

**UJI KETAHANAN *Helicoverpa armigera* HUBNER (Lepidoptera  
: Noctuidae) TERHADAP BEBERAPA BAHAN AKTIF  
INSEKTISIDA**

oleh

**RETNO PUSPITA RENANINGTYAS**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN**

**MALANG**

**2011**

## RINGKASAN

**Retno Puspita Renaningtyas. 0410460038-46. Uji Ketahanan *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera : Noctuidae ) Terhadap Beberapa Bahan Aktif Insektisida. Dibawah Bimbingan Dr. Ir. Gatot Mudjiono, Dr. Ir. Sri Karindah, MS, dan Drs. Dwi Adi Sunarto, MP**

---

*Helicoverpa armigera* Hbn merupakan hama yang bersifat polifagus. *H. armigera* Hbn berubah statusnya menjadi hama penting bukan hanya pada tanaman kapas akan tetapi juga pada tanaman tembakau, serta kedelai. Serangan yang ditimbulkan oleh *H. armigera* Hbn adalah menyebabkan lubang-lubang kecil pada daun pucuk (pupus). Hama-hama pemakan daun yang menyerang tembakau menjadi sangat penting untuk dikendalikan, karena mampu menurunkan kualitas produksi serta menimbulkan kerugian secara ekonomis. Pengendalian hama *H. armigera* Hbn masih secara kimiawi yang dilakukan secara berjadwal. Penggunaan insektisida kimia yang secara terus-menerus dalam mengendalikan hama tanaman tembakau akan menyebabkan resistensi hama sasaran.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji ketahanan *H. armigera* Hbn asal Probolinggo, Jombang, Jember, dan Malang terhadap bahan aktif insektisida asefat, tiodikarb, dan fenvalerat. Penelitian dilakukan dengan mengambil larva *H. armigera* Hbn di daerah pengembangan tembakau Probolinggo, Jombang, Jember, dan Malang dan dipelihara di laboratorium entomologi Balittas, Malang sampai menjadi larva generasi-1 instar-2. Percobaan dilakukan dengan metode kontak residu bahan aktif pada permukaan tanaman tembakau dengan alat spray chamber. Bahan aktif insektisida yang digunakan diencerkan dengan menggunakan aquades (mengikuti deret ukur kelipatan dua) sampai enam tingkat mulai dari insektisida asefat 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm, 40 ppm, 80 ppm, dan 160 ppm. Insektisida tiodikarb dan fenvalerat masing-masing mulai dari 10 ppm, 20 ppm, 40 ppm, 80 ppm, 160 ppm, dan 320 ppm.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi hama *H. armigera* Hbn di pertanaman tembakau Probolinggo telah mengalami resisten terhadap insektisida tiodikarb dengan nilai FR 358,5 kali. Dan *H. armigera* Hbn asal Jember dan Malang telah resisten terhadap insektisida tiodikarb dan fenvalerat. Nilai FR asal Jember adalah masing-masing 73,62 dan 24,98 kali, dan nilai FR asal Malang adalah masing-masing 14,04 dan 53376,31 kali. Sedangkan *H. armigera* Hbn asal Jombang belum menunjukkan resistensi terhadap insektisida asefat, tiodikarb, dan fenvalerat.

## SUMMARY

i

**Retno Puspita Renaningtyas. 0410460038-46. Tests Resistant of *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera : Noctuide) to The Several Active Compounds of Insecticide. Supervised by Dr. Ir. Gatot Mudjiono, Dr. Ir. Sri Karindah, MS, and Drs. Dwi Adi Sunarto, MP.**

---

*Helicoverpa armigera* Hbn is a pest that polifagus character. *H. armigera* Hbn can change it's status to important pest not only at cotton plant but also at tobacco plant and soybean plant. The attack caused by *H. armigera* Hbn is causing small holes in the leaf buds (budding leaf). Leaf eating pests that attack tobacco becomes very important to be controlled, because it can degrade the quality of production as well as causing economic losses. Pest control of *H. armigera* Hbn still in a chemist manner that performed scheduled. Chemist insecticide in continuous used to control a pest of tobacco plant causing resistance of pest target.

This research is to test the resistant *H. armigera* Hbn from Probolinggo, Jombang, Jember, and Malang to active compound of insecticides asephate, thiodicarb, and fenvalerate. *H. armigera* Hbn larvae were collected from the development tobacco area in Probolinggo, Jombang, Jember, and Malang. Those larva were reared in the laboratory of entomology Balittas Malang. Second instar larvae from generation-1 were used on the resistancy test of asephate, thiodicarb, and fenvalerate. The experimentation was done with contact residues of active compounds on the surface of tobacco plant, which was applied by spray chamber. The active compound of asephate were diluted using aquadest, following the progression in multiple of two, until six level (5 ppm, 10 ppm, 20 ppm, 40 ppm, 80 ppm, and 160 ppm). While thiodicarb and fenvalerate were 10 ppm, 20 ppm, 40 ppm, 80 ppm, 160 ppm, and 320 ppm.

The result showed that *H. armigera* Hbn from Probolinggo tobacco field were resistant to the thiodicarb insecticide by RF value 358,5 times. *H. armigera* Hbn from Jember and Malang were resistant to the thiodicarb and fenvalerate. The RF value of *H. armigera* Hbn to thiodikarb and fenvalerate from Jember were respectively 73,62 and 24,98 times. The RF value of *H. armigera* Hbn to thiodicarb and fenvalerate from Malang were 14,04 and 53376,31 times, respectively. Whereas *H. armigera* Hbn from Jombang did not show to resist on asephate, thiodicarb, and fenvalerate respectively.

## DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN .....	i
SUMMARY .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
RIWAYAT HIDUP .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN .....	viii
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
Latar Belakang .....	1
Tujuan Penelitian .....	2
Hipotesa .....	2
Manfaat Penelitian .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
<i>Helicoverpa armigera</i> Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) .....	4
A. Biologi <i>Helicoverpa armigera</i> Hubner .....	4
B. Ekologi <i>Helicoverpa armigera</i> Hubner .....	5
Peranan dan Dampak Insektisida .....	5
Sifat dan Mekanisme Peracunan Insektisida .....	6
Mekanisme Terjadinya Resistensi .....	9
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>12</b>
Tempat dan Waktu .....	12
Alat dan Bahan .....	12
Metode Pelaksanaan .....	12
a. Penyiapan Serangga Uji .....	12
b. Pembuatan Pakan Buatan .....	13
c. Penyiapan Tanaman .....	14
d. Penyiapan Larutan Bahan Aktif Insektisida .....	14
e. Aplikasi Perlakuan .....	14
f. Pengamatan .....	15
Analisis Data .....	16
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>17</b>
Ketahanan <i>Helicoverpa armigera</i> Hbn terhadap insektisida aseptat, tiodikarb, dan fenvalerat .....	17
Pembahasan Umum .....	22
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>24</b>
Kesimpulan .....	24
Saran .....	24
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>25</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>28</b>

### DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Resistensi <i>H. armigera</i> Hbn terhadap tiga insektisida di daerah pengembangan tembakau Probolinggo, Jombang, Jember dan Malang .....	17
2.	Koefisien regresi <i>H. armigera</i> Hbn asal Probolinggo, Jombang Jember, dan Malang terhadap insektisida aseptat, tiodikarb, dan fenvalerat .....	19



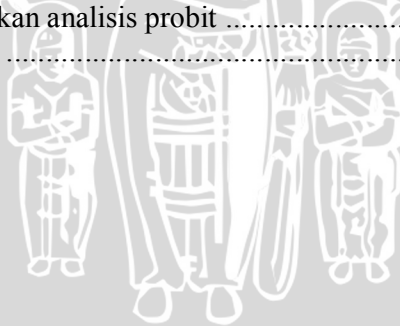
DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Pemeliharaan <i>H. armigera</i> Hbn (a) sangkar kasa (b) toples plastik dengan kasa untuk peletakan telur (c) telur <i>H. armigera</i> Hbn (d) pemeliharaan massal larva <i>H. armigera</i> Hbn.....	13
2.	(a) spray chamber dan (b) tembakau yang telah diaplikasi insektisida.	15
3.	Garis regresi hubungan antara log konsentrasi dan probit kematian <i>H. armigera</i> Hbn asal Probolinggo terhadap insektisida (a) asefat, (b) tiodikarb, dan (c) fenvalerat .....	19
4.	Garis regresi hubungan antara log konsentrasi dan probit kematian <i>H. armigera</i> Hbn asal Jember terhadap insektisida (a) asefat, (b) tiodikarb, dan (c) fenvalerat .....	20
5.	Garis regresi hubungan antara log konsentrasi dan probit kematian <i>H. armigera</i> Hbn asal Jombang terhadap insektisida (a) asefat, (b) tiodikarb, dan (c) fenvalerat.....	21
6.	Garis regresi hubungan antara log konsentrasi dan probit kematian <i>H. armigera</i> Hbn asal Malang terhadap insektisida (a) asefat, (b) tiodikarb, dan (c) fenvalerat .....	21



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perhitungan LC50 insektisida aseptat pada larva <i>H. armigera</i> Hbn asal Probolinggo menggunakan analisis probit .....	28
2.	Perhitungan LC50 insektisida tiodikarb pada larva <i>H. armigera</i> Hbn asal Probolinggo menggunakan analisis probit .....	29
3.	Perhitungan LC50 insektisida fenvalerat pada larva <i>H. armigera</i> Hbn asal Probolinggo menggunakan analisis probit .....	30
4.	Perhitungan LC50 insektisida aseptat pada larva <i>H. armigera</i> Hbn asal Jombang menggunakan analisis probit .....	31
5.	Perhitungan LC50 insektisida tiodikarb pada larva <i>H. armigera</i> Hbn asal Jombang menggunakan analisis probit .....	32
6.	Perhitungan LC50 insektisida fenvalerat pada larva <i>H. armigera</i> Hbn asal Jombang menggunakan analisis probit .....	33
7.	Perhitungan LC50 insektisida aseptat pada larva <i>H. armigera</i> Hbn asal Jember menggunakan analisis probit .....	34
8.	Perhitungan LC50 insektisida tiodikarb pada larva <i>H. armigera</i> Hbn asal Jember menggunakan analisis probit .....	35
9.	Perhitungan LC50 insektisida fenvalerat pada larva <i>H. armigera</i> Hbn asal Jember menggunakan analisis probit .....	36
10.	Perhitungan LC50 insektisida aseptat pada larva <i>H. armigera</i> Hbn asal Malang menggunakan analisis probit .....	37
11.	Perhitungan LC50 insektisida tiodikarb pada larva <i>H. armigera</i> Hbn asal Malang menggunakan analisis probit .....	38
12.	Perhitungan LC50 insektisida fenvalerat pada larva <i>H. armigera</i> Hbn asal Malang menggunakan analisis probit .....	39
13.	Perhitungan insektisida .....	40



## I. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

*Helicoverpa armigera* Hbn merupakan serangga hama yang perlu dikendalikan, karena menyebabkan kerusakan yang nyata (Nurindah dan D. W. Sunarto, 2008). *H. armigera* Hbn merupakan hama yang bersifat polifagus. Inangnya antara lain kapas, jagung, kacang buncis, kacang tanah, kedelai, tembakau, tomat, gandum dan bunga matahari (Cunningham *et al.*, 1999 dalam Himawati, 2003). Pada tanaman tembakau cerutu, *H. armigera* Hbn. merupakan serangga hama utama. *H. (Syn. Heliothis) assulta* Guenée dilaporkan sebagai serangga hama utama tembakau Deli (Van der Meer Mohr, 1932; Kalshoven, 1981). Spesies lain yang berasosiasi dengan tembakau cerutu adalah *H. armigera* (Hübner) (Syn. *H. obsoleta* F) (Van der Laan, 1952; Kalshoven, 1981). Serangan yang ditimbulkan oleh *H. armigera* Hbn. ini adalah menyebabkan lubang-lubang kecil pada daun pucuk (pupus), sehingga lubang tersebut menjadi besar jika daun membesar (Nurindah *et al.*, 1999). Hama-hama pemakan daun yang menyerang tembakau menjadi sangat penting untuk dikendalikan, karena mampu menurunkan kualitas produksi serta menimbulkan kerugian secara ekonomis (Subiyakto *et al.*, 1992), karena kerusakan yang ditimbulkan mengakibatkan daun menjadi tidak utuh (Nurindah *et al.*, 1999). Adanya serangan hama seperti pemakan daun *H. armigera* Hbn. dan *Spodoptera litura* dan pengisap *Myzus persicae* Sulz dapat menyebabkan kehilangan hasil tanaman tembakau di Deli sebesar 30–40 % dan di Besuki sebesar 15-25 % (Hadiyani, 2005).

Pada tahun 2008, total permintaan tembakau oleh gudang dan Pabrik Rokok (PR) adalah 76.045 ton. Varietas tembakau yang banyak diminati adalah jenis Voor Oogst atau yang tumbuh dan panen saat musim kemarau, dan jenis Na Oogst atau yang panen saat musim penghujan, total kebutuhan tembakau sekitar 8000 ton (Anonymous, 2008b).

Pengendalian hama *H. armigera* Hbn sampai saat ini masih secara kimiawi yang dilakukan secara berjadwal, dimulai sejak tanaman berumur 5 HST dengan interval penyemprotan 7 hari (Nurindah, 1992). Hadiyani *et al.*, (2005)



menyatakan bahwa penggunaan pestisida kimia memang bermanfaat bagi manusia yaitu dengan terbunuhnya organisme sasaran (hama, penyakit, dan gulma). Cara ini umumnya dilakukan oleh petani tembakau di Indonesia. Namun penggunaan insektisida yang berlebihan dalam jangka panjang menyebabkan pengendalian menjadi tidak ekonomis lagi, karena dapat menimbulkan permasalahan baru. Beberapa permasalahan yang ditimbulkan akibat penggunaan insektisida yang berlebihan adalah resurgensi dan peledakan hama kedua, terbunuhnya organisme bukan sasaran (musuh alami), dan adanya residu pada hasil pertanian dan berpengaruh terhadap pengguna (Himawan, 1995). Salah satu permasalahan akibat penggunaan insektisida yang berlebihan adalah terjadinya resistensi. Menurut Hartley dan West (1966), resistensi adalah perkembangan strain-strain serangga yang dapat mentolerir dosis racun yang mematikan dalam kondisi populasi normal, pada spesies yang sama. Resistensi merupakan salah satu pengaruh samping penggunaan insektisida secara tidak bijaksana. Berkembangnya resistensi berbagai jenis hama, penyakit dan gulma terhadap pestisida pada 50 tahun akhir ini merupakan masalah yang paling serius yang dihadapi sejak digunakannya secara luas pestisida organik sintetik di seluruh dunia pada akhir Perang Dunia II.

Mengingat *H. armigera* Hbn. telah resisten terhadap bahan aktif insektisida, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk menguji ketahanan *H. armigera* Hbn. pada tanaman tembakau terhadap tiga bahan aktif insektisida yang berbeda yaitu asefat, tiodikarb, dan fenvalerat.

#### **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menguji ketahanan *H. armigera* Hbn asal Probolinggo, Jombang, Jember dan Malang terhadap tiga bahan aktif insektisida yaitu asefat, tiodikarb, dan fenvalerat.

#### **Hipotesa**

Terdapat perbedaan tingkat resistensi *H. armigera* Hbn. terhadap bahan aktif insektisida asefat, tiodikarb, dan fenvalerat.

### Manfaat Penelitian

Dengan mengetahui tingkat resistensi *H. armigera* Hbn terhadap insektisida yang diujikan dalam penelitian ini, diharapkan dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan penggunaan insektisida dalam usaha pengendalian *H. armigera* Hbn. pada pertanaman tembakau.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### *Helicoverpa armigera* Hbn. (Lepidoptera: Noctuidae)

#### A. Biologi *Helicoverpa armigera* Hbn.

Menurut Kalshoven (1981), *H. armigera* Hbn termasuk dalam Kingdom: Animalia, Filum: Arthropoda, Kelas: Insekta, Famili: Noctuidae, dengan Genus: *Helicoverpa*, dan Spesies: *H. armigera* Hbn

Ngengat betina muncul sehari lebih dahulu dari pada ngengat jantan. Ngengat jantan mudah dibedakan dari ngengat betina karena ngengat jantan berwarna cerah sampai suram, yang betina berwarna coklat cerah. Sayap depan ngengat jantan mempunyai bintik gelap bulat yang terdapat pada pusat sayap dan tidak dijumpai pada sayap depan betina (Sudarmo, 1998). Daur hidup *H. armigera* Hbn dari telur hingga ngengat mati berkisar antara 52 - 58 hari.

Ngengat betina meletakkan telur satu persatu pada pucuk daun, sekitar bunga dan cabang. Seekor serangga betina mampu bertelur 600-1000 butir (Sarwono, *et al.*, 2003). Telur berbentuk bulat dengan ukuran panjang 0,49 dan lebar 0,47 mm (Sudarmo, 1998) dan berwarna putih agak kekuning-kuningan, kemudian berubah menjadi kuning tua dan ketika akan menetas terlihat adanya bintik hitam. Stadium telur berkisar antara 10 - 18 hari dan persentase penetasan telur berkisar 63 - 82 persen (Anonymous, 2008a).

Masa telur kurang lebih 4 hari (Sarwono *et al.*, 2003). Ketika baru keluar dari telur, larva berwarna kuning muda dan tubuhnya berbentuk silinder. Larva yang baru keluar dari telur panjangnya 1,44 mm. Larva *H. armigera* Hbn mempunyai warna bermacam-macam, ada yang hijau mulus, hijau bergaris kuning dan coklat muda bercampur coklat tua dan agak kehitam-hitaman (Kartasapoetra. A.G, 1987). Larva *H. armigera* Hbn terdiri dari lima instar, instar pertama, kedua, ketiga, keempat dan kelima, masing-masing berumur 2 - 3 hari, 2 - 4 hari 2 - 5 hari, 2 - 6 hari dan 4 - 7 hari. Sudarmo (1998), menyatakan bahwa pada instar ke tiga biasanya larva bersifat kanibal.

Pupa dibentuk di dalam tanah. Pupa yang baru terbentuk berwarna kuning, kemudian berubah kehijauan dan akhirnya berwarna kuning kecoklatan. Lama stadium pupa 10 - 12 hari (Sarwono, *et al.*, 2003).

### B. Ekologi *Helicoverpa armigera* Hbn.

Serangga ini didapatkan sebagai hama pada banyak tanaman di seluruh dunia. Serangga ini sangat banyak terdapat di Asia Selatan dan Tenggara, termasuk di Indonesia. Di Indonesia, serangga ini merupakan hama umum bagi banyak tanaman. Populasi serangga ini akan meningkat dan kemungkinan menimbulkan peledakan (outbreak) pada saat musim kering, walaupun kekeringan yang lama akan mencegah pembentukan pupa karena tanah menjadi sangat panas. Populasi telur akan menurun dalam waktu musim hujan, karena hujan deras akan menghancurkan banyak telur-telur serangga ini dan juga larva-larva yang baru menetas. Serangga ini dikenal pertama kali sebagai hama jagung. Tetapi kemudian diketahui pula sebagai hama-hama tanaman lain seperti tomat, kapas, tembakau, crucifers, kacang-kacangan, sorghum, terong, lada, dan jeruk (Heroetadji, 1985).

### **Peranan dan Dampak Insektisida**

Pestisida (Inggris: *pesticide*) secara harfiah berarti pembunuh hama (*pest*: hama; *cide*: membunuh) (Djojosumarto, 2000). Karena semakin merajalelanya serangan hama, maka otak manusia mulai bekerja lebih serius untuk dapat menemukan obat mujarab pembasmi hama (*pest*) (Ekha, 1988). Tahun 1874 tercipta DDT (Dichloro Diphenyl Trichlorethane) oleh seorang warga Negara Jerman, Zeidler. Indonesia sebagai salah satu kelompok Negara agraris sejak zaman penjajahan Belanda juga sudah mengenal racun yang mematikan tersebut. Kemudian mulai disebarluaskan oleh pemerintah yang berdaulat pada tahun 1947. Di sini mulai terbuka tabir kenyataan bahwa pada dasarnya hama mempunyai masa tertentu untuk tidak tahan terhadap racun. Ini terbukti ketika pada tahun 1950 diperoleh laporan bahwa ulat grayak Lembang, Bandung, tidak mati karena semprotan DDT dalam dosis yang biasa dipergunakan. Namun, pestisida dengan intensitas pemakaian yang tinggi, dan dilakukan secara terus-menerus pada setiap musim tanam akan menyebabkan beberapa kerugian, antara lain residu pestisida akan terakumulasi pada produk-produk pertanian dan perairan, pencemaran pada lingkungan pertanian, penurunan produktivitas, keracunan pada hewan, keracunan pada manusia, berdampak buruk terhadap kesehatan manusia (Prameswari, 2007). Pada tahun 1986 dilaporkan 447 jenis serangga yang resisten terhadap hampir

semua kelompok insektisida (organoklor, organofosfat, karbamat, piretroid sintetik, fumigan) termasuk kelompok insektisida hayati seperti Bt (Georgioui dalam Untung, 2001).

Meskipun pestisida memiliki banyak keuntungan seperti cepat menurunkan populasi hama, mudah penggunaannya, dan secara ekonomis menguntungkan namun dampak negatif penggunaannya semakin lama semakin dirasakan oleh masyarakat. Dampak negatif pestisida yang merugikan kesehatan masyarakat dan kelestarian lingkungan hidup semakin lama semakin menonjol dan perlu memperoleh perhatian yang sungguh-sungguh dari masyarakat dan pemerintah. Munculnya resistensi, resurgensi, peletusan hama kedua dapat mengurangi keuntungan ekonomis pestisida (Untung, 2001).

Dari data penelitian dan empirik dapat dibuktikan bahwa populasi hama yang sudah resisten terhadap satu atau lebih jenis pestisida biasanya dapat mengembangkan sifat resistensi terhadap senyawa lain secara lebih cepat, khususnya bila senyawa baru ini mempunyai mekanisme resistensi yang sama atau berdekatan dengan senyawa-senyawa sebelumnya. Sebagian besar hama mampu mempertahankan dan mewariskan sifat resistensi pada keturunannya dalam waktu yang lama.

Menurut Hadiyani (1995), penggunaan insektisida yang tidak tepat dapat menghasilkan pengaruh samping yang merugikan yaitu:

- 1) timbulnya resistensi-resurgensi serangga hama sasaran terhadap insektisida,
- 2) terbunuhnya serangga bukan sasaran (serangga penyerbuk, parasitoid, dan predator),
- 3) pencemaran lingkungan, dan
- 4) keracunan pada ternak dan manusia.

### **Sifat dan Mekanisme Peracunan Insektisida**

Insektisida dapat kita bagi menurut sifat dasar senyawa kimianya yaitu dalam insektisida anorganik yang tidak mengandung unsur karbon dan insektisida organik yang mengandung unsur karbon. Insektisida organik masih dapat dibagi menjadi insektisida organik alami dan insektisida organik sintetik. Insektisida organik alami merupakan insektisida yang terbuat dari tanaman (insektisida

botanik) dan bahan alami lainnya. Sedangkan insektisida sintetik merupakan hasil buatan pabrik dengan melalui proses sintesis kimiawi.

Pembagian insektisida organik sintetik menurut susunan kimia bahan aktif (senyawa yang memiliki sifat racun) terdiri dari 4 kelompok besar yaitu organoklorin (OK), organofosfat (OP), karbamat, dan piretroid sintetik.

#### a. Organoklorin (OK)

Organochlor adalah pestisida yang mengandung unsur-unsur karbon, hydrogen dan chlorine (Ekha, 1988).

Senyawa-senyawa OK (organoklorin, *chlorinated hydrocarbons*) sebagian besar menyebabkan kerusakan pada komponen-komponen selubung sel syaraf (Schwann *cells*) sehingga fungsi syaraf terganggu. Peracunan dapat menyebabkan kematian atau pulih kembali. Kepulihan bukan disebabkan karena senyawa OK telah keluar dari tubuh tetapi karena disimpan dalam lemak tubuh (Tarumingkeng, 2001).

Insektisida kelompok ini merupakan racun kontak dan racun perut, efektif untuk mengendalikan larva, nimfa, dan imago dan kadang-kadang untuk pupa dan telur. Insektisida yang termasuk OK pada umumnya memiliki toksisitas sedang untuk mamalia. Masalah yang paling merugikan bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat adalah sifat persistensinya yang sangat lama di lingkungan baik di tanah maupun di jaringan tanaman dan dalam tubuh hewan. Persistensi OK di lingkungan menimbulkan dampak negatif seperti perbesaran hayati dan masalah keracunan khronik yang membahayakan kesehatan masyarakat. Permasalahan lain yang timbul akibat digunakannya DDT secara besar-besaran adalah berkembangnya sifat resistensi serangga sasaran seperti nyamuk dan lalat terhadap DDT. Oleh karena bahayanya insektisida golongan OK sejak tahun 1973 tidak boleh digunakan untuk pengendalian hama pertanian di Indonesia.

Kelompok OK dibagi menjadi 3 subkelompok yaitu, yang pertama DDT dan senyawa dekatnya, seperti metoksiklor, dikofol, BHC (benzene heksaklorid) atau HCH. Subkelompok kedua adalah Siklodien, yang terdiri dari aldrin, endrin, dieldrin, klordan, heptaklor, dan endosulfan. Kelompok ketiga adalah terpena klor seperti toksafena. Sampai tahun 1991 di Indonesia kebanyakan insektisida OK

telah dilarang digunakan di sektor pertanian kecuali endosulfan dan dieldrin yang diijinkan secara terbatas untuk pengendalian rayap (Untung, 2001).

b. Organofosfat (OP)

OP adalah insektisida penghambat cholinesterase dan bekerja melalui perut, racun kontak, sistemik atau fumigasi. Spektrum dari insektisida ini bermacam-macam seperti Parathion dan TEPP berspektrum luas, sedangkan Malathion dan Ronel merupakan insektisida selektif. Senyawa OP berupa aril atau alifatik (rantai lurus). Arilfosfat adalah ester dari fenol dengan gugus asam fosfat atau thiofosfat. Pada umumnya, senyawa-senyawa organophosphate merupakan senyawa-senyawa yang cepat dihidrolisis bila tercampur dengan air, dan sedikit meninggalkan residu apabila disemprotkan (Ekha, 1988).

Daya racun OP mampu menurunkan populasi serangga dengan cepat, persistensinya di lingkungan sedang sehingga OP secara bertahap dapat menggantikan OK. Kebanyakan insektisida OP adalah penghambat bekerjanya enzim asetilkolinesterase. Insektisida OP menghambat bekerjanya enzim asetilkolinesterase yang berakibat terjadi penumpukan asetilkolin dan terjadilah kekacauan pada system penghantaran impuls ke sel-sel otot. Keadaan ini menyebabkan pesan-pesan berikutnya tidak dapat diteruskan, otot kejang dan akhirnya terjadi kelumpuhan (paralisis) dan kematian. OP memiliki berbagai bentuk alkohol yang melekat pada atom-atom P dan berbagai bentuk ester asam fosforik. Ester-ester ini mempunyai kombinasi oksigen, karbon, sulfur, dan nitrogen.

c. Karbamat

Karbamat merupakan insektisida yang berspektrum lebar dan telah banyak digunakan secara luas untuk pengendalian hama tanaman. Cara karbamat mematikan serangga sama dengan insektisida OP yaitu melalui penghambatan aktivitas enzim kolinesterase pada system syaraf. Perbedaannya bahwa pada karbamat penghambatan enzim kolinesterasenya bersifat bolak-balik (reversible) sedangkan pada OP tidak bolak-balik.

Karbofuran merupakan insektisida karbamat kedua yang banyak digunakan sebagai insektisida dan nematisida tanah untuk pengendalian serangga

hama tanah dan hama yang mennggerek jaringan tanaman karena sifatnya yang sistemik (Untung, 2001).

d. Piretroid sintetik

Permetrin (Piretroid sintetik) merupakan insektisida yang mempunyai daya bunuh tinggi dan toksisitas yang sangat rendah terhadap mamalia dan organisme nontarget (Bolang, 2002). PS seringkali dikelompokkan menurut generasi perkembangannya di laboratorium. Biasanya generasi yang lanjut merupakan perbaikan sifat PS generasi sebelumnya. Sasaran perkembangan PS kecuali sifat-sifat yang disebutkan di atas juga mencari dosis aplikasi yang sekecil mungkin dengan kemampuan mematikan serangga hama setinggi mungkin sehingga diperoleh efisiensi ekonomik yang tinggi. Yang paling banyak digunakan sekarang adalah generasi PS yang ketiga dan keempat. Generasi PS ketiga antara lain fenvalerat dan permetrin. Sekarang banyak digunakan untuk pengendalian hama-hama kapas, kedelai dan sayuran. Beberapa PS yang termasuk generasi keempat yang saat ini juga ada yang sudah diijinkan di Indonesia antara lain sipmetrin, flusitrit, fluvalinat, deltametrin.

Meskipun daya mematikan PS sangat tinggi dan sangat sedikit menghadapi permasalahan lingkungan, namun insektisida PS menghadapi permasalahan utama yaitu percepatan perkembangan strain hama baru yang tahan terhadap insektisida PS. Menurut pengalaman petani sayuran di Jawa insektisida PS hanya dapat efektif selama 2 musim, setelah itu serangga hama selalu menjadi tahan (Untung, 2001).

### **Mekanisme Terjadinya Resistensi**

Serangga yang resisten adalah setiap populasi dalam satu spesies yang biasanya peka terhadap suatu insektisida tertentu yang kemudian di suatu daerah menjadi tidak dapat lagi dikendalikan oleh insektisida tersebut (Brown dan Pal dalam Untung, 2001). Sedangkan menurut O'BRAIN dalam Kartasapoetra (1987), resistensi adalah kemampuan serangga untuk mentolerir dosis yang toksid (toxic) dari suatu insektisida yang akan mematikan sebagian besar populasi pada keadaan normal.

Menurut Untung (2001), mekanisme resistensi suatu serangga terhadap insektisida dapat dibagi menjadi 3 yaitu:



- 1) peningkatan detoksifikasi (menjadi tidak beracun) insektisida oleh karena bekerjanya enzim-enzim tertentu seperti enzim dehidroklorinase (terhadap DDT), enzim mikrosomal oksidase (terhadap karbamat, OP, piretroid), glutathion transferase (terhadap OP), hidrolase dan esterase (terhadap OP),
- 2) penurunan kepekaan tempat sasaran insektisida pada tubuh serangga seperti asetilkolinesterase (terhadap OP dan karbamat), sistem syaraf (*Kdr*) seperti terhadap DDT dan piretroid, dan
- 3) penurunan laju penetrasi insektisida melalui kulit atau integumentum seperti yang terjadi pada ketahanan terhadap kebanyakan insektisida.

Ada beberapa jenis serangga yang cepat membentuk populasi yang resisten tetapi ada yang lambat, ada juga jenis-jenis insektisida yang cepat menimbulkan reaksi ketahanan dari banyak jenis serangga. Apabila petani pada suatu daerah secara terus menerus menggunakan jenis insektisida yang sama dengan dosis dan frekuensi yang semakin meningkat akan dapat mempercepat terbentuknya populasi hama yang resisten.

Dari hasil penelitian Hadiyani (2005), menunjukkan bahwa *H. armigera* Hbn. pada pertanaman tembakau cerutu Deli di wilayah Tandem, Klambir-5, dan Sampali telah resisten terhadap endosulfan dengan tingkat resistensi masing-masing 11,70 kali; 21,94 kali, dan 46,26 kali; terhadap tiodikarb dengan tingkat resistensi 7,86 kali; 24,60 kali; dan 148,34 kali; terhadap lamda sihalotrin dengan tingkat resistensi 212,35 kali; 468,89 kali; dan 361,52 kali. Akan tetapi hama *H. armigera* Hbn. hanya yang di wilayah Sampali saja yang telah resisten terhadap deltametrin dengan tingkat resistensi 19,38 kali.

Daerah Probolinggo, Jombang, dan Jember merupakan daerah pengembangan tembakau yang cukup luas dan menjadi daerah pemasok tembakau untuk pabrik rokok. Terutama daerah pengembangan tembakau Jember menjadi pemasok tembakau untuk bahan baku pembuatan cerutu dengan kualitas ekspor. Sedangkan tembakau dari daerah Malang merupakan tembakau yang dibudidayakan untuk kebutuhan penelitian, sehingga dilakukan penelitian untuk mengetahui apakah hama *H. armigera* Hbn. yang terdapat pada tanaman tembakau mengalami resisten terhadap bahan aktif insektisida aseptat, tiodikarb, dan fenvalerat.

### III. METODE PENELITIAN

#### Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Entomologi Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat Karangploso Malang. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Agustus 2008 sampai Maret 2009.

#### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah vial plastik, pinset, cawan petri, rangka besi sebagai sangkar imago, tabung, toples plastik, kuas gambar, hand tally counter, nampan berlubang, tube, erlenmayer, gelas ukur, tabung reaksi, dan spray chamber.

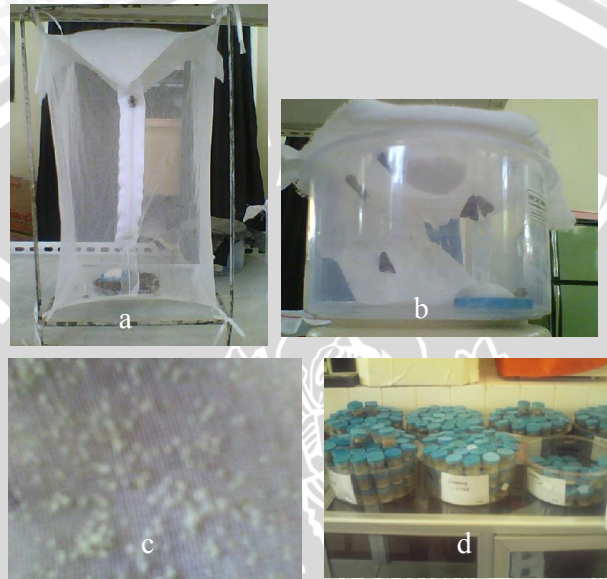
Sedang bahan yang digunakan antara lain larva *H. armigera* Hbn, pakan buatan, kain kasa, karet gelang, tembakau, aquadest, insektisida dengan bahan aktif aseptat, tiodikarb, fenvalerat, dan alat tulis.

#### Metode Pelaksanaan

##### a. Penyiapan Serangga Uji

*Helicoverpa armigera* Hbn. yang digunakan dalam penelitian diperoleh dari tanaman tembakau yang berasal dari empat daerah pengembangan berbeda yaitu Probolinggo, Jombang, Jember, dan Malang. Pengambilan larva *H. armigera* Hbn. dilakukan dengan cara manual yaitu mengambil larva yang terdapat pada daun tembakau. Larva yang diperoleh dari lapang di pelihara di laboratorium Entomologi Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat Karangploso Malang dengan menggunakan pakan buatan. *H. armigera* Hbn. yang telah menjadi pupa dipindahkan ke cawan petri yang kemudian dimasukkan dalam sangkar hingga menjadi imago. Kemudian imago *H. armigera* Hbn jantan dan betina dipindahkan dalam toples yang telah diletakkan larutan madu 10% sebagai pakan dan diberi kain kasa sebagai tempat peletakan telur. Setelah 3-5 hari imago

akan bertelur. Pengambilan telur dilakukan dengan cara mengambil kain kasa yang berisi telur dan ditetaskan hingga menjadi larva. Telur *H. armigera* Hbn yang telah menetas dipelihara pada toples yang telah berisi pakan buatan sebagai tempat pemeliharaan massal hingga larva mencapai instar dua dan siap untuk diperlakukan.



Gambar 1. Pemeliharaan *H. armigera* Hbn (a) sangkar kasa (b) toples plastik dengan kasa untuk peletakan telur (c) telur *H. armigera* Hbn (d) pemeliharaan massal larva *H. armigera* Hbn

#### **b. Pembuatan Pakan Buatan**

Pakan buatan dibuat dengan memanaskan 15 gr agar dengan 900 ml air hingga mendidih. Bahan lain yang diperlukan adalah 100 gr tepung kedelai, yeast 25 gr, vitamin mix 10 gr, ascorbic acid 2 gr, sorbic acid 1 gr, nipagin 1 gr, streptomisin 0,2 gr, dan formalin 1,5 ml. Bahan-bahan tersebut dicampurkan dalam blender setelah larutan agar mendidih. Campuran bahan yang telah siap dituangkan dalam loyang hingga dingin dan mengeras. Selanjutnya pakan buatan dipotong dengan ukuran 1x1 cm dan diletakkan dalam toples tempat pemeliharaan larva. Pakan buatan dengan ukuran 1x1 cm dapat digunakan hingga dua hari, setelah dua hari pakan harus diganti.

### c. Penyiapan Tanaman

Tembakau yang digunakan dalam penelitian ditanam dengan media tanah, pasir, dan pupuk organik dengan perbandingan 1:1:1, kemudian ditempatkan pada bak-bak plastik. Benih tembakau ditanam pada bak tersebut dengan cara ditabur secara kering. Setelah tanaman berumur  $\pm 21$  hari dilakukan penjarangan dan ditempatkan pada polibag. Tanaman dipelihara sampai berumur  $\pm 35$  hari. Selama pemeliharaan, tanaman tidak diperlakukan dengan pestisida untuk menghindarkan pengaruh pestisida sebelum perlakuan.

### d. Penyiapan Larutan Bahan Aktif Insektisida

Insektisida yang digunakan dalam penelitian adalah insektisida dengan bahan aktif aseptat, tiodikarb, dan fenvalerat. Bahan aktif insektisida diencerkan dengan menggunakan aquades (mengikuti deret ukur kelipatan dua) sampai enam tingkat mulai dari insektisida aseptat dari 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm, 40 ppm, 80 ppm, dan 160 ppm, insektisida tiodikarb dan fenvalerat masing-masing mulai dari 10 ppm, 20 ppm, 40 ppm, 80 ppm, 160 ppm, dan 320 ppm. Pengenceran insektisida dilakukan berdasarkan rumus :

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

Dimana M1 adalah konsentrasi sebelum pengenceran, V1 adalah volume sebelum pengenceran, M2 adalah konsentrasi setelah pengenceran, dan V2 adalah volume setelah pengenceran (Achmad, 2009). Masing-masing larutan diaplikasikan pada tanaman tembakau dengan volume 10 ml.

### e. Aplikasi Perlakuan

Tanaman tembakau yang digunakan dibersihkan terlebih dahulu supaya bersih dari kotoran, tanaman tembakau satu persatu diletakkan pada tube yang berisi air supaya tanaman tidak layu. Kemudian tube- tube tersebut diletakkan pada nampan berlubang yang telah disiapkan untuk proses aplikasi insektisida. Konsentrasi bahan aktif insektisida yang digunakan terdapat enam konsentrasi berbeda mulai dari bahan aktif insektisida aseptat dari 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm, 40 ppm, 80 ppm, dan 160 ppm, tiodikarb dan fenvalerat masing-masing mulai dari 10 ppm, 20 ppm, 40 ppm, 80 ppm, 160 ppm, dan 320 ppm, dengan konsentrasi 0

ppm yang disemprot dengan menggunakan aquades sebagai kontrol. Percobaan dilakukan dengan metode kontak residu bahan aktif pada permukaan tanaman tembakau dengan alat spray chamber. Tanaman tembakau yang telah diaplikasikan dengan insektisida dikering anginkan, kemudian diinvestasikan larva *H. armigera* Hbn. instar dua. Pada masing-masing konsentrasi setiap bahan aktif diinvestasikan larva *H. armigera* Hbn. sejumlah 10 ekor dan pada setiap konsentrasi terdapat tiga tanaman tembakau. Setelah tanaman tembakau diinvestasi larva *H. armigera* Hbn., masing-masing tanaman tembakau dimasukkan ke dalam toples.



Gambar 2. (a) spray chamber dan (b) tembakau yang telah diapikasi insektisida

#### f. Pengamatan

Pengamatan terhadap *H. armigera* Hbn. dilakukan 24 jam setelah perlakuan. Parameter yang diamati adalah jumlah larva yang mati pada masing-masing tingkat konsentrasi. Larva dianggap mati apabila tidak memberikan respon atau tidak bergerak bila disentuh dengan kuas. Apabila terdapat kematian pada kontrol maka, persentase mortalitas yang lain dihitung dengan cara persentase kematian terkoreksi yang dihitung berdasarkan rumus Abbot (Abbot, 1925 dalam Busvine, 1971)

$$Pt = \frac{Po - Pc}{100\% - Pc} \times 100\%$$

Dengan Pt adalah % kematian terkoreksi, Po adalah % kematian teramati, serta Pc adalah % kematian kontrol. Apabila mortalitas kontrol lebih dari 10%, maka perlakuan harus diulangi.

### Analisis Data

Menurut Untung (2001), nilai RF (Resistence Factor) menunjukkan berapa besar tingkat resistensi suatu serangga pada satu daerah terhadap insektisida tertentu. Semakin tinggi nilai RF yang dimiliki oleh serangga semakin tinggi tingkat resistensi serangga tersebut. Penentuan  $LC_{50}$  ditetapkan dengan analisa probit metode Busvine (1971). Perbedaan tingkat resistensi dinalisa dengan besarnya nilai faktor resistensi (FR)

Dengan demikian FR adalah:

$$FR = \frac{LC_{50} \text{ strain uji}}{LC_{50} \text{ strain pembanding}}$$

Sebagai pembanding, digunakan konsentrasi (ppm) rekomendasi: asefat 500-750, tiodikarb 132-265, dan fenvalerat 50-100. Suatu populasi hama telah berubah menjadi resisten terhadap suatu jenis bahan aktif insektisida apabila nilai FR lebih dari lima (Winteringham dalam Hadiyani *et al.*, 2005 ).



#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Ketahanan *Helicoverpa armigera* Hbn terhadap insektisida asefat, tiodikarb, dan fenvalerat

Hasil pengujian ketahanan *H. armigera* Hubner yang telah dilakukan terhadap bahan aktif asefat, tiodikarb, dan fenvalerat disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Resistensi *H. armigera* Hbn terhadap asefat, tiodikarb, dan fenvalerat di daerah pengembangan tembakau Probolinggo, Jombang, Jember, dan Malang.

Asal Populasi	Insektisida	LC <sub>50</sub> (ppm)	FR (kali)
Probolinggo	Asefat	1,06	0,002
	Tiodikarb	47327,85	358,5
	Fenvalerat	6,59	0,13
Jombang	Asefat	17,18	0,04
	Tiodikarb	52,77	0,39
	Fenvalerat	15,54	0,31
Jember	Asefat	246,38	0,49
	Tiodikarb	9718,51	73,62
	Fenvalerat	1249,10	24,98
Malang	Asefat	156,64	0,31
	Tiodikarb	1853,42	14,04
	Fenvalerat	2668819,34	53376,31

Nilai LC<sub>50</sub> menunjukkan tingkat toksisitas insektisida yang artinya semakin rendah nilai LC<sub>50</sub> maka semakin beracun insektisida tersebut. Pada daerah pengembangan tembakau Probolinggo, Jember, dan Malang, insektisida asefat memiliki toksisitas tertinggi dengan nilai LC<sub>50</sub> berturut-turut sebesar 1,06 ppm, 246,38 ppm, dan 156,64 ppm. Sedangkan untuk daerah pengembangan tembakau Jombang, fenvalerat memiliki toksisitas tertinggi dengan nilai LC<sub>50</sub> sebesar 15,54 ppm. Insektisida tiodikarb memiliki toksisitas terendah pada daerah pengembangan tembakau Probolinggo, Jombang, dan Jember dengan nilai LC<sub>50</sub> masing-masing 47327,85 ppm, 52,77 ppm, dan 9718,51 ppm. Tetapi pada daerah pengembangan tembakau Malang, insektisida fenvalerat memiliki toksisitas terendah dengan nilai LC<sub>50</sub> 2668819,34 ppm.

Dengan diketahuinya nilai  $LC_{50}$  insektisida aseptat, tiodikarb, dan fenvalerat, maka dapat dilakukan pemantauan tingkat resistensi hama *H. armigera* Hbn. Nilai faktor resistensi (FR) menunjukkan berapa besar tingkat resistensi suatu serangga pada satu daerah terhadap insektisida tertentu. Semakin tinggi nilai FR yang dimiliki oleh serangga semakin tinggi tingkat resistensi serangga tersebut (Untung, 2001). Pada tabel 1, menunjukkan bahwa *H. armigera* Hbn asal Probolinggo, Jombang, dan Jember memiliki nilai faktor resistensi tertinggi terhadap insektisida tiodikarb berturut-turut 358,5 kali, 0,39 kali, dan 73,62 kali. Dan *H. armigera* Hbn asal Malang memiliki nilai faktor resistensi tertinggi terhadap insektisida fenvalerat 53376,31 kali. Hal ini menunjukkan bahwa serangga *H. armigera* Hbn asal Probolinggo telah berkembang menjadi resisten terhadap insektisida tiodikarb dengan FR 358,5 kali. Untuk daerah pengembangan tembakau Jember dan Malang, *H. armigera* Hbn telah resisten terhadap insektisida tiodikarb dan fenvalerat dengan nilai FR masing-masing 73,62 kali, 24,98 kali, 14,04 kali dan 53376,31 kali. Namun pada daerah pengembangan asal Jombang, *H. armigera* Hbn belum menunjukkan resisten terhadap insektisida aseptat, tiodikarb dan fenvalerat. Perbandingan tingkat kepekaan dari empat asal populasi *H. armigera* Hbn terhadap insektisida aseptat, tiodikarb, dan fenvalerat diduga disebabkan oleh faktor operasional, yaitu apabila petani pada suatu daerah secara terus menerus menggunakan jenis insektisida yang sama dengan dosis dan frekuensi yang semakin meningkat akan dapat mempercepat terbentuknya populasi hama yang resisten (Georghiu dan Taylor dalam Untung, 2001).

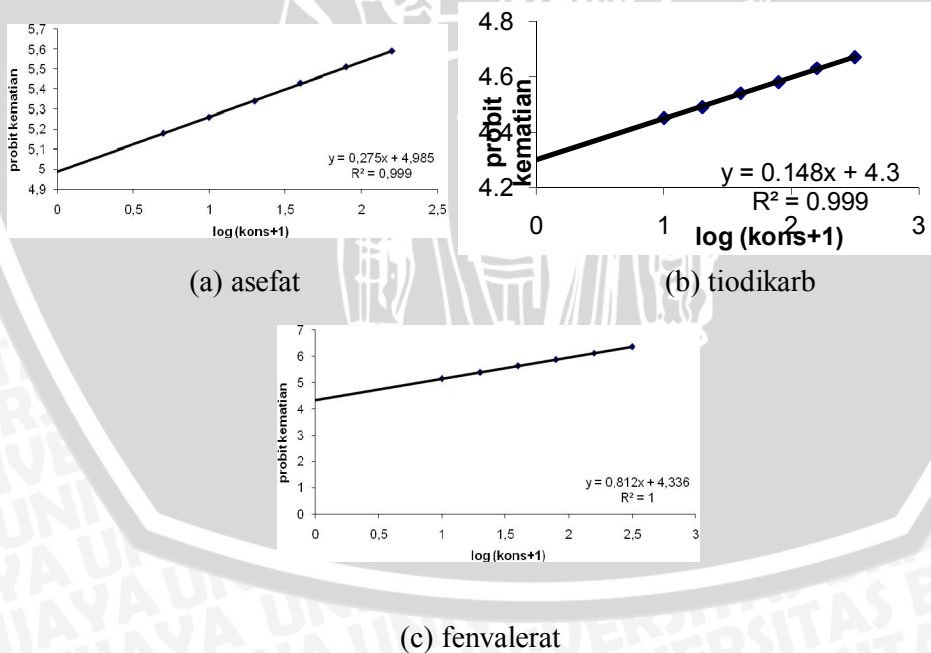
Nilai koefisien regresi (tabel 2) menunjukkan tingkat kepekaan serangga uji terhadap suatu insektisida, semakin tinggi nilai koefisien regresi insektisida, maka semakin tinggi kepekaan serangga uji terhadap insektisida tersebut. *H. armigera* Hbn asal Probolinggo, Jombang, dan Jember memiliki nilai koefisien tertinggi terhadap insektisida tiodikarb berturut-turut 0,15, 1,19, dan 0,54. Sedangkan *H. armigera* Hbn asal Malang memiliki nilai koefisien tertinggi terhadap insektisida fenvalerat dengan nilai 0,31.



Tabel 2. Koefisien regresi *H. armigera* Hbn asal Probolinggo, Jombang Jember, dan Malang terhadap insektisida asefat, tiodikarb, dan fenvalerat

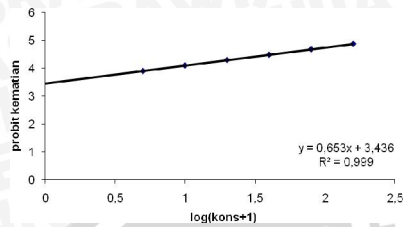
Asal Populasi	Insektisida	b
Probolinggo	Asefat	0,28
	Tiodikarb	0,15
	Fenvalerat	0,81
Jombang	Asefat	1,28
	Tiodikarb	1,19
	Fenvalerat	1,20
Jember	Asefat	0,65
	Tiodikarb	0,54
	Fenvalerat	1,15
Malang	Asefat	1,07
	Tiodikarb	0,99
	Fenvalerat	0,31

Persamaan garis regresi *H. armigera* Hbn asal Probolinggo terhadap insektisida tiodikarb adalah  $Y = 4,2992 + 0,1499x$ . Persamaan tersebut menunjukkan bahwa nilai koefisien regresi terhadap insektisida tiodikarb rendah dibandingkan dengan insektisida asefat dan fenvalerat (gambar 3).

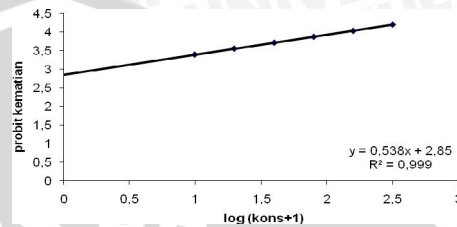


Gambar3. Garis regresi hubungan antara log konsentrasi dan probit kematian *H. armigera* Hbn asal Probolinggo terhadap insektisida (a) asefat, (b) tiodikarb, dan (c) fenvalerat

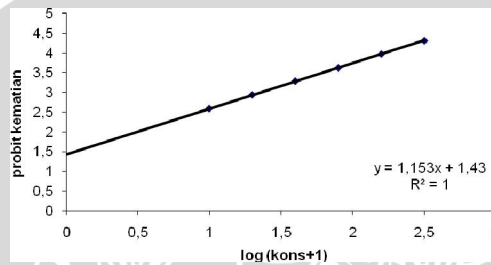
Begitu pula nilai koefisien regresi *H. armigera* Hbn asal Jember terhadap insektisida tiodikarb rendah dibandingkan dengan insektisida asefat dan fenvalerat. Persamaan garis regresi *H. armigera* Hbn asal Jember dapat dilihat pada gambar 4.



(a) asefat



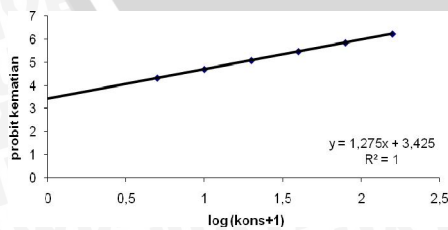
(b) tiodikarb



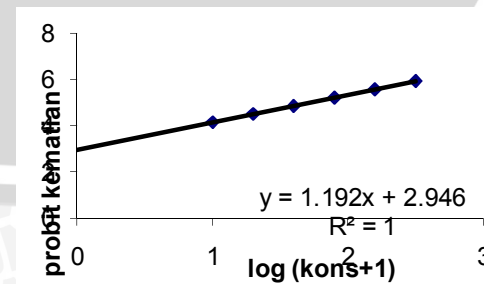
(c) fenvalerat

Gambar4. Garis regresi hubungan antara log konsentrasi dan probit kematian *H. armigera* Hbn asal Jember terhadap insektisida (a) asefat, (b) tiodikarb, dan (c) fenvalerat

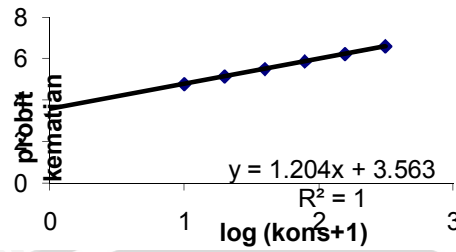
Untuk persamaan garis regresi *H. armigera* Hbn asal Jombang (gambar 5) terhadap insektisida tiodikarb adalah  $Y = 2,9441 + 1,1936x$  dan terhadap insektisida fenvalerat adalah  $Y = 3,5651 + 1,2043x$ . Dari kedua persamaan tersebut dapat diketahui bahwa nilai koefisien regresi terhadap insektisida tiodikarb dan fenvalerat lebih rendah dibandingkan dengan insektisida asefat.



(a) asefat



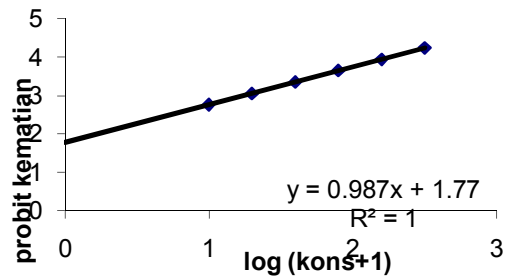
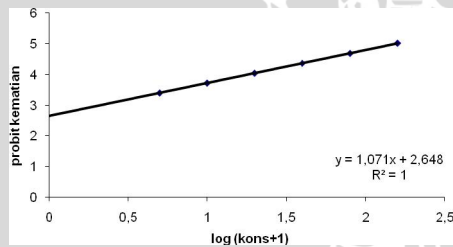
(b) tiodikarb



(c) fenvalerat

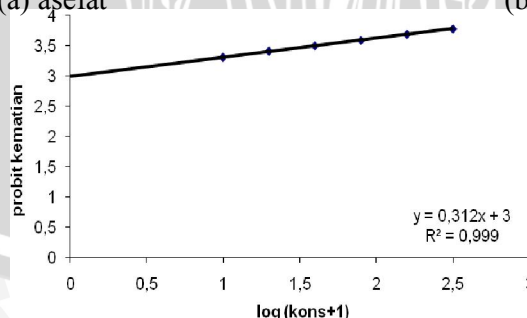
Gambar5. Garis regresi hubungan antara log konsentrasi dan probit kematian *H. armigera* Hbn asal Jombang terhadap insektisida (a) asefat, (b) tiodikarb, dan (c) fenvalerat

Begitu pula dengan persamaan garis regresi *H. armigera* Hbn asal Malang (gambar 6) juga menunjukkan nilai koefisien regresi lebih rendah terhadap insektisida tiodikarb dan fenvalerat dibandingkan dengan insektisida asefat. Persamaan garis regresi terhadap insektisida tiodikarb adalah  $Y = 1,7683 + 0,9889x$  dan terhadap insektisida fenvalerat adalah  $Y = 3,0027 + 0,3108x$ .



(a) asefat

(b) tiodikarb



(c) fenvalerat

Gambar 6. Garis regresi hubungan antara log konsentrasi dan probit kematian *H. armigera* Hbn asal Malang terhadap insektisida (a) asefat, (b) tiodikarb, dan (c) fenvalerat

Rendahnya nilai koefisien regresi tersebut menunjukkan bahwa *H. armigera* Hbn asal Probolinggo dan Jember tidak peka terhadap insektisida tiodikarb dibandingkan dengan insektisida asefat dan fenvalerat. Dan *H. armigera* Hbn asal Jombang dan Malang tidak peka terhadap insektisida tiodikarb dan fenvalerat dibandingkan dengan insektisida asefat.

### Pembahasan Umum

*Helicoverpa armigera* Hbn adalah serangga hama yang bersifat polifagus. Pada tanaman tembakau, *H. armigera* Hbn merupakan serangga hama utama yang menyebabkan turunnya kualitas produksi tembakau. Pada umumnya petani mengendalikan hama *H. armigera* Hbn dengan menggunakan insektisida secara berjadwal, dimulai sejak tanaman berumur 5 HST dengan interval penyemprotan 7 hari (Nurindah, 1992).

Berkembangnya resistensi populasi *H. armigera* Hbn di daerah pengembangan tembakau Probolinggo terhadap insektisida tiodikarb diduga insektisida tersebut sudah cukup lama diaplikasikan untuk mengendalikan hama. Begitu juga dengan *H. armigera* Hbn di daerah pengembangan tembakau Jember dan Malang yang telah berkembang menjadi resisten terhadap insektisida tiodikarb dan fenvalerat. Menurut Himawan (1995), resistensi menyebabkan suatu jenis serangga hama dapat menjadi tahan terhadap insektisida yang digunakan. Keadaan ini biasanya timbul sebagai akibat penggunaan satu jenis insektisida secara terus-menerus dalam waktu yang cukup lama. Pendapat yang sama dikemukakan oleh Untung (2001), yaitu apabila petani pada suatu daerah secara terus-menerus menggunakan jenis insektisida yang sama dengan dosis dan frekuensi yang semakin meningkat akan dapat mempercepat terbentuknya populasi hama yang resisten.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### KESIMPULAN

*Helicoverpa armigera* Hbn asal Probolinggo telah resisten terhadap insektisida tiodikarb dengan nilai FR 358,5 kali. Dan *H. armigera* Hbn asal Jember dan Malang telah resisten terhadap insektisida tiodikarb dan fenvalerat. Nilai FR asal Jember adalah masing-masing 73,62 dan 24,98 kali, dan nilai FR asal Malang adalah masing-masing 14,04 dan 53376,31 kali. Sedangkan *H. armigera* Hbn asal Jombang belum menunjukkan resistensi terhadap insektisida asetat, tiodikarb, dan fenvalerat.

### SARAN

Daerah pertanaman tembakau dengan serangga hama *H. armigera* Hbn yang telah resisten terhadap insektisida asetat, tiodikarb, dan fenvalerat sebaiknya mempertimbangkan lagi penggunaan insektisida tersebut dan diupayakan pengendalian lain seperti pengendalian hayati. Sedangkan untuk daerah dengan serangga hama *H. armigera* Hbn yang belum menunjukkan resistensi terhadap insektisida supaya lebih selektif dalam menggunakan insektisida dan diupayakan pengendalian lain selain insektisida sintetik untuk menghindari terjadinya resistensi serangga hama terhadap insektisida.



## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad. 2009. Hukum-hukum Dasar Kimia dan Perhitungann Kimia (Stoikiometri). Available at <http://achmadkimia.blogspot.com/2009/11/hukum-hukum-dasar-kimia-dan-perhitungan.html> (diakses tanggal 4 Dec 2009)
- Anonymous. 2008a. Ulat Buah *Helicoverpa* (= *Heliothis*) *armigera* Hubn. Available at [http://ditlin.hortikultura.deptan.go.id/opt/tomat/ult\\_buah.htm](http://ditlin.hortikultura.deptan.go.id/opt/tomat/ult_buah.htm) (diakses tanggal 23 July 2008)
- Anonymous. 2008b. Jelang Musim Tanam Tembakau Pemprop Tetapkan Kebutuhan Pabrikasi Rokok. Available at <http://www.d-infokom-jatim.go.id/news.php?id=13966> (diakses tanggal 07 Oct. 2008)
- Bolang, F. 2002. Efektivitas Permetrin Terhadap Larva *Aedes aegypti* di Laboratorium dan di Lapangan. Medical Faculty. University of Indonesia. Available at <http://digilib.itb.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jkpkbppk-gdl-res-2001-frieda-735-aedes&q=Health> (diakses tanggal 07 Oct. 2008)
- Busvine, J. R. 1971. A Critical Review of Techniques for Testing Insecticides Commonwealth agricultural Bureaw. London
- Djojosumarto, P. 2000. Teknik Aplikasi Pestisida Pertanian. Kanisius. Yogyakarta. 211 hal
- Ekha, I. 1988. Dilema Pestisida Tragedi Revolusi Hijau. Kanisius. Yogyakarta
- Hadiyani, S. 1995. Pengendalian Serangga Hama Tanaman Serat dan Tembakau di Tingkat Petani. Risalah Seminar Regional Resistensi Serangga Terhadap Insektisida dan Upaya Penanggulangannya. Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Malang
- Hadiyani, S. 2005. Pengelolaan Serangga Hama Tembakau Cerutu. Prosiding Diskusi Teknologi Ramah Lingkungan Untuk Tembaku Ekspor Besuki. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Bogor hal: 57-61
- Hadiyani, S, D. A. Sunarto, Sujak, N. Wakhidah. 2005. Resistensi *Helicoverpa armigera* (Hubner) Terhadap Insektisida Di Daerah Pengembangan Kapas Lamongan. Prosiding Lokakarya Revitalisasi agribisnis Kapas Diintegrasikan Dengan Palawija Di Lahan Sawah Tadah Hujan hal: 105-109

- Hartley, G. S, West. 1966. Chemicals for Pest Control. Pergamon Press Oxford London. New York. Toronto. 316 hal
- Heroetadji, H. 1985. Hama-hama Tanaman Penting Buku II Lepidoptera Noctuidae dan Pyralidae. Depdikbud Universitas Brawijaya. Malang
- Himawan, T. 1995. Resistensi Serangga Hama Terhadap Insektisida dan Upaya Penanggulangannya. Seminar Regional Resistensi Serangga Terhadap Insektisida dan Upaya Penanggulangannya. Balittas. Malang. Hal 37-42
- Himawati, M. K. 2003. Toksisitas Metoksifenoziada Terhadap *Helicoverpa armigera*. Jurnal. Agrosains 5 (1): 40-48
- Kalshoven, L. G. E. 1981. Pest Of Crops In Indonesia. PT. Ichtiar Baru-Van Hoeve. Jakarta 701 hal
- Kartasapoetra, A.G. 1987. Hama Tanaman Pangan Dan Perkebunan, Bumi Aksara, Jakarta 206 hal
- Nurindah, Soebandrijo, Sunarto. 1992. Sebaran Populasi *Helicoverpa* spp Dalam Tanaman Tembakau Besuki Na Oogst. Prosiding Diskusi II. Tembakau Besuki Na Oogst. Deptan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat Malang hal 102-106
- Nurindah, D. A. Sunarto, Sujak.1999. Komposisi spesies *Helicoverpa* pada Tembakau Cerutu. Prosiding Semiloka Teknologi Tembakau. Badan Litbang Kehutanan dan Perkebunan.Pusat Litbang Tanaman Perkebunan Balittas. hal 140-143
- Nurindah, Soebandrijo, A.A.A. Gothama. 1999. Pengendalian Serangga Hama Tembakau Secara Terpadu. Prosiding Semiloka Teknologi Tembakau. Badan Litbang Kehutanan dan Perkebunan, Pusat Litbang Tanaman Perkebunan. Balittas hal 31-37
- Nurindah, D. A. Sunarto. 2008. Ambang Kendali Penggerek Buah Kapas, *Helicoverpa armigera*, Dengan Memperhitungkan Keberadaan Predator Pada Kapas. Jurnal Littri 14(2): 72-77
- Prameswari, A. 2007. Pencemaran Pestida, Dampak Dan Upaya Pencegahannya. Available at <http://dizzproperty.blogspot.com/2007/05/pencemaran-pestida-dampak-dan-upaya.html> (diakses tanggal 07 Oct. 2008)

- Sarwono, B. Pikukuh, R. Sukarno, E. Korlina, Jumadi. 2003. Serangan Ulat Penggerek Tongkol *Helicoverpa armigera* Pada Beberapa Galur Jagung. Jurnal. Agrosains 5 (2): 28-32
- Subiyakto, A. Gothama, Hartiniadi. 1992. Penentuan Ambang Kendali *Helicoverpa* spp Pada Tembakau Besuki NO. Kongres Entomologi IV. Perhimpunan Entomologi Indonesia. Yogyakarta hal: 1-9
- Sudarmo, S. 1988. Jagung Pengendalian Serangga Hama. Kanisius. Yogyakarta
- Tarumingkeng, R. C. 2001. Pesticida Dan Penggunaannya. Available at <http://tumoutou.net/TOX/PESTISIDA.htm> (diakses tanggal 08 Aug. 2008)
- Untung, K. 2001. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

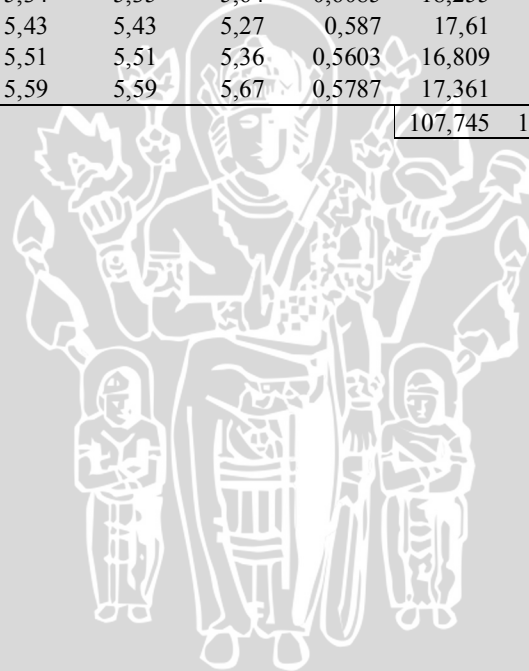




Lampiran 1. Perhitungan LC<sub>50</sub> insektisida aseptat pada larva *H. armigera* Hbn asal Probolinggo menggunakan analisis probit

Konsentrasi (ppm)	jumlah serangga uji	jumlah serangga mati	% kematian	% kematian terkoreksi	log (kons+1)	probit kematian	Probit harapan Y	probit pencari y	koefisien pembobot	bobot w	wx	wy	wx <sup>2</sup>	wy <sup>2</sup>	wxy
0	30	2	6,67	0	0										
5	30	17	56,67	53,57	0,7	5,18	5,19	5,09	0,6333	18,999	13,2993	96,7049	9,3095	492,2280	67,6934
10	30	19	63,33	60,71	1	5,26	5,27	5,27	0,6237	18,711	18,711	98,6070	18,7110	519,6587	98,6070
20	30	23	76,67	75	1,3	5,34	5,35	5,64	0,6085	18,255	23,7315	102,9582	30,8510	580,6842	133,8457
40	30	19	63,33	60,71	1,6	5,43	5,43	5,27	0,587	17,61	28,176	92,8047	45,0816	489,0808	148,4875
80	30	20	66,67	64,29	1,9	5,51	5,51	5,36	0,5603	16,809	31,9371	90,0962	60,6805	482,9158	171,1829
160	30	23	76,67	75	2,2	5,59	5,59	5,67	0,5787	17,361	38,1942	98,4369	84,0272	558,1371	216,5611
										107,745	154,0491	579,6079	248,6608	3122,7046	836,3776

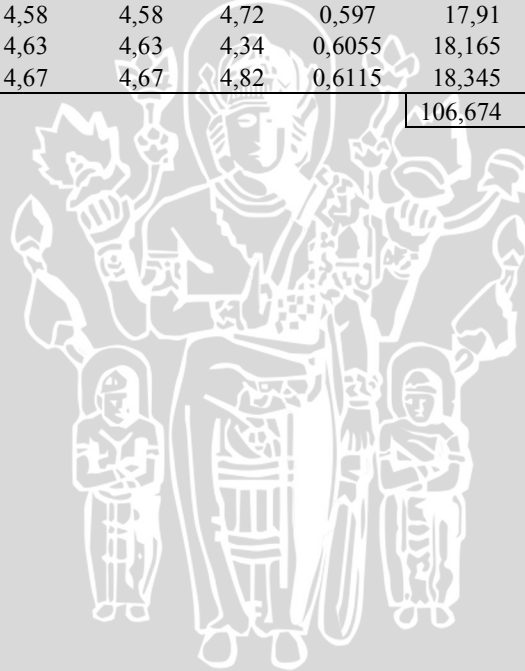
$\bar{x}$  = 1,4298  
 $\bar{y}$  = 5,3794  
 $b$  = 0,2703  
 $a$  = 4,9929  
 $LC_{50}$  = 1,06



Lampiran 2. Perhitungan LC<sub>50</sub> insektisida tiodikarb pada larva *H. armigera* Hbn asal Probolinggo menggunakan analisis probit

Konsentrasi (ppm)	jumlah serangga uji	jumlah serangga mati	% kematian	% kematian terkoreksi	log (kons+1)	probit kematian	Probit harapan Y	probit pencari y	koefisien pembobot	bobot w	wx	wy	wx2	wy2	wxy
0	30	2	6,67	0	0										
10	30	10	33,33	28,56	1	4,45	4,46	4,43	0,5718	17,154	17,154	75,9922	17,1540	336,6455	75,9922
20	30	11	36,67	32,14	1,3	4,49	4,5	4,53	0,581	17,43	22,659	78,9579	29,4567	357,6793	102,6453
40	30	11	36,67	32,14	1,6	4,54	4,54	4,53	0,589	17,67	28,272	80,0451	45,2352	362,6043	128,0722
80	30	13	43,33	39,28	1,9	4,58	4,58	4,72	0,597	17,91	34,029	84,5352	64,6551	399,0061	160,6169
160	30	9	30	24,99	2,2	4,63	4,63	4,34	0,6055	18,165	39,963	78,8361	87,9186	342,1487	173,4394
320	30	14	46,67	42,86	2,5	4,67	4,67	4,82	0,6115	18,345	45,8625	88,4229	114,6563	426,1984	221,0573
										106,674	187,9395	486,7894	359,0759	2224,2823	861,8232

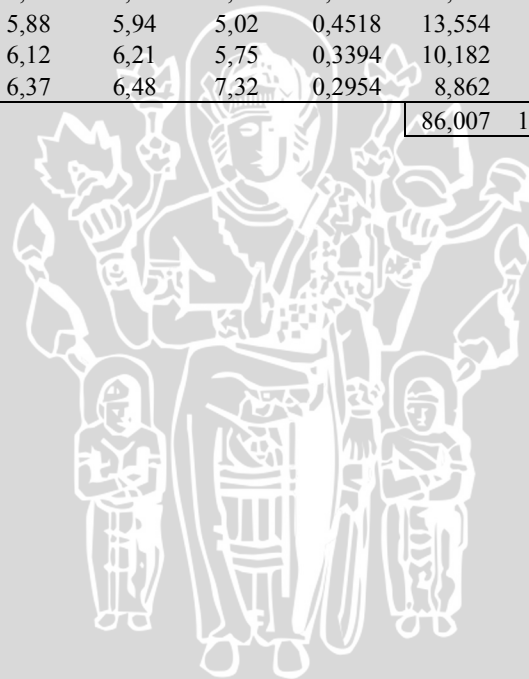
$\bar{x}$  = 1,7618  
 $\bar{y}$  = 4,5633  
 $b$  = 0,1499  
 $a$  = 4,2992  
 $LC_{50}$  = 47327,85



Lampiran 3. Perhitungan LC<sub>50</sub> insektisida fenvalerat pada larva *H. armigera* Hbn asal Probolinggo menggunakan analisis probit

Konsentrasi (ppm)	jumlah serangga uji	jumlah serangga mati	% kematian	% kematian terkoreksi	log (kons+1)	probit kematian	Probit harapan Y	probit pencari y	koefisien pembobot	bobot w	wx	wy	wx2	wy2	wxy
0	30	2	6,67	0	0										
10	30	18	60	57,14	1	5,15	5,13	5,18	0,6291	18,873	18,873	97,7621	18,8730	506,4079	97,7621
20	30	23	76,67	75	1,3	5,39	5,4	5,66	0,601	18,03	23,439	102,0498	30,4707	577,6019	132,6647
40	30	23	76,67	75	1,6	5,64	5,67	5,73	0,5502	16,506	26,4096	94,5794	42,2554	541,9398	151,3270
80	30	19	63,33	60,71	1,9	5,88	5,94	5,02	0,4518	13,554	25,7526	68,0411	48,9299	341,5662	129,2781
160	30	27	90	89,28	2,2	6,12	6,21	5,75	0,3394	10,182	22,4004	58,5465	49,2809	336,6424	128,8023
320	30	29	96,67	96,43	2,5	6,37	6,48	7,32	0,2954	8,862	22,155	64,8698	55,3875	474,8472	162,1746
										86,007	139,0296	485,8487	245,1974	2779,0054	802,0088

$x' = 1,6165$   
 $y' = 5,6489$   
 $b' = 0,8133$   
 $a = 4,3342$   
 $LC_{50} = 6,59$



Lampiran 4. Perhitungan LC<sub>50</sub> insektisida aseptat pada larva *H. armigera* Hbn asal Jombang menggunakan analisis probit

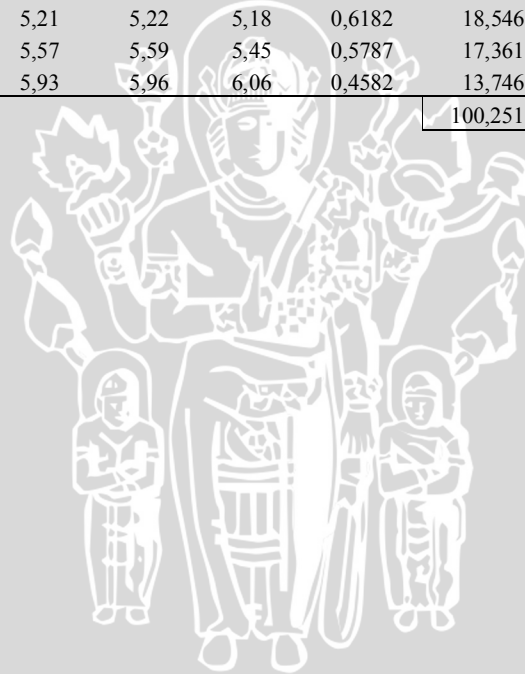
Konsentrasi (ppm)	jumlah serangga uji	jumlah serangga mati	% kematian	% kematian terkoreksi	log (kons+1)	probit kematian	Probit harapan Y	probit pencari y	koefisien pembobot	bobot w	wx	wy	wx <sup>2</sup>	wy <sup>2</sup>	wxy
0	30	2	6,67	0	0										
5	30	13	43,33	39,28	0,7	4,32	4,35	4,77	0,545	16,35	11,445	77,9895	8,0115	372,0099	54,5927
10	30	11	36,67	32,14	1	4,7	4,71	4,53	0,6171	18,513	18,513	83,8639	18,5130	379,9034	83,8639
20	30	12	40	35,71	1,3	5,08	5,08	4,65	0,6364	19,092	24,8196	88,7778	32,2655	412,8168	115,4111
40	30	22	73,33	71,42	1,6	5,47	5,44	5,55	0,589	17,67	28,272	98,0685	45,2352	544,2802	156,9096
80	30	23	76,67	75	1,9	5,85	5,8	5,67	0,503	15,09	28,671	85,5603	54,4749	485,1269	162,5646
160	30	29	96,67	96,43	2,2	6,23	6,16	6,68	0,391	11,73	25,806	78,3564	56,7732	523,4208	172,3841
										98,445	137,5266	512,6164	215,2733	2717,5579	745,7259

$\bar{x}$  = 1,3970  
 $\bar{y}$  = 5,2071  
 $b$  = 1,2789  
 $a$  = 3,4205  
 $LC_{50}$  = 17,18

Lampiran 5. Perhitungan LC<sub>50</sub> insektisida tiodikarb pada larva *H. armigera* Hbn asal Jombang menggunakan analisis probit

Konsentrasi (ppm)	jumlah serangga uji	jumlah serangga mati	% kematian	% kematian terkoreksi	log (kons+1)	probit kematian	Probit harapan Y	probit pencari y	koefisien pembobot	bobot w	wx	wy	wx2	wy2	wxy
0	30	2	6,67	0	0										
10	30	7	23,33	17,85	1	4,14	4,12	4,08	0,4774	14,322	14,322	58,4338	14,3220	238,409741	58,4338
20	30	12	40	35,71	1,3	4,50	4,49	4,63	0,5787	17,361	22,5693	80,3814	29,3401	372,166021	104,4959
40	30	14	46,67	42,86	1,6	4,85	4,85	4,82	0,6305	18,915	30,264	91,1703	48,4224	439,440846	145,8725
80	30	18	60	57,14	1,9	5,21	5,22	5,18	0,6182	18,546	35,2374	96,0683	66,9511	497,63369	182,5297
160	30	21	70	67,85	2,2	5,57	5,59	5,45	0,5787	17,361	38,1942	94,6175	84,0272	515,665103	208,1584
320	30	26	86,67	85,72	2,5	5,93	5,96	6,06	0,4582	13,746	34,365	83,3008	85,9125	504,802606	208,2519
										100,251	174,9519	503,972	328,9753	2568,1180	907,7421

$\bar{x}$  = 1,7451  
 $\bar{y}$  = 5,0271  
 $b$  = 1,1936  
 $a$  = 2,9441  
 $LC_{50}$  = 52,77



Lampiran 6. Perhitungan LC<sub>50</sub> insektisida fenvalerat pada larva *H. armigera* Hbn asal Jombang menggunakan analisis probit

Konsentrasi (ppm)	jumlah serangga uji	jumlah serangga mati	% kematian	% kematian terkoreksi	log (kons+1)	probit kematian	Probit harapan Y	probit pencari y	koefisien pembobot	bobot w	wx	wy	wx2	wy2	wxy
0	30	2	6,67	0	0										
10	30	15	50	46,43	1	4,77	4,77	4,91	0,6237	18,711	18,711	91,8710	18,7110	451,086659	91,8710
20	30	16	53,33	49,99	1,3	5,13	5,14	4,99	0,6298	18,894	24,5622	94,2811	31,9309	470,462489	122,5654
40	30	20	66,67	64,29	1,6	5,49	5,51	5,36	0,5603	16,809	26,8944	90,0962	43,0310	482,915846	144,1540
80	30	25	83,33	82,14	1,9	5,85	5,87	5,92	0,4934	14,802	28,1238	87,6278	53,4352	518,756813	166,4929
160	30	28	93,33	92,85	2,2	6,21	6,24	6,42	0,3496	10,488	23,0736	67,3330	50,7619	432,277603	148,1325
320	30	28	93,33	92,85	2,5	6,58	6,6	6,45	0,238	7,14	17,85	46,0530	44,6250	297,04185	115,1325
										86,844	139,215	477,2621	242,495	2652,5413	788,3483

$\bar{x} = 1,6030$   
 $\bar{y} = 5,4956$   
 $\bar{b} = 1,2043$   
 $a = 3,5651$   
 $LC_{50} = 15,54$

Lampiran 7. Perhitungan LC<sub>50</sub> insektisida aseptat pada larva *H. armigera* Hbn asal Jember menggunakan analisis probit

Konsentrasi (ppm)	jumlah serangga uji	jumlah serangga mati	% kematian	% kematian terkoreksi	log (kons+1)	probit kematian	Probit harapan Y	probit pencari y	koefisien pembobot	bobot w	wx	wy	wx <sup>2</sup>	wy <sup>2</sup>	wxy
0	30	2	6,67	0	0										
5	30	4	13,33	7,13	0,7	3,89	3,81	3,58	0,3735	11,205	7,8435	40,1139	5,4905	143,6078	28,0797
10	30	10	33,33	28,56	1	4,09	4,03	4,52	0,4486	13,458	13,458	60,8302	13,4580	274,9523	60,8302
20	30	10	33,33	28,56	1,3	4,29	4,24	4,45	0,5146	15,438	20,0694	68,6991	26,0902	305,7110	89,3088
40	30	7	23,33	17,85	1,6	4,48	4,46	4,13	0,5718	17,154	27,4464	70,8460	43,9142	292,5941	113,3536
80	30	12	40	35,71	1,9	4,68	4,67	4,63	0,6115	18,345	34,8555	84,9374	66,2255	393,2599	161,3810
160	30	16	53,33	49,99	2,2	4,87	4,88	4,99	0,6326	18,978	41,7516	94,7002	91,8535	472,5541	208,3405
										94,578	145,4244	420,1268	247,0319	1882,6792	661,2938

$\bar{x} = 1,5376$   
 $\bar{y} = 4,4421$   
 $b = 0,6532$   
 $a = 3,4378$   
 $LC_{50} = 246,38$

Lampiran 8. Perhitungan LC<sub>50</sub> insektisida tiodikarb pada larva *H. armigera* Hbn asal Jember menggunakan analisis probit

Konsentrasi (ppm)	jumlah serangga uji	jumlah serangga mati	% kematian	% kematian terkoreksi	log (kons+1)	probit kematian	Probit harapan Y	probit pencari y	koefisien pembobot	bobot w	wx	wy	wx2	wy2	wxy
0	30	2	6,67	0	0										
10	30	6	20	14,28	1	3,39	3,42	4,0635	0,2442	7,326	7,326	29,7692	7,3260	120,9671	29,7692
20	30	3	10	3,57	1,3	3,55	3,6	3,2985	0,302	9,06	11,778	29,8844	15,3114	98,5737	38,8497
40	30	3	10	3,57	1,6	3,71	3,78	3,3995	0,3632	10,896	17,4336	37,0410	27,8938	125,9207	59,2655
80	30	4	13,33	7,13	1,9	3,87	3,96	3,6304	0,4254	12,762	24,2478	46,3312	46,0708	168,2007	88,0292
160	30	7	23,33	17,85	2,2	4,03	4,14	4,0712	0,4838	14,514	31,9308	59,0894	70,2478	240,5648	129,9967
320	30	10	33,33	28,56	2,5	4,2	4,31	4,3975	0,5346	16,038	40,095	70,5271	100,2375	310,1429	176,3178
										70,596	132,8112	272,6422	267,0872	1064,3699	522,2281

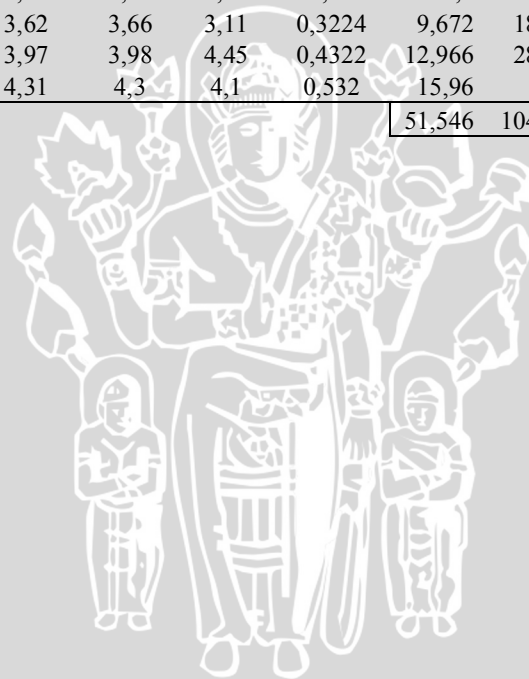
$\bar{x} = 1,8813$   
 $\bar{y} = 3,8620$   
 $\bar{b} = 0,5403$   
 $a = 2,8455$   
 $LC_{50} = 9718,51$



Lampiran 9. Perhitungan LC<sub>50</sub> insektisida fenvalerat pada larva *H. armigera* Hbn asal Jember menggunakan analisis probit

Konsentrasi (ppm)	jumlah serangga uji	jumlah serangga mati	% kematian	% kematian terkoreksi	log (kons+1)	probit kematian	Probit harapan Y	probit pencari y	koefisien pembobot	bobot w	wx	wy	wx <sup>2</sup>	wy <sup>2</sup>	wxy
0	30	2	6,67	0	0										
10	30	2	6,67	0	1	2,58	2,7	2,32	0,076	2,28	2,28	5,2896	2,2800	12,271872	5,2896
20	30	2	6,67	0	1,3	2,93	3,02	2,59	0,1356	4,068	5,2884	10,5361	6,8749	27,2885508	13,69696
40	30	5	16,67	10,71	1,6	3,28	3,34	3,89	0,22	6,6	10,56	25,6740	16,8960	99,87186	41,0784
80	30	2	6,67	0	1,9	3,62	3,66	3,11	0,3224	9,672	18,3768	30,0799	34,9159	93,5485512	57,15185
160	30	9	30	24,99	2,2	3,97	3,98	4,45	0,4322	12,966	28,5252	57,6987	62,7554	256,759215	126,9371
320	30	7	23,33	17,85	2,5	4,31	4,3	4,1	0,532	15,96	39,9	65,4360	99,7500	268,2876	163,59
										51,546	104,9304	194,7143	223,4723	758,0276	407,7439

$\bar{x}$  = 2,0357  
 $\bar{y}$  = 3,7775  
 $b$  = 1,1522  
 $a$  = 1,4321  
 $LC_{50}$  = 1249,1



Lampiran 10. Perhitungan LC<sub>50</sub> insektisida aseptat pada larva *H. armigera* Hbn asal Malang menggunakan analisis probit

Konsentrasi (ppm)	jumlah serangga uji	jumlah serangga mati	% kematian	% kematian terkoreksi	log (kons+1)	probit kematian	Probit harapan Y	probit pencari y	koefisien pembobot	bobot w	wx	wy	wx <sup>2</sup>	wy <sup>2</sup>	wxy
0	30	1	3,33	0	0										
5	30	5	16,67	13,8	0,7	3,40	3,44	4,15	0,2504	7,512	5,2584	31,1748	3,6809	129,3754	21,8224
10	30	3	10	6,9	1	3,72	3,73	3,54	0,3462	10,386	10,386	36,7664	10,3860	130,1532	36,7664
20	30	4	13,33	10,34	1,3	4,04	4,02	3,77	0,4454	13,362	17,3706	50,3747	22,5818	189,9128	65,4872
40	30	5	16,67	13,8	1,6	4,36	4,31	3,97	0,5346	16,038	25,6608	63,6709	41,0573	252,7733	101,8734
80	30	13	43,33	41,38	1,9	4,68	4,59	4,86	0,599	17,97	34,143	87,3342	64,8717	424,4442	165,9350
160	30	17	56,67	55,18	2,2	5,01	4,88	5,17	0,6326	18,978	41,7516	98,1163	91,8535	507,2611	215,8558
										84,246	134,5704	367,4373	234,4312	1633,9200	607,7401

$\bar{x} = 1,5974$   
 $\bar{y} = 4,3615$   
 $b = 1,0687$   
 $a = 2,6543$   
 $LC_{50} = 156,64$

Lampiran 11. Perhitungan LC<sub>50</sub> insektisida tiodikarb pada larva *H. armigera* Hbn asal Malang menggunakan analisis probit

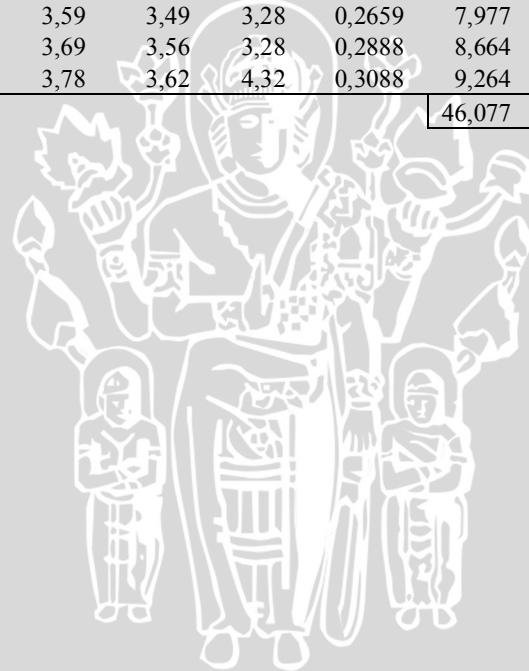
Konsentrasi (ppm)	jumlah serangga uji	jumlah serangga mati	% kematian	% kematian terkoreksi	log (kons+1)	probit kematian	Probit harapan Y	probit pencari y	koefisien pembobot	bobot w	wx	wy	wx2	wy2	wxy
0	30	1	3,33	0	0										
10	30	1	3,33	0	1	2,76	2,85	2,45	0,101	3,03	3,03	7,4235	3,0300	18,187575	7,4235
20	30	2	6,67	3,45	1,3	3,05	3,13	3,15	0,1618	4,854	6,3102	15,2901	8,2033	48,1638	19,8771
40	30	3	10	6,9	1,6	3,35	3,39	3,62	0,235	7,05	11,28	25,5210	18,0480	92,3860	40,8336
80	30	2	6,67	3,45	1,9	3,65	3,67	3,34	0,3258	9,774	18,5706	32,6452	35,2841	109,0348	62,0258
160	30	7	23,33	20,69	2,2	3,94	3,94	4,19	0,4186	12,558	27,6276	52,6180	60,7807	220,4695	115,7596
320	30	7	23,33	20,69	2,5	4,24	4,21	4,14	0,5059	15,177	37,9425	62,8328	94,8563	260,1277	157,0820
										52,443	104,7609	196,3306	220,2024	748,3695	403,0016

$\bar{x} = 1,9976$   
 $\bar{y} = 3,7437$   
 $b = 0,9889$   
 $a = 1,7683$   
 $LC_{50} = 1853,42$

Lampiran 12. Perhitungan LC<sub>50</sub> insektisida fenvalerat pada larva *H. armigera* Hbn asal Malang menggunakan analisis probit

Konsentrasi (ppm)	jumlah serangga uji	jumlah serangga mati	% kematian	% kematian terkoreksi	log (kons+1)	probit kematian	Probit harapan Y	probit pencari y	koefisien pembobot	bobot w	wx	wy	wx2	wy2	wxy
0	30	1	3,33	0	0										
10	30	3	10	6,89	1	3,31	3,29	3,68	0,2052	6,156	6,156	22,6541	6,1560	83,3670	22,6541
20	30	3	10	6,89	1,3	3,41	3,35	3,55	0,223	6,69	8,697	23,7495	11,3061	84,3107	30,8744
40	30	2	6,67	3,45	1,6	3,50	3,42	3,2	0,2442	7,326	11,7216	23,4432	18,7546	75,0182	37,5091
80	30	2	6,67	3,45	1,9	3,59	3,49	3,28	0,2659	7,977	15,1563	26,1646	28,7970	85,8198	49,7127
160	30	2	6,67	3,45	2,2	3,69	3,56	3,28	0,2888	8,664	19,0608	28,4179	41,9338	93,2108	62,5194
320	30	7	23,33	20,69	2,5	3,78	3,62	4,32	0,3088	9,264	23,16	40,0205	57,9000	172,8885	100,0512
										46,077	83,9517	164,4497	164,8474	594,6150	303,3208

$\bar{x}$  = 1,8220  
 $\bar{y}$  = 3,5690  
 $b$  = 0,3108  
 $a$  = 3,0027  
 $LC_{50}$  = 2668819,34



## Lampiran 13. Perhitungan insektisida

## 1. Konsentrasi bahan aktif insektisida aseptat (Orthene 75 SP)

Untuk membuat 500 ml larutan insektisida aseptat (Orthene 75 SP) dengan konsentrasi 160 ppm, banyaknya larutan insektisida yang dibutuhkan adalah:

$$\frac{75}{100} \times 1000000 = 750000 \text{ ppm}$$

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$750000 \text{ ppm} \times V1 = 160 \text{ ppm} \times 500 \text{ ml}$$

$$V1 = 0,107 \text{ gr}$$

Jadi kebutuhan insektisida untuk membuat larutan insektisida aseptat adalah 0,107 gr, sebagai pengencer dibutuhkan aquades sebanyak 500 ml. Sehingga untuk membuat 500 ml larutan insektisida aseptat dibutuhkan insektisida sebanyak 0,107 gr dan aquades sebanyak 500 ml.

## 2. Konsentrasi bahan aktif insektisida tiodikarb (Larvin 375 AS)

Untuk membuat 500 ml larutan insektisida tiodikarb (Larvin 375 AS) dengan konsentrasi 320 ppm, banyaknya larutan insektisida yang dibutuhkan adalah:

$$\frac{375}{1000} \times 1000000 = 375000 \text{ ppm}$$

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$375000 \text{ ppm} \times V1 = 320 \text{ ppm} \times 500 \text{ ml}$$

$$V1 = 0,427 \text{ ml}$$

Larutan insektisida yang dibutuhkan adalah 0,427 ml, dan aquades yang dibutuhkan sebagai pengencer insektisida adalah  $500 \text{ ml} - 0,427 \text{ ml} = 499,573 \text{ ml}$ . Jadi untuk membuat 500 ml larutan insektisida tiodikarb dibutuhkan insektisida sebanyak 0,427 ml dan aquades sebanyak 499,573 ml.

## 3. Konsentrasi bahan aktif insektisida fenvalerat (Fenval 200 EC)

Untuk membuat 500 ml larutan insektisida fenvalerat (Fenval 200 EC) dengan konsentrasi 320 ppm, banyaknya larutan insektisida yang dibutuhkan adalah:

$$\frac{200}{1000} \times 1000000 = 200000 \text{ ppm}$$

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$200000 \text{ ppm} \times V1 = 320 \text{ ppm} \times 500 \text{ ml}$$

$$V1 = 0,8 \text{ ml}$$

Larutan insektisida yang dibutuhkan adalah 0,8 ml, dan aquades yang dibutuhkan sebagai pengencer insektisida adalah  $500 \text{ ml} - 0,8 \text{ ml} = 499,2 \text{ ml}$ . Jadi untuk membuat 500 ml larutan insektisida fenvalerat dibutuhkan insektisida sebanyak 0,8 ml dan aquades sebanyak 499,2 ml.

