut terutama adalah pelebaran jaringan floem dan xilem, penguatan dinding fiber dan dinding sel, akumulasi selulosa dan pektin khususnya pada organ kulit dan buah pisang mas. Tandan merupakan salah satu organ tanaman pisang yang biasa dijadikan sebagai variabel hasil untuk diamati. Tandan buah sendiri terbentuk akibat adanya aktivitas fotosintesis yang menstimulasi proses penimbunan pati dan karbohidrat kompleks lain. Adapun beberapa variabel hasil yang menjadi fokus kajian adalah bobot tandan, bobot jari buah, panjang jari buah, diameter jari buah, jumlah sisir per tandan, jumlah jari buah per sisir, dan lain-lain.

Berdasarkan hasil analisis terhadap variabel hasil maupun komponen hasil pisang mas memang tidak meningkat akibat perlakuan agensia bermanfaat maupun paket pupuk Mg, B, dan Si (Tabel 10). Meskipun demikian, dari aspek kualitas, pisang mas yang mendapatkan perlakuan agensia bermanfaat dan paket pupuk Mg, B, dan Si kualitas buahnya lebih baik jika dibandingkan dengan pisang mas tanpa perlakuan agensia bermanfaat dan paket pupuk Mg, B, dan Si.

Tabel 10. Waktu panen, jumlah sisir per tandan, jumlah jari buah per sisir, bobot jari buah, panjang jari buah, diameter jari buah, kekerasan jari buah, dan bobot tandan buah pisang mas.

Perlakuan	Waktu Panen (hari)	Jumlah sisir per tandan (buah)	Jumlah jari buah per sisir ² (buah)	Bobot jari buah (gram)	Panjang jari buah (cm)	Diameter jari buah (cm)	Kekerasan jari buah (newton)	Bobot tandan ¹ (kg)
<i>Trichoderma</i> sp.	54,25 a	6,75 a	18,90 a	43,69 a	9,02 a	3,02 a	77,04 a	5,38 a
<i>Trichoderma</i> sp. + mikoriza	50,00 a	4,40 a	14,65 a	42,23 a	8,62 a	3,07 a	72,33 a	2,76 a
<i>Trichoderma</i> sp. + molass	50,00 a	5,60 a	18,04 a	47,02 a	9,13 a	3,02 a	80,28 a	4,77 a
<i>Trichoderma</i> sp. + mikoriza + molass	49,50 a	4,50 a	14,24 a	35,39 a	8,05 a	2,94 a	77,09 a	2,70 a
Tanpa aplikasi agensia bermanfaat	54,00 a	6,00 a	18,33 a	55,06 a	9,43 a	3,21 a	79,71 a	5,25 a
Aplikasi (Mg, B, dan Si)	54,36 j	5,64 j	17,68 j	42,35 j	8,72 j	2,99 j	81,88 j	4,04 j
Tanpa aplikasi (Mg, B, dan Si)	50,40 j	4,90 j	15,03 j	46,06 j	8,88 j	3,11 j	70,62 k	4,09 j
Interaksi	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
CV (%)	9,0	17,5	36,4	18,5	11,4	8,1	5,5	21,3
BNT	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Keterangan: ¹ = Data ditransformasi $f(x) = \left(\sqrt{z + \frac{3}{8}}\right)$; ² = data ditransformasi $f(x) = \left(\sqrt{z + \frac{1}{2}}\right)$; angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada taraf 5 % dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT); (-) tidak ada interaksi antar faktor.

Kualitas buah pisang mas yang membaik tersebut diindikasikan oleh variabel kekerasan buah. pisang mas yang diberi paket pupuk Mg, B, dan Si memiliki buah yang lebih keras jika dibandingkan dengan pisang mas tanpa perlakuan agensia bermanfaat dan paket pupuk Mg, B, dan Si (Tabel 10). Adanya peningkatan kekerasan buah pisang mas disebabkan oleh kenaikan kandungan pektin dan selulosa di dalam kulit buah.

KESIMPULAN

1. Terdapat pengaruh interaksi antara faktor agensia bermanfaat dengan paket pupuk Mg, B, dan Si pada variabel kandungan pektin, lignin, selulosa, ketebalan dinding sel, diameter floem, dan diameter xilem kulit buah pisang mas.
2. Kuantitas hasil dan komponen hasil pisang mas tidak dipengaruhi oleh interaksi antara faktor agensia bermanfaat dengan paket pupuk Mg, B, dan Si, maupun pengaruh individual dari kedua faktor tersebut.

3. Kualitas hasil pisang mas yang diindikasikan oleh variabel kekerasan kulit jari buah menjadi lebih baik akibat perlakuan paket pupuk Mg, B, dan Si, namun tidak dipengaruhi oleh macam agensia bermanfaat.

DAFTAR PUSTAKA

- Gillman, J. H., D. C. Zlesak and J. A. Smith. 2003. Applications of potassium silicate decrease black spot infection in rosa hybrida 'meipelta'. *Hort Sci.* 38(6): 1144-1147.
- Heldt and Hans-Walter. 2005. *Plant biochemistry*. 3rd Edition. Academic Press, USA.
- Ishii, T. and T. Matsunaga. 2001. Pectic polysaccharide rhamnogalacturonan II is covalently linked to homogalacturonan. *Phytochemistry.* 57 : 969-974.
- Kumar, A. R., N. Kumar, dan P. Jeyakumar. 2008. Effect of post-shooting spray of sulphate of potash (sop) on yield and quality of banana cv, robusta. *Journal of Agriculture and Biological Science.* 4(6): 655 – 659.
- Prabowo, R. I. 2015. *Penguatan struktur kulit dan peningkatan hasil buah pisang (Musa acuminata) "ambon kuning" dengan aplikasi magnesium, boron, dan silika*. Skripsi. Departemen Budidaya Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Putra, E.T.S., W. Zakaria, N.A.P. Abdullah dan G. Saleh. 2010. Stomatal morphology, conductance and transpiration of *Musa* sp. cv. Rastali in relation to magnesium, boron and silicon availability. *American Journal of Plant Physiology.* 7 : 84-96.