

Pengaruh Ekstrak Tanaman Picung (*Pangium edule*) sebagai Pestisida Nabati Terhadap Mortalitas Penggerek Buah Kopi

Effect of Picung (Pangium edule) Extracts as Botanical Pesticide on Mortality of Coffee Berry Borer

Soekadar Wiryadiputra^{1*)}, Iftitachiatur Rusda²⁾, dan Iis Nur Asyiah²⁾

¹⁾Peneliti Perlindungan Tanaman, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia

²⁾Program Studi Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember
Corresponding author: soekadar@yahoo.com

Abstrak

Penggerek buah kopi (PBKo/*Hypothenemus hampei*) adalah hama utama yang menurunkan produktivitas kopi Indonesia. Salah satu pengendalian hama tersebut dilakukan dengan insektisida. Penggunaan tumbuhan sebagai insektisida umumnya menunjukkan tingkat keamanan yang tinggi karena senyawanya mudah terurai dan aman. Tanaman picung (*Pangium edule*) mengandung senyawa asam sianida, flavanoid dan saponin sehingga berpotensi sebagai insektisida. Tujuan penelitian ini adalah membuktikan potensi ekstrak biji dan daun picung sebagai insektisida nabati terhadap PBKo. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap. Imago PBKo yang digunakan sebagai contoh sebanyak 20 ekor untuk setiap perlakuan. Terdapat 6 perlakuan konsentrasi ekstrak daun picung dan biji picung, satu perlakuan pembanding (karbaril 0,02%) dan kontrol negatif (air suling). Perlakuan diulang empat kali dan diamati pada enam interval waktu yaitu 24, 48, 72, 96, 120, dan 144 jam setelah perlakuan. Konsentrasi yang digunakan adalah 1,0%; 2,5%; dan 5,0%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi ekstrak biji dan daun picung semakin besar pula jumlah PBKo yang terbunuh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun dan biji picung tidak berbeda nyata dalam potensinya sebagai insektisida nabati. Perbedaan signifikan tampak antara konsentrasi 1,0%; 2,5%; dan 5,0% dengan konsentrasi insektisida pembanding karbaril. Nilai LT-50, yaitu konsentrasi yang dapat membunuh 50% PBKo adalah 1,25% untuk ekstrak daun dan 0,96% untuk ekstrak biji dengan waktu dedah 144 jam. Pada pengamatan enam hari setelah perlakuan, baik ekstrak air maupun metanol, hanya dapat mematikan sekitar 35–40% pada kisaran konsentrasi yang diuji.

Kata kunci: pestisida nabati, tanaman picung, *Pangium edule*, mortalitas, *Hypothenemus hampei*, ekstrak air, ekstrak metanol

Abstract

Hypothenemus hampei is the main pest on coffee which decrease the productivity of Indonesian coffee. One of pest control is the use of insecticides. Generally, plant extracts used as insecticides show high security level, because the compounds are easily degraded and safe. Picung (Pangium edule) contains flavanoid, cyanide acid and saponin which have potential as botanical insecticides. The purpose of this research was to prove the potential of seed and leaf of picung extract as botanical insecticides for CBB. This research used a complete random design. There were 8 treatments with the concentration of the extract from leaf

and seed of picung, one positive control treatment (Carbaril 0.02% formulation) and one negative control treatment (aquades). The treatment was repeated four times and carried out daily observation until six days. The concentrations of leaf and seed extracts were 1.0%; 2.5%; and 5.0%. The result of the research showed that between concentration applied there were no significant difference and at observation six days after application the mortality of CBB only around 35–40% on water and methanol extracts. There was no significant difference between picung leaves and seed extracts as botanical insecticides. LT-50 values were 1.25% and 0.96% respecting for leaf and seed extracts in water for six days observation. Picung extract is not very effective in controlling CBB in the interval concentration applied.

Keywords: botanical pesticide, picung tree, *Pangium edule*, mortality, *Hypothenemus hampei*, water extraction, methanol extraction

PENDAHULUAN

Penurunan produktivitas kopi dari tahun ke tahun salah satunya disebabkan oleh hama penggerek buah kopi (PBKo/*Hypothenemus hampei*). Hama PBKo menyebabkan kerugian ekonomi dan mempengaruhi ekonomi lebih dari 20 juta keluarga pedesaan di dunia. Akibat serangan PBKo biji kopi tidak dapat berkembang mengeras sehingga menurunkan kualitas dan kuantitas kopi pasar yang dihasilkan (Barera *et al.*, 1981). Oleh karena itu, diperlukan cara pengendalian yang efisien dalam arti ramah lingkungan dan efektif dalam mengatasi masalah yang ditimbulkan oleh PBKo tersebut.

Untuk mengatasi masalah penurunan produktivitas dan mutu kopi di Indonesia, sebagian besar petani masih mengandalkan penggunaan insektisida dalam mengatasi masalah penggerek buah kopi. Penggunaan insektisida sintetik di samping meninggalkan residu pada produk (Wiryadiputra, 2005), juga kurang efektif karena hampir semua stadium perkembangan serangga PBKo berada di dalam buah. Banyaknya dampak negatif dari penggunaan insektisida kimia memunculkan ide untuk mencari cara yang lebih ramah lingkungan sehingga diperlukan penelitian baru dalam pengendalian yang lebih

aman dan sederhana yaitu dengan menggunakan insektisida alami. Pemanfaatan bahan tumbuhan sebagai insektisida alami semakin meningkat sebagai upaya kembali ke alam (*back to the nature*). Gerakan kembali ke alam atau gerakan hidup sehat dengan kembali ke alam dapat didukung melalui penggunaan pestisida hayati. Wiryadiputra (2006) telah mencoba penggunaan daun Ramayana yang dicampur dengan daun tembakau untuk mengendalikan hama penggerek buah kopi dan kutu putih (*Planococcus citri*) pada skala lapangan. Pestisida ini sangat efektif pada konsentrasi 30 mL larutan induk per liter air, bahkan lebih efektif dibanding insektisida kimia metidation konsentrasi 2,0 mL/L air.

Di Indonesia terdapat banyak tanaman yang berpotensi digunakan sebagai insektisida nabati. Salah satu di antaranya adalah biji picung (*Pangium edule*). Biji picung mengandung zat flavonoid dan saponin yang sangat efektif membunuh serangga yang digunakan sebagai bahan utama insektisida. Flavonoid dapat mempengaruhi sistem pernafasan serangga sedangkan saponin mempengaruhi sistem pencernaan. Dengan menggunakan metode ekstraksi biji picung, dapat diperoleh konsentrasi flavonoid dan zat aktif lain (Carlos, 2001). Penelitian bertujuan

untuk mengetahui keefektifan ekstrak tanaman picung (*Pangium edule*) terhadap mortalitas hama penggerek buah kopi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Hama Tanaman Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (Puslitkoka) di Kaliwining, Jember. Dalam penelitian ini digunakan biji dan daun picung yang diambil dari Desa Wlingi, Kabupaten Blitar, serta imago PBKo diperoleh dari Puslitkoka.

Perlakuan yang diuji adalah tingkat konsentrasi ekstrak dua bagian tanaman picung yaitu daun dan biji. Percobaan disusun dengan rancangan acak lengkap dengan empat kali ulangan. Tingkat konsentrasi daun dan biji picung yang diuji adalah 1,0%; 2,5% dan 5,0%. Daun segar dikeringanginkan sekitar satu minggu, selanjutnya dihaluskan menjadi serbuk dengan menggunakan blender. Serbuk daun dan biji picung ditimbang sebanyak 100 g, kemudian diekstraksi secara meserasi dengan pelarut air dan metanol. Dari hasil ekstrak daun dan biji picung dibuat larutan induk dengan konsentrasi 5,0%. Setelah didapatkan larutan stok dengan konsentrasi 5,0%, kemudian dibuat larutan dengan konsentrasi 2,5%; dan 1,0% dengan cara pengenceran.

Pengujian keefektifan ekstrak daun dan biji picung terhadap mortalitas PBKo dilakukan dengan mengambil imago PBKo sebanyak 20 ekor untuk tiap konsentrasi yang diletakkan dalam cawan petri berukuran diameter 5 cm. Selanjutnya disiapkan 100 biji kopi Arabika yang diletakkan di cawan petri berukuran diameter 15 cm. Kemudian dari stok ekstrak diambil konsentrasi yang terbesar yaitu 5,0% sebanyak 5 mL, dan kemudian dibuat ekstrak dengan konsentrasi di bawahnya yakni 2,5% dan 1,0%.

Masing-masing konsentrasi tersebut dimasukkan ke dalam alat penyemprot (*sprayer*) untuk disemprotkan ke biji kopi yang sebelumnya telah diberi imago PBKo 20 ekor. Pengamatan dilakukan setelah 24 jam di bawah sinar lampu. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah imago PBKo yang mati di setiap cawan petri setiap 24 jam selama enam hari kemudian dilakukan pembedahan biji kopi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian keefektifan ekstrak daun dan biji picung terhadap mortalitas PBKo didapatkan hasil berupa kematian PBKo seperti yang disajikan dalam Gambar 1. Tampak bahwa aplikasi ekstrak daun dan biji picung, baik menggunakan ekstrak air maupun methanol, cenderung menghasilkan kematian PBKo dengan jumlah yang sama. Konsentrasi ekstrak daun paling tinggi hanya mengakibatkan kematian di bawah 25%. Kematian yang tinggi terlihat pada penggunaan ekstrak daun menggunakan air pada konsentrasi 2,5% yang mencapai rata-rata 35%. Sementara itu ekstrak biji menggunakan air juga kurang efektif dalam membunuh serangga *H. hampei*, karena pada konsentrasi tertinggi hanya mengakibatkan mortalitas 27,5%.

Pada ekstrak daun dan biji yang menggunakan bahan methanol, hasilnya agak bagus. Pada konsentrasi paling tinggi baik ekstrak daun maupun ekstrak biji diperoleh mortalitas cukup tinggi, meskipun tidak bisa menandingi mortalitas oleh insektisida kimia karbaril. Mortalitas pada ekstrak daun dengan methanol pada konsentrasi paling tinggi (5,0%) mengakibatkan rata-rata mortalitas pada hari keenam sebesar 41,3%. Di lain pihak untuk ekstrak biji mencapai 38,8%. Suatu tingkat mortalitas yang tampaknya secara statistik tidak berbeda nyata. Dibanding

dengan insektisida berbahan aktif karbaril, mortalitas *H. hampei* jauh lebih rendah pada perlakuan daun dan biji picung. Perlakuan dengan insektisida karbaril mortalitasnya bisa mencapai 93,8% terutama yang pada perlakuan ekstrak air (Gambar 1).

Tanaman picung atau kluwak atau kepayang atau pakem, yang memiliki nama ilmiah *Pangium edule* Reinw. (*Flacourtiaceae*) merupakan tumbuhan pohon yang bisa mencapai tinggi 40 m, dan tanaman ini mulai berbuah setelah berumur 6–10 tahun, serta dapat tumbuh pada ketinggian di bawah 1.000 m dpl. Tanaman picung dikenal mengandung asam sianida yang cukup tinggi yaitu mencapai 350 g per pohon. Tanaman ini dapat digunakan sebagai antiseptik, pencegah parasit dan pemusnah hama yang mujarab (Heyne, 1987). Penggunaan ekstrak tanaman picung untuk insektisida nabati telah banyak diteliti oleh beberapa peneliti. Asikin & Thamrin (2002) telah menginventarisasi tumbuhan yang ada di lahan rawa dan berpotensi sebagai pestisida nabati. Daun tanaman picung mengakibatkan mortalitas 75% hama penggerek batang padi, 75% hama ulat kubis, 60% pada ulat jengkal, 80% pada ulat grayak dan 60% pada ulat buah. Sementara itu ekstrak biji picung mengakibatkan mortalitas sebesar 75%, 75%, 70%, dan 70% masing-masing untuk hama penggerek batang, ulat kubis, ulat jengkal, dan ulat buah (Asikin, 2005). Pada skala di lapangan, ekstrak daun kepayang bisa menekan tingkat serangan daun bayam dan tanaman sawi yang disebabkan hama ulat menjadi sebesar 12,5–15,0% dan 10,0–15,5% dibandingkan pada kontrol yang kerusakannya mencapai 25–85%.

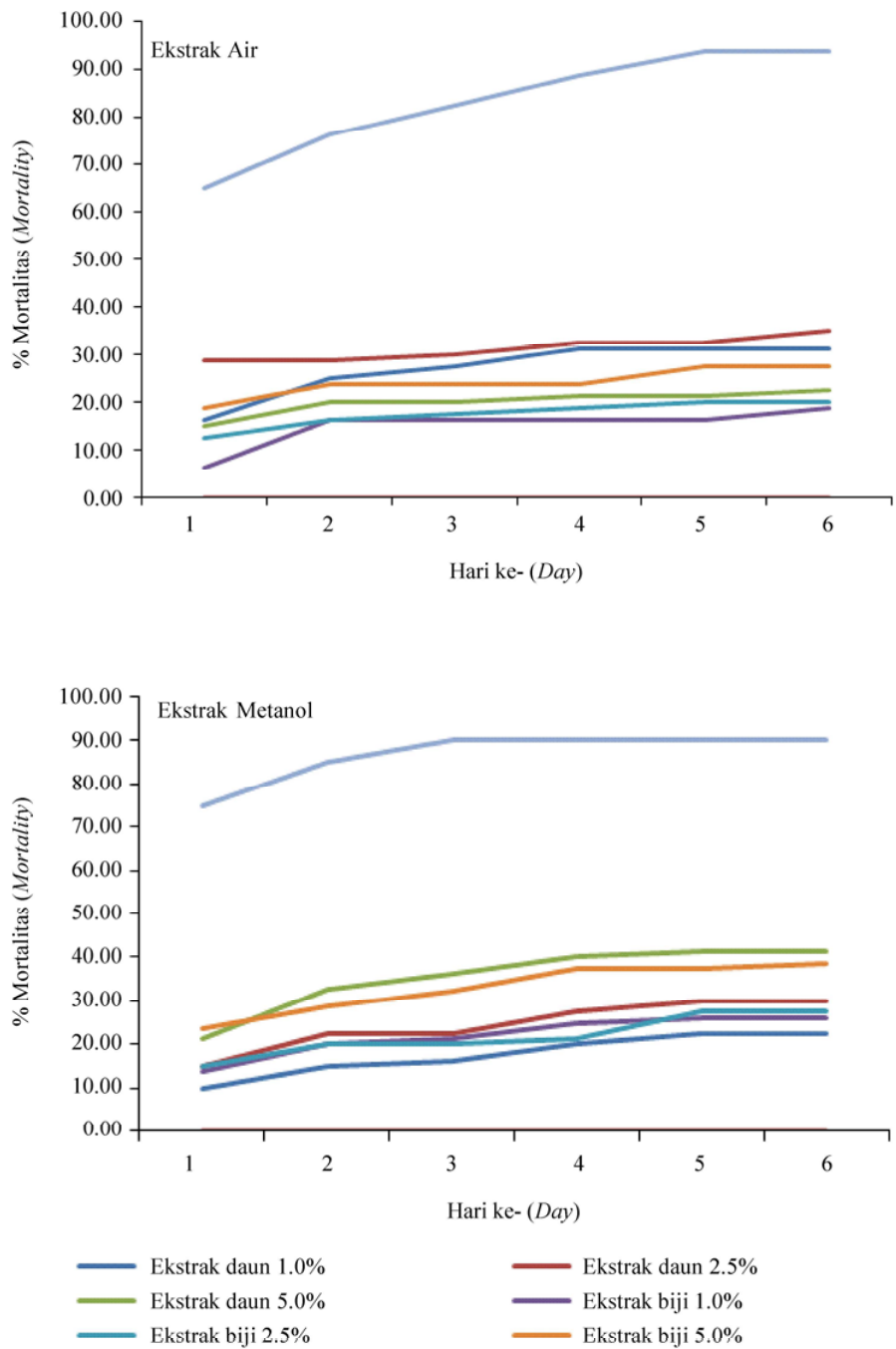
Tanaman picung mengandung senyawa asam sianida yang cukup tinggi pada semua bagian tanaman. Namun dilaporkan pada daun muda, kandungan asam sianida lebih tinggi dibanding pada daun tua. Sianida merupakan bahan beracun yang dihasilkan

dari proses hidrolisis glikosida sianogen oleh enzim yang terdapat dalam tanaman itu sendiri. Misalnya sianogen ginokardin pada tanaman picung dihidrolisis oleh enzim ginokardase menjadi glukosa dan sianohidrin yang tidak stabil dan membentuk sianida (Yuningsih, 2008). Sifat atsiri asam sianida memberikan keuntungan bahwa senyawa yang digunakan akan cepat menghilang sehingga tidak mengkhawatirkan apabila tertinggal sebagai residu yang membahayakan (Hayne, 1987). Kandungan sianida tertinggi pada tanaman picung dilaporkan pada bagian biji, kemudian diikuti pada bagian-bagian buah, daun, batang dan akar. Biji dengan struktur daging dan kulit yang keras mengandung sianida cukup tinggi, rata-rata lebih dari 2.000 ppm, sedangkan biji dengan struktur daging dan kulit yang lunak mengandung sianida rata-rata sekitar 1.000 ppm (Yuningsih, 2008).

Yuningsih *et al.* (2004) menyebutkan bahwa penyimpanan ekstrak bagian tanaman picung juga bisa menyebabkan menurunnya kadar senyawa sianida pada bahan ekstrak. Penyimpanan secara terbuka selama dua hari dilaporkan telah mengalami penurunan kadar sianida sebanyak lebih dari 50%.

Diduga karena ketidakstabilan kadar sianida inilah yang menyebabkan ekstrak daun dan biji picung yang digunakan dalam percobaan ini kurang efektif terhadap hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*). Ketidakefektifan ekstrak daun dan biji picung juga ditunjukkan dengan penghitungan nilai LD-50 sebagaimana terlihat pada Tabel 1. Dari Tabel 1 tampak bahwa untuk mematikan serangga PBKo sebanyak 50% dalam waktu 24 jam diperlukan konsentrasi 40,7% dan untuk waktu selama 144 jam diperlukan konsentrasi 1,3% untuk contoh bagian daun.

Pada insektisida pembanding yang digunakan yaitu insektisida karbaril pada konsentrasi 0,2% formulasi hanya diperlukan



Gambar 1. Pengaruh ekstrak tanaman picung (daun dan biji) terhadap mortalitas serangga penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*) pada kondisi laboratorium: Atas: Ekstrak air, dan Bawah: Ekstrak metanol
 Figure 1. Effect of picung plant (*Pangium edule*) (leaves and seeds extracts) on mortality of coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) in Laboratory condition. Above: Water extract, and Bottom: Methanol extract

waktu 3,87 jam untuk mematikan 50% serangga uji (waktu lethal 50% = *Lethal Time* 50%), sedangkan pada perlakuan ekstrak air untuk daun 5,0% nilai LT-50-nya mencapai 119 jam dan untuk ekstrak biji 5,0% memerlukan waktu 149 jam. Insektisida karbaril cukup efektif karena dapat membunuh serangga PBKo di laboratorium lebih dari 90,0% (Gambar 1). Karbaril adalah jenis insektisida yang termasuk ke dalam golongan insektisida karbamat. Jenis insektisida ini telah didaftarkan di Kementerian Pertanian dan didaftarkan antara lain untuk mengendalikan serangga hama penggerek buah kopi (PBKo, *Hypothenemus hampei*) (Kementerian Pertanian, 2012). Namun sangat jarang bahkan mungkin tidak pernah insektisida ini digunakan untuk mengendalikan hama PBKo di Indonesia (Wiryadiputra, 2006)

Dari serangga yang masih bisa bertahan hidup setelah perlakuan, ternyata masih mampu menggerek biji kopi dan membuat lubang gerek. Serangga ini masih normal menggerek biji kopi dan menghasilkan telur. Namun tampaknya jumlah serangga yang bertahan hidup juga tergantung pada konsentrasi ekstrak tanaman picung yang diaplikasikan. Semakin tinggi tingkat keefektifan ekstrak tanaman picung yang dinyatakan pada semakin tinggi konsentrasinya semakin sedikit serangga PBKo yang masih bertahan hidup dan mampu menggerek biji kopi (Tabel 2). Demikian pula semakin sedikit telur yang dihasilkan. Pada perlakuan kontrol, yang sama sekali tidak diaplikasi pestisida nabati tanaman picung maupun insektisida karbaril, biji kopi yang digerek mencapai rata-rata jumlah 19,5 yang berarti hampir tiap serangga yang diinfestasikan

menggerek satu biji kopi, serta menghasilkan telur sebanyak rata-rata 25,5–26,8 butir. Pada perlakuan karbaril yang tingkat keefektifannya mencapai lebih 90%, ternyata serangga yang tidak mati juga masih mampu menghasilkan telur, meskipun rata-rata hanya 2,3 butir. Keturunan dari telur-telur ini berpotensi menghasilkan keturunan yang tahan terhadap insektisida karbaril.

Persentase kematian PBKo akibat perlakuan ekstrak daun dan biji picung semakin meningkat seiring dengan lamanya waktu dedah. Pada penelitian ini lingkungan dibuat sehomogen mungkin, sehingga persentase kematian PBKo pada pengamatan 24 jam pertama sampai 144 jam bukan merupakan akibat dari faktor lingkungan, melainkan akibat dari perlakuan dalam penyemprotan ekstrak daun dan biji picung. LC_{50} dan LT_{50} digunakan sebagai standar untuk penelitian ini. Perhitungan konsentrasi dan lama waktu dalam penelitian ini mencari konsentrasi yang mengakibatkan kematian PBKo sebanyak 50% dan waktu kematian PBKo hingga mencapai jumlah kematian 50%.

Berdasarkan hasil analisis probit didapat LC_{50} ekstrak daun dan biji picung dalam air selama 144 jam waktu pengamatan adalah 1,25% dan 0,96%. Konsentrasi biji picung lebih kecil yaitu 0,96% daripada daun picung yaitu 1,25% pada pengamatan 144 jam. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak biji picung dengan konsentrasi lebih sedikit daripada ekstrak daun picung dapat mematikan PBKo sebesar 50%. Akan tetapi waktu yang dibutuhkan ekstrak biji picung dalam mematikan PBKo sebesar 50% (LT_{50}) lebih lama yakni 149 jam dibandingkan dengan ekstrak daun picung yang 118 jam.

Tabel 1. Hasil analisis probit untuk konsentrasi lethal 50% (LC_{50})

Table 1. Probit analysis value for lethal concentration 50% (LC_{50})

Ekstrak (Extract)	24 jam (hours)	48 jam (hours)	72 jam (hours)	96 jam (hours)	120 jam (hours)	144 jam (hours)
Daun (Leaves)	40.74	14.27	11.06	9.47	9.33	1.25
Biji (Seeds)	102.52	177.28	55.64	24.91	25.97	0.96

Tabel 2. Jumlah serangga PBKo yang bertahan hidup dan menggerek biji kopi serta meletakkan telur pada perlakuan pestisida nabati picung

Table 2. Number of coffee berry borer which survival and boring of the beans as well as laid eggs in the treatment of picung botanical pesticide

Perlakuan Treatments	Ekstraksi Metanol Methanol extraction			Ekstraksi Air Water extraction		
	Lbgkotr *)	Lbgtlr *)	Jumlah Telur Number eggs	Lbgkotr	Lbgtlr	Jumlah Telur Number eggs
Daun (Leaf) 1.0%	10.25	7.50	13.25	7.50	3.25	9.00
Daun (Leaf) 2.5%	8.50	4.50	6.75	7.25	3.00	7.25
Daun (Leaf) 5.0%	6.75	4.50	7.50	8.25	3.75	8.25
Biji (Seed) 1.0%	9.50	6.75	10.50	10.00	3.50	10.25
Biji (Seed) 2.5%	9.50	7.25	12.75	9.50	4.00	11.00
Biji (Seed) 5.0%	8.00	4.25	7.50	7.50	3.00	7.75
Carbaryl 0.2% form	0.75	0.50	1.50	1.00	0.75	2.25
Kontrol (Untreated)	19.50	13.5	26.75	16.50	9.50	25.50
Jumlah (Total)	72.75	48.75	86.50	67.50	30.75	81.25

Keterangan (Notes): *) Lbgkotr = Lubang pada biji dengan kotoran (Hole on the bean with the faces); Lbgtlr = Lubang pada biji dengan telur PBKo (Hole on the bean with coffee berry borer eggs).

Hasil analisis LC_{50} konsentrasi daun dan biji picung menunjukkan semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun dan biji picung semakin cepat membunuh PBKo LT_{50} . Pengaruh suatu insektisida atau zat aktif tergantung dari jumlah partikel dan lamanya waktu pemaparan. Reaksi zat aktif pada ekstrak daun dan biji picung terhadap PBKo memerlukan waktu yang relatif lama untuk sampai pada organ sasaran (Shargel & Yu, 1988).

Insektisida masuk ke dalam tubuh serangga dengan berbagai cara, di antaranya sebagai racun kontak yang dapat masuk ke dalam tubuh melalui kulit atau dinding tubuh serangga, racun perut atau mulut, masuk melalui alat pencernaan serangga dan yang terakhir dengan fumigan, yang merupakan racun yang masuk melalui pernafasan serangga (Hayne, 1987). Tanaman picung (*Pangium edule*) mengandung beberapa komponen kimia yaitu asam sianida, flavonoid dan saponin (Hayne, 1987). Asam sianida merupakan salah satu jenis racun yang paling toksik dan cepat reaksinya terhadap tubuh hewan. Jika zat ini masuk ke dalam tubuh bisa menghambat reaksi bolak-balik pada

enzim sitokrom oksidase yang mengandung besi dalam status ferri (Fe^{3+}) di dalam sel. Jika di dalam sel terjadi kompleks ikatan enzim sianida, maka proses oksidasi akan dihambat, sehingga mengganggu penggunaan oksigen oleh sel dan dapat menyebabkan kematian sel (Kardinan, 2001). Saponin berpengaruh pada sistem pencernaan serangga yang menyebabkan kematian. Saponin akan merusak struktur dan permeabilitas membran sel serangga, sehingga komponen di dalam sel keluar dan menyebabkan kematian serangga (Shargel & Yu, 1988)

Flavonoid masuk ke dalam mulut serangga melalui sistem pernafasan berupa spirakel yang terdapat di permukaan tubuh dan menimbulkan kelayuan syaraf, sehingga serangga tidak dapat bernafas dan akhirnya mati (Shargel & Yu, 1988). Berdasarkan laporan penelitian penggunaan ekstrak biji picung sebagai insektisida pada *Musca domestica*, dengan penggunaan konsentrasi 21,5% dalam waktu 60 menit dapat mematikan 50% lalat (Vega *et al.*, 2002). Daun picung dapat digunakan sebagai insektisida nabati pada wereng, ulat dan

penggerek batang padi. Didukung dari penelitian sebelumnya, dan dari kandungan aktif picung yang dapat membunuh serangga serta hasil penelitian ini, picung juga efektif digunakan sebagai insektisida nabati terhadap PBKo. Namun perlu dilakukan aplikasi di lapangan untuk membuktikan keefektifan yang sesungguhnya dalam pengendalian PBKo di lapangan.

KESIMPULAN

1. Ekstrak daun dan biji picung kurang efektif dibandingkan insektisida karbaril dalam membunuh serangga hama penggerek buah kopi di laboratorium baik dengan ekstrak air maupun methanol. Pada ekstrak air, daya bunuh tertinggi setelah pengamatan enam hari pada daun adalah 35,0% yaitu pada konsentrasi 2,5%, sedangkan pada biji hanya 27,5%, yaitu pada konsentrasi 5,0%. Pada ekstrak methanol untuk daun dan biji daya bunuh tertinggi mencapai masing-masing 41,3% dan 38,8%.
2. Daya bunuh pestisida nabati berupa ekstrak tanaman picung jauh lebih rendah dibanding pestisida pembeding karbaril.
3. Serangga PBKo yang bertahan hidup setelah aplikasi pestisida nabati berpotensi berbiak, menggerek biji kopi dan meletakkan telur secara normal.

DAFTAR PUSTAKA

- Asikin, S. (2005). Manfaat beberapa bagian tumbuhan kepayang terhadap hama sayuran. *Laporan Hasil Penelitian*. Balittra, Banjarbaru.
- Asikin, S. & M. Thamrin (2002). Bahan tumbuhan sebagai pengendali hama ramah lingkungan. Disampaikan pada *Seminar Nasional Lahan Kering dan Lahan Rawa*, 18–19 Desember 2002.
- BPTP Kalimantan Selatan dan Balittra. Banjarbaru.
- Carlos (2001). *Uji Flavonoid sebagai Anti Mikrobial*. ITB, Bandung.
- Hayne, K. (1987). *Tumbuhan Berguna Indonesia*. Jilid III. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan.
- Jaramillo, J.; A.C. Olaye; C. Kamonjo; A. Jaramillo; F.E. Vega; M. Poehling & C. Borgemeister (2009). Thermal tolerance of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*: Predictions of climate change impact on a tropical insect. *Pest. Plos One*, 4, 64–87.
- Kardian, A. (2001). *Pestisida Nabati Ramuan dan Aplikasi*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Kementerian Pertanian (2012). *Pestisida untuk Pertanian dan Kehutanan*. Direktorat Pupuk dan Pestisida, Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian, Kementerian Pertanian, Republik Indonesia.
- Manan, E (2013). *Pestisida Nabati dari Kluwek*. Oksigen Pertanian: Surabaya.
- Shargel & Yu (1988). Effect of alkaloids from yam (*Dioscorea hispida*) on feeding and developmental of larvae of diamondback moth (*Plutella xylostella*). *Applied Entomology Zoology*, 32, 119–126.
- Suhardi (2009). Isolasi dan karakterisasi ekstrak kasar daun pakem (*Pangium edule* Reinw.) sebagai penghambat bakteri patogen dan pembusuk daging. *Jurnal Teknologi Pertanian* 4, 84–95.
- Thamrin, M.; S. Asikin; Mukhlis & A. Budiman (2008). Potensi ekstrak flora lahan rawa sebagai pestisida nabati. p. 35-54. *In*: A. Supriyo; M. Noor; I. Arriza & D. Nazemi (Eds). *Keanekaragaman Flora dan Buah-buahan Eksotik Lahan Rawa*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Wiryadiputra, S. (2005). Masalah residu pestisida pada biji kopi Indonesia dan antisipasi penanganannya. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*, 21, 104–119.

- Wiryadiputra, S. (2006). Keefektifan pestisida nabati daun ramayana (*Cassia spectabilis*) dan tembakau (*Nicotiana tabacum*) terhadap hama utama tanaman kopi dan pengaruhnya terhadap arthropoda lainnya. *Pelita Perkebunan*, 22, 25–39. 2006.
- Yuningsih (2008). *Kandungan dan Stabilitas Sianida dalam Tanaman Picung (Pangium edule Reinw.) serta Pemanfaatannya*. Balai Penelitian Veteriner. Bogor. Badan Litbang Pertanian.
- Yuningsih; R. Damayanti; Murdiati & Darmono (2004). *Laporan Hasil Penelitian APBN*. Balai Penelitian Veteriner. Bogor.

0