

SINERGISME *Heterorhabditis sp.* DENGAN PENYARUNGAN BUAH DALAM MENGENDALIKAN PENGGEREK BUAH KAKAO *Conopomorpha cramerella*

SYNERGISM OF *Heterorhabditis sp.* WITH POD SLEEVING TO CONTROL COCOA POD BORER *Conopomorpha cramerella*

***Samsudin dan Gusti Indriati**

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi Indonesia 43357
*samsudin.afaqih@gmail.com

(Tanggal diterima: 21 Desember 2012, direvisi: 1 Februari 2013, disetujui terbit: 20 Februari 2013)

ABSTRAK

Penggerek buah kakao (PBK) *Conopomorpha cramerella* merupakan hama utama tanaman kakao di Indonesia. Pengendalian hama ini sulit karena larva berada di dalam buah. Pengendalian biologi dengan memanfaatkan nematoda patogen serangga *Heterorhabditis sp.* diharapkan mampu mengendalikan larva yang ada di dalam buah. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui keefektifan *Heterorhabditis sp.* yang dikombinasikan dengan penyarungan buah untuk mengendalikan PBK. Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat dari bulan April sampai November 2012. Sebelum dilakukan pengujian, tingkat serangan dan kerusakan biji akibat PBK di lokasi penelitian diamati terlebih dahulu. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK), ukuran buah muda yang diberi perlakuan dikelompokkan menjadi 2, yaitu: kelompok ukuran panjang 8-10 cm dan 11-15 cm, masing-masing perlakuan menggunakan 10 pohon yang diambil secara acak, dan dari masing-masing pohon digunakan 2 buah muda dan diulang 3 kali. Perlakuan yang diujikan adalah penyarungan dengan kantong plastik transparan ukuran 30 cm x 17 cm x 0,02 mm, *Heterorhabditis sp.* 500 juvenil infektif (JI/ml), kombinasi penyarungan dengan plastik dan *Heterorhabditis sp.* 500 JI/ml, dan kontrol. Pengamatan dilakukan pada saat panen. Parameter yang diamati adalah persentase serangan dan kerusakan biji akibat serangan PBK dan persentase buah terserang penyakit busuk buah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyarungan buah dengan plastik yang dikombinasikan dengan *Heterorhabditis sp.* efektif menurunkan persentase serangan dan kerusakan biji akibat PBK sampai 90%. *Heterorhabditis sp.* bekerja sinergis dengan penyarungan buah dalam mengendalikan PBK. Pemanfaatan *Heterorhabditis sp.* harus dipadukan dengan penyarungan buah, untuk menghindari meningkatnya serangan penyakit busuk buah.

Kata Kunci: *Conopomorpha cramerella*, kakao, *Heterorhabditis sp.*, penyarungan

ABSTRACT

Cocoa pod borer (CPB) *Conopomorpha cramerella* is one of main pests on cocoa plantations in Indonesia. Controlling of this pest is very difficult because the larvae lives inside the pods. Biological control by using entomopathogen nematode *Heterorhabditis sp.* is a promising method being able to control the CPB larvae which are already inside cocoa pods. The purpose of this study was to determine the effectiveness of *Heterorhabditis sp.* combined with pod sleeving application on CPB infestation. The study was conducted in Mamuju, West Sulawesi from April to November 2012. Prior of this research revealed that infestation rate and the number of damaged cocoa beans caused by CPB in the research location were high. This research used a randomized block design (RBD). The young cocoa pods used were divided into two categories of length (8-10 cm and 11-15 cm) randomly selected of ten plants each on which two young cocoa pods were used with three replications. The treatments tested were the use of pod sleeving with transparent plastic bag having size of 30 cm x 17 cm x 0.02 mm, *Heterorhabditis sp.* 500 JI/ml, combined pod sleeving with *Heterorhabditis sp.* 500 JI/ml, and the control. Each treatment was applied to the 20 cocoa pods and replicated 3 times. The observations were made at the time of harvest. The parameters observed were the percentage of CPB infestations, the number of damaged beans caused by CPB and the percentage of cocoa pods infected by pod rot disease. The results showed that the use of pod sleeving combined with *Heterorhabditis sp.* effectively reduced the level of CPB infestations and the number of damaged beans caused by CPB to 90%. *Heterorhabditis sp.* works synergically with pod sleeving in controlling of CPB. The application of *Heterorhabditis sp.* alone can increase the pod rot disease infections. Therefore, its application on the cocoa plantations should be integrated with the pod sleeving.

Keywords: *Conopomorpha cramerella*, cocoa, *Heterorhabditis sp.*, pod sleeving

PENDAHULUAN

Serangan hama penggerek buah kakao (PBK) *Conopomorpha cramerella* (Snellen) (Lepidoptera: Gracillariidae) merupakan salah satu faktor penyebab turunnya produksi kakao nasional (Goenadi *et al.*, 2005). Kehilangan hasil akibat serangan PBK secara nasional sejak tahun 80-an tidak pernah turun, yaitu: 60-84% (Wardojo, 1980), 75-80% (Wiryadiputra *et al.*, 1994) dan 65-82% (Lala *et al.*, 2005). Menurut Goenadi *et al.* (2005) serangan PBK secara nasional telah mencapai 40% lebih dari total areal kakao dengan kerugian sekitar US\$150 juta per tahun. Asrul (2004) menyatakan bahwa selain menurunkan produksi dan mutu biji kakao, PBK berpotensi menjadi ancaman terhadap keberlanjutan perkakaoan nasional, karena serangan hama ini terus meluas ke daerah sentral komoditas kakao di Indonesia.

Pengendalian hama PBK sulit dilakukan, karena saat telur menetas menjadi larva langsung masuk dan berkembang di dalam buah kakao (Wardojo, 1981). Pengendalian dengan menggunakan insektisida sintetik yang selama ini dilakukan oleh petani kakao terbukti belum efektif. Hasil penelitian Sulistyowati *et al.* (2002) menunjukkan bahwa penggunaan fipronil dengan konsentrasi 0,2-0,4% hanya menurunkan persentase serangan sebesar 40,72% sampai 66,82%, sedangkan deltametrin hanya mampu menurunkan persentase serangan sebesar 43,94% sampai 52,93%. Berbagai metode pengendalian alternatif yang telah diteliti dan sebagian telah diaplikasikan dalam skala terbatas adalah sistem pangkas eradikasi (Lala *et al.*, 2005), pengendalian secara biologi dengan parasitoid *Trichogramma bactrae fumata*, entomopatogen *Beauveria bassiana* (Mustafa, 2005), semut hitam *Dolichodeus thoracicus* (Anshary, 2009), nematoda *Steinernema* sp. (Rosmana *et al.*, 2009), secara fisik dengan penyarungan buah (Mustafa, 2005; Suwitra *et al.*, 2010) dan pengendalian dengan pestisida nabati (Sjam, 2006; Asaad dan Willis, 2012). Teknologi pengendalian tersebut dapat menurunkan intensitas serangan PBK dan tingkat kerusakan biji kakao, akan tetapi belum mampu mengendalikan larva yang sudah masuk ke dalam buah.

Salah satu teknologi alternatif yang diharapkan mampu mengendalikan larva PBK yang sudah masuk dalam buah kakao adalah nematoda patogen serangga (NPS). Menurut Indriati *et al.* (2010) NPS merupakan salah satu patogen serangga yang secara aktif mencari dan menginfeksi serangga inangnya. Stadia juvenil infeksiusnya (JI) bersifat aktif mencari inang yang terletak dalam habitat yang tersembunyi, seperti dalam jaringan tanaman atau di dalam tanah.

Heterorhabditis sp. merupakan salah satu jenis NPS yang telah terbukti efektif mengendalikan hama yang terdapat di dalam jaringan tanaman (penggerek/pengorok), seperti hama lanas (*Cylas formicarius*) (Chaerani dan Waluyo, 1996), hama penggerek batang padi kuning (*Scirpophaga incertulas*) (Chaerani dan Nurbaeti, 2007), rayap (*Coptothesmus curvignathus*) (Erningtyas, 2006), dan hama kubis (*Crocidolomia binotalis*) (Subagiya, 2005). Pemanfaatan *Heterorhabditis* sp. untuk mengendalikan hama PBK pada tanaman kakao sampai saat ini belum pernah dilaporkan.

Salah satu kelemahan *Heterorhabditis* sp. apabila diaplikasikan pada pertanaman adalah sangat peka terhadap kekeringan, peningkatan suhu dan paparan sinar UV (ultra violet) dari matahari. Oleh karena itu dalam penggunaannya harus dipadukan dengan teknologi pengendalian yang mampu menjaga kelembaban dan melindungi dari paparan sinar UV. Menurut Rosmana *et al.* (2010), teknologi penyarungan buah akan meningkatkan kelembaban pada permukaan buah kakao sehingga nematoda dapat bertahan hidup lebih lama pada permukaan buah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan *Heterorhabditis* sp. yang dipadukan dengan teknologi penyarungan buah kakao untuk pengendalian PBK.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di perkebunan kakao rakyat, Desa Bebanga, Kecamatan Kalukku, Kabupaten Mamuju, Provinsi Sulawesi Barat pada bulan April sampai November 2012.

Perbanyak *Heterorhabditis* sp.

Heterorhabditis sp. yang digunakan adalah isolat Pelabuhan Ratu hasil perbanyak di Laboratorium Proteksi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Sukabumi. *Heterorhabditis* sp. diperbanyak menggunakan larva *Tenebrio molitor* secara *in vivo* dengan menggunakan metode infeksi kertas saring. Suspensi *Heterorhabditis* sp. dalam aquades dengan dosis ± 1.000 JI/ml disebar merata sampai membasahi semua permukaan 2 lapis kertas saring dalam kotak plastik dengan pipet. Sebanyak 50 gram larva *T. molitor* diinfestasikan di atas kertas saring tersebut dan diberi pelet pakan burung kemudian ditutup dengan kain berventilasi, kemudian diinkubasi selama 2 hari pada suhu kamar (± 27 °C). Pemanenan dilakukan dengan menggunakan kotak perangkap berupa kotak plastik ukuran 28 cm x 20 cm x 6 cm yang berisi air $\pm 0,5$ cm (240 ml aquades) dan cawan petri diameter 5 cm yang diletakkan terbalik di tengahnya. Untuk melakukan proses pemerangkapan, larva *T. molitor* yang terinfeksi dipindahkan ke atas cawan petri yang telah dialasi satu lembar kain kasa putih hingga menyentuh dasar kotak agar terendam air. Pemanenan dilakukan setiap dua hari sekali sampai tidak ada lagi *Heterorhabditis* sp. yang muncul (± 20 hari).

Pengujian *Heterorhabditis* sp. yang dipadukan dengan teknologi penyarungan buah

Pengamatan pra-aplikasi dilakukan pada 10 blok tanaman kakao dengan masing-masing blok terdiri atas 10 pohon dan tiap pohon diamati 1 buah kakao yang diambil secara acak pada saat panen. Parameter yang diamati adalah jumlah buah terserang, jumlah biji lengket dan jumlah total biji. Data tersebut berguna untuk mengetahui persentase serangan dan tingkat kerusakan biji akibat serangan PBK di lahan perkebunan kakao yang digunakan sebagai lokasi penelitian.

Buah kakao muda yang diberi perlakuan dikelompokkan menjadi 2 kategori didasarkan pada hasil penelitian Mustafa (2006) dan Suwitra *et al.* (2010) yaitu: kelompok ukuran panjang 8-10 cm (buah kecil) dan 11-15 cm (buah besar), masing-masing perlakuan menggunakan 10 pohon yang diambil secara acak, dengan total buah yang

digunakan untuk setiap perlakuan sebanyak 20 buah. Setiap pohon dan buah yang terpilih dipasang tanda dan label perlakuan. Perlakuan yang diuji adalah (1) penyarungan buah muda dengan kantong plastik transparan ukuran 30 cm x 17 cm x 0,02 mm dan diikat pada tangkai buah menggunakan karet gelang diameter 1-4 cm, (2) penyemprotan buah dengan *Heterorhabditis* sp. 500 JI/ml, dan (3) kombinasi penyarungan dan *Heterorhabditis* sp. 500 JI/ml, dan kontrol (tidak diberi perlakuan), masing-masing diulang 3 kali. Penyemprotan *Heterorhabditis* sp. 500 JI/ml dilakukan hanya 1 kali pada saat awal pengujian.

Pengamatan dilakukan pada saat buah dipanen. Parameter yang diamati adalah persentase buah yang terserang PBK, jumlah biji yang lengket akibat PBK, jumlah total biji per buah dan persentase serangan penyakit busuk buah kakao (BBK) yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora*. Persentase serangan hama PBK dan BBK dihitung menggunakan persamaan yang dikemukakan Pedigo dan Buntin (2003):

$$PS = a/b \times 100 \%$$

Keterangan: PS = persentase buah yang terserang (%)
a = jumlah buah yang terserang pada saat panen
b = total buah yang diamati saat panen.

Tingkat kerusakan biji (TK) akibat serangan PBK menggunakan rumus:

$$TK (\%) = \frac{\text{Jumlah biji lengket}}{\text{Jumlah total biji diamati}} \times 100\%$$

Tingkat kerusakan PBK dinilai berdasarkan persentase biji lengket yang tidak bisa dipanen dengan 4 kategori menurut Deptan (2006), seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Skala tingkat kerusakan akibat PBK

Table 1. Scale of damage rate of CPB

Skala	Tingkat kerusakan	Keterangan
0	Bebas serangan	Tidak ada biji lengket.
1	Ringan	Terdapat biji lengket < 10% tetapi semua biji masih dapat dikeluarkan dari kulit buah.
3	Sedang	Terdapat biji lengket antara 10-50%, sebagian besar biji masih dapat dikeluarkan dari kulit buah.
4	Berat	Terdapat biji lengket > 50%, dan sebagian besar biji tidak dapat dikeluarkan dari kulit buah.

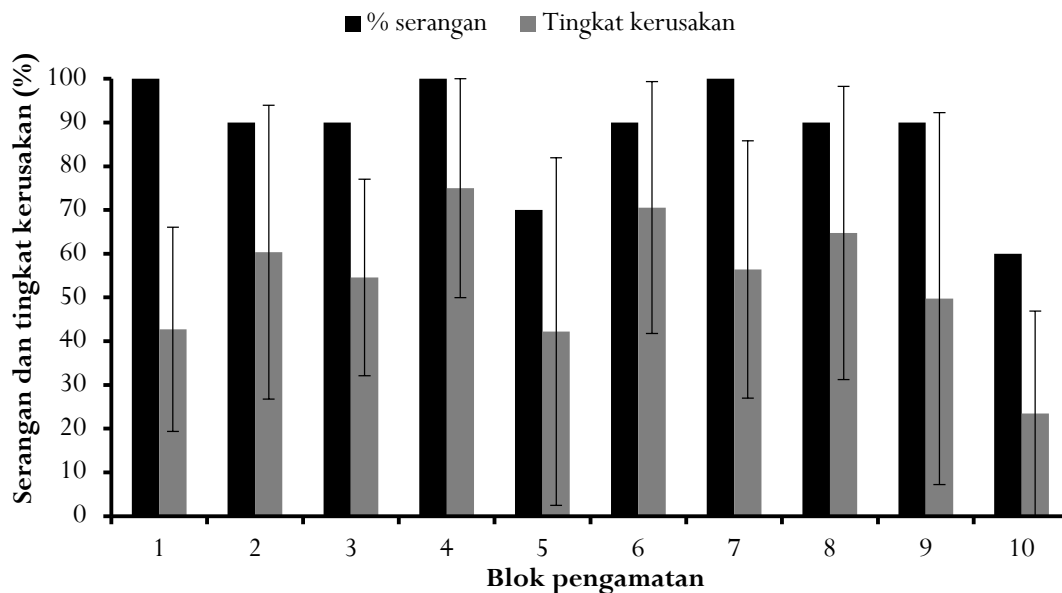
Sumber/Source: (Deptan, 2006)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan terhadap persentase serangan PBK dan tingkat kerusakan biji kakao di lokasi kegiatan penelitian sebelum pengujian disajikan pada Gambar 1. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa serangan PBK di semua blok pertanaman yang diamati sangat tinggi, yaitu 60-100% dengan rata-rata mencapai 88%. Tingkat kerusakan biji kakao pada saat panen juga sangat tinggi, yaitu 23-75% dengan rata-rata 54%. Serangan PBK terjadi pada seluruh hamparan kebun petani yang digunakan untuk penelitian dengan tingkat kerusakan berat. Data ini menunjukkan bahwa PBK merupakan masalah utama yang menurunkan hasil produksi kakao di lokasi penelitian lebih dari 50%.

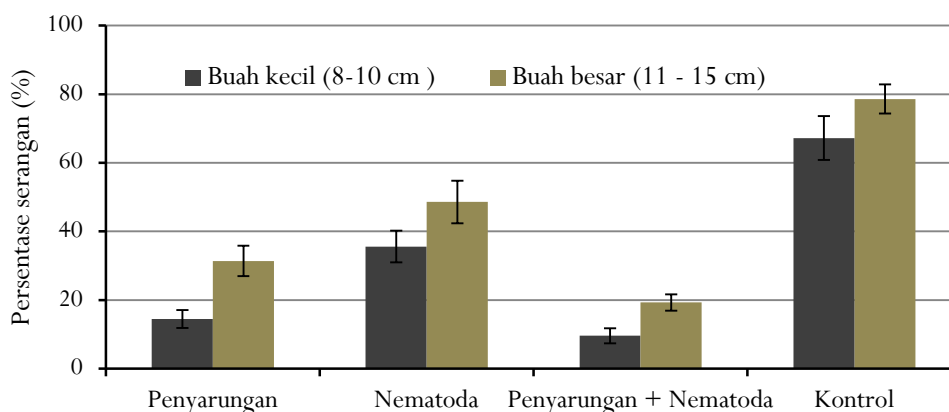
Hasil pengujian di lahan perkebunan menunjukkan bahwa penyarungan buah muda dengan plastik dan aplikasi *Heterorhabditis* sp. dengan dosis 500 JI/ml efektif menurunkan tingkat serangan PBK dibandingkan kontrol (Gambar 2).

Penyarungan buah muda efektif mencegah imago PBK untuk meletakkan telur. Sedangkan aplikasi *Heterorhabditis* sp. diduga mampu mematikan telur atau larva muda yang masih berada pada permukaan buah kakao. Penyarungan buah berukuran 8-10 cm lebih efektif menurunkan serangan PBK dibandingkan buah yang berukuran 11-15 cm. Mustafa (2005) melaporkan bahwa penyarungan buah kakao sangat efektif melindungi buah, menghasilkan biji besar, tidak menghambat perkembangan buah, bahkan dapat melindungi dari penyakit busuk buah. Hasil penelitian Maya *et al.* (2006) di wilayah Sulawesi Utara, Kalimantan Timur dan Maluku menunjukkan bahwa penyarungan buah dapat menekan serangan PBK hampir 80%. Sementara itu Senewe dan Wagiman (2010) melaporkan bahwa penyarungan buah mampu melindungi buah kakao dari serangan hama PBK sampai 97,38%, meningkatkan biji kering 36,89% lebih tinggi daripada kontrol dan meningkatkan rendemen biji.



Gambar 1. Persentase serangan dan tingkat kerusakan biji kakao akibat PBK sebelum dilakukan pengujian di kebun lokasi penelitian

Figure 1. Percentages of infestations and damage beans by CPB prior of the research testing in the field site



Gambar 2. Persentase serangan PBK setelah perlakuan nematoda *Heterorhabditis* sp. dan penyarungan buah
Figure 2. Percentages of CPB infestation on the cocoa pods after applications of *Heterorhabditis* sp. and pod sleeving

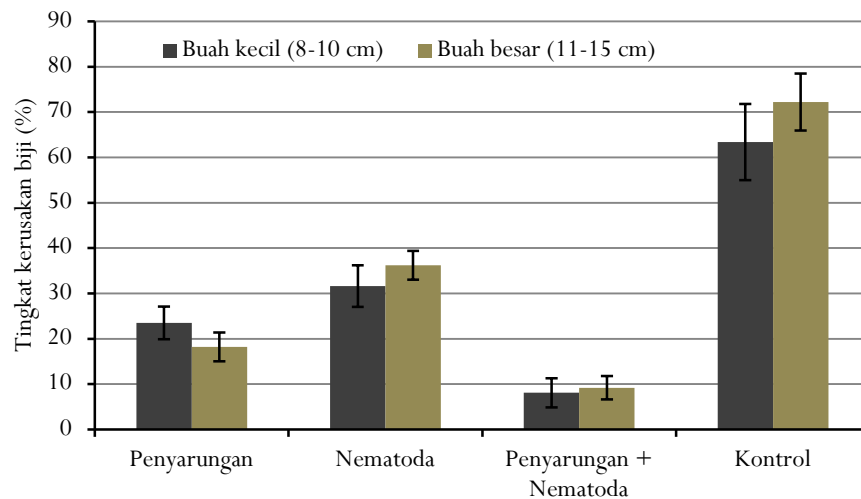
Penyarungan buah dengan menggunakan plastik dapat menghalangi imago betina PBK untuk meletakkan telur pada permukaan buah kakao. Hal ini berkaitan dengan bioekologi serangga tersebut yang memiliki preferensi meletakkan telur lebih tinggi pada buah yang masih muda (pentil) dibandingkan dengan buah yang sudah besar. Suwitra *et al.* (2010) menyatakan bahwa waktu penyarungan buah kakao yang paling efektif dapat mencegah serangan PBK adalah pada saat ukurannya 5-8 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi aplikasi *Heterorhabditis* sp. dengan penyarungan buah lebih efektif dalam menurunkan serangan PBK dibandingkan dengan perlakuan penyarungan saja atau *Heterorhabditis* sp. saja (Gambar 2). Hal ini mengindikasikan bahwa teknik penyarungan buah efektif menurunkan serangan PBK, dan *Heterorhabditis* sp. secara sinergis bekerja sebagai pengendali telur atau larva yang sudah ada pada permukaan buah sebelum penyarungan, sehingga dapat mencegah kerusakan biji lebih lanjut.

Pada Gambar 3 terlihat bahwa persentase biji lengket pada semua perlakuan lebih rendah dibandingkan kontrol. Kinerja *Heterorhabditis* sp. dalam mengendalikan PBK bersifat sinergis dengan penyarungan buah. Hal itu terlihat dari hasil uji kombinasi *Heterorhabditis* sp. dengan penyarungan buah baik pada buah besar maupun kecil secara nyata menurunkan jumlah biji kakao yang lengket akibat serangan PBK dibandingkan dengan aplikasi secara sendiri-sendiri. Rata-rata persentase biji lengket pada perlakuan kombinasi *Heterorhabditis* sp. dan penyarungan berada di bawah 10%. Menurut Rosmana *et al.* (2010) selubung plastik

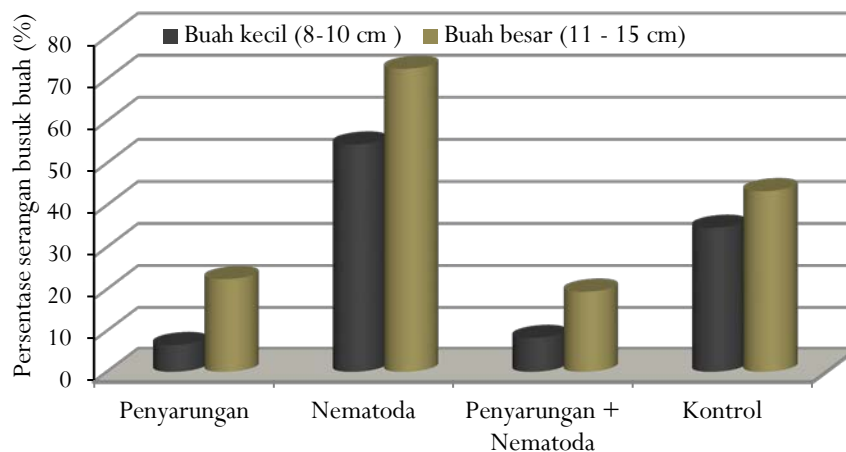
akan memberikan kelembaban lebih tinggi, sehingga nematoda dapat hidup lebih lama di permukaan kulit kakao. Faktor-faktor yang mempengaruhi mobilitas nematoda adalah kelembaban, suhu, dan struktur tanah. Menurut Indriati *et al.* (2010) nematoda membutuhkan lapisan air yang menutupi permukaan jaringan tanaman atau area tanah. Koopenhofer dan Kaya (2002) menyatakan bahwa secara individu *Heterorhabditis* sp. mampu menyebar secara aktif sekitar 90 cm ke arah horizontal maupun vertikal dan dapat bertahan selama 30 hari.

Heterorhabditis sp. yang hidup di permukaan kulit buah akan menyerang telur dan larva muda yang masih berada di permukaan kulit atau yang telah menggerek buah tetapi masih di bagian luar kulit buah sehingga kerusakan biji akibat serangan PBK akan berkurang. Hasil penelitian Rosmana *et al.* (2010) menunjukkan bahwa penyarungan buah kakao yang dikombinasikan dengan pemanfaatan nematoda *Steinernema carpocapsae* mampu melindungi buah kakao dari serangan PBK sampai 100%.

Larva PBK yang masuk menggerek buah kakao akan merusak plasenta buah sehingga aliran makanan menuju buah terhenti. Hal ini menyebabkan perkembangan biji dalam buah terhambat dan biji akan saling melekat satu sama lain (Depparaba, 2002). Aplikasi *Heterorhabditis* sp. selain dapat meningkatkan produksi dan kualitas biji kakao, juga akan mengurangi biaya dan tenaga untuk pemanenan kakao. Buah kakao yang terserang PBK apabila telah masak bijinya akan sulit dilepaskan satu sama lain.



Gambar 3. Tingkat kerusakan biji kakao setelah perlakuan nematoda *Heterorhabditis* sp. dan penyarungan buah
Figure 3. Percentages of damage beans by CPB after applications of *Heterorhabditis* sp. and pod sleeving



Gambar 4. Persentase serangan busuk buah kakao setelah perlakuan *Heterorhabditis* sp. dan penyarungan buah
Figure 4. Percentages of pod rot diseases after applications of *Heterorhabditis* sp. and pod sleeving

Salah satu kelemahan aplikasi *Heterorhabditis* sp. apabila tidak dipadukan dengan penyarungan buah adalah akan meningkatkan peluang serangan penyakit. Gambar 4 memperlihatkan bahwa aplikasi *Heterorhabditis* sp. saja tanpa penyarungan memicu infeksi penyakit busuk buah lebih tinggi dibandingkan kontrol. Hal itu disebabkan terjadinya kenaikan kelembaban permukaan buah kakao sehingga meningkatkan peluang infeksi dari patogen penyebab penyakit busuk buah. Duniway (1983) melaporkan bahwa *P. palmivora* dapat membentuk sporangium pada buah kakao dengan kisaran kelembaban nisbi udara 70-90%.

Dari hasil penelitian ini terbukti bahwa penyarungan buah muda dengan ukuran panjang 8-10 cm dan 11-15 cm selain dapat mengendalikan PBK juga sekaligus dapat menurunkan persentase serangan busuk buah kakao. Hasil penelitian Mustafa (2006) juga menunjukkan bahwa penyarungan buah muda dapat mencegah serangan penyakit busuk buah.

KESIMPULAN

Penyarungan buah muda dan aplikasi *Heterorhabditis* sp. efektif menurunkan serangan PBK dan tingkat kerusakan biji kakao. Rata-rata

persentase biji lengket pada perlakuan kombinasi *Heterorhabditis* sp. dan penyarungan baik pada buah kecil maupun besar berada di bawah 10%. Kinerja *Heterorhabditis* sp. bersifat sinergis dengan penyarungan buah muda dalam mengendalikan larva PBK yang sudah masuk ke dalam buah kakao. Aplikasi *Heterorhabditis* sp. yang dipadukan dengan teknik penyarungan sebaiknya dilakukan pada buah berukuran 8-10 cm untuk meminimalisir serangan penyakit busuk buah yang lebih tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Haji Abdul Malik yang telah mengizinkan penggunaan kebun kakao untuk kegiatan penelitian dan kepada pengelola Program Insentif Peningkatan Kemampuan Peneliti dan Perekrayasa (PKPP) Kemenristek tahun 2012 yang telah memberikan dukungan dana penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Anshary, A. 2009. Penggerek buah kakao, *Conopomorpha cramerella* Snellen (teknik pengendalian yang ramah lingkungan). *Jurnal Agroland* 16 (4): 258-264.
- Asaad, M. dan M. Willis. 2012. Kajian pestisida nabati yang efektif terhadap hama penggerek buah kakao (PBK) pada tanaman kakao di Sulawesi Selatan. *Superman : Suara Perlindungan Tanaman* 2 (2): 25-34.
- Asrul, L. 2004. Seleksi dan karakterisasi morfologi tanaman kakao harapan tahan penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snell.) *J. Sains dan Teknologi* 4 (3): 109-122.
- Chaerani dan Waluyo. 1996. Pencarian nematoda patogen serangga (*Steinernema* dan *Heterorhabditis*) yang efektif untuk pengendalian hama lanas (*Cylas formicarius*) ubi jalar. *Widyaiset* 9 (1): 19-27.
- Chaerani dan B. Nurbaeti. 2007. Uji efektivitas nematoda entomopatogen (Rhabditida: *Steinernema* dan *Heterorhabditis*) sebagai musuh alami non-endemik penggerek batang padi kuning (*Scirpophaga incertulas*). *J. HPT Tropika* 7 (2): 71-79.
- Departemen Pertanian, 2006. Musuh Alami, Hama dan Penyakit Tanaman Kakao. Edisi Kedua. Proyek Pengendalian Hama Terpadu Perkebunan Rakyat. Direktorat Perlindungan perkebunan. Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan. Jakarta.
- Depparaba, F. 2002. Penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snell.) dan penanggulangannya. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 21 (2): 69-74.
- Duniway, J. M. 1983. Role of Physical Factors in the Development of *Phytophthora* Diseases. In *Phytophthora its Biology, Taxonomy, Ecology, Phathology*. The American Phytopathological Society St. Paul, Minnesota. p. 175-187.
- Erningtyas, T. 2006. Efikasi Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis* sp. dan *Steinernema* sp. Isolat Bogor Sebagai Bioinsektisida Terhadap Rayap Tanah *Captothermes curvignathus* Holmgren (Isoptera: Rhinotermitidae). Tesis Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Goenadi, D. H., J. B. Baon, Herman, dan A. Purwoto. 2005. Prospek dan arah pengembangan agribisnis kakao di Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. 27 hlm.
- Indriati, G., Samsudin, dan F. Soesanthy. 2010. *Heterorhabditis* spp. (Rhabditida: Heterorhabditidae) sebagai Agens Hayati Pengendali Hama Tanaman. *Sirkuler Teknologi Tanaman Rempah dan Industri*. 20 hlm.
- Koppenhofer, A. M. and H. K. Kaya. 2002. Entomopathogenic nematodes and insect pest management. In Koul O. & Dhaliwal G.S. *Microbial Biopesticides*. Taylor & Francis. London and New York. p. 277-305.
- Lala, F., M. Syukur, dan A. H. Talanca. 2005. Kajian kelayakan rakitan teknologi pengendalian penggerek buah kakao *Conopomorpha cramerella* Snell. di daerah Tidore Kepulauan. Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XVI Komda Sul-Sel. Hlm. 178-186.
- Maya, D. I. T, B. Priyono, Ruzelfin, dan K. Abiyoso. 2006. Pedoman Teknis Pengendalian Hama Penggerek Buah Kakao (PBK) pada Tanaman Kakao. Direktorat Jenderal Perkebunan. Departemen Pertanian.
- Mustafa, B. 2005. Kajian penyarungan buah muda kakao sebagai suatu metode pengendalian penggerek buah kakao (PBK) *Conopomorpha cramerella* Snellen (Lepidoptera: Gracillariidae). Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XVI Komda Sul-Sel. Hlm. 23-35.
- Mustafa, B. 2006. Efficacy of pod sleeving to cocoa pod borer *Conopomorpha cramerella* Snellen (Lepidoptera: Gracillariidae) and its impact to cocoa disease. *Fitomedika* 6: 31-37.
- Pedigo, L. P. and G. D. Buntin. 2003. *Handbook of Sampling Methods for Arthropods in Agriculture*. CRC Press. London-Tokyo. 714 p.

- Rosmana, A., La Daha, A. Ridayani, A. Gassa, and A. Urling. 2009. Persistency and penetration of entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* on surface of cocoa pod and its infectivity to of cocoa pod borer *Conopomorpha cramerella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *Agritrop*. 28: 161-168.
- Rosmana, A., B. M. Shepard, P. Hebbbar, and A. Mustari. 2010. Control of cocoa pod borer and *Phytophthora* pod rot using degradable plastic pod sleeves and a nematode *Steinernema carpocapsae*. *Indonesian Journal of Agricultural Science* 11 (2): 41-47.
- Senewe, R. E. and F. X. Wagiman. 2010. The position and wrapping of cocoa fruits to prevent pest attack of *Conopomorpha cramerella*. *Jurnal Budidaya Pertanian* 6: 21-24.
- Sjam, S. 2006. Pemanfaatan ekstrak buah maja (Bignoniaceae: *Crescentia cujete*) dengan EM4 terhadap penggerek buah kakao *Conopomorpha cramerella* Snellen (Lepidoptera: Gracillariidae). *Buletin Penelitian* 9 (1): 18-23.
- Subagiya. 2005. Pengendalian hayati dengan nematoda entomogenus *Steinernema carpocapsae* (All) strain local terhadap hama *Cocidolomia binotalis* Zell di Tawangmangu. *Agrosains* 7 (1) : 34-39
- Sulistyowati, E., E. Mufrihati, dan A. Wahab. 2002. Pengujian keefektifan insektisida Regent 60 SC dan Decis tablet terhadap penggerek buah kakao, *Conopomorpha cramerella*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Jember. 14 hlm.
- Suwitra, I. K., D. Mamesah, dan Ahdar. 2010. Pengendalian hama penggerek buah kakao *Conopomorpha cramerella* dengan metode sarungisasi pada ukuran buah kakao yang berbeda. Seminar Regional Inovasi Teknologi Pertanian, mendukung program Pertanian Propinsi Sulawesi Utara. Hlm.165-174.
- Van Driesche, R. G. and T. S. Bellows Jr. 1996. Biological Control. Chapman and Hall, New York, USA. 539 p.
- Wardojo, S. 1980. The cocoa pod borer a major hindrance to cocoa development. *Indonesian Agricultural Research and Development Journal* 2: 1-4.
- Wardojo, S. 1981. Strategi penelitian dan pemberantasan penggerek buah coklat. *Menara Perkebunan* 49 (3): 69-74.
- Wiryadiputra, S., E. Sulistyowati, dan A. A. Prawoto. 1994. Teknik pengendalian hama penggerek buah kakao. Lokakarya Penanggulangan Hama PBK di Indonesia. Jember. 8 Februari 1994.