

Potensi Kombinasi *Trichoderma* SP dan Abu Sekam Padi sebagai Sumber Silika dalam Meningkatkan Ketahanan Tanaman Jagung (*Zea mays*) terhadap Serangan Penyakit Bulai (*Peronosclerospora maydis*)

Muchamad Bayu Setiyo Budi¹ dan Abdul Majid²

¹ Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember

² Dosen Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember

* Muchamad Bayu Setiyo Budi : bayusetiyobudi@gmail.com

Abstract: Maize is one of the main food crops that are very important in supporting the Indonesian people in terms of food needs, animal food, and industrial activity. Productivity of maize in several years continues to fluctuate. One of the factors that affect the production of maize is the presence of plant disease. One example of plant disease that plays an important role in reducing maize production is Downy mildew caused by fungal attack of *Peronosclerospora maydis*. Disease control by using chemical pesticides has a bad impact on the environment, beneficial microorganism, and humans. An alternative that can be done is by utilizing biological control in the form of *Trichoderma* sp and organic fertilizer from rice husk ash. The purpose of this study was to determine the potential of *Trichoderma* sp and rice husk ash in controlling downy mildew disease. The application of *Trichoderma* sp is carried out through seed treatment, while organic fertilizer from rice husk ash is given with doses of 5, 7, and 9 grams. The study was conducted using randomized block design experiment. Observed parameters including disease severity, incidence rate, total phenol compounds, and silica in plant tissues. The result of this study showed that the most effective treatment in suppressing downy mildew disease was the treatment of rice husk ash with a dose of 9 grams. This result is indicated by the lowest level of disease severity, disease incidence rate, and the highest total phenol and silica content in the 9 gram rice husk ash treatment.

Keywords: Maize, *Peronosclerospora maydis*, *Trichoderma* SP, Rice husk

Abstrak: Jagung adalah salah satu tanaman pangan utama yang sangat penting dalam mendukung masyarakat Indonesia dalam hal kebutuhan pangan, makanan hewani, dan kegiatan industri. Produktivitas jagung dalam beberapa tahun terus berfluktuasi. Salah satu faktor yang mempengaruhi produksi jagung adalah adanya penyakit tanaman. Salah satu contoh penyakit tanaman yang memainkan peran penting dalam mengurangi produksi jagung adalah jamur berbulu halus yang disebabkan oleh serangan jamur *Peronosclerospora maydis*. Pengendalian penyakit dengan menggunakan pestisida kimia berdampak buruk pada lingkungan, mikroorganisme yang menguntungkan, dan manusia. Alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan kontrol biologis dalam bentuk *Trichoderma* sp dan pupuk organik dari abu sekam padi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi *Trichoderma* sp dan abu sekam padi dalam mengendalikan penyakit bulai. Aplikasi *Trichoderma* sp dilakukan melalui perlakuan benih, sedangkan pupuk organik dari abu sekam diberikan dengan dosis 5, 7, dan 9 gram. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan eksperimen rancangan acak kelompok. Parameter yang diamati termasuk keparahan penyakit, tingkat kejadian, total senyawa fenol, dan silika dalam jaringan tanaman. Hasil penelitian ini menunjukkan

bahwa pengobatan yang paling efektif dalam menekan penyakit bulai adalah pengobatan abu sekam padi dengan dosis 9 gram. Hasil ini ditunjukkan oleh tingkat keparahan penyakit terendah, tingkat insiden penyakit, dan kadar fenol dan silika total tertinggi dalam perlakuan 9 gram abu sekam padi.

Kata kunci: Jagung, *Peronosclerospora maydis*, *Trichoderma* SP, Sekam padi

1. Pendahuluan

Salah satu komoditas tanaman pertanian yang sangat penting dalam menunjang ketahanan pangan adalah tanaman jagung yang menempati urutan kedua sebagai bahan makanan pokok dan mempunyai peran yang semakin penting seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, usaha peternakan dan juga kegiatan industri yang memanfaatkan jagung (Jastra, 2015). Kendala yang sering dihadapi dalam usaha meningkatkan produktivitas tanaman jagung adalah adanya serangan penyakit. Tingginya serangan penyakit pada tanaman jagung dapat berpotensi menurunkan produksi dan kualitas jagung yang dihasilkan.

Menurut Badan pusat statistik tahun 2017, produksi jagung yang ada cenderung mengalami naik turun. Produksi jagung di daerah jember pada tahun 2013 sebesar 384.881 ton dan pada tahun 2014 terjadi kenaikan sebesar 390.759 ton dan kembali mengalami kenaikan pada tahun 2015 menjadi 427.064 ton. Namun, pada tahun 2016 terjadi penurunan produksi menjadi 402.031 ton. Penyakit pada tanaman jagung yang memberikan penurunan produksi adalah serangan penyakit bulai. Salah satu faktor yang mempengaruhi serangan penyakit bulai adalah masih rendahnya tingkat ketahanan tanaman jagung terhadap infeksi jamur *P. maydis*. Serangan yang terjadi pada fase stadium pertumbuhan dapat mengakibatkan penurunan produksi mencapai 100 % atau gagal panen (Matruti dkk., 2013).

Gejala serangan penyakit bulai yang sering nampak adalah daun berklorosis sebagian atau seluruh daun, bila tanaman terinfeksi lebih awal akan menyebabkan tanaman kerdil, tidak berbuah, tetapi bila bertongkol, tongkolnya tidak normal dan dapat pula menyebabkan tanaman mati (Surtikanti, 2011). Tanaman jagung yang terinfeksi cendawan *P. maydis* menimbulkan gejala sistemik, yang apabila infeksinya mencapai titik tumbuh tanaman maka gejala dapat terjadi pada seluruh daun. Gejala ini sangat jelas terdapat pada bagian bawah daun yaitu adanya lapisan seperti tepung berwarna putih yang merupakan kumpulan konidiofor dan konidium jamur (Burhanuddin dan Tandiabang, 2010).

Pengendalian penyakit bulai sebagian besar dilakukan dengan menggunakan pestisida kimia yang secara tidak langsung dapat menimbulkan kerusakan lingkungan. Aplikasi pestisida kimia yang secara berulang juga dapat mengakibatkan beberapa jenis organisme pengganggu tanaman menjadi lebih resisten (Rajput *et al.*, 2017). Bahan kimia yang terkandung dalam pestisida kimia juga dapat mengakibatkan dampak buruk terhadap manusia, baik yang tertinggal pada tanaman atau yang dapat meracuni petani saat aplikasi dilahan. Menurut Arif (2015), residu kimia yang dihasilkan juga dapat tersimpan didalam tanah yang secara langsung dapat mengakibatkan kematian organisme bermanfaat dan juga dapat mengakibatkan pencemaran udara.

Salah satu alternatif pengendalian dapat dilakukan dengan menggunakan aplikasi pupuk silika organik yang berasal dari abu sekam padi. Lapisan silika pada kutikula mampu menghambat penetrasi dan proses infeksi jamur patogen. Penambahan silika yang bersumber dari abu sekam padi mampu membentuk senyawa kompleks dengan silika organik untuk meningkatkan resistensi terhadap penguraian enzim oleh patogen

(Vasanthi *et al*, 2014). Silika yang berasal dari abu sekam padi juga dapat meningkatkan ketebalan dan tingkat kekerasan dinding sel sehingga menghambat infeksi jamur. Penambahan silika pada tanah juga dapat meningkatkan ketersediaan unsur N, P dan K pada tanah sehingga dapat meningkatkan ketahanan tanaman jagung terhadap serangan jamur *P. maydis*. Silika juga dapat memperkuat dinding sel epidermis sehingga dapat menekan kegiatan transpirasi dan cekaman air dapat berkurang (Pikukuh *et al*, 2015).

Pengendalian penyakit bulai jagung yang disebabkan oleh *P. maydis* juga dapat dilakukan dengan menggunakan agen pengendalian hayati yang ramah lingkungan yaitu jamur *Trichoderma* sp. Menurut Alfizar (2013), jamur *Trichoderma* sp merupakan salah satu jamur antagonis yang banyak ditemukan pada daerah perakaran dan juga sering ditemukan endofit di jaringan akar tanaman. Mekanisme jamur *Trichoderma* sp dalam menyerang jamur patogen dapat dilakukan melalui cara mikoparasitik dan juga dapat dengan antibiosis. Jamur *Trichoderma* sp mampu menghasilkan enzim yang bersifat anti jamur yaitu kitinase dan juga β -1,3 glukukanase yang dapat menghambat pertumbuhan miselia jamur (Harman, 2005).

Menurut Yedia *et al* (2009), aplikasi *Trichoderma* sp juga dapat meningkatkan aktifitas peroksidase dan juga menginduksi tanaman untuk memproduksi senyawa Fenol yang bersifat anti fungi sehingga dapat menekan potensi serangan patogen dari luar jaringan tanaman. Hal ini akan mengakibatkan tanaman menjadi resisten terhadap serangan patogen. Menurut Sredevi *et al* (2011), senyawa Fenolik bersama dengan lignin mampu berperan untuk meningkatkan kekuatan mekanik dinding sel dan juga dapat menghambat infeksi dan menekan perkembangan jamur yang bersifat patogen bagi tanaman. Tujuan mengetahui pengaruh abu sekam padi dalam menekan serangan penyakit bulai jagung *P. maydis*, Mengetahui pengaruh *Trichoderma* sp dalam menekan serangan penyakit bulai jagung *P. Maydis*, mengetahui dosis yang sesuai dalam aplikasi abu sekam padi dan *Trichoderma* sp dalam meningkatkan ketahanan tanaman jagung.

2. Metode

Penelitian mengenai "Potensi Kombinasi *Trichoderma* sp dan Abu Sekam Padi Sebagai Sumber Silika Dalam Meningkatkan Ketahanan Tanaman Jagung (*Zea mays*) Terhadap Serangan Penyakit Bulai *Peronosclerospora maydis*" yang akan dilaksanakan pada bulan Juni 2018 sampai selesai di Agroteknopark Jubung, Laboratorium Penyakit Tumbuhan dan Laboratorium Kimia tanah Universitas Jember. Alat yang digunakan dalam kegiatan penelitian yaitu Jarum N, Beaker glass, plastik, Gelas ukur, Kuas, Vortex, Sprayer, Pipet, Tugal, Cangkul, Karung, Ayakan, Polibag, Kertas saring, Mortar. Bahan yang digunakan dalam kegiatan penelitian adalah daun tanaman jagung, pupuk NPK, abu sekam padi, Aquades, Benih jagung manis varietas Bonanza.

Inokulum penyakit bulai didapatkan melalui pengambilan spora *P. maydis* dari tanaman jagung yang menunjukkan gejala penyakit bulai. Daun tanaman jagung yang menunjukkan gejala penyakit bulai dilihat pada pukul 01.00 dini hari dan dipastikan pada bagian bawah permukaan daun terdapat lapisan tepung yang merupakan konidia jamur *P. maydis*. Konidia kemudian diambil dengan cara menggunakan jari tangan yang dibasahi dengan air steril dan kemudian di oleskan pada permukaan daun yang terdapat banyak konidia kemudian konidia yang menempel pada jari dimasukkan kedalam Beaker glass. Suspensi spora *P. maydis* kemudian dihomogenkan dengan menggunakan vortex dan kemudian di encerkan untuk mendapatkan kerapatan spora (10^7 spora/ml) (Sekarsari *et al*, 2013).

Suspensi konidia yang diperlukan adalah berasal dari *Trichoderma* sp yang didapatkan dari Lab. Tanggul yang sebelumnya telah ditumbuhkan pada media PDA

dan dilakukan peremejaan. Konidia lalu disolasi menggunakan jarum Ose kemudian dimasukkan kedalam tabung reaksi yang berisikan air steril 10 ml dan kemudian di gojok sampai dengan homogen. Hasil dari suspensi yang digojok tersebut diambil sebanyak 1 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi lain yang telah berisi aquades sebanyak 9 ml dan dilakukan sampai dengan enam kali. Setelah didapatkan pengenceran yang diperlukan kemudian menghitung kerapatan menggunakan haemocytometer jumlah konidia dihitung sebanyak 1×10^6 spora/ml (Nurahmi dkk, 2012). Menurut BBPPTP (2014), perhitungan kerapatan sporan dilakukan dengan rumus :

$$S = X / (L \times t \times d) \times 10^3$$

Keterangan :

S: Kerapatan spora

X: Rerata jumlah konidia pada kotak a,b,c,dan d

L: Luas kotak hitung ($0,04 \times 5 = 0,2 \text{ mm}^2$)

t : Kedalaman bidang hitung

d :faktor pengenceran

Sumber Abu sekam Padi

Abu sekam padi didapatkan dari tempat pembuatan batu bata atau genting. Abu sekam padi yang digunakan adalah abu sekam yang sudah menjadi abu dan berwarna putih bersih. Abu yang didapatkan kemudian dibersihkan dari kotoran dan dan dihaluskan menggunakan mortar. Abu yang sudah halus kemudian disaring menggunakan saringan 200 mesh. Hasil saringan kemudian dianalisis dengan metode Pengabuan dan pelarutan dengan HCL untuk mengetahui kandungan silika total yang ada didalam abu sekam padi. Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan silika total yang ada pada abu sekam padi sebesar 91,80 %.

Penelitian akan dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama sebanyak 4 taraf yang akan diulang sebanyak 3 kali (setiap ulangan terdiri dari 9 tanaman), Adapun faktor abu sekam padi sebagai berikut:

B0 = 0 gr/ Tanaman (kontrol)

B1 = 5 gr/ Tanaman

B2 = 7 gr/ Tanaman

B3 = 9 gr/ Tanaman

Faktor Trichoderma sp adalah sebagai berikut

T0 : Suspensi aquadest

T1 :Trichoderma sp dengan kerapatan 10^6 konidia/ml

Variabel yang diamati dalam penelitian ini meliputi:

a. Insidensi Penyakit

Menghitung kejadian penyakit dengan rumus

$$KP = \frac{A}{A+B} \times 100 \%$$

Keterangan : A : Jumlah tanaman yang terserang

B :Total tanaman yang diamati

KP : Kejadian Penyakit

b. Keparahan Penyakit

Keparahan penyakit diketahui dengan menghitung gejala kerusakan berdasarkan terjadinya klorosis daun setiap tanaman.

Mengetahui presentase serangan penyakit yang terjadi digunakan rumus:

$$I = \frac{\sum(nixvi)}{v \times z} \times 100 \%$$

Keterangan : I = Tingkat keparahan penyakit (%)
 ni = Jumlah daun setiap kategori serangan ke-i
 vi = Nilai skala tiap kategori serangan ke-i
 V = Nilai skala kategori tertinggi
 Z = Jumlah daun yang diamati

Kategori skore keparahan daun setiap tanaman menurut Talanca (2009) :

1. Serangan ringan (> 0–20%);
2. Serangan cukup berarti (>20–40%);
3. Serangan sedang (>40–50%);
4. Serangan agak berat (>50–75%);
5. Serangan berat (>75–100%).

Analisis kandungan fenol dilakukan setelah tanaman jagung berbunga. Sebanyak 10 mg ekstrak dilarutkan dalam 25 ml etanol 96%. 2 ml tersebut dimasukkan ke dalam tabung reaksi lalu ditambahkan 5 ml aquabidest, dan 0,5 ml pereaksi FolinCiocalteu 50% kemudian divortex. Campuran tersebut kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 5 menit lalu ditambahkan 1 ml Na_2CO_3 5% diaduk, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 60 menit. Absorban larutan diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 725 μm standar yang digunakan yaitu asam galat dengan berbagai konsentrasi (10;30;50 dan 70 $\mu\text{g}/\text{ml}$). Penetapan kadar fenol menggunakan pereaksi FolinCiocalteu berdasarkan kekuatan mereduksi dari gugus hidroksil fenol. Senyawa fenol mereduksi Fosfomolibdat fosfotungstat membentuk molybdenum berwarna biru (Huang Uo dan prior 2005)

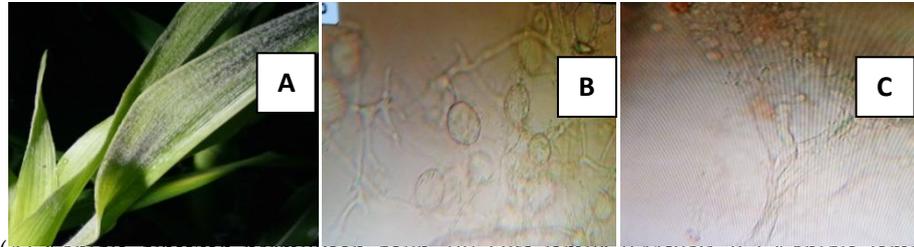
Analisis Kandungan silika pada jaringan daun tanaman jagung dilakukan pada saat tanaman jagung berbunga dan dilakukan dengan mengambil setiap 1 dari setiap perlakuan. Preparasi Sampel dengan mencuci krus nikel sampai bersih dengan menggunakan HCL 1:1 kemudian menimbang sampel dalam Krus nikel. Menambahkan 10 mL NaOH 15%. Memanaskan di atas Hotplate pada suhu rendah hingga sampel NaOH kering. Pemanasan dilakukan dengan menggunakan Furnace (suhu bertahap) selama 24 jam. Selanjutnya didinginkan selama 24 jam dan ditempatkan pada labu 50 ml. Pembuatan Kurva Baku dan Persiapan Sampel dengan membuat larutan kerja silika (ppm) 0; 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; dari larutan baku 10 ppm. Pipet 0; 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,8 + 0,1 mL larutan ammonium molibdat, didiamkan selama 10 menit + 0,5 mL asam tatarat + 0,1 mL. Menempatkan larutan pereduksi 10 mL dengan aquadest. Mengambil sampel homogen sebanyak 9 mL + 0,1 mL larutan ammonium molibdat didiamkan selama 10 menit + 0,5 mL asam tatarat + 0,1 mL larutan pereduksi, tepatkan 10 mL dengan aquadest. Dibaca dengan spektro UV pada panjang gelombang 650 nm.

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial, Selanjutnya data dianalisis dengan metode sidik ragam (ANOVA), untuk setiap perlakuan berbeda nyata yang dilanjutkan dengan uji Duncan taraf kepercayaan 95%.

3. Hasil Analisis dan Pembahasan

3.1. Hasil Penelitian

3.1.1. Biologi dan Morfologi Jamur *Pernosclerospora Maydis*



Gambar 1. (A) Konidia dibawah permukaan daun, (B) Hifa jamur *P.Maydis*, (C) Konidia jamur *P.Maydis*

Sumber inokulum patogen jamur *P. maydis* didapatkan dari tanaman jagung yang telah terserang penyakit bulai yang ditunjukkan dengan adanya lapisan tepung pada bagian bawah permukaan daun yaitu pada gambar 3.1.1 (A). Pada gambar tersebut merupakan konidiofor jamur *P. maydis* yang mnuncul keatas permukaan daun dan telah siap untuk terlepas yang biasanya terjadi pada malam hari. Konidia jamur *P. maydis* mempunyai bentuk percabangan dengan rata rata membentuk cabang sebanyak 3 sampai 4 cabang. Pada setiap ujung cabang membentuk sterigmata dan pada ujungnya terdapat konidia yang sudah siap untuk lepas.



Gambar 2. (A) Konidia pada jam 2, (B) Konidia pada jam 3, (C) Konidia pada jam 4

Konidia jamur *P.Maydis* pada beberapa selang waktu menunjukkan bentuk dan ukuran yang berbeda. Pembentukan konidia akan dimulai pada saat pukul 23.00 yaitu dengan membentuk konidiofor muda. Pada jam 00.00 sampai pukul 01.00 konidiofor dengan konidium yang masing-masing akan mempunyai cabang 3 sampai 4 dan mempunyai sterigmata. Pada sekitar jam 02.00 seperti pada gambar 4.1.2 (A) akan mulai membentuk konidia yang disertai dengan tabung kecambah dengan bentuk konidia bulat sampai dengan lonjong. Pada pukul 03.00 konidia akan semakin banyak dan akan muda terlepas apabila terkena angin. Puncak pelepasan konidia jamur *P. Maydis* akan terjadi pada saat pukul 04.00 dini hari yaitu ditunjukkan dengan jumlah kondia yang semakin banyak dengan bentuk bulat sampai dengan lonjong. Kelembapan udara akan sangat mempengaruhi pembentukan konidiofor, apabila kelembapan tinggi maka ukurannya dapat memanjang yang dari pangkal hingga ujung sterigma mencapai 200-550 μm . Konidia-konidia tersebut akan menyebar sampai menemukan inang baru yaitu tanaman jagung yang masih muda atau berada pada fase vegetatif.

3.1.2 Gejala Penyakit Bulai Pada Tanaman Jagung

Tanaman jagung yang terserang penyakit bulai menunjukkan terjadi perubahan warna pada daun tanaman yang terserang. Daun tanaman jagung akan mengalami klorosis berupa garis-garis berwarna kuning keputihan yang nampak pada permukaan daun. Klorosis yang terjadi pada daun dimulai dengan garis sempit dari pangkal daun

sampai dengan ujung daun. Pada beberapa hari garis klorosis akan terus melebar sampai mengakibatkan semua permukaan daun mengalami klorosis.



Gambar 3. (A) Tanaman jagung sehat, (B) Gejala penyakit bulai (C), Gejala pada daun tanaman jagung

Gejala yang ditunjukkan oleh tanaman jagung tersebut merupakan salah satu gejala yang khas ditimbulkan oleh serangan jamur *P. maydis*. Gejala klorosis nampak pada permukaan daun yang memanjang sejajar dengan tulang daun. Klorosis akan terus meluas sampai seluruh permukaan daun mengalami klorosis berwarna kuning keputih-putihan. Menurut Matnawi (2012), pada tanaman yang berusia sekitar 2-3 minggu menunjukkan semua bagian daun mengalami klorosis dan pada ujung daun akan menjadi meruncing dan kaku pada kondisi yang parah. Pada permukaan daun bagian bawah bila diamati dengan seksama akan menunjukkan lapisan berupa tepung putih yang merupakan konidia jamur *Peronosclerospora maydis*.

3.1.3 Pengaruh Abu sekam padi dan *Trichoderma* sp dalam Menekan Serangan Penyakit Bulai

Tabel 1. Pengaruh Aplikasi abu sekam padi dan *Trichoderma* sp terhadap Keparahan dan insidensi penyakit

Perlakuan	Keparahan Penyakit (%)	Insidensi Penyakit (%)
<i>Trichoderma</i> sp	6,07	11,11
Kontrol	14,97	33,33
Abu sekam padi 5 gr	11,00	25,93
Abu sekam padi 7 gr	7,30	14,81
Abu sekam padi 9 gr	5,60	14,81
<i>Trichoderma</i> sp dan abu sekam padi 5 gr	9,33	29,63
<i>Trichoderma</i> sp dan abu sekam padi 7 gr	12,30	22,22
<i>Trichoderma</i> sp dan abu sekam padi 9 gr	4,63	11,11

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata dalam Uji Duncan 5%

Tingkat serangan penyakit bulai pada tanaman jagung yang paling parah ditunjukkan pada perlakuan kontrol yaitu sebesar 14,97% atau tanpa aplikasi abu sekam padi dan juga jamur *Trichoderma* sp sedangkan nilai untuk keparahan serangan yang paling rendah yaitu pada perlakuan abu sekam padi sebanyak 9 gram dengan tambahan *Trichoderma* sp dengan nilai 4,63% Insidensi penyakit yang paling tinggi yaitu pada perlakuan kontrol dengan nilai 33,33 dan yang paling rendah pada perlakuan pada

perlakuan abu sekam padi sebanyak 9 gram dengan tambahan *Trichoderma* sp dengan nilai 11,11%.

Tabel 2. Pengaruh Abu sekam padi dan *Trichoderma* sp terhadap kandungan silika senyawa fenol pada jaringan

Perlakuan	Kandungan Fenol (%)
<i>Trichoderma</i> sp	0,104 de
Kontrol	0,073 f
Abu sekam padi 5 gr	0,080 ef
Abu sekam padi 7 gr	0,117 cd
Abu sekam padi 9 gr	0,143 bc
<i>Trichoderma</i> sp dan abu sekam padi 5 gr	0,117 cd
<i>Trichoderma</i> sp dan abu sekam padi 7 gr	0,167 ab
<i>Trichoderma</i> sp dan abu sekam padi 9 gr	0,200 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata dalam Uji Duncan 5%

Kandungan senyawa fenol yang dihasilkan oleh tanaman selama fase vegetatif tanaman yaitu yaang paling tinggi pada perlakuan yang sama yaitu dengan nilai 0,200 % dan yang paling sedikit yaitu pada perlakuan kontrol dengan nilai 0,073 gram.

a. Pengaruh Aplikasi Abu sekam Padi Terhadap Kandungan Silika Pada Jaringan.

Aplikasi Abu sekam padi yang dilakukan pada tanaman jagung diketahui dapat meningkatkan kandungan silika yang ada didalam jaringan tanaman jagung. Pada pengujian yang dilakukan pada daun tanaman jagung setiap perlakuan abu sekam mampu meningkatkan kadnungan silika yang ada pada jaringan. Kandungan slika yang terdapat pada jaringan tanaman ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 3. Pengaruh aplikasi *Trichoderma* sp dan abu sekam padi pada kandungan silika pada jaringan

Perlakuan	Kandungan Silika Pada Jaringan (mg/kg)
<i>Trichoderma</i> sp	768,46
Kontrol	763,22
Abu sekam padi 5 gr	1239,57
Abu sekam padi 7 gr	1271,11
Abu sekam padi 9 gr	2171,48
<i>Trichoderma</i> sp dan abu sekam padi 5 gr	1089,73
<i>Trichoderma</i> sp dan abu sekam padi 7 gr	1808,28
<i>Trichoderma</i> sp dan abu sekam padi 9 gr	2467,58

Kandungan silika yang ada pada jaringan tanaman menunjukkan jumlah yang beragam. Kandungan silika yang paling tinggi ditunjukkan pada perlakuan silika dengan dosis aplikasi sebanyak 9 gram dengan jumlah 2171,48 mg/kg dan pada perlakuan kombinasi dengan jamur *Trichoderma* juga paling tinggi terdapat pada aplikasi 9 gram dengan kandungan silika sebesar 3467,58 mg/kg. Tingkat kandungan silika yang paling

rendah yaitu pada perlakuan tanpa Abu sekam yaitu pada perlakuan kontrol dengan kandungan silika pada jaringan sebesar 763,22 mg/kg.

3.2 Pembahasan

Penyakit bulai merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman jagung yang disebabkan oleh patogen *P. maydis*. Patogen ini merupakan salah satu kelompok jamur yang bersifat obligat atau tidak dapat tumbuh pada media buatan. Pembentukan konidia dan konidispore jamur *P. maydis* dibentuk pada malam hari di lapisan atas permukaan daun yang basah oleh embun dengan rata-rata suhu untuk perkecambahannya yaitu 18-23 °C (64-73 °F). Menurut Shaw (2009), suhu yang optimum yang umumnya dibutuhkan untuk perkecambahan jamur *P. maydis* pada secara optimum yaitu setidaknya 10-30 °C atau 50-86 °F. Pembentukan tabung kecambah terjadi pada rentan suhu 18-30 °C atau 64-86 °F. Pembentukan konidia yang dilakukan oleh jamur *P. maydis* terjadi pada sekitar pukul 12.00 sampai pukul 01.00 dan puncak pelepasan konidia terjadi pada pukul 03.00 sampai pukul 04.00.

Bentuk miselium jamur *P. maydis* terdiri dari 2 macam yaitu miselium yang mempunyai hifa banyak cabang dan membentuk kelompok diantara tulang daun tanaman, dan juga meselium yang hifanya tidak mempunyai banyak cabang namun dapat tumbuh panjang menjalar dan saling menghubungkan kelompok-kelompok hifa pada tipe pertama. Hifa akan membentuk houstorium yang menyerupai batang, paku, cacim, jari atau gelembung. Houstorium merupakan hifa yang berperan untuk melakukan infeksi atau mempenetrasi kedalam sel tanaman untuk menyerap cairan sitoplasma sel (Hoeckelhoven, 2014).

Pada waktu permukaan daun berembun, miselium membentuk konidiofor yang keluar melalui mulut kulit. Dari satu mulut dapat keluar satu konidiofor atau lebih. Mula-mula konidiofor berbentuk batang, segera membentuk cabang-cabang dikotom yang masing-masing membentuk cabang lagi sampai percabangan tingkat tiga atau sampai tingkat empat. Cabang tingkat terakhir membentuk sterigma (tangkal konidium). Panjang konidiofor sangat bervariasi diantara 200-500 µm, karena ukurannya sangat dipengaruhi oleh tebal tipisnya lapisan emun pada permukaan daun sakit. Konidium yang masih muda berbentuk bulat, sedangkan yang sudah masak dan siap terlepas dapat menjadi jorong (Semangun, 1990).

Salah satu karakteristik dari jamur *P. maydis* adalah mempunyai konidiofor bercabang tiga sampai empat kali pada gambar 3.1.1 (c), berukuran 111-410 µm dilengkapi dengan sterigmata berujung konidia. Konidia berdinding tipis dengan bentuk spherical dan subspherical, berdiameter 12-23 x 25 - 44 µm. Konidia *P. maydis* berbentuk bulat, namun ada juga konidia yang berbentuk bulat tidak sempurna dengan kisaran ukuran diameter cendawan temuan berkisar 12-23 x 25-44 µm (Rustiani dkk., 2015). Bentuk konidia jamur *P. maydis* di wilayah tertentu menunjukkan ukuran yang cukup beragam yaitu mencapai 17-23 µm x 27-39 µm, sedangkan konidiophores membentuk kelompok 150 hingga 550 µm panjangnya. Menurut Widiyanti et al (2015), bentuk konidia jamur *P. maydis* dapat bervariasi tergantung pada spesies inang atau kultivar dan kondisi lingkungan.

Serangan penyakit bulai mempunyai gejala yang khas dan mudah dikenali. Salah satu gejala yang sering kali nampak adalah pada daun tanaman jagung timbul garis kuning. Pada gambar 3.1.2 b merupakan salah satu gejala yang nampak pada saat tanaman jagung terkena serangan bulai. Menurut Rukmana (2009), garis-garis kuning tersebut mempunyai ukuran yang termasuk cukup lebar dan pada bagian permukaan daun terdapat tepung putih yang merupakan kumpulan dari konidia jamur *P. maydis*.

Daun yang mengalami serangan jamur *P. maydis* akan menunjukkan garis kuning keputihan atau kuning kehijau hijauan sesuai dengan yang terjadi pada daun tanaman jagung pada gambar 3.1.1 c. Garis garis klorosis biasanya diawali pada pangkal daun dan akan menyebar ke seluruh permukaan daun dan sejajar tulang daun. Klorosis yang terjadi pada permukaan daun disebabkan oleh jamur yang menginfeksi pembuluh angkut daun sehingga muncul garis klorosis dari ujung sampai pangkal daun (Daryono dkk, 2018)

Sifat gejala sistemik ataupun lokal tergantung dari meluasnya jamur penyebab penyakit didalam tanaman yang telah terinfeksi. Gejala sistemik hanya akan terjadi bila jamur yang dari daun yang telah terinfeksi dapat mencapai titik tumbuh sehingga dapat menginfeksi semua daun tanaman yang muncul dari titik tumbuh tersebut (Semangun, 1996). Serangan penyakit bulai dapat muncul pada saat tanaman berumur 2-3 minggu baik gejala yang bersifat sistemik atau lokal. Pada saat tanaman masih muda, serangan jamur *P. maydis* dapat mengakibatkan daun muda menjadi kaku, mengalami klorosis dan akan mengering.

Serangan penyakit yang terjadi pada tanaman yang berumur 3-5 minggu, awalnya berkembang secara biasa, tetapi pada daun yang baru saja membuka terjadi perubahan warna (menguning) yang dimulai dari pangkal daun. Pada tanaman yang hampir dewasa, gejala serangan penyakit bulai akan nampak pada daun-daun yang tua yakni garis garis klorosis berwarna kuning keputihan yang sangat jelas. Gejala seperti ini biasanya terjadi pada daun-daun yang tua dan terbatas pada beberapa daun saja atau sifatnya gejala lokal (Suryanto, 2014). Jamur *P. maydis* dapat berkecambah dan tumbuh dengan baik pada suhu sekitar 30°C

Aplikasi abu sekam padi yang diberikan melalui teknik pemupukan memberikan pengaruh terhadap tingkat ketahanan tanaman jagung dari serangan penyakit bulai. Pada perlakuan abu sekam padi yang diaplikasikan sebanyak 9 gram menunjukkan tingkat keparahan yang paling sedikit yaitu sebanyak 4,63 % dan juga insidensi penyakit paling rendah yaitu sebesar 11,11 %. Abu sekam padi mengandung unsur silika yang cukup penting untuk tanaman. Menurut Dewi dkk (2014), Silika (Si) merupakan unsur yang mampu menginduksi ketahanan tanaman terhadap cekaman lingkungan biotik dan abiotik. Silika juga memberikan peran positif dalam upaya meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman baik biotik atau abiotik. Silika mampu berperan dalam serangkaian proses fisiologis dan biokimiawi yang terkait dengan pembentukan senyawa metabolit sekunder yang berperan dalam ketahanan tanaman. Salah satu senyawa metabolit sekunder yang banyak dihasilkan oleh tanaman adalah senyawa fenolik.

Senyawa fenol yang dihasilkan oleh tanaman menunjukkan jumlah yang berbeda-beda. Pada perlakuan abu sekam padi sebanyak 9 gram menunjukkan kandungan senyawa fenol yang paling tinggi yaitu sebanyak 0,200 %. Senyawa metabolit sekunder dari golongan fenolik diperoleh dari phenylalanin melalui eliminasi molekul ammonia dari asam sinamat. Reaksi ini dikatalis oleh *phenylalanine ammonia lyase* (PAL), enzim yang paling banyak diteliti pada metabolit sekunder tumbuhan. Phenylalanin berada pada titik percabangan antara metabolisme primer dan sekunder, sehingga reaksi ini merupakan tahap penting pada pembentukan banyak senyawa fenolik (Setyorini dan Yusnawan, 2016).

Aktivitas polifenol oksidase yang terjadi pada jaringan tanaman yang diserang patogen dapat berdampak pada terjadinya reaksi hipersensitif dan secara bersamaan meningkatkan konsentrasi quinon yang bersifat *cytotoxic*. Sehubungan dengan ketahanan tanaman terhadap penyakit, aktivitas polifenol oksidase merupakan properti untuk mengoksidasi senyawa fenol menjadi quinon, yang lebih beracun terhadap mikroorganisme yang bersifat patogen dibandingkan dengan senyawa fenol. Sehingga

patogen yang masuk mempenetrasi ke dalam jaringan tanaman dapat dinetralisir dan dimatikan. Peningkatan aktivitas polifenol oksidase akan menghasilkan toksin dalam konsentrasi tinggi, sehingga meningkatkan ketahanan tanaman terhadap infeksi patogen (Marwan, 2014).

Salah satu senyawa fenol utama yang berperan penting dalam ketahanan tanaman adalah asam klorogenat. Fenol ini sangat berperan dalam proses penguatan dinding sel. Senyawa fenol yang terakumulasi akan berkumpul menjadi lignin. Lignin merupakan polimer fenol yang terbentuk dari unit-unit fenilpropanoid yang mempunyai struktur tidak teratur. Mekanisme ketahanan dilakukan dengan meningkatkan ketahanan mekanis dinding sel dan juga mengurangi kerentanan dinding sel terhadap degradasi oleh enzim patogen, menghambat difusi patotoksin dan nutrisi, menghambat perkembangan patogen karena aktivitas daya racun senyawa prekursor lignin dan lignifikasi patogen (Fitriyanti, 2014)

Pada beberapa perlakuan yang menunjukkan tanaman terserang penyakit dengan dosis aplikasi abu sekam padi yang rendah menunjukkan kandungan senyawa fenol yang rendah. Menurut putri (2015), rendahnya senyawa fenol yang ada pada jaringan tanaman dapat disebabkan oleh rendahnya senyawa fenol endogen sebagai akibat interaksi sifat spesifik obligat parasit jamur *P. maydis* dengan tanaman jagung. Perubahan ekspresi senyawa endogen fenol tanaman berkaitan dengan interaksi tanaman inang dengan patogen.

Tanaman yang diaplikasikan dengan pupuk silika mampu untuk meningkatkan ketahanan terhadap serangan hama dan penyakit. Ketahanan yang terjadi merupakan salah satu bentuk dari ketahanan fisik tanaman sebagai respon dari adanya cekaman biotik. Mekanisme resistensi atau ketahanan yang terjadi pada tanaman sebagai akibat dari penambahan silika adalah terjadinya perubahan pada komponen dinding sel. Dinding sel tanaman akan menjadi lebih susah untuk didegradasi oleh enzim patogen. Pada dinding sel tanaman akan terjadi penebalan dan lebih kaku yang diakibatkan oleh adanya endapan silika pada jaringan epidermis tanaman. hal ini terkait dengan akumulasi dan polimerisasi Si didalam sel sehingga membuat dinding sel menjadi lebih kaku (Marafon, 2013).

Pada aplikasi abu sekam padi, perlakuan yang menunjukkan kandungan silika yang paling tinggi adalah dengan dosis pemupukan 9 gram pertanaman dengan jumlah 2171,48 mg/kg dan juga 2467,58 mg/kg pada aplikasi silika sebanyak 9 gram dengan *Trichoderma sp* sedangkan pada perlakuan kontrol menunjukkan kandungan silika paling rendah yaitu sebesar 763,33 mg/kg. Si yang terakumulasi pada selepidermis daun secara mekanis dapat menghalangi serangan hifa jamur penyebab penyakit. Si juga mendorong asimilasi ammonium dan menjaga peningkatan kadar nitrogen larut seperti asam-asam amino dan amino yang dibutuhkan untuk propagasi hifa dan Si juga mampu bergabung dengan selulosa dan membentuk membran Si-selulosa yang dapat mencegah serangan penyakit pada daun (Yukamgo dan yuwono, 2007). Silika pada jaringan tanaman mampu menginduksi proses pembentukan senyawa polimer yaitu lignin dan suberin, senyawa tersebut kemudian diakumulasi di dinding sel sehingga terjadi penebalan dan penguatan dinding sel (Sewi dkk,2014).

Peningkatan jumlah silika yang terkandung didalam jaringan tanaman juga dapat mengarah pada terjadi proses lignifikasi. Menurut Wirawan dkk (2016), Lignifikasi juga dapat berperan dalam upaya tanaman mempertahankan diri dari serangan patogen yang berupaya menenbus dinding sel. Penambahan silika yang dilakukan pada tanaman dapat mengurangi intensitas penyakit. Silika yang meningkat pada jaringan tanaman selain dapat memacu jumlah komponen fenolik juga dapat meningkatkan aktifitas peroksidase,

kitinase, polifenoloksidase β -1,3 glukanase dan ammonialyase fenilalanin enzim yang dapat menekan penetraasi patogen (Sahebi, 2014).

Tingkat ketahanan tanaman jagung yang diberi perlakuan dengan jamur *Trichoderma* sp juga menunjukkan serangan dan insidensi yang cukup rendah. Pada perlakuan dengan jamur *Trichoderma* spp kandungan senyawa fenol berkisar antara 0,10 sampai dengan 0,15%. Tingginya senyawa fenol memberikan mekanisme ketahanan kimiawi pada tanaman jagung dari infeksi jamur *P. maydis*. Infeksi yang dilakukan oleh patogen dapat merangsang tanaman untuk memproduksi senyawa metabolit sekunder. Menurut Setyorini dan Gusnawan (2016), induksi ketahanan tanaman oleh strain *Trichoderma* sp meningkatkan produksi metabolit sekunder dalam kaitannya dengan pertahanan kimiawi pada tanaman, seperti pengaktifan pembentukan enzim yang terlibat biosintesis fitoaleksin atau dalam respon terhadap cekaman oksidatif. Selain itu beberapa mikroorganisme endofitik lainnya juga mampu memacu produksi asam salisilat pada tanaman.

Pada tanaman, aplikasi *Trichoderma* sp mampu meningkatkan produksi asam salisilat. Melalui bantuan enzim fenilalanin ammonia liase, L-fenilalanin di konversi menjadi asam sinamat (C6-C3). Pada kondisi tanaman mengalami penyerangan oleh jamur, tanaman akan memproduksi asam salisilat, asam sinamat di konversi terlebih dahulu menjadi asam benzoat. Enzim asam benzoat 2-hidroksilase kemudian mengatalisis perubahan asam benzoat menjadi asam salisilat. Asam salisilat berperan sebagai pengatur jalur sinyal untuk ekspresi gen yang berhubungan dengan komponen dinding sel, fitoaleksin, protein PR, dan senyawa fenol (Marwan, 2014).

Jamur endofitik seperti *Trichoderma* sp dapat menghasilkan metabolit sekunder yang mampu meningkatkan ketahanan tanaman dari dalam. Aplikasi *Trichoderma* sp secara kualitatif mampu meningkatkan senyawa tanin, saponin dan glikosida yang merupakan kelompok senyawa fenol yang dapat berperan sebagai pelindung tanaman dari dalam (Soesanto, 2014). Selain itu menurut Nurhayati (2014), Peningkatan produksi senyawa anti fungi tertentu dan peningkatan sintesis enzim hidrolitik oleh tanaman yang terinduksi telah dipandang sebagai mekanisme utama terhadap penurunan/pengurangan penyakit. Apabila tanaman di induksi, deposisi, lignin meningkat sepanjang dinding sel tanaman untuk melindungi penetrasi lebih lanjut oleh patogen.

Aplikasi mikroorganisme antagonis yang bersifat endofitik diketahui dapat meningkatkan ketahanan tanaman. Hal ini karena mikroorganisme endofitik dapat meningkatkan aktivitas peroksidase, polifenol oksidase, fenilalanin ammonia liase, fenol, kitinase, dan β -1,3 glukanase pada tanaman. Beberapa senyawa metabolik tersebut merupakan senyawa yang sangat penting dalam upaya meningkatkan ketahanan tanaman. Pada bagian tanaman yang diinfeksi patogen akan mengalami kerusakan dan tanaman akan menunjukkan perubahan pola metabolik, diantaranya adalah pengaktifan enzim peroksidase dan oksidasi fenol (Marwan, 2014)

4. Kesimpulan

Aplikasi abu sekam padi yang mengandung silika mampu menekan serangan penyakit *Peronosclerospora maydis* pada tanaman jagung manis dengan tingkat keparahan mencapai 4,63 dengan insidensi penyakit sebesar 11,11%. *Trichoderma* spp yang diberikan dengan cara seed treatment mampu menekan keparahan penyakit bulai sebesar 6,07 % dengan insidensi 11,11%. Perlakuan yang efektif dalam meningkatkan senyawa fenol adalah aplikasi abu sekam padi sebanyak 9 gram.

Pustaka

- Alfizar., Marlina dan F. Susanti. 2013. *Kemampuan Antagonis Trichoderma Sp Terhadap Beberapa Jamur Patogen In Vitro*. J. Floratek. 8(1) : 45-51.
- Amin, M., et al. 2016. *Influence Of Silicon Fertilization on Maize Performance Uunder Limited Water Supply*. Springer Science.1-7.
- Arif, A. 2015. *Pengaruh Bahan Kimia Terhadap Penggunaan Pestisida Lingkungan*. Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin. 3(4) : 134-145.
- Asmawati,L., A. Widiastutidan C. Sumardiyono. 2016. *Induksi Ketahanan Jagung Terhadap Penyakit Bulai Dengan Jamur Trichoderma sp*. Univeristas Gajah Mada.
- Balai Besar Perenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya. 2014. *Metode Perhitungan Jumlah Spora Cendawan*. Instruksi Kerja. Edisi 6 Feruari 2014. Surabaya
- Balain Penelitian Tanah. 2011. *Sumber Hara Silika Untuk Pertanian*. Warta Penelitian Dan Pengembangan Pertanian. 33(3) : 12-13.
- Bucio,J.L., R.P. Flores and A.H. Estrella. 2015. *Trichoderma as biostimulant: exploiting the multilevel properties of a plant beneficial fungus*. Scientia Horticulturae. 196(1) : 109-123
- Burhanuddin dan J. Tandiang.2010.*Penyakit Bulai di Pulau Madura*.Balai Penelitian Tanaman Serealia.1(1). 358-362
- Burhanuddin. 2013. *Pengaruh Penyimpanan dan Frekuensi Inokulasi Suspensi Konidia Peronsclrospora Philipines Terhadap Infeksi Penyakit Bulai Pada Jagung*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. 396-402.
- Daryono, B. S., Purnomo dan A. Parazulfa. 2018. *Uji Ketahanan Tujuh Kultivar (Zea mays L.) Terhadap Penyakit Bulai (Peronosclerospora spp)*. Biogenesis. 6(1) : 11-17
- Dewi,A.Y., E.T.S. Putra dan S. Trisnowati. 2014. *Induksi Ketahanan Kekeringan Delapana Hibrida Kelapa Sawit (Eleis guineensis Jacq) dengan Silika*. Vegetalika. 3(3) : 1013
- Fitriyanti, D. 2014. *Suatu Tinjauan Tentang Respon Ketahanan Tanaman Terhadap Adanya Infeksi Dari Nematoda Parasit Tanaman*. Agroscentisc. 21(1) : 48-53
- Ginting, C dan T. Maryono. 2012. *Penurunan keparahan Penyakit Busuk Pangkal Batang Pada Lada Akibat Aplikasi Bahan Organi dan Tricoderma Harzianum*. Tropika. 12(2) : 162-166..
- Gusnawati, H.S., M. Taufiq., Syair dan Esmin. 2014. *Efektifitas Tricoderma Indigenius Hasil Perbanyakan pada Berbagai Media Dalam Mengendalikan Penyakit layu Fusarium dan Meningkatkan apertumuhan serta produksi Tanaman Tomat*.Agriplus.24(2): 99-110.
- Harman, G.E. 2005. *Overview Of Mechanism And Use Of Trichoderma Sp*. The American Phytopathological Society. 1(1) : 190-194
- Hoerussalam., A. Purwanto dan A. Khaerun. 2013. *Induksi Ketahanan tanaman Jagung (Zea mays L.) Terhdap Penyakit Buai Melalui Seed Treatmen Serta Pewarisannya Pada Generasi S1*. Ilmu Pertanian. 16(2) : 42-59.
- Hueckelhoven, R. 2014.*The effective Papilla Hypothesis*.New Phytologist204 : 438-440
- Inayati, A. 2016. *Ketahanan Terimbas Tanaman Kacang-Kacangan Terhadap Penyakit*. Iptek Tanaman Pangan. 11(2) : 175-186.

- Indiani, N.K., I.Lakani dan Rosmini. 2013. *Efektifitas tanaman Jagung Naungan Dan Pupuk Bioprotektan Kompos Trichoderma spp. Untuk mengendalikan Penyakit Busuk Umbi Batang Pada Tanaman Bawang Merah*. Agrotekbis.1(1) : 30-36.
- Jastra, Y. 2015. *Siste Produksi Ddan Potensi Pengembangan Jagung Di Kabupaten Pasaman Barat*. Bina Praja. 7(3) : 271-278.
- Mar'atus, I dan A.G.C. Saputro. 2012. *Preparasi Silika Gel Dari Abu Sekam Padi Sebagai Adsorben Logam Nikel (Ni) Dalam Limbah Elektrolanting*. Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia. :163-171
- Marafon, A.C and L.Endres. 2013. *Silicon :Fertilization and Nutritions in Higher Plants*. Agricultural And Environmental Sciences. 56(4): 380-388
- Marwan, H. 2014. *Pengimbasan Ketahanan Tanamana Pisang Terhadap Penyakit Darah (Ralstonia Solanacearum) Phylotipe IV) Menggunakan Bakteri Endofit*. Tropika. 14(2) : 128-135
- Matruti, A.E.,A.M. Kalay dan C. Uruilal. 2013. *Serangan Peronosclerospora spp Pada tanaman Jagung Di Desa Rumah Tiga, Kecamatan Teluk Ambon Baguala Kota Ambon*. Agrologia. 2(2) : 109-115
- Molla,A.H., M.M. Haque., M.A. haque and G.N.M Dias. 2012. *Trichoderma-Enriched Biofertilizer Enhances Productionand Nutritional Quality of Tomato (Lycopersicon esculentumMill.) and Minimizes NPK Fertilizer Use*. Agric Res. 1(3) : 265-272
- Muis, A., N. Nonci dan M.B. Pabendon. 2015. *Skrining Ketahanan Galur S1 Jagung terhadap Penyakit Bulai dan Pembentukan Galur S2 Tahan Penyakit Bulai*. Plasma Nutfah. 21(1) : 17-24
- Nurahmi, E.,U. Abu., E.Silvya. 2012. *Apikasi Trichoderma Terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Bibit Kakao , Tomat, dan Kedelai*. Floratek. 7(1) : 57-65
- Nurhayati., A. Umayah dan S.E. Agustin. 2012. *Aplikasi Trichoderma Virens Melalui Penyemprotan Pada Daun, Akar dan Perendaman Akar Untuk Menekan Infeksi Penyait Downy Mildew Pada Tanaman caisin*. Dharmapala. 4(2) : 22-28
- N. Vashanti, L.M. Saleena and S.A. Raj. 2014. *Silicon In Crop Production And Crop Protection*. Agricultural Reviews. 35(1): 14-24.
- Octaviani, E.A., Achmad dan E.N Herliyana. 2015. *Potensi Trichoderma harzianum Dan Gliocladium sp. Sebagai Agen Penyebab Penyakit Mati pucuk Pada Jabon*. Silvikultur Tropika. 6(1) : 27-32.
- Paeru, R.H dan T.Q. Dewi. 2017. *Panduan Praktis Budidaya Jagung*. Bogor : Penebar Swadaya
- Pajrin, J., J. Panggesso dan Rosmini. 2013. *Uji Ketahanan Beberapa Varietas Jagung (Zea mays L) Terhadap Intensitas Serangan Penyakit Bulai (Peronosclerospora maydis)*. 1(2) : 113-139
- Pikukuh, P., Djajadi., S.Y. Tyasmro dan N. Aini. 2015. *Pengaruh Frekuensi Dan Konsentrasi Penyemprotan Pupuk nano Silika(Si) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tebu (Scaharum Offinarum L.)*.Produksi Tanaman. 3(3).249-258.
- Purwono, dan R. Hartono. 2005. *Bertanam Jagug Unggul*. Bogor : Penenbar Swadaya.
- Putri, A.I., M.Naiem., S.Indrioko dan S. Rahayu. 2015. *Senyawa Fenol Pada Toleransi Falcutaria Moluccuna (Miq) Terhadap Penyakit Karat Tumor*. Pemuliaan Tanamana Hutan. 9(3) : 189-202.
- Rajput, I.A Et al. 2017. *Effect of Different Synthetic Pesticides Against Pink Bollworm Pectinophora gossypiella (Saund.) On Bt. and non-Bt. Cotton Crop*.Basic and Applied Science. 1(13) : 454-458.

- Rochani, S. 2007. *Bercocok Tanam Jagung*. Jakarta : Azka Press
- Rosmarkam, A dan N.W. Yuwono. 2002. *Ilmu Keseuburan Tanah*. Yogyakarta.: Kanisius
- Rukmana,R. 2009. *Usaha Tani Jagung*. Yogyakarta : Kanisius
- Rustiani,U.S., M.S. Sinaga., S.H. Hidayat and S. Wiyono. 2015. *Ecological Characteristic Of Peronosclerospora Maydis In Java,Indonesia*. Basic and Applied Research. 19(1) : 159-167.
- Rustiani,U.S., M.S. Sinaga., S.H. Hidayat and S. Wiyono. 2015. *Tiga Spesies Peronosclerospora Penyebab Penyakit Bulai Jagung i Indonesia*. Berita Biologi. 14(1) : 29-37
- Sahebi, M.,et al. 2014. *Importance of Silicon and Mechanisms of Biosilica Formation in Plants*.BioMed Research International. 1(1) : 1-16.
- Sakr,N. 2016. *The role of silicon (Si) in increasing plant resistance againstfungal diseases*. Hellenic Plant Protection. 1(9) : 1-15
- Sekarsari, R.A., J.Prasetyo dan T. Maryono. 2013. *Pengaruh Beberapa Fungisida Nabat Terhadap Keterjadian Penyakit Bulai Pada Jagung Manis (Zea Mays Saccharata)*. Agrotek Tropika. 19(1) : 98-101
- Setyorini, S.D dan E. Yusnawan.2016. *Peningkatan Kandungan Metabolit Sekunder Tanaman Aneka Kacang Sebagai respon Cekaman Biotik*.Iptek Tanaman Pangan. 11(2) : 167-174.
- Shaw.C.G. 2009.*Peronosclerospora Maydis Java Downy Mildew*.FungiLike.1-6.
- Shofiyani,A dan G.P. Budi. 20114. *Development Of Fusarium Disease Control Teknologi With Biological Agent In Mas Cultivar Banana In Land infected*. Agritech. 16(2) : 157-173.
- Sirappa, N.P dan N. Razak. 2010. *Peningkatan Produksi Jagung Melalui Pemberian Pupuk N,P,K dan Pupuk Kandang Pada Lahan Kering Di Maluku*. Pekan Serealia Naasional. 1(1) : 277-286
- Soesanto, L. 2014. *Metabolit Sekunder Agensia Pengendalin Hayati : Terobosan Baru Pengendalian Organisme PenggangguTanaman Perkebunan*.Terobosan Baru Atasi Pengganggu Tanaman. 1(1) : 1-11
- Sreedevi, B., M. C. Devi and D.V.R. Saigopal. 2011. *Induction of defense enzymes in Trichoderma harzianum treated groundnut plants against Macrophomina phaseolina*. Biological Control.25(1).33-39.
- Subedi, S. 2015. *A review On Important Maize Disese and Their Management In Nepal*. Maize Research and Development. 1(1) : 28-52.
- Surtikanti. 2011. *Hama Dan Penyakit Penting Tanaman Jagung Dan Pengedaiannya*. BalaiPenelitian Tanaman Serealia. 1(1).1-12.
- Suryanto, W.A. 2014.*Hama dan Penyait Tanaman*.Yogyakarta : Kanisius
- Talanca, A.H. 2011. *Reaksi Beberapa Varietas Jagung Hibrida Terhadap Penyakit Bulai*. Balai Penelitian tanaman Serealia : 415-418.
- Talanca, A.H. 2013. *Status Penyakit Bulai Pada Tanaman Jagung Dan Pengendaliannya*.Balai Penelitian Tanaman Serealia : 76-87.

- Tubana, B.S., T.Babu and L.E. Datnov. 2016. *A Review Of Silicon in Soil And Plants and Its Role In US Agriculture : History and Future Perspectives*. Soil Science. 181(10) : 393-441.
- Wahjadi, M., L. Susanto dan Abdul . Endag Muskiatari. 2013. *Pengujian Kemampuan Mikroba ntagonis Untuk Mengendalikan Penyakit Hawar dan Daun Layu besok bawa lembar acc nya dan.Agrine.Arin*. 17(2) 92-102
- Wandani, S. A. T., Yuliani, dan Y. S. Rahayu. 2015. *Uji ketahanan lima varietas tanaman cabai merah (Capsicum annum) terhadap penyakit tular tanah (Fusarium oxysporum f.sp capsici)*. Lentera Biologi, 4 (3) : 155-160..
- Widiantini, F., E. Yulia and T. Purnama. 2015. *Morphological Variation of Peronosclerospora maydis, the Causal Agent of Maize Downy Mildew from Different Locations in Java-Indonesia*. 3(2) : 23-27
- Wijaya, K.A., A.A. Prawoto dan S.Ihromi. 2009. *Induksi Ketahanan Tanaman Kakao Terhadap Hama Penggerek Buah Kakao dengan Aplikasi Silika*. Pelita Perkebunan. 25(3) : 184-198
- Wirawan, B.D.S., E.T.S. Putra dan P. Yudono. 2016. *Pengaruh Pemberian Magnesium, Boron dan Silikon terhadap Aktivitas Fisiologis, Kekuatan Struktural Jaringan Buah dan Hasil Pisang (Musaacuminata) "Raja Bulu"*. Vegetalica. 5(4) : 1-14
- Yedidia., N. Benhamou and I.Cheat. 1999. *Induction of Defense Responses in Cucumber Plants (Cucumissativus L.) by the Biocontrol Agent Trichoderma harzianum*. Aplied And Environment Microbiology. 65(3) : 1061-1070
- Yohana, O.,H. Hanum dan Supriadi. 2013. *Pemberian Bahan Silika Pada tanah Sawah Berkadar P Total Tinggi Untuk Memperbaiki Ketersediaan P dan Si Tanah, Pertumbuhan Dan Produksi Padi*. Agroteknologi. 1(4) : 1445-1452.
- Yukamgo, E dan N.W. Yuwono. 2007. *Peran Silikon Sebagai unsur Bermanfaat Pada Tanaman Tebu*. Ilmu Tanah dan Lingkungan. 7(2) : 103-116
- Yuliasmara,F., S. Sukamto dan A.A. Prawoto. 2011. *Induksi Kekebalan Sistemik Untuk Mencegah Penyakit Pemuluh Kayu Pada Bibit Kakao Melalui Aplikasi Boron dan Silikon*. Pelita Perkebunan. 27(3) : 202-2015