

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Hama Ulat Api pada Kelapa Sawit

Ulat api merupakan jenis ulat pemakan daun kelapa sawit yang paling sering menimbulkan kerugian di perkebunan kelapa sawit. Eksplosi hama ulat api telah dilaporkan pertama pada tahun 1976. Di Malaysia, antara tahun 1981 dan 1990, terdapat 49 kali eksplosi hama ulat api, sehingga rata-rata 5 kali setahun (Norman dan Basri, 1992). Semua stadia tanaman rentan terhadap serangan ulat api. Jenis ulat api yang paling banyak ditemukan di lapangan adalah *Setothosea asigna*, *Setora nitens*, *Darna trima*, *Darna diducta* dan *Darna bradleyi*. Jenis yang jarang ditemukan adalah *Thosea vestusa*, *Thosea bisura*, *Susica pallida* dan *Birhamula chara* (Norman dan Basri, 1992). Jenis ulat api yang paling merusak di Indonesia akhir-akhir ini adalah *S. asigna*, *S. nitens* dan *D. trima*.

Ulat api mempunyai klasifikasi kingdom *Animalia*, kelas *Insekta*, sub kelas: *Pterygota*, orda *Lepidoptera*, famili *Limacodidae*, genus *Setora*, spesies *nitens*, dan memiliki nama ilmiah *Setora nitens*. Ulat berkepompong pada permukaan tanah yang relatif gembur di sekitar piringan atau pangkal batang kelapa sawit. Kepompong diselubungi oleh kokon yang terbuat dari air liur ulat, berbentuk bulat telur dan berwarna coklat gelap. Kokon jantan dan betina masing-masing berukuran 16 x 13 mm dan 20 x 16,5 mm. Stadia kepompong berlangsung selama $\pm 39,7$ hari. Serangga dewasa (ngengat) jantan dan betina masing-masing lebar rentangan sayapnya 41 mm dan 51 mm. Sayap depan berwarna coklat tua dengan garis transparan dan bintik-bintik gelap, sedangkan sayap belakang berwarna coklat muda. *Setora nitens* memiliki siklus hidup yang lebih pendek dari

S. asigna yaitu 42 hari (Hartley, 1979). Telur hampir sama dengan telur *S. asigna* hanya saja peletakan telur antara satu sama lain tidak saling tindih. Telur menetas setelah 4-7 hari. Ulat mula-mula berwarna hijau kekuningan kemudian hijau dan biasanya berubah menjadi kemerahan menjelang masa kepompong. Ulat ini dicirikan dengan adanya satu garis membujur di tengah punggung yang berwarna biru keunguan. Stadia ulat dan kepompong masing-masing berlangsung sekitar 50 hari dan 17-27 hari. Ngegat mempunyai lebar rentangan sayap sekitar 35 mm. Sayap depan berwarna coklat dengan garis-garis yang berwarna lebih gelap. Ulat api *Darna trima* mempunyai siklus hidup sekitar 60 hari (Hartley, 1979). Telur bulat kecil, berukuran sekitar 1,4 mm, berwarna kuning kehijauan dan diletakkan secara individual di permukaan bawah helaian daun kelapa sawit.

Serangan ulat pemakan daun kelapa sawit (UPDKS) mengakibatkan tanaman kelapa sawit kehilangan daun dan akhirnya secara signifikan menurunkan produksi kelapa sawit. Ulat api memakan helaian daun sehingga daun menjadi berlubang atau habis sama sekali (tinggal tulang daun) (Pahan, 2011). Kehilangan daun pada tanaman kelapa sawit mencapai 100% mengakibatkan penurunan produksi hingga 70% (satu kali serangan) dan 93% apabila terjadi serangan ulang pada tahun yang sama. Ambang ekonomi populasi *S. nitens* tergolong dalam keadaan kritis apabila terdapat 5-10 ulat dalam satu pelepah daun kelapa sawit (Direktorat Jendral Perkebunan, 2014). Jika terdapat ulat dengan jumlah populasi ambang kritis maka harus dilakukan pengendalian. Pengendalian ulat api biasanya dilakukan dengan menggunakan pestisida sintetis, namun penggunaan insektisida sintetis kurang bijaksana karena dapat

meninggalkan dampak negatif bagi lingkungan yang berkelanjutan. Menurut Efendi dkk., (2018) insektisida berbahan aktif *Beta siflutrin* mampu mengendalikan *Setothosea asigna* dengan efikasi >80%. Meskipun penggunaan insektisida sintetik mampu mengendalikan dan menurunkan populasi hama ulat api secara cepat penggunaan secara terus menerus dapat mengakibatkan peledakan populasi hama dan pencemaran lingkungan akibat tidak terurainya residu. Pengendalian secara hayati mempunyai keunggulan mampu menjaga keberlanjutan dan ramah lingkungan. Pengendalian secara hayati dapat dilakukan dengan menggunakan organisme entomopatogenik yaitu *B. thuringiensis* (Sipayung dan Hutauruk, 1982).

B. Bakteri *Bacillus thuringiensis*

Penggunaan *B. thuringiensis* sebagai insektisida biologi mempunyai banyak keuntungan diantaranya toksisitasnya hanya pada serangga target, dan umumnya tidak membahayakan musuh alami, manusia, ikan dan kehidupan lain. (Klinik sawit, 2011). Bakteri *B. thuringiensis* tergolong kedalam Divisi *Protophyta*, Kelas *Schizomycetes*, Ordo *Eubacteriales*, Sub-Ordo *Eubacteriineae*, Famili *Bacillaceae*, Genus *Bacillus*, Spesies *Thuringiensis* (Enviren, 2009). Bakteri *B. thuringiensis* merupakan salah satu bakteri patogen pada serangga. Ciri-ciri morfologi *B. thuringiensis* antara lain berwarna *cream*, bentuk koloni *circular*, elevasi *low convex*, bentuk tepi *convex regose*, struktur dalam *coarsely granular*, sifat gram positif, bentuk sel batang, sifat aerobisitas fakultatif (Astuti, 2017). Spora relatif tahan terhadap pengaruh fisik dan kimia. Pembentukan spora terjadi dengan cepat pada suhu 35° – 37° C. *B. thuringiensis* bersifat gram

positif, aerob tetapi umumnya anaerob fakultatif, dapat tumbuh pada media buatan, suhu untuk pertumbuhan berkisar antara 15°-40°C (Enviren, 2009).

Bacillus thuringiensis berpotensi mempunyai daya insektisida yang sangat tinggi sehingga mampu untuk mengendalikan hama Ulat Api. Setelah ulat makan daun yang disemprot insektisida ini, 0,5 – 2 jam kemudian akan berhenti makan dan paling lama 2 hari akan mati. Insektisida biologi *B. thuringiensis* ini hanya mematikan larva dan tidak menimbulkan masalah terhadap musuh-musuh ulat seperti predator dan parasit sehingga pengendalian hayati tidak terganggu walaupun dilakukan secara terus menerus. Ulat yang terserang *B. thuringiensis* menjadi malas, bahkan menjadi tidak berwarna dan lemas. Setelah mati ulat api menghasilkan bau busuk. Sel-sel bakteri mengandung satu kristal protein racun demikian juga dalam sporanya. Jika terlarut dalam tubuh serangga kristal ini menyebabkan paralysis pada lambung (Howard, 1994).

Bakteri *B. thuringiensis* adalah bakteri yang menghasilkan kristal protein yang bersifat membunuh serangga (insektisidal) sewaktu mengalami proses sporulasinya. Kristal protein yang bersifat insektisidal ini sering disebut dengan endotoksin. Kristal ini sebenarnya hanya merupakan protoksin yang jika larut dalam usus serangga akan berubah menjadi polipeptida yang lebih pendek (27-149 kd) serta mempunyai sifat insektisidal. Pada umumnya kristal *B. thuringiensis* di alam bersifat protoksin, karena adanya aktivitas proteolisis dalam sistem pencernaan serangga dapat mengubah *B. thuringiensis* protoksin menjadi polipeptida yang lebih pendek dan bersifat toksin. Toksin yang telah aktif berinteraksi dengan sel-sel serangga. Bukti-bukti telah menunjukkan bahwa toksin

B. thuringiensis ini menyebabkan terbentuknya pori-pori (lubang yang sangat kecil) di sel membran di saluran pencernaan dan mengganggu keseimbangan osmotik dari sel-sel tersebut. Karena keseimbangan osmotik terganggu, sel menjadi bengkak dan pecah dan menyebabkan matinya serangga (Suwarno dkk., 2015).

Bakteri *B. thuringiensis* mempunyai kelemahan apabila diaplikasikan di tanah lapang karena sensitivitasnya terhadap sinar ultra violet (UV). Salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah memberikan zat yang dapat melindungi dari sinar UV dalam formulasinya (Bahagiawati, 2005). Perlu ditingkatkan efektifitasnya dengan menggunakan ekstrak tanaman yang dapat mengendalikan hama sehingga biopestisida yang dihasilkan dapat beraksi ganda. Hal ini disebabkan karena gulma mengandung senyawa selulosa (43 % - 45 %), hemiselulosa (25 % - 30 %), dan lignin (15 % - 22 %) yang dapat berguna sebagai sumber karbon bagi pertumbuhan *B. thuringensis* (Wyman *et al.*, 2004).

C. Lantana camara

Tembelean (*L. camara*) termasuk dalam kingdom *Plantae*, divisio *Spermatophyta*, sub divisio *Angiospermae*, kelas *Monocotyledoneae*, ordo *Lamiales*, family *Verbinaceae*, genus *Paspalum*, spesies *Lantana camara* L. Tembelean (*L. camara*) merupakan tanaman perdu tegak atau setengah merambat dengan ciri-ciri batang : berkayu, bercabang banyak, ranting berbentuk segi empat, tinggi lebih dari 0,5-4 m, memiliki bau yang khas, terdapat dua varietas (berduri dan tidak berduri); Daun : tunggal, duduk berhadapan, bentuk bulat telur dengan ujung meruncing dan bagian 7 pinggirnya bergerigi, panjang 5-

8 cm, lebar 3,5-5 cm, warna hijau tua, tulang daun menyirip, permukaan atas berbulu banyak, kasar dan permukaan bawah berbulu jarang; Bunga : majemuk bentuk bulir, mahkota bagian dalam berbulu, berwarna putih, merah muda, jingga kuning, dan masih banyak warna lainnya; Buah : seperti buah buni dan berwarna hitam mengkilat bila sudah matang (Dalimarta, 1999).

Menurut Pramono 1999, daun tembelean (*L. camara*) memiliki kandungan senyawa kimia seperti *lantadene A*, *lantadene B*, *lantanollic acid*, *lantic acid*, minyak atsiri (berbau menyengat yang tidak disukai serangga), *beta-caryophyllene*, *gamma-terpidene*, *alpha-pinene* dan *p-cymene*. Kandungan tersebut dapat dimanfaatkan sehingga mampu membunuh secara kontak berbagai jenis ulat daun. Tembelean merupakan gulma beracun dan berbau sangat menyengat. Bau menyengat disebabkan oleh karena adanya kandungan senyawa *Phenol* dalam. Sifat meracun tembelean disebabkan adanya bahan aktif berupa senyawa *Triperpenoid*, *Lantadene A*. Daya bunuh bahan aktif tersebut, sangat dipengaruhi oleh konsentrasinya. Tembelean dimanfaatkan sebagai sumber bahan pestisida nabati (Astriani dan Dinarto, 2014). Penelitian yang telah dilakukan oleh Hidayati (2008) mendapatkan hasil bahwa seluruh bagian dari tanaman *L. camara* yang meliputi akar, daun, dan buah memunyai kandungan bahan aktif *saponin* dengan kadar yang bervariasi. Daun *L. camara* memiliki kandungan saponin tertinggi yaitu 66, 22 mg/g. Daun memiliki kandungan flavonoid tertinggi yang ditunjukkan oleh persentase luas area serapan sebesar 12,76%.

Menurut penelitian Darwiati (2005) membuktikan bahwa tembelekan ternyata juga mampu membasmi hama penggerek pucuk Mahoni (*Hysiphylla robusta*) karena kandungan *Alkaloids lantanine*, *Flavanoids* dan juga *Triterpenoids* dengan tingkat kematian 85%. Sehingga *L. camara* dapat dimanfaatkan sebagai *carrier B. thuringensis* untuk dijadikan formula biopestisida.

D. Formula Biopestisida

Pada dasarnya *B. thuringiensis* tumbuh dengan sangat baik pada media sintesis *Nutrient broth* yang berbahan dasar ekstrak daging, ekstrak khamir, pepton dan natrium klorida. Harga *Nutrient broth* tergolong cukup mahal sehingga seringkali digunakan media alternatif untuk perbanyakan dari bahan-bahan yang mudah didapatkan. Media alternative yang sering digunakan dapat menggunakan komposisi limbah kedelai atau air kelapa (Putrina dan ferdedi, 2007), Limbah cair pabrik kelapa sawit serta menggunakan ampas sagu dan illes-illes (Rini, dkk., 2015). Sjamsuriputra *et al.* (1984), menyatakan bahwa *B. thuringiensis* dalam pertumbuhannya membutuhkan air, karbon, energi, nitrogen, elemen mineral dan faktor pertumbuhan (suhu, pH, aerasi).

Hal yang perlu diperhatikan untuk membuat bahan pembawa yang baik bagi mikroba ialah: 1) non toksik terhadap inokulum; 2) memiliki kapasitas absorpsi yang baik; 3) mudah untuk diproses dan bebas dari bahan yang dapat membentuk bongkahan; 4) mudah untuk disterilisasi atau dipasteurisasi; 5) tersedia dalam jumlah yang banyak; 6) harga tidak mahal; 7) memiliki kapasitas

penyangga yang baik; 8) tidak bersifat toksik terhadap tanaman dan 9) memiliki sifat perekat bagi benih (FNCA, 2006).

Perkebunan kelapa sawit memiliki bahan potensial yang dapat digunakan sebagai media alternatif untuk pertumbuhan *B. thuringiensis*, salah satunya adalah gulma. Secara umum gulma mengandung senyawa mengandung *selulosa* (43% sampai 45%), *hemiselulosa* (25% sampai 30%), dan *lignin* (15% sampai 22%) yang semuanya termasuk ke dalam golongan sakarida. Senyawa-senyawa tersebut dapat berguna sebagai sumber karbon bagi pertumbuhan *B. thuringiensis* (Wyman *et al.*, 2004). Beberapa gulma bahkan mampu menghasilkan metabolit sekunder yang berpotensi sebagai pestisida nabati, seperti gulma Kirinyuh (*Chromolaena odorata*) dan Tembelean (*L. camara*).

Lantara camara sebagai *carrier B. thuringiensis* memiliki efek timbal balik. Senyawa aktif *L. camara* diharapkan mampu merangsang dan meningkatkan pembentukan endotoksin. Endotoksin terbentuk saat terjadinya sporulasi, dan sporulasi hanya dibuat dalam kondisi dimana kelangsungan hidup sel terancam seperti kelaparan nutrisi atau akumulasi limbah beracun tertentu (Barak dan Wilkinson, 2005). *B. thuringiensis* berperan sebagai pre-treatment dalam ekstraksi pestisida nabati melalui proses fermentasi. Senyawa aktif yang terperap pada bagian sel dapat keluar sehingga meningkatkan kadar bahan aktif pada ekstrak. Ekstraksi daun mimba, mahoni dan Tehprosia yang diberi perlakuan fermentasi memiliki intensitas serangan *Riptortus linearis* (Hemiptera, Alydidae) yang lebih rendah bila dibandingkan dengan ekstrak daun segar.

Molase merupakan limbah pabrik gula. Menurut Simanjuntak (2009), molase banyak mengandung gula dan asam-asam organik. Kandungan gula dari molase terutama sukrosa berkisar 40-55%. Molase yang mengandung nutrisi cukup tinggi untuk kebutuhan bakteri, telah dijadikan bahan alternatif untuk pengganti glukosa sebagai sumber karbon dalam media pertumbuhan mikroorganisme (Paturau, 1969).

Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS) adalah salah satu produk samping dari pabrik minyak kelapa sawit yang berasal dari kondensat dari proses sterilisasi, air dari proses klarifikasi, air *hydrocyclone* (*claybath*), dan air pencucian pabrik. Limbah cair pabrik kelapa sawit mengandung berbagai senyawa terlarut, serat-serat pendek, *hemiselulosa*, protein, asam organik dan campuran mineral-mineral.

Air kelapa mengandung sejumlah zat gizi, yaitu protein 0,2 %, lemak 0,15%, karbohidrat 7,27 %, gula, vitamin, elektrolit dan hormon pertumbuhan. Disamping itu air kelapa juga mengandung mineral seperti kalium dan natrium. Mineral-mineral itu diperlukan dalam proses metabolisme, juga dibutuhkan dan pembentukan kofaktor enzim-enzim ekstraseluler oleh bakteri pembentuk selulosa. Selain mengandung mineral, air kelapa juga mengandung vitamin-vitamin seperti riboflavin, tiamin, biotin. Wood *et al.* (1977) menemukan bahwa berdasarkan penelitian di laboratorium, *B. thuringiensis* efektif melawan *S. nitens* dengan tingkat kematian 90% dalam 7 hari. Mortalitas *B. thuringiensis* pada hari ke 3 pada formula Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit 100 % + 0,4 g gula merah + 30 ml air kelapa mempunyai tingkat kematian 100 % dengan kecepatan kematian 4,3

Ekor/Hari, Perubahan Persentase Populasi 66,6 %, Hambatan Makan 41,1 %. Sedangkan Pada Formula LCPKS 75 % + 0,4 G Gula Merah + 30 MI Air Kelapa Tingkat Kematian Kurang Dari 50 % (Wahyuono Dkk, 2013).

Menurut Rasyid (2018) media alternatif Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS) dan air kelapa dengan perbandingan 3:1 merupakan perbandingan yang paling efektif dalam memperbanyak *B. thuringiensis* yang difermentasi dengan *L. camara* untuk mengendalikan ulat api pada kelapa sawit.

Bahan aktif pada tanaman dapat dikeluarkan melalui proses ekstraksi menggunakan pelarut. Pemilihan jenis pelarut harus mempertimbangkan beberapa faktor antara lain selektivitas, kemampuan untuk mengekstrak, toksisitas, kemudahan untuk diuapkan dan harga pelarut (Harborne, 1987). Ekstraksi *L. camara* dengan *B. thuringiensis* akan dilakukan adalah berupa padatan hasil fermentasi. Dimana pada proses fermentasi akan menggunakan penguraian mikrobial yaitu *B. thuringiensis*. Proses penguraian tersebut dalam suasana anaerob, dimana terjadi perubahan karena adanya aktivitas mikroorganisme penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai. Proses fermentasi terjadi karena minim O₂ sehingga diharapkan hasilnya dapat diperoleh senyawa yang baik dan efektif.

Larutan pengestraksi yang digunakan disesuaikan dengan kepolaran senyawa yang diinginkan. Aseton merupakan keton yang paling sederhana, digunakan sebagai pelarut polar dalam kebanyakan reaksi organik. Aseton yang bersifat polar akan menarik senyawa yang bersifat polar sampai non polar. Sarastani et al. (2002) menyatakan bahwa pelarut dapat melarutkan ekstrak yang

mempunyai sifat kepolaran yang sama. Sari (2011) juga menyatakan bahawa pemilihan berbagai pelarut yang digunakan untuk ekstraksi harus tepat agar dapat menarik senyawa yang dikehendaki. Hasil penelitian Suryani dkk. (2015) menunjukkan bahwa ekstraksi daun matoa menggunakan pelarut Aseton memiliki rendemen sebanyak 24,47 %. Ekstrak daun matoa dengan pelarut Aseton mengandung senyawa-senyawa bioaktif yang dapat berfungsi sebagai antioksidan yang lebih baik dibandingkan dengan pelarut lainnya. Adanya senyawa bioaktif pada ekstrak daun matoa dengan pelarut Aseton menunjukkan senyawa tersebut mempunyai kepolaran yang sama dengan Aseton. Menurut Harborne (1987) terdapat senyawa-senyawa metabolit sekunder yang mudah larut dalam pelarut Aseton seperti klorofil dan beberapa senyawa polifenol yang berfungsi sebagai antioksidan.

E. Kombinasi Biopestisida hasil fermentasi *Bacillus thuringiensis* dan *Lantana camara* dengan hasil Ekstraksi Padatan

Fermentasi berasal dari bahasa latin “Ferfere” yang berarti mendidihkan (Muljono, 2010). Seiring perkembangan teknologi, definisi fermentasi meluas menjadi semua proses yang melibatkan mikroorganisme untuk menghasilkan suatu produk yang disebut metabolit primer dan sekunder dalam suatu lingkungan yang dikendalikan. Hasil fermentasi *B. thuringiensis* dan *L. camara* pada media alternatif Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS) dan air kelapa yaitu berupa cairan dan padatan. Pada proses fermentasi akan menggunakan penguraian mikrobial yaitu *B. thuringiensis*. Proses penguraian tersebut dalam suasana anaerob, dimana terjadi perubahan karena adanya aktivitas mikroorganisme penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai. Proses fermentasi terjadi

karena minim O₂ sehingga diharapkan hasilnya dapat diperoleh senyawa yang baik dan efektif.

Padatan dari hasil fermentasi masih mengandung senyawa aktif yang berpotensi sebagai biopestisida. Untuk menghasilkan senyawa aktif yang terkandung dalam padatan tersebut maka perlu dilakukan ekstraksi. Proses ekstraksi yang dilakukan dengan menggunakan pelarut aseton. Pelarut aseton yang bersifat polar akan menarik senyawa yang bersifat polar sampai non polar. Ekstraksi yang dilakukan dengan menggunakan pelarut aseton mengandung senyawa-senyawa bioaktif yang dapat berfungsi sebagai anti oksidan. Bahan aktif yang dikeluarkan melalui proses ekstraksi diantaranya senyawa *polifenol*, *alkaloids lantanine*, *flavanoids* dan juga *triterpenoids*. Kombinasi biopestisida *B.thuringiensis* dan *L. camara* berupa cairan hasil fermentasi dan hasil ekstraksi padatan merupakan kombinasi dengan kandungan senyawa bahan aktif yang lebih banyak. Menurut Aprilia dkk. (2012) semakin besar konsentrasi yang diberikan dari hasil ekstraksi klorofom cangkang dan duri *Diadema setosum* mengakibatkan mortalitas yang semakin meningkat.

Hasil ekstraksi padatan hasil fermentasi dengan konsentrasi 4% mempunyai daya bunuh yang rendah pada hama ulat api tanaman kelapa sawit (Cahyani, 2017). Menurut Wahyudianto (2013) konsentrasi 5,5% ekstrak akar tuba mempunyai nilai *lethal dose* (LD) 95% terhadap hama ulat api *S. nitens* pada kelapa sawit. Hasil ekstraksi daun pepaya (*Carica papaya. L*) dengan konsentrasi 10% mampu menghambat siklus hidup *S. litura* sehingga telur tidak dapat menetas dan berkembang (Ilmawati, 2015). Sedangkan pada penelitian Rusdy

(2009) ekstraksi daun mimba untuk mengendalikan *S. litura* mempunyai mortalitas tertinggi yaitu 50% pada konsentrasi hasil ekstraksi 20%.

Serangan *Setora nitens* di lapangan umumnya mengakibatkan daun Kelapa Sawit habis dengan sangat cepat dan berbentuk seperti melidi. Tanaman tidak dapat menghasilkan tandan selama 2-3 tahun jika serangan yang terjadi sangat berat. Salah satu cara mengatasi adanya serangan hama ulat api yaitu dengan menggunakan biopestisida *B. thuringiensis*, bakteri tersebut dapat merusak pencernaan ulat api yang dalam jangka 2 hari dapat mematikannya. *L. camara* merupakan salah satu gulma yang terdapat di daerah tanaman kelapa sawit. *L. camara* mempunyai senyawa karbon yang menguntungkan bagi pertumbuhan *B. thuringiensis*. Biopestisida *B. thuringiensis* dengan *L. camara* merupakan salah satu produk *double action*. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui kombinasi formula cair ekstrak *L. camara* setelah difermentasi dengan *B. thuringiensis* dengan hasil ekstraksi bahan padatan biopestisida *B. thuringiensis* dengan *L. camara* untuk mengendalikan hama ulat api pada kelapa sawit.

F. Hipotesis

Diduga kombinasi terbaik biopestisida *B. thuringiensis* dan *L. camara* dengan formula cair hasil fermentasi dengan penambahan hasil ekstraksi padatan 20% merupakan kombinasi yang efektif untuk mengendalikan populasi hama ulat api pada kelapa sawit.