

**Jurnal Pengendalian Hayati**  
(*Journal of Biological Control*)

DOI: doi.org/10.19184/jph.v2i1.17136

**Efektivitas Pelapisan Benih (*Seed Coating*) Berbahan Aktif Cendawan Antagonis Untuk Mengendalikan Penyakit Rebah Kecambah (*Damping Off*) Kacang Tanah**

*Effectiveness of Seed Coating with Active Materials of Antagonis Fungi in Control of Sprout Disease (Damping-off) on peanut*

Sukma Karina Putri\* dan Abdul Majid

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Jl. Kalimantan 37 Kampus Tegalboto Jember 68121

INFORMASI ARTIKEL

\*Korespondensi:

Sukma Karina Putri  
[sukmakarina6@gmail.com](mailto:sukmakarina6@gmail.com)

Published: 19 Maret 2019

Cara sitasi:

SK Putri, A Majid (2019).  
Efektivitas Pelapisan Benih (*Seed Coating*)  
Berbahan Aktif Cendawan Antagonis Untuk  
Mengendalikan Penyakit Rebah Kecambah  
(*Damping Off*) Kacang Tanah. *Jurnal*  
*Pengendalian Hayati* 2(1): 23-33

ABSTRACT

Peanut (*Arachis hypogaea* L.) is one of the strategic commodities in agriculture that is widely used as food and oil preparations. The constraint in the production of peanut is the *Sclerotium rolfsii* Sacc attack which causes a loss of 40-75%. Alternative control that using the antagonist *Trichoderma harzianum* with coating techniques. The purpose of this study was to determine the effect of the addition of *T. harzianum* with coating techniques in suppressing *S. rolfsii* and their effect on seed viability. This research was carried out at the Plant Protection Laboratory and at Green House of the Faculty of Agriculture, University of Jember with the research design used a Factorial Complete Randomized Design. Consisting of 2 factors. The result showed that P2W1 (Kaolin and 1-week storage) effectively controlled *S. rolfsii* with an effectiveness value of 61,7% extending the 12 days after inoculations for incubation period, being able to maintain a better population of biological agents, 30 % severity, 100 % of viability, dry weight 11,74 grams, and 49,98 % or incidence.

**Keywords:** Antagonis fungi, Peanut, Seed coating, *S. rolfsii*

PENDAHULUAN

Kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) atau dalam bahasa Inggris disebut peanut/*groundnut* merupakan tanaman *legume* yang berasal dari Brazil. Kacang tanah masuk ke Indonesia melalui jalur perdagangan dibawa oleh pedagang Cina dan Portugis pada abad ke 17 dan masih berkembang hingga saat ini. Terdapat 2 tipe

kacang tanah yang dibudidayakan yakni spanish dan valencia (BPP Teknologi, 2000). Menurut Kasno dan Didik (2014), terdapat 34 varietas unggul kacang tanah yang sudah dilepas dan boleh dibudidayakan masyarakat sejak tahun 1950-2014 diantaranya varietas hypoma 1, hypoma 2, kelinci, takar, bima, dan tuban. Masing-masing varietas memiliki kelebihan dan kekurangan baik dari segi ketahanan, bobot biji, umur panen, kandungan gizi, dan produktivitas per hektarnya.

Berdasarkan data BPS (2018), produksi kacang tanah di Jawa Timur dari tahun 2009-2017 mengalami penurunan hingga 6,34 ton per tahunnya. Kendala yang mengakibatkan adanya penurunan hasil tersebut dapat dikarenakan beberapa faktor, seperti cuaca yang kurang mendukung pertumbuhan dan perkembangan dari kacang tanah, cekaman kekeringan, menurunnya luas lahan dan kegiatan budidaya kacang tanah yang masih subsisten atau skala luasan kecil dan adanya serangan dari

Organisme Pengganggu Tanaman (selanjutnya disebut dengan OPT). Gangguan OPT yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman kacang tanah salah satunya yaitu *Sclerotium rolfsii* Sacc. *S. rolfsii*. Merupakan cendawan yang menyebabkan tanaman rebah pada saat berkecambah/ pada fase pembibitan dengan gejala yang di timbulkan adanya pembusukan pada batang, selanjutnya tanaman menjadi layu dan mati. Gejala lain yang timbul dan membedakan dengan gejala yang disebabkan oleh patogen lainnya adalah terdapat hifa berwarna putih pada bagian perakaran dan atau batang yang mulai membusuk (Paturhman dan Sumarno, 2014). Kehilangan hasil yang disebabkan oleh *S. rolfsii* ini bisa mencapai 40-75 %. Cendawan ini juga memiliki sclerotia yang bisa bertahan lama di dalam tanah, selain itu juga memiliki inang yang beragam (Yusnita dkk., 2010).

Perlu adanya strategi dalam pengendalian serangan cendawan *S. rolfsii* agar salah satu kendala dalam budidaya dapat ditekan. Salah satu strategi yang digunakan yakni menggunakan cendawan antagonis dengan teknik pelapisan benih (*seed coating*). Teknologi pelapisan benih dengan agen hayati biasanya menggunakan bahan tambahan seperti bahan pembawa, bahan perekat dan nutrisi (Putri, 2010)

## METODE PENELITIAN

### Isolasi dan Perbanyakan Patogen *S. rolfsii* Sacc.

*Sclerotium rolfsii* yang digunakan dari lapang, hal ini dimaksudkan untuk memudahkan dalam kegiatan isolasi. Identifikasi morfologi cendawan juga dilakukan agar cendawan yang didapatkan sesuai. Jika koloni belum terbentuk maka dapat dilakukan dengan mengambil bagian tanaman kacang tanah yang menunjukkan gejala penyakit berupa layu tanaman yang disebabkan oleh *S. rolfsii*. Bagian tersebut dipotong kemudian didesinfeksi dengan alkohol selama 1detik, selanjutnya dicuci menggunakan air steril sebanyak tiga kali dan ditumbuhkan pada media *potato dextrose agar* (PDA) (Magenda dkk., 2011).

Peremajaan dapat dilakukan dengan menggunakan PDA dan diinkubasi pada suhu ruang 27,5-29,5°C selama 5-8 hari. *S. rolfsii* yang tumbuh dengan baik memiliki miselium yang berwarna putih dengan hifa seperti benang-benang yang memusat (Kuntalini dkk., 2015). *S. rolfsii* yang sudah diremajakan kemudian diperbanyak hingga muncul sclerotia dikarenakan pada saat inokulasi patogen yakni bagian sclerotia tersebut yang digunakan.

### Perbanyak Trichoderma harzianum

Perbanyak *Trichoderma harzianum* (Koleksi Dosen Unej) ini dilakukan dengan menginokulasikan pada media jagung. Media tersebut dibuat dengan cara merendam jagung selama 24 jam. Jagung tersebut dikukus hingga setengah matang, selanjutnya dimasukan ke dalam plastik sebanyak 100 gram selanjutnya diautoclaf dengan suhu 121°C. Jagung yang sudah diinokulasi kemudian diinkubasi selama 10 hari, lalu dikeringkan. *T. harzianum* pada media yang sudah kering tersebut kemudian dihaluskan untuk memisahkan ampas dengan sporanya.

### Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan yaitu pasir dan tanah yang telah disterilkan dengan menggunakan metode uap panas selama 6-8 jam menggunakan drum bekas. Sterilisasi dilakukan dengan tujuan agar mikroorganisme ataupun patogen yang tidak dikehendaki di dalam tanah mati sehingga tanah benar-benar steril. Panas yang ditimbulkan dari proses penguapan dapat mendenaturalisasikan protein dalam mikroorganisme sehingga mikroorganisme tersebut tertekan kemudian mati (Cahyani, 2009). Tanah yang sudah disterilisasi kemudian dimasukkan ke dalam polybag yang berukuran 40x40 cm. Tanah dan pasir dan kompos (1:1:1) yang sudah di sterilkan kemudian dimasukkan sebanyak 2/3 dari volume polybag. Pemupukan dilakukan pada satu minggu sebelum tanam dengan mencampur pupuk urea 3 gram/ tanaman (Reiza dkk., 2017).

### Persiapan Bahan Formulasi dan *Seed Coating*

Benih ditimbang sebelum dan sesudah di- coating untuk mengetahui berat formulasi coating yang melekat. Bahan perekat (arabic gum) sebanyak 10 % dilarutkan dengan aquades dan diaduk hingga merata menggunakan magnetic stirer, selanjutnya ditambahkan bahan pembawa 65 % kemudian ditambahkan *T. harzianum* dengan kerapatan 108 sebanyak 15 % dan nutrisi tambahan sebanyak 10% dikocok sampai terbentuk suspensi yang

homogen (Ikrarwati dkk., 2015). Benih dan suspensi kemudian dimasukkan ke dalam enkapsulator. Mesin tersebut akan bekerja secara otomatis hingga benih terlapis dengan baik, kurang lebih selama 20 menit. Volume suspensi yang digunakan sebanyak 1,5L/ 600 gram kacang tanah. Benih kemudian di ayak untuk memisahkan formulasi yang tersisa. Benih yang telah di-coating kemudian dikering-anginkan selama 1-2 hari. (Sari dkk., 2013).

### Perhitungan Kerapatan Spora

Kerapatan spora dihitung pada saat sebelum proses *coating* hal ini bertujuan untuk mengetahui jumlah kerapatan spora yang diaplikasikan. Kerapatan spora juga dihitung setelah proses *coating*, tujuannya untuk mengetahui kerapatannya setelah melalui proses penyimpanan. Perhitungan kerapatan spora dapat dilakukan dengan rumus:

$$\text{Daya kecambah (\%)} = \frac{\Sigma \text{benih yang berkecambah} \times 100 \%}{\Sigma \text{benih yang diuji}}$$

**Keterangan:** S = Kerapatan spora, X = Rerata jumlah konidia pada kotak (a,b,c,d), L = Luas kotak hitung ( $0,4 \times 5 = 0,2 \text{ mm}^2$ ), t = Kedalaman bidang hitung (0,1mm), d = Faktor pengenceran, 103 = Volume suspensi yang dihitung (1 ml =  $10^3 \text{ m}^3$ ).

### Pembibitan

Bibit yang telah dilapisi dengan menggunakan *Trichoderma harzianum* dan penambahan bahan pembawa kaolin, zeolit dan talc kemudian di tanam, disesuaikan dengan perlakuan penyimpanan. Benih yang digunakan dalam satu polybag yakni sebanyak 2 biji. Teknik penanaman benih yang dilakukan dengan memasukkan benih pada media tanam sedalam 3 cm. Penyulaman dapat dilakukan pada 3-4 hari setelah tanam (BPP Teknologi, 2015).

### Inokulasi *Sclerotium rolfsii* Sacc.

Inokulasi patogen dilakukan dengan memberikan sclerotia *S. Rolfsii* sebanyak 20 biji dalam satu polybag. Inokulasi dilakukan pada sore hari. Penggunaan sclerotia dalam proses inokulasi dikarenakan *S. rolfsii* merupakan cendawan patogen yang tidak membentuk spora. Inokulasi dilakukan 3 hari setelah tanam.

### Perawatan tanaman

Perawatan yang dilakukan meliputi, pemupukan, penyiraman, penyiangan gulma. Pemupukan dilakukan di awal dengan urea 5gr/ polybag (Lenin dkk., 2017). Penyiraman dilakukan dengan interval 2 hari sekali setiap pagi dan sore. Penyiangan gulma dilakukan satu minggu sekali atau ketika gulma muncul. Pengendalian gulma

sederhana yakni dengan mencabut rumput yang tumbuh di polybag agar tidak mengganggu tanaman kacang tanah.

### Variabel Pengamatan

**Masa inkubasi.** Masa inkubasi diamati mulai dari hari pertama inokulasi hingga tanaman menunjukkan gejala. Gejala bisa berupa warna, tekstur, luka, dan layu. Gejala yang timbul biasanya pada 5-10 HST (Sumartini, 2012).

**Kemampuan Hidup *T. harziaum* dalam bahan coating.** Parameter ini digunakan untuk menguji kemampuan *T. harzianum* pada bahan coating yang disimpan selama beberapa hari. Metode yang digunakan yakni dengan menggerus 10 gram benin dengan mortar dan kemudian disuspensikan pada 9 ml air steril dan ditambahkan larutan tween serta divortex selama 10 menit. Pengamatan dilakukan dengan menghitung kerapatan spora pada haemocytometer (Wuryandari, 2004).

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

**Viabilitas Benih.** Pengamatan dilakukan dengan melihat potensi pertumbuhan benih, dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Hayati dkk., 2014):

**Masa Inkubasi.** Masa inkubasi dihitung mulai dari inokulasi patogen hingga munculnya gejala awal.

**Kejadian Penyakit.** Pengamatan kejadian penyakit Damping off *S. rolfsii* dilakukan setiap hari mulai dari 7 HST. Perhitungan dilakukan dengan menghitung presentase tanaman yang terserang dengan menggunakan rumus (Soffiani dkk., 2016):

$$I = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

I : Insidensi penyakit

n : Jumlah tanaman sakit

N : Jumlah seluruh tanaman uji

**Tingkat Keparahan (intensitas serangan).** Pengamatan intensitas serangan dilakukan setiap satu minggu sekali sejak tanaman diinokulasikan patogen. Pengamatan dilakukan dengan scoring. Skor yang diberikan sesuai dengan tingkat keparahan serangan yang muncul dan kemudian dihitung menggunakan rumus:

$$IS = \frac{\Sigma (nxv)}{N \times Z} \times 100\%$$

Keterangan:

IS : Intensitas Serangan

n : Jumlah tanaman yang terinfeksi pada setiap kategori

v : Nilai skor tanaman dalam setiap kategori

N : Jumlah tanaman yang diamati

Z : nilai skor tertinggi

**Efektivitas pengendalian.** Efektivitas pengendalian dapat dihitung menggunakan rumus pengendalian penyakit rebah kecambah (Gusnawaty, 2011):

$$EP = \frac{I \text{ Kontrol} - I \text{ Perlakuan}}{I \text{ Kontrol}} \times 100\%$$

Keterangan:

EP = Efektivitas pengendalian dengan antagonis (%)

I Kontrol = Presentase penyakit pada kontrol

I Perlakuan = Presentase penyakit pada perlakuan

Menurut Elfina dkk., (2017), efektivitas agens hayati dapat dikategorikan sebagai berikut: 0= tidak mampu, 1-20%= sangat kurang mampu, > 20-40%= kurang mampu, > 40-60%= cukup mampu, >80 %= sangat mampu.

**Pertumbuhan tanaman.** Parameter yang digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap hasil pertumbuhan tanaman kacang tanah yakni dengan mengamati berat kering tanaman. Berat kering dihitung dengan mencabut tanaman dan mengeringkan menggunakan oven. Berat kering tanaman ini diamati setelah pengamatan terakhir (28 HST).

## HASIL PENELITIAN

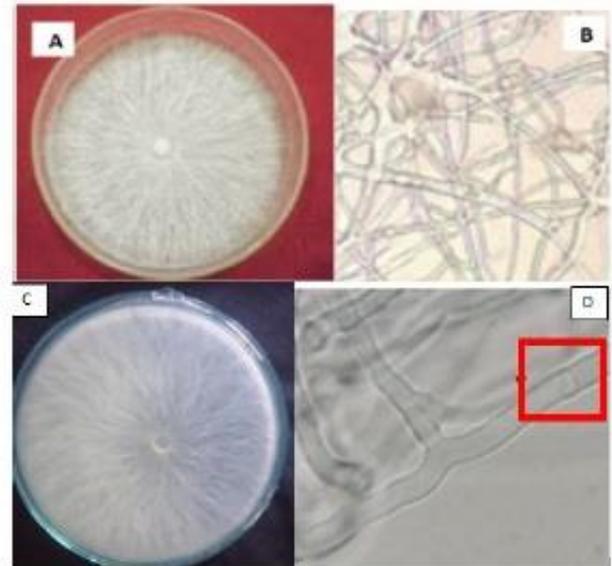
### Karakteristik Penyebab Penyakit *Damping off*

Berdasarkan hasil isolasi dengan mengambil bagian dari batang kacang tanah yang bergejala, dari bagian tanah kondusif, dan dari sclerotia yang muncul (Gambar 1), yang kemudian diinokulasikan pada media PDA. Isolasi yang berasal dari tanah kondusif tidak tumbuh cendawan melainkan tumbuh bakteri, sedangkan yang berasal dari jaringan tanaman sakit tumbuh cendawan dengan hifa berwarna putih seperti kapas kasar yang muncul pada hari ke 3 dan miselium bulat sempurna pada hari ke 7, ciri tersebut sama dengan ciri yang muncul pada isolasi dari sclerotia.



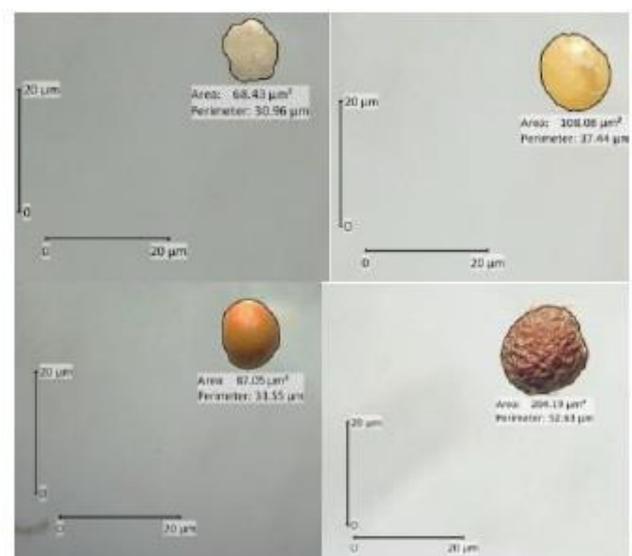
**Gambar 1.** Sclerotia di lapang

Pengujian lanjut secara sederhana dilakukan untuk memastikan bahwa cendawan yang diperoleh sesuai. Pengujian dilakukan dengan pengamatan karakter secara mikroskopik. Hasil isolasi cendawan patogen yang diamati menggunakan mikroskop yaitu tidak terdapat spora dan terdapat hifa yang panjang serta bersekat (Gambar 2), hal ini sesuai dengan penelitian Sumartini (2012).



**Gambar 2** Perbandingan karakteristik dari literatur dan hasil isolasi. A.)Hifa dari cendawan Pada media PDA; B) Hifa *S. rolfsii* secara mikroskopis perbesaran 400x (Sumartini, 2012); C). Hifa pada media PDA; D) Hifa *S. rolfsii* secara mikroskopis perbesaran 400x(Hasil Isolasi).

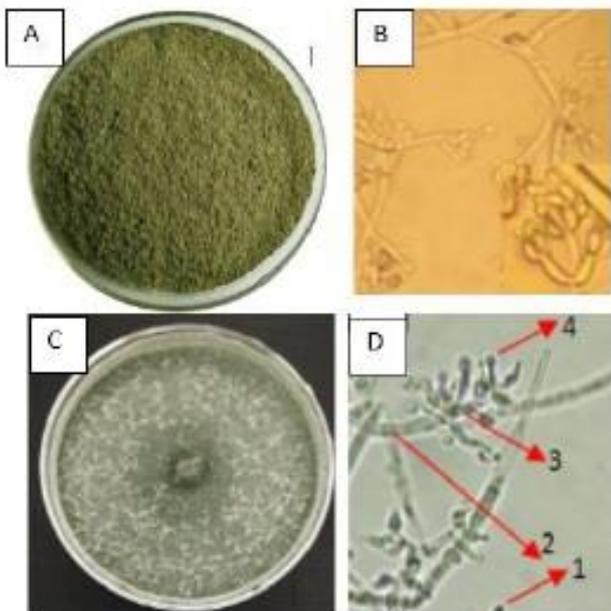
Sclerotia muncul sebagai bentuk adaptasi pada kondisi yang kurang menguntungkan, salah satunya terkait ketersediaan nutrisi. *S. rolfsii* yang berada pada kondisi nutrisi rendah, pada bagian hifanya akan terdapat seperti butiran air dan kemudian mengeras, bulat serta berwarna putih kekuningan (Kurangya nutrisi berpengaruh pada warna dan ukuran sclerotia (Gambar 4.3).



**Gambar 3** ukuran perkembangan sclerotia

### Karakteristik *T. harzianum*.

*Trichoderma harzianum* merupakan salah satu cendawan yang memiliki karakteristik secara makroskopik yaitu koloni yang berwarna putih di bagian tengahnya pada awal pertumbuhan dan kemudian berwarna hijau segar. Warna dari *T. harzianum* pada kondisi yang sudah cukup lama akan menjadi hijau kecoklatan. Secara mikroskopik, *T. harzianum* memiliki karakteristik yaitu hifa yang bersekat dan bercabang, terdapat fialid sehingga menyerupai daun pada ranting, spora berbentuk bulat (Urulial dkk., 2017).



**Gambar 4.** Karakteristik *T. harzianum* A.) *T. harzianum* secara makroskopis; B.) *T. harzianum* secara mikroskopis (Urulial dkk., 2017). C) *T. harzianum* secara makroskopis; D) *T. harzianum* secara mikroskopis perbesaran 400× (A1. Konidia, A2. Hifa, A3. Konidiofor, A4. Fialid). Pembahasan

Karakteristik *T. harzianum* yang digunakan diperoleh karakteristik yang sesuai dengan pendapat dari Urulial dkk. (2017) secara makroskopis pada perbanyakan menggunakan media PDA memiliki ciri hifa yang berwarna putih pada 3-5 HSI dan kemudian menjadi warna hijau segar pada 7-10 HSI. karakteristik mikroskopis menunjukkan bahwa terdapat hifa yang bersekat dan memiliki percabangan, memiliki fialid, dan memiliki spora yang berbentuk bulat, karakteristik khususnya yaitu hifa, konidiofor dan konidia membentuk seperti daun pada ranting tanaman (Gambar 4).

*T. harzianum* sebagai agen hayati dapat dikembangkan dan disimpan dalam media dengan kondisi nutrisi yang tersedia serta lingkungan yang sesuai. Teknik penyimpanan salah satunya bisa dilakukan dengan formulasi, dalam satu formulasi terdiri dari bahan pembawa, nutrisi dan bahan perekat. Formulasi tersebut kemudian digunakan sebagai

bahan pelapis benih untuk menekan sererangan patogen (Gambar 5).



**Gambar 5.** Benih kacang tanah yang dilapisi formulasi berbahan aktif *T. harzianum* dengan bahan pembawa berbeda

Benih yang telah dicoating kemudian disimpan dan dilakukan perhitungan populasi spora setiap 7 hari sekali. Kontaminasi tidak ditemukan selama proses penyimpanan paling lama pada 21 hari. Perhitungan populasi dilakukan dengan mengambil 1 gram benih yang sudah dicoating kemudian dihancurkan dan dilakukan pengenceran dan selanjutnya dilakukan perhitungan kerapatan spora dari *Trichoderma harzianum*. Kerapatan spora yang berbeda menunjukkan kemampuan *T. harzianum* bertahan dalam bahan coating yang berbeda seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Diameter Zona Hambatan Actinomycetes terhadap *E. carotovora*

Perlakuan	Populasi <i>T. harzianum</i> (konidia/ml)		
	W1	W2	W3
P0	0	0	0
P1	$3 \times 10^8$	$2,25 \times 10^8$	$1,5 \times 10^8$
P2	$3,75 \times 10^8$	$3,25 \times 10^8$	$3 \times 10^8$
P3	$3,25 \times 10^8$	$2 \times 10^8$	$1,75 \times 10^8$
P4	$3,25 \times 10^8$	$2 \times 10^8$	$2 \times 10^8$

**Keterangan:** Huruf P merupakan faktor perlakuan bahan pembawa dan huruf W merupakan faktor penyimpanan.

### Tingkat Serangan *S. rolfii* Sacc.

Gejala yang ditimbulkan oleh patogen *S. rolfii* selama 28 hari pengamatan terdiri dari lesi atau luka yang ringan, lesi yang sedang 2-10mm, lesi hingga lebih dari 10 mm, lesi lebih dari 25 mm dan membusuk serta kecambah yang membusuk dan mati. Gejala awal muncul pada bagian pangkal batang, berwarna kecoklatan, kemudian melebar dan membusuk. Hasil pengamatan yang dilakukan terdapat tanaman yang sehat, lesi ringan, lesi sedang, dan membusuk. Pengamatan dilakukan menggunakan skoring dengan melihat tingkat lesi yang muncul pada tanaman yang terserang dan disesuaikan dengan literatur yang digunakan. Tingkat serangan yang paling besar mengakibatkan kecambah menjadi rebah dan mati (Gambar 6).



**Gambar 6.** Gejala Serangan *S. rolfsii*. A) Tanaman sehat; B) lesi ringan; C) Lesi sedang; D) Lesi < 10mm; E) lesi < 25mm dan busuk; F). Busuk dan kecambah mati.

**Tabel 2.** Masa Inkubasi

Perlakuan	Masa Inkubasi (HSI)
P0W1	4
P0W2	4
P0W3	5
P1W1	6
P1W2	5
P1W3	5
P2W1	12
P2W2	9
P2W3	9
P3W1	9
P3W2	7
P3W3	7
P4W1	9
P4W2	9
P4W3	9

Masa inkubasi serangan patogen *S. rolfsii* pada kacang tanah pada umumnya yakni 7 hari setelah patogen menginfeksi tanaman. Hasil dari pengamatan masa inkubasi pada perlakuan bahan pembawa kaolin dengan lama penyimpanan 7 hari dapat memperpanjang masa inkubasi hingga 12 HSI sedangkan pada perlakuan kontrol masa inkubasi dari *S. rolfsii* pada 4 HSI. Hasil pengamatan pada masa inkubasi menunjukkan interval 4-12 HSI dan dapat dilihat pada Tabel 2.

Insidensi penyakit diamati untuk mengetahui presentase dari tanaman yang terserang penyakit. Berdasarkan tabel 4.3, pengamatan hari ke 28 hampir semua perlakuan mencapai presentase tanaman yang terserang sebesar 100 %. Pada perlakuan P2W1, P2W2,

P3W1 presentase tanaman yang terserang penyakit belum mencapai 100 % yakni sebesar, 58,33%, 75%, dan 91,67% (data berurutan). Perlakuan bahan pembawa kaolin dengan lama penyimpanan 7 hari (P2W1) merupakan perlakuan dengan tingkat presentase tanaman terserang paling rendah, hal ini berbeda sangat nyata dengan perlakuan kontrol yang mencapai 100%, sedangkan perlakuan bahan pembawa zeolit (P3) menunjukkan hasil yang berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol serta perlakuan bahan pembawa talk (P4) dan tanpa bahan pembawa (P1) menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan kontrol. Pada faktor penyimpanan 14 hari, menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antara P0 dengan P1, P3, P4 dan berbeda nyata dengan P2. Pada faktor penyimpanan 21 hari tidak berbeda nyata antara kontrol dengan masing-masing perlakuan (Tabel 3).

**Tabel 3.** Hasil Uji Jarak Berganda Duncan 5% Perlakuan Bahan Pembawa (P) dan lamanya penyimpanan (W) terhadap insidensi penyakit 28 HST

Bahan pembawa	Lama penyimpanan					
	W1		W2		W3	
P0	89,96 a	A	89,96 a	A	89,96 a	A
P1	89,96 a	A	89,96 a	A	89,96 a	A
P2	49,98 c	C	64,97 b	B	89,96 a	A
P3	79,97 b	B	89,96 a	A	89,96 a	A
P4	89,96 a	A	89,96 a	A	89,96 a	A

**Keterangan:** Notasi dengan huruf kecil dibaca horizontal (membandingkan perlakuan waktu penyimpanan (W) pada bahan pembawa (P) yang sama). Notasi dengan huruf besar dibaca vertical (membandingkan perlakuan bahan pembawa (P) pada waktu penyimpanan (W) yang sama berdasarkan data yang sudah diinformasikan)

Keparahan penyakit oleh *S. rolfsii* mengalami perkembangan pada tiap harinya. Pada masing-masing perlakuan juga menunjukkan hasil keparahan yang berbeda seperti pada Gambar 7.

Hasil menunjukkan bahwa pada pengamatan hari ke 28 keparahan penyakit paling tinggi yaitu pada perlakuan P0W3 (kontrol dengan penyimpanan 3 minggu), sedangkan keparahan paling rendah yaitu pada perlakuan kaolin dengan penyimpanan 1 minggu (P2W1). Pada bahan pembawa lain, keparahan penyakit dapat ditekan, hal ini ditunjukkan dengan hasil yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Tingkat keparahan penyakit yang disebabkan oleh patogen *S. rolfsii* dengan hasil yang berbeda ini diduga dipengaruhi oleh populasi *T. harzianum* yang terdapat pada formulasi coating benih. Jumlah populasi terbaik pada perlakuan P2W1 menunjukkan tingkat serangan yang rendah juga pada perlakuan tersebut dengan tingkat keparahan sebedar 30,00

dibandingkan dengan perlakuan kontrol yang paling tinggi pada nilai 78,33. Pada perlakuan kontrol tidak terdapat populasi *T. harzianum* (tanpa antagonis).



Gambar 7. Diagram keparahan penyakit hasil dari uji lanjut DMRT 5%

### Pertumbuhan dan perkembangan Kacang Tanah

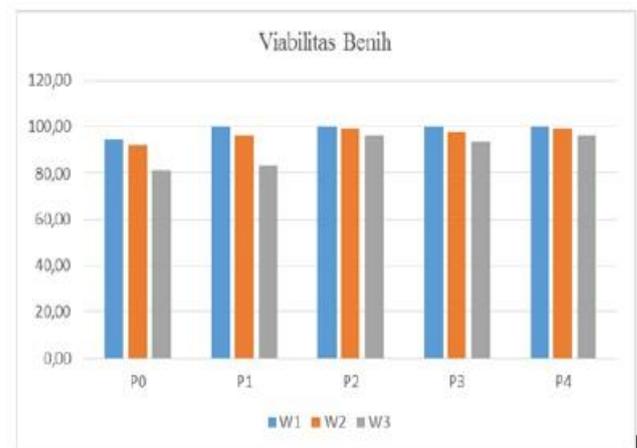
Perlakuan coating benih menggunakan agen hayati dengan bahan pembawa dan waktu penyimpanan yang berbeda menunjukkan hasil yang pada pengamatan perkecambahan benih, dan dilakukan pengujian dengan uji jarak berganda Duncan (DMRT) dengan taraf 5% (Tabel 4). Hasil perkecambahan dalam Tabel 4 tersebut menunjukkan bahwa penambahan agen hayati berupa *T. harzianum* pada bahan coating berpengaruh terhadap presentase perkecambahan, dibandingkan dengan perlakuan tanpa coating (P0). Pada faktor penyimpanan yang sama, terdapat perbedaan yang nyata antara benih yang dicoating dengan kontrol, dan tidak berbeda nyata pada perlakuan bahan pembawa yang berbeda.

Tabel 4. Hasil uji jarak Berganda Duncan 5% Perlakuan Bahan Pembawa (P) dan lamanya penyimpanan (W) terhadap viabilitas benih 10 HST

Bahan Pembawa	Lama Penyimpanan		
	W1	W2	W3
P0	94,44 a	B 92,22 a	B 81,11 b
P1	100,00 a	A 96,67 b	A 83,33 c
P2	100,00 a	A 98,89 ab	A 96,67 b
P3	100,00 a	A 97,78 b	A 93,33 c
P4	100,00 a	A 98,89 Ab	A 96,67 b

**Keterangan:** Notasi dengan huruf kecil dibaca horizontal (membandingkan perlakuan waktu penyimpanan (W) pada bahan pembawa (P) yang sama). Notasi dengan huruf besar dibaca vertical (membandingkan perlakuan bahan pembawa (P) pada waktu penyimpanan (W) yang sama)

Daya kecambah benih terbaik yaitu pada perlakuan P1, P2, P3 dan P4 dengan faktor penyimpanan 7 hari. Pada penyimpanan 14 hari, P2 dan P4 lebih tinggi tingkat perkecambahannya dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perlakuan P2 pada penyimpanan 21 hari masih menunjukkan hasil tingkat perkecambahan paling baik dibandingkan dengan perlakuan lain dan kontrol. Perlakuan P1 (penambahan agen hayati dan tanpa bahan pembawa) pada penyimpanan minggu pertama menunjukkan tingkat perkecambahan yang cukup baik dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya yang menggunakan bahan pembawa. Perlakuan P1 pada penyimpanan minggu kedua mengalami penurunan, tetapi masih tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya, dan pada minggu ketiga perlakuan P1 tingkat perkecambahannya berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Gambar 8).



Gambar 8. Diagram viabilitas benih pada 8 HST

Berat kering tanaman berdasarkan pada berat tanaman berumur 28 HST, setelah dilakukan pengamatan terakhir kemudian tanaman dicabut. Tanaman yang telah dicabut kemudian dibersihkan bagian akar dari tanah yang menempel. Tahap selanjutnya setelah membersihkan seluruh bagian tanaman dan kemudian tanaman tersebut dimasukkan kedalam kertas oven dan dioven pada suhu 60°C selama 1x 24 jam. Tanaman yang sudah dioven kemudian ditimbang (Lubis dkk., 2013). Berat kering tanaman dihitung untuk melihat berat dari biomassa tanaman. Nilai biomasa yang berbeda diduga dikarenakan adanya populasi antagonis yang berbeda pada setiap perlakuannya. Hasil pengamatan pada berat kering tanaman menunjukkan perlakuan P2W1 memiliki berat biomasa yang cukup besar dibandingkan dengan perlakuan lain terutama kontrol. Nilai biomasa yang berbanding terbalik dengan nilai dari keparahan penyakit. Perhitungan berat kering tanaman yang dilakukan terdapat interaksi antara masing-masing perlakuan seperti pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil uji jarak Berganda Duncan 5% Perlakuan Bahan Pembawa (P) dan lamanya penyimpanan (W) terhadap berat kering tanaman

Bahan Pembawa	Lama Penyimpanan					
	W1		W2		W3	
P0	8,04 a	D	6,87 b	C	6,36 c	D
P1	8,22 a	C	7,55 b	E	7,56 b	C
P2	11,74 a	A	9,32 b	A	9,25 b	A
P3	9,01 a	B	8,67 ab	B	8,47 b	B
P4	8,96 a	B	7,59 c	D	8,43 b	B

**Keterangan:** Notasi dengan huruf kecil dibaca horizontal (membandingkan perlakuan waktu penyimpanan (W) pada bahan pembawa (P) yang sama). Notasi dengan huruf besar dibaca vertical (membandingkan perlakuan bahan pembawa (P) pada waktu penyimpanan (W) yang sama)

### Efektivitas pengendalian

Efektivitas pengendalian merupakan tingkat seberapa mampu agen antagonis dengan teknik coating dalam menekan tingkat serangan dari patogen. Nilai efektivitas dihitung berdasarkan nilai keparahan pada masing masing perlakuan dibandingkan dengan nilai keparahan pada kontrol. Nilai efektivitas yang didapatkan kemudian dilakukan penggolongan atau kategori terkait mampu tidaknya antagonis dengan teknik yang digunakan terhadap penekanan serangan patogen. Pada penelitian yang dilakukan nilai efektivitas yang tergolong dalam kategori mampu dalam menekan serangan patogen hanya pada perlakuan dengan bahan pembawa kaolin dan waktu penyimpanan selama 7 hari (Tabel 6).

**Tabel 6.** Nilai Efektifitas Pengendalian

NO	Perlakuan	Nilai Efektivitas (%)	Keterangan
1.	P0W3	0	Tidak mampu
2.	P1W1	38,3	Kurang mampu
3.	P1W2	19,15	Sangat kurang mampu
4.	P1W3	4,25	Sangat kurang mampu
5.	P2W1	61,7	Mampu
6.	P2W2	59,57	Cukup mampu
7.	P2W3	38,3	Kurang mampu
8.	P3W1	55,32	Cukup mampu
8.	P3W2	21,27	Kurang mampu
10.	P3W3	10,6	Sangat kurang mampu
11.	P4W1	38,3	Kurang mampu
12.	P4W2	21,27	Kurang mampu
13.	P4W3	19,15	Sangat kurang mampu

**Keterangan:** Nilai efektivitas dihitung berdasarkan hasil keparahan penyakit pada pengamatan H =28 dan dengan nilai control tertinggi

## PEMBAHASAN

Hasil Isolasi yang dilakukan diperoleh hifa berwarna putih dan membentuk miselium. Hifa putih tersebut semakin berkembang dan kemudian membenuk kristal bening serta menjadi sclerotia. Karakteristik secara mikroskopis dari isolat yang didapatkan yakni memiliki hifa

yang bersekat dan tidak terdapat spora karakteristik ini sesuai dengan karakteristik *S. rolfsii* menurut Sumartini (2011).

Uji patogenesis dilakukan untuk mengetahui kemampuan cendawan dalam menginfeksi tanaman, sehingga dapat disimpulkan bahwa cendawan tersebut berupa patogen. Uji patogenesis dilakukan pada tanaman kacang tanah. Hasil uji patogenesis pada hari ke 10 HSI terdapat miselium putih yang membungkus batang dan terdapat luka pada pangkal batang. Cendawan tersebut terus berkembang dan membentuk sclerotia pada 15 HSI. Sclerotia dari cendawan ini mengeluarkan eksudat yang bersifat racun pada tanaman, eksudat tersebut yaitu enzim pektinolitik dan selulolitik serta asam oksalat sehingga tanaman menimbulkan gejala seperti lesi/luka dan layu (Punja, 1985).

*Coating* benih merupakan salah satu teknik pengendalian preventif dari serangan patogen, terutama patogen tular tanah. Bahan *coating* terdiri dari bahan pembawa, bahan perekat, agen hayati, nutrisi dan perekat (Widodo dan Wiyono, 2012). Benih yang sudah dilapisi kemudian disimpan dan dihitung populasi *T. harzianum* setiap satu minggu sekali. Perhitungan populasi dilakukan dengan menggerus benih yang sudah dilapisi, kemudian ditimbang sebanyak 1 gram. Benih yang sudah digerus tersebut kemudian dimasukkan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan larutan tween sebanyak satu tetes serta air steril sebanyak 9ml. Langkah selanjutnya yaitu divortex selama 1 menit agar spora yang menempel pada bahan coating bisa rontok. Suspensi yang sudah divortex kemudian diencerkan hingga pengenceran  $10^{-3}$  untuk didapatkan kerapatan spora yang sesuai dan dilakukan pengamatan spora menggunakan *haemocytometer*. Tujuan dari perhitungan populasi *T. harzianum* ini untuk mengetahui kemampuan bahan pembawa dalam mempertahankan populasi jamur dengan perbandingan kerapatan awal yang diaplikasikan sebesar  $3,75 \times 10^8$  konidia/ml. Populasi jamur *T. harzianum* yang cukup baik pada bahan pembawa kaolin bisa dipengaruhi beberapa hal seperti (a) kandungan kaolin yang berupa unsur hara mikro dan makro seperti Mg, Na, Fe dan Cu bisa menjadi sumber nutrisi selain nutrisi utama yang berasal dari glukosa (Trivana, 2017) dan kaolin dapat menjaga kelembaban pada formulasi bahan *coating* sehingga populasi dari antagonis masih dapat tumbuh (Garinas, 2009).

Penggunaan *T. harzianum* juga lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan penggunaan bahan kimia sintesis. *T. harzianum* secara *invitro* dapat menekan pertumbuhan dari koloni jamur *S. rolfsii* Sacc hingga 85%, tidak hanya dalam kompetisi ruang, *T. harzianum* juga dapat mengeluarkan senyawa yang bersifat toxic bagi patogen seperti *trichotoxin*, *gliotoxin* dan *viridin* (Nurlela dkk., 2016).

Kemampuan *T. harzianum* dalam menekan serangan patogen *S. rolfisii* melalui beberapa mekanisme seperti antibiosis dan parasitisme serta kompetisi dalam mendapatkan ruang dan nutrisi baik secara *in vivo* maupun *in vitro* (Mahabbah dkk., 2018). Penambahan *T. harzianum* dapat memperlambat masa inkubasi, dimana masa inkubasi serangan *S. rolfisii* rata-rata pada 7 hari setelah inoculasi, sedangkan pada hasil penelitian masa inkubasi bisa mencapai 12 HSI pada perlakuan bahan pembawa kaolin dengan masa penyimpanan 1 minggu (P2W1) (Chairudin, 2018). Perpanjangan masa inkubasi tersebut diduga karena adanya tindakan pencegahan/ *preventif* dengan teknik melapisi benih dengan agen hayati. Pada saat akan terjadi serangan, *T. harzianum* sudah berkembang dan menghambat serta menekan pertumbuhan dari *S. rolfisii* sehingga patogen tersebut tidak dapat berkembang dengan baik dan menginfeksi tanaman (Natalia dkk., 2014).

Pelapisan benih dengan penambahan *T. harzianum* mampu menekan keparahan dari serangan *S. rolfisii*. Berdasarkan Gambar 6 bahwa hasil pengamatan keparahan penyakit menunjukkan bahwa pada perlakuan P2W1 mampu menekan keparahan penyakit dengan hasil yang berbeda nyata dibandingkan kontrol yaitu sebesar 33% dan nilai keparahan pada kontrol dengan penyimpanan yang sama sebesar 61,67 %, sedangkan berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya. *T. harzianum* merupakan agen hayati yang dapat berkolonisasi dengan akar, menjadi parasit bagi patogen, mempengaruhi ketahanan tanaman dan mampu menghambat aktivasi enzim dari patogen (Harman, 2000). Menurut Papavizas (1985) mekanisme yang dilakukan oleh *T. harzianum* untuk menekan serangan patogen seperti *S. rolfisii* dan *R. solani* yaitu dengan membelitkan hifa serta melakukan penetrasi pada dinding sel patogen, setelah itu menghasilkan enzim *kitinase* dan  $\beta$ -1,3 *glukonase* sehingga sel dari patogen pecah.

Penggunaan bahan pembawa dan bahan lainnya sebagai pelapis benih tidak hanya berpengaruh untuk mempertahankan populasi agen hayati saja, tetapi juga berpengaruh terhadap viabilitas benih. Pemilihan bahan pembawa, penyedia nutrisi dan perekat perlu diperhatikan. Penggunaan bahan pembawa yang kurang sesuai bisa saja berpengaruh terhadap proses imbibisi sehingga perkecambahan terganggu. Menurut penelitian yang sudah dilakukan oleh Ikrarwati dan Sastro (2016) penggunaan perekat *gum arabic* memiliki presentase perkecambahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan perekat CMC dan kitosan (Pada benih timun). Pemberian *T. harzianum* tidak hanya berpengaruh terhadap penekanan serangan patogen tetapi juga berpengaruh pada peningkatan presentase perkecambahan, tinggi tanaman dan bobot kering tanaman (Papavidaz dan Luumsden, 1997). Presentase

perkecambahan yang tinggi pada perlakuan pelapisan benih disebabkan karena peranan bahan pelapis dan *T. harzianum* yang mampu memproduksi *indol-3 acetic acid* (IAA) dan Giberelin (Cleland, 1972). Menurut Miransari (2014) giberelin mampu merangsang sintesis  $\alpha$ -amilase yang dapat memicu perkecambahan dan IAA mampu menstimulasi pembentukan dan pemanjangan akar selama proses perkecambahan.

Nilai efektivitas pengendalian dihitung berdasarkan tingkat keparahan. Perhitungan nilai efektivitas pada penelitian ini bertujuan untuk melihat seberapa efektif penggunaan agen hayati dengan teknik pelapisan benih dalam menekan serangan dari *S. rolfisii*. Pada penelitian ini nilai efektivitas paling tinggi pada perlakuan P2W1 sebesar 61,7% dan termasuk dalam kategori mampu/ efektif (Elfina dkk., 2017). Pada perlakuan lain masuk kedalam kategori kurang mampu dan dangat kurang mampu. Nilai efektivitas ini diduga dipengaruhi oleh kemampuan bahan pelapis benih dalam.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat interaksi antara bahan pembawa dengan waktu penyimpanan, perlakuan bahan pembawa kaolin dengan lama penyimpanan 7 hari mampu mempertahankan *T. harzianum* dan dapat menekan keparahan serangan *S. rolfisii* dengan tingkat keparahan 30% pada pengamatan 28 HSI.
2. Terdapat interaksi antara bahan pembawa dengan waktu penyimpanan, perlakuan bahan pembawa kaolin dengan lama penyimpanan 7 hari menunjukkan hasil terbaik pada berat kering dan viabilitas benih dibandingkan dengan perlakuan yang lain serta berbeda nyata terhadap kontrol.
3. Efektivitas pengendalian, perlakuan bahan pembawa kaolin dengan penyimpanan 7 hari termasuk kedalam kategori mampu untuk menekan serangan patogen dengan nilai efektivitas 61,7%.

## SARAN

Penggunaan bahan pembawa kaolin disarankan digunakan untuk bahan formulasi dalam proses coating benih, hal ini didasarkan dari hasil penelitian dimana penggunaan bahan pembawa tersebut mampu mempertahankan agens hayati (*T. harzianum*), memacu perkecambahan benih dan menekan serangan patogen. Penggunaan bahan perekat juga perlu diperhatikan agar hasil coating bisa bertahan lama dan tetap melekat pada benih. Penyimpanan yang baik dengan kemasan

diperlukan untuk menghindari berkurangnya populasi *T. harzianum* pada kondisi lingkungan yang kurang sesuai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, F. Dan Y. Purwamargapratala. 2017. Penggunaan zeolit untuk stabilisasi formula ekstrak kulit buah delima sebagai antibakteri. *Kimia dan Kemasan*, 39(1): 25- 30.
- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. 2000. *Budidaya Petanian*. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik provinsi Jawa Timur. 2018. <https://jatim.bps.go.id/statictable/2018/02/07/864/produksi-kacang-tanah-menurut-kabupaten-kota-di-jawa-timur-ton-2007-2016.html>.
- Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi). 2012. Deskripsi Varietas Kacang-Kacangan dan Umbi Umbian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Malang. Hal. 175.
- Berlian, I., S. Anarqi, dan Endang Pudjihartanti. 2016. Isolasi, identifikasi dan antagonisme in vitro isolat *Trichoderma* spp. asal Kebun Karet Blimbing, Pekalongan, Jawa Tengah. *Penelitian Karet*, 34(2): 201-212.
- Cahyani, V. R. 2009. Pengaruh beberapa metode sterilisasi tanah terhadap status hara, populasi mikrobiota, potensi infeksi mikorisa, dan pertumbuhan tanaman. *Sains Tanah- Jurnal Ilmiah Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*, 6 (1): 43-52.
- Chairuddin, L. Adres Yanti, P. Zalukhu. 2018. Pengaruh varietas kacang tanah (*Aracis hypogaea* L.) dan dosis pengapuran terhadap penyakit busuk batang *Sclerotium rolfsii* Sacc. Pada lahan gambut. *Agro lestari*, 5(1): 74-85.
- Cleland, R. 1972. The dosage response curve for auxin induced cell elongation: Are Evaluation. *Planta* 104: 1-9.
- Elfina, Y., M. Ali, D. Sabatiny. 2017. Uji konsentrasi biofungisida tepung *Trichoderma harzianum* Rifai terhadap jamur *Pythophthora palmivora* Butl. penyebab penyakit busuk buah kakao pasca panen. *Sagu*, 16(1):1-12
- Eslami, A.A. S.A. Khodaparast, S. Mousanejad, F. P. Dehkaei. 2015. Evaluation of the virulence of *Sclerotium rolfsii* isolates on *Arachis hypogaea* and screening for resistant genotypes in greenhouse conditions. *Hellenic Plant Protection*, 8(1):1-11.
- Garinas, W. 2009. Karakteristik bahan baku kaolin. *Saintek*, 11(2):120-125.
- Gusnawaty, H.S. 2011. Model matematik epidemi penyakit rebah semai dengan inokulasi *Actinomyces* dan VAM pada tanaman kedelai pada dua musim tanam (model regresi sederhana). *Agriplus*, 21(3):201-207.
- Ilyas, S. 2006. Seed treatment using matricconditioning to improve vegetable seed quality. *Bul. Agron.* 1(34):124-132.
- Ikrarwati, S. Ilyas, A. M. Yukti. 2015. Keefektifan pelapisan benih terhadap peningkatan mutu benih padi selama penyimpanan. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 34(2): 145-152.
- Kasno, A., dan D. Harnowo. 2014. Karakteristik varietas unggul kacang tanah dan adopsinya oleh petani. *Iptek Tanaman Pangan*, 9 (1):13-23.
- Khairul, I., V. B. Montong, M. M. Ratulangi. 2018. Uji Antagonisme *Trichoderma harzianum*. terhadap *olletotrichum capsici* penyebab penyakit antraknosa pada cabai keriting secara in vitro. *Cocos*, 1(2): 1-8.
- Kuntalini, N. R., K.Kalmi, N. M. Puspawati. 2015. Uji antagonistik beberapa rizobakteri terhadap *Sclerotium rolfsii* Sacc. penyebab penyakit rebah kecambah pada tanaman kacang tanah. *Agroteknologi Tropika*, 4(2): 111-123.
- Lenin, I., W. Siska, Azwir. 2017. Pengaruh pemupukan terhadap lahan tadah hujan Sumatra Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, 20(3): 209-220
- Lubis, A. I., Jumini, Syafruddin. 2013. Pertumbuhan dan hasil kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) akibat pengaruh dosis pupuk N dan P pada kondisi media tanam tercemar hidrokarbon. *Agrista*, 17(3): 119-126.
- Magenda, S., F. E. F. Kandou, S. D. Umboh. 2011. Karakteristik isolat cendawan *Sclerotium rolfsii* dari tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Bioslogos*, 1(1): 1-7.
- Mahabbah, A.F., T.N. Aeny, dan T. Maryono. 2014. Pengaruh *Trichoderma* spp. dan fungisida sintesis terhadap pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* dan keterjadian penyakit rebah kecambah kacang tanah. *Agrotek Tropika*, 2(2): 208-214.
- Mindarsusi, V. A. P., S. Djauhari, A. Cholil. 2015. Eksplorasi Cendawan endofit daun kacang tanah *Arachis hypogaea* L dan uji antagonis terhadap patogen *Scleretium rolfsii* Sacc. *HPT*, 3(3): 9-15.
- Miransari, M., dan D. I., Smith. 2014. Plant hormones and seed germination. *Environmental and Experimental Botany*, 9(2014): 110 - 121.
- Mulyati, S. 2009. Pengaruh kandungan pasir pada media semai terhadap penyakit rebah kecambah (*Sclerotium Rolfsii* Sacc) pada persemaian tanaman cabai. *Agronomi*, 13(1): 45-50.
- Natalia, A. G., T. N. Aeny, J. Prasetyo. 2014. Uji keefektifan *Trichoderma harzianum* dengan bahan campuran yang berbeda dalam menghambat pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* penyebab penyakit rebah kecambah pada kacang tanah. *Agrotek Tropika*, 2(3): 408-413.
- Muslim, A., Syahri, A. Hamidson, dan A. Salim. 2012. *Thricoderma spp* dan *Penicilium spp* dari tanah rhizosfer lahan rawa lebak dalam menginduksi ketahanan tanaman cabai terhadap serangan penyakit rebah kecambah. *Fitopatologi*, 10(1):31-36.
- Nurlela, L. H., M. A. Ulim. 2016. Efektivitas beberapa agen antagonis dan cara aplikasinya untuk menekan

- pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* pada tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill). *Ilmiah Pertanian*, 1(1): 155-167.
- Paturohman, E dan Sumarno. 2014. Peningkatan produktivitas kacang tanah melalui penerapan komponen teknologi kunci. *Iptek Tanaman Pangan*, 9(2): 97-107.
- Papavizas, G.C. 1985. *Trichoderma* and *Gliocladium*: Biology, ecology, and potential for biocontrol. *Annual Review of Phytopathology*, 23: 23-54.
- Punja, Z.K. 1985. The Biology, ecology, and control of *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathol*, 23(1):97-127.
- Raja, B. S. L., B. S. J. Damanik, J. Ginting. 2013. Respons pertumbuhan dan produksi kacang tanah terhadap bahan organik *Tithonia diversifolia* dan Pupuk SP-36. *Jurnal Agroekoteknologi*, 1(3):725-731.
- Reiza, M., T. Irmansyah, F. E. T. Sitepu. 2017. Pertumbuhan dan produksi dua varietas kacang tanah (*Arachis hypogea* L.) terhadap waktu aplikasi pupuk kandang sapi. *Agroteknologi USU*, 1(20): 152-159.
- Rukmana, R. 1998. *Kacang Tanah*. Yogyakarta: Kanisius
- Saputri, E., Lisawita, M. I. Pinem. 2015. Enkapsulasi beberapa jenis *Trichoderma*. sp. pada benih kedelai untuk mengendalikan penyakit *Sclerotium rolfsii* Sacc. *Agroteknologi*, 3(3): 1123-1131.
- Sari, M., E. Widajati, P. R. Asih. 2013. *Seed coating* sebagai pengganti fungsi polong pada penyimpanan benih kacang tanah. *Agron Indonesia*, 41(3): 215-220.
- Sofiani, M., S. Djauhari, L. Q. Aini. 2016. Pengaruh aplikasi *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR). *HPT*, 4(1): 32-38.
- Sumartini. 2012. Penyakit tular tanah (*Sclerotium Rolfsii* dan *Rhizoctonia Solani*) pada tanaman kacang- kacangan dan umbi-umbian serta cara pengendaliannya. *Litbang Pertanian*, 31(1): 27-34.
- Thiessen L. D. and J. E. Woodward. 2012. Diseases of peanut caused by soilborne pathogens in the Southwestern United States. *Agronomy*, 1(1): 1-9.
- Trivana, L., A. Y. Pradhana, dan A. P. Manambangtua. 2017. Optimalisasi waktu pengomposan pupuk kandang dari kotoran kambing dan debu sabut kelapa dengan bioaktivator EM4. *Sains dan Teknologi Lingkungan*, 9(1):16 - 24.
- Trustinah. 2010. Morfologi dan pertumbuhan kacang tanah. *Monograf Balitkabi*, (13): 40-59.
- Uruilal, C., A. Talahaturuson, W. Rumahlewang, Dan J. Patty. 2017. Isolasi *Trichoderma* spp. dan daya antagonismenya terhadap *Sclerotium rolfsii* secara in-vitro. *Budidaya Pertanian*, 13(2): 64-67.
- Vidhyasekaran, P., and Muthamilan, M., 1995, Development of formulations of *Pseudomonas fluorescens* for control of chickpea wilt. *Plant. Dis.* 79(1): 782-786.
- Widodo dan S. Wiyono. 2012. Formulasi tepung biofungisida berbahan aktif ganda *Pseudomonas flourescens* PG 01 dan *Bacillus polymixa* Bg 25. *Ilmu Pertanian*, 17(3): 180-185.
- Wuryandari, Y. 2004. Daya tahan hidup *Pseudomonas putida* Strain pf-20 dalam beberapa macam inokulum. *Perlindungan Tanaman Indonesia*, 10(1):33-41.