

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pestisida Hayati (Biopestisida)

Pestisida hayati merupakan salah satu cara dalam mengendalikan hama terpadu (PHT). Pengendalian hama terpadu menggunakan prinsip yang ramah lingkungan dengan melakukan analisis secara khusus organisme penyerang tanaman (OPT) serta dengan melakukan pencegahan terhadap hama yang menyerang tanaman tersebut. Tujuan umum dalam penerapan PHT yaitu untuk menekan penggunaan pestisida kimia atau sintetis, mencegah resurgensi serta kekebalan OPT (Novizan, 2002).

Pestisida hayati merupakan suatu pestisida yang terbuat dan diambil dari bahan alam. Pestisida tersebut banyak dicari sebagai pengganti dari pestisida sintetis atau kimia yang dapat menimbulkan efek samping toksik baik pada lingkungan, dan makhluk hidup serta dapat menyebabkan resistensi terhadap hama (Bunders dkk, 1996). Pestisida nabati termasuk dalam pestisida yang ramah lingkungan dikarenakan memberikan dampak pada tanaman dalam jangka waktu tertentu serta mudah untuk terdegradasi, residu cepat hilang, tidak mencemari lingkungan dan aman terhadap makhluk hidup (Setiadi, 2012).

Menurut Novizan (2002), Pestisida hayati umumnya memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Repelan: meminimalisir adanya serangga pada tanaman, umumnya disebabkan oleh aroma yang kuat

2. Antifidan: meminimalisir serangga dalam memakan tanaman yang telah diberi pestisida yang dikarenakan citarasa yang pahit
3. Mencegah serangga untuk bertelur
4. Toksik pada sistem saraf
5. Mengganggu sistem hormon pada tubuh serangga
6. Atraktan: penarik serangga ke dalam perangkap serangga
7. Mengendalikan pertumbuhan jamur (fungisida) dan bakteri (bakterisida) yang bersifat merusak tanaman.

Pestisida hayati memiliki kelebihan sebagai berikut:

1. Cepat terurai akibat sinar matahari, udara, kelembapan, atau komponen alam lainnya. Sifat ini menyebabkan resiko pencemaran tanah dan air berkurang. Resiko residu pada hasil panen juga rendah.
2. Toksisitas pada mamalia umumnya rendah sehingga aman bagi manusia dan hewan ternak.
3. Selektivitas tinggi karena pestisida hayati memiliki spektrum pengendalian yang luas.
4. Fitotoksisitas rendah sehingga potensi pestisida nabati merusak tanaman rendah.

Menurut Saenong (2016), kelemahan pada pestisida hayati (biopestisida) adalah sebagai berikut:

1. Kemampuan kerja yang lambat sehingga hasil dari penyemprotan pestisida hayati tidak terlihat dalam waktu yang pendek.

2. Tidak membunuh hama secara langsung, tetapi akan mengurangi nafsu makan hama sehingga hama akan mati secara perlahan atau hanya sekedar mengusir atau membuat hama tersebut tidak mau lagi memakan tanaman yang telah disemprot pestisida hayati tersebut.
3. Mudah rusak dan mudah terurai jika terpapar sinar matahari
4. Tidak bisa menyimpan dalam waktu yang lama sehingga perlu digunakan setelah selesai dibuat dan menjadi suatu hambatan untuk diperjual belikan kepada masyarakat.
5. Perlu pengaplikasian secara berkala sehingga tidak terlalu efisien dalam segi ekonomi.

Menurut Berek (2017), terdapat dua cara dalam pengaplikasian insektisida pada tanaman yaitu dengan cara penyemprotan pada daun atau permukaan daun pada tanaman dan penyiraman insektisida langsung pada akar tanaman dalam tanah. Kelebihan dalam penyemprotan pada daun atau permukaan daun pada tanaman yaitu

1. Hormone pertumbuhan mampu dengan mudah diterima oleh stomata daun, luas permukaan daun menjadi permukaan serapan serta unsur hara lebih segera tiba pada tempat yang diperlukan.
2. Mikrobia yang berguna pada tanaman dapat menempati permukaan daun sehingga menimalisir penyerangan oleh hama.
3. Frekuensi serta volume ekstrak larutan vermikompos cair dapat disesuaikan dengan kondisi atau keperluan tanaman

Menurut Berek (2017), kelemahan dalam penyemprotan pada daun atau pada permukaan daun pada tanaman yaitu

1. Membutuhkan penyaringan terhadap ekstrak larutan vermikompos cair sehingga kekayaan humus serta senyawa yang berguna lainnya dapat tertampung dalam saringan.
2. Efektivitas penyiraman ekstrak larutan vermikompos cair sangat tergantung pada cuaca dan waktu pengaplikasian.

Menurut Berek (2017), kelebihan dalam penyiraman insektisida pada akar tanaman di dalam tanah yaitu

1. Menaikan populasi, diversitas serta aktivitas mikrobia tanah
2. Menaikan kandungan hara terlarut dalam tanah
3. Menaikan jumlah hara
4. Menyempurnakan bentuk lahan
5. Menambah konsentrasi air pada tanah
6. Menimalisir serangan hama pada tanah
7. Menaikan korelasi antar tanaman dan mikrobia tanah seperti tanaman leguminosa.

Menurut Berek (2017), kelemahan dalam penyiraman insektisida pada akar tanaman di dalam tanah yaitu

1. Unsur hara lebih pelan tiba pada segmen tanaman yang memerlukan
2. Sebagian unsure hara bisa lenyap yang diakibatkan terbawa air hujan
3. Korelasi negative antara mikrobia

4. Fungsi perlindungan secara spontan terhadap segmen atas tanaman (trubus) tidak dapat digerakan

Menurut Saenong (2016), pada umumnya materi alam memiliki senyawa bioaktif yang dapat dikategorikan ke dalam 3 bagian, antara lain materi alam dengan adanya komponen – komponen yang bersifat anti-fitopatogenik (antibiotic pertanian), bersifat fitotoksik dan materi alam dengan komponen - komponen yang bersifat aktif pada serangga.

Menurut Saenong (2016), mekanisme kerja pestisida nabati adalah secara spontan menghambat proses reproduksi hama terutama betina, menekan selera makan, mengakibatkan serangga tidak mau makan, merusak pertumbuhan telur, larva dan pupa sehingga proses perkembangbiakan serangga terhambat, dan mengganggu pergantian kulit.

Menurut Saenong (2016), berdasarkan cara kerjanya, pestisida nabati digolongkan dalam beberapa kelompok yaitu:

1. Repelan, yaitu dengan menimalisir kehadiran serangga misalnya karna aroma yang sangat kuat
2. Antifidian, yaitu dengan meminimalisir atau mengurangi serangga memakan tanaman yang telah diberi pestisida nabati, menghambat reproduksi serangga betina, sebagai toksik saraf dan dapat mengganggu sistem hormone di dalam tubuh serangga.
3. Atraktan, yaitu suatu dengan menarik serangga sehingga dapat dijadikan larutan untuk menjebak serangga serta mencegah terjadinya pertumbuhan jamur dan bakteri.

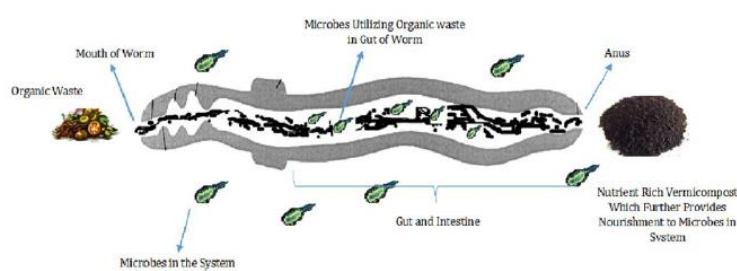
4. Pestisida nabati, yaitu dengan menurunkan preferensi serangga dalam mengakses sumber makanan.

Menurut Morallo-Rejesus dan Rejesus (1992), cara masuk insektisida nabati pada serangga dibedakan menjadi 4, yaitu :

1. Insektisida kontak, yaitu insektisida masuk melalui kontak tubuh. Masuknya insektisida melalui eksoskeleton dan sistem pernafasan. Hampir seluruh insektisida nabati termasuk dalam golongan ini
2. Insektisida perut, yaitu dengan insektisida akan masuk melalui makanan yang dikonsumsi serangga dan bekerja terhadap permukaan saluran pencernaan serangga
3. Insektisida sistemik, yaitu dengan insektisida ini masuk dalam tanaman atau organisme nontarget yang umumnya menempati daerah vaskuler tanaman. Insektisida ini bersifat toksik pada serangga saat serangga tersebut memakan atau mengambil area yang mengandung insektisida di tanaman tersebut
4. Fumigant, yaitu dengan insektisida yang terbentuk dalam gas pada suhu ruang normal dan masuk ke dalam trakea. Fumigant metal bromide akan berbentuk gas pada suhu 10°C .

B. Vermikompos

Vermikompos merupakan suatu proses memecahkan suatu senyawa organik yang dirombak oleh cacing tanah dimana terdapat campuran feses cacing tanah dengan sisa pakan dalam budidaya cacing tanah (Suparno dkk, 2013). Sampah – sampah organik akan dimakan oleh cacing yang kemudian akan dicerna di dalam ampela (seperti gigi) dan *worm gut*. Dalam sistem pencernaan terdapat mikrobia dan enzim – enzim pencernaan yang akan dikeluarkan oleh *gut wall*. Enzim – enzim tersebut berupa selulase, amilase, invertase, protease, dan fosfatase. Setelah dilakukan pencernaan maka akan dihasilkan kotoran cacing yang dikeluarkan dari anus cacing. Kotoran tersebut sudah dalam bentuk sederhana yang disebut sebagai vermikompos atau kascing (Hermawan, 2014). Berikut Gambar 1 yang menjelaskan tentang proses vermikompos



Gambar 1. Hubungan mutualisme cacing dan mikrobia (Ali dkk., 2015).

Keunggulan yang dimiliki dalam vermikompos yaitu proses alami, bebas dari bahan kimia, ramah lingkungan, tidak toksik, mudah dikontrol, kebutuhan energi rendah, tidak berbau, kandungan nutrisi tinggi serta terdapat mikrobia yang terbawa dari organ pencernaan cacing yang sangat

bermanfaat dalam pertumbuhan tanaman (Singh dan Singh, 2014; Ali dkk, 2015).

Kascing mempunyai komposisi permukaan yang hampir sama dengan komposisi permukaan pasir dengan diameter butiran 0,05 – 2 mm. Tesktur yang dominan dengan pasir dapat membuat kascing mudah menjadi serpihan sehingga dapat memperbaiki kelemahan tanah liat (Mulat, 2003). Bahan yang terkandung dalam kascing sangat dibutuhkan oleh tanaman sebagai hormon pertumbuhan seperti hormon giberelin, sitokinin dan auksin. Selain hormon, kascing juga memiliki unsur hara yang diantaranya N, P, K, Mg dan Ca serta mengandung *Azotobacter* sp. yang merupakan bakteri pengikat non-simbiotik yang akan membantu memperkaya unsur N yang sangat diperlukan oleh tanaman (Krishnawati, 2003).

Kascing memiliki kualitas kimia yang bagus dengan pH mendekati netral, kandungan nitrogen total yang tinggi, perbandingan C dan N yang rendah (<20), salinitas yang rendah sehingga dapat diaplikasikan sebagai bahan penyuburan tanah serta media tanam yang tidak menyebabkan keracunana terhadap tanaman (Mulat, 2003). Syarat vermikompos ialah memiliki absorbansi yang tinggi, agen *bulking* yang baik, dan rendah akan protein. Kelembaban yang dibutuhkan ialah 85% dengan suhu 20-30°C tetapi tidak melebihi 35°C. Aerasi oksigen juga diperlukan untuk membantu tumbuh dan kembang cacing serta mencegah protein yang ada diubah menjadi ammonia. pH media pertumbuhan diukur dan dikontrol

sekitar 7,5-8. Kandungan garam juga tidak boleh melebihi 0,5% akan tetapi pada kotoran hewan sebagai pakan cacing kadar garam dapat ditolerir hingga 8% (Munroe, 2004).

Proses vermikompos dilaporkan akan lebih baik jika melalui tahapan pemupukan awal (*precomposting*) bahan organik yang akan dimakan atau dekomposisi oleh cacing. Proses pengomposan secara manual diikuti proses vermikompos dapat meningkatkan jumlah populasi cacing selama proses vermikompos (Frederickson dkk. 1997), efektif mentransformasi hasil dekomposisi yang lebih banyak pada bahan kertas (Frederickson dkk., 2007), membantu dalam stabilisasi sampah, pH, kelembaban, dan pengurangan massa sampah, serta efektif untuk mengaktivasi patogen (Nair dkk., 2006).

C. Media vermikompos

Media pertumbuhan cacing yang baik ialah mengandung bahan organik, berserat, kandungan protein rendah (15%), dan sudah mengalami pelapukan sehingga mudah dicerna oleh cacing. Media tanam ini juga harus mampu menahan kelembaban (85%) dan bersuhu 20-30°C. umumnya media tanam menggunakan serbuk kayu, bekas baglog, atau serabut kelapa yang dicampur dengan kotoran hewan. pakan cacing dapat melalui kotoran hewan atau dengan penambahan sampah organik lainnya seperti limbah pasar dan pertanian (Hermawan, 2014 ; Munroe, 2004).

Perbandingan media jika menggunakan kotoran hewan saja maka perbandingan serat, dan kotoran hewan 1:1, sedangkan jika dengan

penambahan sampah organik serat: kotoran hewan: sampah organik ialah 2:1:1. Kesemua campuran bahan ini harus diperam selama 2-4 minggu agar melunak dan mudah dicerna cacing. Bahan yang mengandung protein tinggi, lemak, keras (tulang), dan berbahaya (kulit kentang yang mengandung sianida) dapat dihindarkan karena dapat mengganggu pemeliharaan cacing (Hermawan, 2014).

D. Vermileachate

Vermileachate merupakan hasil air yang tertampung selama proses vermikompos. Selama proses dekomposisi oleh cacing, air akan diaplikasikan untuk menjaga kelembaban dan air akan juga keluar dari bersamaan dengan nutrisi yang telah terasimilasi dan termineralisasi oleh cacing dan mikrobial (Quaik dan Ibrahim, 2013; Quaik dkk., 2012). *Vermileachate* banyak mengandung bahan organik yang belum terdekomposisi (Singh dan Singh, 2014). *Vermileachate* yang baik akan berwarna kuning pucat jernih (Ismail, 1997).

Hasil produk memiliki kemampuan biofertilizer dan biopestisida. Produk diaplikasikan ke tanaman dengan cara disemprot melalui pengenceran agar daun tanaman tidak terbakar (Quaik dan Ibrahim, 2013; Sharma dkk., 2009). Kemampuan *vermleachate* dilaporkan bekerja sebagai pestisida kelas ringan (Pramothe, 1995). *Vermleachate* mengandung enzim seperti protease, amilase, urease, dan fosfatase, asam organik, mukus dan mikrobial (Zambare dkk., 2008; Shivsubramanian dan Ganeshkumar, 2004).

E. Teh vermikompos

Teh vermikompos merupakan cairan yang diekstrak dari kascing dengan menggunakan pelarut dengan metode aerasi atau non aerasi. Proses ekstraksi dilakukan selama waktu tertentu. Selama proses terkadang ditambahkan bahan – bahan tertentu seperti gula, gandum, emulsi ikan, alga (*kelp tea*), dan asam humic untuk meningkatkan aktivitas mikrobia dan produk akhir (Quaik dan Ibrahim, 2013).

Alasan utama dari pembuatan teh vermikompos ialah memindahkan mikrobia, komponen organik, dan bahan kimia terlarut pada pupuk menjadi bentuk larutan sehingga mudah dapat diaplikasikan pada permukaan daun atau tanah yang tidak dapat dilakukan jika berbentuk padat/ pupuk. Teh vermikompos digunakan untuk memelihara tanaman secara langsung melalui senyawa aktif yang ada didalamnya. Senyawa aktif ini berupa mikroorganisme, asam fulvat terlarut, hormon penumbuh tanaman (yang diproduksi mikroorganisme), dan material lain yang meningkatkan mikronutrisi. Petani yang menggunakan teh vermikompos melaporkan bahwa teh vermikompos memberikan efek positif pertumbuhan tanaman, pematangan tunas, warna buah, volume akar, dan hama serta penyakit resisten. Teh vermikompos dapat memberikan efek sebagai pupuk, fungisida, pestisida, dan lainnya (Edwards, 2011).

Menurut Ingham (2005), ekstrak larutan vermikompos cair berbeda dengan bahan – bahan lainnya, yaitu :

1. Bahan utama yang digunakan dalam ekstrak larutan vermikompos cair merupakan vermikompos yang telah dirombak oleh cacing tanah
2. Bahan yang diekstrak merupakan unsur hara, mikroba serta komponen lain seperti massa humus dan hormone pertumbuhan
3. Terdapat perlakuan pengocokan larutan yang bertujuan untuk mensuplai oksigen, mengekstrak mikrobia serta melarutkan unsure hara dan komponen lainnya.
4. Penambahan substrat atau bahan makanan seperti gula dan molase
5. Pengayaan hara, mikroba dalam memperbaiki efektivitas fungsi baik sebagai pupuk maupun biopestisida.

Menurut Berek (2017), manfaat utama ekstrak larutan vermikompos cair yaitu:

1. Meminimalisir adanya serangan penyakit yang disebabkan oleh hama serta meningkatkan kesehatan tanaman sehingga mengurangi penggunaan pestisida kimiawi
2. Menyediakan hara terlarut untuk tanaman sehingga meminimalisir penggunaan pupuk kimiawi
3. Menaikan populasi, diversitas serta aktivitas mikroorganisme tanah yang memiliki fungsi dalam perbaikan bentuk tanah, retensi air penetrasi akar dan pertumbuhan tanaman.

Menurut Berek (2017), kualitas ekstrak larutan vermikompos cair ditentukan oleh kualitas kompos sebagai bahan baku serta proses dalam

pengomposan. Proses pengomposan akan baik dalam kategori sebagai berikut:

1. Bahan makanan mikroba perlu tercukupi
2. Kandungan air dalam kisaran 50 – 60%
3. Suhu yang cocok untuk mikroorganisme mesofil yaitu 20 – 40°C sedangkan suhu yang cocok untuk mikroorganisme termofil yaitu 40 – 70°C.
4. pH dalam kisaran 6,0 – 7,5
5. Oksigen > 10%

F. Deskripsi *Lumbricus rubellus* Hoffmeister

Cacing tanah yang dapat dilihat dari Gambar 2, yaitu hewan tingkat rendah yang tidak bertulang belakang dan hidup di dalam tanah.



Gambar 2. *Lumbricus rubellus* (Pamungkasari, 2014)

Kedudukan *Lumbricus rubellus* dalam taksonomi (Gates, 1972)

adalah:

Filum : Annelida
 Ordo : Oligochaeta
 Kelas : Clitellata
 Famili : Lumbricidae
 Spesies : *Lumbricus rubellus*

Gates (1972)

Cacing yang potensial sebagai agen vermikompos ialah *Lumbricus rubellus* dan *Eisenia fetida*. Menurut Afriyansyah (2010), cacing *L. rubellus* memiliki laju konsumsi dan pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan *E. fetida* ataupun kombinasi keduanya. *L. rubellus* memiliki keunggulan lain yaitu memiliki toleransi perubahan lingkungan yang lebih baik dibandingkan *E. fetida* (Syarief, 2018).

Sistem pencernaan cacing tanah seperti tabung lurus yang terdiri dari faring (4 segmen), esofagus (7 segmen), tenggorokan (*gizzards*: 9 segmen), dan usus (15 segmen hingga anus) (Merrill, 2013; Kiyasudeen dkk., 2016). Cacing tidak menggunakan gigi atau perut untuk menghancurkan makanan, tetapi cacing menggunakan butiran batuan kecil yang ikut masuk bersama makanan yang akan menghancurkan makanan selama berada di tenggorokan. Cacing memasukkan makannya menggunakan otot segmen yang ada di faring (Merrill, 2013). Di bawah faring terdapat kelenjar saliva yang akan menghasilkan saliva yang memfasilitasi proses pencernaan makanan. Saliva terdiri dari *mucin* (melumasi makanan) dan enzim proteolitik (mencerna protein) (Kiyasudeen dkk., 2016).

Esofagus berfungsi menyimpan makanan sementara sebelum masuk ke tenggorokan (Kiyasudeen dkk., 2016). Makanan yang telah dihancurkan di tenggorokan akan masuk ke dalam usus yang diikuti penambahan enzim di usus untuk menghancurkan makanan diikuti pertumbuhan bakteri yang menguntungkan pada usus (Merrill, 2013).

G. Kubis (*Brassica oleracea* L.)

Menurut Wahyuni (2014), klasifikasi dari tanaman kubis (*Brassica oleracea* L.) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Filum : Tracheophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Brassicales
Famili : Brassicaceae
Genus : *Brassica*
Spesies : *Brassica oleracea* L.

Wahyuni (2014)

Tanaman kubis (*Brassica oleracea* L.) yang dapat dilihat dari gambar 3, merupakan tanaman yang berasal dari family Brassicaceae yang merupakan sayuran dengan berbatang lunak yang telah diketahui sejak lama (2500-2000 SM) serta termasuk dalam tanaman yang dipuja dan dimuliakan oleh masyarakat Yunani Kuno (Luhukay dkk, 2013)



Gambar 3. *Brassica oleraceae* L. (Wahyuni, 2014)

Tanaman kubis telah dibudayakan sejak lama sebagai sayuran yang mengandung gizi yang cukup tinggi, hal ini karena kubis mengandung vitamin A, C dan K, senyawa fitonutrien, serta mengandung mineral seperti kalium, kalsium, fosfor, natrium dan besi. Tanaman kubis memiliki arti ekonomi yang cukup penting bagi para petani. Tingkat produktivitas

tanaman kubis baik dalam kuantitas maupun kualitas masih tergolong sangat rendah seperti terdapat banyak lubang pada daun, daun menguning yang dapat disebabkan tanah yang miskin akan unsur hara, pemupukan yang tidak berimbang, terserangnya hama, cuaca serta iklim (Roring dkk, 2013)

H. Ulat Grayak (*Spodoptera litura*)

Menurut Kalshoven (1981), *Spodoptera litura* dapat diklasifikasi sebagai berikut

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Lepidoptera
Famili	: Noctuidae
Genus	: <i>Spodoptera</i>
Spesies	: <i>Spodoptera litura</i>

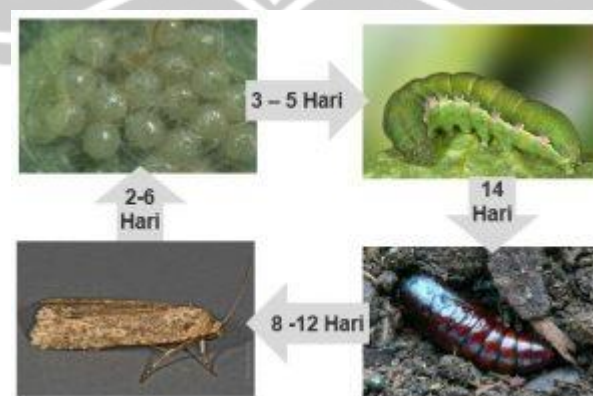
Kalshoven (1981)

Spodoptera litura atau biasa disebut sebagai ulat grayak yang dapat dilihat dari gambar 4, merupakan hama yang bersifat polifag yang dapat merusak tanaman apa saja. Hama tersebut dapat menyebabkan kehilangan hasil panen sekitar 85% atau lebih parah dapat menyebabkan gagal panen (puso). Larva pada ulat grayak merusak tanaman dengan meninggalkan sisa-sisa epidermis bagian atas dan hanya tertinggal tulang-tulang daun. Larva instar berikut akan merusak tulang daun serta dapat memakan buah. Pada umumnya larva akan berada permukaan bawah daun yang kemudian akan merusak tanaman secara berkelompok hingga tanaman terlihat gundul semua (Tarigan dkk, 2012).



Gambar 4. *Spodoptera litura* (Fattah dan Ilyas, 2016)

Siklus hidup ulat grayak yang dapat dilihat pada gambar 5 berkisar antara 30-60 hari. Pada umumnya larva yang baru keluar dari telur akan berkumpul secara bergerombolan hingga instar III dimana pada instar tersebut larva akan tampak berwarna hijau kelabu hitam. Larva ulat grayak terdiri dari V-VI instar dengan lama stadia larva berkisar 17-26 hari yang terdiri dari larva instar I antara 5-6 hari, instar II antara 3-5 hari, instar III antara 3-6 hari, instar IV antara 2-4 hari dan instar V antara 3-5 hari (Erwin, 2000). Siklus hidup ulat grayak dapat dilihat pada Gambar 5.



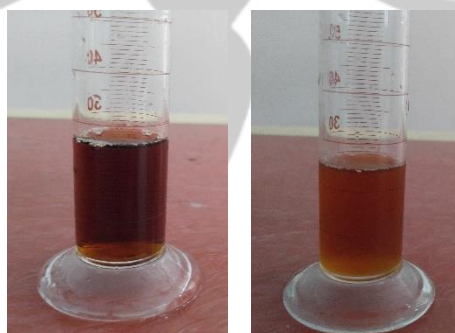
Gambar 5. Siklus Hidup Ulat Grayak (Erwin, 2000)

Larva ulat grayak memiliki warna tubuh yang bervariasi, memiliki kalung (bulan sabit) berwarna hitam pada segemen abdomen keempat dan

kesepuluh. Pada sisi lateral dorsal terdapat garis kuning. Ulat grayak yang baru menetas akan tampak berwarna hijau muda, bagian sisi coklat tua atau hitam kecoklatan dan hidup secara berkelompok. Beberapa hari setelah menetas, larva akan menyebar dengan menggunakan benang sutera dari mulutnya. Larva ulat grayak akan bersembunyi di dalam tanah pada siang hari atau bersembunyi pada tempat yang lembab dan akan menyerang tanaman pada malam hari. Larva ulat grayak akan berpindah dari tanaman yang satu ke tanaman lain secara bergerombolan dalam jumlah yang besar (Erwin, 2000).

I. Stok Larutan Vermikompos Cair dan *Vermileachate*

Stok larutan vermikompos cair dan larutan *vermileachate* diperoleh dari peneliti terdahulu Syarief (2018). Stok larutan disimpan dalam kulkas dengan tujuan untuk menjaga kualitas dari larutannya. Hasil perbedaan antara larutan vermikompos cair dan *vermileachate* dapat dilihat pada Gambar 6.



(A)

(B)

Gambar 6. Larutan Vermikompos Cair (A), Larutan *Vermileachate* (B)

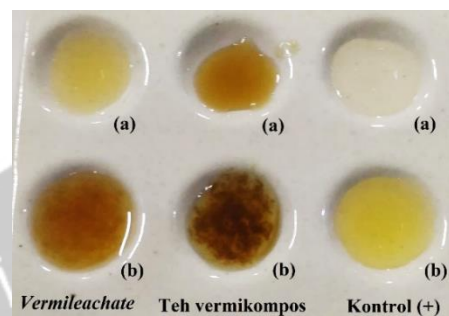
Berdasarkan Gambar 6 di atas maka dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan warna antara larutan vermikompos cair dengan larutan *vermileachate*. Warna coklat dari larutan vermikompos cair terlihat lebih gelap jika dibandingkan dengan warna coklat dari larutan *vermileachate*. Hal ini telah sesuai menurut (Ismail, 1997; Chatterjee dkk., 2013) bahwa *vermileachate* memiliki warna coklat pucat sedangkan larutan vermikompos cair coklat gelap. Tingkat keasaman *vermileachate* 8 dan teh vermikompos 6,99. Menurut Zaeri dkk. (2018), pH leachate cenderung basa sedangkan teh vermikompos netral sesuai dengan pH vermikompos.

J. Kandungan Unsur Hara Larutan Uji

Larutan uji dilakukan karakterisasi ada tidaknya kandungan fenolik. Uji fenol dilakukan dengan metode FeCl_3 yang akan menunjukkan hasil positif apabila terbentuk warna biru/ merah/ hijau/ ungu. Pembentukan warna ini akibat pembentukan kompleks besi fenol (Ahluwalia dan Dhingra, 2000).

Pada peneliti sebelumnya (Syarief, 2018), telah melakukan pengujian fenol. Hasil pengujian fenol pada penelitian ini didapatkan hasil negatif pada larutan uji maupun kontrol positif. Perubahan warna larutan pada *vermileachate*, teh vermikompos, dan kontrol positif ialah coklat pucat menjadi coklat, coklat gelap menjadi coklat kehitaman (mengumpal) dan kuning jernih menjadi kuning. Menurut Ahluwalia dan Dhingra (2000), uji fenol dengan FeCl_3 mendeteksi hampir keseluruhan fenol. Hasil negatif pada uji ini tidak berarti sampel benar-benar negatif

mengandung fenol. Perlu adanya indentifikasi lebih lanjut menggunakan metode lainnya. Hasil pengujian fenol dari Syarief (2018) dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Uji fenol kualitatif (Syarief, 2018)

Keterangan:

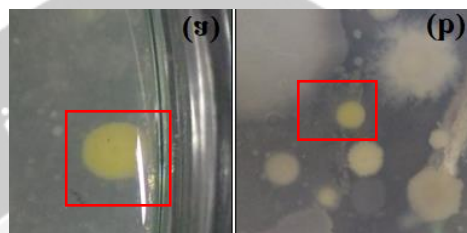
a: sebelum penambahan FeCl_3

b: sesudah penambahan FeCl_3

Sebuah fenol oksidase endogenus ditemukan di *L.rubellus* yang berfungsi mengaktifkan p-nitrofenol yang toksik (Park dkk., 1996). Penyerapan fenolik terlarut di vermikompos oleh jaringan tanaman mampu menekan laju reproduksi dan kelangsungan hidup hama akibat jaringan tanaman yang berasa tidak enak bagi serangga (Edwards dkk., 2010; Edwards dkk., 2009). Senyawa fenolik pada vermikompos dihasilkan oleh sistem pencernaan cacing (Vinken dkk., 2005) yang berfungsi sebagai antifedan bagi serangga (Khouli, 2008) sehingga serangga kurang tertarik dengan tanaman tersebut (Edwards dkk., 2011).

Peneliti (Syarief, 2018) juga mencari dugaan ada tidaknya bakteri *Bacillus thuringiensis* pada larutan uji. Tahap pengujian dimulai dengan melihat bakteri dugaan berdasarkan morfologi. Bakteri yang diduga *B. thuringiensis*, dilanjutkan kedalam tahap uji biokimia untuk memastikan

jenis bakterinya. Pengamatan berdasarkan morfologi didapatkan masing-masing 1 koloni pada *vermileachate* (Gambar 8 b) dan teh vermikompos (Gambar 8 a). Hasil analisis biokimia menunjukkan bahwa isolat bakteri pada teh vermikompos merupakan bakteri *Arthrobacter citreus* sedangkan isolat bakteri pada *vermileachate* ialah *Streptomyces rochei*.



Gambar 8. Koloni dugaan *B. thuringiensis* (Syarief, 2018)

Keterangan:

a: teh vermikompos

b: *vermileachate*

A. citreus merupakan bakteri yang umumnya berasal dari tanah (Breed dkk., 1957; Zhang dkk., 2012). Bakteri ini memiliki kemampuan untuk mendegradasi meresidu pestisida kimia yang ada (Datta dkk., 2000). *S. rochei* merupakan bakteri yang berasal dari tanah (Breed dkk., 1957; Taddei dkk., 2006) dan air laut (Reddy dkk., 2011). Bakteri ini diketahui memiliki manfaat mengatasi serangan *Fusarium oxysporum* (Kanini dkk., 2013), *Rhizoctonia solani* (Zamoum dkk., 2017), *Botryosphaeria dothidea* (Zhang dkk., 2016), *Alternaria alternata*, dan *Drechslera halodes* (Hussein dkk., 2014).

K. Hipotesis

1. Ekstrak larutan vermikompos cair dan *vermileachate* masing - masing mampu diaplikasikan sebagai insketisida nabati pada *Spodoptera litura*.

2. Konsentrasi optimum pada larutan ekstrak vermikompos cair dan *vermileachate* adalah 100% dan waktu paparan optimum adalah 48 jam.

