



JURNAL RONA TEKNIK PERTANIAN
ISSN : 2085-2614; e-ISSN 2528 2654
JOURNAL HOMEPAGE : <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/RTP>



Perbandingan Efektivitas *Bacillus thuringiensis* dengan Teknologi Ozon dalam pengendalian hama *Spodoptera litura* pada daun cabai (*Capsicum annum*)

Sutriyono^{1*}, Intan Zahar²

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Asahan

²Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Asahan
Jl. Jend.Ahmad Yani, Kisaran, Sumatera Utara
Email: osutri44@gmail.com

Abstrak

Hama ulat grayak (*S.litura*) merupakan salah satu hama yang menyebabkan daun berlubang tidak beraturan, sehingga mengganggu proses fotosintesis sehingga mengurangi produksi tanaman cabai sehingga perlu dilakukan penanganan hama. Tujuan dari penelitian untuk melihat perbandingan efektivitas *B. thuringiensis* dengan teknologi ozon yang dibangkitkan melalui reaktor *Dielectric Barrier Discharge Plasma* dalam mengendalikan *S. litura* pada daun cabai di laboratorium. Metode penelitian terdiri dari beberapa tahapan yaitu (1) Pemeliharaan larva *S. litura* (2) Perlakuan dan Pengujian Ozon terhadap *S. litura* (3) Pengujian Toksisitas Isolat Bt terhadap *S. litura*. Parameter penelitian ini tentang mortalitas (%), dan perubahan persentase populasi (%). Perlakuan pemberian *Bacillus thuringiensis* sangat efektif dalam mengendalikan *Spodoptera litura*, hal ini terlihat pada 1 hari setelah aplikasi (HSA) sudah tampak hama ulat yang mortalitas (kematian), sedangkan perlakuan ozon mortalitas *S. litura* baru tampak pada 3 hari setelah aplikasi (HSA). Hasil penurunan jumlah hama *S. litura* pada aplikasi bakteri *B. thuringiensis* lebih cepat di hari ke 4 hari setelah aplikasi (HSA) yaitu 0 persentase ulat yang hidup, sedangkan perlakuan ozon sampai hari ke 10 HSA masih tersisa 20 % hama *S. litura*.

KataKunci: *Bacillus thuringiensis*, Dielectrik Barrier Discharge Plasma (DBDP), Plasma ozon, *Spodoptera litura*.

Comparison of the Effectiveness of *Bacillus thuringiensis* with Ozone Technology in *Spodoptera litura* pest control in chili leaf (*Capsicum annum*)

Sutriyono^{1*}, Intan Zahar²

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Asahan

²Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Asahan

Jl. Jend.Ahmad Yani, Kisaran, Sumatera Utara

Email: osutri44@gmail.com

Abstract

The armyworm pest (*S. litura*) is one of the pests that causes irregular perforated leaves, thus disrupting the photosynthesis process thereby reducing the production of chili plants so that pest management is necessary. The purpose of this study was to compare the effectiveness of *B. thuringiensis* with ozone technology generated through the Dielectric Barrier Discharge Plasma reactor in controlling *S. litura* on chili leaves in the laboratory. The research method consisted of several stages, namely (1) Maintenance of *S. litura* larvae (2) Ozone treatment and testing of *S. litura* (3) Toxicity testing of Bt isolates against *S. litura*. The results of this study will reveal about mortality (%), and change in population percentage (%). The treatment with *Bacillus thuringiensis* was very effective in controlling *Spodoptera litura*, it was seen 1 day after application (HSA) the caterpillar pests showed mortality (death), while the ozone treatment of mortality of *S. litura* only appeared 3 days after application (HSA). The results of the decrease in the number of *S. litura* pests on the application of *B. thuringiensis* bacteria were faster on the 4th day after application (HSA), namely 0 percentage of live caterpillars, while the ozone treatment until the 10th day of DSA still remained 20% of *S. litura* pests.

Keywords : *Bacillus thuringiensis*, Dielectric Barrier Discharge Plasma (DBDP), Plasma ozone, *Spodoptera litura*.

PENDAHULUAN

Spodoptera litura merupakan serangga yang persebarannya berkisar dari Oseania, Asia Selatan, dan Asia Tenggara, termasuk Indonesia. *S. litura* merupakan serangga polifagus atau serangga dengantumbuhan inang lebih dari 40 famili tumbuhan seperti *Brassicaceae*, *Cucurbitaceae*, *Fabaceae*, *Malvaceae*, *Poaceae*, dan *Solanaceae*. Larva dari spesies *S. litura* memakan daun tanaman dan menyebabkan kerusakan parah pada daun (defoliiasi), bahkan pada populasi *S. litura* yang melimpah serangga ini menyerang hampir semua bagian tanaman (Bragard *et al.*, 2019).

Hama *S. litura* menyebabkan kerusakan pada musim kemarau dengan cara memakan daun cabai mulai dari ujung hingga ujung atas dan bawah daun. Serangan hama ini menyebabkan daun berlubang dan tidak beraturan sehingga menghambat proses fotosintesis, yang dapat menurunkan produksi cabai (Suharsono, 2005). Pengendalian *S. litura* ditanaman masih berdasarkan pengendalian komposisi kimia.

Penggunaan pestisida kimia secara terus menerus mengakibatkan hama menjadi kebal terhadap senyawa pestisida tersebut, berkurangnya musuh alami sehingga terjadi ledakan populasi hama, munculnya hama sekunder sehingga masalah residu insektisida meningkat seiring dengan peningkatan penggunaannya (Firmansyah dan Isnaeni, 2020).

Salah satu sumber nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan adalah protein. Makanan yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan larva agar ulat grayak lebih cepat mencapai stadium akhir adalah protein. Kandungan protein kedelai lebih tinggi dari tanaman inang lainnya dan antara 35 dan 40%. Protein

mempengaruhi perkembangan dan kesuburan organisme (Hidayanti dan Asri, 2019).

Kerusakan yang di sebabkan oleh larva *S.litura* banyak di laporkan terutama pada tanaman kedelai di samping pada tanaman padi dan cabai. Larva aktif di malam hari, pada siang hari mereka bersembunyi di bawah daun atau di dalam tanah. Larva muda makan dengan menggigit bagian bawah daun, menyisakan epidermis daun bagian atas dan tangkai daun. Larva instar selanjutnya memakan seluruh daunnya (Aeny, 1995).

Larva muda (1-3 instar) merusak daun meninggalkan sisa daun di epidermis atas (transparan) dan urat daun. Berbeda dengan instar 4-6, gejala serangan daun tidak meninggalkan transparan atau epidermis pada ujung dan urat daun, terbentuk lubang daun yang cukup besar (Fattah, 2016). Kerusakan dan kehilangan hasil panen akibat serangan ulat grayak ditentukan oleh populasi hama, tahap perkembangan serangga, tahap pertumbuhan tanaman, dan varietas tanaman.

B. thuringiensis adalah salah satu contoh mikroba yang bisa dimanfaatkan sebagai bioinsektisida dalam melakukan pengendalian hama. Agens hayati ini merupakan racun perut sehingga akan merusak apabila masuk kedalam saluran pencernaan. Bakteri ini mampu menghasilkan kristal protein dengan kandungan racunnya (Pujiastuti *et al*, 2018). *B. thuringiensis* sebagai agens hayati memang sudah banyak digunakan dalam berbagai penelitian dan terbukti bekerja dengan baik. Hal ini dibuktikan dalam penelitian Adam *et al* (2014) yang menyebutkan bahwa bioinsektisida *B. thuringiensis* dapat membuat nafsu makan serangga menurun dan akan merusak bagian pencernaan dan menyebabkan serangga mati dan mengeluarkan bau busuk. Prototoksin yang dihasilkan bakteri akan merusak dinding usus serangga.

Gejala awal infeksi *B. thuringiensis* berhubungan dengan kebiasaan makan dan metabolisme. Larva yang terinfeksi menunjukkan kehilangan nafsu makan, diare, kelumpuhan saluran pencernaan dan regurgitasi. Selain itu, larva menjadi lebih lemah, tidak merespon iritasi, kejang dan gerakan menjadi tidak teratur (Jati *et al*, 2013).

Ozon berasal dari bahasa Yunani dan berarti bau. Ozon dikenal sebagai gas tidak berwarna. Ozon pertama kali ditemukan oleh Dr. Christian Friederich Schoenbein (1840), ilmuwan Jerman terkenal. Tentu saja, ozon dapat terbentuk oleh radiasi sinar ultraviolet dari sinar matahari. Ozon adalah gas yang menyelimuti bumi di atmosfer stratosfer 5-10 km di atas permukaan laut. Ozon dapat diproduksi dalam reaktor plasma melalui proses ionisasi, rekombinasi, disosiasi, asosiasi, eksitasi, dan deeksitasi (Sung *et al*, 2012).

Sejumlah teknik dapat digunakan untuk menghasilkan ozon, termasuk ozon, yang dapat dihasilkan oleh pelepasan korona, fotokimia (radiasi UV), proses kimia, termal, kemonuklir dan elektrolitik, dan pelepasan penghalang dielektrik. DBD dianggap sebagai pelepasan gas yang paling sesuai pada skala industri dalam hal efisiensi dan biaya rendah. DBD adalah alat yang efektif untuk menghasilkan ozon (Zang *et al*, 2010).

Suatu cara baru-baru ini dikembangkan untuk mempelajari sifat-sifat DBD dengan membangun model yang mirip dengan model DBD yang sudah ada (Kogelschatz, 2003). Bahan yang direkomendasikan untuk insulasi adalah kaca atau leburan silika, dalam beberapa kasus lapisan keramik, enamel tipis atau polimer juga dapat digunakan (Tiwari *et al*, 2010). Lucutan plasma penghalang dielektrik berbentuk koaksial merupakan sistem tertutup (Sung *et al*, 2012). Ozon telah digunakan dalam industri makanan karena memiliki beberapa keunggulan. Ozon merupakan zat pengoksidasi yang dapat digunakan dalam industri makanan karena keunggulannya dibandingkan teknik penyimpanan tradisional (Kogelschatz, 2003 dan Tiwari *et al*, 2010).

Ozon adalah cara yang sangat efektif untuk membunuh serangga, menghancurkan mikotoksin dan menonaktifkan mikroba. Ozon tidak memiliki efek

berbahaya (efek sangat rendah) pada bahan butiran yang diiradiasi. Keunggulan ozon adalah mudah atau cepat terurai menjadi oksigen, tidak meninggalkan residu pada makanan (Nur *et al*, 2013).

Berdasarkan uraian paparan diatas, pengendalian hama *Spodoptera litura* telah banyak dilakukan, namun pengendalian dengan teknologi ozon tidak pernah dilakukan, padahal penggunaan ozon sangat efektif dalam membunuh serangga, merusakkan mitotoksin dan inaktivasi mikroba serta ozon tidak memiliki efek samping. Sehingga penulis memilih teknologi ozon dalam pengendalian dan mengkombinasikan dengan memilih penggunaan bakteri *B. thuringiensis* karena beberapa pustaka memiliki keefektifan dalam pengendalian sampai 80%.

Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan hasil perbandingan efektivitas *Bacillus thuringiensis* dengan Teknologi ozon dalam pengendalian hama *Spodoptera litura* pada daun cabai (*Capsicum annum* L.).

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat dalam penelitian ini antara lain reaktor DBDP (Dielectric Barrier Discharge Plasma) yang berfungsi sebagai generator plasma, pompa udara, sumber listrik, thermometer, stereobox, tabung udara, timbangan digital, stopwatch, 50.mL gelas ukur kimia, dan Erlenmeyer 250 ml. Cawan petri, vortex, laminar, autoclave, bath, mikroskop cahaya, spektrofotometer, mikro pipet.

Bahan pada penelitian ini adalah Hama *Spodoptera litura* sebagai sampel, dan *Bacillus thuringiensis*. Sampel *S. litura* diperoleh dari tanaman cabai. Bakteri *Bt* diperoleh dari laboratorium PHP, tabung gelas, media nutrien agar (NA), daun talas dan daun cabai untuk pakan *S. litura*. Ukur konsentrasi ozon terlarut dengan Aquades, larutkan KI dan Na₂S₂O₃. Larutan KI (0,2M) sebagai pembersih ozon dititrasi dengan Na₂S₂O₃ (0,4M) sebagai larutan titrasi.

Metode penelitian dalam skala laboratorium, terdiri dari beberapa tahapan yaitu (1) Pemeliharaan larva *S. litura* (2) Perlakuan dan Pengujian Ozon terhadap *S. litura* (3) Pengujian Toksisitas Isolat *Bt* terhadap *S. litura*.

1. Pemeliharaan larva.

Larva *S. litura* dipelihara di botol kaca bekas selai (tinggi : 11 cm dan diameter 6,5 cm) dan diberi pakan daun tanaman kailan, daun cabai, daun sawi. Saat memasuki fase pupa, lalu dipindahkan ke kotak plastik khusus yang dilapisi serbuk gergaji yang sudah disterilkan, setelah itu ditutup dengan kertas buram sebagai tempat kepompong, Larva sendiri pergi ke bawah (serbuk kayu) saat akan menjadi pupa. Pupa yang sempurna dibawa ke tempat khusus untuk pemeliharaan imago berupa tabung plastik dengan diameter 20 cm dan tinggi 50 cm. setelah memberi makan larutan madu 10% dengan daun talas sebagai media oviposisi. Telur yang diletakkan oleh imago kemudian disimpan hingga larva siap untuk diuji.

2. Perlakuan dan Pengujian Ozon terhadap *S. litura*

S.litura diperoleh dari cabai yang dipelihara dilaboratorium *S. litura* kemudian dibagi menjadi 4 kelompok (kontrol, 5 menit, 10 menit, 15 menit) yang diinjeksiozon. Pemberian perlakuan ozon dilakukan setiap hari dalam kotak styrofoam dengan waktu kontrol, 5 menit, 10 menit dan 10 menit.

3.Pengujian Toksisitas Isolat *Bt* terhadap *S. litura*.

B. thuringiensis diperoleh dari laboratorium PHP kerasaan, tersedia dalam bentuk serbuk yang dapat diaplikasikan langsung pada serangga uji, dengan kepadatan

spora 10^8 , 10^9 , 10^{10} pada masing-masing konsentrasi yang berbeda yaitu 10, 20, 30 gram kemudian ditimbang dan satu liter Air ditambahkan dan dikocok pada 175 rpm selama 20 menit.

Parameter

Parameter pengamatan yang dilakukan pada *B. thuringiensis* dan penggunaan ozon yaitu mortalitas (%), dan perubahan persentase populasi (%).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mortalitas *Spodoptera litura* L (Ulat Grayak)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pengaruh *B. thuringiensis* dan perlakuan ozon pada pengamatan 1-10 HSA (hari setelah aplikasi) menunjukkan hasil yang sangat nyata dalam persen kematian ulat grayak (Tabel 1).

Berdasarkan hasil pada Tabel 1, hasil analisis statistik menunjukkan bahwa dengan 1-4 HSA, perlakuan B3 (*B.thuringiensis* 30 g/liter air), B2 (*B.thuringiensis* 20 g/liter air) ditemukan signifikan. Berbeda dengan perlakuan lainnya yaitu perlakuan B1 (*B.thuringiensis* 20 g/liter air), O1 (kontrol), O2 (perlakuan ozon selama 5 menit), O3 (10 menit perawatan ozon), O4 (15 menit perawatan ozon). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan B3 dan B2 lebih efektif karena dapat membunuh larva dengan sangat cepat, sedangkan perlakuan B1 dimulai pada hari kedua dan hasil pemberian O4 dan O3 baru terlihat pada hari ke 3 setelah aplikasi. Dengan perlakuan B3 dan B2 sangat efektif membunuh pada aplikasi hari pertama karena *B.thuringiensis* masuk ke saluran tengah dengan molekul yang bersifat toksin atau racun untuk membunuh serangga dalam 1 HSA. O4 (perlakuan ozon 15 menit) dan O3 (perlakuan ozon 10 menit) secara bertahap menunjukkan kematian karena ozon menghasilkan bau yang menyebabkan hama *S.litura* mati seiring waktu. Perlakuan B3 dan B2 dengan 1 HSA (hari setelah aplikasi) menunjukkan gejala mortalitas (kematian) akibat tertelan Kristal protein oleh hama *S.litura* yang sensitive sehingga terjadi kelumpuhan yang mengakibatkan kematian inang. Kristal bakteri larut dalam saluran pencernaan, *B.thuringiensis* mengeluarkan toksin atau racun yang dapat membunuh serangga *S.litura* (Hadi *et al*, 2009). Hama *S.litura* mati (mortalitas) pada perlakuan O4 dan O3 dari tiga aplikasi HSA, yang dikaitkan dengan ozon akut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Metcalf dan Eddy (2003) bahwa ozon berwarna biru pada suhu kamar dan memiliki bau menyengat yang dapat dideteksi oleh hidung manusia pada konsentrasi 0,01-0,05 ppm.

Tabel 1. Pengaruh *B. thuringiensis* dan Aplikasi Ozon terhadap Persentase Mortalitas ulat grayak *Spodoptera litura* untuk setiap perlakuan pada 10 hari pengamatan.

Perlakuan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hari Setelah Aplikasi (HSA)										
Aplikasi Ozon (%)										
Kontrol (O1)	0 B	0 B	0 B	0 D	0 D	0 E	0 E	0 F	0 F	0 F
O2	0 B	0 B	0 B	10 C	20 C	30 D	40 D	50 D	60 C	70 C
O3	0 B	0 B	10 C	20 C	30 D	40 D	50 D	60 C	70 C	80 B
O4	0 B	0 B	10 C	20 C	30 D	40 D	50 D	60 C	70 C	80 B
Bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i> (%)										
B1	0 B	10 B	20 B	30 C	50 C	70 A	80 A	100 A	100 A	100 A
B2	20 A	30 A	40 A	50 A	70 B	90 A	100 A	100 A	100 A	100 A
B3	30 A	50 A	70 A	80 A	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda sangat nyata pada taraf 0.01 menurut uji Jarak Duncan

HSA : Hari Setelah Aplikasi

Kontrol, perlakuan tanpa pemberian ozon

O2 = pemberian ozon selama 5 menit

O3 = pemberian ozon selama 10 menit

O4 = pemberian ozon selama 15 menit

B1 = pemberian *B. thuringiensis* konsentrasi 10 gr/liter air

B2 = pemberian *B. thuringiensis* konsentrasi 20 gr/liter air

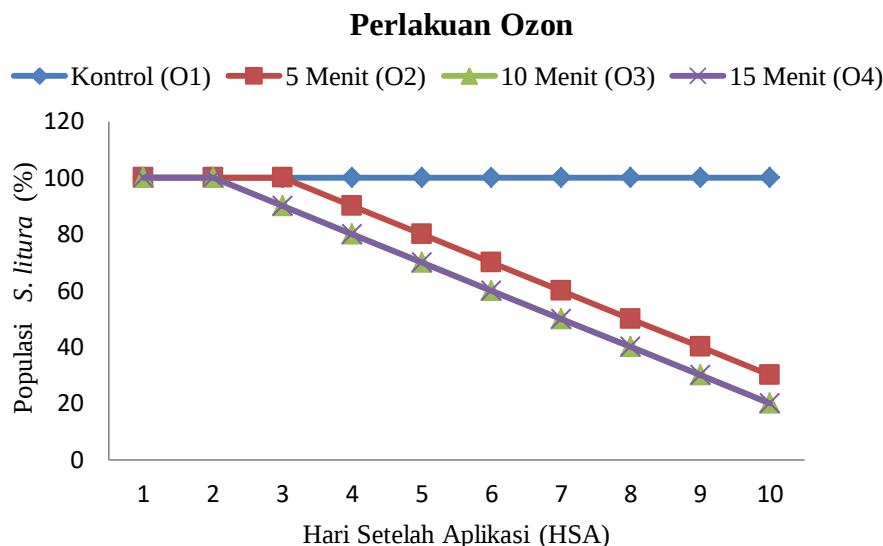
B3 = pemberian *B. thuringiensis* konsentrasi 30 gr/liter air

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan B3 berbeda nyata dengan perlakuan B2, B1, O4, O3, O2 dan O1 (kontrol) pada lima HSA karena patogenisitas *B. thuringiensis* berhubungan erat dengan toksin yang dihasilkan yaitu beta. Eksotoksin yang disebut toksin lalat yang sangat beracun saat membunuh larva Lepidoptera, Hymenoptera dan Diptera. Perlakuan O4 dan O3 berbeda nyata dengan O2 karena waktu yang lebih lama sehingga bau menyengat yang ditimbulkan menyebabkan larva mati. Juga dikenal sebagai toksin lalat atau vektor lalat, beta-exotoxin sangat beracun dan digunakan untuk membunuh larva kupu-kupu, hymenoptera dan diptera. Racun ini larut dalam air, stabil terhadap panas, dan dimasukkan kedalam media fermentasi selama proses pertumbuhan vegetatif. Beta-eksotoksin ini terbukti beracun bagi larva serangga selama proses molting atau metamorfosis, tetapi tidak beracun bagi serangga dewasa.

Kematian mencapai 100% pada perlakuan B3 di 5 HSA, dengan perlakuan B2 di 7 HSA, dan dengan perlakuan B1 di 8 HSA. Perlakuan B3 mengalami kematian lebih cepat pada 5 HSA (hari setelah aplikasi). Karena kristal protein yang dikonsumsi serangga larut dalam lingkungan basa usus serangga. Pada serangga target, protein diaktifkan oleh enzim pencernaan protein serangga. Protein yang teraktivasi menempel pada protein reseptor pada permukaan sel epitel usus. Penempelan tersebut menyebabkan terbentuknya pori-pori atau lubang pada sel sehingga menyebabkan sel hancur. Akhirnya serangga mengalami gangguan pencernaan dan mati (Aguskrisno, 2011).

Perubahan Persentase Populasi Ulat *Spodoptera litura* (%)

Pengamatan perubahan persentase populasi ulat *Spodoptera litura* yang disebabkan perlakuan ozon dan pemberian bakteri *B. thuringiensis* yang dilakukan selama 10 HSA (Hari Setelah Aplikasi). Dari hasil pengamatan terdapat penurunan populasi *S. litura* dari hari kehari sampai hari ke 10 setelah aplikasi, yang dapat dilihat pada Gambar 1.

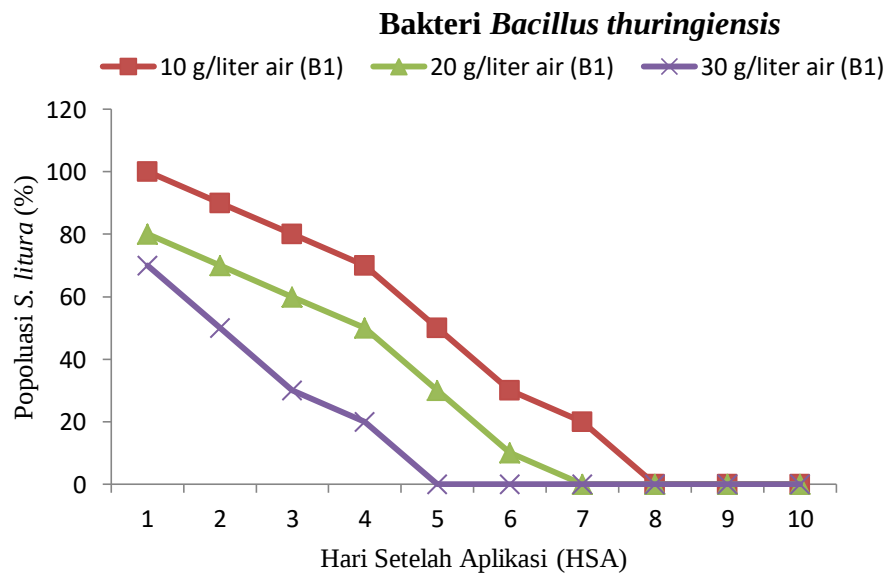


Gambar 1. Pengaruh perlakuan ozon terhadap perubahan persentase populasi ulat grayak (*Spodoptera litura*) untuk setiap perlakuan pada 10 hari pengamatan

Perlakuan pemberian ozon menunjukkan bahwa pada perlakuan O4 (Perlakuan ozon selama 15 menit) dan O3 (Perlakuan ozon selama 10 menit) di 3 hari setelah aplikasi (HSA) sudah tampak ada berkurangnya populasi sebanyak 10%. Berkurangnya populasi ini dikarenakan bau yang tajam pada ozon dan sejalan dengan pemberian waktu yang lebih lama diantara O2 dan kontrol (tidak ada pemberian ozon). Metcalf and Eddy (2003) bahwa pada suhu kamar, ozon berwarna biru dan memiliki bau menyengat yang dapat dideteksi oleh hidung manusia pada konsentrasi antara 0,01 dan 0,05 ppm. Bau menyengat yang dihasilkan ozon seperti kaporit atau kaporit, namun baunya sementara berbeda dengan klorin atau kaporit.

Pada 4 hari setelah aplikasi (HSA) pemberian perlakuan ozon selama 5 menit sudah menunjukkan tanda-tanda pengurangan populasi *S. litura*, hal ini karena waktu tinggal ozon selama beberapa hari sudah menunjukkan tandanya. Tanda yang dialami oleh ulat grayak (*S. litura*) gerakan semakin lamban, nafsu makan berkurang dan warna hijau pucat.

Ozon tidak dapat disimpan atau diangkut, terutama karena waktu tinggal ozon sangat singkat, sekitar 4-6 menit, ketika ozon dengan cepat terurai kembali menjadi molekul oksigen. Waktu tinggal ozon di dalam air sangat tergantung pada suhu, nilai pH dan tekanan. Oleh karena itu, ozon harus diproduksi secara lokal di dekat pabrik yang akan digunakan (Haifan, 2017).



Gambar 2. Pengaruh perlakuan bakteri *B. thuringiensis* terhadap perubahan persentase populasi ulat grayak (*Spodoptera litura*) untuk setiap perlakuan pada 10 hari pengamatan

Gambar 2. menunjukkan bahwa pemberian *B. thuringiensis* pada perlakuan B3 (30 gr/liter air) mengalami penurunan populasi *S. litura* sampai 0 persen lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan B2 (20 gr/liter air), dan B1 (10 gr/liter air). Hal ini dikarenakan aplikasinya, karena *B. thuringiensis* masuk ke saluran pusat dengan molekul yang bersifat racun atau racun untuk membunuh serangga.

Kristal protein yang tertelan oleh serangga larut dalam lingkungan basa usus serangga. Pada serangga target, protein diaktifkan oleh enzim pencernaan protein serangga. Protein yang teraktivasi menempel pada protein reseptor pada permukaan sel epitel usus. Penempelan tersebut menyebabkan terbentuknya pori-pori atau lubang pada sel sehingga menyebabkan sel hancur. Akhirnya serangga mengalami gangguan pencernaan dan mati (Aguskrisno, 2011).

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik adalah:

1. Perlakuan pemberian *Bacillus thuringiensis* sangat efektif dalam mengendalikan *Spodoptera litura*, hal ini terlihat pada 1 hari setelah aplikasi (HSA) sudah tampak hama ulat yang mortalitas (kematian), sedangkan perlakuan ozon mortalitas *S. litura* baru tampak pada 3 hari setelah aplikasi (HSA)
2. Perlakuan perubahan persentase ulat menunjukkan bahwa penggunaan bakteri *B. thuringiensis* lebih efektif dibandingkan dengan perlakuan ozon, hal ini tampak pada hasil penurunan jumlah hama *S. litura* pada aplikasi bakteri *B. thuringiensis* lebih cepat di hari ke 4 hari setelah aplikasi (HSA) yaitu 0 persentase ulat yang hidup, sedangkan perlakuan ozon sampai hari ke 10 HSA masih tersisa 20 % hama *S. litura*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi dan yang sudah mendukung penelitian ini melalui dana hibah Penelitian Dosen Pemula, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, Triani, Rina Juliana, and Rosdah Thalib. (2014). "Bioesai Bioinsektisida Berbahan Aktif *Bacillus thuringiensis* Asal Tanah Lebak Terhadap Larva Spodoptera Litura Bioessay Of *Bacillus thuringiensis* Berliner Bioinsecticide Against Spodoptera Litura Fabricius." *Prosiding Seminar Lahan Sub Optimal* :828–34.
- Aeny, (1995). Biologi *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera : Noctuidae) pada Ubi Jalar dan Kangkung [Skripsi]. Jurusan Hama dan Penyakit Tanaman. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. [Skripsi].
- Aguskrisno, (2011). Penggunaan *Bacillus thuringiensis* sebagai Biopestisida. Diunduh <http://edukasi.kompas.com> pada tanggal 30 Desember 2011.
- Bragard, Dehnen-schmutz, Serio, Gonthier, Anton, Miret, Zappal, 2019. Pest categorisation of *Spodoptera litura*. *EFSA Journal*, 17(June),135. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5765>
- Fattah, (2016). Siklus Hidup Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) dan Tingkat Serangan Pada Beberapa Varietas Unggul Kedelai Di Sulawesi Selatan. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian. Banjarbaru.
- Firmansyah dan Isnaeni, (2020). Pengaruh Aplikasi Ekstrak Kasar Daun *Sphagneticola trilobata* Terhadap Pertumbuhan Dan Perkembangan Larva *Spodoptera litura*. *Jurnal Agro* 7 (1), 2020. 92-101. <https://doi.org/10.15575/7409>
- Hadi, Udi, dan Rully, (2009). Biologi Insekta Entomologi, Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Hidayanti, dan Asri, (2019). Pertumbuhan Ulat Grayak *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae) pada Pakan Alami dan Pakan Buatan dengan Sumber Protein Berbeda. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Surabaya. *Jurnal Lentera Bio*. 8 (1): 44-49.
- Haifan, (2017). Review Kajian Aplikasi Teknologi Ozon untuk Penanganan Buah, Sayuran dan Hasil Perikanan. *Jurnal IPTEK*, Vol.1, No.1, April 2017: 15-21
- Jati, Indah dan Felicia, (2013). "Isolasi, Purifikasi dan Uji Patogenisitas Isolat *Bacillus thuringiensis* berliner Wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti* linn," Laporan Akhir Hasil
- Kogelschatz, (2003). Dielectric- barrier Discharges: Their History, Discharge Physics, and Industrial Applications. *Plasma Chemistry and Plasma Processing* 23, 1.
- Metcalf and Eddy, (2003). *Was water Engineering Treatment and Reuse*. 4 ed, New York, Mc Graw Hill, USA.
- Nur, Solichin, Kusdiyantini, Winarni, Susilo, Maryam, Sosiowati, Wuryanti and Harjum, (2013), Ozone Production by Dielectric Barrier Discharge Plasma for Microbial Inactivation in Rice, *Proceedings of 2013 the 3rd ICICI- BME, IEEE Catalog Number: CFP138H-ART*, pp.221- 225.
- Pujiastuti, Rohwati, Suwandi, Dwi, Suparman, and Arsy. (2018). "Toxicity Of *Bacillus thuringiensis*-Based BioInsecticide On *Coptotermes curvignathus* (Isoptera: Rhinotermitidae) In Laboratory." *Journal Of Advanced Agricultural Technologies* 5(1):41–45.
- Suharsono. 2005. Preferensi Peneluran Hama Penggerek Polong pada Beberapa Galur

Varietas Kedelai. Penelitian Pertanian.

- Sung, Tei, Liu, Hsiao, Chen, Wu, Yang, Teii, Ono, Ebihara, (2012). Effect of pulse power characteristics and gas flow rate on ozone production in a cylindrical dielectric barrier discharge ozonizer. *Vacuum* 90, 65- 69.
- Tiwari, Brennan, Currant, Gallagher, Cullen, Donnel, (2010). Application of ozone in grain processing. *Journal of Cereal Science* 51, 248-255.
- Zang, Shao, Yu, Niu, Yan, Zhou, (2010). Comparison of experiment and simulation on dielectric barrier discharge driven by 50 Hz AC power in atmospheric air. *Journal of electrostatics* 68, 445-452