



## Integrasi komponen pengendalian hama penggerek ubi jalar (*Cylas formicarius* Fab.) (Coleoptera: Curculionidae)

Pest control component integration of sweetpotato weevil  
(*Cylas formicarius* Fab.) (Coleoptera: Curculionidae)

Yusmani Prayogo<sup>1\*</sup>, Nurul Setyaningsih<sup>2</sup>, Didik Hariyono<sup>3</sup>, Nur Edy Suminarti<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

Jalan Raya Kendalpayak Km 8, PO Box 66, Malang 65101, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

Jalan Veteran, Malang 65145, Indonesia

<sup>3</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

Jalan Veteran, Malang 65145, Indonesia

(diterima Juni 2021, disetujui Desember 2021)

### ABSTRAK

Penggerek ubi *Cylas formicarius* Fabricius merupakan kendala utama dalam peningkatan produksi ubi jalar di berbagai negara. Kerusakan ubi akibat tergerek larva *C. formicarius* dapat menyebabkan kehilangan hasil mencapai 80%. Penelitian ini bertujuan untuk menguji integrasi komponen pengendalian *C. formicarius* di lahan entisol, masing-masing integrasi pengendalian tersusun dari berbagai komponen. Integrasi pengendalian yang diuji terdiri atas aplikasi insektisida sintetik deltametrin, aplikasi cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana*, penyiangan gulma, pembalikan batang, pembumbunan, dan menutup gulud menggunakan mulsa plastik. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok, tiap perlakuan diulang lima kali. Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Kendalpayak yang dimulai dari bulan Mei sampai dengan September 2017. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi pengendalian dengan aplikasi *B. bassiana* lima kali (P5), penambahan pupuk organik 3 t/ha, menutup gulud menggunakan mulsa plastik paling efektif menekan serangan *C. formicarius* di lahan endemik pada tipe tanah entisol. Berat ubi pada kombinasi pengendalian P5 mencapai 23 t/ha atau 56% lebih tinggi dibandingkan dengan kombinasi pengendalian budi daya petani (P1) hanya 10 t/ha. Kondisi lahan entisol dengan struktur alluvial mudah retak jika musim kemarau sehingga memudahkan imago *C. formicarius* menembus pangkal ubi untuk meletakkan telurnya. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa integrasi pengendalian P5 dapat dianjurkan sebagai inovasi teknologi dalam mengendalikan *C. formicarius* di lahan entisol yang endemik.

**Kata kunci:** *C. formicarius*, integrasi pengendalian, penggerek ubi, ubi jalar

### ABSTRACT

Sweetpotato weevil *Cylas formicarius* Fabricius is major obstacle in increasing of sweet potato production in various countries. Tuber damage due to *C. formicarius* causes yield loss up to 80%. This study aims to examine the integration control of *C. formicarius* in entisol, each control combination was composed of various components. The control integration was composed of various components of synthetic insecticide, application of entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*, weeding, turning of the stems, heap up, and cover mounds using plastic mulch. The study used a randomized block design, each treatment was repeated five times. The research was conducted at

\*Penulis korespondensi: Yusmani Prayogo. Peneliti Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Jalan Raya Kendalpayak Km 8, PO Box 66 Malang 65101, Indonesia, Tel: 0341-801468, Faks: 0341-801496, Email: [yusmani.prayogo@yahoo.com](mailto:yusmani.prayogo@yahoo.com)

Kendalpayak experimental station from May to September 2017. The result showed that P5 with *B. bassiana* application five times, addition of 3 t/ha organic fertilizer, cover mounds by plastic mulch was most effective in suppressing of *C. formicarius* in endemic entisol. The tuber weight at control combination (P5) was reached 23 t/ha or 56% higher than control combination of farmer cultivation (P1) was only 10 t/ha. The entisol land with an alluvial structure cracks easily during in the dry season, so that adults to penetrate the base of tubers and lay their eggs. The results of this study indicate that control combination of P5 can be recommended as a innovation control technology of *C. formicarius* in endemic entisol.

**Key words:** *C. formicarius*, control integrated, sweet potato, tuber borer

## PENDAHULUAN

Hama penggerek umbi *Cylas formicarius* Fabricius (Coleoptera: Curculionidae) merupakan salah satu kendala utama dalam upaya peningkatan produksi ubi jalar di berbagai negara, mulai dari daerah subtropik hingga tropik termasuk di Indonesia (Antiaobong & Bassae 2008; Okada et al. 2017; Prayogo & Bayu 2019). Hama *C. formicarius* yang menyebabkan kerusakan umbi adalah fase larva yang terbentuk dari fase telur setelah kurang lebih tujuh hari diletakkan imago. Lama hidup imago betina mampu berumur 113 hari, lama hidup imago betina tiap generasi berumur 38 hari sehingga dalam setiap tahun terdapat sembilan generasi. Keperidian tiap imago betina mampu menghasilkan telur hingga mencapai 340 butir. Telur diletakkan oleh imago pada bagian pangkal batang atau umbi dengan cara masuk melalui rongga-rongga tanah. Telur yang sudah diletakkan imago akan menetas membentuk larva instar I dan stadia tersebut langsung penetrasi dan menggerek umbi (Noncy 2005; Capinera 2012; Devy et al. 2014). Umbi bekas tergerek *C. formicarius* berubah warna menjadi hijau gelap akibat terakumulasi dengan bekas kotoran larva sehingga umbi tidak layak dikonsumsi karena rasanya pahit dan dapat membahayakan konsumen. Tingkat kerusakan umbi akibat gerekkan larva *C. formicarius* bervariasi tergantung waktu tanam dan varietas. Waktu tanam sekitar bulan Juni–September akan kehilangan hasil sekitar 50% (Pillai et al. 1993), namun kehilangan hasil meningkat hingga mencapai 87% jika tanam antara bulan Agustus–November (Ray & Ravi 2005).

Berbagai upaya pengendalian telah dilakukan mulai penanaman varietas tahan, sanitasi, pengaturan waktu tanam, irigasi, tanaman perangkap, pemberian mulsa, rotasi tanaman, tumpang sari

pengendalian hayati hingga aplikasi insektisida sintetik (Korada et al. 2010; Gunasekaran & Shakila 2014). Namun, masing-masing komponen pengendalian diterapkan secara individu tanpa ada integrasi sehingga hama penggerek umbi masih tetap menjadi kendala utama di lapangan. Oleh karena itu, integrasi pengendalian yang terdiri atas berbagai komponen yang disusun menjadi satu paket pengendalian mempunyai tingkat keberhasilan yang lebih besar dalam mengeliminir kerusakan umbi akibat serangan *C. formicarius*.

Teknologi pengendalian *C. formicarius* di lahan entisol dengan struktur alluvial lebih sulit. Hal ini karena lahan dengan kondisi tersebut mudah retak/pecah pada musim kemarau sehingga timbul celah yang dapat mempermudah imago menjangkau pangkal batang untuk meletakkan telurnya. Kondisi lahan entisol umumnya miskin bahan organik dan kemampuan menahan air juga sangat rendah. Oleh karena itu, komponen pengendalian yang dapat diterapkan untuk mengatasi kondisi lahan tersebut adalah penambahan bahan organik, pemberian mulsa sebagai penutup guludan agar imago terhalang tidak mampu menjangkau pangkal batang ubi jalar (Tesfaye 2003; Reddy et al. 2014; Mansaray et al. 2015).

Hasil penelitian Rehman et al. (2019) menunjukkan bahwa penggunaan mulsa dari bahan organik yang berasal dari tanaman bawang merah, tembakau, dan cabe dapat melindungi kerusakan umbi di dalam tanah dari serangan hama *C. formicarius*. Kondisi tersebut disebabkan bahan organik yang digunakan mengandung senyawa pestisida nabati yang dapat menolak (*repellent*) imago untuk meletakkan telurnya di daerah pangkal batang. Selain itu, pemberian mulsa yang berasal dari bahan yang mengandung pestisida organik dapat meningkatkan kesuburan tanaman dan menghambat tumbuhnya gulma di sekitar

tanaman utama (Ossom et al. 2001; Erenstein 2002; Chalker-Scott 2007). Sementara itu, hasil penelitian Kyereko et al. (2019) pemberian mulsa yang berasal dari plastik hitam/perak lebih efektif digunakan sebagai penutup tanah untuk melindungi serangan *C. formicarius* jika dibandingkan dengan mulsa dari jerami atau bahan organik lainnya. Guludan yang ditutup jerami atau jenis tanaman lain ternyata tidak menyebabkan semua permukaan guludan tertutup rapat sehingga serangga masih mampu menembus permukaan tanah untuk meletakkan telurnya pada batang dan umbi.

Su (1991a, 1991b) dan Yasuda (1999) integrasi pengendalian hayati hama penggerek umbi dapat dilakukan dengan aplikasi cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* yang dikombinasikan dengan komponen pengendalian lain yang diaplikasikan pada waktu menjelang terbentuknya umbi. Infeksi *B. bassiana* pada serangga *C. formicarius* dapat mempengaruhi tingkat kesuburan (*fecundity*) maupun viabilitas telur yang dihasilkan (Ondiaka et al. 2008). Menurut Yasuda et al. (1997) dan Ali et al. (2009) aplikasi *B. bassiana* melalui permukaan tanah dengan frekuensi yang tepat lebih efektif untuk mengendalikan hama penggerek umbi jika dibandingkan dengan metode lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk menguji integrasi pengendalian hama *C. formicarius* yang terdiri atas beberapa komponen pengendalian di lahan entisol yang endemik.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian (IP2TP), Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi) Kendalpayak yang dimulai pada bulan Mei–September 2017. Lahan penelitian dipilih di IP2TP Kendalpayak karena lahan tersebut cukup endemik, artinya setiap varietas ubi jalar yang ditanam di lahan tersebut menunjukkan serangan hama *C. formicarius* cukup tinggi dengan tingkat kerusakan umbi hingga mencapai 90%. Karakter jenis tanah di IP2TP Kendalpayak adalah entisol dengan struktur alluvial, kandungan bahan organiknya sangat rendah, dan kondisi tanah

mudah retak/pecah pada musim kemarau sehingga dapat memicu masuknya imago *C. formicarius* dalam proses peletakan telur pada pangkal batang.

Integrasi pengendalian hama penggerek ubi jalar yang diuji terdiri atas enam kombinasi perlakuan dan masing-masing kombinasi perlakuan terdiri atas beberapa komponen (Tabel 1). Tiap kombinasi pengendalian menggunakan petak berukuran 5 m x 10 m. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dan tiap kombinasi pengendalian diulang sebanyak lima kali. Untuk mengetahui produktivitas dan kerusakan umbi tiap perlakuan maka tanaman dipanen sekitar umur 4,5 bulan setelah tanam (BST).

### Persiapan lahan

Tanah diolah dengan cara dibajak dua kali karena jenis tanah yang digunakan entisol. Tanah digemburkan dan diberi pupuk organik sebanyak 3 t/ha pada waktu penggemburan tanah. Pupuk anorganik (Phonska) sebanyak 400 kg/ha diberikan 1/3 dosis bersamaan saat tanam, dan 2/3 dosis diberikan pada umur 30 hari setelah tanam (HST). Tanah dibentuk guludan dengan tinggi sekitar 40 cm, jarak antar gulud 100 cm kemudian tiap gulud (P2, P3, P4, P5, dan P6) ditutup menggunakan plastik yang berfungsi sebagai mulsa kecuali pada P1 (cara budi daya petani). Mulsa plastik penutup guludan diberi lubang sebagai tempat menancapkan stek ubi jalar yang akan ditanam, jarak tanam antar stek di dalam gulud sekitar 25 cm.

### Varietas ubi jalar

Stek ubi jalar yang digunakan adalah varietas Cilembu yang diperoleh dari petani ubi jalar di Gunung Kawi (Malang), Jawa Timur. Stek ubi jalar yang digunakan adalah bagian pucuk tanaman yang berukuran 25 cm. Tangkai daun pada setiap stek dipotong kecuali dua tangkai daun bagian pucuk untuk menghindari evaporasi yang berlebihan. Stek ditanam dengan menancapkan bagian pangkal batang sedalam 2/3 bagian.

### Cendawan *B. bassiana*

Biopestisida yang digunakan dalam penelitian ini mengandung konidia cendawan entomopatogen *B. bassiana* isolat Pb-Bb yang sudah diformulasi dalam bentuk tepung (*powder*) di Laboratorium

**Tabel 1.** Komponen teknik pengendalian hama penggerek ubi jalar (*Cylas formicarius*) di lahan endemik  
**Table 1.** Pest control component techniques of sweetpotato weevil (*Cylas formicarius*) in endemic land

Perlakuan ( <i>Treatment</i> )	Komponen pengendalian <i>C. formicarius</i> ( <i>Control components of C. formicarius</i> )
P1	Cara petani (pupuk organik 2 t/ha, penyiangan 2x (30 dan 60 HST), pembalikan batang umur 45 HST, pembumbunan umur 60 HST, dan aplikasi insektisida sintetik 4x (0, 30, 60, dan 90 HST). ( <i>Farmer cultivation (2 t/ha organic fertilizer, 2 times weeding (30 and 60 DAP), turning of stems at 45 DAP, heap up at 60 DAP, and application of synthetic insecticides 4 times (0, 30, 60, and 90 DAP)</i> )
P2	Aplikasi <i>B. bassiana</i> 2x (0 dan 30 HST), pupuk organik 5 t/ha, pembalikan batang (45 HST), dan pemberian mulsa plastik. ( <i>Application of B. bassiana 2 times (0 and 30 DAP), 5 t/ha organic fertilizer, turning of stems at 45 DAP, and application of plastic mulch.</i> )
P3	Aplikasi <i>B. bassiana</i> 3x (0, 30, dan 40 HST), pupuk organik 5 t/ha, pembalikan batang (45 HST), dan pemberian mulsa plastik. ( <i>Application of B. bassiana 3 times (0, 30, and 40 DAP), 5 t/ha organic fertilizer, turning of stems at 45 DAP, and application of plastic mulch.</i> )
P4	Aplikasi <i>B. bassiana</i> 4x (0, 30, 40, dan 50 HST), pupuk organik 5 t/ha, pembalikan batang (45 HST), dan pemberian mulsa plastik. ( <i>Application of B. bassiana 4 times (0, 30, 40, and 50 DAP), 5 t/ha organic fertilizer, turning of stems at 45 DAP, and application of plastic mulch.</i> )
P5	Aplikasi <i>B. bassiana</i> 5x (0, 30, 40, 50, dan 60 HST), pupuk organik 5 t/ha, pembalikan batang (45 HST), dan pemberian mulsa plastik. ( <i>Application of B. bassiana 5x (0, 30, 40, 50, and 60 DAP), 5 t/ha organic fertilizer, turning of stems at 45 DAP, and application of plastic mulch.</i> )
P6	Aplikasi <i>B. bassiana</i> 7x (0, 30, 40, 50, 60, 70, dan 80 HST), pupuk organik 5 t/ha, pembalikan batang (45 HST), dan pemberian mulsa plastik. ( <i>Application of B. bassiana 7 times (0, 30, 40, 50, 60, 70, and 80 DAP), 5 t/ha organic fertilizer, turning of stems at 45 DAP, and application of plastic mulch.</i> )

HST: hari setelah tanam (*DAP: day after planting*).

Biopestisida, Balitkabi Malang. Aplikasi biopestisida *B. bassiana* dalam bentuk cair, yaitu tiap 5 g formulasi biopestisida diencerkan dengan air 1 l sehingga akan diperoleh kerapatan konidia  $2,8 \times 10^7 \text{ ml}^{-1}$ . Stek ubi jalar sebelum ditanam direndam ke dalam suspensi konidia *B. bassiana* selama 60 menit yang ditambah bahan perata dan perekat (Tween 80) sebanyak 2 ml/l. Aplikasi *B. bassiana* dilanjutkan melalui pangkal batang dengan dosis 15 ml/tanaman sehingga volume semprot sekitar 600 l/ha dengan waktu aplikasi yang mengikuti jadwal pada masing-masing perlakuan (Tabel 1).

#### Aplikasi insektisida sintetik

Insektisida sintetik deltametrin dengan konsentrasi 2 ml/l hanya digunakan pada kombinasi pengendalian P1 (cara budi daya petani). Stek ubi jalar sebelum ditanam direndam ke dalam larutan insektisida sintetik selama 60 menit. Aplikasi

insektisida sintetik dilanjutkan sesuai dengan jadwal (30, 60, dan 90 HST) yang disemprotkan pada permukaan tanaman dengan menggunakan volume semprot 600 l/ha.

#### Penyiangan

Penyiangan gulma dilakukan pada umur 30 dan 60 HST terutama pada kombinasi pengendalian P1. Sementara itu, P2, P3, P4, P5, dan P6 tidak dilakukan penyiangan karena tiap gulud tertutup mulsa plastik, namun gulma yang tumbuh di antara gulud disemprot dengan herbisida.

#### Pembalikan batang dan pembumbunan

Pembalikan batang hanya dilakukan khususnya pada P1, yaitu pada umur 45 HST, sedangkan pembumbunan dilakukan pada umur 60 HST. Pembalikan batang diperlukan untuk menghindari terbentuknya akar yang akan membentuk umbi tidak produktif. Pembumbunan pada P1 dilakukan

untuk melindungi pangkal batang sebagai tempat terbentuknya umbi sehingga imago *C. formicarius* mengalami kesulitan atau tidak dapat menembus rongga-rongga tanah sebagai jalan masuk bagi imago untuk meletakkan telurnya. Pembalikan batang pada P2, P3, P4, P5, dan P6 dilakukan jika ada batang ubi jalar yang menjulur hingga melampaui guludan. Panen umbi dilakukan pada umur 4,5 BST.

### Pengamatan

Parameter yang diamati adalah (1) jumlah umbi tiap tanaman; (2) berat umbi tiap tanaman; (3) rerata diameter masing-masing umbi tiap tanaman; (4) persentase kerusakan umbi; (5) rerata jumlah telur *C. formicarius* tiap tanaman; (6) rerata jumlah larva *C. formicarius* tiap tanaman; dan (7) rerata berat umbi/hektar. Teknik pengamatan untuk rerata jumlah umbi, berat umbi, diameter umbi, jumlah telur, jumlah larva dengan mengambil masing-masing 10 tanaman pada tiap gulud dan tiap perlakuan diambil sebanyak tiga gulud. Hasil umbi tiap hektar diperoleh konversi dari populasi tanaman pada luasan 20 m<sup>2</sup> masing-masing kombinasi perlakuan.

Kerusakan umbi diamati dengan cara membelah umbi yang mengindikasikan adanya gerakan larva *C. formicarius* dengan mengacu pada metode Zuraida et al. (2005). Persentase kerusakan umbi terbagi ke dalam lima tingkat sebagai berikut skor 0: tanpa ada gejala gerakan pada umbi (0%); skor 1: kerusakan umbi yang tergerak larva *C. formicarius* berkisar 1–25%; skor 2: kerusakan umbi yang tergerak larva *C. formicarius* berkisar 26–50%; skor 3: kerusakan umbi tergerak larva *C. formicarius* berkisar 51–75%; dan skor 4: kerusakan umbi tergerak larva *C. formicarius* >76% (umbi tidak layak dikonsumsi). Kerusakan umbi dihitung berdasarkan tingkat kerusakan sesuai dengan skor masing-masing yang dilakukan pada saat panen dengan mengambil 10 tanaman sampel tiap perlakuan. Selanjutnya, hasil skor kerusakan umbi pada tanaman sampel digunakan untuk menghitung intensitas serangan *C. formicarius* mengacu metode yang dikembangkan Man et al. (2011):

$$I = \sum \frac{n_i \times v_i}{ZN} \times 100\% , \text{ dengan}$$

I: intensitas serangan (%); n<sub>i</sub>: banyaknya umbi yang menunjukkan skor ke-i; v<sub>i</sub>: skor umbi ke-i

(0–4); Z: skor tertinggi (4); dan N: banyaknya umbi yang diamati.

### Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam program MINITAB 14, jika terdapat perbedaan di antara perlakuan maka dilanjutkan uji jarak berganda (*Duncan's Multiple Range Test*) pada taraf  $\alpha = 0,05$ .

## HASIL

### Pengaruh integrasi komponen pengendalian hama *C. formicarius* terhadap jumlah, berat, dan diameter umbi

Jumlah umbi tiap tanaman diperoleh dengan cara menghitung seluruh umbi yang terbentuk pada waktu panen, mulai dari yang terkecil sampai dengan yang berukuran besar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata jumlah umbi yang diperoleh tiap tanaman berkisar 3,30–5,60 buah dengan berat berkisar 315,85–722,30 g (Tabel 2). Jumlah umbi tertinggi dicapai oleh kombinasi pengendalian P6 (5,60 buah) yang terdiri atas komponen aplikasi *B. bassiana* sebanyak tujuh kali (0, 30, 40, 50, 60, 70, dan 80 HST), pupuk organik 3 t/ha, menutup gulud menggunakan mulsa plastik, pembalikan batang (45 HST), tetapi tanpa ada pembumbunan. Namun demikian, jumlah umbi tersebut tidak berbeda signifikan dengan kombinasi pengendalian P5 (5,10 buah) maupun P4 (4,80 buah) yang terdiri atas komponen aplikasi *B. bassiana* hanya 4–5 kali, sedangkan komponen lainnya sama dengan kombinasi pengendalian P6.

Jumlah umbi terendah terjadi pada petak kombinasi pengendalian P1, yaitu hanya 3,30 buah dengan mengandalkan aplikasi insektisida sintetik berbahan aktif deltametrin sebanyak 4 kali (0, 30, 60, dan 90 HST), pembalikan batang, pembumbunan, dan pemberian pupuk organik 3 t/ha. Jumlah umbi yang diperoleh pada P1 tidak berbeda signifikan dengan P2 (3,40 buah), yaitu terdiri atas komponen pengendalian pemberian pupuk organik 3 t/ha, pembalikan batang, pemberian mulsa plastik, dan aplikasi *B. bassiana* dua kali (0 dan 30 HST). Jumlah umbi yang diperoleh pada kombinasi pengendalian P3 meningkat menjadi 3,60 buah jika komponen aplikasi *B. bassiana* ditambah menjadi tiga kali

**Tabel 2.** Rerata jumlah dan berat umbi tiap tanaman serta diameter umbi pada berbagai teknik pengendalian *Cylas formicarius*

**Table 2.** Average number and weight tuber per plant and tuber diameter in various control techniques of *Cylas formicarius*

Perlakuan (Treatment)	Rerata jumlah umbi dan berat umbi serta diameter umbi (Average number, weight tuber, and tuber diameter)		
	Jumlah umbi (buah) (Number of tubers (tuber))	Berat umbi tiap tanaman (Weight tuber per plant) (g)	Diameter umbi (Tuber diameter) (cm)
P1	3,30 de	315,85 f	3,9
P2	3,40 cd	349,39 ef	4,4
P3	3,60 c	358,77 de	4,4
P4	4,80 ab	524,35 c	4,4
P5	5,10 ab	722,30 a	5,5
P6	5,60 a	699,80 ab	5,4
DMRT 5%	0,55	0,28	1,05
KK (%)	13,18	16,63	16,61

Angka sekolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

(The numbers in the same column followed by the same letter were not significantly different in the 5% DMRT test).

(0, 30, dan 40 HST), meskipun jumlah umbi tersebut juga tidak berbeda signifikan dengan kombinasi pengendalian P2.

Berat umbi tiap tanaman tertinggi diperoleh pada kombinasi pengendalian P5, yaitu mencapai 722,30 g dengan jumlah aplikasi *B. bassiana* hanya lima kali (0, 30, 40, 50, 60). Hasil berat umbi pada P5 lebih tinggi jika dibandingkan dengan kombinasi pengendalian P6 (699,80 g) dengan jumlah aplikasi *B. bassiana* hingga tujuh kali (0, 30, 40, 50, 60, 70, 80 HST) meskipun jumlah umbi yang diperoleh pada P6 lebih banyak. Berat umbi terendah terjadi pada kombinasi pengendalian P1 hanya 315,85 g, namun berat umbi pada P1 juga tidak berbeda signifikan dengan berat umbi yang diperoleh pada kombinasi pengendalian P2.

#### Pengaruh integrasi komponen pengendalian terhadap jumlah telur *C. formicarius* tiap tanaman

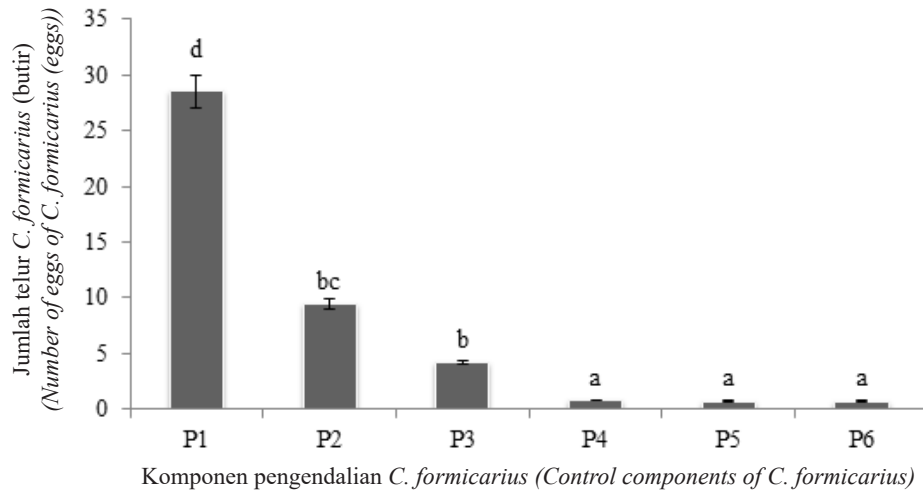
Semakin banyak jumlah telur yang diletakkan oleh imago pada tiap pangkal batang maka semakin banyak juga peluang jumlah larva yang dapat bertahan hidup dan menggerek umbi. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa rerata jumlah telur *C. formicarius* yang dapat diamati pada tiap pangkal batang berkisar 0,71–28,50 butir (Gambar 1). Jumlah telur yang diletakkan imago *C. formicarius* hingga mencapai 28,50 butir yang ditemukan pada tiap pangkal batang pada petak P1.

Sementara itu, rerata jumlah telur *C. formicarius* yang ditemukan pada P2 lebih rendah dari P1, yaitu hanya 9,40 butir, namun jumlah telur tersebut tidak berbeda signifikan dengan pengendalian P3, yaitu 4,20 butir.

Rerata jumlah telur *C. formicarius* terendah terjadi pada kombinasi pengendalian P6, yaitu hanya 0,71 butir, namun jumlah telur tersebut tidak berbeda signifikan dengan P5 (0,73 butir) maupun P4 (0,80 butir). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah telur *C. formicarius* pada kombinasi pengendalian P6, P5 maupun P4 jauh lebih rendah, yaitu  $\leq 1$  butir tiap pangkal batang. Dengan demikian, peluang jumlah larva yang hidup dan menggerek umbi juga relatif rendah jika dibandingkan dengan P3 atau P2 maupun P1.

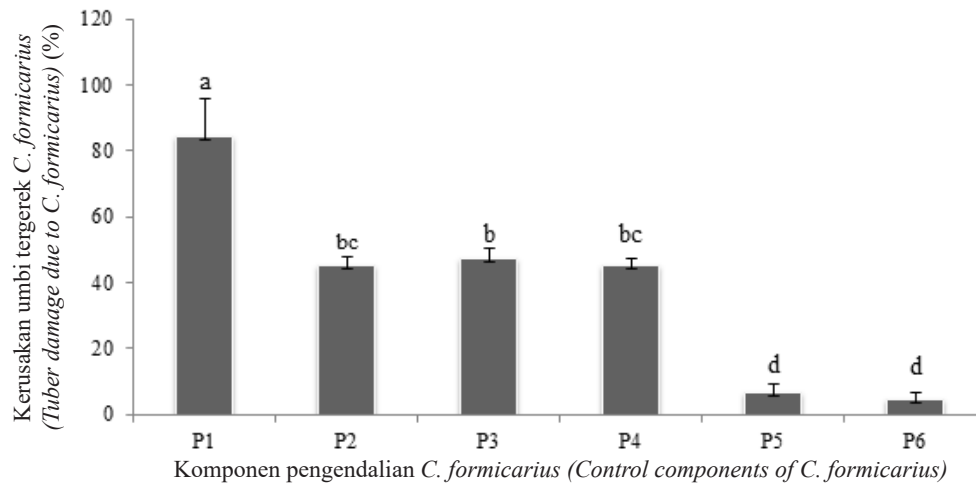
#### Pengaruh jumlah larva *C. formicarius* dan kerusakan umbi

Hasil pengamatan dengan membelah umbi ditemukan berbagai stadia larva beserta bekas kotoran larva di dalam umbi. Jumlah larva yang ditemukan pada tiap tanaman mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap tingkat kerusakan umbi. Semakin banyak jumlah larva *C. formicarius* yang terdapat di dalam umbi maka semakin berat tingkat kerusakan umbi yang terjadi. Tingkat kerusakan umbi tertinggi hingga mencapai 84,50% dengan jumlah larva sebanyak 29,50 individu terjadi pada P1 (Gambar 2 dan 3).



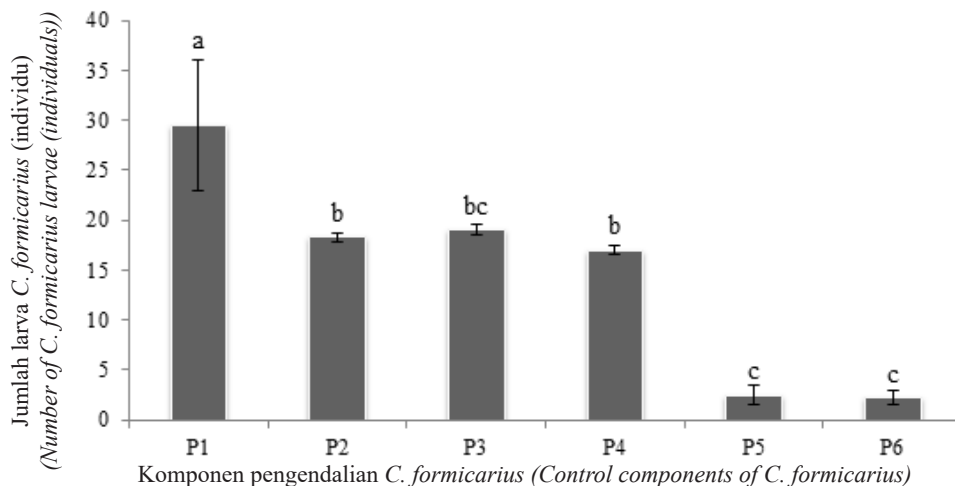
**Gambar 1.** Rerata jumlah telur *Cylas formicarius* yang ditemukan pada tiap pangkal batang ubi jalar pada berbagai teknologi pengendalian.

**Figure 1.** The average number of *Cylas formicarius* eggs found at each base of sweet potato stems in various control technologies.



**Gambar 2.** Efikasi komponen teknologi pengendalian terhadap kerusakan umbi yang tergerak larva *Cylas formicarius*.

**Figure 2.** Efficacy of control technology components against tuber damage caused by larvae of *Cylas formicarius*.



**Gambar 3.** Efikasi komponen teknologi pengendalian terhadap jumlah larva *Cylas formicarius* yang hidup.

**Figure 3.** Efficacy of control technology components on the number of live *Cylas formicarius* larvae.

Kombinasi pengendalian P1 terdiri atas komponen aplikasi insektisida sintetik sebanyak empat kali, pembalikan batang, penyiangan gulma, dan pembumbunan selain pemberian pupuk organik 3 t/ha. Kerusakan umbi terendah hanya 6,50% pada kombinasi pengendalian P5 dengan jumlah larva 2,5 individu (Gambar 2 dan 3). Tingkat kerusakan umbi pada P5 tidak berbeda signifikan dengan tingkat kerusakan umbi pada P6, yaitu sebesar 4,50% dengan jumlah larva *C. formicarius* 2,25 individu. Kombinasi pengendalian P5 hanya dibedakan jumlah aplikasi *B. bassiana*, yaitu lima kali, sedangkan P6 sebanyak tujuh kali. Dilihat dari kerusakan umbi maka komponen aplikasi *B. bassiana* lima kali ditambah aplikasi pupuk organik 3 t/ha dan penutupan gulud menggunakan mulsa palstik paling efektif dan cukup berperan dalam menekan serangan hama penggerek umbi.

dengan P2 atau P3. Padahal diameter umbi ketiga kombinasi pengendalian tersebut sama, yaitu 4,4 cm. Akan tetapi, jumlah umbi pada pengendalian P4 mencapai 4,80 buah, sedangkan rerata jumlah umbi P2 dan P3 masing-masing 3,4 dan 3,6 buah.

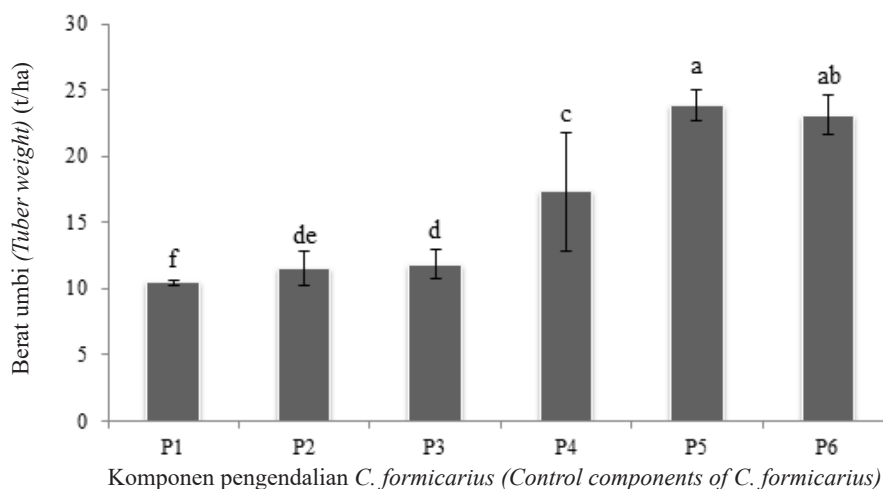
Berat umbi terendah tampak pada kombinasi pengendalian P1, yaitu hanya 10,42 t/ha atau  $\leq 50\%$  jika dibandingkan dengan hasil berat umbi pada pengendalian P5 maupun P6. Rendahnya berat umbi pada P1 disebabkan umbi yang dihasilkan banyak yang terluka akibat gerakan oleh larva *C. formicarius*. Gejala khas umbi yang tergerek larva *C. formicarius* ditandai dengan bekas luka gigitan berwarna gelap pada bagian kulit umbi terluar, sedangkan bagian dalam umbi berubah warna menjadi hijau gelap dan terdapat larva beserta bekas kotoran (Gambar 5).

### Berat umbi

Hasil berat umbi sehat per hektar diperoleh dengan cara mengambil sampel populasi tanaman tiap 20 m<sup>2</sup> pada masing-masing perlakuan. Kombinasi pengendalian P5 memperoleh berat umbi tertinggi hingga mencapai 23,83 t/ha, namun hasil berat umbi tersebut tidak berbeda signifikan dengan P6 (Gambar 4). Berat umbi pada kombinasi pengendalian P4 sebesar 17,30 t/ha, akan tetapi lebih rendah jika dibandingkan dengan berat umbi pada P6 maupun P5. Namun demikian, berat umbi pada P4 jauh lebih tinggi jika dibandingkan

### PEMBAHASAN

Berat umbi tertinggi mencapai 722,30 g/tanaman terjadi pada kombinasi pengendalian P5 tercermin oleh diameter umbi yang lebih besar mencapai 5,5 cm, sedangkan pada P6 diameter umbi hanya 5,4 cm. Berat umbi dengan aplikasi *B. bassiana* tanpa pemberian mulsa di lahan alfisol IP2TP Muneng (Probolinggo) dapat mencapai 700,70 g/tanaman (Bayu & Prayogo 2016). Sementara itu, hasil berat umbi yang diperoleh di



**Gambar 4.** Rerata berat umbi tanpa tergerek larva *Cylas formicarius* (ton/ha) pada berbagai komponen teknologi pengendalian.

**Figure 4.** The average tuber weight (tons/ha) without being carried by *Cylas formicarius* larvae on various components of control technology.





**Gambar 5.** Gejala bekas gerakan larva *Cylas formicarius*. A: gejala pada lapisan kulit umbi dan B: gejala gerakan di dalam umbi pada perlakuan P1.

**Figure 5.** Symptoms of tuber damage due to *Cylas formicarius* larvae. A: symptoms on the tuber skin layer and B: borer symptoms in tubers in P1 treatment.

lahan endemik *C. formicarius*, hanya sebesar 200 g/tanaman meskipun sudah melakukan aplikasi *B. bassiana* (Prayogo 2017). Perbedaan berat umbi yang diperoleh diduga berhubungan dengan tingkat kerusakan umbi akibat serangan hama penggerek dengan cara dan frekuensi aplikasi *B. bassiana*.

Berat umbi terendah hanya 315,85 g terjadi pada pengendalian P1 (cara budi daya petani) yang mengandalkan aplikasi insektisida sintetis dengan bahan aktif deltametrin sebanyak empat kali pada umur 0, 30, 60, dan 90 HST, penyiangan gulma, pembalikan batang, namun guludan tidak dilindungi menggunakan mulsa plastik meskipun sudah dilakukan pembumbunan untuk melindungi umbi. Menurut hasil penelitian Hlerema et al. (2017), aplikasi insektisida deltametrin yang disemprotkan di atas permukaan tanaman mulai umur 30 HST masih ditemukan banyak umbi yang rusak akibat tergerak larva *C. formicarius* dibandingkan dengan aplikasi *B. bassiana*. Begitu juga Prayogo & Bayu (2019) menegaskan bahwa aplikasi cendawan *B. bassiana* yang dikombinasikan dengan mulsa jerami lebih efektif dan lebih prospektif dalam mengendalikan *C. formicarius* di lahan endemik penggerek umbi di Kalimantan Selatan jika dibandingkan dengan efikasi insektisida deltametrin. Namun, menurut Taye & Tadese (2013), perbedaan bahan aktif insektisida yang diaplikasikan, yaitu klorpirifos dengan deltametrin yang dapat menyebabkan perbedaan tingkat efikasi dalam mengendalikan *C. formicarius*.

Ditinjau dari beberapa kasus tersebut pemilihan bahan aktif, cara dan frekuensi aplikasi

insektisida sintetis perlu mendapat perhatian agar pengendalian hama penggerek umbi lebih efektif dan efisien. Cara pengendalian hama penggerek umbi berbeda dengan pengendalian hama lain, karena fase yang merusak umbi adalah larva dan fase tersebut berada di dalam tanah. Aplikasi insektisida sintetis yang disemprotkan pada permukaan tanaman hanya berpeluang dapat membunuh fase imago yang ada pada permukaan tanaman jika cara aplikasi tepat sasaran. Kondisi tersebut disebabkan fase dewasa (imago) mempunyai pergerakan sangat aktif karena mampu terbang ke tempat yang lebih aman. Sementara itu, fase larva maupun telur yang ada di dalam tanah tetap mampu bertahan hidup. Oleh karena itu, pemahaman terhadap perilaku hama yang akan dikendalikan menjadi faktor penentu bagi keberhasilan pengendalian yang akan diterapkan.

Rerata jumlah telur penggerek pada P4, P5, dan P6, sangat rendah jika dibandingkan dengan kombinasi pengendalian lainnya. Fakta tersebut diduga disebabkan oleh pengaruh frekuensi aplikasi *B. bassiana* yang dilakukan lebih dari 4 kali dan pemberian mulsa plastik sebagai penutup guludan sehingga imago *C. formicarius* kesulitan dalam meletakkan telurnya jika dibandingkan dengan kombinasi pengendalian lainnya. Frekuensi aplikasi *B. bassiana* pada pangkal batang lebih dari satu kali menyebabkan terjadinya akumulasi jumlah konidia yang dapat tumbuh berkembang menjadi lebih banyak sehingga produksi toksin yang dihasilkan oleh biopestisida tersebut dapat mempengaruhi serangga dalam proses peletakan telur. Menurut Wekesa et al. (2006) aplikasi *B. bassiana* pada *Tetranychus evansi* Baker

& Pritchard dapat menekan jumlah telur yang diletakkan maupun jumlah telur yang berhasil menetas. Cendawan *B. bassiana* juga mempunyai kemampuan dalam membunuh fase telur *C. formicarius* karena bersifat ovisidal sehingga jumlah telur yang bertahan hidup lebih sedikit. Kemampuan sifat ovisidal cendawan *B. bassiana* dalam membunuh fase telur *C. formicarius* pernah dilaporkan Prayogo (2012; 2013). Sifat ovisidal *B. bassiana* juga tampak dalam membunuh Ordo Diptera; Culicidae maupun telur *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) (Shi et al. 2008; Nisha et al. 2013; Krishna & Bhakar 2013; Zhang et al. 2014). Faktor terbatasnya jumlah telur pada kombinasi pengendalian P4, P5 maupun P6 diduga juga adanya kontribusi yang cukup besar dari komponen mulsa plastik sebagai penutup guludan. Mulsa plastik dapat berperan dalam menghalangi ovipositor *C. formicarius* pada waktu proses peletakan telurnya pada pangkal batang tanaman. Efikasi pemberian mulsa plastik khususnya yang berwarna putih atau logam juga mampu menekan populasi serangga dewasa maupun larva *Drosophila suzukii* Matsumura berkisar 50–51% jika dibandingkan dengan pengendalian menggunakan kimiawi karena jumlah telur yang diletakkan juga terbatas (Fountain et al. 2020; McIntosh et al. 2021). Fenomena ini terjadi karena pengaruh sinar UV yang dihasilkan mulsa plastik sehingga serangga tidak tertarik meletakkan telurnya (Zhu et al. 2014).

Tingginya kerusakan umbi yang terjadi pada pengendalian P1 disebabkan oleh lahan entisol memiliki struktur alluvial, jika musim kemarau permukaan tanahnya mudah terbelah dan membuka celah sehingga memudahkan imago penggerek mencapai pangkal batang dan meletakkan telurnya karena pada P1 tidak ada komponen mulsa plastik meskipun sudah dilakukan pembumbunan. Menurut Rehman et al. (2019) bahwa lahan kering yang tidak dilindungi menggunakan mulsa sebagai penutup tanah maka mudah terbentuk celah/rongga sebagai mediasi imago *C. formicarius* untuk meletakkan telurnya.

Telur merupakan fase awal hama penggerek umbi yang akan menetas membentuk larva setelah tujuh hari diletakkan imago dan seluruh fase larva yang terbentuk dari serangga ini menggerek umbi.

Oleh karena fase larva *C. formicarius* berada di dalam umbi di dalam tanah maka kombinasi pengendalian hama tersebut harus disesuaikan dengan karakter kehidupannya. Berbagai tindakan pengendalian hama penggerek umbi yang dianjurkan peneliti sebelumnya antara lain (1) menanam varietas toleran yang umumnya varietas tersebut mengandung senyawa antibiosis sehingga serangga tidak tertarik datang ke pertanaman untuk meletakkan telurnya; (2) melindungi daerah pangkal batang dengan menutup menggunakan mulsa atau pembumbunan guludan; dan (3) aplikasi insektisida sintetik atau biopestisida yang dapat membunuh hama tersebut (Palanaswarmi et al. 2002; Muiyiza et al. 2012; Misra et al. 2001). Menurut pernyataan Valencia et al. (2011) bahwa keunggulan efikasi biopestisida *B. bassiana* karena produksi toksin beauvericin, oosporein, bassianin, dan tenellin yang sangat toksik dalam membunuh telur, larva maupun imago *Leptinotarsa decemlineata* Say.

Berat umbi sehat yang dihasilkan tiap hektar tertinggi terjadi pada kombinasi pengendalian P5 yang terdiri atas komponen aplikasi *B. bassiana* lima kali, pupuk organik 3 t/ha, serta pemberian mulsa plastik sebagai penutup gulud tampak lebih berperan dalam melindungi serangan hama penggerek umbi. Aplikasi *B. bassiana* sebanyak lima kali terlihat lebih efektif dan efisien karena hasil umbi lebih tinggi dibandingkan dengan aplikasi sebanyak tujuh kali. Komponen pengendalian menggunakan mulsa plastik sebagai penutup gulud juga lebih menyulitkan imago dalam menjangkau pangkal batang selain meningkatkan kelembaban tanah maupun efisiensi dalam penyiangan gulma. Sementara itu, dosis pupuk organik hingga 3 t/ha diperlukan untuk memperbaiki struktur tanah maupun kesuburan lahan yang miskin bahan organik khususnya tipe entisol dengan struktur alluvial. Selain itu, pupuk organik tersebut dapat meningkatkan daya tahan tanah dalam menahan kehilangan air sehingga kondisi tanah tetap lembab untuk mendukung pertumbuhan maupun perkembangbiakan *B. bassiana* yang diaplikasikan ke pangkal batang. Pemberian pupuk organik 3 t/ha secara langsung mampu meningkatkan kesuburan lahan sehingga produktivitas umbi yang diperoleh juga meningkat. Oleh karena itu, teknologi pengendalian hama

penggerek ubi perlu adanya integrasi berbagai komponen pengendalian terutama bagi lahan yang endemik khususnya tipe tanah entisol dengan struktur alluvial.

Mengingat bahwa *C. formicarius* merupakan hama utama di setiap pertanaman ubi jalar dan lebih sulit cara pengelolaannya maka komponen pengendalian hama terpadu yang mengkombinasikan berbagai komponen pengendalian mempunyai peluang keberhasilan yang lebih besar jika dibandingkan dengan penerapan teknologi pengendalian secara individual. Hasil penelitian ini menginformasikan bahwa integrasi pengendalian hama penggerek ubi dengan penerapan hama terpadu melalui kultur teknis (penyiangan, pembalikan batang, pembumbunan, menutup gulud menggunakan mulsa plastik), pemberian pupuk organik, aplikasi biopestisida khususnya *B. bassiana* sebanyak lima kali dengan memperhatikan analisis ekosistem dapat dianjurkan bagi lahan endemik pada tipe entisol yang mempunyai struktur alluvial. Sementara itu, pengendalian penggerek ubi dengan aplikasi insektisida sintetik secara bijaksana dapat dilakukan, tetapi harus tepat dalam pemilihan jenis bahan aktif, dosis, waktu maupun cara aplikasinya agar populasi hama tersebut dapat dipertahankan hingga di bawah ambang kendali.

## KESIMPULAN

Dari enam kombinasi pengendalian hama penggerek ubi *C. formicarius* yang diuji maka integrasi pengendalian P5 yang terdiri atas komponen aplikasi *B. bassiana* sebanyak lima kali, pemberian pupuk organik 3 t/ha, dan penutupan gulud menggunakan mulsa plastik paling efektif dan efisien untuk menekan kerusakan ubi yang terjadi hanya 8% di lahan endemik khususnya tipe lahan entisol dengan struktur alluvial. Teknologi budi daya ubi jalar yang dikembangkan petani dengan aplikasi insektisida sintetik deltametrin empat kali dan pembumbunan belum mampu menekan serangan hama penggerek ubi di lahan entisol yang endemik *C. formicarius*. Integrasi pengendalian hama penggerek ubi terdiri atas komponen aplikasi *B. bassiana*, pemberian pupuk organik, dan pemberian mulsa plastik lebih efektif

dan efisien serta aman dalam menekan paparan residu pestisida sintetik sehingga dapat dianjurkan sebagai inovasi teknologi pengendalian *C. formicarius* di lahan entisol.

## DAFTAR PUSTAKA

- Antiaobong EF, Bassae EE. 2008. Constraint and prospects of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) production in the humid environment of Southern Nigeria. Di dalam: *Proceeding of the 2<sup>nd</sup> African Regional Conference on Sustainable Development (4–7 November 2008)*. hlm. 68–72. Uyo, Nigeria: Held at The Governor's Office Annex.
- Ali A, Sermann H, Lerche S, Buttner C. 2009. Soil application of *Beauveria bassiana* to control *Ceratitis capitata* in semi field conditions. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* 74:357–361.
- Bayu MSYI, Prayogo Y. 2016. Pengendalian hama penggerek ubi jalar *Cylas formicarius* (Fabricius) (Coleoptera: Curculionidae) menggunakan cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin. *Jurnal Entomologi Indonesia* 13:40–48. DOI: <https://doi.org/10.5994/jei.13.1.40>.
- Capinera JL. 2012. Sweetpotato weevil, *Cylas formicarius* (Fabricius) (Coleoptera: Curculionidae). Tersedia pada: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/IN154> [diakses 24 Maret 2021].
- Chalker-Scott L. 2007. Impact mulches on landscape plants and the environment - A review. *Journal of Environmental Horticulture* 25:239–249. DOI: <https://doi.org/10.24266/0738-2898-25.4.239>.
- Devi M, Kumar KI, Niranjana RF. 2014. Biology of sweet potato weevil *Cylas formicarius* on sweet potato. *Journal of the Entomological Research Society* 38:53–57.
- Erenstein O. 2002. Crop residue mulching in tropical and semitropical countries. An evaluation of residue availability and the technological implication. *Soil and Tillage Research* 67:115–133. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(02\)00062-4](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(02)00062-4).
- Fountain MT, Badiee A, Hemer S. 2020. The use of light spectrum blocking films to reduce populations of *Drosophila suzukii* Matsumura in fruit crops. *Scientific Reports* 10:15358.494. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72074-8>.
- Gunasekaran P, Shakila A. 2014. Effect of mulching on weed control and tuber yield of medicinal

- coleus (*Coleus forskhollim* Briq.). *The Asian Journal of Horticulture* 9:124–127.
- Hlerema I, Laurie S, Eiasu B. 2017. Preliminary observations on use of *Beauveria bassiana* for the control of the sweet potato weevil (*Cylas* sp.) in South Africa. *Open Agriculture* 2:595–599. DOI: <https://doi.org/10.1515/opag-2017-0063>.
- Korada RR, Naskar SK, Palaniswami MS, Ray RC. 2010. Management of sweet potato weevil (*Cylas formicarius* F.): An Overview. *Journal of Root Crops* 36:14–26.
- Krishna AR, Bhaskar H. 2013. Ovicidal and adulticidal effect of acaropathogenic fungi, neem oil and new Acaricide Molecules on *Tetranychus urticae* Koch. *Entomon* 38:177–182.
- Kyereko WT, Hongbo Z, Amoanima-Dede H, Meiwei D, Yeboah A. 2019. The major sweet potato weevils; management and control- A Review. *Entomology, Ornithology & Herpetology: Current Research* 8:1–9. DOI: <https://doi.org/10.35248/2161-0983.8.218>.
- Man YS, Ndiwa ASS, Arsa IGBA. 2011. Tingkat ketahanan klon potensial ubi jalar local asal NTT terhadap hama lanas (*Cylas formicarius* Fab.). *Jurnal HPT Tropika* 11:139–146. DOI: <https://doi.org/10.23960/j.hptt.211139-146>.
- Mansaray A, Sundufu AJ, Nosoeray MT, Fomba SN. 2015. Sweet potato weevil (*Cylas puncticollis*) behavior infestation: Cultivar differences and effects on mulching. *The Open Entomol Jorunal* 9:7–11. DOI: <https://doi.org/10.2174/1874407901509010007>.
- McIntosh H, Atucha A, Townsend A, Hills WB, Guedot C. 2021. Plastic mulches reduce adult and larval populations of *Drosophila suzukii* in fall-bearing raspberry. *Journal of Pest Science* 95:525–536. DOI: <https://doi.org/10.1101/2021.05.17.444501>.
- Misra AK, Singh RS, Pandey SK. 2001. Relative efficacy of chemicals and botanical insecticide against sweet potato weevil, *Cylas formicarius* Fab. *Entomol Ornithol Herpetol* 8:1–9.
- Muyinza H, Talwana HI, Mwanga ROM, Stevenson PC. 2012. Sweet potato weevil (*Cylas* spp.) resistance in African sweet potato germplasm. *International Journal of Pest Management* 58:73–81. DOI: <https://doi.org/10.1080/09670874.2012.655701>.
- Nisha SM, A. Jebanesan, Kumar CM. 2013. Ovicidal activity of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against dengue vector *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Insect Environment* 19:195–196.
- Nonci N. 2005. Bioekologi dan pengendalian kumbang *Cylas formicarius* Fabricus (Coleoptera: Curculionidae). *Jurnal Litbang Pertanian* 24:63–69.
- Ondiaka S, Maniania NK, Nyamasyo GH, Nderitu JH. 2008. Virulence of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metharizium anisopliae* to sweet potato weevil *Cylas puncticollis* and effects on fecundity and egg viability. *Annals of Applied Biology* 153:41–48. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2008.00236.x>.
- Okada Y, Kobayashi A, Tabuchi H, Kuranouchi T. 2017. Review of major sweetpotato pests in Japan, with information on resistance breeding programs. *Breeding Science* 67:73–82. DOI: <https://doi.org/10.1270/jsbbs.16145>.
- Ossom EM, Pace PF, Rhykerd RI, Rhykerd CL. 2001. Effect of mulch tuber weed infestation, soil temperature, antigen concentration and tuber yield in *Ipomoea batatas* in Papua New Guinea. *Tropical Agriculture* 78:144–151.
- Palanaswami MS, Visalakshi A, Mohandas N, Das L. 2002. Evaluation soil application method of insecticides against *Cylas formicarius* (F.) and its impact on soil microflora in sweet potato ecosystem. *Journal of Root Crops* 28:55–60.
- Pillai KS, Rajamma P, Palaniswami MS. 1993. New technique in the control of sweet potato weevil using synthetic sex pheromone in India. *International Journal of Pest Management* 39: 84–89. DOI: <https://doi.org/10.1080/09670879309371766>.
- Prayogo Y. 2012. Virulensi beberapa isolat cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. untuk mengendalikan penggerek ubi jalar *Cylas formicarius*. Di dalam: Widjono A (Eds.), *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Tahun 2011 (Bogor, 15 November 2011)*. hlm. 738–754. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Prayogo Y. 2013. Toksisitas cendawan *Beauveria bassiana* Vuill. (Balsamo) terhadap telur dan larva penggerek ubi jalar *Cylas formicarius* (Coleoptera: Curculionidae). Di dalam: N. Saleh et al. (Eds.), *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Tahun 2013 (Malang, 22 Mei 2013)*. hlm. 669–681. Malang: Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
- Prayogo Y. 2017. Perbandingan metode aplikasi jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* untuk pengendalian *Cylas formicarius* (Coleoptera:

- Curculionidae). *J HPT Tropika* 17:84–95. DOI: <https://doi.org/10.23960/j.hptt.11784-95>.
- Prayogo Y, Bayu MSYI. 2019. Efficacy of biopesticide Be-Bas against sweet potato weevils (*Cylas formicarius* Fabricius) in Tidal Land. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 23:6–15. DOI: <https://doi.org/10.22146/jpti.32752>.
- Ray PK, Ravi V. 2005. Post harvest spoilage of sweet potato and its control measure. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 35:623–644. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408390500455516>.
- Reddy GVP, Zhao Z, Richard AH. 2014. Laboratory and field efficacy of entomopathogenic fungi for the management of the sweetpotato weevil *Cylas formicarius* (Coleoptera: Brentidae). *Journal of Invertebrate Pathology* 122:10–15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2014.07.009>.
- Rehman M, Liu J, Johnson AC, Dada TE, Gurr GM. 2019. Organic mulches reduce crop attack by sweet potato weevil (*Cylas formicarius*). *Scientific Report* 9:14860 DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50521-5>.
- Shi WB, Feng MG, Liu SS. 2008. Sprays of emulsifiable *Beauveria bassiana* formulation are ovicidal towards *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) at various regimes of temperature and humidity. *Experimental and Applied Acarology* 46:247–257. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10493-008-9172-8>.
- Su CY. 1991a. Field application of *Beauveria bassiana* for control of sweet potato weevil *Cylas formicarius*. *Chinese Journal of Entomology* 11:162–168.
- Su CY. 1991b. Screening of soils pernicious to sweet potato weevil *Cylas formicarius* and use of *Beauveria bassiana*. *Chinese Journal of Entomology* 11:198–203.
- Taye A, Tadesse E. 2013. Screening chemical pesticides for the management of sweet potato weevil, *Cylas puncticollis* (Bohemann). *International Journal of Advance Agricultural Research* 1:48–57.
- Tesfaye B. 2003. *Development of Management Practice for Sweet Potato Weevil, Cylas puncticollis (Boh) in South Ethiopia*. Thesis. Dire Dawa: Alemaya University.
- Valencia JWA, Bustamante ALG, Jimenez AV, Grosi-de-Sa MF. 2011. Cytotoxic activity of fungal metabolites from the pathogenic fungus *Beauveria bassiana*: An intraspecific evaluation of Beauvericin production. *Current Microbiology* 63:306–312. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00284-011-9977-2>.
- Wekesa VW, Knapp M, Maniania NK, Boga H. 2006. Effects of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on mortality, fecundity and egg fertility of *Tetranychus evansi*. *Journal of Applied Entomology* 130:155–159. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2006.01043.x>.
- Yasuda K, Yakayesu K, Uehara K. 1997. Effect of temperature, humidity and conidial density on infection by *Beauveria bassiana* of adult sweet potato weevil *Cylas formicarius* (Fab.) (Coleoptera: Curculionidae). *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology* 41:55–58. DOI: <https://doi.org/10.1303/jjaez.41.55>.
- Yasuda K 1999. Auto-infection system for the sweet potato weevil *Cylas formicarius* (Fabricius) (Coleoptera: Curculionidae) with entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* using a modified sex pheromone trap in the field. *Applied Entomology and Zoology* 34:501–505. DOI: <https://doi.org/10.1303/aez.34.501>.
- Zhang L, Shi WB, Feng MG. 2014. Histopathological and molecular insights into the ovicidal activities of two entomopathogenic fungi against two-spotted spider mite. *Journal of Invertebrate Pathology* 117:73–78. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2014.02.005>.
- Zhu EY, Guntur AR, He R. 2014. Egg-laying demand induces aversion of UV light in 638 *Drosophila* females. *Current Biology* 24:2797–2804. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.09.076>.
- Zuraida N, Minantyorini, Kuswanudin D. 2005. Penyaringan ketahanan plasma nutfah ubi jalar terhadap hama lanas. *Buletin Plasma Nutfah* 11:11–15.