

**AKTIVITAS INSEKTISIDA EKSTRAK DAUN BROTOWALI  
(*Tinospora crispa* L.) TERHADAP LARVA *Plutella xylostella* L.  
PADA TANAMAN KUBIS (*Brassica oleracea* var. *capitata*)**



OLEH

**I WAYAN SUANDA**

**99 130 861 01**

**PROGRAM STUDI BIOTEKNOLOGI PERTANIAN  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS UDAYANA  
DENPASAR  
2002**

AKTIVITAS INSEKTISIDA EKSTRAK DAUN BROTOWALI  
(*Tinospora crispa* L.) TERHADAP LARVA *Plutella xylostella* L.  
PADA TANAMAN KUBIS (*Brassica oleracea* var. *capitata*)

TESIS

Tesis ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister  
pada Program Studi Bioteknologi Pertanian Program Pascasarjana  
Universitas Udayana

OLEH

I WAYAN SUANDA  
99 130 86 105

PROGRAM STUDI BIOTEKNOLOGI PERTANIAN  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS UDAYANA  
DENPASAR  
2002

AKTIVITAS INSEKTISIDA EKSTRAK DAUN BROTOWALI  
(*Tinospora crispa* L.) TERHADAP LARVA *Plutella xylostella* L.  
PADA TANAMAN KUBIS

TESIS

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis  
Pada tanggal 16 September 2002

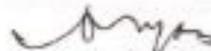
Menyetujui :

Pembimbing I



(Dr. Ir. Dewa Ngurah Suprpta, M.Sc.)  
NIP. 131475047

Pembimbing II



(Dr. Ir. Nyoman Arya, M.Agr.)  
NIP. 130703485



Ketua Program Studi Bioteknologi  
Pertanian

(Dr. Ir. Nyoman Arya, M.Agr.)  
NIP. 130703485



Direktur Program Pascasarjana  
Universitas Loka

(Prof. Dr. dr. I Made Bekta, Sp.PD(K))  
NIP. 130703490

## **RIWAYAT HIDUP PENULIS**

Penulis dilahirkan di Denpasar, pada tanggal 31 Desember 1965, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak I Wayan Partana dan Ibu Ni Wayan Kempu.

Pada tahun 1972 penulis masuk Sekolah Dasar Negeri 2 Pedungan dan lulus tahun 1978. Melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama (SMP) Nasional Denpasar, lulus tahun 1981; Pendidikan Sekolah Menengah Pembangunan Persiapan Negeri 32 (SMPPN) Denpasar, lulus tahun 1984. Pada tahun 1985 penulis melanjutkan pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi FPMIPA IKIP PGRI Bali, lulus tahun 1990 dan tahun 1989 penulis melanjutkan pendidikan pada Fakultas Pertanian Universitas Mahasaraswati Denpasar, lulus tahun 1993. Pada tahun 1991 penulis diangkat sebagai tenaga pengajar Kopertis Wilayah VIII Denpasar, dipekerjakan pada IKIP PGRI Bali. Pada bulan September 1999 penulis mendapat kesempatan untuk melanjutkan studi pada Program Studi Bioteknologi Pertanian, Program Pascasarjana Universitas Udayana Denpasar.

## ABSTRACT

A study entitled “Insecticidal Activity of Leaves Extract of Brotowali (*Tinospora crispa* L.) against larvae of *Plutella xylostella* L. on cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) ” was done under laboratory and field conditions. The study was carried out in order to know the active fraction of plant extract that responsible for insecticidal activity against *P. xylostella* larvae.

Results of preliminary study, showed that from 100 plant extracts tested, the extract of Brotowali leaves indicated the strongest insecticidal activity against larvae of *P. xylostella* in vitro. Treatment with extract at concentration of 1% could reduce feeding activity about 44.29% and resulted in larvae mortality of *P. xylostella* at the rate of 13.33%. Fractination of crude extract through column chromatography and thin layer chromatography resulted in 14 fractions, in which only fraction V (eluted with ethyl acetate : hexan, 3 : 7) showed insecticidal activity against larvae of *P. xylostella*. This fraction contains two compounds with *Rf* value : 0.62 and 0.86 respectively. Significant corelations between concentration of either crude extract or fraction V and feeding activity of *P. xylostella* was shown with coeficien correlation ( $r^2$ ) 0.9585 and 0.9047 respectively. Effective concentration 50 ( $EC_{50}$ ) of crude extract and fraction V were 2.186% and 0.054% respectively.

Aplication of crude extract on cabbage crop in the field at concentration of 0.1% - 1% reduced the population of *P. xylostella* from 55.47% to 84.63%; reduced the damage intensity of cabbage leaves from 33.62% to 64.78%; and reduced the yield losses from 185.53% to 361.61%.

## ABSTRAK

Penelitian yang berjudul “Aktivitas Insektisida Ekstrak Daun Brotowali (*Tinospora crispa* L.) Terhadap Larva *Plutella xylostella* L. Pada Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* var. *capitata*)” bertujuan untuk mengetahui aktivitas insektisida ekstrak kasar daun Brotowali terhadap larva *P. xylostella* dan komponen aktif serta cara kerja dalam menghambat aktivitas makan dari larva *P. xylostella*.

Pengujian secara *in vitro* pada 100 jenis tanaman yang diduga mempunyai efek insektisida menunjukkan bahwa ekstrak kasar daun Brotowali pada konsentrasi 1% mampu menurunkan aktivitas makan *P. xylostella* sebesar 44,29% dan menyebabkan mortalitas larva 13,33%. Fraksi ekstrak kasar daun Brotowali dengan kolom kromatografi dan kromatografi lapis tipis menghasilkan 14 kelompok senyawa (fraksi), di mana fraksi V (dilarutkan dengan etil asetat : heksan, 3 : 7) menunjukkan aktivitas insektisida terhadap larva *P. xylostella* instar III. Fraksi V tersusun oleh 2 senyawa dengan nilai  $R_f$  : 0,62 dan 0,86 yang merupakan komponen paling aktif dari ekstrak daun Brotowali. Terjadi korelasi yang nyata ( $r^2 = 0,9585$ ) antara konsentrasi ekstrak kasar daun Brotowali dengan penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella*. Hubungan yang signifikan juga ditunjukkan antara konsentrasi fraksi V dengan penurunan aktivitas makan ( $r^2 = 0,9047$ ). Nilai  $EC_{50}$  dari ekstrak kasar daun Brotowali terhadap penurunan aktivitas makan larva adalah 2,186%, sedangkan fraksi V adalah 0,054%

Aplikasi ekstrak kasar daun Brotowali pada penelitian lapangan mampu menekan populasi larva *P. xylostella* sebesar 55,47% - 84,63%, mengurangi intensitas kerusakan daun kubis 33,62% - 64,78% dan mengurangi kehilangan hasil kubis sebesar 185,53% - 361,61%

## RINGKASAN

*Plutella xylostella* merupakan salah satu hama yang sangat merusak tanaman kubis dan bersifat kosmopolitan. Kehilangan hasil akibat hama ini dapat mencapai 100%. Penggunaan insektisida sintetis yang berlebihan dan kurang selektif terhadap sasaran menimbulkan beberapa akibat sampingan seperti : resistensi, ledakan hama sekunder, terbunuhnya parasit dan predator serta meninggalkan residu pada tanaman, tanah dan lingkungan. Berdasarkan hal tersebut perlu alternatif cara pengendalian yang tidak berbahaya bagi organisme bukan sasaran dan aman bagi lingkungan.

Penelitian berjudul “Aktivitas Insektisida Ekstrak Daun Brotowali (*T. crispa*) terhadap Larva *P. xylostella* pada Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* var. *capitata*)”, bertujuan untuk mengetahui aktivitas insektisida ekstrak kasar daun Brotowali secara *in vitro*, mengetahui cara kerja ekstrak kasar daun Brotowali, mengetahui komponen aktif ekstrak kasar daun Brotowali dan mengetahui pengaruh kerja ekstrak kasar daun Brotowali terhadap larva *P. xylostella* di lapangan.

Penelitian ini dimulai dengan penelitian pendahuluan yaitu menguji aktivitas insektisida pada 100 jenis tumbuhan terhadap larva *P. xylostella* pada tanaman kubis secara *in vitro*. Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa ekstrak kasar daun Brotowali pada konsentrasi 1% dapat menekan aktivitas makan 44,29% dan mortalitas larva *P. xylostella* 13,33% pada potongan daun kubis.

Deteksi adanya komponen aktif pada ekstrak kasar daun Brotowali dilakukan dengan menggunakan kolom kromatografi (Wakogel C-300 ukuran partikel 40-70  $\mu\text{m}$  dan kromatografi lapis tipis (Kiesel Gel 60 F<sub>254</sub>). Sebanyak 14 fraksi dihasilkan pada proses fraksinasi, dimana fraksi V dengan pelarut etil asetat : heksan (3:7) mampu menekan aktivitas makan dan menimbulkan mortalitas larva *P. xylostella* paling tinggi. Fraksi V tersusun oleh 2 senyawa dengan nilai *R<sub>f</sub>* 0,62 dan 0,86 yang merupakan komponen aktif dari ekstrak daun Brotowali. Terjadi korelasi yang nyata antara konsentrasi ekstrak kasar daun Brotowali dengan penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* dan hubungan yang signifikan juga ditunjukkan pada fraksi V. Nilai EC<sub>50</sub> ekstrak kasar daun Brotowali adalah konsentrasi 2,186% dan fraksi V adalah 0,054%.

Penelitian lapangan dilaksanakan di Kebun Perusahaan Daerah Kembang Mertha di Desa Candikuning Kecamatan Baturiti Kabupaten Tabanan dari bulan Oktober 2001 sampai Januari 2002. Percobaan dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Konsentrasi ekstrak kasar daun Brotowali yang diuji berturut-turut adalah 0%; 0,1%; 0,3%; 0,5%; 0,7% dan 1%. Setiap unit perlakuan masing-masing ditempatkan pada 4 kelompok petak percobaan yang berbeda.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi ekstrak kasar daun Brotowali mampu menekan perkembangan populasi larva *P. xylostella* sebesar 55,47% - 84,62%. Ekstrak kasar daun Brotowali juga mampu mengurangi intensitas kerusakan daun 33,62% - 64,78% dan mengurangi kehilangan hasil tanaman kubis sebesar 185,53% - 361,60%.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “Aktivitas Insektisida Ekstrak Daun Brotowali (*Tinospora crispa* L.) Terhadap Larva *Plutella xylostella* L. pada Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* var *capitata*)”.

Penyelesaian tesis ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat Bapak Dr. Ir. Dewa Ngurah Suprpta, M.Sc., selaku Pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. Nyoman Arya, M.Agr., selaku Pembimbing II.

Ucapan terimakasih penulis sampaikan pula kepada Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana (UNUD) beserta staf dan teman-teman mahasiswa Program Studi Bioteknologi Pertanian, Program Pascasarjana Universitas Udayana yang telah memberi dukungan dan membantu jalannya penelitian, sehingga dapat diselesaikan sesuai dengan harapan.

Kepada yang terhormat Ayahanda dan Ibunda, anak serta istri tercinta dan keluarga yang senantiasa memberikan curahan kasih, doa, semangat dan dorongan dalam penyelesaian tesis dan studi ini, penulis sampaikan terimakasih yang tulus.

Penulisan tesis ini telah diupayakan sebaik mungkin, namun karena banyaknya keterbatasan dari penulis maka tulisan ini masih jauh dari sempurna. Namun demikian, penulis berharap bahwa informasi yang disajikan dalam tesis ini dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan, khususnya bidang bioteknologi pertanian.

Denpasar, September 2002

Penulis.

## DAFTAR ISI

	halaman
LEMBAR	
PENGESAHAN.....	i
RIWAYAT HIDUP PENULIS .....	ii
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT.....	iv
RINGKASAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Hipotesis .....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1. Tinjauan Umum Tanaman Kubis .....	4
2.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Fluktuasi Produksi Kubis .....	6
2.3. Hama Ulat Daun Kubis ( <i>P. xylostella</i> ) .....	7
2.4. Kegunaan Tanaman Brotowali ( <i>T. crispa</i> ) .....	10
2.5. Isektisida Sintetis dan Dampak yang Ditimbulkan .....	11
2.6. Isektisida Nabati .....	12

III.	METODELOGI PENELITIAN .....	16
	3.1. Penelitian Pendahuluan .....	16
	3.2. Perbanyakkan <i>P. xylostella</i> .....	19
	3.3. Ekstraksi Daun Brotowali ( <i>T. crispa</i> ).....	18
	3.4. Uji Aktivitas Insektisida Ekstrak Daun Brotowali Secara <i>In vitro</i> .....	19
	3.5. Fraksinasi Komponen Aktif dengan Kromatografi Kolom .....	21
	3.6. Uji Aktivitas Ekstrak Kasar Daun Brotowali Hasil Fraksinasi .....	23
	3.7. Penelitian Lapangan .....	23
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	29
	4.1. Hasil Penelitian Pendahuluan .....	29
	4.2. Aktivitas Insektisida Ekstrak Kasar Daun Brotowali terhadap Larva <i>P. xylostella</i> .....	30
	4.3. Aktivitas Insektisida Ekstrak Kasar Daun Brotowali Hasil Fraksinasi terhadap Larva <i>P. Xylostella</i> .....	35
	4.4. Aktivitas Insektisida Formulasi Ekstrak Kasar Daun Brotowali di Lapangan .....	40
V.	SIMPULAN DAN SARAN .....	49
	5.1. Simpulan .....	49
	5.2. Saran .....	49
	DAFTAR PUSTAKA .....	50
	LAMPIRAN .....	58

## DAFTAR TABEL

	halaman
1. Beberapa jenis tumbuhan yang dapat dipertimbangkan sebagai bahan untuk pembuatan insektisida nabat .....	14
2. Skor intensitas kerusakan daun kubis .....	26
3. Aktivitas insektisida ekstrak kasar berbagai bagian tumbuh-tumbuhan terhadap Larva <i>P. xylostella</i> .....	27
4. Aktivitas insektisida ekstrak kasar daun Brotowali terhadap larva <i>P. xylostella</i> pada pengujian <i>antifidan</i> .....	31
5. Aktivitas insektisida racun perut ekstrak kasar daun Brotowali terhadap larva <i>P. xylostella</i> .....	34
6. Aktivitas insektisida masing-masing fraksi dari ekstrak daun Brotowali terhadap larva <i>P. xylostella</i> .....	36
7. Aktivitas insektisida fraksi V ekstrak daun Brotowali terhadap larva <i>P. xylostella</i> .....	38
8. Persentase penurunan aktivitas makan larva <i>P. xylostella</i> pada ekstrak kasar daun Brotowali dan fraksi V terhadap perlakuan kontrol .....	39
9. Persentase tanaman kubis menghasilkan krop dengan berbagai perlakuan konsentrasi ekstrak kasar daun Brotowali .....	45
10. Berat krop dihasilkan tanaman kubis saat panen (81 hst) dengan berbagai konsentrasi ekstrak kasar daun Brotowali .....	47

## DAFTAR GAMBAR

	halaman
1. Larva <i>Plutella xylostella</i> instar III .....	17
2. Brotowali ( <i>Tinospora crispa</i> L.) .....	18
3. Skema ekstraksi dan fraksinasi bahan aktif daun Brotowali.....	22
4. Denah percobaan di lapangan .....	24
5. Aktivitas ekstrak kasar daun Brotowali sebagai <i>antifidan</i> .....	32
6. Hubungan antara konsentrasi ekstrak kasar daun Brotowali dengan berat daun kubis yang dimakan larva <i>P. xylostella</i> .....	33
7. Hubungan antara penurunan aktivitas makan larva <i>P. xylostella</i> (%) dan konsentrasi ekstrak kasar daun Brotowali (%) .....	35
8. Pemisahan fraksi dengan KLT (Silika gel 60 F <sub>254</sub> ) dan pengelompokan senyawa menjadi 14 fraksi .....	37
9. Hubungan antara aktivitas makan larva <i>P. xylostella</i> (%) dan konsentrasi Fraksi V (%) ekstrak kasar daun brotowali (%) .....	38
10. Grafik perkembangan populasi larva <i>P. xylostella</i> (ekor) pada tanaman kubis .....	42
11. Grafik perkembangan intensitas kerusakan daun kubis akibat serangan hama <i>P. xylostella</i> .....	43
12. Tanaman kubis yang diberi perlakuan ekstrak kasar daun Brotowali di lapangan pada beberapa konsentrasi formulasi, yaitu: control (A); 0,1% (B); 0,3% (C); 0,5% (D); 0,7% (E); 1,0% (F) dan perlakuan insektisida sintesis 1,0% (G) .....	46
13. Krop dihasilkan tanaman kubis yang diberi perlakuan ekstrak kasar daun Brotowali: A = kontrol dan B = konsentrasi 1,0% pada umur 63 .....	48

## DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
1. Deskripsi tanaman Brotowali ( <i>Tinospora crispa</i> L.) .....	58
2. Penimbangan kubis saat panen .....	59

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kubis (*Brassica oleracea* var. *capitata*) merupakan sayuran yang mempunyai peranan cukup penting di Indonesia, yang berfungsi sebagai sumber vitamin, mineral, karbohidrat, protein dan lemak. Sayur ini mengandung sekitar 80 mg vitamin A, 50 mg vitamin C dan 0,06 mg vitamin B dalam tiap 100 g bahan (Anon., 1981; Herminanto, 1997).

Luas areal penanaman kubis di Bali Musim Tanam (MT) 2000 sekitar 42,00 ha (Anon., 2000). Areal penanaman kubis di Bali paling luas di Kabupaten Tabanan (Bedugul) dengan produksi setiap tahunnya mengalami fluktuasi dengan kualitas rendah (Anon., 1999). Salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya kualitas kubis adalah akibat serangan larva *Plutella xylostella* L. (Asmaniar *dkk.*, 1997). Serangan larva *P. xylostella* pada musim kemarau lebih berat dari pada musim hujan, sehingga pada musim kemarau penanaman kubis tanpa penggunaan insektisida sintetis bisa menyebabkan kehilangan hasil sebesar 100% (Cahyono, 1995; Garus *dkk.*, 1988; Sastrosiswojo, 1983; Sudarwohadi, 1975).

Penggunaan insektisida sintetis sering menimbulkan dampak negatif yang tidak diharapkan seperti: terjadi resistensi hama utama, timbulnya hama sekunder, terbunuhnya parasit dan predator, residu pada bahan makanan, berbahaya pada pemakai dan pencemaran lingkungan (Bramble, 1989; Mann, 1983; Metcalf, 1986;

Machbub dkk., 1988; Russel, 1993). Untuk mengurangi dampak negatif penggunaan pestisida sintetis, perlu dilakukan upaya seperti: penggunaan musuh alam dan pestisida nabati.

Tumbuhan yang telah diuji potensinya sebagai sumber pestisida nabati, seperti : mindi (*Melia azedarach* L.) mengandung senyawa insektisida azadirachtin (Balandrin dkk., 1985; Martono, 1991). Umbi dan daun rumput teki (*Cyperus rotundus*) memiliki daya anti jamur dan antifidan terhadap serangga (Grainge dan Ahmed, 1987), serta efektif dalam meningkatkan mortalitas larva *P. xylostella* pada tanaman kubis (Dadang, 1999).

Dalimartha (1998) melaporkan bahwa batang Brotowali berkasiat menghilangkan sakit (analgetik), penurun panas (anti peretik) dan mengandung bahan alkaloid, sangat baik digunakan sebagai tonikum dan obat demam (Burkill, 1935; Kartasapoetra, 1996; Kirtikal dan Basu, 1933). Brotowali juga mengandung bahan insektisida terhadap hama penghisap buah (*Dasynus piperis*), penggerek cabang (*Lepthobaris piperis*) serta penghisap bunga (*Dimplogomphus hewitti*), senyawa yang bersifat antifidan, repelen, menurunkan keperidian dan menghambat perkembangan serangga (Anon., 1994; Grainge dan Ahmed, 1987). Penelitian Brotowali baik sebagai bahan obat maupun sebagai pestisida nabati hanya terbatas pada bagian kulit batangnya, sedangkan aktivitas pestisida daunnya belum banyak diketahui.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Ada beberapa masalah yang ingin dijawab pada penelitian ini yaitu :

- a. Apakah ekstrak daun Brotowali mempunyai aktivitas insektisida terhadap larva *P. xylostella* 3
- b. Komponen atau fraksi manakah dari ekstrak tersebut yang merupakan komponen aktif terhadap *P. xylostella*
- c. Bagaimanakah cara kerja ekstrak atau komponen ekstrak terhadap *P. xylostella*
- d. Apakah ekstrak daun Brotowali mampu mengendalikan *P. xylostella* di lapangan.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Mengetahui aktivitas insektisida ekstrak daun Brotowali terhadap larva *P. xylostella* pada kondisi laboratorium
- b. Mengetahui komponen atau fraksi dari ekstrak tersebut yang merupakan komponen aktif terhadap *P. xylostella*.
- c. Mengetahui cara kerja ekstrak atau komponen ekstrak terhadap *P. xylostella*
- d. Mengetahui kemampuan ekstrak daun Brotowali menekan *P. xylostella* di lapangan.

### 1.4. Hipotesis

Berdasarkan permasalahan dan tujuan penelitian yang telah diuraikan di atas, maka dapat diajukan hipotesis sebagai berikut : ekstrak daun Brotowali diduga mempunyai aktivitas insektisida terhadap larva *P. xylostella*, baik pada kondisi laboratorium maupun kondisi lapangan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tinjauan Umum Tanaman Kubis

Kubis sering disebut “engkol” atau kol merupakan di Jawa Barat merupakan salah satu jenis sayuran daun yang cukup populer dan banyak diusahakan para petani di daerah sentra produksi sayuran dataran tinggi. Pada umumnya kubis dapat ditanam hampir pada semua jenis tanah, tetapi yang ideal adalah tanah liat berpasir yang cukup bahan organik, pH 5,5-6,5 dan suhu relatif rendah yaitu 15-20°C (Pracaya, 1994; Rukmana, 1994).

Penggunaan benih dan cara bercocok tanam yang tepat dapat mempengaruhi produksi yang akan dicapai baik secara kuantitas maupun kualitas dan diharapkan hasilnya mampu memenuhi mutu ekspor yang telah ditetapkan. Kubis yang diekspor hendaknya memiliki ukuran satu dengan yang lainnya relatif sama, kekompakan krop yang ditandai dengan bagian tengah krop tidak terdapat rongga, warna daun terluar sama dengan bagian tengah krop, bebas dari kerusakan fisik maupun kerusakan akibat serangan hama dan penyakit (Anon., 1991; Sadjjo dkk., 1995; Williams *dkk.*, 1993).

Kubis banyak ditanam di Indonesia di daerah beriklim dingin dan sejuk, di dataran tinggi (800-3000 m di atas permukaan laut) serta mempunyai penyebaran curah hujan tahunan yang cukup. Varitas kubis ada yang dapat ditanam di dataran rendah (100-200 m di atas permukaan laut) misalnya : hybrid K-Y. cross dan hybrid

K-K. cross. Semai kubis yang baru tumbuh mempunyai hypokotil yang berwarna merah, panjang beberapa centimeter, dua keping akar tunggang dan akar serabut dengan sistem perakaran relatif dangkal yakni dengan kedalaman tanah antara 20 - 30 cm (Rukmana, 1994; Rubatzky dan Yamaguchi, 1998). Di sekeliling batang hingga titik tumbuh, terdapat helaian daun yang bertangkai pendek. Daun kubis bentuknya bulat telur sampai lonjong dan lebar, berwarna hijau (kubis putih) atau hijau kemerahan (kubis merah). Daun bagian atas, pada fase generatif akan saling menutupi satu sama lain hingga terbentuk krop (Rukmana, 1994). Daun pertama memendek, kemudian daun membentuk roset, apabila titik tumbuh mati dimakan ulat atau patah, akan tumbuh tunas (Pracaya, 1994).

Kubis memiliki daun tebal rata, agak keras, tidak berbulu tetapi tertutup lapisan lilin (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998). Bentuk daun dan warnanya merupakan salah satu indikator untuk membedakan jenis tanaman kubis (Pracaya, 1994; Rukmana, 1994). Daun pertama tidak membengkok dan dapat mencapai panjang  $\pm 30$  cm. Daun-daun berikutnya mulai membengkok dan membungkus daun muda, makin lama daun muda yang terbentuk makin banyak, sehingga seakan-akan membentuk telur atau kepala dengan diameter  $\pm 26$  cm. Bersamaan dengan pertumbuhan daun, batang juga lambat laun memanjang dan membesar, sehingga tinggi tanaman berkisar antara 40-60 cm (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998).

Klasifikasi tanaman kubis menurut Rukmana (1994) adalah sebagai berikut :

Divisio : Spermatophyta

Sub divisio : Angiospermae

Classis : Dicotyledonae

Ordo : Papavorales

Familia : Brassicaceae (Cruciferae)

Genus : Brassica

Species : *Brassica oleracea* L. var. *capitata* (kubis putih)

6

## 2.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Fluktuasi Produksi Kubis

Kubis merupakan sayuran yang diusahakan dan dikonsumsi karena selain rasanya enak juga menjadi sumber vitamin, mineral, karbohidrat, protein dan lemak. Seperti halnya beberapa jenis sayuran lainnya, kubis mempunyai sifat mudah rusak, tidak tahan disimpan lama dan berpola produksi musiman (Herminanto, 1987). Varietas kubis yang ditanam harus sesuai dengan tempat penanaman dan cara bercocok tanam yang tepat dapat mempengaruhi produksi kubis.

Kubis sangat cocok di tanam pada tanah liat berpasir yang cukup mengandung bahan organik dengan pH optimum antara 5,5-6,5 (Pracaya, 1994; Rukmana, 1994). Kubis biasanya ditanam oleh petani pada musim hujan, karena tanaman ini pada saat muda memerlukan air dalam jumlah besar. Disamping itu frekuensi serangan hama *P. xylostella* pada musim ini relatif rendah, bila dibandingkan pada musim panas. Hal ini disebabkan banyak telur dan pupa terendam air hingga busuk dan imago *P. xylostella* aktivitasnya terganggu oleh air. Kadang-kadang ada yang menanam kubis selain musim hujan asalkan kebutuhan air oleh tanaman dapat terpenuhi, namun gangguan terhadap hama *P. xylostella* sangat besar. Penanaman kubis oleh petani tidak dilakukan terus menerus pada lahan yang sama dan selalu diselingi atau dirotasi dengan tanaman lain. Hal ini dilakukan untuk memotong siklus hidup hama dan

penyakit yang menyerang tanaman kubis. Disamping itu petani juga sangat memperhatikan harga pasaran kubis, sehingga luas penanaman kubis setiap musim tanam tidak tetap dan akhirnya akan mempengaruhi produksi.

### 2.3. Hama Ulat Daun Kubis

#### 2.3.1. Morfologi

Kupu-kupu atau ngengat (imago) dari *P. xylostella* warnanya coklat dengan ukuran panjang 5-9 mm, mempunyai garis-garis memanjang berwarna kuning dan pada bagian kepalanya didapatkan bintik-bintik hitam, sedangkan pada sayapnya terdapat bintik-bintik yang warnanya seperti jelanga. Kupu-kupu atau ngengat ini berterbangan pada malam hari dan beristirahat pada siang hari. Saat ngengat sedang istirahat, antenanya lurus kedepan (Pracaya, 1999; Sudarmo, 1994). Pada sayap belakang kelihatan garis-garis putih kekuningan dengan 3 titik seperti intan pada setiap sisinya. Panjang sayap dalam keadaan terentang kira-kira 15 mm (Garus, 1984; Sudarwohadi, 1983).

Larva yang baru menetas panjangnya kira-kira 1,2 mm warnanya hijau pucat sampai hijau tua dengan kepala berupa bintik hitam. Larva yang telah tumbuh sempurna panjangnya 8-11 mm, diameter 1,2-1,5 mm dengan warna kehijau-hijauan atau hijau cerah. Tubuh larva ditutupi dengan rambut (seta), lama stadianya 7-11 hari (Garus, 1984; Sudarmo, 1994). Sebelum larva berganti kulit pertama kali, ia berada dalam instar I, lamanya adalah 3 hari. Kemudian 2-3 hari berikutnya larva itu berganti kulit lagi, masuk instar II, selanjutnya instar III terbentuk setelah terjadi pergantian kulit 2-3 hari berikutnya dan akhirnya terjadi pergantian kulit yang ketiga setelah 2-3

harinya lagi, yang disebut instar IV, setelah 1-2 hari instar IV akan menjadi pupa atau kepompong (Garus, 1984; Sunari, 1991; Pracaya, 1999). Pupa yang telah dewasa akan membentuk kokon dari sutera halus yang berbentuk jala dan terbuka pada kedua ujungnya, masa kokon 3-6 hari (Rismunandar, 1993; Sudarmo, 1994). Pupa terletak dalam rajutan kokon berwarna putih berbentuk gelendong silinder. Stadium pupa lamanya 3-4 hari, dengan panjangnya 5-6 mm dan diameter 1,2-1,5 mm. Pada awalnya pupa berwarna hijau, selanjutnya berwarna kuning pucat dengan permukaan atas berwarna kecoklat-coklatan (Kalshoven, 1981; Pracaya, 1999).

### 2.3.2. Biologi

Hama ulat daun kubis (larva *P. xylostella*) juga dikenal dengan nama ulat tritip atau ngengat punggung berlian merupakan serangga yang bersifat kosmopolitan (mudah beradaptasi dengan lingkungan), terdapat di daerah tropis, sub tropis dan juga terdapat pada daerah-daerah beriklim sedang (Perez *dkk.*, 1995; Vos, 1953). Hama ini memakan berbagai jenis kol (kubis) termasuk lobak (*Rhapanus sativus*). Kalsoven (1981) mengklasifikasikan ulat daun kubis kedalam :

Kingdom : Animal  
Phyllum : Arthropoda  
Classis : Insekta (Hexapoda)  
Ordo : Lepidoptera  
Familia : Plutellidae  
Genus : Plutella  
Species : *Plutella xylostella* L.

Siklus hidup *P. xylostella* lebih pendek pada daerah dengan suhu tinggi dibandingkan daerah bersuhu rendah. Di daerah yang suhunya relatif tinggi dengan ketinggian 250 m diatas permukaan laut (dpl), stadium telur berlangsung 2 hari, larva 9 hari, pupa 4 hari dan imago selama 7 hari, sedangkan di daerah yang suhunya relatif rendah dengan ketinggian 1100-1200 m dpl stadium telur berlangsung 3-4 hari, larva 12 hari, pupa 6-7 hari dan imago 20 hari (Garus, 1984; Pracaya, 1994). Larva *P. xylostella* dapat hidup dan berkembang pada suhu 50°C (Sunari, 1991), bahkan mampu hidup pada iklim tropis basah sampai daerah kutub utara (Sudarwohadi, 1990). Imago betina dapat bertelur 180-320 butir selama hidupnya (Sudarwohadi 1983; Pracaya, 1994). Telur diletakkan secara tunggal atau dalam kelompok kecil pada bagian atas atau epidermis daun kubis dan kebanyakan di dekat tulang daun, biasanya menetas 2-4 hari tergantung pada keadaan tempat, temperatur serta kelembaban udara (Pracaya, 1999; Rismunandar, 1993; Sudarwohadi, 1983). Telur berbentuk pipih oval, berwarna kuning cerah dengan ukuran panjang 0,5-0,8 mm dan diameter 0,25-0,3 mm (Garus, 1984; Pracaya, 1999).

### 2.3.3. Gejala Kerusakan

*P. xylostella* merupakan hama utama yang menyerang tanaman kubis di Indonesia (Perez *dkk.*, 1995; Pracaya, 1999). Kerusakan utama yang ditimbulkan terjadi sejak di pembibitan sampai menjelang panen (Garus, 1984; Surtikanti, 1981). Larva dapat menyerang dari semua instar (Sunari, 1991). Daun kubis yang terserang larva *P. xylostella* memperlihatkan adanya lubang-lubang berdiameter 0,5 mm dan daun hanya tinggal urat-urat saja sehingga nampak bintik-bintik yang berwarna putih yang tidak teratur (Hasibuan, 1978; Jauharlina, 2000; Pracaya, 1999).

Kalshoven (1981) menyatakan bahwa larva instar I menempel pada permukaan daun sebelah bawah dan makan daging daun atau lapisan epidermis daun terus menerus sampai ke jaringan sebelah dalamnya. Larva bersembunyi di bawah permukaan daun atau tempat-tempat lain yang tidak terkena sinar matahari, sambil memakan bagian epidermis daun sebelah bawahnya, sehingga daun tersebut dari sebelah atas kelihatan berbintik-bintik putih yang tidak teratur. Daun kubis yang mendapat serangan hebat hanya tinggal urat-uratnya saja (Anon., 1977; Garus, 1984; Pracaya, 1999). Pada umumnya serangan larva ini terjadi sangat hebat pada musim kemarau dan dapat menimbulkan kerugian 100% (Cahyono, 1995; Garus *dkk*, 1988; Sastrosiswojo, 1983; Sudarwohadi, 1975).

#### **2.4. Kegunaan Tanaman Brotowali**

Batang Brotowali (*Tinospora crispa* L.) berkhasiat untuk menghilangkan rasa sakit (analgetik) dan penurun panas atau anti peretik (Dalimartha, 1998). Dhafir (1995) menyatakan bahwa air rebusan batang Brotowali dapat digunakan sebagai obat cacar air, cacing kremi, kolera, mencegah kemandulan, kudis, lever dan malaria. Tanaman Brotowali juga diketahui berkhasiat sebagai anti diabetik (obat kencing manis), anti peretika (obat dingin penghalang demam), deuritika (peluruh kencing, memperbanyak air kemih keluar) dan sebagai bahan tonikum (Burkill, 1935; Kartasapoetra, 1996; Kirtikal dan Basu, 1933; Sastroamidjojo, 1997). Batang Brotowali sering dipakai sebagai obat rematik, obat kudis, deabetes melitus dan obat luka (Hartatik, 1998). Air rebusan batang Brotowali diketahui sebagai obat kencing manis (Ngafenan, 1999) dan mengandung alkaloid (Suriawira, 2000). Masyarakat

Bali menggunakan batang tanaman Brotowali ini untuk obat sakit perut, demam, sakit kuning, sakit pinggang dan air rebusannya diminum untuk menghilangkan demam (Hartutiningsih dan Siregar, 2000).

Batang dan daun Brotowali yang ditumbuk dapat dipakai penutup luka atau obat luka serta rebusan batangnya dapat dipakai sebagai obat sakit malaria (Lubis, 1996) dan telah dipatenkan oleh perusahaan Jepang “Shiseido” sebagai obat awet muda (Hartutiningsih dan Siregar, 2000). Tanaman ini juga mengandung bahan pestisida berupa alkaloid, dengan hama sasaran yaitu penghisap buah (*Dasynus piperis*), penggerek cabang (*Lophobaris piperis*) dan penghisap bunga (*Diplogomphus hewitti*) serta senyawa yang bersifat *antifidan*, *repelen*, menurunkan keperidian dan menghambat perkembangan serangga (Anon., 1994; Grainge dan Ahmed, 1987).

## **2.5. Insektisida Sintetis dan Dampak yang Ditimbulkan**

Pada awal tahun delapan puluhan pestisida dianggap sebagai suatu jaminan akan keberhasilan bertani. Kegiatan pertanian tanpa pestisida hampir dipastikan tidak akan berhasil secara optimal dan sebaliknya dengan pestisida sintetis kegiatan bertani dijamin keberhasilannya. Pemberian subsidi yang besar (80%) terhadap pestisida sintetis mengakibatkan harganya murah, sehingga para penyuluh pertanian gencar mempromosikannya. Penggunaan pestisida sintetis pada saat itu lebih didorong dalam perlombaan hasil intensifikasi pertanian, frekuensi penyemprotan pestisida dijadikan salah satu kriteria, makin banyak menyemprot makin tinggi nilai yang diperoleh (Oka, 1994).

Kubis yang ditanam oleh petani sering mengalami kegagalan akibat serangan hama dan penyakit. Untuk mengatasi serangan hama dan penyakit, yang paling dominan dilakukan petani adalah penggunaan pestisida sintetis (Ameriana *dkk.*, 2000; Sastrosiswojo, 1983). Dalam usaha menanggulangi hama yang menyerang sayuran kubis, petani lebih memilih menggunakan insektisida sintetis dengan alasan praktis, mudah didapat dan hasilnya terlihat secara nyata dan cepat (Kardinan, 1999b; Oka, 1994). Cara pengendalian dengan insektisida sintetis untuk penanggulangan hama sayur-sayuran memberikan dampak negatif yang cukup serius, khususnya mengenai residu insektisida yang tertinggal pada sayuran tersebut. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya petani kubis pada umumnya mengaplikasikan pestisida secara tidak teratur dan berlebihan baik dalam hal jenis, komposisi dan intervalnya (Udiarto *dkk.*, 1994). Penggunaan insektisida sintetis dalam pengendalian hama sayuran dianggap kurang tepat, karena dapat membunuh musuh-musuh alami dan predator lainnya (Hill, 1983; Russel, 1993).

Dilema dalam menangani masalah produksi pertanian khususnya sayuran kubis yaitu apabila kegiatan pertanian dilaksanakan tanpa penggunaan pestisida, sering menyebabkan kegagalan panen. Namun dilain pihak dengan penggunaan pestisida (khususnya insektisida sintetis) sering merugikan konsumen, petani dan merusak lingkungan (Ahmed, 1995; Bramble, 1989).

## **2.6. Insektisida Nabati**

Indonesia terkenal kaya akan keanekaragaman hayati termasuk jenis tumbuhan yang mengandung bahan aktif pestisida (Heyne, 1987). Tumbuh-tumbuhan

mempunyai sifat istimewa yaitu kemampuannya untuk mensintesis sejumlah besar molekul organik sekunder atau bahan alami melalui metabolisme sekunder dari bahan organik primer seperti : karbohidrat, lemak dan protein (Wingk, 1987). Selain zat pengatur tumbuh yang sudah diisolasi seperti : auksin, sitokinin, giberilin dan etilena, juga diketahui beberapa senyawa penting yang dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk mempertahankan diri terhadap serangan hama dan patogen, misalnya : likomarasmin, asam fusarat, glikopeptida dan naftokuinon (Harborne, 1996). Informasi hasil penelitian mengenai jenis tumbuh-tumbuhan ini sangat diperlukan, sejalan dengan semakin nyatanya bahaya insektisida sintetis terhadap kehidupan manusia dan kerusakan lingkungan, maka para peneliti kembali ke alam mencari dan meneliti beberapa tanaman yang berpotensi sebagai insektisida nabati (Saxena, 1982). Tersedianya kekayaan dan keanekaragaman hayati Indonesia yang cukup, peraturan pendaftaran pestisida nabati yang sederhana serta tersedianya berbagai teknologi sederhana merupakan peluang yang besar untuk mengembangkan pestisida nabati di Indonesia (Suprpta, 2001).

Beberapa tumbuhan yang telah diuji potensinya sebagai sumber pestisida nabati diantaranya Mindi (*Melia azedarach* L.) mengandung azadirachtin (Balandrin *dkk.*, 1985; Martono, 1991). Ekstrak kulit buah jeruk yang mengandung limonen dan linaool mempunyai daya pembunuh serangga jenis kutu tanaman, tungau, lalat buah, semut, jengkrak dan hama kebun lainnya (Lawton dan Patten, 1993). Saat ini paling sedikit ada 14 genus Meliaceae yaitu : *Aglaiia*, *Azadirachta*, *Cedrela*, *Chickrassia*, *Chisocheton*, *Dysoxylum*, *Khaya*, *Lansium*, *Melia*, *Sandoricum*, *Swietenia*, *Toona*, *Trichilia* dan *Turraea* telah diteliti dan menunjukkan sifat insektisida terhadap

beberapa serangga hama (Priyono, 1998). Usaha untuk mendapatkan tumbuhan yang dapat digunakan sebagai bahan insektisida nabati telah dilakukan oleh sejumlah peneliti, pada beberapa tanaman seperti tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Beberapa Jenis tumbuhan yang dapat dipertimbangkan sebagai bahan untuk pembuatan insektisida nabati

No	Nama Tumbuhan	Nama Lokal	Bagian Tumbuhan	Efektif terhadap hama
1.	<i>Abrus precatorius</i>	Saga	Biji	<i>Sitophilus</i> sp.
2.	<i>Acorus calamus</i>	Jeringau	Rimpang	<i>Sitophilus</i> sp.
3.	<i>Ageratum conyzoides</i>	Bebadotan	Daun,batang, bunga	<i>Tribolium castaneum</i>
4.	<i>Anacardium occidentale</i>	Metek	Kulit biji	<i>Dolechallia polebette</i>
5.	<i>Annona squamosa</i>	Srikaya	Biji	<i>Callosobrochus analis</i>
6.	<i>Azadirachta indica</i>	Intaran	Daun, biji	<i>Agrotis ipsilon</i> <i>Aphis gossypii</i> <i>Helopelthis</i> sp.
7.	<i>Barringtonia acutangula</i>	Bitung	Biji	<i>Sitophilus oryzae</i>
8.	<i>Caesalpinia sappan</i>	Secang	Daun,bunga,biji	<i>Sitophilus</i> sp.
9.	<i>Chrysanthemum cinerariifolium</i>	Kemanden sewu	Bunga	<i>Agrotis ipsilon</i> <i>Aphis gossypii</i> <i>Helopelthis</i> sp.
10.	<i>Curcuma aeruginosa</i>	Temu hitam	Rimpang	<i>Sitophilus</i> sp. <i>Tribolium</i> sp.
11.	<i>Cymbopogon nardus</i>	Serai	Daun	<i>Callosobronchus analis</i>
12.	<i>Derris elliptica</i>	Akar tuba	Akar	<i>Plutella xylostella</i> <i>Crocidolomia binotalis</i>
13.	<i>Kaemferia galanga</i>	Kencur	Rimpang	<i>Sitophilus oryzae</i> <i>Tribolium castaneum</i>
14.	<i>Melia azedarach</i>	Mindi	Kulit batang	<i>Plutella xylostella</i> <i>Tribolium castaneum</i> <i>Spodoptera litura</i>
15.	<i>Nicotiana tabacum</i>	Tembakau	Daun	<i>Sitophilus oryzae</i> <i>Tribolium castaneum</i>
16.	<i>Pachyrrhisus erosus</i>	Banguang	Daun, biji	<i>Plutella xylostella</i> <i>Spodoptera litura</i>
17.	<i>Syzygium aromatica</i>	Cengkeh	Daun, bunga	<i>Dacus dorsalis</i>
18.	<i>Tagetes patula</i>	Kenikir	Daun	<i>Plutella xylostella</i>
19.	<i>Thevetia peruviana</i>	Ginje	Biji buah	<i>Aphis crassivora</i>
20.	<i>Tinospora crispa</i>	Brotowali	Batang	<i>Tribolium castaneum</i>
21.	<i>Tithonia tagitrifolia</i>	Kipahit	Daun	<i>Tribolium castaneum</i>
22.	<i>Vitex trifolia</i>	Liligundi	Daun	<i>Plutella xylostella</i> <i>Spodoptera litura</i>
23.	<i>Zingiber americans</i>	Lempuyang empirit	Rimpang	<i>Sitophilus</i> sp.
24.	<i>Zingiber zerumbet</i>	Lempuyang gajah	Rimpang	<i>Sitophilus</i> sp.

Sumber : Anon., 1994; Kardinan, 1999a.

Sebelum insektisida sintetis digunakan secara luas dalam pertanian, pengendalian serangga hama oleh petani dilakukan dengan menggunakan ekstrak tumbuh-tumbuhan yang ada di sekitarnya. Tiga spesies tanaman yang digunakan untuk memproduksi insektisida botani secara komersial yaitu: piretrin dari bunga *Chrysanthemum cinerariaefolium*; nikotin dari daun tembakau dan rotenon dari akar derris (Suprpta, 2000). Selain ketiga spesies tanaman tersebut, terdapat lebih dari 500 spesies tanaman di dunia telah digunakan untuk pengendalian serangga hama (Priyono, 1999).

Secara umum pestisida nabati diartikan sebagai suatu pestisida yang bahan dasarnya berasal dari tumbuh-tumbuhan (Hutton dan Reilly, 2001). Pada umumnya pestisida yang berasal dari tumbuh-tumbuhan masih mengandung senyawa kompleks yang relatif kurang stabil terhadap lingkungan dibandingkan dengan senyawa kimia sintetis (Duke, 1990). Jenis pestisida ini biasanya hanya terdiri dari C, H, O dan kadang-kadang N yang mudah terdegradasi oleh alam dan relatif aman bagi lingkungan (Anerson *dkk.*, 1993; Kardinan, 1999a; Nasahi *dkk.*, 1999).

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan oleh peneliti dengan mencoba ekstrak beberapa bagian dari 100 jenis tanaman yang diperkirakan berpotensi dapat mengendalikan hama dan penyakit tanaman serta berkhasiat pada kesehatan manusia. Bagian tanaman yang diuji diblender sampai berbentuk tepung untuk dijadikan sampel dalam pengujian. Sampel sebanyak 50 g diekstraksi dengan perendaman dalam 500 mL metanol 99,98% selama 48 jam. Filtrat yang diperoleh melalui penyaringan dengan kain kasa dan kertas saring Whatman No. 2 dievaporasi dengan *Vacum Rotary Evaporator* pada suhu 40°C. Ekstrak yang diperoleh dari masing-masing tanaman diuji aktivitas insektisidanya terhadap larva *P. xylostella* pada konsentrasi 1,0%.

#### 3.2. Perbanyakan *P. xylostella*

Larva *P. xylostella* diambil dari tanaman kubis di Desa Candikuning, Kecamatan Baturiti, Kabupaten Tabanan, dan diperbanyak (di *rearing*) di laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana Denpasar. Serangga dipelihara dalam suatu kurungan ukuran 60 cm x 60 cm x 60 cm pada suhu 28 - 30°C dengan memberikan madu sebagai makanannya (metode "Vos"). Untuk mendapatkan larva *P. xylostella* yang digunakan dalam bioasai, dilakukan peneluran imago hingga menghasilkan keturunan kedua (F2).

Peneluran imago dilakukan pada daun kubis ukuran 3 cm x 3 cm yang dilasi kertas karton, kemudian dibungkus dengan parafilm dan diletakkan dalam kurungan plastik berdiameter 15 cm x 25 cm. Dalam kurungan tadi, dilepaskan imago jantan dan betina sebanyak 30 ekor (betina = 20 dan jantan = 10 ekor) dan dibiarkan selama 4 hari dengan memberikan madu yang diteteskan pada gulungan kapas sebagai makanannya. Parafilm yang telah berisi telur dibawa ke penetasan yaitu tanaman kubis muda di dalam kurungan (sangkar) atau lobak (*Rhapanus sativus*) dan daun kubis yang dilasi kertas karton dibungkus kembali dengan parafilm baru. Telur pada kurungan penetasan akan menetas kira-kira setelah 2-3 hari dan menghasilkan larva *P. xylostella* keturunan pertama (F1). Kemudian larva ini dipindahkan kedalam kurungan ukuran 60 cm x 60 cm x 60 cm yang lain, sebagai tempat pendewasaan. Imagon kembali dimasukkan kedalam peneluran seperti cara peneluran di atas, hingga menetas menghasilkan larva *P. xylostella* keturunan kedua (F2) (Gambar 1).



Gambar 1. Larva *P. xylostella* instar III

Penetasan telur *P. xylostella* dilakukan dengan menyiapkan tanaman kubis muda atau menyiapkan biji lobak (*Rhapanus sativus*) yang direndam dalam air. Biji lobak yang telah direndam dalam air diletakkan di atas kertas saring atau kertas tisu

basah yang ditempatkan pada bagian bawah stoples plastik berdiameter 15 cm x 10 cm. Parafilm yang telah berisi telur *P. xylostella* diletakkan pada biji lobak tersebut. Larva yang digunakan dalam bioasai pada penelitian ini adalah instar III.

### 3.1. Ekstraksi Daun Brotowali

Daun Brotowali yang diperoleh dari tanaman Brotowali di lapangan (Gambar 2), daun dicuci pada air bersih yang mengalir kemudian dikering anginkan, selanjutnya diblender sampai berukuran lebih kecil seperti berbentuk tepung, ditimbang sebanyak 200 g dan dimaserasi sebanyak 3 kali dengan 2000 mL metanol masing-masing selama 72 jam pada suhu kamar (26°C). Filtrat yang diperoleh melalui penyaringan diuapkan dengan *Vacum Rotary Evaporator* pada suhu 40°C sampai menjadi ekstrak kental. Ekstrak kental yang dihasilkan diencerkan dengan pelarut aseton : metanol (1:1). Ekstrak kasar yang diperoleh akan digunakan untuk bioasai.



Gambar 2. Brotowali (*T. crista*)

### 3.4. Uji Aktivitas Ekstrak Kasar Daun Brotowali secara *In Vitro*

#### 3.4.1. Antifidan

Senyawa aktif ekstrak kasar yang terkandung dalam daun Brotowali, diuji aktivitas insektisidanya dengan metode “*Leaf Disk*” berupa potongan daun kubis berbentuk lingkaran. Potongan daun kubis berdiameter 3 cm sebanyak 3 helai, kedua permukaannya dilapisi masing-masing 20  $\mu$ L ekstrak kasar daun Brotowali dengan konsentrasi masing-masing 0,1%; 0,3%; 0,5%; 0,7%; 1,0%; 1,5%; 2,0%; 2,5%; 3,0%; 3,5% dan 4,0%. Daun kubis yang dilapisi solven aseton : metanol (1:1) digunakan sebagai kontrol. Daun kubis yang telah diberi perlakuan ekstrak kasar daun Brotowali diletakkan dalam cawan Petri berdiameter 9 cm dan daun sebagai perlakuan kontrol dalam cawan Petri lain. Dilepaskan sebanyak 15 ekor larva *P. xylostella* F2 instar III yang telah dipuasakan selama 4 jam ke dalam masing-masing perlakuan. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 3 kali ulangan. Pengamatan berat daun kubis yang dimakan larva dilakukan setelah 24 jam, sedangkan mortalitas larva *P. xylostella* dilakukan 48 jam setelah aplikasi. Nilai penurunan persentase aktivitas makan larva *P. xylostella* terhadap perlakuan kontrol menurut Priyono (1988) ditentukan dengan rumus :

$$PA = \left(1 - \frac{B_{mp}}{B_{mk}}\right) \times 100 \%$$

Keterangan :

PA = Penurunan aktivitas makan larva (%)

$B_{mp}$  = Berat daun yang dimakan larva pada perlakuan (g)

$B_{mk}$  = Berat daun yang dimakan larva pada kontrol (g).

### 3.4.2. Racun Perut

Aktivitas ekstrak kasar daun Brotowali sebagai racun perut diuji menggunakan metode “*Leaf Sandwich*”. Potongan daun kubis berdiameter 1,5 cm sebanyak tiga helai di bagian permukaannya dilapisi 10  $\mu\text{L}$  ekstrak kasar daun Brotowali konsentrasi 1%; 1,5%; 2%; 2,5%; 3%; 3,5%; 4% dan kontrol, daun kubis lain berukuran sama ditempelkan pada daun kubis yang diberi perlakuan ekstrak. Daun kubis tersebut diletakkan dalam cawan Petri, kemudian dilepaskan 15 ekor larva *P. xylostella* F2 instar III yang telah dipuasakan selama 4 jam, dengan 3 kali ulangan pada masing-masing perlakuan. Larva dipindahkan kedalam cawan Petri yang berisi daun kubis baru setelah 24 jam dan pengamatan mortalitas larva *P. xylostella* dilakukan 24 jam berikutnya atau 48 jam setelah aplikasi ekstrak kasar daun Brotowali.

### 3.4.3. Racun Kontak

Pengujian racun kontak dilakukan dengan metode residu, yaitu dengan menyebarkan 60  $\mu\text{L}$  ekstrak kasar daun Brotowali konsentrasi 1 %; 1,5 %; 2 %; 2,5 %; 3 % dan kontrol secara merata pada masing-masing permukaan cawan Petri. Dilepaskan 15 ekor larva F2 instar III ke dalam cawan Petri dengan 3 kali ulangan. Setelah 24 jam larva dipindahkan kedalam cawan Petri lain yang berisi daun kubis baru dan pengamatan mortalitas larva *P. xylostella* dilakukan pada saat 1 jam; 2 jam; 3 jam; 6 jam dan 24 jam setelah larva dipindahkan.

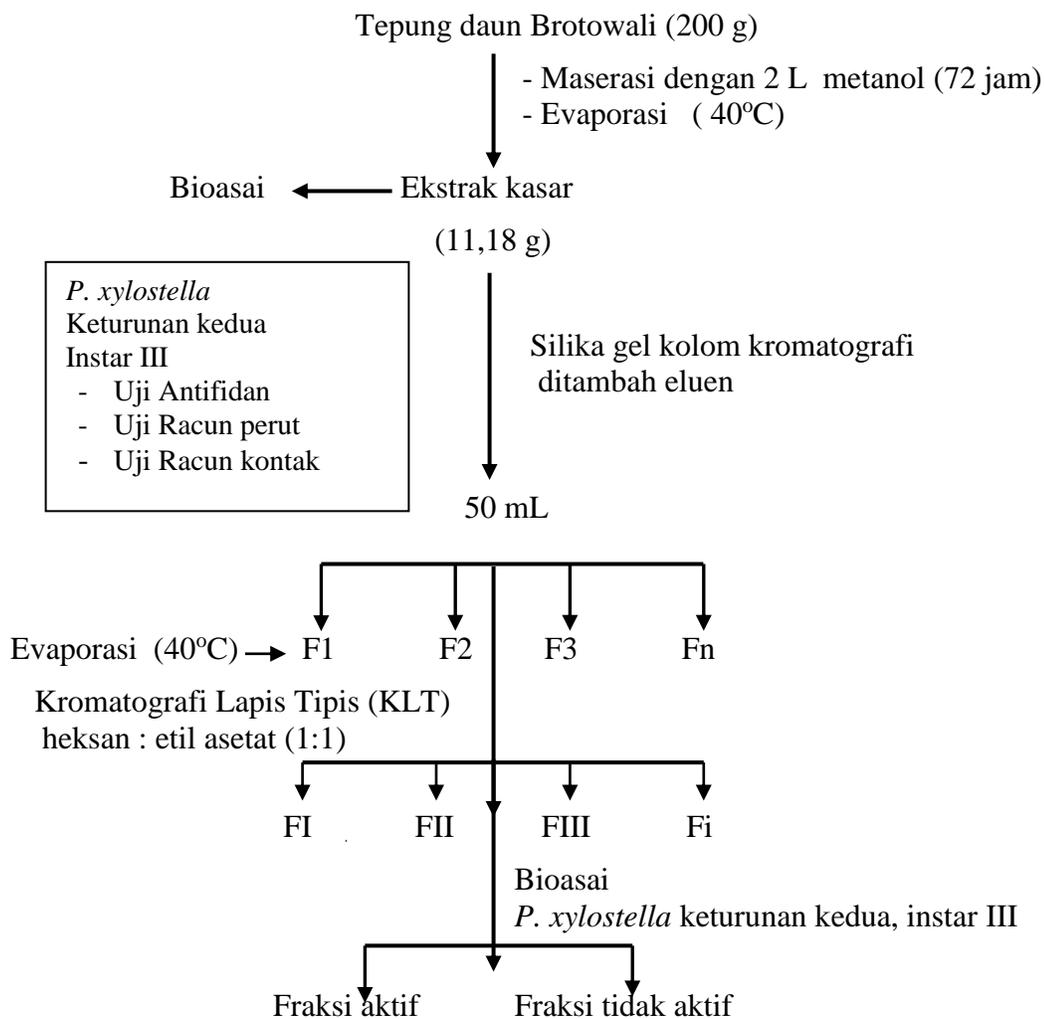
### 3.5. Fraksinasi Komponen Aktif dengan Kromatografi Kolom

Ekstrak kasar daun Brotowali yang telah menunjukkan aktivitas insektisida terhadap larva *P. xylostella*, selanjutnya dilakukan fraksinasi menggunakan kolom kromatografi dan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) (Gambar 3). Kolom Kromatografi diisi dengan 90 g silika gel (*Wakogel C-300* ukuran partikel 40 -75  $\mu\text{m}$ ) yang terlebih dahulu dilarutkan dalam 300 mL heksan sampai tercampur merata, selanjutnya dituangkan pada kolom kromatografi secara perlahan-lahan. Partikel silika gel dibiarkan mengendap selama 2 jam.

Ekstrak kasar disaring dengan kertas saring *Whatman* No. 2 dan disiapkan 11,18 g ekstrak kasar daun Brotowali dilarutkan dalam 40 mL aseton : metanol (1:1) ditambah 10 g silika gel diuapkan kembali dengan *Vacum Rotary Evaporator* pada suhu 40°C sampai terbentuk kristal. Ekstrak kasar berbentuk kristal dimasukkan kedalam kolom kromatografi berdiameter 3 cm dan panjang 60 cm. Pemisahan dilakukan dengan menggunakan pelarut yang memiliki sifat polaritas berbeda yaitu :

- 1). Heksan : 300 mL
- 2). 10% etil asetat dalam heksan : 300 mL
- 3). 30% etil asetat dalam heksan : 300 mL
- 4). 50% etil asetat dalam heksan : 300 mL
- 5). Etil asetat : 300 mL
- 6). 5% metanol dalam etil asetat : 300 mL
- 7). 10% metanol dalam etil asetat : 300 mL
- 8). 20% metanol dalam etil asetat : 300 mL

Eluen yang melewati kolom kromatografi ditampung dalam erlenmayer dengan volume 50 mL dan dievaporasi sampai mendapatkan ekstrak kental. Ekstrak tersebut dilarutkan dalam 2 mL aseton : metanol (1:1), selanjutnya dilakukan pemisahan menggunakan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) Keisel Gel 60 F<sub>254</sub> ukuran 10 cm x 10 cm dengan pengembang heksan : etil asetat 5 ml (1:1). Kelompok senyawa yang menunjukkan tanda pemisahan yang sama dikelompokkan dalam satu fraksi dan digunakan untuk bioasai (Gambar 3).



Gambar 3. Skema ekstraksi dan fraksinasi bahan aktif daun Brotowali. (the extraction scheme and active fractionation materials of Brotowali leaves)

### 3.6. Uji Aktivitas Ekstrak Hasil Fraksinasi

Ekstrak hasil fraksinasi yang diperoleh masing-masing diuji aktivitas *antifidan* terhadap larva *P. xylostella* dengan metode tanpa pilihan menggunakan potongan daun kubis berdiameter 3 cm, pada kedua permukaannya dilapisi masing-masing 20  $\mu$ L ekstrak hasil fraksinasi konsentrasi 0,3%. Setelah 24 jam dilakukan penimbangan berat daun yang dimakan larva, sedangkan larva dipindahkan ke dalam cawan Petri yang berisi daun kubis baru. Pengamatan mortalitas larva dilakukan 48 jam setelah aplikasi. Ekstrak hasil fraksinasi yang menyebabkan persentase penurunan aktivitas makan tertinggi serta persentase mortalitas larva *P. xylostella* terbanyak menunjukkan paling aktif. Fraksi yang paling aktif diuji kembali dengan konsentrasi 0,1% sampai 0,5%.

### 3.7. Penelitian Lapangan

Pengujian senyawa aktif ekstrak kasar daun Brotowali dilaksanakan mulai bulan Oktober 2001 sampai April 2002 di kebun Perusahaan Daerah Kembang Mertha, di Desa Candikuning, Kecamatan Baturiti, Kabupaten Tabanan. Ekstrak kasar daun Brotowali diformulasikan dengan menambahkan 0,5% Tween 80; 1% stiker dan air (aquades), sehingga volume akhir mencapai 1000 mL. Formulasi ini diuji di lapangan dengan konsentrasi 0% (K0); 0,1% (K1); 0,3% (K2); 0,5% (K3); 0,7% (K4) dan 1,0% (K5). Percobaan dirancang dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK), yang terdiri dari 6 perlakuan yang masing-masing diulang sebanyak 4 kali, sehingga diperlukan 24 unit petak percobaan (Gambar 4).

	I	II	III	IV
	0,5%	1%	0,3%	0,7%
	1%	0,7%	0%	0,3%
U	0,3%	0%	0,1%	0,5%
↑				
S	0,1%	0,5%	0,7%	0%
	0%	0,1%	0,5%	1%
	0,7%	0,3%	1%	0,1%

Gambar 4. Denah percobaan di lapangan.  
I, II, III dan IV = ulangan.

Petak percobaan berukuran 400 cm x 120 cm, ditanami 16 tanaman kubis kultivar *Green Coronet* dengan jarak tanam 50 cm x 60 cm. Aplikasi dilakukan bila populasi larva berada di atas nilai ambang kendali yaitu rata-rata 0,3 ekor

larva/tanaman, yang terjadi saat tanaman kubis berumur 21 hari setelah tanam (hst). Penyemprotan formulasi ekstrak daun Brotowali dilakukan dengan dosis 12 mL/tanaman, interval 3 hari sekali, dengan kenaikan volume formulasi 3 mL/tanaman setiap aplikasi.

Pengamatan populasi larva *P. xylostella* dilakukan pada saat tanaman kubis berumur 14; 21; 27; 33; 39; 45 dan 51 hst, sedangkan pengamatan kerusakan daun kubis dilakukan saat tanaman berumur 27; 33; 39; 45 dan 51 hst pada 6 sampel di setiap petak perlakuan. Pengamatan berikutnya dilakukan saat tanaman kubis berumur 63; 69 dan 75 hst dengan mencabut masing-masing 2 sampel di setiap petak perlakuan. Pengamatan terakhir dilakukan saat panen (umur 81 hst) terhadap populasi larva *P. xylostella*, intensitas kerusakan daun kubis dan persentase tanaman menghasilkan krop dengan mencabut 6 sampel di setiap petak perlakuan.

Penimbangan berat krop dilakukan pada seluruh krop yang dihasilkan tanaman kubis dengan mencabut sebanyak 10 tanaman kubis pada setiap petak ulangan. Pengamatan intensitas kerusakan daun kubis dilakukan berdasarkan metode Unterstenhofer (1963) dengan rumus :

$$I = \frac{\sum (n \times v)}{Z \times N} \times 100 \%$$

Keterangan :

I = Intensitas kerusakan daun (%)

n = Jumlah bagian tanaman yang diamati dari tiap katagori serangan

v = Nilai skala tiap katagori serangan

Z = Skala katagori serangan tertinggi

N = Jumlah daun yang diamat

Tabel 2. Skor intensitas kerusakan daun kubis

Skor	Keterangan
0	Tidak ada serangan
1	Serangan > 0 - ≤ 25 % luas daun kubis
2	Serangan > 25% - ≤ 50% luas daun kubis
3	Serangan > 50% - ≤ 75% luas daun kubis
4	Serangan > 75% - ≤ 100% luas daun kubis

Penentuan terhadap pengurangan kehilangan hasil akibat perlakuan ekstrak daun Brotowali dilakukan pada saat panen dengan rumus :

$$\% \text{ Pengurangan Kehilangan Hasil} = \frac{\text{Hasil panen perlakuan} - \text{hasil panen kontrol}}{\text{Hasil panen kontrol}} \times 100\%$$

Data yang diukur di lapangan, selanjutnya dianalisis dengan analisis varian dan perbedaan antar perlakuan dengan uji beda *Duncan's* pada taraf 5% (Steel dan Torrie, 1981).

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Penelitian Pendahuluan

Uji pendahuluan ekstrak beberapa jenis tumbuhan terhadap larva *Plutella.xylostella* menunjukkan bahwa ekstrak kasar batang dan daun Brotowali (*Tinospora crispa*), daging biji Mahoni (*Swietenia mahagoni*), daun Matoa (*Pometia pinnata*), rimpang Lengkuas (*Alpina galanga*), daun dan bunga Sembung Delan (*Spharanthus indicus*), daun Sambiloto (*Andrographis paniculata*), bunga Pacar cina (*Aglaia odorata*), daun Sirih (*Piper betle*) dan Tolod (*Isotoma longiflora*) mampu menurunkan aktivitas makan dan menyebabkan kematian pada larva *P. xylostella*. Diantara 11 jenis ekstrak dari bagian tanaman tersebut di atas, ekstrak daun Brotowali menunjukkan aktivitas insektisida paling tinggi terhadap larva *P. xylostella*. Hasil ini memberikan indikasi bahwa bagian tanaman yang diekstrak tersebut mengandung senyawa yang mempunyai aktivitas insektisida (Tabel 3).

Tabel 3. Aktivitas insektisida ekstrak kasar berbagai bagian tumbuhan terhadap larva *P. xylostella* (insecticide activity of crude extract of various parts of plants against *P. xylostella* larvae).

No.	Nama Lokal	Nama Latin	Bagian Tumbuhan	Aktivitas insektisida terhadap larva <i>P. xylostella</i>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.	Akasia	<i>Acacia auriculiformis</i>	Daun	-
2.	Ancak	<i>Antiaris toxicaria</i> Lesch	Daun	-
3.	Asem	<i>Tamarindus indica</i>	Daun	-
4.	Bangle	<i>Zingiber cassumumar</i> rox	Rimpang	-
5.	Bebadotan	<i>Ageratum conyzoides</i>	Daun	-

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
6.	Belatung	<i>Calamus caesius rox</i>	Daun	-
7.	Belimbing wuluh	<i>Averrhoa bilimbi</i> L.	Daun	-
8.	Beluntas	<i>Pluchea indica</i> Less	Daun	-
9.	Bintaro	<i>Carbera odollan</i> Gaerta	Daun	-
10.	Bunga Pukul empat	<i>Mirabilis jalapa</i>	Daun	-
11.	Bunga knop/Ratna	<i>Gomphrena globosa</i>	Bunga	-
12.	Bunga mentega	<i>Hipsida denest</i>	Daun	-
13.	<b>Brotowali</b>	<b><i>Tinospora crispa</i> L.</b>	<b>Daun</b>	<b>++</b>
			<b>Batang</b>	<b>+</b>
14.	Calincing	<i>Oxalis corniculata</i>	Daun	-
15.	Ceguk	<i>Quisqualis indica</i> L.	Buah	-
16.	Ceremai	<i>Phyllanthus acidus</i> L.	Daun	-
			Buah	-
17.	Cocor bebek	<i>Kalanchoe pinnata</i>	Daun	-
18.	Ciplukan	<i>Physalis perumpiana</i> L.	Daun	-
19.	Dadap puyer	<i>Erythrina wariagata</i>	Daun	-
20.	Daun salam	<i>Eugenia polyantha</i>	Daun	-
21.	Daun sendok	<i>Plantago major</i>	Daun	-
22.	Daun mangkok	<i>Nothupanax scutellarium</i>	Daun	-
23.	Delima	<i>Onica grantium</i> L.	Biji	-
24.	Gemitir	<i>Petania</i> sp.	Daun	-
25.	Ginseng	<i>Nerium indicum</i> Mill.	Daun	-
26.	Girang-girang	<i>Leca aequata</i>	Daun	-
27.	Jangu	<i>Acorus calamus</i>	Daun	-
			Rimpang	-
28.	Jeruju	<i>Achanthus ilicifolius</i> L.	Daun	-
29.	Jelateng kecil	<i>Laportea spec. div.</i>	Daun	-
30.	Jepun jepang	<i>Plumiera acutifolia</i> Poir.	Daun	-
31.	Jinten	<i>Caleus amboinicus</i> L.	Daun	-
32.	Kaca piring	<i>Gardenia florida angusta</i>	Daun	-
33.	Kaki kuda/Piduh	<i>Centela asiatica</i>	Daun	-
34.	Kamboja	<i>Plumiera</i> sp.	Daun	-
35.	Karuk	<i>Piper sarmanfisum</i> roxb.	Daun	-
36.	Kapas	<i>Gloopyium spec. div.</i>	Daun	-
37.	Kayu sugih	<i>Pleomele agustifolia</i>	Daun	-
38.	Kecubung	<i>Datura matel</i>	Daun	-
39.	Kelor	<i>Moringa pterigosperma</i>	Daun	-
40.	Keliki kecil	<i>Jatropha curicas</i>	Daun	-
41.	Keliki besar	<i>Ricinus communis</i>	Daun	-
			Buah	-
42.	Kenikir	<i>Tagetes erecta</i>	Daging biji	-
43.	Kerasi	<i>Lantana camara</i>	Daun	-
44.	Kesimbukan	<i>Paedaria scandes</i>	Daun	-

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
45.	Kecibling	<i>Strobilanthes crispus</i>	Daun	-
46.	Kemuning	<i>Murraya paniculata</i> L. Jack.	Daun	-
47.	Kuista/Kostal	<i>Ferella lucida</i>	Daun	-
48.	Kumis kucing	<i>Orthosiphon stamineus</i>	Daun	-
49.	Kunir	<i>Curcuma domestica</i> Val.	Rimpang	-
50.	Lempeni	<i>Ardisia elitica</i> Thumb.	Daun	-
51.	Lis kuda/Jarong	<i>Stachytarpheta mutabilis</i>	Daun	-
52.	Lengkuas	<i>Alpina galanga</i>	Rimpang	+
53.	Liligundi	<i>Vitex negundo</i>	Daun	-
54.	Matoa	<i>Pometia pinnata</i>	Daun	+
55.	Maje	<i>Aegle marmelos correa</i>	Biji	-
56.	Mahoni	<i>Swietenia mahagoni</i> L.	Daging biji	-
57.	Meduri	<i>Calotropis gigantea</i>	Daun	-
58.	Meniran	<i>Phyllanthus urinaria</i> L.	Daun	-
59.	Merak	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Daun	-
60.	Mengkudu	<i>Bancudus latifolia</i>	Daun	-
61.	Miana	<i>Coleus artropurpureus</i>	Daun	-
62.	Nenas muda	<i>Ananas comosus</i>	Daging buah	-
63.	Pacing	<i>Costus speciosus</i>	Rimpang	-
64.	Pandan wangi	<i>Pandanus tectorius</i>	Daun	-
65.	Patikan cina/Siul	<i>Aglaia odorata</i>	Daun	-
			Bunga	+
66.	Pacar air	<i>Impatiens balsomania</i> L.	Bunga	-
67.	Paku wayang	<i>Pteris ensiformis</i>	Daun	-
68.	Patikan cina	<i>Emphorbia thymifolia</i>	Daun	-
69.	Pare	<i>Trishosanthus anguina</i>		-
70.	Pepaya	<i>Carica papaya</i>	Daun	-
71.	Pinang	<i>Cyrtostachys renda</i>	Daging biji	-
72.	Pule	<i>Rauwolfia sarpentia</i> L.	Daun	-
			Kulit batang	-
73.	Rumput geganjangan	<i>Ceretopteris thalictroides</i>	Daun	-
74.	Saga	<i>Abrus precatorius</i>	Daging biji	-
75.	Sambung tulang	<i>Euphorbia turicalli</i> L.	Daun	-
76.	Sambiloto	<i>Andrographis paniculata</i>	Daun	-
77.	Sangketan	<i>Basilicum polystachon</i>	Daun	-
78.	Sarsono	<i>Tinospora</i> sp.	Daun	-
79.	Sambung gede	<i>Blumea balsomitera</i>	Daun	-
80.	Sambung delan	<i>Sphaeranthus indicus</i>	Daun	+
			Bunga	+
81.	Sengepur	<i>Prumus avium</i>	Daun	-
82.	Selasih	<i>Ocimum basiliam</i> L.	Daun	-

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
83.	Serai	<i>Cymbopogon nardus</i>	Daun	-
84.	Simbar menjangan	<i>Platyserium bifurcaium</i>	Daun	-
85.	Singkong	<i>Manihot asculenta</i>	Daun	-
86.	Sirsak	<i>Annona muricata</i>	Daun	-
			Daging biji	-
87.	Sisik naga	<i>Polypodium nummulari</i>	Daun	-
88.	Sukun	<i>Artocarpus communis</i>	Daun	-
89.	Sirih	<i>Piper betle</i>	Daun	+
90.	Sirih liar/Beleng	<i>Piper retrofractum</i> Vahl.	Daun	-
91.	Suren	<i>Cedrela febrifuga</i> Bl.	Daun	-
92.	Sonokeling	<i>Dalbergia latifolia</i> Doxb.	Daun	-
93.	Tabia bun	<i>Piper</i> sp.	Daun	-
			Buah	-
94.	Tali putri	<i>Cassyta filiformis</i> L.	Batang	-
95.	Tapak liman	<i>Elephantopus scaber</i>	Daun	-
96.	Tapak dará	<i>Cantharantus reseus</i>	Daun	-
			Bunga	-
97.	Tempuyung	<i>Sonchus arvensis</i>	Daun	-
98.	Tengulun	<i>Proticum favanicum</i>	Daun	-
99.	Terung kerokot	<i>Solanaceae</i> sp.	Daun	-
100.	Terap	<i>Artocarpus odoratissimus</i>	Daun	-

Keterangan:

tanda - : belum ada pengaruh pada aktivitas makan larva *P. xylostella* (kerusakan < 30%)

tanda + : menekan aktivitas makan larva *P. xylostella* (kerusakan 25-30%)

tanda ++ : sangat menekan aktivitas makan larva *P. xylostella* (kerusakan > 30%)

#### 4.2. Aktivitas Insektisida Ekstrak Kasar Daun Brotowali terhadap Larva *P. xylostella*

Aktivitas insektisida ekstrak kasar daun Brotowali pada konsentrasi 0,1% sampai 4,0% terhadap kemampuan makan dan mortalitas larva *P. xylostella* menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan kontrol ( $P < 0,05$ ) (Tabel 4). Data ini

menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak kasar daun Brotowali yang diberikan menyebabkan daun kubis yang dimakan larva semakin sedikit (Gambar 5).

Tabel 4. Aktivitas insektisida ekstrak kasar daun Brotowali terhadap larva *P. xylostella* pada pengujian *antifidan* (insecticide activity of crude extract of Brotowali leaves against *P. xylostella* larvae in the field study).

Konsentrasi Ekstrak (%)	Rata-rata berat daun kubis dimakan larva <i>P. xylostella</i> (g) selama 24 jam	Rata-rata mortalitas larva <i>P. xylostella</i> (%) selama 48 jam
0,0	0,210 a	0,000 a
0,1	0,160 b	2,223 a
0,3	0,157 b	2,223 a
0,5	0,147 bc	4,447 a
0,7	0,140 bcd	6,670 a
1,0	0,117 cde	13,333 b
1,5	0,114 cde	17,777 bcd
2,0	0,110 de	20,000 bcd
2,5	0,087 ef	22,223 cd
3,0	0,074 f	28,891 e
3,5	0,067 f	24,447 d
4,0	0,064 f	15,553 bcd

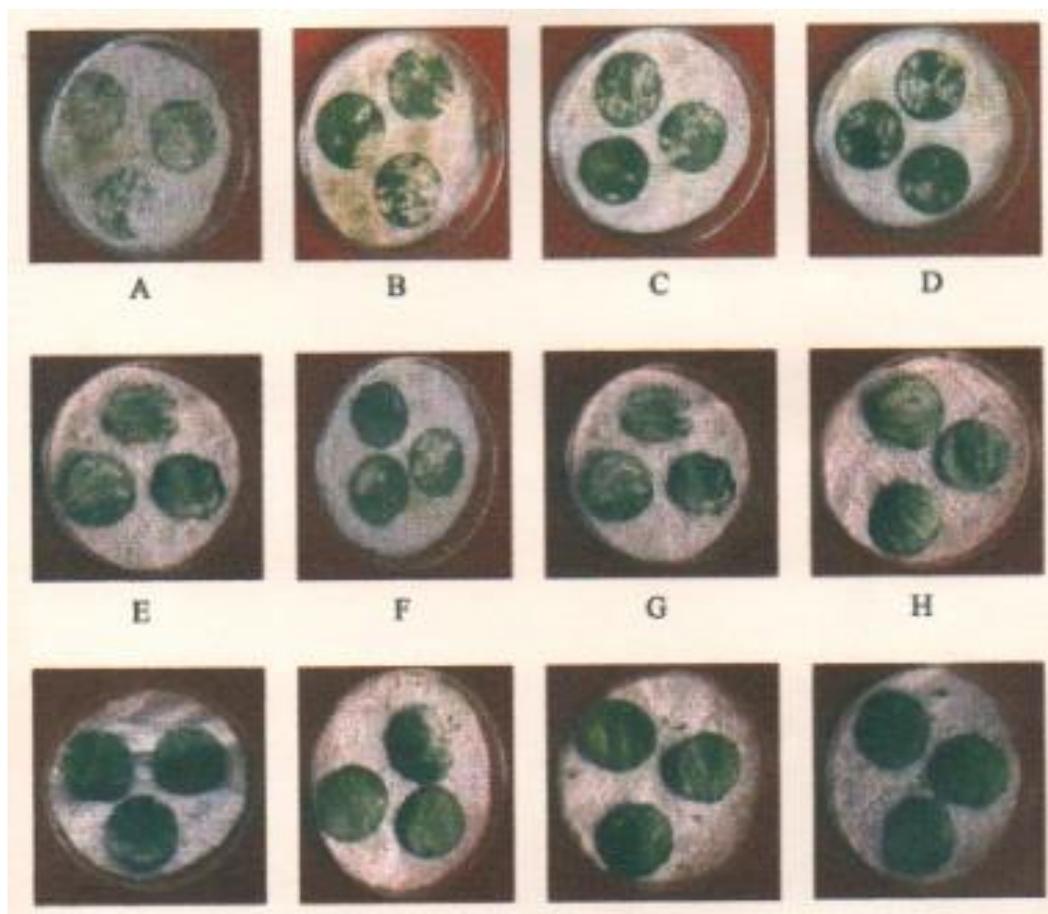
Keterangan :

huruf yang sama di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan tidak nyata pada taraf uji DMRT 5%.

Pada Tabel 4 terlihat bahwa mortalitas larva *P. xylostella* menunjukkan berbeda sangat nyata antara perlakuan ekstrak kasar daun Brotowali dengan perlakuan kontrol pada pengujian racun perut ( $P \leq 0,01$ ). Ekstrak kasar daun Brotowali konsentrasi 1,0% - 3,0% dalam pengujian ini menyebabkan mortalitas larva *P. xylostella* sebesar 8,890% - 22,223% dan menurun pada konsentrasi yang lebih tinggi. Data ini belum cukup untuk menunjukkan ekstrak tersebut sebagai racun perut dan lebih bersifat *antifidan*. Prijono *dkk.* (1998) melaporkan bahwa mortalitas larva *Crocidolomia binotalis* instar III yang mencapai 33,9% - 43,9%

pada pemberian ekstrak biji Mahoni (*S. mahagoni*) belum cukup sebagai pembunuh tetapi lebih bersifat menghambat pertumbuhan.

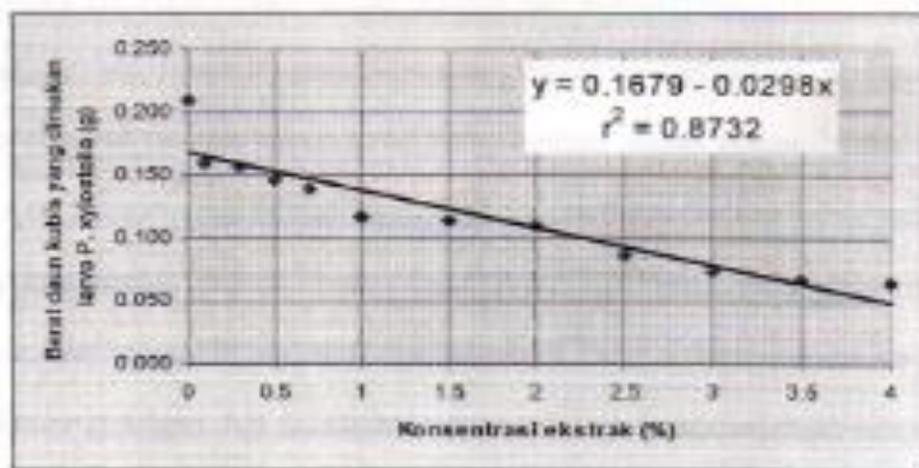
Muron dan Norton (1984) dalam Laba dan Soekarna (1986) melaporkan bahwa suatu senyawa dikatakan efektif bila mampu membunuh 80% serangga uji. Price (1984) dalam Sutoyo dan Wirioatmojo (1997) menyatakan bahwa adanya zat bioaktif pada tanaman kubis menyebabkan aktivitas larva terhambat ditandai dengan gerak larva yang lambat, nafsu makan berkurang dan akhirnya mati.



Gambar 5. Aktivitas ekstrak kasar daun Brotowali sebagai *antifeedant*  
(*the crude extract activity of Brotowali leaves as antifeedant*)

A = Perlakuan Kontrol	B = Perlakuan 0,1%	C = Perlakuan 0,3%
D = Perlakuan 0,5%	E = Perlakuan 0,7%	F = Perlakuan 1,0%
G = Perlakuan 1,5%	H = Perlakuan 2,0%	I = Perlakuan 2,5%
J = Perlakuan 3,0%	K = Perlakuan 3,5%	L = Perlakuan 4,0%

Menurunnya mortalitas larva *P. xylostella* pada daun kubis yang diberi perlakuan konsentrasi ekstrak kasar daun Brotowali yang meningkat, diduga disebabkan oleh pengaruh zat aktif tinokrisposid yang terkandung dalam ekstrak tersebut, sehingga larva tidak mau mencicipi (makan) daun kubis perlakuan. Menurut Adnan *dkk.* (1998) bahwa zat aktif tinokrisposid dapat memberikan efek mortalitas yang maksimal pada konsentrasi ekstrak yang optimum dan pemberian konsentrasi yang lebih tinggi ternyata efeknya menurun. Hubungan antara konsentrasi ekstrak kasar daun Brotowali dengan berat daun kubis yang dimakan larva *P. xylostella* dengan nilai  $r^2 = 0,8732$  (Gambar 6).



Gambar 6. Hubungan antara konsentrasi ekstrak kasar daun Brotowali dengan berat daun kubis yang dimakan larva *P. xylostella* (correlation between crude extract concentration of *Brotowali* leaves with the mass of the cabbage eaten by the *P. xylostella* larvae)

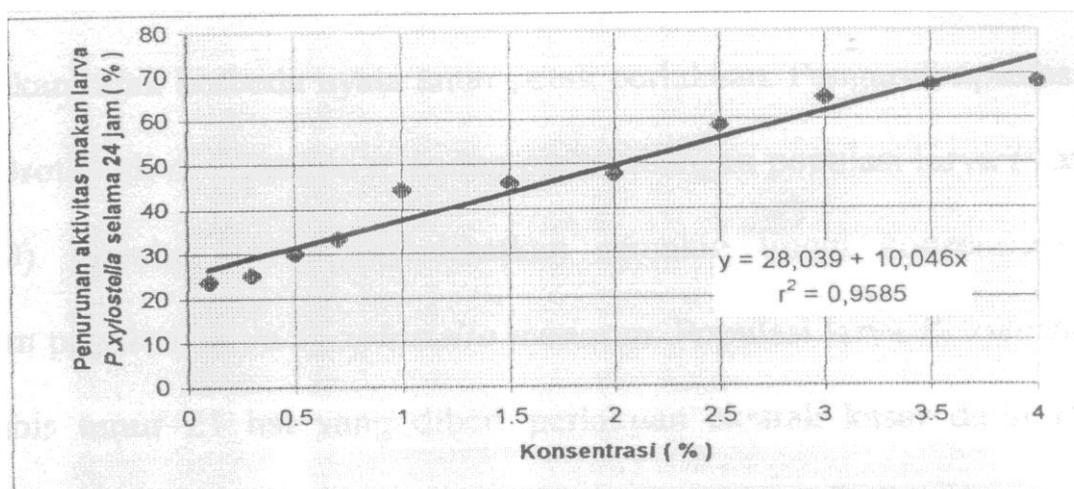
Rendahnya aktivitas makan larva *P. xylostella* pada daun kubis yang diberikan perlakuan dengan konsentrasi ekstrak kasar daun Brotowali yang meningkat disebabkan oleh jumlah zat aktif pada permukaan daun kubis yang menimbulkan efek *antifidan* lebih kuat. Anonimus (1994) melaporkan bahwa batang Brotowali

mengandung senyawa yang bersifat *antifidan*, *repelen*, menurunkan keperidian dan menghambat perkembangan serangga. Grainge dan Ahmed (1987) menyatakan bahwa Brotowali mengandung alkaloid yang berperan sebagai *antifidan* dan anti serangga. Aktivitas insektisida racun perut ekstrak kasar daun Brotowali terhadap larva *P. xylostella* disajikan pada Tabel 5. Terjadi korelasi yang nyata ( $r^2 = 0,9585$ ) antara perlakuan konsentrasi ekstrak kasar daun Brotowali dengan penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* (Gambar 7).

Tabel 5. Aktivitas insektisida racun perut ekstrak kasar daun Brotowali terhadap larva *P. xylostella* (*activity of the stomach poison crude extract insecticide of Brotowali leaves against P. xylostella larvae*)

Konsentrasi Ekstrak Daun Brotowali (%)	Rata-rata mortalitas larva <i>P. xylostella</i> (%) selama 24 jam
0,0	0,000 a
1,0	8,890 b
1,5	11,110 bc
2,0	17,777 cd
2,5	18,518 d
3,0	22,223 d
3,5	15,553 bcd
4,0	8,890 b

Keterangan: huruf yang sama di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan tidak nyata pada taraf uji DMRT 5%.



Gambar 7. Hubungan antara penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* (%) dan konsentrasi ekstrak kasar daun Brotowali (correlations between the reduction of feeding activity of the *P. xylostella* larvae (%) and crude extract concentration of Brotowali leaves).

#### 4.3. Aktivitas Insektisida Ekstrak Kasar Daun Brotowali Hasil Fraksinasi terhadap Larva *P. xylostella*

Berdasarkan hasil fraksinasi ekstrak daun Brotowali dengan menggunakan metode kolom kromatografi dan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) diperoleh 14 fraksi. Semua fraksi diuji aktivitas insektisidanya terhadap larva *P. xylostella* instar III pada konsentrasi 0,3%. Hasil bioasai dari fraksi V solven etil asetat : heksan (3:7) menunjukkan aktivitas makan larva *P. xylostella* paling rendah, sedang fraksi lainnya aktivitas makannya lebih tinggi (Tabel 6). Salah satu dari kedua senyawa yang terkandung dalam ekstrak daun Brotowali kemungkinan adalah tinokrisposid. Hal ini sesuai dengan pernyataan Adnan dan Pachly (1992) bahwa Brotowali mempunyai kandungan kimia alkaloid, tinokrisposid, tannin dan flavonoid. Tinokrisposid adalah suatu furanoditerpen glikosida yang mempunyai rasa pait dan glikosida yang paling tidak disukai oleh larva *P. xylostella* (Kardinan *dkk*, 1998).

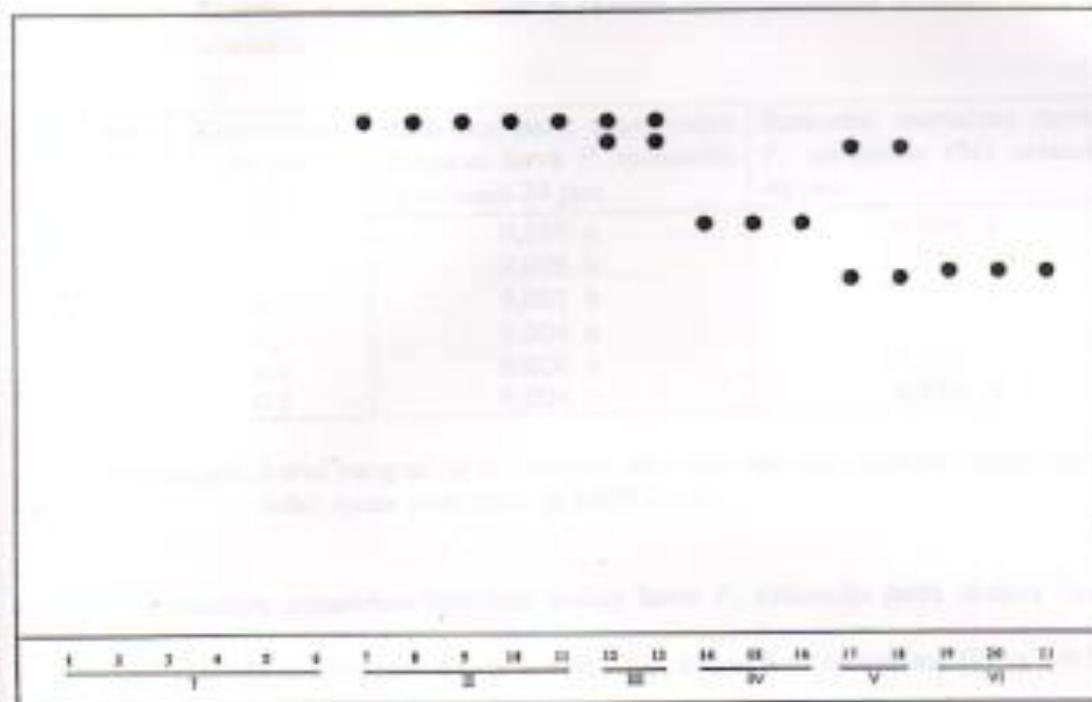
Tabel 6. Aktivitas insektisida masing-masing fraksi dari ekstrak daun Brotowali terhadap larva *P. xylostella* (insecticide activity of either fraction from crude extract of Brotowali leaves against *P. xylostella* larvae).

Fraksi	Rata-rata berat daun kubis dimakan larva <i>P. xylostella</i> (g) selama 24 jam	Rata-rata mortalitas larva <i>P. xylostella</i> (%) selama 48 jam
-	0,210 a	0,00 a
I	0,147 b	8,89 ab
II	0,140 bc	8,89 ab
III	0,097 bcde	26,67 cd
IV	0,043 ef	20,00 bcd
V	0,023 f	33,33 d
VI	0,090 bcde	11,11 abc
VII	0,050 ef	33,33 d
VIII	0,083 cdef	24,44 bcd
IX	0,053 ef	24,44 bcd
X	0,073 def	17,78 bcd
XI	0,040 ef	17,78 bcd
XII	0,120 bcd	17,78 bcd
XIII	0,073 def	22,22 bcd
XIV	0,057 ef	24,44 bcd

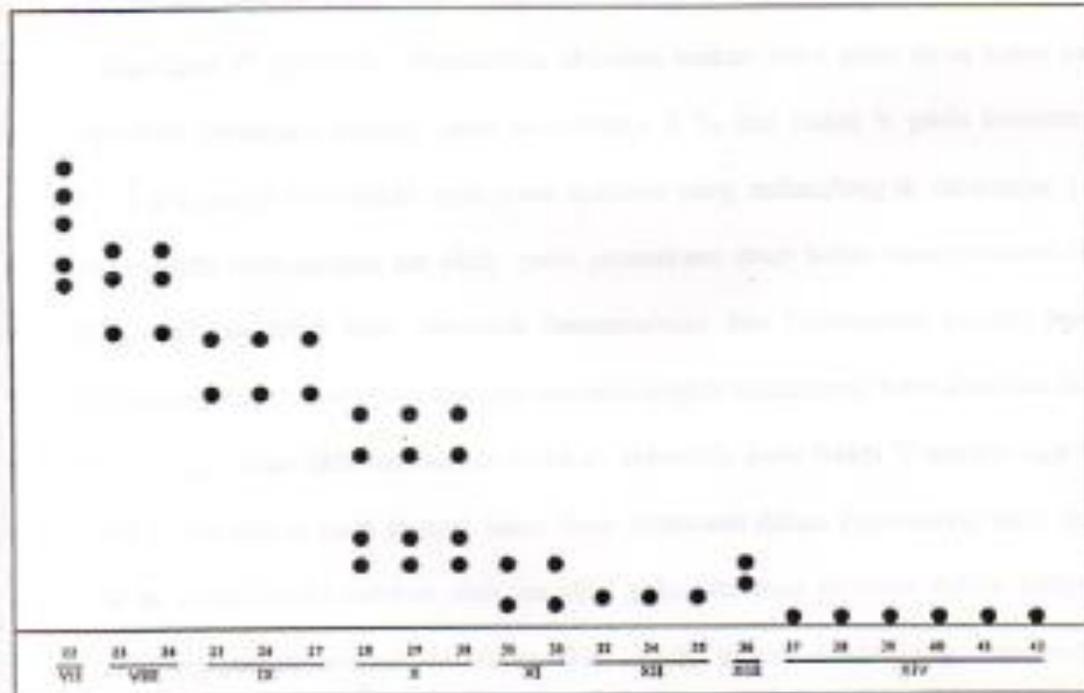
Keterangan :

huruf yang sama di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan tidak nyata pada taraf uji DMRT 5%.

Jika dilihat pada hasil pemisahan KLT dengan pengembang heksan : etil asetat (1 : 1) tampak bahwa fraksi V membentuk 2 spot. Kedua spot tersebut masing-masing mempunyai nilai Rf : 0,62 dan 0,86 (Gambar 8). Hubungan yang signifikan juga ditunjukkan antara perlakuan konsentrasi fraksi V dengan penurunan aktivitas makan larva ( $r^2 = 0,9047$ ) (Gambar 9).

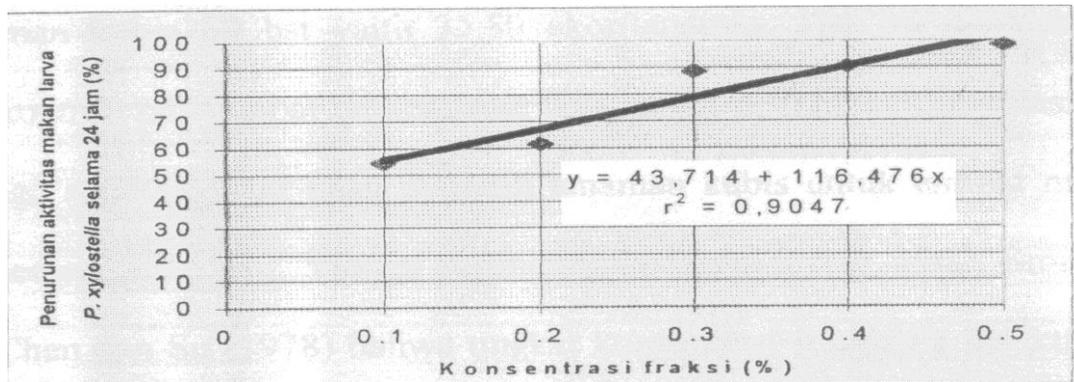


Nomor fraksi



Nomor fraksi

Gambar 8. Pemisahan fraksi dengan KLT (Silica gel 60 F<sub>254</sub>) dan Pengelompokan senyawa menjadi 14 fraksi  
(The separation of the fractions with KLT (Silica gel 60 F<sub>254</sub>) and the grouping of the compounds into 14 fractions)



Gambar 9. Hubungan antara aktivitas makan larva *P. xylostella* (%) dan konsentrasi fraksi V (%) ekstrak daun Brotowali (correlations between of feeding activity *P. xylostella* larvae and fraction concentration V (%) extract Brotowali leaves).

Aktivitas insektisida fraksi V dengan berbagai konsentrasi terhadap aktivitas makan dan mortalitas larva *P. xylostella* disajikan pada Tabel 7. Data ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi fraksi V yang diberikan pada daun kubis menyebabkan aktivitas makan larva *P. xylostella* menurun dan berbeda nyata dengan perlakuan kontrol ( $P \leq 0,05$ ).

Tabel 7. Aktivitas insektisida fraksi V ekstrak daun Brotowali terhadap larva *P. xylostella* (insecticide activity fraction V of extract Brotowali leaves against *P. xylostella* larvae).

Konsentrasi Fraksi Ekstrak (%)	Rata-rata berat daun kubis dimakan larva <i>P. xylostella</i> (g) selama 24 jam	Rata-rata mortalitas larva <i>P. xylostella</i> (%) selama 48 jam
0,0	0,210 a	0,000 a
0,1	0,160 b	22,223 cd
0,2	0,081 b	26,667 de
0,3	0,024 b	33,333 e
0,4	0,020 c	15,553 c
0,5	0,004 c	8,890 b

Keterangan :

huruf yang sama di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan tidak nyata pada taraf uji DMRT 5%.

Fraksi V ekstrak kasar daun Brotowali disamping dapat menurunkan aktivitas makan juga menimbulkan kematian larva *P. xylostella* pada konsentrasi paling tinggi (0,5%) menyebabkan kematian larva paling kecil. Hal ini diduga disebabkan oleh sifat *antifidan* fraksi V tercatat paling tinggi pada konsentrasi 0,5% (Tabel 7). Prijono (1988) melaporkan bahwa perbedaan toksisitas insektisida dapat disebabkan oleh perbedaan jumlah insektisida yang dimakan larva *P. xylostella*.

Ekstrak kasar daun Brotowali pada konsentrasi yang sama dalam pengujian racun kontak tidak menimbulkan kematian terhadap larva *P. xylostella*. Hal ini diduga disebabkan oleh rambut (seta) yang melindungi kulit larva kontak dengan zat aktif. Menurut Prijono (1988) bahwa ciri morfologi yang dapat mempengaruhi kontaminasi insektisida antara lain keberadaan rambut (seta) pada tubuh serangga. Matsumura (1985) menyatakan bahwa suatu insektisida dapat bersifat toksik pada serangga bila sejumlah tertentu molekul insektisida dapat mencapai dan berinteraksi dengan bagian sasaran. Kardinan *dkk.* (1998) melaporkan bahwa tidak ada pengaruh racun kontak dari residu ekstrak batang Brotowali konsentrasi 1% sampai 15% dan dicelupkan dalam tepung Brotowali 100% terhadap mortalitas serangga *Tribolium castaneum*.

Presentase penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* pada ekstrak kasar daun Brotowali fraksi V konsentrasi 0,1% - 0,5% terhadap perlakuan kontrol disajikan pada Tabel 8. Data pada Tabel 8 ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak kasar daun Brotowali fraksi V, maka semakin rendah aktivitas makan dan mortalitas larva *P. xylostella*. Rendahnya aktivitas makan larva pada daun kubis yang diberikan perlakuan ekstrak kasar daun Brotowali fraksi V konsentrasi

0,5% disamping disebabkan jenis senyawa yang terkandung di dalamnya, juga dipengaruhi oleh jumlah zat aktif pada permukaan daun kubis yang menimbulkan efek *antifidan* lebih kuat, sehingga menyebabkan mortalitas larva juga sedikit.

Tabel 8. Peresentase penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* pada ekstrak kasar daun Brotowali dan fraksi V terhadap perlakuan kontrol (Percentage of reducing feeding activity *P. xylostella* larvae on crude extract Brotowali leaves and fraction V to control).

Konsentrasi Fraksi Ekstrak (%)	Rata-rata penurunan aktivitas makan larva <i>P. xylostella</i> (%) selama 24 jam	Rata-rata penurunan aktivitas makan larva <i>P. xylostella</i> (%) pada fraksi V selama 24 jam
0,0	23,809	54,476
0,1	-	61,524
0,2	25,238	88,571
0,4	-	90,476
0,5	30,000	98,238
0,7	33,333	-
1,0	44,286	-
1,5	45,714	-
2,0	47,619	-
2,5	58,571	-
3,0	64,762	-
3,5	67,526	-
4,0	68,375	-
EC <sub>50</sub>	2,186	0,054

Keterangan : - artinya tidak diamati

Menurut Sastrosiswojo dan Nuswantara (1986) bahwa kepekaan larva *P. xylostella* dipengaruhi oleh tingkat konsentrasi formulasi dan instar larva. Penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* pada fraksi V sampai tiga kali lipat dibandingkan

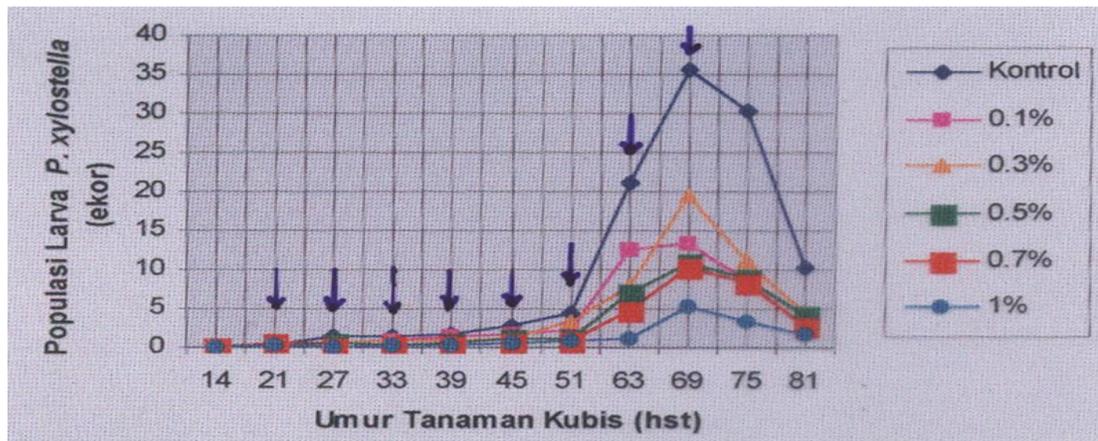
pada ekstrak kasar daun Brotowali dalam konsentrasi yang sama. Hal ini diduga disebabkan oleh zat aktif glikosida yang terdapat dalam fraksi V, sesuai dengan pernyataan Kardinan *dkk.* (1998) bahwa fraksi yang mengandung glikosida merupakan fraksi yang paling tidak disukai oleh larva *P. xylostella*. Terjadi korelasi yang nyata ( $r^2 = 0,9585$ ) antara konsentrasi ekstrak kasar dengan penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella*. Hubungan yang signifikan juga ditunjukkan antara konsentrasi fraksi V dengan penurunan aktivitas makan larva ( $r^2 = 0,9047$ ). Nilai  $EC_{50}$  ekstrak kasar daun Brotowali terhadap penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* adalah konsentrasi 2,186%, sedangkan fraksi V = 0,054%.

#### **4.4. Aktivitas Insektisida Formulasi Ekstrak kasar Daun Brotowali di Lapangan**

##### **4.4.1 Aktivitas Insektisida Formulasi Ekstrak Kasar Daun Brotowali terhadap Perkembangan Populasi larva *P. xylosrella***

Aplikasi ekstrak daun Brotowali pertama dilakukan setelah pengamatan populasi larva *P. xylostella* berada di atas nilai ambang kendali. Nilai ambang kendali larva *P. xylostella* pada tanaman kubis yaitu 0,3 ekor/tanaman (Sastrosiswojo, 1984). Populasi larva ditemukan tidak berbeda nyata antar petak perlakuan. Pengaruh aplikasi ekstrak kasar daun Brotowali terhadap perkembangan populasi larva *P. xylostella* (Gambar 10). Gambar 10 memperlihatkan semakin tinggi konsentrasi ekstrak menyebabkan populasi larva *P. xylostella* semakin menurun. Populasi larva *P. xylostella* pada tanaman kubis umur 21 hari setelah tanam (hst) yang diberi perlakuan ekstrak kasar daun Brotowali konsentrasi 1% adalah 0,33 ekor/tanaman dan maksimum terjadi pada umur 69 hst yaitu 5,25 ekor/tanaman. Pada perlakuan

kontrol populasi larva terus mengalami peningkatan hingga umur tanaman 69 hst yaitu 35,50 ekor/tanaman (Gambar 10).



Gambar 10. Grafik Perkembangan populasi larva *P. xylostella* (ekor) pada tanaman kubis (Graphic of the larvae *P. xylostella* population's progress on cabbage plants)

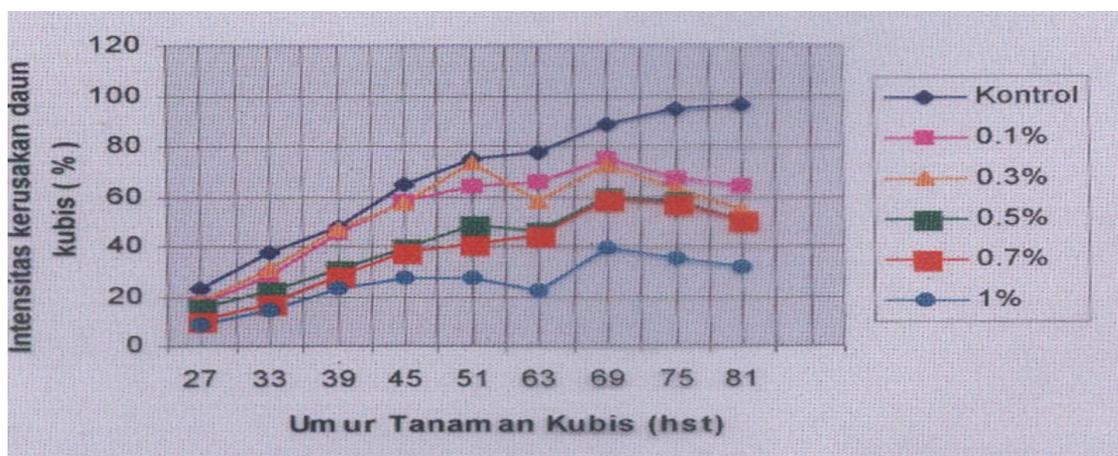
Tanda ↓ = Waktu aplikasi formulasi ekstrak kasar daun Brotowali

Peningkatan populasi larva pada perlakuan kontrol disebabkan karena tersedianya tempat bertelur dan tempat berlindung bagi imago *P. xylostella* serta cukup tersedianya makanan untuk larva yang menetas. Imago serangga ini akan memilih tanaman kubis untuk tempat meletakkan telur, sumber makanan dan tempat berlindung larvanya (Pfadt, 1962; Smith, 1951; Sudarwohadi, 1983).

Penurunan populasi larva pada umur tanaman 69 hst hingga panen (81 hst) diduga disebabkan pada umur tersebut krop yang terbentuk semakin padat, sehingga tempat meletakkan telur oleh imago semakin berkurang dan larva yang menetas sulit menembus krop. Mujiono dan Prihayana (1993) menyatakan bahwa kepadatan krop dapat menurunkan populasi larva *P. xylostella*.

#### 4.4.2 Aktivitas Formulasi Ekstrak Kasar Daun Brotowali terhadap Intensitas Kerusakan Daun Kubis

Intensitas kerusakan daun kubis yang diberi perlakuan ekstrak kasar daun Brotowali konsentrasi 1,0% pada tanaman kubis umur 27 hst adalah 8,067% dan maksimum terjadi pada umur 69 hst yaitu 38,809%. Pada perlakuan kontrol intensitas kerusakan daun kubis terus meningkat sampai saat panen (81 hst) yaitu 95,913% (Gambar 11). Surtikanti (1981), menyatakan bahwa serangan hebat larva *P. xylostella* terjadi pada tingkat awal pertumbuhan sampai tanaman kubis membentuk krop. Perlakuan ekstrak kasar daun Brotowali konsentrasi 1,0% dapat menekan intensitas kerusakan daun kubis 3 kali lipat dibanding perlakuan kontrol. Hal ini diduga disebabkan karena tanaman kubis yang diberikan perlakuan ekstrak kasar daun Brotowali dapat melindungi tanaman kubis dari serangan larva *P. xylostella*, karena kandungan alkaloid dari ekstrak kasar daun Brotowali.



Gambar 11. Grafik perkembangan intensitas kerusakan daun kubis (%) akibat serangan hama *P. xylostella* (Graphic of the damage intensity progress of cabbage leaves (%) caused by the attacks of *P. xylostella*).

Intensitas kerusakan daun kubis selain disebabkan oleh tingginya populasi larva, juga sangat dipengaruhi oleh umur larva, instar larva, ukuran tubuh larva, kesehatan larva dan aktivitas makan. Harborne (1988) dan Robinson (1979) melaporkan bahwa peranan fisiologis alkaloid dapat melindungi tumbuhan dari serangga pemakan daun. Meningkatnya kandungan insektisida nabati pada tanaman dapat mengganggu aktivitas makan, menghambat perkembangan larva dan mencegah larva ganti kulit (Suprpto, 1993).

Chen dan Su (1978) menyatakan bahwa kerusakan tertinggi terjadi pada tanaman kubis yang diserang larva *P. xylostella* instar III. Dalam proses pergantian kulit akan berpengaruh pada kepekaan larva terhadap insektisida. Prijono (1988) dan Vos (1953) melaporkan bahwa kesehatan larva *P. xylostella* dapat dipengaruhi oleh parasitoid, predator dan patogen

#### **4.4.3 Aktivitas Insektisida Formulasi Ekstrak Kasar Daun Brotowali terhadap Persentase Tanaman Kubis Menghasilkan Krop**

Hasil analisis statistika menunjukkan persentase tanaman kubis menghasilkan krop berbeda sangat nyata antara perlakuan ekstrak daun Brotowali dengan perlakuan kontrol ( $P < 0,01$ ). Persentase tanaman yang menghasilkan krop pada perlakuan kontrol sangat rendah akibat tingginya populasi larva dan tingginya intensitas kerusakan daun kubis (Tabel 9). Serangan berat menyebabkan lambatnya pembentukan krop dan seringkali terjadi kegagalan pembentukan krop. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pracaya (1994) bahwa intensitas kerusakan daun kubis yang tinggi menyebabkan tumbuh banyak tunas yang akhirnya tidak menghasilkan krop.

Tabel 9. Persentase tanaman kubis menghasilkan krop dengan berbagai perlakuan konsentrasi ekstrak kasar daun Brotowali (Percentage crop of cabbage was produced in some concentration treatment of crude extract Brotowali leaves)

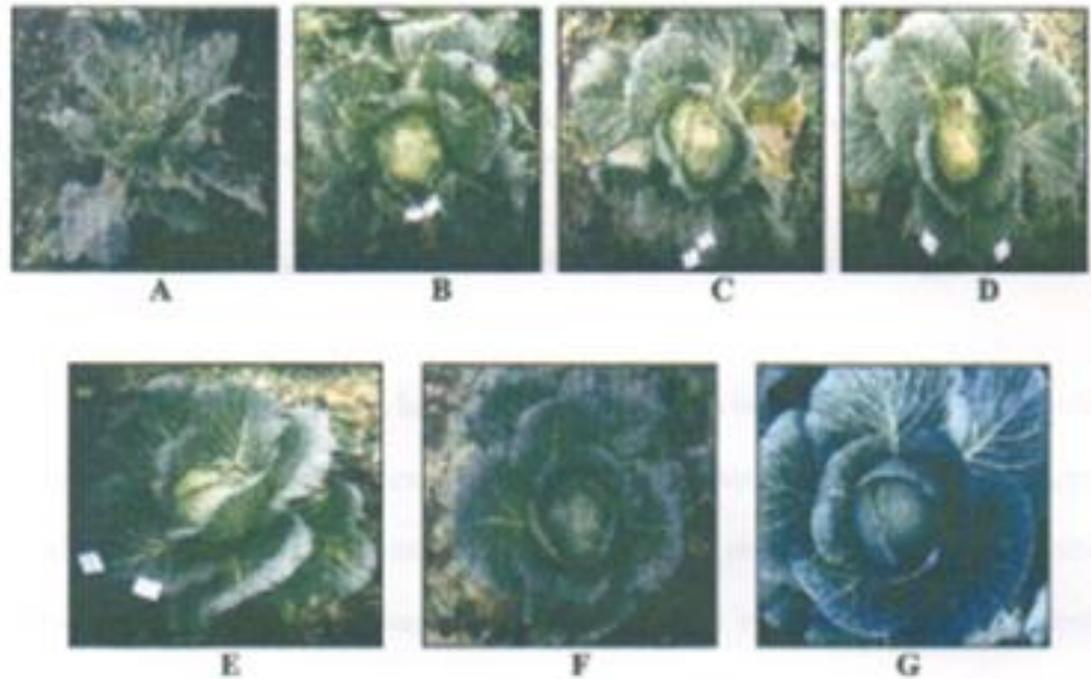
Konsentrasi Ekstrak Daun Brotowali (%)	Rata-rata tanaman kubis menghasilkan krop (%) saat panen (81 hst)
0,0	22,5 a
0,1	92,5 b
0,2	87,5 b
0,3	97,5 b
0,4	97,5 b
0,5	100,0 b

Keterangan :

huruf yang sama di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan tidak nyata pada taraf uji DMRT 5%.

Serangan larva *P. xylostella* dari pertumbuhan tanaman kubis sampai berumur 40 hst mengakibatkan tidak terbentuknya krop yang normal (Rismunandar, 1993). Lebih lanjut Kalshoven (1981) menyatakan serangan berat pada tanaman kubis oleh larva *P. xylostella* menyebabkan semua daging daun kubis dimakan larva dan hanya tinggal tulang daun, sehingga pembentukan krop menjadi gagal. Serangan berat menyebabkan lambatnya pembentukan krop dan seringkali terjadi kegagalan pembentukan krop. Hal ini sesuai dengan pernyataan Cahyono (1995), bahwa intensitas kerusakan daun kubis yang tinggi menyebabkan tumbuh banyak tunas yang akhirnya tidak menghasilkan krop (Gambar 12). Pada perlakuan formulasi Insektisida sintetis (Gambar 12) kerusakan krop berkurang, namun lapisan lilin pada permukaan daun kubis terdegradasi, sehingga ketahanan daun dari kerusakan oleh air hujan dan

kerusakan lainnya menjadi berkurang. Penggunaak insektisida sintetis yang berlebihan juga menimbulkan dampak serius pada kesehatan dan pencemaran lingkungan.



Gambar 12. Tanaman kubis yang diberi perlakuan ekstrak kasar daun Brotowali di lapangan pada beberapa konsentrasi formulasi, yaitu: kontrol (A); 0,1% (B); 0,3% (C); 0,5% (D); 0,7% (E); 1,0% (F) dan perlakuan insektisida sintetis 1,0% (G). (Cabbage plants with crude extract treatment of the Brotowali leaves in the field at several concentration of formulation, i.e. control (A); 0,1% (B); 0,3% (C); 0,5% (D); 0,7% (E); 1,0% (F) and with synthetic insecticide treatment at 1,0% (G).)

#### 4.4.4. Aktivitas Insektiisda Formulasi Ekstrak Kasar Daun Brotowali terhadap Berat Krop

Analisis statistika berat krop yang dihasilkan saat panen (81 hst), berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ) antara perlakuan ekstrak kasar daun Brotowali dengan perlakuan kontrol, tetapi berat krop antar perlakuan ekstrak tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) kecuali pada perlakuan 0,1% (Tabel 10). Hal ini disebabkan karena pada

kontrol populasi larva berkembang sangat cepat dan mengakibatkan kerusakan lebih tinggi, sehingga berpengaruh terhadap berat krop yang dihasilkan.

Berat krop tertinggi diperoleh pada perlakuan ekstrak kasar daun Brotowali konsentrasi 1% yaitu 40,663 ton/ha dan terendah pada kontrol yaitu 8,805 ton/ha. Pada perlakuan konsentrasi 0,1%, berat krop/petak paling rendah dibandingkan dengan konsentrasi lainnya, diduga karena jumlah senyawa aktif dari daun Brotowali yang ada pada tanaman kubis belum cukup sebagai bahan *antifidan* dalam waktu yang cukup lama. Heroetadji (1985) melaporkan bahwa konsentrasi dan lama residu mempengaruhi aktivitas *B. thuringiensis* terhadap larva *P. xylostella* dan *C. binotalis* pada tanaman kubis. Disamping itu salah satu kelemahan pestisida nabati adalah mudah terurai di alam, karena pada umumnya pestisida tersebut terdiri dari unsur C, H, O dan N (Kardinan, 1999<sup>a</sup>).

Tabel 10. Berat krop yang dihasilkan tanaman kubis saat panen (81 hst) dengan berbagai perlakuan konsentrasi ekstrak kasar daun Brotowali (crop weight of cabbage was produced at harvest (81 days after planting) in some concentration treatment of crude extract Brotowali leaves)

Konsentrasi ekstrak (%)	Rata-rata berat krop/tanaman kubis (g)	Rata-rata berat krop/ha (ton)	Pengurangan kehilangan hasil (%)
0,0	264,167 a	8,805	0,000 a
0,1	754,222 b	25,141	185,531 b
0,2	1012,500 bc	33,749	283,119 bc
0,3	1186,750 c	39,558	349,063 c
0,4	1199,640 c	39,988	353,945 c
0,5	1219,890 c	40,663	361,607 c

Keterangan :

huruf yang sama di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan tidak nyata pada taraf uji DMRT 5%.



Gambar 13. Krop yang dihasilkan tanaman kubis yang diberi perlakuan ekstrak kasar daun Brotowali: A = kontrol dan B = konsentrasi 1,0% pada umur 63 hst. (Crops produced by the cabbage plants with crude extract treatment of the Brotowali leaves: A = control and B = concentration 1.0% in 63 hst. age)

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil suatu simpulan sebagai berikut :

1. Ekstrak kasar daun Brotowali mempunyai aktivitas *antifidan* terhadap larva *P. xylostella* dengan  $EC_{50} = 2,186$  %.
2. Komponen aktif ekstrak daun Brotowali tersusun oleh 2 senyawa dengan nilai  $R_f$  : 0,62 dan 0,86.
3. Aplikasi formulasi ekstrak daun Brotowali pada tanaman kubis di lapangan mampu menekan perkembangan populasi larva *P. xylostella* sebesar 55,47%-84,63%; mengurangi intensitas kerusakan daun 33,62% - 64,78% dan mengurangi kehilangan hasil kubis sebesar 185,53 % - 361,61%.

### 5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas dapat disarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Perlu diidentifikasi senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak daun Brotowali.
2. Perlu dilakukan penelitian aktivitas insektisida ekstrak daun Brotowali terhadap *P. xylostella* pada senyawa aktif yang terkandung pada konsentrasi yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, A.Z. dan P. Pachaly. 1992. Tinokrisposid, Diterpenglykosida, *Tinospora crispa* L. Miers. Arch. Pharm (Wheinheim). 325: 707-708.
- Adnan, A.Z.; M. Husni dan A. Almadi. 1998. Pemeriksaan Farmakologi Tinokrisposid Senyawa Furanoditerpen Glikosida Baru dari Brotowali (*Tinospora crispa* L. Miers). Warta Tumbuhan Indonesia Volume 4 No. 2. hal. 9-13.
- Ahmed, S. 1995. Overview of the Current Status and Future Prospects of Botanical Pesticides in Asia and the Pasific. Report of the FAO Expert Consultation on Regional Perspectives for use of Botanical Pesticides in Asia and the Pasific. Bangkok. 317 p.
- Ameriana, M.; R.S. Basuki; E. Suryaningsih dan W. Adiyoga. 2000. Kepedulian Konsumen terhadap Sayuran Bebas Residu Pestisida (Kasus pada Sayuran Tomat dan Kubis). Jurnal Hortikultura. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura Jakarta. Volume 9 No. 4. hal. 365-377.
- Anonimus. 1977. Pedoman Bercocok Tanam Padi, Palawija dan Sayur-sayuran. Badan Penengendalian Bimas Jakarta. 279 hal.
- Anonimus. 1981. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Departemen Kesehatan RI. Bhatara Karya Anonimus Aksara. Jakarta. 271 hal.
- Anonimus. 1991. Memori Serah Terima Jabatan Kepala Dinas Pertanian Tanaman Pangan. Sulawesi Selatan. Diperta Sulsel. Ujungpandang. 71 hal.
- Anonimus. 1994. Pedoman Pengenalan Pestisida Botani. Departemen Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan. Direktorat Bina Perlindungan Tanaman Perkebunan Jakarta. 67 hal.
- Anonimus. 1999. Bali Dalam Angka. Badan Pusat Statistik Propinsi Bali. Denpasar. 651 hal.
- Anonimus. 2000. Laporan Musiman. Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura VII. Musim Tanam 2000. Direktorat Jenderal Produksi Tanaman Pangan. Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura VII Denpasar. 82 hal.

- Arneson, J.I.; S. Mackinnon; A. Durst; B.J.R. Philognene; C. Hasbun, and P. Shancez. 1993. Insecticides in Tropical Plant with Non Neorotixis Mode of Action. pp. 107-152.
- Asmaniar; Syafril dan N. Hasan. 1997. Perkembangan Populasi Hama Kubis pada Beberapa Pola Pertanaman. Proseding Kongres Perhimpunan Entomologi Indonesia V dan Simposium Entomologi. hal. 245-250.
- Balandrin, M.F.; J.A. Klocke; E.S. Wurtlele and W.H. Bolinger. 1985. Natural Plant Chemicals : Sources of Industrial and Materials Science. 228 : 54-60.
- Bramble, B.J. 1989. An Environmentalists View of Pest Management and the Green Revolution. Trop. Pest Manage. 35:228-230.
- Burkill, I.H. 1935. A Dictionary of Economic Product of The Malay Peninsula. Volume 1. Milbank London. pp. 2163-2166.
- Cahyono, B. 1995. Cara Meningkatkan Budidaya Kubis. Pustaka Nasatama. Yogyakarta. 76 hal.
- Chen, C. and W. Su. 1978. Influence of Temperature on the Development and Feeding Amount of Diamondback Moth Larvae on Cauliflower. Plant Prot. Bull (Taiwan) 20:224-231
- Dadang. 1999. Insect Regulatory Activity and Active Substances of Indonesian Plants Particularly to the Diamond Back Moth. Disertation. Departemen of Bioregulation Studies. Graduate School of Agriculture. Tokyo University of Agriculture. Tokyo. 179 p.
- Dalimartha, S. 1998. Ramuan Tradisional untuk Pengobatan Hepatitis. Penebar Swadaya. Jakarta. 120 hal.
- Dhafir, A. 1995. Jamu Tradisional Madura dan Kothekaan Madura. Indah Surabaya. 228 hal.
- Duke, S.O. 1990. Natural Pesticides from Plants. Timber Press Portland. pp. 511-517.
- Erlina, L. 1987. Pengamatan Hama Penting Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* L.) di wilayah Kerja Penyuluhan Pertanian Ciharang Kecamatan Pacet, Kabupaten Cianjur. Jawa Barat. Jur. HPT Fakultas Pertanian IPB. Bogor. 65 hal.
- Fadhly, A.F. 1985. Penekanan Serangan *P. xylostella* pada Kubis melalui Penumpangsarian dengan Tomat. Pen. Pertanian 5 (1): 1-5.

- Garus, A.M. 1984. Status Resistensi *Plutella xylostella* L. dan Parasitoid *Diadegma eucerothaga* Horstm. terhadap Beberapa Macam Insektisida. Tesis. Program Pasca Sarjana. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. 79 hal.
- Garus, A.M; N. Westen dan D. Widaningsih. 1988. Pengaruh Dosis dan Interval Penyemprotan Thuricida HP terhadap Serangan Hama-Hama Penting pada Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* var. *Capitata*). Majalah Ilmiah Fakultas Pertanian UNUD. Denpasar. 107 hal.
- Grainge, M. and S. Ahmed. 1987. Handbook of Plants with Pest Control Properties. A Willey Interscience Publication. New York. 470 p.
- Harborne, J.B. 1988. Introduction to Ecological Biochemistry. Third Edition Academic Press. New York. pp. 85-109.
- Harborne, J.B. 1996. Metode Fitokimia. Penerjemah Kosasih Padma Winata dan Inang Soediro. ITB. Bandung. hal. 353.
- Hartatik, A. S. 1998. Aneka Resep Ramuan Jamu Jawa. Aneka Cipta . Surabaya. 230 hal.
- Hartutiningsih dan M. Siregar. 2000. Lembaran Informasi Prosea (Plant Resources of South- East Asia) Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi – LIPI. Pusat Pembinaan dan Penyuluhan Pertanian Deptan. Jurnal Prosea Indonesia Vol. 2 No. 12. hal. 73 – 78.
- Hasibuan, R. 1978. Biologi *Plutella xylostella* L (Lepidoptera, Plutellidae) pada kubis dan lobak. Departemen Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian IPB. Bogor. 85 hal.
- Herminanto. 1987. Aplikasi Insektisida Kimia dan Mikrobial secara Tunggal dan Gabungan untuk Mengendalikan *Plutella xylostella* L. pada Tanaman Petsai (*Brassica pekinensis* Rupr.). Tesis. Program Pasca Sarjana KPK UGM-UNIBRAW. Malang. 86 hal.
- Herminanto. 1997. Pengaruh Ekstrak Kulit Jeruk (*Citrus* spp) terhadap Hama Daun Kubis (*Plutella xylostella* L.). Majalah Ilmiah Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto. Jawa Tengah. 187 hal.
- Heroetadji, H. 1985. Peranan Insektisida Mikrobial dalam Pengendalian Hayati. Kongres Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Malang. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. 12 hal.
- Heyne, K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan. Vol. I-IV. hal. 775-776.

- Hill, D.S. 1983. Agriculture Insect Pest of the Tropics and Their Control. Cambridge University Press. pp. 391-392.
- Hutton, P. and S. Reilly. 2001. Biopesticides. United States Environmental Production Agency. pp.1-3.
- Jauharlina. 2000. Aplikasi Berkala Ekstrak Daun Nimba terhadap Hama *P. xylostella* L. Jurnal Agrista Volume 4 No. 2. hal. 197-202.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. Pest of Crops in Indonesia. Revised and Translated by P.A. van der Lan. PT Ichtiar Baru. Jakarta. 701 p.
- Kardinan, A.; M. Iskandar dan Hernani. 1998. Pengaruh Ekstrak Batang Brotowali terhadap Aktivitas Biologi Serangga *Tribolium castaneum* Hbst. Warta Tumbuhan Obat Indonesia. Vol. 4 No. 2. 1998. hal. 13-15.
- Kardinan, A. 1999a. Pestisida Nabati : Ramuan dan Aplikasi. Penebar Swadaya. Bogor. 80 hal.
- Kardinan, A. 1999b. Prospek Minyak Daun *Melaleuca bracteata* sebagai Pengendali Populasi Hama Lalat Buah (*Bactrocera dorsalis*) di Indonesia. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Jakarta. volume 18 No. 1. hal. 11-20.
- Kartasapoetra, G. 1996. Budidaya Tanaman Berkasiat Obat. Rineka Cipta. Jakarta. 135 hal.
- Kirtikal and Basu. 1933. Dedicated to the Medical Profession of India. Second Ed. Volume 1. L M Basu Allahabad. pp. 75-80.
- Laba, I.W. dan D. Soekarna. 1986. Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) pada berbagai Instar dan Perlakuan Insektisida pada Kedelai. Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan hal. 65.
- Lawton, B.P. and G.F.V. Patten. 1993. Organic Gardener Basics. Login Publishers Consorsium. Chicago. 200 p.
- Lubis, S.M.A. 1996. Mengenal Apotik Hidup. Usaha Nasional. Surabaya. 158 hal.
- Machbub, B.; H.F. Ludwig and D. Gunaratnam. 1988. Environmental Impacts from Agrochemicals in Bali. Env. Mon. Assess. 11: 1-23.
- Mann, J.B. 1983. Manual for Training in Pesticide, Analysis. University of Miami, School of Medicine, 2 Departement of Epidemiology and Public Health. 144 p.

- Martono, E. 1991. Toxicological and Biological Activity of Kumchura (*Kaempferia galanga* L) to the Melon Fly *Bacterocera cucurbitae*. Coq. Ph.D. Thesis. Dept. of Entomology University of Hawaii at Manoa. Honolulu, HI. USA. 225 p.
- Matsumura, F. 1985. Toxiology of Insectisides. 2 nd. ed Plenum Press New York. 253 p.
- Metcalf, R.L. 1986. The Ecology of Insecticides and the Chemical Control of Insects. In Kogan, M. (ed). Ecological Theory and Integrated Pest Management Practic. John Wiley & Sons, New York. pp. 251-297.
- Muchlizah, F. 1999. Tanaman Obat Keluarga. Penebar Swadaya. Jakarta. 94 hal.
- Mujiono, A.S. dan W. Prihayana. 1993. Kemempnan Insektisida Nabati Mikrobial dan Kimia Sintetis terhadap Ulat *Plutella xylostella*. Proseding Seminar Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati. Bogor. hal. 86-90.
- Nasahi, C.H; A. Susanto dan T. Sunarto. 1999. Inventarisasi Potensi dan Pemanfaatan Agenia Hayati dan Pestisida Nabati pada Perkebunan Teh Rakyat di Jawa Barat. Pros. Hasil Penel. Lembaga Penelitian Fakultas Pertanian Universitas Pajajaran. hal. 1-4.
- Ngafenan, M. 1999. Pedoman Lengkap Pengobatan Kencing Manis. C.V. Gunung Mas. Pekalongan. 86 hal.
- Oka, I.N. 1994. Penggunaan, Permasalahan serta Prospek Pestisida Nabati dalam Pengendalian Hama Terpadu. Proseding Seminar Jurnal Hasil penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Bogor. hal. 1-10.
- Perez, C.J.; A.M. Shelton and R.C. Derksen. 1995. Effect of Application Tecnology and *Bacillus thuringiensis* Subspecies on Management of *B. thuringiensis* Subsp. Kurstaki Resistant Diamond back Moth (Lepidoptera: Plutellidae), J. Econ. Entomol. 88: 1113-1119.
- Pfadt, R.E. 1962. Fundamental of Applied Entomology. The Macmillan Company. New York. 825 p.
- Pracaya. 1994. Kol Alias Kubis. Penebar Swadaya. Jakarta. 70 hal.
- Pracaya. 1999. Hama dan Penyakit Tanaman. Penebar Swadaya. Jakarta. 417 hal.
- Prijono, D. 1988. Pengujian Insektisida Penuntun Praktikum. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fak. Pertanian IPB. Bogor. 140 hal.

- Prijono, D. 1998. Insecticidal Activity of Meliaceae seed Extracts Against *Crocidolomia binotali* Zeller. Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian IPB. Vol. 10 No. 1. hal. 1-7.
- Prijono, D. 1999. Prospek dan Strategi pemanfaatan Insektisida Alami Dalam PHT. Bahan Latihan Pemanfaatan Insektisida Alami. Pusat Kajian PHT. Institut Pertanian Bogor. 57 hal.
- Rismunandar. 1993. Hama Tanaman Pangan dan Pembasmiannya. C.V. Sinar Baru. Bandung. 103 hal.
- Robinson, T. 1979. The Evolutionary Ecology of Alkaloids. Pages 413-448 in G.A. Rosenthal and D.H. Janzen (eds.). Herbivores : Their Interaction with Secondary Plant Metabolites Academic Press. New York.
- Rubatzky, V.E. dan Yamaguchi. 1998. Sayuran Dunia, Prinsip, Produksi dan Gizi. ITB. Bandung. 292 hal.
- Rukmana, R. 1994. Budidaya Kubis Bunga dan Broccoli. Kanisius. Yogyakarta. 60 hal.
- Russel, J. M. 1993. Bioactive Natural Products : Detection, Isolation and Structural Determination. Research Chemist. Plant Protection Research, Western Regional Research Centre, Agricultural Research Service. United States Departemen of Agriculture Albany. California. pp. 47-51.
- Sadjjo, M.N.; S. Simatupang dan S. Sitanggang. 1995. Pengujian Varietas Kubis Indonesia yang Sesuai untuk Ekspor. Penelitian Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian Berastagi. hal. 34-37.
- Sastroamidjojo, S. 1997. Obat Asli Indonesia. Dian Rakyat. Jakarta. 296 hal.
- Sastrosiswojo, S. 1983. Pengaruh beberapa Insektisida Peretroid Sintetik terhadap Hama Ulat Daun Kubis dan Parasitoid *Diadegma eucerophaga* Horst. pada Tanaman Kubis. Kongres Entomologi II. Jakarta. hal. 21-28.
- Sastrosiswojo. 1984. Ambang Kendali Hama *P. xylostella* L. pada Tanaman Kubis. Laporan Kemajuan Penelitian tahun 1984. 30 hal.
- Sastrosiswojo. 1987. Perpaduan Pengendalian secara Hayati dan Kimia Hama Ulat Daun Kubis (*Plutella xylostella* L.) ; Lep: Yponomeutidae pada Tanaman Kubis. Disertasi Fak. Pasca Sarjana UNPAD. Bandung. 344 hal.
- Sastrosiswojo, S. dan S. Nuswantara. 1986. Hubungan antara Instar Larva *P. xylostella* dan Penggunaan Insektisida Mikroba, *B. thuringiensis* terhadap

- Kerusakan Daun Kubis pada Tanaman Kubis. Bull. Penel. Hort. Vol. XIII No. 3. hal. 51-57.
- Saxena, R.C. 1982. Naturally Occuring Pesticides and their Potential. Chemistry and World Food Supplies : New Frontiers Chemrawn II : 143-160.
- Smith, K.M. 1951. A Texbook of Agricultural. Entomology Combridge at the University Press. 765 p.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1981. Principles and Procedures of Statistics A. Biometrical Approach. Mc Graw – Hill International Editions. 633 p.
- Sudarmilah. 1999. Jamu Jawa Asli. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta. 170 hal.
- Sudarmo, S. 1994. Pengendalian Serangga Hama Sayuran dan Palawija. Kanisius Yogyakarta. 335 hal.
- Sudarwohadi, S. 1975. Hubungan Antara Waktu Tanam Kubis dengan Dinamika Populasi *P. maculipennis* Curt dan *C. binotalis*. Bull. Penel. Hort. 3(4): 3-4.
- Sudarwohadi, S. 1983. Pengendalian Hama Kubis Secara terpadu. Majalah pertanian Tahun XXXI No. 1. Departemen Pertanian Jakarta. hal. 21-30.
- Sudarwohadi, S. 1990. Pengendalian Hayati dan Pengendalian Terpadu Hama Ulat Daun Kubis di Indonesia. Kumpulan Makalah Utama dan Abstrak Makalah Penunjang. Seminar Pengelolaan Serangga Hama dan Tungau dengan Sumber Hayati. Bandung. 22 Mei. 23 hal.
- Sulistyo. 2000. Resep Ramuan Tradisional. Pionir Jaya. Bandung. 178 hal.
- Sumardjo-Sju. 1980. Resep Obat-obat Tradisional Jamu Jawa. Karya Anda. Surabaya. 70 hal.
- Sunari, A.A.S. 1991. Pengendalian Terpadu Hama Ulat Daun Kubis (*Plutella xylostella* L.) (Lepidoptera ; Plutellidae). Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Denpasar. 19 hal.
- Suprpta, D.N. 2000. Development of Botanical Pesticides to Control Pest and Deases of Vegetable Crops in Highland Area. Departemen of Plant Protection. Faculty of Agriculture Udayana University. Denpasar Bali. 9 p.
- Suprpta, D.N. 2001. Meninjau Kembali Kebijakan Penggunaan Pestisida pada Lahan Pertanian. Pertanian Masa Depan; Kembali ke Pupuk Nabati. Yayasan Manikaya Kauci. 61 hal.

- Suprpto. 1993. Toksisitas Nimba dan Bengkuang terhadap Pengisap Buah Lada. Proseding Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati. Bogor. 1-2 Desember. hal. 216-220.
- Suriawira, H.U. 2000. Obat Mujarab dari Pekarangan Rumah. Papas Sinar Sinanti. Bandung. 90 hal.
- Surtikanti. 1981. Pengujian Efektivitas Insektisida Piretroid Sintetik terhadap *Plutella xylostella* L. dan *Crocidolomia binotalis* Zell. pada Tanaman Kubis di Laboratorium dan di Lapangan. Tesis Sarjana Pertanian Fak. Pertanian UNPAD. Bandung. 71 hal.
- Sutoyo dan B. Wirioatmodjo. 1997. Uji Insektisida Botani Daun Nimba (*Azadirachta indica*), Daun Pahitan (*Eupatorium imulifolium*) dan Daun Kenikir (*Tagetes* sp.) terhadap Kematian Larva *Spodoptera litura* pada Tanaman Tembakau. Proseding Kongres Perhimpunan Entomologi Indonesia V dan Simposium Entomologi. hal. 317-320.
- Udiarto, B.K.; E. Suryaningsih dan W.W. Hadisuganda. 1994. Studi "Base line" Identifikasi dan Pengembangan Teknologi PHT pada Sayuran Dataran Tinggi di Kab. Dati II Garut dan Majalengka; Buletin Penel. Hort. XXVII (2): 137-149.
- Unterstenhofer, G. 1963. The Basic Principles of Crop Protection Field Trial. Planzenhutz Nachriften Bayer. pp 230-235.
- Vos, H.C.C.A.A. 1953. Introduction Indonesia of *Angitia cerophaga*. Grav. a parasite of *Plutella maculipennis* Contrib. Gen. Agric. Research Station. Bogor. 134: 32 p.
- Williams, C.N.; J.O. Uzo and W.T.H. Peregrine. 1993. Vegetable Production in the Tropics. Consultan in Tropical Agronomy and Horticulture. University of Nigeria. Nsukka Nigeria. pp. 153-173.
- Wingk, H. 1987. Chemical Ecology of Quinolizisine Alkaloids: Allelochemicals: Rolein Agriculture, Forestry and Ecology. Am. Chem. Soc. 330 : 424-433.

## Lampiran 1.

**Deskripsi Tanaman Brotowali**

Tanaman Brotowali yang tergolong familia Menispermaceae dideskripsikan oleh Hastutiningsih dan Siregar (2000); Muchlizah (1999) yaitu:

- a. Asal : Asia Tenggara
- b. Nama ilmiah : *Tinospora crispa* L. Miers
- c. Nama daerah : Butowali (Sumatra); Brotowali, Putrawali, Andawali, daun Gadel (Jawa); Bratawali (Melayu); Antawali (Nusa Tenggara) dan Antawali atau Kantawali (Bali)
- d. Nama lain : Brotowali (Indonesia) dan Shen jin teng (Cina)
- e. Ciri fisik : Berupa perdu memanjat; tinggi mencapai 2,5 m; batang berduri semu yang lunak berupa bitnik-bintik; daun tunggal, bertangkai, bentuknya mirip jantung atau agak membulat, ujungnya lancip
- f. Tempat tumbuh : Tumbuh liar di hutan atau di lading; penyebarannya terutama di daerah tropis
- g. Perbanyakkan : stek
- h. Senyawa aktif yang terkandung : Alkaloid, zat damar lunak, pati, glikosida, pikroretosid, tinokrisposid, tannin, saponin, plavonoid, pikroretrin, pati, resin, harsa, berberin dan palmatin



Batang Brotowali

## Lampiran 2.



Penimbangan kubis saat panen

