

UJI BERBAGAI BAHAN PEMBAWA TERHADAP VIABILITAS DAN KERAPATAN KONIDIA PADA BEBERAPA BIOPESTISIDA CAIR JAMUR ENTOMOPATOGEN

Test of Various Carrier Materials Against Viability and Conidia Density in Some Liquid Biopesticides of Entomopathogenic Fungi

Unun Triasih, Dina Agustina, Mutia Erti D, Susi Wuryantini

Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika
Indonesian Citrus and Subtropical Fruits Research Institute
Jl.Raya Tlekung No 1 Junrejo Kota Batu
Email: ununtriasih82@yahoo.com

ABSTRAK

Indonesia mempunyai kekayaan hayati besar tetapi belum sepenuhnya dimanfaatkan untuk pertanian. Keefektifan agen hayati mengendalikan hama dan penyakit tanaman masih perlu diteliti lebih lanjut, salah satunya adalah pemanfaatan biopestisida jamur entomopatogen. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh berbagai bahan pembawa terhadap viabilitas dan kerapatan konidia pada beberapa jamur entomopatogen *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* dan *Paecilomyces*. Penelitian ini menggunakan lima isolat jamur yang terdiri atas entomopatogen dua isolat *Beauveria bassiana* (JBG dan JBR), dua isolat *Metarhizium anisopliae* (JBG dan UST), dan satu isolat *Paecilomyces*. Bahan pembawa biopestisida menggunakan 6 bahan pembawa yaitu limbah rebusan kedelai, limbah cucian kedelai, *Potato Dextrose Broth* (PDB), limbah tapioka, limbah beras, limbah cucian beras dan air kelapa. Biopestisida sudah dibuat satu tahun sebelumnya dan satu tahun berikutnya diamati kembali viabilitas dan kerapatan konidianya. Dari hasil pengamatan kerapatan konidia yang terbaik terdapat pada biopestisida cair *Beauveria bassiana* JBG sebesar $4,8 \times 10^7$ konidia / ml dari kerapatan awal $3,4 \times 10^8$ / ml pada bahan pembawa limbah rebusan kedelai (RK). Viabilitas tertinggi terdapat pada *Metharizium anisopliae* JBG pada bahan pembawa limbah cucian kedelai sebesar 14%.

Kata kunci: Agen hayati, Biopestisida, Jamur entomopatogen

ABSTRACT

Indonesia is a country that has a large biological diversity, but has not been fully utilized for agriculture. The effectiveness of biological agents in controlling pests and plant diseases still needs further investigation, one of which is the use of entomopathogenic fungi as biopesticides. The purpose of this study was to determine the effect of storage on the viability and density of conidia in several entomopathogenic fungi; *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces*. This study used five entomopathogenic fungi isolates, two *Beauveria bassiana* isolates (JBG and JBR), two *Metarhizium anisopliae* isolates (JBG and UST), and one *Paecilomyces* isolates. Biopesticide carrier material consisted of 6 carrier materials, namely soybean decoction waste, soy washing waste, *Potato Dextrose Broth*, tapioca waste, rice waste, rice washing waste and coconut water. Biopesticides have been made one year before and the viability and complexity of the conidia is re-examined one year later. From the observations of conidial density, the best was found in *Beauveria bassiana* JBG liquid biopesticide of 4.8×10^7 conidia / ml from the initial density of 3.4×10^8 / ml in the soybean decoction (RK) carrier material. The highest viability was found in JBG *Metharizium anisopliae* on soybean washing waste material by 14%.

Key words: Biological agents, Biopesticide, Entomopathogenic fungi

PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai kekayaan sumber daya hayati yang melimpah dan potensial, namun masih belum banyak yang digali dan dimanfaatkan. Salah satu sumberdaya hayati yang belum banyak dimanfaatkan adalah yang berasal dari mikroorganisme untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT) yang potensial dan ramah lingkungan. Penggunaan musuh alami sebagai agen hayati ditujukan untuk menghasilkan produk tanaman yang berkualitas, aman, murah, dan sehat dikonsumsi. Upaya pemanfaatan agen hayati terhadap hama dan penyakit tanaman memerlukan pengetahuan tentang cara kerja agen hayati dan bioekologi musuh alami agar proses pengendalian lebih efektif dan efisien (Djunaedy 2009). Agen hayati yang sudah dimanfaatkan antara lain berasal dari cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* dan *Metharizium anisopliae*.

Hasil studi menunjukkan *B. bassiana* adalah cendawan entomopatogen yang mempunyai kemampuan menginfeksi berbagai fase kehidupan banyak ordo serangga dan mempunyai prospek sebagai pengganti pengendali kimia (Meyling dan Eilenberg 2007). Prayogo (2012) dan Prayogo (2013) mengemukakan bahwa *B. bassiana* efektif 100% membunuh berbagai fase kehidupan *C. formicarius* mulai dari larva, imago bahkan mampu pada kultur in vitro. *M. anisopliae* menurun kerapatan sporanya setelah mengalami sub kultur melebihi lima generasi (Taborsky 1997).

Menurut Prayogo *et al.* (2005) viabilitas konidia berpengaruh terhadap pertumbuhan berikutnya, peningkatan jumlah konidia berkecambah akan mempercepat pertumbuhan cendawan tersebut, sehingga mempercepat infeksi serangga mati. Hasil penelitian Nuraida (2016) menyimpulkan bahwa formulasi dalam bentuk pellet maupun tepung menunjukkan hasil yang sama terhadap lama penyimpanan, viabilitas dan kerapatan konidia *M. anisopliae* bertahan di lapang.

Hasil penelitian Derakhshan *et al.* (2008a) menunjukkan bahwa penggunaan tetes tebu (molase) mampu mempertahankan

viabilitas cendawan *L. lecanii* diatas 88% sesudah penyimpanan 12 bulan . Sementara itu formulasi berbentuk tepung (*powder*) yang dicampur talk, tepung tapioka dan kaolin pada cendawan *M. anisopliae* mempunyai kemampuan mempertahankan viabilitas konidianya di atas 80% setelah penyimpanan 7 bulan (Samodra 2006). Menurut Batta (2003) formulasi minyak kedelai dan minyak kelapa mampu mempertahankan viabilitas *M. anisopliae* dalam waktu melebihi 30 bulan.

Penelitian sebelumnya banyak yang sudah melaporkan pemanfaatan jamur entomopatogen dan hasilnya baik tetapi belum ada yang melaporkan penggunaan bahan pembawa seperti limbah cucian kedelai, limbah cucian beras dan air kelapa, limbah tahu, dan limbah tapioka. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian mengenai uji beberapa bahan pembawa terhadap biopestisida cair berasal dari cendawan entomopatogen melalui kerapatan dan viabilitas konidianya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Fitopatologi Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika pada Bulan September sampai Oktober tahun 2018. Penelitian ini menggunakan biopestisida dari cendawan entomopatogen yang telah dibuat dan disimpan dalam waktu satu tahun di laboratorium Fitopatologi. Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini ada 5 isolat jamur entomopatogen sebagai bahan biopestisida yaitu dua isolat *Beauveria bassiana* (JBG dan JBR), dua isolat *Metharizium anisopliae* (JB dan UST) dan *Paecilomyces*. Lima isolat jamur entomopatogen tersebut diperbanyak menggunakan enam bahan pembawa yaitu *Potato Dextrose Broth* (PDB), limbah beras dan air kelapa, limbah tapioka, limbah tahu, limbah cucian kedelai, dan limbah rebusan kedelai. Untuk mengetahui keefektifan biopestisida ini sesudah disimpan selama satu tahun maka dilakukan pengujian viabilitas atau uji daya kecambah dan kerapatan konidianya.

Pengujian kerapatan konidia dilakukan dengan meletakkan biopestisida sebanyak 1 ml menggunakan mikropipet diatas *haemocytometer*. Kemudian menghitung jumlah konidia dengan mengamati dibawah mikroskop binokuler menggunakan perbesaran 400 kali. Menurut Gabriel dan Riyanto (1989) menghitung kerapatan konidia menggunakan rumus di bawah ini :

$$C = \frac{t}{(n \times 0,25)} \times 10^6$$

Keterangan:

- C = Kerapatan konidia per ml larutan
 t = jumlah total konidia dalam kotak sampel yang diamati
 n = jumlah kotak sampel (5 kotak besar x 16 kotak kecil)
 0,25 = faktor koreksi penggunaan kotak sampel skala kecil pada Haemocytometer
 10⁶ = standar kerapatan konidia yang baik (Direktorat perlindungan tanaman pangan 2014)

Uji viabilitas pada beberapa biopestisida jamur entomopatogen ini dilaksanakan dengan cara menggunakan biopestisida *Beauveria bassiana* (JBG dan JBR), dua isolat *Metharizium anisopliae* (JB dan UST) dan *Paecilomyces* sebanyak 1 tetes pada bahan pembawa *potato dextrose agar* (PDA) yang sudah terdapat pada gelas obyek kemudian ditutup menggunakan *cover glass* setelah itu diinkubasi selama 24 jam. Setelah itu diamati di mikroskop menggunakan perbesaran 400 kali dan dihitung jumlah konidianya dan jumlah konidia yang berkecambah. Uji viabilitas atau daya kecambah dihitung berdasarkan jumlah konidia yang berkecambah dibagi dengan jumlah konidia keseluruhan yang diamati, dan hasilnya dikalikan 100%, untuk mempermudah dalam menghitung konidia yang berkecambah maka digunakan alat yang dinamakan counter. Hasil hitungan didapatkan dengan menggunakan rumus Gabriel & Riyanto (1989).

$$V = \frac{g}{(g+u)} \times 100\%$$

Keterangan:

- V = Perkecambahan konidia (Viabilitas)
 g = Jumlah konidia yang berkecambah
 u = Jumlah konidia yang tidak berkecambah

Keterangan ciri berkecambah:

Konidia berkecambah: muncul radikula (akar embrio)

Konidia yang tidak berkecambah:

Berbentuk oval sampai bulat dan tidak muncul radikula

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Beberapa Bahan Pembawa terhadap Kerapatan Konidia Biopestisida Jamur Entomopatogen

Pengujian biopestisida jamur entomopatogen pada lima bahan pembawa ini menggunakan kerapatan konidia awal antara 10⁷ dan 10⁸. Selama satu tahun penyimpanan biopestisida ini mengalami penurunan kerapatan konidia dibandingkan dengan kerapatan konidia awalnya. Hasil pengamatan konidia tertinggi terdapat pada biopestisida cendawan entomopatogen *B. bassiana* JBG sebesar 4,8 x 10⁷ konidia/ml dari kerapatan awal 3,4 x 10⁸/ml pada bahan pembawa limbah rebusan kedelai (RK). Biopestisida yang mempunyai kerapatan konidia terendah terdapat pada *Metharizium anisopliae* (UST) dengan menggunakan bahan pembawa limbah beras dan air kelapa (BK) dengan kerapatan sebesar 0,95 x 10⁶ konidia/ml dari kerapatan konidia awal 5,2 x 10⁶ /ml. Hasil pengamatan biopestisida lima jamur entomopatogen pada berbagai bahan pembawa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kerapatan konidia pada beberapa bahan pembawa

No	Bahan Pembawa	Kerapatan Konidia Jamur Entomopatogen/ml				
		<i>B.bassiana</i> (JBG)	<i>B.bassiana</i> (JBM)	<i>M.anisopliae</i> (JBG)	<i>M.anisopliae</i> (UST)	<i>Paecilomyces</i>
1	PDB	1,6 x 10 ⁷	1,3 x 10 ⁷	1,1 x 10 ⁷	3,9 x 10 ⁷	1,2 x 10 ⁷
2	RK	4,8 x 10 ⁷	8,6 x 10 ⁶	1,5 x 10 ⁷	7,3 x 10 ⁶	1,0 x 10 ⁷
3	CK	2,2 x 10 ⁷	1,9 x 10 ⁷	9,5 x 10 ⁶	2,6 x 10 ⁷	2,6 x 10 ⁷
4	TK	1,4 x 10 ⁷	3,9 x 10 ⁷	9,5 x 10 ⁶	2,5 x 10 ⁷	2,4 x 10 ⁷
5	BK	1,0 x 10 ⁷	3,9 x 10 ⁷	1,4 x 10 ⁷	0,95 x 10 ⁶	1,1 x 10 ⁷
6	TA	1,1 x 10 ⁷	9,7 x 10 ⁶	1,2 x 10 ⁷	6,2 x 10 ⁶	1,2 x 10 ⁷

Keterangan:

- RK : Limbah Rebusan Kedelai
- CK : Limbah Cucian Kedelai
- PDB : Potato Dextrose Broth
- TK : Limbah Tapioka
- TA : Limbah Tahu
- BK : Limbah beras + air kelapa

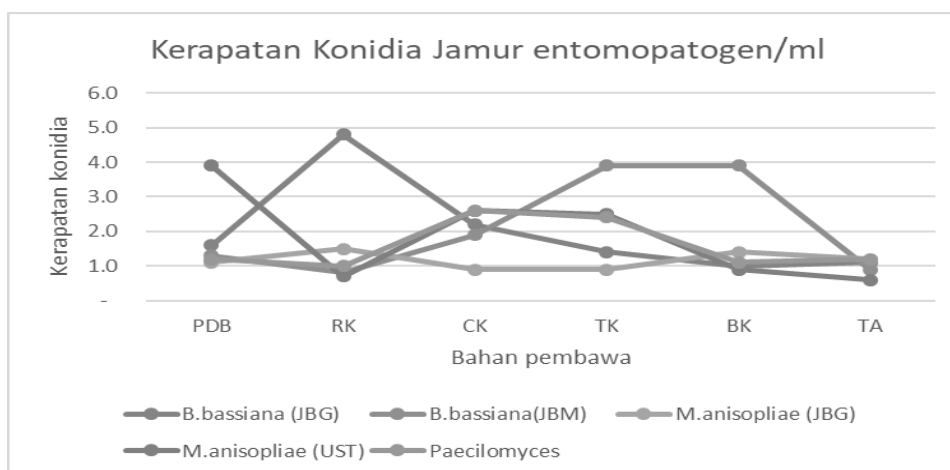
Hasil pengamatan kerapatan konidia masing masing isolat entomopatogen *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces* menunjukkan bahwa hasil semua perlakuan tidak berbeda nyata. Pada bahan pembawa PDB semua biopestisida cair, baik yang berbahan aktif *B.bassiana*, *M.anisopliae*, *Paecilomyces* menunjukkan kerapatan konidia yang sama, yaitu pada kerapatan 10⁷. Bahan pembawa RK yang mempunyai kerapatan konidia sama pada 10⁷ adalah *B.bassiana* JBG, *M.anisopliae* JBG dan *Paecilomyces*. Biopestisida berbahan aktif *M.anisopliae* JBG mempunyai kerapatan konidia berbeda dengan lainnya yaitu pada 10⁶ pada bahan pembawa CK, sedangkan pada bahan pembawa TK, BK, dan TA *B.bassiana* JBG dan *Paecilomyces* juga mempunyai kerapatan konidia yang sama,

sebesar 10⁷. Hal ini berarti semua bahan pembawa yang digunakan mempunyai nutrisi yang sesuai untuk pertumbuhan masing-masing jamur. Hal ini sesuai dengan pendapat Ferron (1981) bahwa pertumbuhan jamur entomopatogen dipengaruhi oleh sumber nutrisi.

Hasil perbandingan kerapatan konidia awal dan setelah penyimpanan menunjukkan terjadinya penurunan kualitas konidia yang sangat signifikan (Tabel 2). Hal ini terjadi diduga karena waktu penyimpanan dan suhu ruangan penyimpanan yang bersuhu 20°C sehingga—berpengaruh terhadap kandungan konidia entomopatogen. Suhu terbaik penyimpanan isolat entomopatogen yaitu pada suhu 50°C, karena pada suhu ini dapat mempertahankan kematian daya kecambah entomopatogen (Sri Sukanto 1995).

Tabel 2. Kerapatan konidia awal dan akhir (setelah penyimpanan)

No	Bahan Pembawa	Kerapatan Konidia Jamur Entomopatogen / ml									
		<i>B.bassiana</i> (JBG)		<i>B.bassiana</i> (JBM)		<i>M.anisopliae</i> (JBG)		<i>M.anisopliae</i> (UST)		<i>Paecilomyces</i>	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
1	RK	3,4 x 10 ⁸	4,8 x 10 ⁷	1,8 x 10 ⁸	3,9 x 10 ⁷	1,8 x 10 ⁸	3,9 x 10 ⁷	2,4 x 10 ⁷	3,9 x 10 ⁶	2,4 x 10 ⁸	2,6 x 10 ⁷
2	CK	5,3 x 10 ⁷	2,2 x 10 ⁷	2,3 x 10 ⁷	3,9 x 10 ⁶	2,3 x 10 ⁷	3,9 x 10 ⁶	6,2 x 10 ⁷	2,6 x 10 ⁷	2,9 x 10 ⁷	2,4 x 10 ⁶
3	PDB	5,3 x 10 ⁷	1,6 x 10 ⁷	3,6 x 10 ⁷	1,9 x 10 ⁷	3,6 x 10 ⁷	1,9 x 10 ⁷	2,2 x 10 ⁷	2,5 x 10 ⁶	2,2 x 10 ⁶	1,2 x 10 ⁶
4	TK	1,8 x 10 ⁷	1,4 x 10 ⁷	3,1 x 10 ⁷	1,3 x 10 ⁷	3,1 x 10 ⁷	1,3 x 10 ⁷	2,2 x 10 ⁷	7,3 x 10 ⁶	4,1 x 10 ⁷	1,2 x 10 ⁷
5	TA	8,8 x 10 ⁷	1,1 x 10 ⁷	2,3 x 10 ⁷	9,7 x 10 ⁶	2,3 x 10 ⁷	9,7 x 10 ⁶	1,6 x 10 ⁷	6,2 x 10 ⁶	4,2 x 10 ⁶	1,1 x 10 ⁶
6	BK	1,6 x 10 ⁷	1,0 x 10 ⁷	4,7 x 10 ⁷	8,6 x 10 ⁶	4,7 x 10 ⁷	8,6 x 10 ⁶	5,2 x 10 ⁶	0,95 x 10 ⁶	2,9 x 10 ⁷	1,0 x 10 ⁶



Gambar 1. Kerapatan konidia biopestisida cair jamur entomopatogen pada berbagai formulasi

Grafik diatas menunjukkan formulasi yang tepat untuk masing-masing biopestisida cair jamur entomopatogen dilihat dari kerapatan konidia tertinggi. *B.bassiana* (JBG) mempunyai kerapatan tertinggi pada formula rebusan kedelai (RK), *B.bassiana* (JBM) kerapatan konidia tertinggi pada formulasi limbah tapioka (TK) dan limbah beras dan air kelapa (BK). Air cucian beras mempunyai pati sebagai sumber energi karbohidrat mencapai 85-90%. Kulit ari yang terdapat pada air cucian beras mempunyai kandungan nutrisi yang tinggi yaitu asam lemak esensial, sekitar 80% vitamin B1, vitamin B6 sebesar 90%, 70% vitamin B3, fosfor (P) sebesar 50%, 50% mangan (Mn), 60% zat besi (Fe), dan mengandung serat 100% (Munawaroh 2010). Jamur entomopatogen *M.anisoploae* (JBG) dan *M.anisopliae* (UST) secara berurutan kerapatan konidia tertinggi pada formulasi limbah rebusan kedelai (RK) dan *Potato Dextrose Broth* (PDB), sedangkan untuk biopestisida cair jamur entomopatogen *Paecilomyces* kerapatan tertinggi pada formulasi limbah cucian kedelai $2,6 \times 10^7$.

Hasil pengamatan kerapatan spora menunjukkan bahwa semua perlakuan mengalami penurunan kerapatan konidia tetapi masih berada pada tingkat kerapatan konidia yang sama. Tinggi rendahnya kerapatan konidia dipengaruhi oleh bahan pembawa seperti yang dikemukakan oleh (Effendy *et al.* 2010) bahwa bahan pembawa berpengaruh terhadap kerapatan konidia *Metharizium sp.* Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terjadi penurunan kerapatan pada akhir pengamatan.

Penurunan kualitas konidia dan virulensi *B.bassiana* dapat disebabkan oleh proses selama subkultur secara *in vitro*. Proses subkultur yang melebihi lima generasi bisa menyebabkan penurunan kerapatan spora jamur *Metharizium anisopliae* (Taborsky 1997).

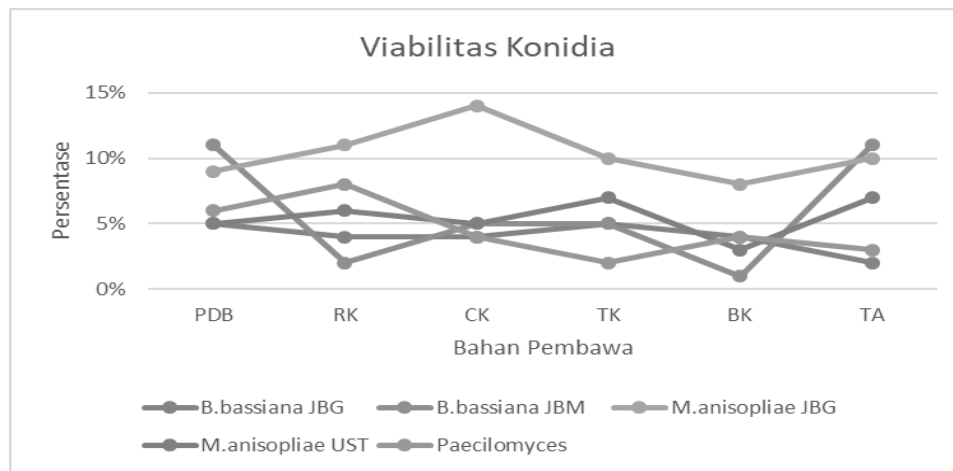
Uji Beberapa Bahan Pembawa terhadap Viabilitas Konidia Biopestisida Jamur Entomopatogen

Pengujian terhadap viabilitas konidia digunakan untuk mengetahui kemampuan biopestisida yang sudah ditambahkan berbagai bahan pembawa untuk pembentukan tabung kecambah setelah ditumbuhkan pada media. Hasil pengamatan viabilitas konidia beberapa jamur entomopatogen pada bahan pembawa dapat dilihat pada Tabel 3. Viabilitas konidia tertinggi pada jamur entomopatogen *Metharizium anisopliae* JBG dengan bahan pembawa cucian kedelai sedangkan viabilitas konidia terendah terdapat pada *B.bassiana* JBG pada bahan pembawa limbah tahu.

Menurut Endri (2009) limbah cucian kedelai mempunyai pH 6,28, kondisi ini sesuai dengan pH yang dibutuhkan jamur untuk pertumbuhannya antara pH 4-7 (Srikandace *et al.* 2007). Limbah cair tahu yang memiliki kandungan organik tinggi hanya mampu diuraikan kira-kira sebesar 30% oleh mikrobia. Adanya kandungan yang tinggi pada bahan organik bisa menyebabkan air limbah cepat lajunya sehingga mengurangi kemampuan mikrobia dalam menguraikan bahan organik pada limbah akibat mengalami pencucian (Foxon *et al.* 2004).

Tabel 3. Viabilitas konidia jamur entomopatogen pada beberapa bahan pembawa

No	Bahan Pembawa	Viabilitas Konidia (%)				
		<i>B.bassiana</i> JBG	<i>B.bassiana</i> JBM	<i>M.anisopliae</i> JBG	<i>M.anisopliae</i> UST	<i>Paecilomyces</i>
1	PDB	5%	11%	9%	5%	6%
2	RK	4%	2%	11%	6%	8%
3	CK	4%	5%	14%	5%	4%
4	TK	5%	5%	10%	7%	2%
5	BK	4%	1%	8%	3%	4%
6	TA	2%	11%	10%	7%	3%



Gambar 2. Persentase daya kecambah (viabilitas) konidia biopestisida cair

Menurut Hasyim *et al.* (2005), spora cendawan entomopatogen pada formulasi cair viabilitasnya lebih tinggi daripada formulasi pada media padat, sehingga meningkatkan virulensinya. Hasil pengujian ini menunjukkan viabilitas konidia sesudah disimpan satu tahun masih mampu berkecambah walaupun dalam persentase yang tidak besar. Hal ini menunjukkan bahwa jamur entomopatogen pada bahan pembawa cair masih dapat berkecambah, karena masih adanya ketersediaan asupan protein yang dibutuhkan oleh jamur untuk bertahan.

Perbedaan viabilitas konidia dapat disebabkan oleh media biakan (Herlinda 2010) kelembaban dan suhu (Sheroze 2003; Prayogo *et al.* 2005). Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa pada bahan pembawa PDB persentase viabilitas tertinggi pada biopestisida cair *B.bassiana* JBM sebesar 11%, bahan pembawa limbah rebusan kedelai viabilitas tertinggi pada *M.anisopliae* JBG sebesar 11%. Untuk bahan pembawa limbah cucian kedelai viabilitas tertinggi terdapat pada *M.anisopliae*

JBG sebesar 14%, sedangkan pada bahan pembawa limbah tapioka dan limbah cucian beras ditambah air kelapa viabilitas tertinggi pada biopestisida *M.anisopliae* JBG 10% dan 8%. Pada bahan pembawa limbah tahu viabilitas tertinggi terdapat pada *B.bassiana* JBM sebesar 11%. Dari hasil viabilitas tertinggi tampak bahwa *M.anisopliae* JBG dapat membentuk tabung kecambah pada beberapa bahan pembawa limbah rebusan kedelai, limbah tapioka, limbah cucian kedelai serta limbah cucian beras ditambah air kelapa. Jamur *Metharizium.sp* bisa diformulasikan massal sebagai bioinsektisida baik dalam bentuk padat maupun cair (Alves *et al.* 2002). Viabilitas tertinggi pada *Metharizium anisopliae* terdapat pada 2 minggu setelah dibuat formulasi dengan formulasi pelet sebesar 85% dan formulasi tepung sebesar 90% (Nuraida 2016). Keefektifan cendawan entomopatogen mengendalikan serangga dipengaruhi kepadatan konidia, umur inang dan lama penyimpanan (Prayogo *et al.* 2005).

Viabilitas konidia pada biopestisida cair ini pada semua bahan pembawa mengalami penurunan yang banyak sesudah disimpan selama setahun. Penurunan viabilitas spora bisa disebabkan karena selama proses subkultur ada penurunan kandungan yang ada dalam media seperti sumber karbon, glukosa, glukosamin, khitin, pati, nitrogen untuk pertumbuhan hifa (Tanada *et al.* 1993). Menurut Rosalind (2000) kekurangan asupan protein pada media buatan akan menurunkan kemampuan spora untuk berkecambah. Oleh sebab itu subkultur yang dilakukan secara berulang dapat menurunkan virulensi dan kualitas spora jamur entomopatogenik. Viabilitas spora akan terjadi penurunan apabila spora selalu dibiakkan pada media buatan yang kandungan nutrisinya sangat berbeda dengan serangga inangnya (Magan 2001).

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian diperoleh kesimpulan bahwa semakin lama penyimpanan biopestisida cair berbahan aktif jamur entomopatogen maka semakin menurun kerapatan dan viabilitas konidia. Kerapatan konidia yang terbaik terdapat pada biopestisida cair *Beauveria bassiana* JBG sebesar $4,8 \times 10^7$ konidia / ml dari kerapatan awal $3,4 \times 10^8$ / ml pada bahan pembawa limbah rebusan kedelai (RK). Viabilitas tertinggi terdapat pada *Metharizium anisopliae* JBG pada bahan pembawa limbah cucian kedelai sebesar 14%. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal sebaiknya pengamatan uji daya simpan suatu produk jamur entomopatogen rutin dilaksanakan setiap bulan sehingga data yang didapatkan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

Alves SB, Rossi LS, Lopes RB, Tamai MA, Pereira RM. 2002. *Beauveria bassiana* yeast phase on agar medium and its pathogenicity against *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Cerambycidae) and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Invertebrate Pathology*. 81:70–77.

- Aryo K, Purnomo, Wibowo L, Aeny TN. 2017. Virulensi beberapa isolat *Metarhizium anisopliae* terhadap ulat grayak (*Spodoptera litura* F) di laboratorium. *Jurnal Agrotek Tropika*. 5(2):96–101.
- Batta Y. 2003. Production and testing of novel formulations of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin (Deuteromycotina: Hyphomycetes). *Crop Protection*. 22(2):415–22.
- Derakhshan A, Rabindra RJ, Ramanujam B, Rahimi M. 2008. Evaluation of different media and methods of cultivation on the production and viability of entomopathogenic fungi *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas. Pak. *Journal of Biological Sciences*. 11(11):1506-1509.
- Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. 2014. *Kementrian Pertanian Direktorat Jenderal Tanaman Pangan*. Jakarta: Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan.
- Djunaedy. 2009. Biopestisida sebagai pengendali organisme pengganggu tanaman (OPT) yang ramah lingkungan. *Jurnal Fakultas Pertanian UNIJOYO*. 6(1):88-95.
- Effendy TA, Septiadi R, Salim A, Mazid A. 2010. Jamur entomopatogen asal Tanah Lebak di Sumatera Selatan dan potensinya sebagai agensia hayati walang sangit (*Leptocoris oratorius* (F.)). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 10(2):154–61.
- Endri N. 2009. *Evaluasi Kinerja Penanganan Limbah Cair Tahu Kita*. Yogyakarta: CV Kitagama.
- Ferron P. 1981. *Pest Control by Fungi Beauveria and Metarhizium*. London: Academic Press.
- Foxon KM, Pillay S, Lalbahadur T, Rodda N, Holder F, Buckley CA. 2004. The Anaerobic Baffled Reactor (ABR): An Appropriate Technology for on-Site

- Sanitation. *African Journal*. 30(5):44-50.
- Gabriel BP, Riyatno. 1989. *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sor: Taksonomi, Patologi, Produksi dan Aplikasinya. Jakarta: Direktorat Perlindungan Tanaman Perkebunan, Departemen Pertanian.
- Harjaka T. 2006. *Isolasi jamur Metarhizium anisopliae pada hama uret perusak akar padi gogo*. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Pertanian. Fakultas Pertanian UGM 200–205.
- Hasyim A, Yasir H, Azwana. 2005. Seleksi substrat untuk perbanyak *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. dan infektivitasnya terhadap hama penggerek bonggol pisang, *Cosmopolites sordidus* Germar. *Journal of Horticulture*. 15(2):116–23.
- Herlinda S. 2010. Spore density and viability of entomopathogenic fungal isolates from Indonesia, and their virulence against *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). *Journal of Tropical and Life Science*. 21(1):13–21.
- Magan N. 2001. *Physiological approaches to improving the ecological fitness of fungal biocontrol agents*. Di Dalam: Butt LM, Jackson CW, Magan N (Ed). *Fungi as Biocotrol Agents: Progress, Problem and Potential*. UK: Biddles Ltd, Guildford and King's Lynn 239–52.
- Meyling NV, Eilenberg J. 2007. Ecology of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in temperate agroecosystems: Potential for conservation biological control. *Journal of Biological Control*. 43:145–55.
- Munawaroh S, Handayani A. 2010. Ekstraksi minyak daun jeruk purut (*Citrus hystrix* D.C.) dengan pelarut etanol dan n-heksana. *Jurnal Kompetensi Teknik*. 1(2):73–78.
- Nuraida, Lubis A. 2016. Pengaruh formulasi dan lama penyimpanan pada viabilitas, bioaktivitas dan persistensi cendawan *Metarhizium anisopliae* terhadap *Crocidolomia pavonana* Fabricius. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 16(2):196 – 202.
- Prayogo Y, Tengkan W, Marwoto. 2005. Prospek cendawan entomopatogen *Metarhizium anisopliae* untuk mengendalikan ulat grayak *Spodoptera litura* pada kedelai. *Jurnal Litbang Pertanian*. 24(1):19–26.
- Prayogo Y. 2012. *Virulensi beberapa isolat cendawan entomopatogen Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. untuk mengendalikan penggerek ubi jalar *Cylas formicarius*. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang Dan Umbi Tahun 2011. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian. Hal 738–54.
- Prayogo Y. 2013. *Toksisitas cendawan Beauveria bassiana* Vuill. (Balsamo) terhadap telur dan larva penggerek ubi jalar *Cylas formicarius* (Coleoptera: Curculionidae). Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang Dan Umbi Tahun 2013. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian. Hal 669–81.
- Rosalind R. 2000a. *The effect of certain nutrients on conidial germination of Beauveria bassiana and Paecilomyces jumosoroseus*. USDA: Agricultural Research Service, Tektran.
- Rosalind R. 2000b. *The effect of certain nutrients on conidial germination of Beauveria bassiana and Paecilomyces jumosoroseus*. USDA: Agricultural Research Service, Tektran.
- Samodra H, Ibrahim Y. 2006. Effects of dust formulations of three entomopathogenic fungal isolates against *Sitophilus oryzae*

(Coleoptera: Curculionidae) in rice grain. *Journal Biosains*. 17(1):1–7.

- Sheroze A, Rashid A, Shakir AS, Khan SM. 2003. Effect of bio-control agents on leaf rust of wheat and influence of different temperature and humidity levels on their colony growth. *Journal of Agriculture and Biology*. 5(1):83–85.
- Sri Sukanto. 1995. Pengaruh kelembaban relatif terhadap perkecambahan, pertumbuhan dan sporulasi beberapa isolat *Beauveria bassiana*. *Pelita Perkebunan*. 11:64–74.
- Taborsky. 1997. *Small Scale Processing of Microbial Pesticides*. Prague, Czechoslovakia: University of Agriculture.
- Tanada Y, Kanaya. 1993. *Insect Pathology*. London: Academic Press
- Srikandace Y, Hapsari Y, Simanjuntak P. 2007. Seleksi mikroba endofit *Curcuma zedoaria* dalam memproduksi senyawa kimia antimikrobia. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. 5(2): 77-84.