

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Hama Ulat Api (*Setora nitens*) Kelapa Sawit

Hama Ulat Api *Setora nitens* diklasifikasikan sebagai berikut: Kingdom *Animalia*, Pilum *Arthropoda*, Kelas *Insecta*, Ordo *Lepidoptera*, Famili *Limacididae*, Genus *Setora*, Spesies *Setora nitens*. Ulat ini dicirikan dengan adanya satu garis membujur ditengah punggung yang berwarna keunguan. Untuk *Setora nitens* selama perkembangannya, Ulat Api berganti kulit 7-8 kali dan mampu menghabiskan helaian daun seluas 400 cm² (Susanto dkk., 2006).

Larva mula-mula berwarna hijau kekuningan kemudian hijau dan biasanya berubah menjadi kemerahan menjelang masa pupa. Panjangnya mencapai 40 mm, mempunyai 2 rumpun bulu kasar di kepala dan dua rumpun di bagian ekor. Larva ini dicirikan dengan adanya satu garis membujur di tengah punggung yang berwarna biru keunguan. Stadia ulat berlangsung sekitar 50 hari dan memiliki populasi kritis 5-10 ekor/pelepah (Sudharto, 1991).

Pupa terletak di permukaan tanah sekitar pinggiran atau di bawah pangkal batang Kelapa Sawit. Stadia pupa berkisar antara 17-27 hari (Sudharto, 1991). Pupanya bulat berdiameter 15 mm dan berwarna coklat. Imago *Setora nitens* berupa ngengat jantan dengan lebar rentang sayap sekitar 35 mm dan betina sedikit lebih lebar (Sipayung, 1991).

Ngengat berwarna coklat kelabu dengan garis hitam pada tepi sayap depan, dengan panjang 20 mm pada betina, dan lebih pendek pada jantan. Ngengat aktif pada senja dan malam hari, sedangkan pada siang hari hinggap di pelepah tua atau pada tumpukan daun yang telah dibuang dengan posisi terbalik (Sudharto, 1991).

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. Umumnya gejala serangan dimulai dari daun bagian bawah hingga akibatnya helaian daun berlubang habis dan bagian yang tersisa hanya tulang daun saja. Tingkat populasi 5-10 ulat per pelepah merupakan populasi kritis hama tersebut di lapangan dan harus segera diambil tindakan pengendalian (Sudharto, 1991).

B. Pengendalian Hayati Ulat Api (*Setora nitens*)

1. *Bacillus thuringiensis*

Bakteri *B. thuringiensis* tergolong kedalam Divisi *Protophyta*, Kelas *Schizomycetes*, Ordo *Eubacteriales*, Sub-Ordo *Eubacteriineae*, Famili *Bacillaceae*, Genus *Bacillus*, Spesies *Thuringiensis* (Enviren, 2009). *B. thuringiensis* merupakan salah satu bakteri patogen pada serangga. Ciri-ciri morfologi *B. thuringiensis* antara lain: sel vegetatif berbentuk batang dengan ukuran panjang 3-5 mm dan lebar 1,0 – 1,2 mm, mempunyai flagella, spora berbentuk oval, letaknya subterminal, berwarna hijau kebiruan dan berukuran 1,0 – 1,3 m. Spora relative tahan terhadap pengaruh fisik dan kimia. Pembentukan spora terjadi dengan cepat pada suhu 35° – 37° C. Spora mengandung asam dipikolinik (DPA), 10-15% dari berat kering spora, Sel-sel vegetatif dapat membentuk suatu rantai yang terdiri dari 5 – 6 sel. *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). Berdasarkan penelitian Wood *et al.* (1977) *B. thuringiensis* merupakan agen hayati yang mampu mengendalikan hama ulat api dengan tingkat kematian 90% dalam waktu 7 hari. Ulat api yang memakan bagian tanaman yang

telah disemprot menggunakan biopestisida menggunakan agensia hayati *B. thuringiensis* memiliki gejala dimulai dengan diam tanpa makan, setelah itu akan mati kekeringan. Jadi bentuk tubuhnya setelah mati menjadi mengkerut dan mengering (Curier and Cynthia, 1990).

B. thuringiensis berpotensi mempunyai daya insektisidal 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 mereka 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).

Formulasi cair dari *B. thuringiensis* pada formula LCPKS 100 % + 0,4g 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 %. Sedang pada formula LCPKS 75 % + 0,4 g gula merah + 30 ml air kelapa tingkat kematian kurang dari 50 % (Wahyuono, 2015).

2. *Lantana camara*

L. camara merupakan salah satu jenis gulma yang hidup disekitaran tanaman kelapa sawit. *L. camara* atau yang sering disebut tembelean merupakan gulma yang mengganggu pertumbuhan kelapa sawit (Astriani, 2010). *L. camara* adalah sebuah tumbuhan berbunga yang termasuk famili *Verbenaceae*. (Kalita, 2012). Tumbuhan tembelean termasuk tanaman perdu berbau yang hidupnya berkerumun. Tanaman ini sukar sekali dihilangkan pada waktu membuka tanah. Tanaman ini juga merupakan tanaman hias atau pagar yang berasal dari Amerika tropis, sebagian besar tanaman ini tumbuh liar. Tanaman ini membawa sekitar seratusan marga dengan seluruhnya hampir meliputi 3.000 jenis, kebanyakan tumbuhnya didaerah tropis, sedangkan didaerah luar tersebut tidak banyak tumbuh. Tanaman ini tumbuh ditempat terbuka dan terlindungi hingga 1.700 meter diatas permukaan laut yang cahaya matahari nya cerah sampai cukup teduh (Umiami, 2013).



Gambar 1. Tanaman Tembelean (*Lantana camara*)

Tembelean (*L. camara*) memiliki ciri-ciri seperti 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 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).

Tanaman tembelekan yang merupakan gulma dan sebagian orang menggunakannya sebagai tanaman hias memiliki kandungan yang memiliki racun yang tinggi untuk membasmi hama seperti ulat *plutella*, hama gudang dll. Murugesen *et.al.* (2012) menyatakan bahwa *L. camara* menandung *copane* yang berfungsi sebagai antraktan, serta mengandung *cubabene* dan *Cadinene* yang berfungsi sebagai insektisida kontak. *C. odorata* mampu mengendalikan hama gudang (*Sitophilus zeamais*) (Lawal *et.al.*, 2015), dan kecoa (*Periplaneta americana*) (Udeuani *et.al.*, 2015). Ekstrak daun tembelekan yang bersifat pahit, sejuk berbau dan mengandung senyawa kimia seperti lantadene A, lantadene B, lantanolic acid, lantic acid, minyak atsiri (berbau menyengat yang tidak disukai serangga), *beta- caryophyllene*, *gamma-terpidene*, *alpha-pinene* dan *p-cymene* dapat digunakan sebagai biopestisida nabati (Pramono, 1999).

C. Formula Biopestisida

Formula Biopestisida merupakan kultur mikrobial yang diinokulasikan ke dalam medium pembawa (*carrier*), pada saat kultur mikrobial tersebut pada fase pertumbuhan dan berdaya bunuh. Bahan pembawa biopestisida yang lazim disebut sebagai *carrier* pada dasarnya merupakan suatu bahan yang dapat digunakan sebagai tempat hidup mikrobial sebelum diaplikasikan, sehingga harus dapat mengaktifkan kegiatan mikrobial agar mampu tumbuh dan berkembang pada saat digunakan sebagai biopestisida (Putrina dan Fardedi, 2007).

Hal yang perlu diperhatikan untuk membuat bahan pembawa yang baik bagi mikroba ialah: 1) non toksik terhadap *inoculum* 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 dan 8) tidak bersifat toksik terhadap tanaman (FNCA, 2006). Bahan pembawa (*carrier*) yang digunakan harus memiliki nutrisi yang dibutuhkan bagi mikroba seperti air, karbon, energi, nitrogen, elemen mineral dan faktor pertumbuhan (suhu, pH, aerasi).

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 sering kali digunakan media alternatif untuk perbanyakan dari bahan-bahan yang mudah didapatkan. Media alternatif yang sering digunakan dapat menggunakan komposisi limbah kedelai atau air kelapa (Putrina dan Ferdedi, 2007). Limbah cair pabrik kelapa sawit (Wahyuono dkk., 2013) serta menggunakan ampas sagu dan illes-illes (Rini, dkk., 2015). Sjamsuri putra *et al.* (1984), menyatakan bahwa *B. thuringiensis* dalam pertumbuhannya membutuhkan air, karbon, energi, nitrogen, elemen mineral dan faktor pertumbuhan (suhu, pH, aerasi).

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*). Murugesen *et.al.* (2012) menyatakan bahwa *L. camara* menandung *copane* yang berfungsi sebagai antraktan, serta mengandung *cubabene* dan *Cadinene* yang berfungsi sebagai insektisida kontak *C. odorata* mampu mengendalikan hama gudang (*Sitophilus zeamais*) (Lawal *et.al.*,2015), dan kecoa (*Periplaneta americana*) (Udeuani *et.al.*, 2015).

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. LCPKS mengandung berbagai senyawa terlarut Tabel 1 menyajikan sifat dan komponen LCPKS secara umum.

Tabel 1. Sifat dan Komposisi LCPKS

Parameter	Rata – rata
pH	4,7
Minyak	4000
BOD	25000
COD	50000
Total Solid	40500
Suspended Solid	18000
Total Volatile Solid	34000
Total Nitrogen	750
Mineral	Rata – rata
Kalium	2270
Magnesium	615
Kalsium	439
Besi	46,5
Tembaga	0,89

Semua dalam mg/l, kecuali pH (Ngan, 2000).

Limbah cair dari pabrik minyak kelapa sawit ini umumnya bersuhu tinggi 70-80^oC, berwarna kecoklatan, mengandung padatan terlarut dan tersuspensi berupa koloid dan residu minyak dengan BOD (*biological oxygen demand*) dan COD (*chemical oxygen demand*) yang tinggi. Apabila limbah cair ini langsung

dibuang ke perairan dapat mencemari lingkungan dan dengan mudah membentuk endapan yang kemudian terurai secara perlahan, mengkonsumsi oksigen terlarut, menimbulkan kekeruhan, mengeluarkan bau yang tajam dan dapat merusak ekosistem perairan. Sebelum limbah cair ini dapat dibuang ke lingkungan terlebih dahulu harus diolah agar sesuai dengan baku mutu limbah yang telah ditetapkan. Tabel 2 berikut ini adalah baku mutu untuk limbah cair industri minyak kelapa sawit berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 1995.

Tabel 2 Baku Mutu Limbah Cair Kelapa Sawit

Parameter	Kadar Maksimum (mg/l)	Bahan Pencemaran Maksimum (kg/ton)
BOD ₅	100	0,25
COD	350	0,88
TSS	250	0,63
Minyak dan lemak	25	0,063
Nitrogen total (sebagai N)	50,0	0,125
Nikel (Ni)	0,5 mg/l	
Kobal (Co)	0,6 mg/l	
pH	6,0 – 9,0	
Debit limbah maksimum	2,5 m ³ per ton produk minyak sawit (CPO)	

(Sumber: Kep Men LH No.51, 1995)

Limbah cair kelapa sawit merupakan nutrisi yang kaya akan senyawa organik dan karbon, dekomposisi dari senyawa-senyawa organik oleh bakteri anaerob dapat menghasilkan biogas (Deublein dan Steinhauser, 2008). Menurut hasil dari penelitian Dwi Wahyuono (2015) Penggunaan media alternatif LCPKS 100 % + 0,4 g gula merah + 30 ml air kelapa + *B. thuringiensis* memberikan hasil terbaik sebagai bioinsektisida hayati. Pada perlakuan LCPKS 100 % + 0,4 g gula merah + 30 ml air kelapa + *B. thuringiensis* karena dapat meningkatkan nilai mortalitas lebih tinggi yakni 66,6 %, kecepatan kematian 4,6 (hari) perubahan persentase populasi 66,6 %, hambatan makan 41,1 %.

Air kelapa mengandung sejumlah zat gizi, yaitu protein 0,2 %, lemak

0,15%, karbohidrat 7,27 %, gula, vitamin, elektrolit dan hormon pertumbuhan. Kandungan gula maksimum 3 gram per 100 ml air kelapa. Jenis gula yang terkandung adalah sukrosa, glukosa, fruktosa dan sorbitol. Gula-gula inilah yang menyebabkan air kelapa muda lebih manis dari air kelapa yang lebih tua. (Warisno, 2004). 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 ml air kelapa tingkat kematian kurang dari 50 % (Dwi Wahyuono, 2015).

L. 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. Irfan (2010) menyatakan bahwa *pre-treatment* menggunakan fermentasi mampu meningkatkan zona hambat ekstrak daun sirih dalam menghambat bakteri penyebab busuk pada kubis dan nanas. Eka Sudartik dkk. (2014) menyatakan bahwa 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. Pengaplikasian *B. thuringiensis* dan juga pestisida nabati diharapkan mampu mengendalikan populasi ulat api. Selama ini belum ada penelitian mendalam mengenai pemanfaatan pestisida nabati sebagai *carrier* untuk memperbanyak *B. thuringiensis* maupun mikroorganisme lainnya.

D. Formula Padat

Bahan terpenting dalam pestisida yang bekerja aktif terhadap hama sasaran disebut bahan aktif. Produk jadi yang merupakan campuran fisik antara bahan aktif dan bahan tambahan yang tidak aktif dinamakan formulasi. Formulasi sangat menentukan bagaimana pestisida dengan bentuk dan komposisi tertentu harus digunakan, berapa dosis atau takaran yang harus digunakan, berapa frekuensi dan interval penggunaan, serta terhadap jasad sasaran apa pestisida dengan formulasi tersebut dapat digunakan secara efektif. Selain itu, formulasi pestisida juga menentukan aspek keamanan penggunaan pestisida dibuat dan diedarkan dalam banyak macam formulasi (Djojsumarto, 2008). Salah satu bentuk formulasi padatnya adalah *Wettable Powder*, *Wettable Powder* (WP), merupakan sediaan bentuk tepung (ukuran partikel beberapa mikron) dengan aktivitas bahan aktif relatif tinggi (50 – 80%), yang jika dicampur dengan air akan membentuk suspensi. Pengaplikasian WP dengan cara disemprotkan. Akan tetapi pengaplikasian WP

dapat dilakukan dengan cara dicampurkan kedalam larutan air dan diaplikasikan secara sistemik/kontak.

B. thuringiensis merupakan salah satu inokulum yang digunakan dalam pembuatan Biopestisida. Bahan aktif *B. thuringiensis* biasanya diformulasikan dalam bentuk *wettable powder*. Formulasi *Wettable Powder* dinilai cukup efektif dalam penggunaan biopestisida. Formulasi tersebut lebih lama menguap dibandingkan dengan formulasi cair. Hal tersebut dikarenakan *Wettable Powder* berupa padatan yang aplikasinya dilakukan dengan mencampurkan formulasi tersebut dengan air dan disemprotkan. *Wettable Powder* lebih tahan lama menempel pada tanaman yang disemprotkan/dicelupkan formulasi tersebut.

Pada penelitian sebelumnya dilakukan uji optimalisasi sumber nutrisi Fermentasi *L. camara* oleh *B. thuringiensis*. Pada penelitian tersebut dilakukan pengambilan formulasi cair efektif yang menghasilkan toksitas tinggi untuk mengendalikan ulat api kelapa sawit. Pada umumnya tembelean yang dilarutkan guna memberikan substrat untuk *B. thuringiensis* dan juga menghasilkan racun yang dapat dijadikan biopestisida belum terurai dengan maksimal, diduga hasil fermentasi berupa padatan, sisa formulasi yang di fermentasikan mengandung daya racun yang tinggi, maka dari itu hasil formulasi padatan yang telah di fermentasi dapat digunakan sebagai biopestisida berupa serbuk (*Wettable Powder*). Menurut Dono (2006) Toksisitas formula Tepung (WP) ekstrak *Barringtonia asiatica* terhadap larva *Crocidolomia pavonana* lebih stabil dibandingkan formula Liquid (L).

E. Hipotesis

Diduga padatan hasil fermentasi dari formulasi *L. camara* dan *B. thuringiensis* dengan perbandingan Limbah cair kelapa sawit dan Air kelapa (3:1) sangat efektif untuk mengendalikan hama ulat api. Hasil penelitian Dwi Wahyuono (2015) limbah cair pabrik kelapa sawit dapat digunakan sebagai media pengembangan *B. thuringiensis*. Penggunaan media alternatif LCPKS 100 % + 0,4 g gula merah + 30 ml Air Kelapa + *B. thuringiensis* memberikan hasil terbaik sebagai bioinsektisida hayati.