

**UJI EFEKTIVITAS BERBAGAI BENTUK FORMULA
BIOPESTISIDA BERBAHAN AKTIF *Bacillus thuringiensis* DAN
EKSTRAK *Lantana camara* UNTUK MENGENDALIKAN
ULAT API PADA KELAPA SAWIT**

Makalah Seminar Hasil



**Oleh :
Dhaniar Ayu Lestari
20150210062
Program Studi Agroteknologi**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

Makalah Seminar Hasil

**UJI EFEKTIVITAS BERBAGAI BENTUK FORMULA BIOPESTISIDA
BERBAHAN AKTIF *Bacillus thuringiensis* DAN EKSTRAK *Lantana
camara* UNTUK MENGENDALIKAN ULAT API PADA KELAPA SAWIT**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Dhaniar Ayu Lestari
20150210062

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada tanggal.....

Skripsi tersebut telah diterima sebagai persyaratan yang diperlukan guna
memperoleh derajat Sarjana Pertanian

Pembimbing/Penguji Utama

Anggota Penguji

Ir. Agung Astuti, M.Si.
NIK. 19620923199303133017

Pembimbing/Penguji Pendamping

Dina Wahyu Trisnawati, S.P., M.Agr., Ph.D.
NIK. 19831201201604133061

Yogyakarta, 2018
Dekan
Fakultas Pertanian
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Ir. Indira Prabasari, M.P., Ph.D.
NIP. 19680820199203201

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu tanaman perkebunan yang memiliki peran penting bagi subsektor perkebunan di Indonesia. Berdasarkan buku statistik komoditas kelapa sawit terbitan Ditjen Perkebunan, pada tahun 2016 luas areal kelapa sawit mencapai 11,9 juta ha dengan produksi 33,2 juta ton CPO, yang tersebar di seluruh provinsi di Indonesia (Ditjenbun, 2016). Pada tahun 2015, volume ekspor produk Kelapa Sawit sudah mencapai 28.276.871 ton CPO namun pada tahun 2016 mengalami penurunan menjadi 25.276.426 ton CPO (Ditjenbun, 2016). Salah satu penyebab rendahnya produksi Kelapa Sawit di Indonesia adalah serangan dari hama Ulat Api (*Setora nitens*).

Purba dkk. (2005), melaporkan kerusakan daun yang terjadi pada tanaman kelapa sawit berumur 8 tahun, diperkirakan penurunan produksi mencapai 30% - 40% pada 2 tahun setelah terjadi kehilangan daun sebesar 50% akibat serangan ulat api. Pada perkebunan kelapa sawit, pengendalian hama ulat api biasanya dikendalikan dengan menggunakan insektisida sintetik yang dapat menurunkan populasi hama ulat api dengan cepat, tetapi menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Pengendalian terhadap hama ulat api pada kelapa sawit dapat mikroorganismen entomopatogenik salah satunya yaitu bakteri *Bacillus thuringiensis* (Sipayung, dan Hutauruk, 1982). Donnarina dkk., (2011) menemukan bahwa *Bacillus thuringiensis* efektif melawan *Setora nitens*, *Darna trima*, dan *Setothosa asigna* dengan tingkat kematian 90% dalam 7 hari. Akan tetapi penggunaan *Bacillus thuringiensis* sebagai agensia hayati pada kebun kelapa sawit di Indonesia kurang efektif, karena *Bacillus thuringiensis* tidak tahan terhadap sinar ultraviolet (UV) sehingga diperlukannya *carrier* untuk yang memiliki efek timbal balik yang mampu merangsang dan meningkatkan pembentukan endotoksin. Hasil penelitian Astuti dan Trisnawati (2017) menunjukkan bahwa pertumbuhan *Bacillus thuringiensis* yang paling baik adalah pada *Lantana camara* 10% dengan fermentasi selama 6 hari. Hal tersebut dikarenakan bahwa kandungan senyawa yang terdapat pada *Lantana camara* diduga dapat memberikan nutrisi terhadap pertumbuhan *Bacillus thuringiensis*.

Untuk dapat meningkatkan efektivitas *Bacillus thuringiensis* dan *Lantana camara* sebagai agensia hayati untuk mengendalikan hama ulat api, perlu dibuatnya bentuk formula biopestisida. Menurut Djojoseumarto (2008) bentuk formula sangat menentukan bagaimana biopestisida dengan bentuk dan komposisi tertentu harus digunakan, berapa dosis atau takaran yang harus digunakan, berapa frekuensi dan interval penggunaan, serta terhadap jasad sasaran apa formulasi biopestisida tersebut dapat digunakan secara efektif. Hasil penelitian Mawarni (2014), menunjukkan bahwa formulasi cair *Staphylococcus epidermidis* BC4 lebih efektif menekan kejadian penyakit layu bakteri pada tomat dibandingkan formula padat dengan indeks penekanan penyakit sebesar 57,69 % sedangkan formula padat sebesar 11,54%. Hasil penelitian Dadang dan Prijono (2011) penggunaan insektisida biologi Agrisal 10 WP dengan bahan aktif *Bacillus thuringiensis* mampu menekan intensitas kerusakan tanaman brokoli akibat serangan larva *Crociodolomia. Pavonana* sebesar 24%. Hasil penelitian Dini (2011) juga menunjukkan bahwa formulasi insektisida EC dengan bahan aktif Saliara (*Lantana camara*) mampu mengendalikan ulat jengkal pada tanaman teh dengan dosis yang lebih rendah yaitu

1,5 l/ha. Hasil penelitian Bora *et al.*, (2004) juga menyebutkan bahwa *Pseudomonas putida* yang diformulasikan dengan bahan pembawa *talek* yang merupakan formula *Dust* dan penambahan gliserol serta natrium alginate dapat menekan serangan *Fusarium oxysporum*. Hasil penelitian Nurvatisna (2017) menunjukkan bahwa granula ekstrak buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dengan LC₅₀ mampu membunuh larva nyamuk (*Aedes aegypti* L) dengan nilai mortalitas sebesar 11,30 ppm. Disadari oleh banyaknya bentuk formula biopestisida yang berpotensi untuk mengendalikan OPT, oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menentukan bentuk formula biopestisida yang efektif untuk mengendalikan ulat api pada tanaman kelapa sawit.

Rumusan permasalahan pada penelitian ini yaitu apakah ada perbedaan efektivitas bentuk formula terhadap daya bunuh hama ulat api kelapa sawit serta bentuk formula apakah yang terbaik untuk mengendalikan hama ulat api pada kelapa sawit.

Hipotesis pada penelitian ini diduga bentuk formula hasil fermentasi dan hasil ekstraksi antara *Bacillus thuringiensis* dengan ekstrak *Lantana camara* terbaik yaitu *Emulsifiable Concentrate* (EC). Hipotesis ini diduga berdasarkan teori dari Odih (2013) yang menyatakan bahwa formulasi pestisida EC terhadap serangga sasaran lebih mudah diserap kulit daripada butiran, semakin luas kulit yang terpapar pestisida maka semakin besar risiko pengaruh pestisida pada serangga dan dapat pula terisap pernapasan serangga.

Tujuan dari penelitian ini antara lain mengkaji perbedaan bentuk formula terhadap efektivitas pengendalian hama ulat api kelapa sawit serta menentukan bentuk formula terbaik untuk mengendalikan hama ulat api pada kelapa sawit.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Agrobioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Maret – April tahun 2018.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Bacillus thuringiensis*, serbuk *Lantana camara*, larva ulat api *Setora nitens*, limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS), medium NA, medium NC, air kelapa, gula merah, aquades, zeolit 60 mesh, talek 60 mesh, pasir 60 mesh, alkohol, kapas, kertas payung, aluminium foil, plastik dan kertas label. **Alat** yang digunakan dalam penelitian ini yaitu gelas plastik, toples, saringan, blender, timbangan analitik, oven, pisau, petridish, erlenmeyer, tabung reaksi, botol kultur, autoklaf, gelas ukur, baker glass, pipet, jarum ose, driglasky sendok, bunsen, mikroskop dan alat tulis.

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan rancangan percobaan faktor tunggal yang terdiri dari 4 perlakuan yaitu :

A = *Wettable Powder*

B = *Emulsifiable Concentrate*

C = *Dust*

D = *Granule*

Serta 2 perlakuan pembanding yaitu menggunakan pestisida kimia dan air yang diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 18 unit. Setiap unit diinvestasikan 5 ulat api, sehingga terdapat 90 ulat api.

Cara penelitian yang dilakukan pada penelitian ini, antara lain :

Tahap 1 : Identifikasi dan karakterisasi *Bacillus thuringiensis*

1. Identifikasi dan karakterisasi *Bacillus thuringiensis*
2. Perbanyak inokulum *Bacillus thuringiensis*

Tahap 2 : Fermentasi *Lantana camara* dan *Bacillus thuringiensis*

1. Pembuatan serbuk *Lantana camara*
2. Pembuatan media fermentasi menggunakan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS), air kelapa dan gula merah
3. Fermentasi *Lantana camara* dan *Bacillus thuringiensis*

Tahap 3 : Ekstraksi padatan hasil fermentasi *Lantana camara* dan *Bacillus thuringiensis*

1. Maserasi padatan hasil fermentasi *Lantana camara* dan *Bacillus thuringiensis*
2. Ekstraksi padatan hasil fermentasi *Lantana camara* dan *Bacillus thuringiensis*

Tahap 4 : Kombinasi formula cair ekstrak *Lantana camara* setelah difermentasi dengan *Bacillus thuringiensis* dengan hasil ekstraksi bahan padatan.

Tahap 5: Pembuatan bentuk formula komersial beraksi ganda

Tahap 6 : Uji *Bioassay* Formula *Bacillus thuringiensis* dan *Lantana camara* terhadap Ulat Api

Parameter yang diamati meliputi :

Tahap 1 : Identifikasi dan Karakterisasi *Bacillus thuringiensis*

1. Karakterisasi Koloni dan Sel *Bacillus thuringiensis*
2. Uji Toksisitas *Bacillus thuringiensis* terhadap *Plutella xylostella*

Tahap 2 : Fermentasi *Bacillus thuringiensis* dan *Lantana camara*

1. Pengamatan perubahan fisik fermentasi (suhu, pH, aroma, warna, Total Zat Padat Terlarut (TDS))
2. Populasi *Bacillus thuringiensis* (cfu/ml)

Tahap 3 : Ekstraksi padatan hasil fermentasi *Lantana camara* dan *Bacillus thuringiensis*

1. Berat padatan fermentasi
2. Perubaha fisil (suhu, pH, aroma, warna, Total Zat Padat Terlarut (TDS))
3. Populasi *Bacillus thuringiensis*

Tahap 4 : Kombinasi formula cair ekstrak *Lantana camara* setelah difermentasi dengan *Bacillus thuringiensis* dengan hasil ekstraksi bahan padatan.

1. Perubaha fisil (suhu, pH, aroma, warna, Total Zat Padat Terlarut (TDS))
2. Populasi *Bacillus thuringiensis*

Tahap 5: Pembuatan bentuk formula komersial beraksi ganda

1. Populasi *Bacillus thuringiensis* (cfu/ml)

Tahap 6 : Uji *Bioassay* Bentuk Formula Kombinasi *Bacillus thuringiensis* dan *Lantana camara* terhadap Ulat

1. Mortalitas (%)
2. Kecepatan Kematian (ekor/hari)

3. Efikasi (%)

Data hasil pengamatan dianalisa menggunakan sidik ragam pada taraf α 5%, dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk perlakuan yang berbeda nyata. Data hasil pengamatan disajikan secara periodik dalam bentuk table dan grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap 1. Identifikasi dan Karakterisasi *Bacillus thuringiensis*

Identifikasi ini bertujuan untuk mengetahui bahwa isolat yang digunakan sudah sesuai dengan ciri *Bacillus thuringiensis*.

1. Karakterisasi Koloni dan Sel *Bacillus thuringiensis*

Karakterisasi meliputi warna, bentuk koloni, bentuk elevasi, tepi, struktur dalam, sifat gram, bentuk sel, dan aerobisitas.

Tabel 1. Identifikasi dan karakterisasi *Bacillus thuringiensis*

Tingkat	Parameter	Karakterisasi	*Karakterisasi
Koloni	Warna Bentuk koloni Bentuk elevasi Tepi Struktur dalam	<i>Cream</i> <i>Circular</i> <i>Law convex</i> <i>Entire</i> <i>Coarsely granular</i>	<i>Cream</i> <i>Circular</i> <i>Law convex</i> <i>Entire</i> <i>Coarsely granular</i>
Sel	Sifat gram Bentuk sel Aerobisitas	Positif Batang Aerob fakultatif	Positif Batang Aerob atau anaerob fakultatif

Keterangan : *Holt *et al.* (1994)

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan terhadap morfologi bakteri *Bacillus thuringiensis* yang tersaji pada (Tabel 1), menunjukkan karakter bakteri *Bacillus thuringiensis* yang sama seperti hasil penelitian yang dilakukan oleh Holt *et al.* (1994) yaitu memiliki warna *cream*, bentuk koloni *circular*, bentuk elevasi *law convex*, bentuk tepi *entire*, struktur dalam *coarsely granular*, sifat gram positif, bentuk sel batang, dan aerobisitas aerob fakultatif. Hal tersebut membuktikan bahwa isolat *Bacillus thuringiensis* yang didapat sudah sesuai dan benar.

2. Uji Toksisitas *Bacillus thuringiensis*

Hasil uji toksisitas yang telah dilakukan menunjukkan bahwa *Bacillus thuringiensis* dapat membunuh 93 % ulat dalam waktu 5 hari dengan ciri tubuh berwarna coklat tua atau hitam, lunak dan mengandung cairan. Hal tersebut membuktikan bahwa bahwa inokulum yang digunakan memiliki daya bunuh yang efektif untuk digunakan sebagai biopestisida.

Tahap 2. Fermentasi *Bacillus thuringiensis* dan *Lantana camara*

Fermentasi dilakukan untuk mengetahui *Bacillus thuringiensis* dapat tumbuh dan *Lantana camara* dapat menghasilkan senyawa aktif dan toksik yang paling efektif yang dapat digunakan untuk mengendalikan ulat.

1. Perubahan Fisik Media Selama Fermentasi

Pengamatan perubahan fisik meliputi suhu, pH, warna, aroma, dan TDS.

Tabel 1. Hasil perubahan fisik media alami LCPKS dan Air Kelapa selama fermentasi dengan *Bacillus thuringiensis* dan *Lantana camara*

Parameter	Lama Fermentasi (hari ke-)			
	0	6	0*	6*
Suhu °C	26,6	28	28,6	28
pH	6.6	4.3	6,73	4,10
Warna	3/3 2,5 Y (Dark olive brown)	3/3 10YR (Dark brown)	3/3 2,5 Y (Dark Olive Brown)	3/3 10 YR (Dark Brown)
Aroma	Daun Segar	Menyengat	Daun Segar	Menyengat
TDS (ppm)	653		740	

Keterangan : *(Rasyid, 2018)

Pada proses fermentasi, terdapat perubahan fisik yang terjadi seperti suhu, pH, warna, aroma, dan TDS. Terjadinya perubahan suhu pada hari ke-6 disebabkan oleh adanya perombakan bahan organik serta adanya aktivitas enzim. pH media mengalami penurunan yang disebabkan karena terjadinya degradasi senyawa organik oleh *Bacillus thuringiensis*. Terjadinya degradasi bahan organik akan menyebabkan klorofil pada daun *Lantana camara* menjadi rusak sehingga terjadinya perubahan warna. *Bacillus thuringiensis* merupakan bakteri yang dapat memecah protein dan komponen nitrogen yang dapat menyebabkan perubahan aroma selama fermentasi. Pada penelitian ini, *Bacillus thuringiensis* belum bisa mendegradasi bahan organik dari *Lantana camara* secara sempurna, hal tersebut ditunjukkan dengan adanya peningkatan nilai TDS sebesar 653 ppm.

Tahap 3. Ekstraksi padatan hasil fermentasi *Lantana camara* dan *Bacillus thuringiensis*

Proses ekstraksi padatan hasil fermentasi dilakukan dengan cara maserasi padatan hasil fermentasi sebanyak 1.140 g dengan pelarut Aseton perbandingan 1:5 sebanyak 5.680 ml. Kemudian di *vacum* menggunakan *rotary evaporator* untuk mendapatkan ekstrak pekat sebanyak 20% dari jumlah larutannya. Hasil ekstraksi tersebut diamati perubahan fisiknya dengan suhu 27,5 °C, pH 3,2, warna *Dark Olive*, aroma menyengat, dan penurunan TDS 376 ppm. Perubahan fisik tersebut menunjukkan terjadinya degradasi bahan organik.

Tahap 4. Kombinasi formula cair hasil fermentasi *Lantana camara* dan *Bacillus thuringiensis* dengan hasil ekstraksi bahan padatan

Proses kombinasi formula cair dilakukan dengan cara mencampur formula cair hasil fermentasi dengan formula cair hasil ekstraksi padatan fermentasi. Hasil pengujian fisik kombinasi formula didapatkan suhu 27,5 °C, pH 3,3, warna *Dark Olive Gray*, aroma menyengat, dan nilai peningkatan TDS 2070 ppm. Perubahan tersebut terjadi karena adanya pengaruh dari kombinasi formula cair tersebut.

Tahap 5. Pembuatan Bentuk Formula Komersial Beraksi Ganda

1. Pembuatan Bentuk Formula

Bentuk formula yang dibuat terdiri dari *Wettable Powder* (WP), *Emulsifier Concentrate* (EC), *Dust* (D), dan *Granule* (G). Formulasi padat yang dibuat yaitu dengan cara mencampur bahan pembawa seperti zeolit, talek, pasir, dan surfaktan dengan bahan aktif yang merupakan larutan hasil kombinasi formula cair fermentasi dengan hasil ekstraksi padatan fermentasi. Bahan pembawa tersebut merupakan adsorben yang mampu mengadsorpsi adsorbat (bahan yang terserap) karena sama-sama memiliki rongga-rongga yang mampu mengikat atau menyerap ion. Menurut Widyanagari (2008) bahan kimia yang dapat digunakan sebagai adsorben harus mempunyai sifat resisten yang tinggi terhadap abrasi, stabilitas panas yang tinggi dan ukuran diameter pori butiran yang kecil (mikro), yang menghasilkan luas permukaan yang besar dan karenanya mempunyai kapasitas adsorpsi yang tinggi.

2. Dinamika Populasi *Bacillus thuringiensis*

Perhitungan dinamika populasi bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan dan perkembangan bakteri yang digunakan.

Tabel 3. Rerata populasi *Bacillus thuringiensis*

Dinamika Populasi	Jumlah Total <i>Bacillus thuringiensis</i> 10 ⁶ cfu/ml
Sebelum Fermentasi	85
Setelah Fermentasi	83
Hasil Ekstraksi	111,3
Kombinasi Formula Cair	51

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Jumlah bakteri pada media perbanyakan Nutrient Broth berjumlah sebanyak 85 x 10⁶ cfu/ml, hal tersebut sama seperti jumlah bakteri ketika sebelum fermentasi menggunakan media alternatif. Hal tersebut diduga karena media fermentasi yang digunakan memiliki kandungan nutrisi yang sama seperti pada media *Nutrient Broth*, sehingga media fermentasi tersebut dapat dijadikan media alternatif untuk perbanyakan bakteri *Bacillus thuringiensis*. Berdasarkan Tabel 3, menunjukkan bahwa terjadinya penurunan populasi *Bacillus thuringiensis* dengan jumlah populasi sebelum fermentasi berjumlah 85 x 10⁶ cfu/ml dan setelah fermentasi berjumlah 83 x 10⁶ cfu/ml. Terjadinya penurunan tersebut dikarenakan habisnya nutrisi yang terdapat pada media sehingga menyebabkan jumlah sel bakteri menurun selain itu dapat juga dikarenakan pengaruh lingkungan yang tidak mendukung. Populasi *Bacillus thuringiensis* hasil ekstraksi berjumlah 111,3 x 10⁶ cfu/ml. Hal tersebut menunjukkan pertumbuhan *Bacillus thuringiensis* yang lebih tinggi dibandingkan hasil fermentasi. Terjadinya peningkatan tersebut diduga karena tinggi senyawa organik yang dihasilkan dari proses ekstraksi padatan hasil fermentasi. Populasi *Bacillus thuringiensis* kombinasi formula cair berjumlah 51 x 10⁶ cfu/ml. Hal tersebut menunjukkan penurunan pertumbuhan *Bacillus thuringiensis* dari hasil ekstraksi. Terjadinya penurunan tersebut diduga karena adanya pengaruh dari larutan hasil fermentasi, yang dimana pada saat fermentasi pertumbuhan *Bacillus thuringiensis* menunjukan jumlah yang sedikit dibandingkan dengan larutan hasil ekstraksi.

Tabel 4. Rerata populasi *Bacillus thuringiensis* pada bentuk formula

Perlakuan	Jumlah Total <i>Bacillus thuringiensis</i> 10 ⁶ cfu/ml
<i>Wettable Powder</i>	165 a
<i>Emulsifiable Concentrate</i>	211,33 a
<i>Dust</i>	157,33 a
<i>Granule</i>	139 a

Keterangan: Angka pada kolom yang sama dan diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan DMRT taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada bedanya antara semua perlakuan. Hal tersebut diduga karena bahan pembawa yang digunakan tidak memiliki kandungan yang menyebabkan *Bacillus thuringiensis* mati. Setelah dibuatnya formula biopestisida, populasi *Bacillus thuringiensis* mengalami peningkatan dari hasil kombinasi formula cair. Pada perlakuan formula *Emulsifiable Concentrate* menunjukkan pertumbuhan *Bacillus thuringiensis* yang lebih banyak dibandingkan perlakuan lain. Tingginya populasi tersebut, dikarenakan adanya pemanfaatan ekstrak pekat larutan kombinasi formula cair yang mengandung nutrisi untuk pertumbuhan *Bacillus thuringiensis*.

Tahap 6. Uji Bioassay Bentuk Formula Kombinasi *Bacillus thuringiensis* dan *Lantana camara* pada Ulat

Uji *bioassay* bertujuan untuk mengetahui toksisitas bioinsektisida terhadap hama yang diujikan.

Tabel 5. Rerata mortalitas, kecepatan kematian, dan efikasi hari ke-6

Perlakuan	Mortalitas ± SE (%)	Kecepatan Kematian ± SE (Hari)	Efikasi ± SE (%)
A	46,67 ± 7,78 a	2,00 ± 0,33 a	46,67 ± 7,78 a
B	66,67 ± 11,10 a	3,13 ± 0,52 a	66,67 ± 11,10 a
C	46,67 ± 7,78 a	2,00 ± 0,33 a	46,67 ± 7,78 a
D	86,67 ± 14,40 a	3,86 ± 0,64 a	86,67 ± 14,40 a
E	53,33 ± 8,89 a	2,33 ± 0,38 a	53,33 ± 8,89 a
F	0,00 ± 0,00 b	0,00 ± 0,00 b	0,00 ± 0,00 b

Keterangan: Angka pada kolom yang sama dan diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan DMRT taraf 5%. A=*Wettable Powder* (WP), B=*Emulsifiable Concentrate* (EC), C=*Dust* (D), D=*Granule* (G), E= Pestisida kimia bahan aktif *beta siflutrin*, F=Air.

Berdasarkan pada Tabel 5 menunjukkan bahwa adanya penyimpangan data yang dimana nilai deviasi lebih besar dari nilai rata-rata setiap perlakuan yang menyebabkan data menjadi tidak normal. *Standart error* adalah standar deviasi (penyimpangan data yang sangat tinggi) dari rata-rata. Dimana kelompok data yang di rata-rata jika di hitung standar deviasi maka menghasilkan nilai *standart error*. Terjadinya penyimpangan data tersebut dikarenakan kurangnya ulangan pada setiap perlakuan serta adanya perbedaan tingkat pertumbuhan (instar) ulat yang diaplikasikan.

1. Mortalitas (%)

Mortalitas menunjukkan kemampuan daya bunuh bentuk formula bioinsektisida yang diaplikasikan pada hama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa

tidak ada beda nyata antara semua bentuk formula dengan pestisida kimia kecuali dengan air. Dengan tidak adanya beda nyata tersebut membuktikan bahwa seluruh formulasi yang digunakan dapat setara dengan pestisida kimia sehingga dapat dijadikan alternatif dari pestisida kimia yang ramah lingkungan. Pada penelitian ini, bentuk formula biopestisida yang diaplikasikan pada pakan hama menyebabkan hama tersebut mati. Hal tersebut disebabkan karena *Bacillus thuringiensis* menghasilkan kristal protein yang bersifat insektisidal atau dapat membunuh serangga. Menurut Suwarno dkk. (2015) kristal protein tersebut akan berikatan dengan reseptor spesifik pada dinding usus sehingga terjadinya kerusakan dalam sistem pencernaan yang menyebabkan ulat menjadi mati. Akan tetapi mortalitas tertinggi terdapat pada perlakuan bioinsektisida formula *Granule* dengan nilai mortalitas 86,67 %. Hal tersebut dikarenakan daya bunuh formula *Granule* lebih besar dibandingkan dengan bentuk formula lainnya karena pengaruh dari struktur pasir yang lebih besar dibandingkan dengan bahan pembawa lainnya.

2. Kecepatan Kematian (ekor/hari)

Kecepatan kematian menunjukkan jumlah ulat yang mati dalam satuan waktu tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada beda nyata antara semua bentuk formula dengan pestisida kimia kecuali dengan air. Kecepatan kematian ulat yang diaplikasikan menggunakan berbagai formula biopestisida memiliki rata-rata yang tidak jauh berbeda dengan pestisida kimia. Akan tetapi kecepatan kematian tertinggi terdapat pada perlakuan bioinsektisida formula *Granule* dan *Emulsifier Concentrate* dengan tingkat kecepatan kematian 3 ekor/hari. Hal tersebut membuktikan bahwa bentuk formula yang mengandung *Lantana camara* dan *Bacillus thuringiensis* dapat terserap atau terikat oleh bahan pembawa yang dapat meningkatkan efektivitas biopestisida tersebut. Menurut Sudarmo (1990) fungsi dari bahan pembawa yaitu untuk menurunkan konsentrasi produk pestisida dan meningkatkan efektivitas di lapangan.

3. Efikasi (%)

Efikasi menunjukkan tingkat kemanjuran suatu pestisida dalam membunuh hama sasaran tertentu, sehingga menyebabkan kematian pada hama diakibatkan dari efek racun yang terkandung didalam pestisida yang digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada beda nyata antara semua bentuk formula dengan pestisida kimia kecuali dengan air. Hal tersebut membuktikan bahwa seluruh bentuk formula mengandung bahan aktif yang mampu membunuh hama, berbeda halnya dengan air yang tidak mengandung bahan aktif sehingga tidak menyebabkan hama mati. Selain itu dapat dikatakan juga bahwa seluruh bentuk formulasi yang digunakan memiliki keefektivan yang setara dengan pestisida kimia dengan nilai efikasi yang tidak jauh berbeda. Akan tetapi nilai efikasi tertinggi terdapat pada perlakuan bioinsektisida formula *Granule* dengan tingkat efikasi sebesar 86,67%. Tingginya nilai efikasi yang didapat dikarenakan kandungan senyawa toksik yang terkandung dalam ekstrak daun *Lantana camara* dan adanya daya bunuh dari *Bacillus thuringiensis* dapat teradsorpsi oleh bahan pembawa yang memiliki struktur berongga. Tinggi rendahnya efikasi berkaitan dengan tingkat mortalitas dan kecepatan kematian hama. Semakin tinggi mortalitas dan semakin cepat kematian hama maka akan menghasilkan nilai efikasi yang semakin tinggi (Romanda, 2018).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan : Bentuk formula biopestisida berbahan aktif *Bacillus thuringiensis* dan *Lantana camara* dapat dikatakan efektif untuk mengendalikan ulat. Bentuk formula biopestisida *Granule* berbahan aktif *Bacillus thuringiensis* dan *Lantana camara* efektif untuk mengendalikan ulat dengan nilai mortalitas sebesar 86,67 %, kecepatan kematian 3,86 ekor/hari, dan efikasi 86,67 %.

Saran : Pada penelitian ini masih terdapat beberapa kekurangan sehingga perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut mengenai bentuk formula biopestisida berbahan aktif *Bacillus thuringiensis* dan *Lantana camara*. Perlu dilakukan penelitian mengenai konsentrasi bentuk formula biopestisida berbahan aktif *Bacillus thuringiensis* dan *Lantana camara* yang digunakan. Perlu dilakukan uji bioassay bentuk formula biopestisida untuk mengendalikan hama Ulat Api (*Setora nitens*) pada kelapa sawit

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, A. dan Trisnawati D.,W. 2017. Kajian Formula Biopestisida Beraksi Ganda Berbahan Aktif *Bacillus Thuringiensis* dan Ekstrak *Lantana Camara* untuk Mengendalikan Ulat Api pada Kelapa Sawit. <http://repository.umy.ac.id/handle/123456789/14241>. Diakses 24 Juli 2018.
- Bora T, Ozaktan H, Gore E, Aslan E. 2004. *Biological control of Fusarium oxysporum f.sp melonis by wettable powder formulation of the two strains of Pseudomonas putida*. *J Phytophatol*. 152:472-475.
- Cahyani, A. 2017. Kajian Ekstraksi Padatan Hasil Fermentasi *Lantana camara* dengan Berbagai Pelarut sebagai Pengendalian Ulat Api pada Kelapa Sawit. <http://repository.umy.ac.id/handle/123456789/17350>. Diakses pada tanggal 25 Juli 2018.
- Dadang dan Prijono Djoko. 2011. Pengembangan Teknologi Formulasi Insektisida Nabati untuk Pengendalian Hama Sayuran dalam Upaya Menghasilkan Produk Sayuran Sehat. https://www.researchgate.net/profile/Djoko_Prijono/publication/319610630_Pengembangan_teknologi_formulasi_insektisida_nabati_untuk_pengendalian_hama_sayuran_dalam_upaya_menghasilkan_produk_sayuran_sehat/links/59b48c25aca2728472d8bb9a/Pengembangan-teknologi-formulasi-insektisida-nabati-untuk-pengendalian-hama-sayuran-dalam-upaya-menghasilkan-produk-sayuran-sehat.pdf. Diakses pada tanggal 10 September 2018
- Ditjenbun. 2016. Statistik Perkebunan Indonesia 2015-2017. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/tinymcepuk/gambar/file/statistik/2017/Kelapa-Sawit-2015-2017.pdf>. Diakses pada tanggal 21 April 2018.
- Djojosumarto, P. 2008. Pestisida dan Aplikasinya. https://books.google.co.id/books/about/Panduan_Lengkap_Pestisida_Aplikasinya.html?id=ZFDOCgAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=snippet&q=wp&f=false. Diakses pada tanggal 24 Juli 2018.
- Donnarina, S., T.A Perdana Rozziansha., Hari Priwiratama., Sudharto., A. Sipayung., R. Desmier de Chenon., A.E Prasetyo., Agus Susanto. 2011. *Setora nitens* Walker. https://edoc.tips/download/setoranitens-1pdf_pdf. Diakses pada tanggal 15 Juli 2018.
- Nurvatisna, S. 2017. Perbedaan Toksisitas Ekstrak dan Granula Ekstrak Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. Serta Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer. http://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/82390/Sheila%20Nurvatisna%20-%20130210103004_.pdf?sequence=1. Diakses pada tanggal 17 September 2018.

- Rasyid, N.A. 2018. Optimalisasi Media Alami pada Fermentasi *Lantana camara* dengan *Bacillus thuringiensis* untuk Mengendalikan Ulat Api pada Kelapa Sawit. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta. 68 hal.
- Romanda, K.O. 2018. Uji Efektivitas Daun Kembang Bulan (*Tithonia diversifolia*) sebagai Pestisida untuk Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) pada Tanaman Kedelai. <http://repository.umy.ac.id/handle/123456789/22661>. Diakses pada tanggal 20 November 2018.
- Odih, S. 2013. Efektivitas Formulasi Insektisida Nabati Brenuk (*Crescentia cujete*) terhadap Hama *Empoasca flavescens* pada Tanaman Teh. <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=517330&val=10594&title=The%20effectiveness%20of%20formulation%20of%20brenuk%20botanical%20insecticide%20on%20Empoasca%20flavescens%20on%20tea>. Diakses pada tanggal 17 September 2018.
- Purba, R. Y., A. Susanto., dan S. Prawirosukarto. 2005. Pengenalan & Pengendalian Hama Ulat Pada Tanaman Kelapa Sawit. Medan: pusat Penelitian Kelapa Sawit. 29 hal.
- Sudarmo, S. 1991. Pestisida. PT Kanisius. Yogyakarta. 130 hal.
- Suwarno, Maridi, dan Dewi Puspita Sari. 2015. Uji Toksisitas Isolat Kristal Protein *Bacillus thuringiensis* sebagai Agen Pengendali Hama Terpadu Wereng Hijau (*Nepotettix virescens*) Vektor Penyakit Tungro sebagai Upaya Peningkatan Ketahanan Pangan Nasional. <https://jurnal.uns.ac.id/bioedukasi/article/download/3090/2570>. Diakses tanggal 27 April 2018.
- Sipayung, A. dan C.H., Hutauruk, 1982. Peningkatan Ulat Api pada Kelapa Sawit. Pedoman Teknis. Pusat Penelitian Marinhat. 56 hal.
- Widyanagari, S. 2008. Penggunaan Adsorben Dalam Proses Pemurnian Biodiesel Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* Linn). <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/12096>. Diakses pada tanggal 20 November 2018.

LAMPIRAN

Lampiran1. Hasil *Analysis of Variance* (ANOVA)

a. Mortalitas Hasil Transformasi Arc Sin

Sumber	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Prob.
Model	5	9103,56604	1820,71321	4,43	0,0161 s
Perlakuan	5	9103,566044	1820,713209	4,43	0,0161 s
Galat	12	4931,27967	410,93997		
Total	17	14034,84571			
$R^2 = 0,648$		KV = 46,717			

b. Kecepatan Kematian Hasil Transformasi Akar

Sumber	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Prob.
Model	5	3,43611111	0,68722222	4,62	0,0140 s
Perlakuan	5	3,43611111	0,68722222	4,62	0,0140 s
Galat	12	1,78666667	0,14888889		
Total	17	5,22277778			
$R^2 = 0,6579$		KV = 24,71			

c. Efikasi Hasil Transformasi Arc Sin

Sumber	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Prob.
Model	5	9103,56604	1820,71321	4,43	0,0161 s
Perlakuan	5	9103,566044	1820,713209	4,43	0,0161 s
Galat	12	4931,27967	410,93997		
Total	17	14034,84571			
$R^2 = 0,648$		KV = 46,717			

d. Populasi *Bacillus thuringiensis*

Sumber	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Prob.
Model	3	7596,30303	2532,10101	1,24	0,3648 ns
Perlakuan	3	7596,303030	2532,101010	1,24	0,3648 ns
Galat	7	14283,33333	2040,47619		
Total	10	21879,63636			
$R^2 = 0,347$		KV = 26,44			

Keterangan:

s = signifikan

ns = non signifikan