****

**UJI EFEKTIVITAS *Beauvaria bassiana* DENGAN PERBANDINGAN WAKTU DAN DOSIS APLIKASI PADA PENGGEREK BUAH KAKAO (*Conopomorpha cramerella* SNELLEN) DI PERKEBUNAN KAKAO**

**SKRIPSI**

**Oleh**

**Yusnita Herawati**

**NIM. 121510501127**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**

**UJI EFEKTIFITAS *Beauvaria bassiana* DENGAN PERBANDINGAN WAKTU DAN DOSIS APLIKASI PADA PENGGEREK BUAH KAKAO (*Conopomorpha cramerella* SNELLEN) DI PERKEBUNAN KAKAO**

**Yusnita Herawati**

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember

**ABSTRAK**

Produksi kakao yang menurun dapat disebabkan oleh adanya serangan hama penggerek buah kakao *(Conopomorpha cramerella)*. Upaya pencegah yang dapat dilakukan selain menggunakan pestisida ialah dengan memanfaatkan agen hayati *Beauvaria bassiana.* Aplikasi menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri dari faktor konsentrasi: Kontrol/perlakuan kebun (K0), *Beauvaria bassiana* 2 gram/10 L (K1), *Beauvaria bassiana* 4 gram/10 L (K2), dan *Beauvaria bassiana* 6 gram/10 L (K3). Faktor interval waktu: Kontrol/Perlakuan Kebun (T0), Penyemprotan interval 5 hari (T1), Penyemprotan interval 10 hari (T2), Penyemprotan interval 15 hari (T3) kemudian diulang sebanyak 3 kali ulangan dan diambil 5 buah sampel tiap pohon sehingga diperlukan 48 pohon percobaan. Berdasarkan hasil penelitian kombinasi perlakuan konsentrasi agens hayati *Beauvaria bassiana* mampu menurunkan presentase buah terserang penggerek buah kakao, intensitas serangan penggerek buah kakao serta menurunkan penyusutan berat biji akibat serangan penggerek buah kakao. Konsentrasi *Beauvaria bassiana* terbaik ialah sebanyak 6 gram/10 L air (K3).

**Kata Kunci:** Kakao *(Theobroma cacao),* Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella),* *Beauvaria bassiana.*

**BAB 1. PENDAHULUAN**

**1.1 Latar Belakang**

Kakao (*Theobromma cacao* L.) merupakan salah satu tanaman komoditas perkebunan yang peranannya cukup penting bagi Indonesia. Kakao berasal dari daerah hutan hujan tropis di Amerika Selatan. Di Indonesia, kakao merupakan salah satu komoditas ekspor yang mampu memberikan kontribusi dalam upaya peningkatan devisa Indonesia. Indonesia sendiri merupakan produsen utama kakao dunia. Lahan kakao tersebar di berbagai wilayah. Menurut Direktorat Jenderal Perkebunan (2015), data statistik perkebunan Indonesia komoditas kakao tahun 2014 menunjukan jumlah luas areal kakao sebesar 1.722.437 Ha dengan jumlah produksi kakao sebesar 728.414 ton.

 Produksi kakao di Indonesia diharapkan terus meningkat. Namun, dalam budidayanya banyak faktor yang dapat menghambat produksi kakao salah satunya ialah permasalahan serangan organisme pengganggu tanaman. Permasalahan utama pada tanaman kakao salah satunya ialah hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella)*. *C.cramerella* merupakan salah satu penyebab utama penurunan produksidan mutu biji kakao Indonesia, bahkan di seluruh negara penghasil kakao. Kerusakan yangditimbulkannya buah menjadi tidak berkembang, berubah warna menjadi kuningkecoklatan, dan akhirnya biji saling melekat di dalamnya mengakibatkan penurunan jumlah dan mutu hasil. Serangan hama tersebut mengakibatkan penurunan produktivitas biji kakao karena mutu biji kakao kurang baik mencapai 90%, sekitar 60.000 ton per tahun (Anshary, 2009).

 Perkebunan di Indonesia telah berupaya melakukan tindakan pengendalian penggerek buah kakao. Tindakan yang telah dilakukan oleh perkebunan ialah menggunakan insektisida sintetik sebagai upaya pengendalian hama penggerek buah kakao. Namun, penggunaan insektisida sintetik secara terus-menerus dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan kerusakan pada lahan dan terjadinya resistensi hama. Hama yang telah resisten terhadap insektisida sintetik akan lebih tahan terhadap petisida sehingga menyebabkan terjadinya peledakan populasi hama. Pemerintah pun telah memberikan peraturan untuk meminimalkan penggunaan insektisida sintetik sintesis di masyarakat melalui Peraturan Menteri Pertanian No. 24/Pemertan/SR. 140/4/2011 pada tanggal 8 april 2011 tentang larangan penggunaan 42 jenis pestisida jenis bahan aktif pestisida sintesis termasuk dieldrin, endosulfan, dan klordan (Ditjen Prasarana dan Sarana Pertaian, 2012).

 Pengendalian penggerek buah kakao selain menggunakan insektisida sintetik dapat menggunakan agens hayati. Agens hayati tersebut telah banyak dilaporkan efektif mengendalikan serangga hama pada beberapa tingkat perkembangan serangga mulai dari telur, larva, pupa, hingga imago (Trizelia dkk., 2007). Selain itu, pemanfaatan agens hayati tidak memberikan dampak buruk bagi lingkungan dan tidak menyebabkan resistensi terhadap serangga hama. Namun, pemberian agens hayati tersebut harus tepat dosis dan tepat waktu agar di dapat hasil yang baik untuk pengendalian hama penggerek buah kakao. Agens hayati telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk mengatasi permasalahan gangguan tanaman akibat serangan organisme pengganggu tanaman. Hal tersebut berkaitan dengan kesadaran masyarakat terhadap kelestarian lingkungan dan dampak negatif penggunaan bahan aktif berbahaya di lingkungan. Tindakan pengendalian organisme pengganggu tanaman secara hayati berkembang dengan adanya faktor pendorong akibat semakin tingginya harga insektisida sintetik. Adanya kesadaran masyarakat tersebut saat ini telah banyak dimanfaatkan sebagai tindakan pengendalian yang efektif dan tidak berdampak buruk terhadap lingkungan. Agen hayati yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat ialah *Beauveria bassiana* (Bals.) (Sukamto dkk, 2006).

 Agens hayati *B.bassiana* merupakan salah satu solusi pengendalian yang memanfaatkan mikroba dari alam. Pemanfaatan agens hayati ditujukan untuk mengendalikan hama tanpa menggunakan bahan kimia seperti insektisida sintetik tersebut. Pemanfaatan agens hayati ini dapat memberikan dampak positif pada keseimbangan hayati dan memberikan banyak manfaat pada sistem pertanian berkelanjutan. Selain itu, *B.bassiana* tidak terbatas dalam mengendalikan serangga hama. Cendawan ini mampu mengendalikan serangga hama pada berbagai tingkat perkembangan mulai dari telur, larva, pupa dan imago (Trizelia dkk, 2007).

 Upaya pengendalian dapat dilakukan dengan memberikan *B.bassiana* dalam jumlah konsentrasi yang berbeda. Konsentrasi *B.bassiana* berpengaruh terhadap efektivitas *B.bassiana* dalam menyerang penggerek buah kakao. Pemberian *B.bassiana* pun juga perlu diperhatikan untuk memperhitungkan jangka waktu *B.bassiana* berkembang dan menginfeksi serangga hama. Sehingga diperlukan penelitian pemberian konsentrasi *B.bassiana* serta interval waktu aplikasi untuk mencari perlakuan terbaik terhadap pengendalian serangan hama penggerek buah kakao.

**1.2 Rumusan Masalah**

1. Apakahpemberian konsentrasi *B.bassiana*mampu mengendalikan serangan penggerek buah kakao?

2. Berapakah interval waktu pemberian *B.bassiana* yang tepat untuk mengendalikan serangan penggerek buah kakao?

**1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini ialah:

1. Mengetahui interaksi antara konsentrasi *B.bassiana* dengan interval waktu aplikasi terhadap serangan penggerek buah kakao.

2. Mengetahui konsentrasi terbaik *B.bassiana* terhadap serangan penggerek buah kakao.

3. Mengetahui interval waktu aplikasi *B.bassiana* terbaikterhadap serangan penggerek buah kakao.

**1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil peneltian ini diharapkan dapat menjadi sumber:

1. Informasi peran agens hayati *B.bassiana* sebagai musuh alami tanaman kakao.

2. Informasi mengenai pemanfaatan agens hayati *B.bassiana* terhadap serangan penggerek pada tanaman kakao.

**BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1 Serangan Hama *C.cramerella* pada Buah Kakao**

Komoditas perkebunan yang menjadi agroindustri salah satunya ialah kakao. Kakao memiliki nilai ekonomi karena bijinya yang diolah menjadi coklat. Biji kakao inilah yang diperdagangkan baik lintas negara maupun dalam negeri. Permintaan biji kakao dalam negeri maupun ekspor semakin meningkat. Peningkatan permintaan konsumen ini diimbangi dengan pengembangan budidaya kakao di Indonesia. Pengembangan dilakukan untuk terus memperbaiki kondisi pertanaman kakao. Kondisi tersebut mencakup kegiatan budidaya kakao mulai dari hulu hingga hilir. Biji kakao berkualitas baik diekspor ke berbagai negara misalnya Brazil, Perancis, Malaysia, Singapura, dan Amerika Serikat (Departemen Perindustrian, 2007).

 Kualitas ekspor biji kakao dipengaruhi oleh cara pengolahan kakao pasca panen maupun budidaya kakao di lahan. Budidaya kakao di lahan, kegiatan yang perlu diperhatikan sebagai pendukung keberhasilan produksi biji ialah kegiatan pengendalian tanaman dari serangan OPT. Kegiatan tersebut dilakukan untuk melindungi tanaman kakao dari serangan OPT. Serangan OPT yang sering menggangu dan dapat menurunkan hasil produksi kakao ialah hama *C.cramerella* atau yang sering disebut dengan penggerek buah kakao (PBK ). Hama tersebut menurunkan produksi kakao hingga 90%. Hal tersebut mengakibatkan kerugian atau kehilangan hasil produksi kakao 60.000 ton per tahun (Anshary, 2009).

 Serangan hama *C.cramerella* sangat merugikan produksi biji kakao karena serangan hama tersebut menggerek buah kakao hingga menuju biji. akibatnya pulp, plasenta, maupun saluran makanan yang menuju biji tidak dapat berfungsi dengan baik. Terutama kerusakan pada plasenta mengakibatkan kerusakan seluruh biji pada kolven sehingga tidak dapat berkembang. Sedangkan kerusakan pada pulp menyebabkan biji kakao saling melekat satu sama lain dan melekat pada dinding dalam buah kakao (Depparaba,2002). Biji yang saling melekat menyebabkan peredaran makanan menuju biji terhambat. Sehingga biji kakao susah untuk berkembang dalam buah. Hal tersebut berdampak pula pada kondisi fisik buah kakao. Kulit buah kakao akan tampak belang antara hijau dan merah atau jingga. Apabila biji kakao difermentasi dan dikeringkan akan berbentuk kepek (gepeng) dan kecil. Biji berbentuk kepek tidak memenuhi syarat seleksi uji petih buah kakao yang berkualitas baik. Biji kakao yang kepek tersebut juga mempengaruhi cita rasa dari olahan kakao.

 Hama *C.cramerella* disebut sebagai serangga endemik, karena selalu berhasil beradatasi pada kakao kemudian menyebar dan tetap hidup di sekitar wilayah tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa serangga *C.cramerella* ada di berbagai daerah. Setelah penggerek mampu beradaptasi, penggerek berkembang biak. Siklus hidup *C.cramerella* terdiri dari stadium telur, larva, pupa, dan imago dengan perkiraan siklus telur3-7 hari, larva 15-18 hari, pupa 6-8 hari, dan imago (ngengat) 3-7 hari. Telur berbentuk oval dn berwarna kuning oranye pada saat baru diletakkan. Panjang telur 0,45-0,50mm dan lebar 0,25-0,30 mm. Larva yang baru saja keluar dari telur berwarna putih transparan dengan panjang 1 mm hingga 12 mm berwarna hijau muda. Pupa berwarna kecoklatan dengan panjang 7-8 mm lebar 1 mm. Serangga dewasa (ngengat) memiiki panjang tubuh 7 mm dan lebar 2 mm. Rentang sayap depan 12 mm. Warna dasar ngengat kecoklatan dengan warna pola zig-zag berwarna putih sepanjang sayap depan dan *spot* oranye pada ujung sayap. Staidum serangga *C.cramerella* ynag menyebabkan kerusakan berat ialah stadium larva atau ulat. Larva tersebut masuk ke dalam buah kakao. Apabila buah dibelah, telihat alur bekas gerekan larva. (Siswanto dan Karmawati, 2012).

 *C.cramerella* perlu dikendalikan populasinya untuk menekan kehilangan hasil produksi kakao. Tindakan pengendalian dengan komponen yang sudah tersedia akan efektif dan berhasil dengan baik apabila didukung oleh data hasil pengamatan perkembangan serangan organisme pengganggu tanaman di lapang. Pemantauan efektivitas dan efisiensi teknik pengendalian serangga hama dapat dilihat dari ketepatan pengamatan saat dilakukan pengendalian. Ketepatan pengendalian *C.cramerella* memerlukan data perkembangan tingkat serangan hama tersebut. Perkembangan serangan *C.cramerella* dapat diketahui apabila kegiatan pemantauan dilakukan dengan tepat, salah satu tindakan pemantauan dengan keakuratan tinggi ditentukan oleh pola produksi kakao, pola serangan dan gejala serangan. Tiap pemanenan dilakukan pengamatan serangan *C.cramerella* pada contoh buah yang diambil dan diamati presentase serangannya. Namun, beberapa pakar berpendapat bahwa tindakan pemantauan tersebut sudah terlambat, sehingga perlu dilakukan pemantauan sebelum dilakukan pemetikan buah (Sulistyowati, 2005).

 Pengendalian secara kultur teknis dilakukan melalui tindakan sanitasi buah kakao, pemangkasan, pemupukan. Sanitasi dilakukan dengan menimbun buah-buah kakao yang terserang *C.cramerella* ke dalam lobang tanah kemudian ditutup tanah dengan ketebalan 20 cm. kemudian dilakukan pemangkasan untuk mengatur kondisi lingkungan pertanaman kakao agar tidak terlalu lembab. Pemangkasan dilakukan pada awal musim hujan baik tanaman kakao maupun tanaman penaung. Pemotongan cabang dilakukan pada cabang yang arah pertumbuhannya ke atas, diluar batas 3-4m. Lebih baik, luka bekas potongan ditutup dengan obat luka. Pemanenan buah kaka dilakuka sesering mungkin dengan tujuan untuk memutus siklus perkembangan hama *C.cramerella*. Panen dilakukan seminggu sekali terhadap buha yang sudah masak baik masak sempurna maupun masak awal, kemudian segera dipecah dan diproses. Setelah tanaman kakao dipangkas, dilakukan pemupukan untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan *C.cramerella* dengan jenis, konsentrasi, dan waktu yang tepat (Siswanto dan Karmawati, 2012).

 Serangan hama *C.cramerella* sulit dideteksi dan sulit dikendalikan karena menyerang buah kakao pada saat stadium larva. Panjang larva yang hanya sekitar 12 mm dan tinggal di dalam buah sangat sulit untuk didapat secara teknis. Salah satu teknis yang dapat dilakukan sebagai pengendalian *C.cramerella* ialah dengan penyarungan. Penyarungan buah dengan kantong plastik telah direkomendasikan sejak tahun 1980-an. Pengendalian dengan menyelubungi buah kakao ini dapat efektif mengendalikan serangga *C.cramerella* namun membutuhkan biaya dan tenaga kerja. Penyarungan buah apabila diaplikasikan bersamaan dengan cendawan *B.bassiana*, perlakuan penyarungan buah lebih efektif. Hal ini dikarenakan *C.cramerella* sulit menempel atau meletakkan telurnya pada kulit buah sehingga telur tidak ada larva yang masuk menggerek buah. Namun, bukan berarti *B.bassiana* tidak efektif. Adanya penyarungan juga menyebabkan jamur tidak menginfeksi serangga karena tidak ada serangga yang dapat menempel pada buah (Fiana dkk., 2015). Aplikasi penyarungan juga dapat dilakukan bersamaan dengan penyemprotan biokaolin berbahan kaolin dan spora *B.bassiana*. Hasilnya, penyemprotan biokaolin meningkatkan jumlah buah yang terbebas dari *C.cramerella* (13,79%) dengan jangka waktu penyemprotan setiap satu minggu maupun setiap dua minggu. Hal ini disebabkan lapisan biokaolin membuat serangga *C.cramerella* enggan meletakkan telurnya dan sifatnya yang iritan bagi serangga. Sedangkan penyarungan buah juga dapat menurunkan intensitas serangan *C.cramerella* karena dengan melindungi fisik buah maka serangga tidak dapat melekat pada buah (Kresnawati dkk., 2010).

**2.2 *Beauvaria basssiana***

Keefektifan *B.bassiana* sudah banyak dilaporkan. Cendawan tersebut dikenal sebagai jamur entomopatogen, dan bertugas sebagai agens hayati dalam mengendalikan serangga hama. *B.bassiana* ini juga dapat digunakan untuk mengendalikan berbagai tingkat perkembangan serangga hama mulai dari telur, larva, pupa, dan imago. Kontak antara konidium dapat terjadi pada kulit telur dengan bagian ventral tubuh larva, kaki, dan alat mulut sewaktu larva keluar dari telur. Keberhasilan proses tersebut juga dipengaruhi oleh kemampuan konidium dari masing-masing isolat yang di dapat (Trizelia dkk., 2007). *B.bassiana* melakukan kontak dengan serangga hama. *B.bassiana* akan menempel pada tubuh serangga hama. Kemudian konidia cendawan menginfeksi serangga hama jika kondisi mendukung. Pada kondisi yang sesuai, cendawan akan berkecambah dan miselia jamur akan menyelimuti tubuh serangga (Wicaksono dkk., 2015). Selain secara kontak, *B.bassiana* juga dapat menginfeksi serangga melalui inokulasi dan kontaminasi pakan. Misalnya pemberian *B.bassiana* pada makanan serangga hama. Setelah itu pencernaan serangga akan terganggu. Serangga akan berhenti makan sehingga tubuhnya melemah. Apabila perkecambahan cendawan meluas, maka serangga akan mengalami kematian lebih cepat (Pramesti, 2015).

 Banyak faktor yang dapat menjadi parameter kefektifan cendawan *B.bassiana*, salah satunya ialah kepekatan konidia. Kepekatan konidia tergantung dari tinggi rendahnya konsentrasi cendawan yang diberikan. Apabila konsentrasi cendawan semakin tinggi maka kepekatan konidia juga semakin tinggi. Tetapi, pada kondisi tertentu, konsentrasi yang lebih tinggi dapat menyebabkan berkurangnya efesiensi aplikasi karena jumlah konidida yang masuk ke tubuh serangga memiliki kapasitas tertentu untuk menghasilkan toksin dari cendwan tersebut yang menyebabkan serangga mati. Namun, waktu yang diberikan untuk cendawan mampu bekerja menginfeksi serangga cukup lama dan berbeda-beda. *B.bassiana* membutuhkan proses beberapa tahap untuk dapat menginfeksi serangga dan mematikan serangga. *B.bassiana* membutuhkan proses penempelan konidia pada tubuh serangga, perkecambahan, penetrasi, invasi kolonisasi dalam hemosel, jaringan dan organ (Rahayu dan Umrah, 2012).

 Proses infeksi jamur *B.bassiana* terbagi 2 yaitu proses mekanis dan kimiawi. Proses mekanis unfeksi jamur melalui integumen di antara rusa-ruas tubuh dan konidia *B.bassiana* yang telah berkecambah membentuk tabung kecambah selanjutnya menembus integumen untuk terus masuk ke dalam homosel. Terjadilah proses penetrasi integumen oleh hifa *B.bassiana*. *B.bassiana* mengeluarkan enzim seperti protease, lipase, enterase, dan kitinase serta toksin seperti beauverisin, beauverolid, bassianolid, isarolid, dan asam oksalat yang membantu menghancurkan kutikula serangga. Setelah masuk ke dalam homosel, *B.bassiana* membentuk tubuh hifa atau blastospora yang kemudian ikut beredar dalam hemolinfa dan membentuk hifa sekunder untuk menyerang jaringan lain seperti jaringan lemak, sistem saraf, trakea, dan saluran pencernaan. Akibatnya serangga mengalami gangguan pencernaan dan pergerakannya tidak stabil. Proses pengeluaran enzim inilah yang disebut proses kimiawi pada *B.bassiana* karena sekaligus mengeluarkan toksin atau racun (Taufik dan Rahayu, 2007).

 Selain parameter keefektifan, pengaruh lainnya ialah suhu, subtrat, kelembapan, pH, radiasi sinar matahri, dan zat kimia seperti insektisida sintetik. Yang paling berpengaruh ialah faktor suhu. Suhu yang paling optimal untuk pengembangan jamur *B.bassiana* ialah 26’C. *B.bassiana* mampu menghasilkan racun atau toksin yang dapat menyebabkan paralisis secara agresif pada larva dan imago serangga. Media beras merupakan subtrat yang baik sebagai media tumbuh jamur. Subtrat beras mengandung amilosa tinggi sehingga dapat meningkatkan viabilitas konidia jamur. Viabilitas spora mempengaruhi kerapatan konidia. Semakin baik viabilitas jamur maka kerapatan konidia semakin tinggi pula. Kerapatan spora yang tinggi dapat mengahasilkan konsentrasi enzim dan toksin yang tinggi sehingga mampu mengurai dan menghancurkan struktur tubuh serangga (Adhi dkk., 2013). Kelembaban yang dikehendaki berkisar 80%-94%. Kelembaban yang tinggi dapat merangsang pertumbuhan miselium cendawan *B.bassiana* pada permukaan tubuh serangga. Miselia akan cepat tumbuh dan menyelubungi tubung serangga. Akibat tumbuhnya miselia ini, tubuh serangga terihat berwarna putih. Kemudian struktur tubuh serangga mengeras dan berwarna coklat kehitaman yang lama-kelamaan berubah menjadi putih. Perubahan warna juga diikuti oleh perkembangan cendawan *B.bassiana*. Pada masa vegetatif cendawan semua koloni dari beberapa isolat awalnya berwarna putih, kemudian memasuki fase generatif atau fase sporulasi cendawan berwarna putih kekuningan (Rosmini dan Nasir, 2013).

 Konsentrasi *B.bassiana* mempengaruhi daya bunuh terhadap serangga hama. Semakin tinggi konsentrasinya maka semakin besar pula daya bunuh cendawan. Pada konsentrasi tersebut mengandung enzim salah satunya ialah enzim proteinase dan lifase yang berfungsi membentuk konidia dan berkecambah pada tubuh serangga yang menjadi inang *B.bassiana*. Terhadap mortalitas serangga, konsentrasi juga akan mempengaruhi besarnya presentase mortalitas serangga. Konsentrasi yang diaplikasikan dapat mempengaruhi kematian serangga karena kandungan bahan aktifnya juga bertambah apabila konsentrasi yang diberikan tinggi (Tarigan dkk., 2013). Tingginya konsentrasi *B.bassiana* juga mengandung spora yang akan menginfeksi, dan miselium-miseliumnya akan menghasilkan toksin yang disebut detruxin. Serangga hama yang hampir mati akan menjauhi media makananya dan habitatnya. Serangga juga akan meletakkan diri di permukaan atas tanaman. Beberapa pakar menyatakan bahwa perilaku tersebut sebagai tindakan antisipasi penyebaran infeksi cendawan ke populasi yang sehat lainnya (Sugianto dkk., 2013).

 Isolat cendawan *B.bassiana* dapat diperoleh melalui metode eksplorasi. Metode eksplorasi cendawan dilakukan guna mendapatkan spesien cendawan. Adapun metode eksplorasi yang dapat digunakan yaitu metode umpan serangga (*insect bait method*) dan mencari serangga yang telah terinfeksi. Metode kedua ialah mencari serangga yang telah terinfeksi jamur pada areal pertanaman caisin. Serangga yang telah terinfeksi diisolasi di laboraturium. Metode yang paling efektif ialah metode eksplorasi dengan serangga umpan. Hal ini dikarenakan tanah merupakan reservoar alami atau habitat utama bagi jamur entomopatogen dan sumber infeksi bagi serangga. Serangga yang terinfeksi jamur *B.bassiana* di tandai dengan tubuh serangga mengeras, berubah warna menjadi hitam kecoklatan dan juga terdapat massa spora berwarna putih. Secara makroskopis, warna koloni *B.bassiana* ialah putih, sedangkan secara mikroskopis konidia berwarna hialin, berbentuk bulat dan memiliki satu sel (Nunilahwati dkk., 2012).

**2.4 Hipotesis**

H0 : Konsentrasi *B.bassiana* dan interval waktu aplikasi agens hayati tersebut kurang efektif mengendalikan penggerek buah kakao *C.cramerella* di lahan kakao.

H1 : 1. Terdapat pengaruh konsentrasi agens hayati *B.bassiana* terhadap penggerek buah kakao.

 2. Terdapat pengaruh interval waktu aplikasi agens hayati *B.bassiana* dalam terhadap serangan penggerek buah kakao.

 3. Terdapat interaksi antara konsentrasi agens hayati B.bassiana dengan interval waktu aplikasinya terhadap serangan penggerek buah kakao.

**BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1 Waktu dan Tempat**

Penelitian “**Uji Efektivitas *B.bassiana* Dengan Perbandingan Waktu Dan Konsentrasi Aplikasi Pada Penggerek Buah Kakao (*C*o*nopomorpha cramerella* Snellen) Di Perkebunan Kakao**” dilaksanakan pada bulan Juni hingga November 2016 di PTPN XII Kebun Kalikempit, Kecamatan Glenmore, Kabupaten Banyuwangi.

**3.2 Prosedur Penelitian**

 Metode dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan diantaranya: 1) Persiapan penelitian, 2) Persiapan agens hayati *B.bassiana* dalam konsentrasi sesuai perlakuan, 3) Penyemprotan *B.bassiana* pada tanaman kakao, 4) Panen buah.

**3.3 Rancangan Percobaan**

 Percobaan yang dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial. Faktor perlakuan yang diamati ialah faktor pertama merupakan konsentrasi *B.bassiana* dengan 4 taraf sebagai berikut:

K0: Kontrol (perlakuan kebun)

K1: *B.bassiana* 2 gram/10 L air

K2: *B.bassiana* 4 gram/10 L air

K3: *B.bassiana* 6 gram/10 L air

Faktor kedua ialah faktor interval waktu aplikasi dengan 4 taraf sebagai berikut:

T0: Kontrol (perlakuan kebun)

T1: Penyemprotan interval 5 hari

T2: Penyemprotan interval 10 hari

T3: Penyemprotan interval 15 hari

 Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali dan diambil 5 buah percobaan sehingga di perlukan 48 pohon percobaan serta total buah percobaan 240 buah. Denah percobaan disesuaikan dengan arah angin pada lahan dan intensitas penyinaran matahari. Denah percobaan tersusun sebagai berikut:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| U | Ulangan 1 |  | Ulangan 2 |  | Ulangan 3 |
|  |  |  |  |  |  |
|  | K0T3 |  | K2T0 |  | K3T3 |
|  | K2T1 |  | K2T3 |  | K2T2 |
|  | K2T3 |  | K0T0 |  | K3T1 |
|  | K1T3 |  | K3T0 |  | K1T1 |
|  | K3T1 | 2 meter | K2T1 | 2 meter | K1T3 |
| 2 meter | K0T1 |  | K1T2 |  | K0T3 |
|  | K1T2 |  | K3T2 |  | K2T0 |
|  | K2T0 |  | K0T1 |  | K3T0 |
|  | K2T2 |  | K1T1 |  | K1T0 |
|  | K0T2 |  | K3T3 |  | K1T2 |
|  | K1T1 |  | K0T3 |  | K0T2 |
|  | K1T0 |  | K3T1 |  | K3T2 |
|  | K3T3 |  | K0T2 |  | K0T1 |
|  | K0T0 |  | K1T0 |  | K2T3 |
|  | K3T0 |  | K1T3 |  | K0T0 |
|  | K3T2 |  | K2T2 |  | K2T1 |

**3.4 Pelaksanaan Penelitian**

3.4.1 Pemanenan buah kakao sebelum perlakuan penelitian (Panen 1)

 Lahan kakao yang terserang penggerek buah kakao (endemik serangan penggerek buah kakao) diambil 48 pohon percobaan sesuai denah perlakuan. Pohon tersebut diberi papan penanda sesuai masing-masing perlakuan. Kemudian buah kakao yang matang dipanen sebanyak 5 buah percobaan untuk dihitung sesuai dengan parameter pengamatan. Pemanenan buah tersebut bertujuan untuk mengetahui hasil pengamatan pada masing-masing parameter sebelum dilakukan aplikasi *B.bassiana* sesuai konsentrasi dan interval waktu aplikasi.

3.4.2 Persiapan penelitian

 Pada pohon kakao yang sama dipilih 5 buah percobaan berukuran ±10cm (buah yang masih berukuran pentil). Buah tersebut diberi tanda berupa tali agar memudahkan peneliti saat dilakukan pemanenan buah percobaan.

3.4.3 Persiapan agens hayati *B.bassiana* sesuai konsentrasi

 *B.bassiana* didapat dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember berupa tepung dengan kerapatan $10^{8}$. *B.bassiana* ditimbang sebanyak 2 gram, 4 gram, dan 6 gram. Masing-masing diletakkan dalam kain saring kemudian perlahan diremas-remas diatas permukaan air (10 liter) dalam ember hingga air berubah menjadi putih susu. Kemudian dipindah ke dalam alat semprot knapsack sprayer.

3.4.3 Penyemprotan *B.bassiana*

Penyemprotan menggunakan knapsack sprayer. Sebelum digunakan, alat semprot dibersihkan dari sisa insektisida sintetik sebelumnya menggunakan air. Kemudian memastikan lubang nozel tidak tersumbat oleh benda lain. Untuk pengamanan, saat menyemprot menggunakan masker dan sarung tangan agar tidak terhirup. Arah menyemprot ditentukan mengikuti arah angin serta waktu penyemprotan ialah sore hari antara pukul 14.00-17.00 WIB atau 3 jam sebelum turun hujan. Apabila kurang dari 3 jam turun hujan, maka penyemprotan diulang kembali.

3.4.4 Pemanenan buah kakao sebelum perlakuan penelitian (Panen 2)

 Buah yang telah masak sempurna dipetik (panen) menggunakan gunting khusus panen. Kemudian dibelah untuk memastikan adanya gejala serangan dalam buah tersebut dan melihat bekas gerekan yang ada pada buah. Masing-masing perlakuan diletakkan dalam karung goni. Kemudian dilakukan pengamatan. Setelah pengamatan selesai, sisa kulit buah dibenamkan dalam tanah sedangkan biji kakao di diserahkan ke bagian fermentasi.

**3.5 Parameter Pengamatan**

3.5.1 Presentase Buah Yang Terserang

 Presentase dihitung menggunakan rumus yang digunakan oleh Anshary dan Flora (2008):

$$P=\frac{a}{b}x 100\%$$

Keterangan:

P = Presentase buah yang terserang (%)

a = Jumlah buah yang terserang dalam periode pengamatan

b = Total buah yang diamati selama periode pengamatan.

3.5.2 Intensitas Serangan

 Pengamatan intensitas serangan *C.cramerella* dilakukan melalui kategori tingkat serangan buah sebagai berikut. Menurut Soesanthy dan Samsudin (2014), tingkat serangan hama dapat dikategorikan dalam skala sebagai berikut:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Skala** | **Tingkat Serangan** | **Keterangan** |
| 0 | Bebas | Seluruh biji mudah dikeluarkan dari kulit buah dan antar biji tidak lengket. |
| 1 | Ringan | Semua biji masih dapat dikeluarkan dari kulit buah dan antar biji tidak terlalu lengket (biji lengket <10%) |
| 3 | Sedang | Biji saling melekat tetapi masih dapat dikeluarkan dari kulit buah (biji lengket antara 10-50%) |
| 9 | Berat | Biji saling melekat satu sama lain dan tidak dapat dikeluarkan dari kulit buah (biji lengket >50%) |

Setelah menentukan skala kerusakan, maka dilakukan perhitungan Intensitas Serangan dengan rumus:

**I=[(1 x R)+(3 x S)+(9 x B)/(9 x A)] x 100%**

Keterangan:

I : Intensitas serangan *C.cramerella*

R : Jumlah buah terserang ringan

S : Jumlah buah terserang sedang

B : Jumlah buah terserang berat

A : Jumlah buah yang diamati

3.5.3 Persentase Penurunan Berat Biji

 Menghitung persentase penurunan berat biji kakao menggunakan persamaan yang dikemukakan oleh Pedigo dan Buntin dalam Anshary (2008) sebagai berikut:

$$P=\frac{U.Nd-D.Nu}{U(Nd+Nu)}x100\%$$

Keterangan:

P : Persentase penurunan berat biji kakao (%)

U : Berat biji kakao yang tidak rusak (g)

D : Berat biji yang rusak (g)

Nu : Jumlah biji kakao yang tidak rusak (buah)

Nd : Jumlah biji kakao yang rusak (buah)

**3.6 Analisis Data**

Data yang didapat dari pengamatan panen peratama dan kedua kemudian dihitung rata-rata selisih tiap perlakuan. Kemudian rata-rata selisih perlakuan dianalisis menggunakan analisis varian (ANNOVA). Jika terdapat perlakuan yang berbeda nyata atau signifikan makan analisis lanjutan dilakukan Uji Jarak Berganda Duncan (UJD) pada taraf 5%.

**BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Hasil**

 Gejala yang ditimbulkan akibat serangan hama penggerek buah kakao dapat ditinjau dari kulit buah kakao dan biji kakao. Pada kulit buah terlihat warna belang hijau kekuningan tidak merata. Gejala tersebut menunjukkan bahwa buah kakao terserang penggerek buah kakao. Apabila dibandingkan dengan buah kakao yang sehat, warna belang hijau kekuningan tampak merata. Warna tersebut menandakan bahwa buah akan segera matang. Saat buah kakao dibelah, buah yang sehat menunjukkan biji kakao tersusun rapi dan warnanya putih. Pada kulit bagian dalam tidak terlihat warna hitam bekas gerekan. Buah kakao yang terserang penggerek, bijinya saling melekat, berwarna hitam, dan terdapat bekas gerekan pada kulit bagian dalam serta terdapat larva penggerek buah kakao berwarna putih kehijauan dengan panjang ±1mm. Gejala serangan tampak pada kulit luar buah kakao serta biji kakao terserang penggerek buah kakao tampak pada gambar 4.1.







c

a

b



d

Gambar 4.1 (a) Buah terserang penggerek tampak luar,(b) Buah sehat tampak luar,(c) Buah sehat saat dibelah,(d) Buah terserang penggerek saat dibelah.

 Buah kakao yang menunjukkan gejala terserang penggerek buah kakao kemudian dipisahkan dengan buah yang sehat. Masing-masing buah dibelah dan pisahkan antara biji yang rusak dan sehat. Pengamatan tingkat serangan penggerek buah kakao dilakukan dengan cara mengamati intensitas serangan penggerek pada buah kakao, presentase buah terserang penggerek dan presentase penurunan berat biji kakao. Pengamatan tersebut berdasarkan kondisi buah kakao yang masih sehat dan yang telah terserang penggerek buah kakao. Hasil analisis perlakuan *B.bassiana* dan interval waktu aplikasi terhadap selisih perlakuan pada berbagai parameter pengamatan terangkum dalam tabel 4.1 hasil analisis sidik ragam. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi *B.bassiana* memberikan hasil berbeda sangat nyata pada parameter pengamatan presentase buah terserang dan parameter penurunan berat biji kakao serta berbeda nyata pada parameter intensitas serangan penggerek buah kakao. Sedangkan perlakuan interval waktu tidak berbeda nyata pada parameter presentase buah terserang, intensitas serangan, maupun penurunan berat biji. Interaksi antara pelakuan antara konsentrasi *B.bassiana* yang diberikan dengan interval waktu pemberian *B.bassiana* tidak berbeda nyata pada parameter pengamatan presentase buah terserang, intensitas serangan, dan penurunan berat biji.

Tabel 4.1 Rangkuman Nilai F-Hitung Pada Berbagai Parameter Pengamatan

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| NO | Variabel Pengamatan | F-Hitung |
| Konsentrasi (K) | Interval Waktu (T) | Interaksi (KxT) |
| 1 | Presentase Buah Terserang | $$7,34^{\*\*}$$ | $$0,48^{ns}$$ | $$0,52^{ns}$$ |
| 2 | Intensitas Serangan | $$4,48^{\*}$$ | $$0,46^{ns}$$ | $$0,72^{ns}$$ |
| 3 | Penurunan Berat Biji | $$6,89^{\*\*}$$ | $$2,32^{ns}$$ | $$0,52^{ns}$$ |

Keterangan : \*\* berbeda nyata, \* berbeda nyata, ns berbeda tidak nyata

 Pemberian konsentrasi *B.bassiana* mampu menurunkan presentase buah kakao yang terserang sebelum aplikasi hingga setelah aplikasi di lapang pada berbagai interval waktu aplikasi. Konsentrasi *B.bassiana* sebanyak 6 gram/10 L air mampu menurunkan presentase buah terserang hingga 61,81%. Berdasarkan gambar tabel 4.2 menunjukkan bahwa perlakuan kontrol tidak berbeda nyata dengan perlakuan 2 gram/10 L air (K1). Perlakuan 2 gram/10 L air (K2) tidak berbeda nyata dengan perlakuan 4 gram/10 L air. Sedangkan perlakuan 6 gram/10 L air (K1) tidak berbeda nyata dengan perlakuan 4 gram/10 L air dan berbeda nyata dengan perlakuan kontrol maupun 2 gram/10 L air.. Perlakuan kontrol memberikan nilai presentase penurunan buah kakao terserang penggerek paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Sedangkan presentase buah kakao terserang paling tinggi ialah perlakuan 6 gram/10 L air (K3). Sehingga perlakuan yang terbaik ialah 6 gram/10 L air (K3). Hasil penelitian tersebut terangkum dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 4.2 Pengaruh konsentrasi *B.bassiana* terhadap presentase penurunanan buah terserang penggerek buah kakao pada berbagai interval waktu aplikasi

|  |  |
| --- | --- |
| Perlakuan | Rata-rata |
| Kontrol/perlakuan kebun | (K0) | 13,89 | c |
| 2 gram/10 L air | (K1) | 33,75 | b |
| 4 gram/10 L air | (K2) | 41,81 | ab |
| 6 gram/10 L air | (K3) | 61,81 | a |

Keterangan : Angka yang di ikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji Duncan 5%.

 Konsentrasi *B.bassiana* memberikan pengaruh pula terhadap intensitas serangan penggerek buah kakao di lapang. Konsentrasi *B.bassiana* tersebut mampu menurunkan presentase intesitas serangan pada berbagai interval waktu aplikasi hingga sebesar 65,37%. Berdasarkan tabel 4.3 menunjukkan bahwa perlakuan kontrol tidak berbeda nyata dengan perlakuan 2 gram/10 L air dan 4 gram/10 L air. Sedangkan Perlakuan konsentrasi 6 gram/10 L air (K3) berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pemberian konsentrasi 6 gram/10L air (K3) memberikan nilai rata-rata selisih intenistas serangan tertinggi diantara pemberian konsentrasi lainnya. Sedangkan nilai intensitas serangan terendah terdapat pada perlakuan kontrol. Sehingga, perlakuan 6 gram/10 L ait (K3) merupakan perlakuan terbaik untuk menurunkan intensitas serangan penggerek buah kakao di lapang. Hasil penelitian pemberian konsentrasi *B.bassiana* terangkum dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 4.3 Pengaruh konsentrasi *B.bassiana* terhadap presentase penurunan intensitas serangan penggerek buah kakao pada berbagai interval waktu aplikasi

|  |  |
| --- | --- |
| Perlakuan | Rata-rata |
| Kontrol/perlakuan kebun | (K0) | 33,61 | b |
| 2 gram/10 L air | (K1) | 33,94 | b |
| 4 gram/10 L air | (K2) | 41,02 | b |
| 6 gram/10 L air | (K3) | 65,37 | a |

Keterangan : Angka yang di ikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji Duncan 5%.

Hasil penelitian pemberian konsentrasi *B.bassiana* di lapang mampu menurunkan presentase penurunan berat biji akibat serangan penggerek buah kakao hingga 68,12%. Berdasarkan tabel 4.4 presentase penurunan berat biji, perlakuan kontrol berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi 2 gram/10 L air. Sedangkan perlakuan konsentrasi 2 gram/10 L air (K1) tidak berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi 4 gram/10 L air (K2). Perlakuan konsentrasi 6 gram/10 L air (K3) berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Presentase penurunan berat biji terbaik ialah perlakuan konsentrasi 6 gram/10 La ir (K3). Hasil penelitian terangkum dalam tabel presentase penurunan berat biji sebagai berikut:

Tabel 4.4 Pengaruh konsentrasi *B.bassiana* terhadap selisih presentase penurunan berat biji buah kakao pada berbagai interval waktu aplikasi

|  |  |
| --- | --- |
| Perlakuan | Rata-rata |
| Kontrol/perlakuan kebun | (K0) | 26,70 | c |
| 2 gram/10 L air | (K1) | 30,88 | b |
| 4 gram/10 L air | (K2) | 40,51 | b |
| 6 gram/10 L air | (K3) | 68,12 | a |

Keterangan : Angka yang di ikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji Duncan 5%.

**4.2 Pembahasan**

 Larva *C.cramerella* atau penggerek buah kakao yang menyerang pada buah kakao di lapang dapat merusak kondisi fisik buah. Kerusakan yang ditimbulkan oleh larva PBK tersebut berupa rusaknya biji kakao, perubahan warna kulit buah, dan perubahan bentuk kulit buah menjadi keriput. Kerusakan tersebut berpengaruh terhadap berat biji dan mutu buah kakao. Menurut Pristiarini (2012), kerugian akibat serangan larva PBK merupakan resultante dari turunnya berat dan mutu produk. Hal tersebut menyebabkan terjadinya peningkatan biaya panen buah karena akan membutuhkan waktu cukup lama dalam memisahkan biji kakao yang masih sehat dengan biji yang telah rusak.

 Larva penggerek buah kakao merusak buah kakao yang relatif masih muda dengan cara membuat liang gerekan di bawah kulit buah kakao dan diantara biji. Kemudian ia akan masuk ke dalam buah kakao dan memakan daging buah kakao. Hal tersebut menyebabkan biji melekat pada kulit buah bagian dalam dan biji salig melekat satu sama lain. Selain itu, menurut Wardojo (1984), gerekan larva PBK pada buah yang masih muda menyebabkan pertumbuhan fisiologis biji terhambat terutama apabila kerusakan terjadi pada pada saluran makanan yang menuju biji. Pada buah kakao yang matang, kerusakan yang ditimbulkan tidak begitu berarti pada biji namun dapat menurunkan mutu biji kakao.

 Konsentrasi *B.bassiana* sebanyak 6 gram/10 L air (K3) mampu menurunkan nilai rata-rata presentase buah terserang dilapang hingga 61,608%. Penurunan presentase buah kakao terserang disebabkan menurunnya populasi penggerek buah kakao di lapang. Nilai presentase buah yang terserang dapat dikaitkan dengan efektivitas *B.bassiana* dalam mengendalikan serangan penggerek buah kakao. Efektivitas *B.bassiana* dipengaruhi oleh jumlah konsentrasi dan viabilitas spora untuk bersporulasi dengan maksimal. Viabilitas spora yang baik dapat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan yang memguntungkan bagi spora untuk tumbuh dan berkembang. Namun menurut Sukamto dan Yuliantoro (2006), menyebutkan bahwa dengan kondisi terpapar terlalu banyak cahaya dan oksigen dapat mengakibatkan kematian pada sel spora karena mengering secara cepat. *B.bassiana* membutuhkan proses penempelan konidia pada tubuh serangga, perkecambahan, penetrasi, invasi kolonisasi dalam hemosel, jaringan dan organ. Pada kondisi di lapang, spora *B.bassiana* yang disemprotkan sebanyak 6 gram/10 L air akan menempel pada kulit buah kakao atau menyebar keseluruh pohon kakao sehingga spora juga menempel pada tubuh serangga penggerek buah kakao atau telur yang terdapat pada pangkal buah. *B.bassiana* yang telah menempel pada tubuh serangga akan melakukan infeksi terhadap penggerek buah kakao melalui beberapa tahap untuk dapat melemahkan aktivitas penggerek buah kakao (Rahayu dan Umrah, 2012).

 Intensitas serangan larva yang menurun menandakan bahwa populasi penggerek buah kakao di lapang telah menurun. Populasi penggerek buah kakao yang masih tinggi menyebabkan perkembangan serangga hama semakin cepat. Serangga betina penggerek buah kakao mampu bertelur 50-100 butir. Maka apabila populasi penggerek buah kakao tidak dikendalikan dapat menyebabkan intensitas serangan kakao semakin tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi *B.bassiana* sebanyak 6 gram/10 L air telah memberikan pengaruh terhadap intensitas serangan larva penggerek buah kakao.

 *B.bassiana* menyerang serangga penggerek buah kakao pada stadium telur sehingga menghambat keberhasilan telur penggerek buah kakao menjadi larva. Stadium telur berlangsung selama 2-7 hari terhitung setelah imago penggerek buah kakao meletakkan telurnya pada pangkal buah kakao. Pada saat berlangsungnya stadium telur, spora *B.bassiana* akan menyelimuti kulit telur sehingga terjadilah penyelimutan kulit telur oleh *B.bassiana*. Penyelimutan kulit telur penggerek buah kakao oleh spora *B.bassiana* menyebabkan stadium selanjutnya yaitu stadium larva terhambat. Selain itu, spora *B.bassiana* menempel pada kulit larva apabila terjadi keberhasilan penetasan telur menjadi larva. Spora *B.bassiana* kemudian menginfeksi tubuh larva dengan mengeluarkan toksis beauverisin, beauverolid, bassianolid, isarolid, dan asam oksalat untuk membantu menghancurkan kutikula serangga. Hal ini akan mengganggu pergerakan larva sehingga larva sulit menembus kulit buah kakao. Infeksi *B.bassiana* terhadap penggerek buah kakao akan menghalangi perkembangan biakan serangga sehingga populasi penggerek buah kakao pun berkurang. Berkurangnya populasi penggerek buah kakao dapat memberikan peluang buah kakao untuk tumbuh sehat serta agens hayati *B.bassiana* mampu menurunkan tingkat intensitas serangan penggerek buah kakao (Taufik dan Rahayu, 2007).

 Biji kakao yang terserang hama *C.cramerella* mengalami perubahan fisiologis. Salah satunya, berkurangnya berat biji kakao. Konsentrasi *B.bassiana* 6 gram/10L (K3) air memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan berat biji kakao akibat serangan penggerek buah kakao. Dibandingkan dengan perlakuan K2 dan K1, perlakuan K3 lebih efektif mengendalikan serangan hama sebab memiliki nilai penurunan presentase penurunan berat biji lebih tinggi. Penyusutan bobot biji disebabkanoleh biji yang terserang berat saling lengket dan ukurannyakecil karena biji tidak berkembang dengan sempurna akibat plasenta sudah habis (Nurjanani et al, 2013). Agens hayati yang telah diberikan pada tanaman kakao mampu menurunkan nilai penurunan berat biji akibat penggerek buah kakao. Agens hayati tersebut pada konsentrasi 6 gram/10 L air dengan kerapatan $10^{8}$ telah banyak dilaporkan mampu menginfeksi serangga hama dari berbagai ordo dan beberapa jenis tanaman mulai dari tanaman hias, tanaman pangan, buah-buahan, sayuran, kacang-kacangan, hortikultura, perkebunan, kehutanan hingga tanaman gurun pasir. *B.bassiana* memiliki kisaran inang yang cukup luas maka agens hayati ini tersebar pada kisaran geografis yang luas. Maka konsentrasi *B.bassiana* sebanyak 6 gram/10 L air baik untuk mencegah serangan penggerek buah kakao sehingga buah kakao terhindar dari serangan penggerek dan dapat mengurangi adanya penurunan berat biji kakao akibat biji yang rusak oleh penggerek buah kakao.

 Perlakuan interval waktu aplikasi dan kombinasi perlakuan pemberian *B.bassiana* dengan interval waktu yang berbeda tidak berpengaruh terhadap presentase buah terserang, intensitas serangan dan penurunan berat biji. Hal tersebut dapat disebabkan pula oleh interval terhadap intensitas serangan hama diduga karena rentang waktu produktif viabilitas spora *B.bassiana* untuk bersporulasi dengan maksimal berbeda-beda. Viabilitas spora yang baik dapat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan yang menguntungkan spora tersebut tumbuh. Namun, apabila interval waktu pemberian agens hayati terlalu panjang dapat mempengaruhi pula viabilitas *B.bassiana.* Viabilitas *B.bassiana* dapat menurun akibat keadaan lingkungan yang kurang menguntungkan bagi *B.bassiana.* Menurut Sukamto dan Yuliantoro (2006), pada suhu ruang 29oC dengan kondisi terpapar terlalu banyak cahaya dan oksigen dapat mengakibatkan kematian pada sel spora karena mengering secara cepat dan spora kehilangan viabilitas. Sehingga pada aplikasi dilapang dengan kondisi lingkungan tidak stabil dapat memberikan dampak yang lebih buruk bagi viabilitas *B.bassiana.* Jangka waktu pemberian *B.bassiana* dapat dikaitkan pula dengan proses spora *B.bassiana* menginfeksi serangga penggerek buah kakao. Spora yang telah disemprotkan menempel pada permukaan kulit buah kakao sehingga memungkinkan spora menempel pada kulit telur penggerek buah kakao yang diletakkan pada pangkal buah kakao. Kemudian spora akan menyelimuti kulit telur hingga telur menetas atau gagal menetas. Apabila telur gagal menetas maka stadium larva penggerek buah kakao tidak terjadi. Pada kombinasi antara konsentrasi *B.bassiana* dengan interval waktu pemberiannya tidak berpengaruh terhadap presentase buah terserang, intensitas serangan dan penurunan berat biji akibat serangan penggerek buah kakao.

**BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

**5.1 Kesimpulan**

 Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Konsentrasi *B.bassiana* 6 gram/10 L (K3) merupakan konsentrasi terbaik untuk menurunkan tingkat presentase buah terserang penggerek buah kakao sebanyak 61,81% di lapang.

2. Konsentrasi *B.bassiana* 6 gram/10 L air (K3) mampu menurunkan intensitas serangan penggerek buah kakao sebanyak 65,37% di lapang.

3. Konsentrasi *B.bassiana* 6 gram/10 L air (K3) mampu menurunkan penurunan berat biji akibat serangan penggerek buah kakao sebanyak 68,12% di lapang.

**5.2 Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, sebagai perbaikan dapat dilakukan pemilihan isolat *B.bassiana* yang memiliki viabilitas tinggi. Agar waktu pemberian *B.bassiana* lebih efisien dan menekan biaya pengendalian hama penggerek buah pada kakao.

**DAFTAR PUSTAKA**

Adhi, E.P., Wignyanto, dan A. Anggraini. Pengaruh Suhu dan Substrat Terhadap Produksi Konidia *B.bassiana*. Artikel. Universitas Brawijaya Malang.

Anshary, A., Flora P. 2008. Teknik Perbanyakan dan Aplikasi Predator *Dolichoderus thoracicus* (SMITH) (HYMENOPTERA:FORMICIADE) Untuk Pengendalian Penggerek Buah Kakao *Conopomorpha cramerella* (SNELLEN) Di Perkebunan Rakyat. Agroland 15(4):278-287.

Anshary, Alam. 2009. Penggerek Buah Kakao, Coopomorpha cramerella Snellen (Teknik Pengendalian Yang Ramah Lingkungan). *Agroland*, 16(4):258-264.

Depparaba, Fredrik. 2002. Penggerek Buah Kakap (*Conopomorpha cramerella* Snellen) Dan Penanggulangannya. *Litbang Pertanian*, 21(2):69-74.

Ditjen Pasarana dan Sarana Pertanian. 2012. *Bahan Aktif Yang Dilarang Untuk Semua Bidang Penggunaan Pestisid*a. Pedoman Tekns Kajian Pestisida. Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian, Jakarta.23 hlm.

Ditjenbun. 2000. Statistik *Perkebunan Kakao Indonesia 1998-2000*. Jakarta : Departemen Pertanian, Direktorat Jenderal Perkebunan.

Fiana, Y., Nurbani, D. Danial. 2015. Kajian Keefektifan Agens Hayati *Beauvaria bassiana* Dan Penyarungan Buah Dalam Pengendalian Hama PBK di Kalimantan Timur. *Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas Indonesia*, 1(5):1222-12226.

Gusnawaty, H.S., dan Nuriadi. 2013. Kaji Tindak Pengendalian Hama Penggerek Buah Kakao (Conopomorpha cramerella Snellen) Dengan Pestisida Nabati. *Agroteknos*, 3(1):14-18.

Herlinda, S., M.D. Utama, Y. Pujiastuti, dan Suwandi. 2006. Kerapatan Dan Viabilitas Spora Beauvaria basssiana (Bals.) Akibat Subkultur Dan Pengayaan Media Serta Virulensinya Terhadap Larva Plutella cylostella (Linn.). *HPT Tropika*, 8(2):70-78.

Karmawati, E., Z. Mahmud, M. Syakir, S.J. Munarso, I. K. Ardana, Rubiyo. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Kakao*. Bogor : Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.

Kresnawaty, I., A. Budiani, A. Wahab, TW. Darmono. 2010. Aplikasi Biokaolin Untuk Perlindungan Buah Kakao Dari Serangan PBK, Helopeltis spp. Dan Phytophthora palmivora. *Menara Perkebunan*, 78(1):25-31.

Nunilahwati, H., S. Herlinda, C. Irsan, dan Y. Pujiastuti. Eksplorasi, Isolasi Dan Jamur Entomopatogen Plutella xylostella (Lepidoptera:Yponomeutidae) Pada Pertanaman Caisin (Brassica chinensin) Di Sumatera Selatan. *HPT Tropika*, 12(1):1-11.

Nurjanani, Ramlan, dan M.Assad. 2013. Pengkajian Pengendalian Penggerek Buah Kakao Menggunakan Pestisida Nabati Dan Rotasi Pestisida Nabati Dengan Pestisida Sintetik Pada Tanaman Kakao Di Sulawesi Selatan. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian.*

Priastini, W.201.Pengenalan Hama Penting Kopi dan Kakao. <http://wanty-pristiarini.blogspot.com/2012/01/laporan-7.html>. Diakses tanggal 3 Maret 2017.

Pramesti, N.R. 2015. Pengembangan Jamur Patogen Serangga *Beauveria bassiana* (Ascomycota:Hypocreales) Menjadi Endofit Tanaman Tomat Dan Potensinya Sebagai Pengendalian Biologis Endofitik Terhdapa Penyakit Layu Fusarium (*Fusarium oxysporum* F. Sp. Lycopersici Schlecht.). Skripsi.ITB.

Rahayu, dan Umrah. 2012. Uji Kemampuan Formula *Beauvaria bassiana* Balsamo. Bentuk Sediaan Tablet Untuk Mengendalikan Penggerek Buah Kakao *Conopomorpha cramerella* Snellen. *Biocelebes*, 6(1):31-39.

Rosmini, dan B. Nasir. 2013. Pemanfaatan Jamur Entomopatogen *Beauvaria bassiana* Lokal Sulawesi Tengah Untuk Pengendalian Spodoptera exigua Dan Lyriomisa chinensis Hama Penggerek Endemik Pada Bawang Merah Di Sulawesi Tengah. *Agroland*, 20(1):37-45.

Siswanto dan E. Karmawati. Pengendalian Hama Utama Kakao (*Conopomorpha cramerella* dan Helopeltis spp.) Dengan Pestisida Nabati Dan Agenss Hayati. *Prespektif*, 11(2):103-112.

Soesanthy, Funny dan Samsudin. 2014. Pengaruh Beberapa Jenis Formula Insektisida Nabati Untuk Melindungi Buah Kakao Dari Serangan Penggerek. *Tanaman Industri Dan Pangan*, 1(2):69-78.

Sugianto, Y., Y. Pangestiningsih, A. Oemry. 2013. Uji Efektifitas Beberapa Entomopatogen Pada Imago Penggerek Buah Kakao *Conopomorpha cramerella* Snellen (Lepidoptera:Gracillariidae) Di Laboraturium. *Agroekoteknologi,* 1(4):1473-1483.

Sukamto, Sri dan Kelik Yuliantoro. 2006. Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Viabilitas *Beauveria bassian* (Bals.) Vuill. Dalam Beberapa Pembawa. *Pelita Perkebunan,* 22 (1) : 40–57.

Sulistyowati, E., S. Wardani, E. Mufrihati. 2005. Pengembangan Teknik Pemantauan Penggerek Buah Kakao (PBK) *Conopomorpha cramerella* Snellen. *Pelita Perkebunan*, 21(3):159-168.

Tarigan, B., Syahrial, dan M.U. Tarigan. 2013. Uji Efektifitas *Beauvaria bassiana* dan Bacillus thuringiensis Terhadap Ulat Ali (Setothosea asigna Eeck, Lepidoptera, Limacodidae) Di Laboraturium. *Agroekoteknologi*, 1(4):1439-1446.

Taufik, M., dan Rahayu, M. 2007. Studi Kemanjuran *Beauvaria bassiana* (Bals.) Terhadap Hama Ulat Daun (Plutella xylostella) Pada Tanaman Sawi. *Warta-Wiptek*, 15(2):74-78.

Trizelia, T. Santoso, S. Sosromarsono, A. Rauf, dan AL.I Sudirman. 2007. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) Terhadap Telur *Crocidolomia pavonana* (Lepidoptera: Pyralidae). *Penelitia dan Informasi Pertanian “Agrin”*, 11(1):53-57.

Wardojo, S. 1984. Kemungkinan pembebasan Maluku Utara dari pada masalah penggerek buah cokelat *Acrocercops cramerella* Sn. *Menara Perkebunan* 52:57-64*.*

Wicaksono, A.P., A.L. Abadi, A. Afandhi. 2015. Uji Efektivitas Metode Aplikasi Jamur Entomopatogen *Beauvaria bassiana* (Bals.) Vuillemin Terhadap Pupa Bactrocera carambolae Drew and Hancock(Diptera:Tephritidae. *HPT*, 3(2):39-42.