

**OPTIMALISASI SUMBER KARBON DAN VITAMIN PADA FERMENTASI *Bacillus thuringiensis* DENGAN *Lantana camara* UNTUK MENGENDALIKAN ULAT API PADA KELAPA SAWIT**

**Makalah Seminar Hasil Penelitian**



**Oleh :**

**Nur Abdul Rasyid**

**20140210123**

**Program Studi Agroteknologi**

**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2018**

## I. PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu tanaman perkebunan yang mempunyai peran penting bagi subsektor perkebunan. Pengembangan kelapa sawit antara lain memberi manfaat dalam peningkatan pendapatan petani dan masyarakat, produksi yang menjadi bahan baku industri pengolahan dapat menciptakan nilai tambah di dalam negeri, ekspor CPO yang menghasilkan devisa dan menyediakan kesempatan kerja. Perkebunan kelapa sawit milik rakyat menghasilkan CPO sebesar 10,68 juta ton, milik negara menghasilkan CPO sebesar 2,16 juta ton, dan swasta menyumbang produksi CPO sebesar 16,5 juta ton (Ditjenbun, 2014). Pada tahun 2009, volume ekspor produk Kelapa Sawit sudah mencapai 21.151.127 ton CPO namun pada tahun 2010 mengalami penurunan menjadi 20.615.958 ton CPO (BPS, 2010). Bahkan pada tahun 2014, volume ekspor produk kelapa sawit tersebut mengalami penurunan yang signifikan menjadi 13.102.268 ton CPO (Ditjenbun, 2014). Salah satu penyebab rendahnya produksi Kelapa Sawit di Indonesia adalah gangguan ulat pemakan daun Kelapa Sawit.

Salah satu hama utama penyebab menurunnya produksi Kelapa Sawit di Indonesia adalah gangguan ulat pemakan daun Kelapa Sawit (UPDKS) yaitu Ulat Api (*Setora nitens*). Potensi kehilangan hasil yang disebabkan hama ulat api dapat mencapai 35% (Parangin angin, 2009). Di perkebunan Kelapa Sawit masalah hama Ulat Api umumnya diatasi dengan menggunakan insektisida sintetik yang mampu menurunkan populasi hama dengan cepat, namun cara ini menjadi kurang bijaksana karena terbukti dapat menimbulkan berbagai dampak negatif pada lingkungan. Secara teknis, pengendalian hayati lebih unggul dibandingkan pengendalian dengan insektisida sintesis, karena cukup efektif, berkelanjutan dan ramah lingkungan. Pengendalian hayati Ulat Api pada Kelapa Sawit dapat menggunakan mikroorganisme entomopatogenik, yaitu bakteri *Bacillus thuringiensis* (Sipayung dan Hutauruk, 1982). Menurut Wood *et al.* (1977) berdasarkan penelitian di laboratorium, *B. thuringiensis* efektif melawan *S. nitens* dengan tingkat kematian 90% dalam 7 hari. Namun penggunaan *B. thuringiensis* sebagai agensia hayati tersebut pada kebun kelapa sawit di Indonesia masih kurang efektif, karena daya racun *B. thuringiensis* sangat spesifik dan tidak tahan terhadap sinar ultraviolet (UV), sehingga

perlu dikembangkan sebuah inovasi untuk memaksimalkan *B. thuringiensis* sebagai pengendali hama ulat api, yaitu diperlukan suatu formulasi dengan bahan *carrier* yang tepat sebagai sumber nutrisi dan sekaligus berdaya bunuh terhadap Ulat Api. Pada lahan perkebunan kelapa sawit terdapat gulma *Lantana camara* yang dapat membunuh ulat api dan juga dimanfaatkan sebagai *carrier* untuk *B. thuringiensis*. Didukung oleh hasil penelitian Mehta *et al.*, 1995 bahwa pada *L. camara* senyawa *triterpenoid lantadene* berguna sebagai *antifeedant*. Hasil penelitian Setiawan dkk. (2010) diperoleh hasil bahwa formulasi dengan campuran ekstrak gulma *Tithonia* 10% merupakan formulasi terbaik untuk mengembangkan bakteri *Bacillus* sp. Hal ini disebabkan karena gulma mengandung senyawa selulosa (43% sampai 45%), hemiselulosa (25% sampai 30%), dan lignin (15% sampai 22%) yang dapat berguna sebagai sumber karbon bagi pertumbuhan *B. thuringiensis* (Wyman *et al.*, 2004). Sumber karbon yang biasa digunakan adalah karbohidrat berupa glukosa, hidrokarbon dan minyak sayuran seperti minyak kacang kedelai yang digunakan oleh bakteri dalam pertumbuhannya. Salah satu jenis sumber karbon dari limbah yang dapat digunakan adalah molase dan limbah kedelai (Kosaric, 1992). . Usaha untuk memanfaatkan isolat lokal *B. thuringiensis* pada skala luas masih belum ekonomis. Faktor utamanya adalah ketersediaannya masih sangat terbatas dan mahalnya harga media standar sintetik untuk perbanyakannya. Untuk itu perlu dicari media alternatif yang murah dan mudah didapatkan dengan tidak mengurangi tingkat patogenisitasnya. Menurut Chilcott and Pillai (1985) menggunakan media air kelapa mampu untuk memperbanyak *B. thuringiensis* strain H-14. Hasil penelitian 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. Sedangkan 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.

Permasalahannya adalah bagaimana pengaruh LCPKS dan air kelapa terhadap *Bacillus thuringiensis* jika difermentasi dengan *Lantana camara*. Berapa perbandingan

LCPKS dan air kelapa yang paling efektif memperbanyak *Bacillus thuringiensis* yang difermentasi dengan *Lantana camara* untuk mengendalikan ulat api pada Kelapa Sawit.

Tujuan penelitian ini adalah ; 1) Mengetahui pengaruh LCPKS dan air kelapa terhadap *Bacillus thuringiensis* jika difermentasi dengan *Lantana camara*; 2) Menentukan perbandingan LCPKS dan air kelapa yang terbaik untuk memperbanyak *Bacillus thuringiensis* yang difermentasi dengan *Lantana camara*; 3) Menentukan perbandingan LCPKS dan air kelapa yang paling efektif dalam memperbanyak *Bacillus thuringiensis* yang difermentasi dengan *Lantana camara* untuk mengendalikan ulat api pada Kelapa Sawit.

## II. TATA CARA PENELITIAN

**Tempat** Penelitian ini dilaksanakan di Lab. Agrobioteknologi dan Lab. Proteksi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Waktu pelaksanaan penelitian yaitu dimulai pada bulan 1 Juli 2017 – 2 Maret 2018.

**Bahan** yang digunakan dalam penelitian ini yaitu daun *Lantana camara*, *Bacillus thuringiensis*, ulat api, pelarut, limbah cair pabrik kelapa sawit, air kelapa, gula merah. **Alat** yang digunakan dalam penelitian yaitu gelas plastik, toples 30x10 cm, saringan, timbangan elektrik, blender, pisau, stiker label, alat tulis.

### **Metode penelitian :**

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode eksperimental yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan rancangan percobaan Faktor tunggal, yaitu formula media yang mengandung gula merah 5% + perbandingan bahan pembawa limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) dan air kelapa pada formula biopestisida *Bacillus thuringiensis* dan ekstrak *Lantana camara* sebagai berikut : A = LCPKS : Air Kelapa (1:0), B = LCPKS : Air Kelapa (1:3), C = LCPKS : Air Kelapa (1:1), D = LCPKS : Air Kelapa (3:1), E = LCPKS : Air Kelapa (0:1). Setiap perlakuan diulang 5 kali ditambah 1 ulangan sebagai korban, sehingga ada 30 unit perlakuan. Setiap unit percobaan di uji dengan 5 ekor ulat api sehingga total ada 150 ekor ulat api.

**Cara penelitian meliputi 2 tahap yaitu :**

**Tahap pertama : Persiapan inokulum dan pembuatan formula LCPKS dan Air kelapa dengan *B. thuringiensis* + *L. camara***

- a. Perbanyak inokulum *Bacillus thuringiensis*
- b. Pembuatan serbuk dari simplisia *L. camara*
- c. Pembuatan media fermentasi dengan berbagai perbandingan limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) dan air kelapa
- d. Fermentasi *Lantana camara* dan *Bacillus thuringiensis*

**Tahap kedua : Aplikasi *Bioassay* Larutan Formula LCPKS dan Air kelapa dengan *B. thuringiensis* + *L. camara* pada hama ulat api (*Setora nitens*)**

- a. Persiapan hama ulat api (*Setora nitens*)
- b. Pengaplikasian cairan hasil fermentasi dari formulasi *Lantana camara* dan *Bacillus thuringiensis* terhadap ulat api.
- c. Pemeliharaan ulat api
- d. Pengamatan ulat api

**Parameter yang diamati meliputi :**

**1. Tahap pertama Perubahan Fisik Setelah Fermentasi *Bacillus thuringiensis* dengan *Lantana camara* dalam Media Alternatif**

Berikut parameter yang diamati pada tahap pertama : Suhu, pH, Aroma, Warna, Total Zat Padat Terlarut (TDS), dan Pertumbuhan koloni bakteri *Bacillus thuringiensis*.

**2. Tahap kedua : Uji *Bioassay* Larutan Formula LCPKS dan Air kelapa dengan *B. thuringiensis* + *L. camara* pada hama ulat api (*Setora nitens*)**

Berikut parameter yang diamati pada tahap kedua : Mortalitas (%), Kecepatan kematian (ekor/hari), dan Tingkat efikasi (%).

**Analisis data.** Setelah data hasil penelitian diperoleh, kemudian dilakukan pengujian menggunakan sidik ragam (*Analisis of variance*), bila ada beda nyata antar perlakuan maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*). Hasil pengamatan kontinyu dianalisis dengan Grafik.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Identifikasi dan Karakterisasi *Bacillus thuringiensis*

##### 1. Sifat Koloni dan Sel *Bacillus thuringiensis*

Tabel 1. Karakterisasi Koloni dan Sel

Tingkat	Parameter	Karakter	Karakterisasi*
Koloni	Warna Bentuk koloni Bentuk elefasi Tepi Struktur dalam	<i>Cream</i> <i>Circular</i> <i>Low Convex</i> <i>Entire</i> <i>Finely Granular</i>	<i>Cream</i> <i>Circular</i> <i>Convex rugose</i> <i>Entire</i> <i>Filamentous</i>
Sel	Sifat gram Bentuk sel Aerobisitas	Positif Basil/batang Aerob fakultatif	Positif Basil/batang Aerob fakultatif

##### 2. Uji Efektifitas *Bacillus thuringiensis* terhadap *Plutella xylostella*

Berdasarkan hasil yang didapat menunjukkan bahwa *B. thuringiensis* dapat membunuh 100% larva *Plutella xylostella* dalam waktu 4 hari. Hal ini disebabkan *B. thuringiensis* mampu membentuk dan menghasilkan Kristal protein yang bersifat insektisidal yang mampu membunuh larva *Plutella xylostella*.

#### B. Perubahan Fisik Setelah Fermentasi *Bacillus thuringiensis* dengan *Lantana camara* dalam Media Alternatif

**Suhu** yang berubah – ubah pada saat fermentasi disebabkan oleh *B. thuringiensis* yang menunjukkan adanya aktifitas mikroorganismenya yang terjadi pada saat proses fermentasi, suhu juga dapat mempengaruhi cepat lambatnya metabolisme suatu mikroorganismenya. Hasil pengukuran pH yang dilakukan menunjukkan adanya penurunan nilai pH selama proses fermentasi yang disebabkan adanya aktifitas mikroorganismenya. . Pada hari terakhir fermentasi pH bersifat asam dengan kisaran pH minimum 3,6. Perubahan pH disebabkan oleh adanya asam-asam organik seperti asam laktat, asetat dan piruvat yang terbentuk selama proses fermentasi (Said, 1987). Perubahan warna akibat proses fermentasi juga disebabkan oleh adanya aktifitas mikroorganismenya, pada awal fermentasi memiliki warna *Dark Olive Brown* hingga berubah warna pada akhir

fermentasi yaitu menjadi *Dark Brown*. Perubahan aroma pada saat hari ke 0 fermentasi hingga hari ke 6 menunjukkan bahwa aroma seperti daun segar tetapi setelah difermentasi selama 6 hari telah mengalami perubahan aroma menjadi lebih menyengat yang disebabkan oleh bakteri *Bacillus thuringiensis* membantu pendegradasian senyawa – senyawa organik yang terkandung dalam *L. camara* sehingga senyawa – senyawa organik yang terurai akan menimbulkan bau busuk. Selama fermentasi nilai TDS mengalami peningkatan. Nilai TDS tertinggi 1380 ppm. Kenaikan nilai TDS menunjukkan bahwa bahan organik yang berukuran kecil belum terdegradasi secara sempurna.

### C. Dinamika Populasi *Bacillus thuringiensis* pada Media Alternatif LCPKS dan Air Kelapa Selama Fermentasi

Dinamika pertumbuhan *B. thuringiensis* selama proses fermentasi dilakukan dengan metode Total Plate Count. Perhitungan pertumbuhan *B. thuringiensis* dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan *B. thuringiensis* pada media yang digunakan selama fermentasi berlangsung. Hasil sidik ragam pertumbuhan *B. thuringiensis* tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil sidik ragam pertumbuhan *B. thuringiensis* pada media alami selama proses fermentasi

Perlakuan	Jumlah total <i>B. thuringiensis</i> 10 <sup>8</sup> cfu/ml			
	Hari ke-0	Hari ke-2	Hari ke-4	Hari ke-6
A	10,62	9,505a	10,67b	10,93a
B	11,14	10,424a	10,80b	11,14a
C	10,19	10,915a	10,60b	11,28a
D	10,56	11,276a	10,48c	11,33a
E	10,00	10,934a	11,58a	10,85a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom, menunjukkan tidak ada beda nyata pada jenjang 5% berdasarkan uji DMRT

- A. Perbandingan Media Alami LCPKS dan Air Kelapa (1:0) dengan Fermentasi *B. thuringiensis*
- B. Perbandingan Media Alami LCPKS dan Air Kelapa (1:3) dengan Fermentasi *B. thuringiensis*
- C. Perbandingan Media Alami LCPKS dan Air Kelapa (1:1) dengan Fermentasi *B. thuringiensis*
- D. Perbandingan Media Alami LCPKS dan Air Kelapa (3:1) dengan Fermentasi *B. thuringiensis*

#### E. Perbandingan Media Alami LCPKS dan Air Kelapa (0:1) dengan Fermentasi *B. thuringiensis*

Berdasarkan hasil sidik ragam pertumbuhan *B. thuringiensis* menunjukkan bahwa ada bedanya pada pertumbuhan hari ke 4 dengan perlakuan perbandingan media alami LCPKS dan air kelapa (0:1) mendapatkan pertumbuhan populasi terbaik. Pertumbuhan *B. thuringiensis* pada hari kedua tidak ada beda nyata. Hal ini dikarenakan ada beberapa sample yang mengalami *spreader*. Selain itu seri pengenceran yang digunakan pada hari ke dua yaitu  $10^8$ ,  $10^9$ , dan  $10^{10}$  diduga masih belum cukup tinggi. Terdapat juga bakteri lain yang tumbuh pada petridish, bakteri lain selain bakteri *Bacillus thuringiensis* tidak dapat dimasukkan dalam perhitungan.

#### D. Uji *Bioassay* pada ulat api (*Setora nitens*)

Uji *Bioassay* bertujuan untuk mengetahui toksisitas bioinsektisida terhadap ulat api (*Setora nitens*) instar 3. Parameter yang diamati yaitu tingkat mortalitas, kecepatan kematian hama, dan efikasi.

##### 1. Mortalitas

Hasil mortalitas yang dipaparkan pada Gambar 7 menunjukkan bahwa daya bunuh Bioinsektisida larutan LCPKS dengan *L. camara* dan *B. thuringiensis* tidak memiliki daya bunuh seperti yang diinginkan. Namun hasil penelitian Wahyuono (2015), dengan 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. Hal ini diduga terjadi karena virulensi atau tingkat keganasan bakteri yang sudah menurun yang disebabkan oleh isolat bakteri *Bacillus thuringiensis* yang digunakan merupakan stok lama dan sudah mengalami beberapa kali peremajaan sebelumnya.

##### 2. Kecepatan kematian

Dari kelima perlakuan hanya perlakuan dengan perbandingan Media Alami LCPKS dan Air Kelapa (1:0) yang menunjukkan adanya pengaruh pemberian formula LCPKS dan Air Kelapa dengan Fermentasi *B. thuringiensis* + *L. camara*. Lambatnya kecepatan



kematian ulat api dikarenakan bakteri yang digunakan ialah bakteri *Bacillus thuringiensis*. Toksin dari bakteri ini bersifat sistemik sehingga memerlukan waktu untuk dapat meracuni hama target hingga mati. Waktu yang dibutuhkan juga berbeda – beda sesuai ketahanan dari serangga atau hama target itu sendiri. Ulat api (*Setora nitens*) memiliki daya tahan yang cukup kuat dibandingkan dengan ulat lain seperti *Spodoptera litura* Sp. dikarenakan ulat api memiliki kondisi fisik lebih kuat, kulitnya yang cukup tebal mengakibatkan bakteri *B. thuringiensis* memerlukan waktu yang lebih lama untuk dapat menembusnya hingga dapat masuk ke pencernaan ulat ini.

### **3. Efikasi**

Penghitungan efikasi dihitung sesuai dengan data pengamatan yang didapatkan dan telah dihitung dalam uji mortalitas. Seperti hasil perhitungan mortalitas yang diperoleh sebelumnya, perhitungan efikasi ini dipengaruhi oleh hasil mortalitas yang didapat. Maka dari itu dapat dikatakan bahwa penyebab rendahnya ketiga parameter ini sama, yakni rendahnya virulensi dari isolat bakteri yang digunakan, sehingga bakteri yang digunakan untuk menyerang hama target sudah tidak dalam keadaan yang optimal.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan berdasarkan hasil pengamatan dari seluruh parameter didapatkan hasil bahwa Bakteri *Bacillus thuringiensis* yang dikembangkan dalam media alami formulasi LCPKS dan air kelapa dengan *Lantana camara* pada perlakuan dengan perbandingan LCPKS dan air kelapa (0:1) menunjukkan pertumbuhan koloni bakteri terbaik dilihat dari kurva pertumbuhannya. Akan tetapi pertumbuhannya dihari ke enam menurun signifikan. Bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya yang hasilnya cenderung meningkat, dimana dapat dikatakan jika bakteri pada perlakuan lain dapat bertahan hidup ataupun berkembang lebih baik namun dalam waktu yang lebih lama. Sebaliknya, perlakuan dengan perbandingan media alami LCPKS dan air kelapa (0:1) meskipun hasil pertumbuhan koloni bakteri pada hari ke empat melonjak tinggi akan tetapi di hari ke enam menurun drastis, apabila hal ini terjadi karena faktor nutrisi yang terdapat pada media dengan perbandingan LCPKS dan air kelapa (0:1) yang tanpa menggunakan LCPKS pada formulanya, maka LCPKS memiliki peran dalam menyediakan sumber vitamin untuk pertumbuhan *B. thuringiensis*. *Bacillus thuringiensis* pun terbukti dapat membantu proses

penguraian *L. camara* dengan baik, selain menggunakan nutrisi pada *L. camara* sebagai sumber vitaminnya juga *B. thuringiensis* membantu mengeluarkan senyawa – senyawa aktif yang dapat berguna sebagai bahan aktif biopestisida dari dalam *L. camara*.

#### **IV. KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan beberapa hal yaitu (1) Media alami Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS) dan Air Kelapa + ekstrak daun *Lantana camara* dapat digunakan sebagai media alternatif dalam memperbanyak *Bacillus thuringiensis*; (2) Bakteri *Bacillus thuringiensis* dengan *Lantana camara* dapat bersinergi dengan baik sebagai bahan aktif dan agensia hayati.

Dalam penelitian ini peneliti tidak mendapatkan hasil sesuai dengan hipotesis yang ada. Meskipun begitu penelitian ini sangat layak untuk dilanjutkan sehubungan dengan penggunaan minyak kelapa sawit dan industri kelapa sawit yang tidak ada matinya hingga saat ini. Maka dari itu peneliti merekomendasikan beberapa saran sebagai berikut : (1) Untuk meningkatkan ketelitian dalam melakukan inokulasi dan menjaga suhu selama proses fermentasi ; (2) Untuk menggunakan Isolat yang memiliki tingkat virulensi yang masih optimal.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- BPS. 2010. “Volume dan Nilai Ekspor Kelapa Sawit ”<http://www.downtoearth-indonesia.org/id/story/seabad-perkebunan-kelapasawit-di-indonesiadi> akses tanggal 24 April 2017.
- Chilcott, C. N. And J. S. Pillai. 1985. The use coconut wastes for the production of *Bacillus thuringiensis* var *irsaelensis*. J. Mircen. 1: 327-332.
- Ditjenbun. 2014. “Pertumbuhan areal kelapa sawit meningkat” <http://ditjenbun.pertanian.go.id/berita-362-pertumbuhan-areal-kelapa-sawit-meningkat.html>. Diakses tanggal 22 April 2017.
- Dwiyantores, Agung\_Astuti, dan Achmad, S. 2012. Pengembangan *B. thuringiensis* Dalam Media Pupuk Organik Cair dan Debu Vulkanik Merapi Serta Uji Toksisitas Terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) Pada Tanaman Caisim (*Brassica juncea* L.) Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

- Enviren. 2009. *Bacillus thuringiensis*.  
<http://enviren.blogspot.com/2009/03/bacillusthuringiensis-ciri-ciri.html>. Di Akses tanggal 24 April 2017.
- Kosaric, N., Wieczprek, A., Cosentino, G.P. and Magee, R.J. 1983. In “*Biotechnology*”. Rehm and G. Reed, eds.
- Mehta, P. K., Vaida, D. N., & Kashyap, N. P. (1995). Antifeedant properties of some plant extracts against brinjal hadda beetle *Henosepilachna vigintioctopunctata*. *Journal of Entomological Research*, 19(2), 147-150.
- Parangin-angin BN. 2009. Ulat Api (Limaodidae) Dan Ulat Kantung (Psychidae) Serta Musuh Alami Pada Pertanaman Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) PTPN VIII Cimulang Bogor : Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Said, E.G. 1987. Bioindustri Penerapan Teknologi Fermentasi. Jakarta. Mediatama Putra.
- Setiawan A., Aminudi, Adde K. R., Imam K., dan Elysa F. 2010. Formulasi *Bacillus subtilis* Pada Air Limbah Olahan Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Sebagai Probiotik Tanaman Potensial. Laporan Akhir Program Kreatifitas Mahasiswa Bidang Penelitian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 10hal.
- Sipayung. A. dan C.H., Hutauruk, 1982. Peningkatan Ulat Api pada Kelapa Sawit.
- Wahyuono D. 2015. Kajian Formulasi *Bacillus thuringiensis* Dengan Carrier Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Untuk Pengendalian Ulat Api (*Setora nitens*). *Planta Tropika Journal of Agro Science*. 3 (1): 24-30.
- WOOD, A . P., KELLY, D . P. & THURSTON, C., F. 1977. Simultaneous operation of three catabolic pathways in the metabolism of glucose by *Thiobacillus A2*. *Archives of Microbiology* 113, 256-274p.
- Wyman CE, Lynd LR, dan Mielenz J. 2004. Fermentation modeling: cellulosic biomass conversion. Di dalam: Bakker A, editor. 5th International Symposium on Mixing in Industrial Processes; Seville, Spain, 1-4 Juni 2004. Seville, Spain: Fluent Incorporated & Thayer School of Engineering. hlm 1-32.

Tabel 3. Hasil Perubahan Fisik Media Alami LCPKS dan Air Kelapa Selama Fermentasi dengan *B.thuringiensis* dan *L. camara*

Perlakuan	Suhu (°C)		pH		Warna		Aroma		TDS (ppm)
	Hari ke 0	Hari ke 6	Hari ke 0	Hari ke 6	Hari ke 2	Hari ke 6	Sebelum fermentasi	Setelah fermentasi	
A	27,67c	28,00b	7,10a	4,00b	3/3 2.5 Y (Dark Olive Brown)	3/3 10 YR (Dark Brown)	Daun segar	Menyengat	1020
B	28,00bc	29,00ab	6,33c	3,77c	5/6 2.5 Y (Light Olive Brown)	3/3 10 YR (Dark Brown)	Daun segar	Menyengat	830
C	28,33abc	29,33a	6,70b	4,07ab	3/3 2.5 Y (Dark Olive Brown)	2/2 10 YR (Very Dark Brown)	Daun segar	Menyengat	1360
D	28,67ab	28,00b	6,73b	4,10a	3/3 2.5 Y (Dark Olive Brown)	3/3 10 YR (Dark Brown)	Daun segar	Menyengat	740
E	29,00a	29,33a	6,17d	3,73c	4/4 2.5 Y (Olive Brown)	2/2 10 YR (Very Dark Brown)	Daun segar	Menyengat	660

Keterangan:

Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom, menunjukkan tidak ada beda nyata pada jenjang 5% berdasarkan uji DMRT.

- A. Perbandingan Media Alami LCPKS dan Air Kelapa (1:0) dengan Fermentasi *B. thuringiensis*
- B. Perbandingan Media Alami LCPKS dan Air Kelapa (1:3) dengan Fermentasi *B. thuringiensis*
- C. Perbandingan Media Alami LCPKS dan Air Kelapa (1:1) dengan Fermentasi *B. thuringiensis*
- D. Perbandingan Media Alami LCPKS dan Air Kelapa (3:1) dengan Fermentasi *B. thuringiensis*
- E. Perbandingan Media Alami LCPKS dan Air Kelapa (0:1) dengan Fermentasi *B. thuringiensis*