

KADAR HARA PADA PENAMBAHAN PUPUK KANDANG DAN SILIKA PADA TANAH SUPRESIF DAN KONDUSIF LAYU FUSARIUM PADA PISANG

Rate Nutrient of Addition of Manure and Silica into Suppressive and Conducive Soil of Fusarium Wilt Disease of Banana

M.U.A. Somala^{1*}, S.N.H. Utami², A. Wibowo² dan S. Subandiyah²

¹Fakultas Pertanian, UPN "Veteran" Jawa Timur, Surabaya

²Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

^{*}Email: medinasomala@gmail.com

ABSTRAK

Penyakit layu fusarium pada pisang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc). Foc merupakan salah satu patogen tular tanah. Intensitas serangan penyakit di lahan berbeda-beda, lahan dengan intensitas sangat parah disebut tanah kondusif. Tanah supresif dapat menekan dan mengontrol laju perkembangan patogen tular tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisika dan kimia tanah supresif dan kondusif terhadap penyakit layu fusarium pisang serta mengetahui efek dan kadar hara dari penambahan pupuk kandang dan silika terhadap penyakit layu fusarium pisang. Sampel tanah supresif berasal dari Sarampad, Cianjur dan tanah kondusif berasal dari Salaman, Magelang. Tanaman pisang kultivar Ambon Kuning digunakan untuk mengetahui pengaruh pupuk kandang dan silika terhadap layu fusarium. Analisis sifat kimia menunjukkan tanah supresif memiliki pH netral, kelas tekstur geluh pasiran, N total, P total, C organik, bahan organik, Si tersedia yang lebih tinggi dibandingkan tanah kondusif. Penambahan pupuk kandang dan silika dapat menekan laju perkembangan dan pertumbuhan penyakit layu fusarium pada tanah supresif. Setelah perlakuan kandungan N total, K total, bahan organik dan C organik pada tanah supresif lebih tinggi.

Kata kunci: pupuk kandang, silika, tanah supresif dan kondusif, layu fusarium, pisang

ABSTRACT

Fusarium wilt in bananas is caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc). Foc is one of the soil-borne pathogens. The intensity of disease attacks in different conditions with very severe is conducive soil. Suppressive soil can suppress and control the rate of development of soil-borne pathogens. The aims of this study are to determine the physical and chemical properties of soil and environment against fusarium wilt and find out the effects and levels of nutrients from the addition of manure and silica to fusarium banana wilt. Suppressive soil samples from Sarampad, Cianjur and conducive soil from Salaman, Magelang. Ambon Kuning banana cultivar derived from tissue culture were planted to find out effects of manure and silica against fusarium wilt. Suppressive soil has higher soil chemist including neutral pH, sandy loam of texture class, total N, total P, organic C, organic matter, available Si than conducive soil. Manure and silica addition have significantly suppressed fusarium wilt on suppressive soil. The final experiment suppressive soil has higher total N, total K, organic C and organic matter than conducive soil.

Keyword: manure, silica, suppressive and conducive soil, fusarium wilt, banana

PENDAHULUAN

Pisang memiliki nilai ekonomi yang tinggi sehingga pisang merupakan tanaman penting di Indonesia. Kendala yang dihadapi dalam usaha budidaya tanaman pisang adalah penyakit layu fusarium. *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* penyebab penyakit layu fusarium merupakan patogen tular tanah yang dapat bertahan pada berbagai jenis tanah sampai puluhan tahun walaupun tanpa inang (Kistler, 2001).

Hingga saat ini pengendalian yang efektif untuk penyakit layu fusarium belum ditemukan. Usaha pengendalian hayati yang berhasil terjadi pada tanah pertanian yang supresif terhadap patogen. Kelimpahan mikroorganisme saprofit disekitar perakaran tanaman yang menyebabkan tanah menjadi supresif terhadap patogen (Baker dan Cook, 1993; Hutcheson, 1998; Weller *et al.*, 2002). Tingkat supresifitas penyakit ini biasanya berkaitan dengan tingkat aktivitas mikrobiologis total tanah. Semakin besar biomassa mikroorganisme yang aktif, semakin besar kapasitas tanah untuk menggunakan karbon, nutrisi, dan energi, sehingga menurunkan ketersediaan tersebut untuk patogen (Sullivan, 2004).

Metode pengendalian secara kultur teknis salah satunya adalah dengan memanipulasi unsur hara yang digunakan dalam budidaya tanaman. Pupuk kandang diketahui mampu menekan penyakit pada tanaman melalui mekanisme kombinasi fisiokimia dan biologi. Mekanisme fisiokimia meliputi aspek fisika dan kimia dari pupuk kandang yakni mengurangi gejala penyakit secara langsung maupun tidak langsung yang mempengaruhi patogen dan tanaman inang untuk tumbuh (Whipps, 1997).

Silika bukan merupakan unsur yang esensial dalam tanaman, namun kehadiran silika diperlukan untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Pada beberapa tanaman penambahan unsur hara silika dapat menambah ketahanan tanaman terhadap beberapa penyakit. Ketahanan tanaman ini berkaitan dengan keberadaan silika pada sel tanaman (Kanto, 2002; Takahashi, 2002).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisika dan kimia tanah supresif dan tanah kondusif terhadap penyakit layu fusarium pisang serta mengetahui efek dan kadar hara dari penambahan pupuk kandang dan silika terhadap penyakit layu fusarium pisang.

BAHAN DAN METODE

Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah pada pertanaman pisang di daerah Sarampad, Cianjur (tanah supresif) dan Salaman, Magelang (tanah kondusif). Pengambilan

sampel tanah dilakukan secara random pada tiap-tiap daerah tersebut. Sampel tanah diambil dari sekitar perakaran tanaman (kedalaman 0-10 cm) menggunakan sekop kecil, sebanyak 10 sampel tanah (500 g) untuk setiap daerah. Sampel dikompositkan dan dikumpulkan ke dalam kantung plastik, dikering anginkan dan disimpan pada suhu 15°C.

Analisis Sifat Fisika dan Kimia Tanah

Analisis sifat fisika dan kimia tanah berupa analisis tekstur tanah dengan metode pipet, pH tanah dengan pH meter, daya hantar listrik dengan EC meter, karakteristik lengas tanah pada kondisi kapasitas lapangan (pF 2,54) dengan metode *pressure plate apparatus*, karakteristik lengas tanah pada kondisi titik layu permanen (pF 4,2) dengan metode *pressure plate apparatus*, berat jenis tanah dengan metode pinkometer, bahan organik dengan metode Walkey and Black, Si dengan metode inkubasi, N total dengan metode Kjeldahl, P total dan K total dengan metode HCl 25% (Yuwono, 2003; Tan, 1998; Kertonegoro *et al.*, 1998; Hanudin, 2000; Kato *et al.*, 2002).

Penanaman Bibit Pisang pada Polybag

Penelitian ini menggunakan rancangan pecah belah (*split plot*), terdiri dari 3 faktor. Faktor pertama jenis tanah; tanah supresif (S), tanah kondusif (K). Faktor kedua terdiri dari inokulasi Foc Bnt2 (In) dan tanpa inokulasi Foc Bnt2 (Un). Faktor ketiga terdiri dari pupuk kandang (Or) dan silika/Na₂SiO₃ (Si). Bibit pisang kultivar Ambon Kuning berumur 2 bulan yang berasal dari kultur jaringan ditanaman pada polybag yang telah diisi tanah (2 kg/polybag). Pupuk kandang (50 g/polybag) atau silika/Na₂SiO₃ (3 g/polybag) ditambahkan serta diinokulasi dengan media beras yang diperkaya dengan inokulum Foc Bnt2 (10 g/polybag).

Pengamatan gejala nekrosis (*Rhizome Discoloration Index*, RDI) dan penyebaran Foc pada bonggol diamati pada 8 minggu setelah inokulasi (MSI) pada setiap bibit pisang. Pengamatan RDI berdasarkan metode Mak *et al.*, (2004). Penyebaran Foc diamati dengan reisolasi dengan cara mengambil empat potongan bonggol, diletakkan pada cawan petri yang berisi PDA dan diinkubasi selama 7 hari pada suhu kamar.

Analisis statistik menggunakan Analisis Sidik Ragam (*Analisis of Variance*) dan uji kontras orthogonal pada taraf nyata 5 %. Apabila terdapat beda nyata dari perlakuan maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda duncan (*Duncan's Multiple Range Test*). Analisis regresi dan korelasi dilakukan untuk mengetahui keeratan hubungan antar parameter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi lahan pertanaman pisang

Daerah Cianjur merupakan sentra perkebunan pisang milik rakyat, jenis pisang yang ditanam adalah pisang Raja Bulu. Perkebunan pisang di Cianjur telah mengalami serangan layu fusarium yang cukup parah pada beberapa periode waktu tanam hingga mengalami penurunan produksi. Namun, di dusun Jamaras, kecamatan Sarampad tidak ditemukan serangan layu fusarium sehingga tanahnya diduga dan dijadikan sampel sebagai tanah menekan atau supresif perkembangan layu fusarium. Di Kecamatan Salaman, Kabupaten Magelang jenis pisang yang ditanam adalah Raja Bulu. Pada tahun 2010, di kebun pisang yang dikelola oleh Balai Bibit Tanaman Hortikultura telah ditemukan penyakit layu fusarium dengan intensitas tidak terlalu banyak. Namun, pada tahun 2011 tanaman pisang telah dihabis terserang layu fusarium. Sampel tanah dari perkebunan ini digunakan sebagai sampel tanah kondusif layu fusarium.

Sifat Fisika dan Kimia Tanah Supresif dan Tanah Kondusif

Pada Tabel 1. dilihat dari beberapa parameter sifat kimianya yakni bahan organik, P total, N total, Si tersedia, dan C organik tanah supresif lebih besar nilainya dibandingkan dengan tanah kondusif. Hal ini mengindikasikan bahwa tanah supresif lebih subur dibandingkan tanah kondusif. Dan pH tanah supresif lebih netral dibandingkan dengan tanah kondusif dengan pH 6,83, sedangkan pada tanah kondusif bersifat agak masam yakni 6,39. Kelas tekstur tanah supresif termasuk geluh pasiran yang drainasenya lebih baik dibandingkan tanah kondusif yang termasuk kelas tekstur pasir geluhan dengan nilai DHL pada kedua tanah tersebut sangat rendah karena <1 mS/cm. Berdasarkan pernyataan Sullivan (2004) supresifitas ini terkait dengan jenis dan jumlah organisme tanah, tingkat kesuburan dan sifat tanah itu sendiri (drainase dan tekstur). Sehingga Mollisol lebih supresif terhadap penyakit layu fusarium dibandingkan Inceptisol yang kondusif penyakit layu fusarium.

Tabel 1. Parameter sifat fisik dan kimia tanah supresif dan tanah kondusif

Parameter	Supresif	Harkat*	Kondusif	Harkat*
K total (me/100 g)	0,808		0,848	
Bahan Organik (%)	4,411	tinggi	2,037	Tinggi
C-Organik (%)	2,558		1,181	
N total (%)	0,015	rendah	0,004	Rendah
P total (ppm)	1,689	rendah	1,436	Rendah
Si tersedia (mg/kg)	0,0309		0,0246	
pH H ₂ O	6,83	netral	6,39	agak masam
pH KCl	6,36	agak masam	5,92	Masam
DHL (mS/cm)	0,200	sangat rendah	0,308	sangat rendah
BJ (g/cm ³)	1,642		2,061	
pF 2,54 (%)	42,013		26,318	
pF 4,2 (%)	36,545		19,641	
Tekstur	Geluh pasiran		Pasir geluhan	
Ordo	Mollisol		Inceptisol	

*Sumber: Balai Penelitian Tanah (2005)

Berdasarkan sifat fisiknya yakni nilai BJ pada tanah kondusif lebih besar dibandingkan tanah supresif, tetapi untuk nilai pF 2,54 dan pF 4,2 lebih rendah. Kondisi kapasitas lapangan terjadi pada saat potensial matrik bernilai 1/3 bar atau pF 2,54. Pada kondisi ini, lengas tanah mengisi semua pori kapiler (pori mikro), sedang pori makro (pori drainase) terisi udara. Pada potensial matrik 15 bar atau pF 4,2 lengas tanah tidak dapat dimanfaatkan lagi bagi pertumbuhan tanaman. Pada potensial ini dikenal sebagai titik layu permanen. Tingkat keparahan serangan layu *Fusarium* terjadi pada tanah yang bertekstur ringan dan pH yang agak masam, Chuang (1991) melaporkan bahwa pathogen *Fusarium* sp. dapat bertahan hidup pada tanah yang sangat basa (pH 8-10) dan yang sangat asam (pH 2-4). Faktor abiotik seperti tekstur tanah, potensi air, aerasi, pH, kandungan bahan organik, ketersediaan kation (Al, Fe, Mn) secara tidak langsung terlibat dalam mekanisme penekan penyakit, tapi sulit untuk digeneralisasikan pada masing-masing tanah (Hoepfer dan Alabouvetter, 1996; Wibowo *et al.*, 2014).

Gejala Penyakit Layu *Fusarium* pada Bibit Pisang

Pengamatan *Rhizome Discoloration Index* (RDI) (Tabel 2.) menunjukkan bahwa pada perlakuan tanah kondusif-foc+silika (KUnSi) terjadi perubahan warna pada bonggol dengan intensitas yang paling besar dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Sedangkan perlakuan tanah supresif+Foc+silika (SInSi) dan tanah supresif-Foc+silika merupakan hasil yang terendah.

Tabel 2. Pengamatan DSI (*Disease Severity Index*) pada bibit pisang kultivar Ambon Kuning

Perlakuan	Skoring RDI	DSI berdasarkan RDI	Kriteria Ketahanan
SInSi	2,2 b	2,2	Toleran
KInSi	5,6 ab	5,6	Sangat Rentan
SInOr	4,4 ab	4,4	Rentan
KInOr	4,6 ab	4,6	Rentan
SUnSi	2,2 b	2,2	Toleran
KUnSi	6,2 a	6,2	Sangat Rentan
SUnOr	3,2 ab	3,2	Rentan
KUnOr	5,4 ab	5,4	Sangat Rentan

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak ada beda nyata berdasarkan uji DMRT pada aras 5%. SInSi = tanah supresif+Foc+silika; KInSi = tanah kondusif+Foc+silika; SInOr = tanah supresif+Foc+pupuk kandang; KInOr = tanah kondusif+Foc+pupuk kandang; SUnSi = tanah supresif-foc+silika; KUnSi = tanah kondusif-foc+silika; SUnOr = tanah supresif-foc+pupuk kandang; KUnOr = tanah kondusif-foc+pupuk kandang.

Tabel 2. menunjukkan bahwa terdapat beda nyata dari masing-masing perlakuan, dan begitu jika dilihat dari kriteria ketahanan, pada perlakuan KUnSi, KInSi, dan KUnOr menunjukkan kriteria ketahanan yang sama yaitu sangat rentan tetapi memiliki nilai DSI yang berbeda. Perlakuan yang memiliki kriteria ketahanan rentan pada perlakuan KInOr, SinOr dan SUnOr. Sedangkan, perlakuan dengan kriteria toleran terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubeense* adalah pada perlakuan SInSi dan SunSi (Wibowo *et al.*, 2014).

Kadar Hara pada Tanah Supresif dan Tanah Kondusif Setelah Perlakuan

Tabel 3. menunjukkan bahwa presentase N total terbesar pada perlakuan tanah supresif-Foc+pupuk kandang (SUnOr) dan terendah pada perlakuan tanah kondusif+Foc+silika (KInSi) dan semua perlakuan berbeda nyata. Rata-rata kadar N total pada tanah supresif lebih tinggi jika dibandingkan dengan tanah kondusif, dan tertinggi pada penambahan organik pada tanah supresif uninokulasi. Penambahan bahan organik yang terkandung dalam kompos dapat meningkatkan amonifikasi, nitrifikasi dan fiksasi nitrogen. Unsur NPK dibutuhkan oleh mikroorganisme pada aktivitas metabolisme sel mikroorganisme (Setyorini *et al.*, 2008; Gaur, 1980).

Untuk presentase bahan organik (Tabel 3.) terbesar pada perlakuan tanah supresif+foc+pupuk kandang (SInOr) dan terkecil pada tanah kondusif-Foc+silika (KUnSi), semua perlakuan berbeda nyata. Begitu juga untuk C-organik, presentase

terbesar pada perlakuan tanah supresif+foc+pupuk kandang (SInOr) dan terkecil pada tanah kondusif-Foc+silika (KUnSi) dan semua perlakuan berbeda nyata. Penambahan bahan organik memberikan efek positif pada aktivitas mikroorganisme yakni peningkatan biomassa yang disebabkan peningkatan berbagai enzim hidrolase, siklus biokimia N, aktivitas urease dan protease-BAA, perombakan P dan enzim β -glucosidase sehingga meningkatkan kesuburan tanah (Garcia *et al.*, 1994; Ladd, 1985).

Tabel 3. Kadar unsur hara pada tanah akhir perlakuan

Perlakuan	N total (%)	Bahan Organik (%)	K total (me/100 g)	P total (ppm)	C-organik (%)	Nisbah C/N
SInSi	0,2714abc	6,7630ab	1,6332bcd	0,6124ab	3,9228ab	16,88b
KInSi	0,0966d	5,0320c	1,4648cd	0,9288ab	2,9190c	56,49a
SInOr	0,2284abcd	7,4982a	2,2766a	0,3700b	4,3492a	24,25ab
KInOr	0,1148cd	5,3196c	1,8882abc	0,6556ab	3,0858c	44,52ab
SUnSi	0,2900ab	6,4690b	1,6328bcd	0,9846a	3,7518b	13,32b
KUnSi	0,1266bcd	4,7444c	1,3218d	0,9980a	2,7522c	59,53a
SUnOr	0,3208a	6,7630ab	2,0204ab	0,4620ab	3,9226ab	13,38b
KUnOr	0,2534abcd	4,8882c	1,6182bcd	0,5938ab	2,8356c	33,45ab

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak ada beda nyata berdasarkan uji DMRT pada aras 5%. SInSi = tanah supresif+Foc+silika; KInSi = tanah kondusif+Foc+silika; SInOr = tanah supresif+Foc+pupuk kandang; KInOr = tanah kondusif+Foc+pupuk kandang; SUnSi = tanah supresif-foc+silika; KUnSi = tanah kondusif-foc+silika; SUnOr = tanah supresif-foc+pupuk kandang; KUnOr = tanah kondusif-foc+pupuk kandang.

Kadar K total (Tabel 3.) terbesar ada pada perlakuan tanah supresif+Foc+pupuk kandang (SInOr) dan terendah pada perlakuan tanah kondusif-Foc+silika (KUnSi), semua perlakuan berbeda nyata. Agrios (1996) menyebutkan bahwa kalium sangat diperlukan oleh jamur sebagai kation intraseluler dan mengatur kadar air sel dengan sifat osmotiknya. Kalium juga secara tidak langsung mempengaruhi berbagai tingkat perkembangan dan keberadaan pathogen di dalam inang dan secara tidak langsung mempengaruhi infeksi dengan mendorong penyembuhan luka, meningkatkan ketahanan terhadap kerusakan dan menurunkan infeksi yang biasanya berawal dari jaringan mati.

Kadar P total (Tabel 3.) terbesar ada pada perlakuan tanah kondusif-Foc+silika (KUnSi) dan terendah pada perlakuan tanah supresif+Foc+pupuk kandang (SInOr), semua perlakuan berbeda nyata. Pada awal penelitian menunjukkan bahwa kadar P total lebih banyak pada tanah supresif dibandingkan dengan tanah kondusif. Fosfor meningkatkan ketahanan melalui peningkatan keseimbangan hara pada tumbuhan atau mempercepat kematangan tanaman dan memungkinkannya terhindar dari infeksi patogen yang lebih menyukai jaringan muda (Agrios, 1996).

Hubungan Antar Parameter

Setiap parameter yang diamati dapat dikorelasikan terhadap parameter yang lain. Korelasi tersebut dapat bernilai positif, negatif ataupun tidak ada korelasi sama sekali. Korelasi positif artinya apabila parameter yang satu nilainya naik maka parameter yang lain ikut naik dan sebaliknya. Berkorelasi negatif artinya apabila parameter yang satu nilainya naik, nilai parameter yang lain akan turun. Dari data korelasi antar parameter pengamatan pengaruh pupuk kandang dan silika terhadap Mollisol supresif dan Inceptisol kondusif terhadap penekanan penyakit layu fusarium pisang yang nilainya signifikan sehingga dapat diperoleh persamaan regresi liniernya.

Gambar 1. dan Gambar 2. menunjukkan adanya hubungan negatif antara bahan organik dan C-Organik dengan *Disease Severity Index* (DSI), namun hubungan tersebut tidak terlalu erat ($R^2=0,543$, $R^2=0,542$). Meningkatnya kadar bahan organik dan C-organik tanah menurunkan DSI. Hal ini dikarenakan bahan organik (C-organik) tanah digunakan sebagai sumber energi oleh mikroorganisme tanah untuk membentuk sel-sel dalam tubuhnya (aktivitas metabolisme) maupun meningkatkan populasinya dalam tanah sehingga mampu menurunkan serangan *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* pada bibit pisang.

Tabel 4. Korelasi antar Parameter Terakhir

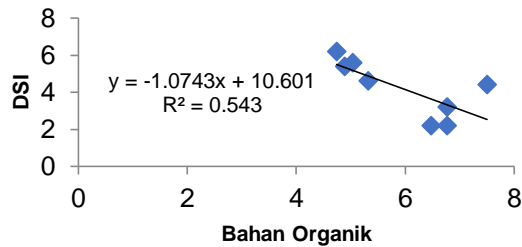
	DSI	Corg	BO	Ntot	Ptot	Ktot	RDI	C/N
DSI	1	-0.491**	-0.491**	-0.543**	0.270ns	-0.015ns	1**	0.636**
Corg		1	1**	0.290ns	-0.395*	0.463**	-0.491**	-0.358*
BO			1	0.290ns	-0.395*	0.463**	-0.491**	-0.358*
Ntot				1	-0.340*	-0.076ns	-0.543**	-0.832**
Ptot					1	-0.161ns	0.270ns	0.350*
Ktot						1	-0.015ns	-0.048ns
RDI							1	0.636**
C/N								1

Keterangan : ns = $< 0,0308$; * = $0,308 \leq x \leq 0,398$; ** = $> 0,398$

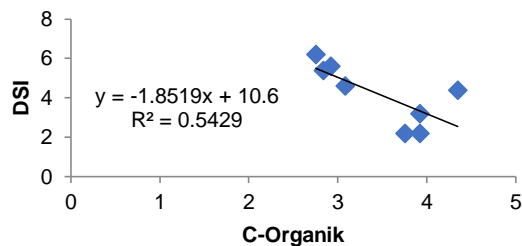
Gambar 3. menunjukkan adanya hubungan negatif antara N total dengan *Disease Severity Index* (DSI) yang mempunyai nilai keeratan yang tidak terlalu erat antar parameter tersebut, $R^2=0,557$. Peningkatan kadar N total tanah menurunkan DSI. Hal ini dikarenakan dalam aktivitasnya mikroorganisme membutuhkan N, sehingga peningkatan kadar N total tanah menurunkan gejala serangan *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* pada bibit pisang.

Gambar 4. menunjukkan hubungan antara nisbah C/N dengan *Disease Severity Index* (DSI) berkorelasi positif, namun hubungan tersebut tidak terlalu erat

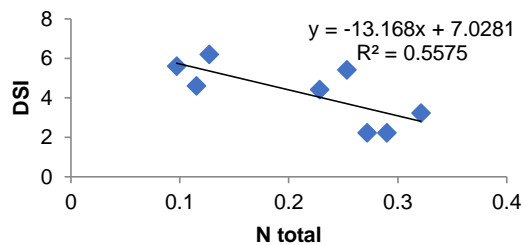
($R^2=0,787$). Peningkatan nisbah C/N dalam hal ini adalah C-organik dan N total tanah meningkatkan pula DSI pada bibit pisang. Karena pada dasarnya C-organik maupun N total (N-organik dan N tak terlarut asam) merupakan sumber energi mikroorganisme. Sehingga besarnya nilai nisbah C/N bisa mengindikasikan banyak tidaknya populasi mikroorganisme pada tanah tersebut.



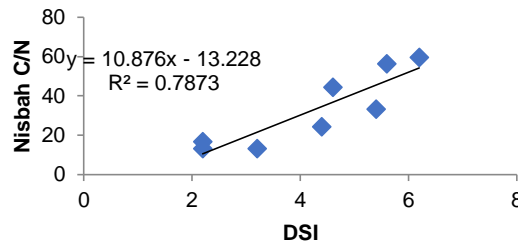
Gambar 1. Hubungan antara bahan organik tanah dengan *Disease Severity Index* (DSI)



Gambar 2. Hubungan antara C-organik tanah dengan *Disease Severity Index* (DSI)



Gambar 3. Hubungan antara N total dengan *Disease Severity Index* (DSI)



Gambar 4. Hubungan antara nisbah C/N dengan *Disease Severity Index (DSI)*

KESIMPULAN

Tingkat kesuburan sifat fisik dan kimia tanah supresif lebih baik, yakni pH netral, kelas tekstur geluh pasiran, N total, P total, C organik, bahan organik, Si tersedia dibandingkan tanah kondusif. Pada tanah supresif penambahan silika dan pupuk kandang lebih memberikan pengaruh lebih nyata pada penekanan laju perkembangan penyakit layu fusarium. Setelah perlakuan kandungan N total, K total, bahan organik dan C organik pada tanah supresif lebih tinggi dibandingkan tanah kondusif.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. 1996. Plant Pathology (Ilmu Penyakit Tumbuhan, alih bahasa: M. Busnia). Edisi Ke-3. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Baker, K.F. and R.J. Cook. 1993. Biological control of plant patogen. Freeman & Co, San Francisco.
- Chuang, T. Y. 1991. Soil suppressive of banana Fusarium wilt in Taiwan. Plant Protection Bulletin (Taiwan Roc) 33 : 133-141.
- Garcia, C., Hernandez, T., Costa, F., Ceccanti, B. 1994. Biochemical parameters in soil regenerated by the addition of organic wastes. Wastes Management and Research 12 : 547-466.
- Gaur, A. C. 1980. A manual of rural composting. Project field document No. 15. Food and Agriculture Organization of The United Nations.
- Hanudin, E. 2000. Pedoman Analisis Kimia Tanah. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Hoepfer, H. and Alabouvette, C. 1996. Importance of physical and chemical soil properties in the suppressiveness of soils to plant diseases. European Journal of soil Biology 32:41-58.
- Hutcheson, S.W. 1998. Current concepts of active defense in plants. Annual Review Phytopathology 36 : 59-90.
- Kanto, T. 2002. Research of silicate for improvement of plant defense against patogens in Japan. 2nd Silicon in Agriculture Conference. Yamagata, Japan.
- Kato, N., Kumagai, K., Nakagawa, F., and Sumida, H. 2002. Comparison of three methods for evaluation of available silicon in paddy soils. Proceedings of Silicon in Agriculture. Yamagata. Japan. 66 (2) : 58-61.

- Kertonegoro, B.D., Hastuti, S., Supriyanto, N. and Handayani, S. 1998. panduan analisis fisika tanah. Laboratorium Fisika tanah Fakultas pertanian UGM. Yogyakarta.
- Kistler, H. C. 2001. Evolution of host specieficity in *Fusarium oxysporum*. In Summerell B.A., Leslie J.F., Backhouse D., Bryden W.L., and Burgess L.W., editor. Fusarium m. Nelson P.E. Memorial Symposium. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota.
- Ladd, J.N. 1985. Soil enzymes. p. 175-221. In D. Vaughan and R.E. Malcolm, editors. Soil organic matter and biological activity. Nijhoff & Junk Publ, The Hague, Netherlands.
- Mak C., A. A. Mohamed, K. W. Liew, Y. W. Ho. 2004. Early screening technique for fusarium wilt resistance in banana micropropagated plants. Banana Improvement. <<http://www.fao.org/docrep/007/ae216e/ae216e00.HTM>>.
- Setyorini, D., Saraswati, R., dan Ea Kosman. 2008. Kompos. Tidak dipublikasikan.
- Sulaeman, Suparto dan Eviati. 2005. Analisis kimia tanah, tanaman, air dan pupuk. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Sullivan, P. 2004. Sustainable management of soil-borne plant diseases. <<http://www.attra.ncat.org>>.
- Takahashi, E. 2002. An introduction to the silicon research in Japan. 2nd Silicon in Agriculture Conference. Yamagata, Japan.
- Tan, K. H. 1998. Principle of soil chemsity 3rd ed. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Weller, D.M., J.M. Raaijmakers, B.B.M. Gardener, and L.S. Thomashow. 2002. Microbial populations responsible for specific soil suppressiveness to plant pathogens. Annual Review Phytopathology 40 : 309 – 348.
- Whipps, J.M., 1997. Developments in the biological control of soilborne plant pathogens. In: Advances in Botanical Research. Academic Press, UK.
- Wibowo, A., M.U.A. Somala, S.N.H. Utami, S. Subandiyah, A. Pattison, L. Forsyth, and A. Molina. 2014. The effect of silica and manure addition into suppressive and conducive soil on the incidence of fusarium wilt disease of banana. Acta Horticulturae: 55-60.
- Yuwono, N.W. 2003. Panduan analisis kimia tanah. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.