

Monografi No. 21
ISBN : 979-8403-35-7



PENERAPAN TEKNOLOGI PHT pada Tanaman Kubis

Oleh:

Sudarwohadi Sastrosiswojo, Tinny S. Uhan dan Rachmat Sutarya



**BALAI PENELITIAN TANAMAN SAYURAN
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN HORTIKULTURA
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
2005**

Monografi No. 21

ISBN : 979-8403-35-7

PENERAPAN TEKNOLOGI PHT PADA TANAMAN KUBIS

Oleh :

**Sudarwohadi Sastrosiswojo, Tinny S. Uhan,
dan Rachmat Sutarya**



**BALAI PENELITIAN TANAMAN SAYURAN
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN HORTIKULTURA
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
2005**

Monografi No. 21

ISBN : 979-8403-35-7

Penerapan Teknologi PHT pada Tanaman Kubis

i – x + 61 halaman, 16,5 cm x 21,6 cm, cetakan pertama pada tahun 2000, cetakan ke-2 Tahun 2005. Penerbitan buku ini dibiayai oleh APBN Tahun Anggaran 2005.

Oleh :

Sudarwohadi Sastrosiswojo, Tinny S. Uhan, dan
Rachmat Sutarya

Dewan Redaksi :

Widjaja W.Hadisoeganda, Azis Azirin Asandhi, Ati Srie Duriat, Nikardi
Gunadi, Rofik Sinung Basuki, Eri Sofiari, Iteu M. Hidayat, dan
R.M. Sinaga.

Redaksi Pelaksana :

Tonny K. Moekasan, Laksminiwati Prabaningrum,
dan Mira Yusandiningsih.

Tata Letak :

Tonny K. Moekasan

Kulit Muka :

Tonny K. Moekasan

Alamat Penerbit :



BALAI PENELITIAN TANAMAN SAYURAN

Jl. Tangkuban Parahu No. 517, Lembang - Bandung 40391

Telepon : 022 - 2786245; Fax. : 022 - 2786416

e.mail : ivec@balitsa.or.id

website : www.balitsa.or.id.

KATA PENGANTAR

Kubis (*Brassicae oleracea* var. *capitata* L.) adalah salah satu komoditas sayuran yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Namun, dalam budidaya tanaman tersebut tidak sedikit tantangan dan kendala yang dihadapi, khususnya masalah serangan hama dan penyakit yang dapat mengagalkan panen.

Sejak awal tahun 1992, Balai Penelitian Tanaman Sayuran bekerjasama dengan Program Nasional Pengendalian Hama Terpadu (PHT) telah merakit dan mengembangkan teknologi PHT pada komoditas kubis. Dengan menerapkan teknologi PHT pada budidaya kubis ternyata lebih menguntungkan dibandingkan dengan budidaya tanaman kubis dengan sistem konvensional. Selain keuntungan finansial yang diperoleh petani, penerapan teknologi PHT juga membantu menjaga kelestarian keragaman organisme yang berpotensi menguntungkan dan mengurangi pencemaran produk hasil pertanian dan lingkungan oleh residu bahan kimia.

Monografi "Penerapan Teknologi PHT pada Tanaman Kubis" disusun dengan tujuan untuk memasyarakatkan teknologi PHT kepada petani dan praktisi pertanian.

Monografi ini pertama kali diterbitkan pada tahun 2000 dan ternyata mendapatkan tanggapan yang positif dari masyarakat, yaitu dengan banyaknya permintaan akan buku ini, baik pada saat pameran maupun kunjungan petani ke Balitsa. Guna memenuhi permintaan masyarakat tersebut, maka pada Tahun Anggaran 2005 monografi tersebut dicetak ulang.

Kepada semua pihak yang telah membantu tersusunnya monografi ini kami sampaikan terima kasih. Kami menyadari bahwa materi yang disusun ini belumlah sempurna. Oleh karena itu saran dari berbagai pihak untuk penyempurnaan buku ini sangat kami harapkan.

Lembang, Oktober 2005
Kepala Balai Penelitian
Tanaman Sayuran,



Dr. Eri Sofiari
NIP. 080 036 778

DAFTAR ISI

Bab	Halaman
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
I. PENDAHULUAN	1
II. HAMA DAN PENYAKIT PENTING TANAMAN KUBIS	3
2.1. Hama dan Penyakit Utama	5
2.1.1. Ulat tanah, <i>Agrotis ipsilon</i> Hufn. (Lepidoptera:Noctuidae)	5
2.1.2. Ulat daun kubis, <i>Plutella xylostella</i> (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae)	7
2.1.3. Ulat krop kubis, <i>Crocidolomia binotalis</i> Zell. (Lepidoptera : Pyralidae)	12
2.1.4. Penyakit tepung berbulu	15
2.1.5. Penyakit akar pekuk (akar gada)	17
2.1.6. Busuk basah	20
2.2. Hama dan Penyakit Kedua	22
2.2.1. Ulat krop bergaris, <i>Hellula undalis</i> F. (Lepidoptera : Pyralidae)	22
2.2.2. Busuk hitam	25
III. MUSUH ALAMI PENTING	28
3.1. <i>Cotesia</i> (= <i>Apanteles</i>) <i>rufricus</i> (Hal.)	28
3.2. <i>Tritaxys braueri</i> (De Meij) (= <i>Goniophana heterocera</i>)	28

3.3.	<i>Diadegma semiclausum</i> (Hellen) (= <i>Angitia cerophaga</i> Grav.)	29
3.4.	<i>Cotesia plutellae</i> . Kurgj. (= <i>Apanteles plutellae</i> Kurdj.)	29
3.5.	<i>Zoophthora radicans</i> (Bref) (= <i>Entomophthora sphaerosperma</i>).	31
IV.	KOMPONEN DAN RAKITAN TEKNOLOGI PHT KUBIS	32
4.1.	Pengelolaan Tanaman	32
4.1.1.	Persiapan Tanam	33
4.1.2.	Cara bertanam dan pemupukan	36
4.1.3.	Pemeliharaan tanaman	38
4.2.	Pengamatan Hama/ Penyakit	39
4.2.1.	Metode pengambilan contoh	40
4.2.2.	Pengamatan tanaman muda	44
4.2.3.	Pengamatan tanaman tua	45
4.3.	Pengambilan Keputusan Pengendalian	46
4.3.1.	Ambang Ekonomi (Ambang Pengendalian) ...	46
4.3.2.	Hama/ penyakit tanaman muda	46
4.3.3.	Hama/ penyakit tanaman tua	47
4.4.	Pengendalian Hama dan Penyakit	49
4.4.1.	Pemanfaatan dan pelestarian musuh alami ...	49
4.4.2.	Tumpanggilir tomat-kubis	51
4.4.3.	Tumpangsari rape atau sawi jabung-kubis	52
4.4.4.	Perangkap feromonoid seks	52
4.5.	Panen dan Pascapanen	52
4.6.	Analisis Usaha Tani pada Penerapan Sistem PHT ...	53
	DAFTAR PUSTAKA	55

DAFTAR GAMBAR

No.	Halaman
1.	Ulat tanah (<i>A. epsilon</i>) 7
2.	Daur hidup <i>P. xylostella</i> (1.250 m dpl) 9
3.	Gejala serangan hama <i>P. xylostella</i> pada tanaman kubis .. 11
4.	Daun hidup <i>C. binotalis</i> (1.250 m dpl) 13
5.	Gejala serangan <i>C. binotalis</i> pada tanaman kubis 14
6.	Gejala visual serangan penyakit akar pekuk pada tanaman kubis 19
7.	Gejala visual serangan penyakit busuk basah (busuk lunak) pada tanaman kubis 22
8.	Gejala visual serangan penyakit busuk hitam pada tanaman kubis 26
9.	<i>D. semiclausum</i> , parasitoid penting larva <i>P. xylostella</i> 31
10.	Tempat persemaian tanaman kubis 35
11.	Skema pengambilan tanaman contoh secara sistematis Bentuk Diagonal 41
12.	Skema pengambilan tanaman contoh secara sistematis Bentuk-U 42

DAFTAR TABEL

No.		Halaman
1.	Jenis hama dan penyakit penting tanaman kubis	3
2.	Musuh-musuh alami hama utama tanaman kubis	30
3.	Analisis biaya dan pendapatan usahatani kubis pada penerapan sistem PHT versus sistem Konvensional	54

I. PENDAHULUAN

Kubis putih (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) merupakan salah satu sayuran penting, terutama di dataran tinggi. Sejak awal tahun '70-an kubis juga ditanam di beberapa daerah dataran rendah, seperti di daerah Yogyakarta, Klaten, dan Jember. Kubis varietas KK Cross (Subhan 1989; Permadi & Djuariah 1992) dan Green Baru (Suryadi & Permadi 1998) dapat beradaptasi dengan baik dan mempunyai hasil krop tinggi dengan umur genjah, cocok untuk dikembangkan di dataran rendah dan dataran medium. Tanaman kubis-kubisan lainnya yang penting adalah petsai, kubis bunga, dan brokoli.

Menurut laporan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dan Hortikultura (1999), luas panen kubis di Indonesia dalam tahun 1998 adalah 65.974 hektar dengan total produksi 1.383.398 ton. Sejak lima tahun terakhir (1994-1998), rata-rata hasil panen atau produktivitas kubis relatif konstan, yaitu sekitar 21 t/ha. Nilai ini masih jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan rata-rata produktivitas kubis di daerah subtropik seperti di Jerman (37,6 t/ha), Nederland (49,3 t/ha), dan Amerika Serikat (23 t/ha) (Nieuwhof 1969). Hal itu antara lain disebabkan oleh (Permadi 1993) : (1) seleksi varietas-varietas impor yang dilakukan di daerah subtropik, (2) masa pertumbuhan tiap hari di daerah subtropik lebih lama daripada masa pertumbuhannya di Indonesia (16-18 jam penyinaran setiap harinya di daerah subtropik), dan (3) adanya gangguan hama/penyakit yang dapat menggagalkan panen kubis (Sastrosiswojo 1994).

Kubis mempunyai arti ekonomi yang penting sebagai sumber pendapatan petani dan sumber gizi (vitamin A dan C) bagi masyarakat. Jika rata-rata pemilikan lahan petani sekitar 0,4 hektar, maka ada sekitar 165.000 petani terlibat dalam usahatani kubis, belum termasuk petani

kubis-kubisan lainnya. Oleh karena itu upaya untuk meningkatkan produksi kubis dan kubis-kubisan lainnya perlu dilakukan.

Dalam upaya mengatasi masalah hama/penyakit tanaman kubis, pada umumnya para petani menekankan pada pengendalian secara kimiawi. Menurut laporan Woodford *et al.* (1981), biaya penggunaan pestisida pada tanaman kubis yang dilakukan oleh petani di Kabupaten Bandung adalah sebesar 30% dari total biaya produksi. Umumnya pestisida digunakan secara intensif, baik secara tunggal maupun campuran dari beberapa jenis pestisida, dengan konsentrasi penyemprotan melebihi rekomendasi dan interval penyemprotan yang pendek, 1-2 kali/minggu (Sastrosiswojo 1987). Dampak negatif yang timbul sebagai akibat penggunaan pestisida yang intensif tersebut antara lain adalah : (1) hama ulat daun kubis (*Plutella xylostella* L.) menjadi resisten terhadap beberapa jenis insektisida kimia dan mikroba (Sastrosiswojo *et al.* 1989; Setiawati 1996), (2) resurgensi hama *P. xylostella* terhadap Asefat, Permetrin dan Kuinalfos (Sastrosiswojo 1988), (3) residu pestisida yang dapat membahayakan konsumen kubis (Soeriaatmadja & Sastrosiswojo 1988), dan (4) terganggunya kehidupan dan peranan parasitoid *Diadegma semiclausum* sebagai musuh alami penting hama *P. xylostella* (Sastrosiswojo 1987).

Untuk mengatasi masalah tersebut di atas, konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT) bertujuan membatasi penggunaan pestisida sesedikit mungkin, tetapi sasaran kualitas dan kuantitas produksi kubis masih dapat dicapai.

II. HAMA DAN PENYAKIT PENTING TANAMAN KUBIS

Jenis hama dan penyakit penting pada setiap fase pertumbuhan tanaman kubis disajikan pada Tabel 1. (Sastrosiswojo 1987; Sastrosiswojo & Setiawati 1993; Djatnika 1993).

Pada Tabel 1 tampak bahwa banyak jenis hama dan penyakit yang menyerang tanaman kubis sejak persemaian sampai panen. Namun, hanya beberapa jenis hama dan penyakit tertentu saja yang merupakan hama dan penyakit utama serta hama dan penyakit kedua. **Hama dan penyakit utama** adalah hama dan penyakit yang dalam kondisi tertentu mampu merusak dan merugikan, sehingga perlu dilakukan tindakan pengendalian. Pemahaman biologi dan ekologi hama dan penyakit baik utama maupun kedua merupakan dasar dan langkah awal yang perlu dilakukan agar upaya pengendalian dapat berhasil baik.

Tabel 1. Jenis hama dan penyakit penting tanaman kubis

Fase Pertumbuhan (umur tanaman)	Nama umum dan nama ilmiah	
	Hama	Penyakit
Di persemaian/ sebelum tanam	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ulat daun kubis, <i>P. xylostella</i> (L.)* 2. Kumbang daun, (<i>Phyllotreta vittata</i> F.) 	Penyakit tular tanah : <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Peronospora brassicae</i> (Pers.) Fr.* 2. Busuk lunak, <i>Erwinia carotovora</i> Holland. 3. Rebah kecambah : <i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn, <i>Pythium</i> spp., <i>Fusarium</i> spp. 4. Tepung berbulu, <i>P. parasitica</i> (Pers.) Fr.*
Tanaman muda (umur 1-7 minggu)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ulat tanah, <i>Agrotis ipsilon</i> Hufn.* 2. Ulat daun kubis, <i>P. xylostella</i> * 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Akar bengkak <i>Plasmiodiophora brassicae</i> Wor.* 2. Busuk lunak, <i>E. carotovora</i> *

berlanjut

Tabel 1. Jenis hama dan penyakit penting tanaman kubis (lanjutan)

Fase Pertumbuhan (umur tanaman)	Nama umum dan nama ilmiah	
	Hama	Penyakit
Tanaman muda (umur 1-7 minggu)	3. Ulat tanah, <i>A. ipsilon</i> * 4. Ulat daun kubis, <i>P. xylostella</i> * 5. Ulat krop kubis, <i>Crociodolomia binotalis</i> Zell.* 6. Ulat krop bergaris, <i>Hellula undalis</i> (F.)** 7. Ulat jengkal kubis, <i>Chrysodeixis orichalcea</i> L. 8. Ulat bawang, <i>Spodoptera exigua</i> Hbn. 9. Ulat grayak, <i>Spodoptera litura</i> F. 10. Kutudaun persik, <i>Myzus persicae</i> Sulz. 11. Ulat buah tomat, <i>Helicoverpa armigera</i> Hbn.	3. Akar bengkok <i>P. brassicae</i> * 4. Busuk lunak, <i>E. carotovora</i> * 5. Busuk hitam <i>Xanthomonas campestris</i> Downs.** 6. Rebah kecambah, <i>R. solani</i> Kuhn, <i>Pythium</i> spp.
Tanaman tua (umur 8 minggu sampai panen)	1. Ulat daun kubis, <i>P. xylostella</i> * 2. Ulat krop kubis, <i>C. binotalis</i> * 3. Ulat grayak, <i>S. litura</i> 4. Ulat buah tomat, <i>H. armigera</i> 5. Ulat berbulu, <i>Deychira inclusa</i> Wlk.	1. Akar bengkok, <i>P. brassicae</i> * 2. Busuk lunak, <i>E. carotovora</i> * 3. Busuk hitam, <i>X. campestris</i> ** 4. Bercak daun <i>Alternaria</i> , <i>Alternaria</i> spp.

* Biasanya sebagai hama atau penyakit utama

** Biasanya sebagai hama atau penyakit kedua

2.1. Hama dan Penyakit Utama

2.1.1. Ulat tanah, *A. ipsilon* (Lepidoptera:Noctuidae)

a. Morfologi dan biologi serangga dewasa (Sujud & Emka 1974; Kalshoven 1981)

Sayap depan ngengat berwarna coklat, sedangkan sayap belakang berwarna putih dengan tepi coklat keabu-abuan. Panjang sayap terentang 40-50 mm. Panjang tubuh sekitar 2,2 mm. Ngengat mampu hidup sekitar 10-20 hari. Ngengat aktif pada senja/malam hari. Nisbah kelamin betina dengan jantan adalah 1:1.

• Telur

Bentuk telur bulat panjang dengan garis tengah kira-kira 0,5 mm. Warnanya putih-krem, kemudian berubah menjadi kuning kemerahan dan sebelum menetas berwarna kehitam-hitaman. Telur diletakkan pada pangkal tanaman muda gulma di sekitar tanaman inang. Jumlah telur tiap betina 500-2.500 butir, yang menetas dalam waktu sekitar enam hari.

• Larva

Stadium larva terdiri atas empat sampai lima instar. Larva instar pertama berwarna kuning sampai kelabu kekuning-kuningan. Kepala, pronotum, dan ujung abdomen berwarna hitam. Larva dewasa berwarna coklat tua sampai coklat kehitam-hitaman, biasanya dengan garis coklat pada dua sisi tubuh dan bercak berwarna coklat muda pada sisi dorsal. Tubuh larva selalu tampak berkilau. Panjang larva tua sekitar 30-35 mm. Larva aktif pada senja dan malam hari. Pada siang hari, larva bersembunyi di permukaan tanah di sekitar batang tanaman muda, pada celah-celah atau bongkahan tanah kering. Pada saat istirahat, posisi tubuh larva sering melingkar. Ulat tanah dapat berpindah-pindah sampai sejauh 20 m. Masa larva lamanya 18 hari. Larva tua bersifat kanibalistik (saling membunuh).

• Pupa

Pupa berwarna coklat terang berkilau atau coklat gelap, berada beberapa sentimeter di bawah permukaan tanah. Panjang pupa kira-kira 20-30 mm. Tempat terbentuknya pupa mempunyai hubungan dengan keadaan air dalam tanah. Semakin kering keadaan tanah, semakin dalam letak pembentukan pupa. Lamanya pembentukan pupa tidak terpengaruh oleh keadaan kelembaban tanah. Masa pupa lamanya lima sampai enam hari.

• Daur hidup

Daur hidup *A. ipsilon* dari telur sampai dewasa sekitar 36-42 hari. Lamanya daur hidup *A. ipsilon* tergantung pada tinggi rendahnya suhu udara, semakin rendah suhu udara semakin lama daur hidupnya dan sebaliknya (Kalshoven 1981).

b. Daerah sebar dan ekologi

A. ipsilon dilaporkan terdapat di seluruh negara Asia, termasuk di Indonesia, yaitu pulau Jawa, Sumatera, Bali dan Sulawesi. Populasi larva biasanya meningkat pada awal musim kemarau (Maret-April) di dataran tinggi. Di musim hujan, umumnya populasi larva rendah (Kalshoven 1981). Puncak populasi larva terjadi pada pertengahan bulan Juni. Pada saat tersebut biasanya banyak sayuran muda yang ditanam petani, sehingga serangan *A. ipsilon* secara ekonomis mempunyai arti yang penting (Sujud & Emka 1974).

c. Tanaman inang dan gejala kerusakan

Inang utama ulat tanah adalah tanaman sayuran muda seperti tomat, kubis, petsai, kacang merah, kentang, cabai, dan bawang. Selain itu, ulat tanah juga menyerang tanaman muda jagung, tembakau, kapas, ubi jalar, tebu, teh, kopi, rosela, rerumputan, padi gogo, dan sereal lainya (Kalshoven 1981).

Ulat tanah merusak tanaman yang baru ditanam atau pada tanaman muda. Tanda serangan pada tanaman muda berupa gigitan larva pada pangkal batang atau tanaman kubis sama sekali terpotong, sehingga dapat menimbulkan kerusakan berat (Gambar 1). Larva dewasa kadang-kadang membawa potongan-potongan tanaman ke tempat persembunyiannya. Kerusakan berat pada pertanaman kubis muda kadang-kadang terjadi di awal musim kemarau. Kerugian yang ditimbulkan oleh serangan *A. ipsilon* pada pertanaman kubis muda dapat mencapai 75-90% dari seluruh bibit kubis yang ditanam (Sastrosiswojo 1982).



Gambar 1. Ulat tanah (*A. ipsilon*) (Foto : Tonny K. Moekasan)

2.1.2. Ulat daun kubis, *P. xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae)

a. Morfologi dan biologi

Serangga dewasa berupa ngengat kecil, kira-kira 6 mm panjangnya, berwarna coklat kelabu, dan aktif pada malam hari. Pada sayap depan terdapat tiga buah lekukan (undulasi) yang berwarna putih menyerupai berlian (bahasa Inggris diamond). Oleh sebab itu serangga ini dalam

bahasa Inggris disebut *diamondback moth*. Ngengat *P. xylostella* tidak kuat terbang jauh dan mudah terbawa oleh angin. Menurut Harcourt (1954), pada saat tidak m ada angin, ngengat jarang terbang lebih tinggi dari 1,5 m di atas permukaan tanah. Jarak terbang horizontal adalah 3-4 m. Longevitas (masa hidup) ngengat betina rata-rata 20,3 hari (Vos 1953). Ngengat betina kawin hanya satu kali (Harcourt 1957).

• Telur

Telur berbentuk telur oval, ukurannya 0,6 mm x 0,3 mm, warnanya kuning, berkilau dan lembek. Ngengat betina meletakkan telur secara tunggal atau dalam kelompok kecil (tiga atau empat butir), atau dalam gugusan (10-20 butir) di sekitar tulang daun pada permukaan daun kubis sebelah bawah (Vos 1953). Ngengat betina bertelur selama 19 hari dan jumlah telur rata-rata sebanyak 244 butir. Lama stadium telur tiga hari (Vos 1953).

• Larva

Larva berbentuk silindris, berwarna hijau muda, relatif tidak berbulu,, dan mempunyai lima pasang *proleg* (Harcourt 1954). Larva *P. xylostella* terdiri atas empat instar (Vos 1953; Harcourt 1957). Panjang larva dewasa (instar ke-3 dan 4) kira-kira 1 cm. Larva lincah dan jika tersentuh akan menjatuhkan diri serta menggantungkan diri dengan benang halus. Larva jantan dapat dibedakan dari larva betina karena memiliki sepasang calon testis yang berwarna kuning (Sastrosiswojo 1987). Rata-rata lamanya stadium larva instar kesatu 3,7 hari, larva instar kedua 2,1 hari, larva instar ketiga 2,7 hari, dan larva instar keempat 3,7 hari (Vos 1953).

• Prapupa dan pupa

Antara larva instar ke-4 dengan prapupa tidak terjadi pergantian kulit (Harcourt 1954). Panjang pupa rata-rata 6,3-7,0 mm dan lebarnya 1,5 mm (Harcourt 1954). Pupa *P. xylostella* dibungkus kokon (jala sutera)

dan diletakkan pada permukaan bagian bawah daun kubis. Menurut Vos (1953), lamanya stadium pupa rata-rata 6,3 hari.

• Daur hidup

Lamanya daur hidup *P. xylostella* di Segunung (Pacet) pada suhu 16-25 °C rata-rata 21,5 hari (Vos 1953). Menurut Sastrosiswojo (1987), daur hidup *P. xylostella* di KP Margahayu (Lembang) pada suhu 15,5-20,6 °C rata-rata 22,0 hari (Gambar 2).



Gambar 2. *P. xylostella* (Foto : Tonny K. Moekasan)

b. Daerah sebar dan ekologi

Hama ini bersifat kosmopolitan dan di Indonesia umumnya dapat ditemukan di pertanaman kubis di dataran tinggi, pegunungan, atau perbukitan. Namun, karena akhir-akhir ini kubis juga ditanam di dataran

rendah, *P. xylostella* juga dapat ditemukan pada pertanaman kubis di dataran rendah. Faktor iklim (curah hujan) dapat mempengaruhi populasi larva *P. xylostella*. Kematian larva akibat curah hujan lebih banyak terjadi pada larva muda, yakni larva instar ke-1 dan larva instar ke-2 daripada larva instar ke-3 dan larva instar ke-4. Oleh karena itu, umumnya populasi larva *P. xylostella* tinggi di musim kemarau (bulan April sampai dengan Oktober) atau apabila keadaan cuaca kering selama beberapa minggu. Populasi larva yang tinggi terjadi setelah kubis berumur enam sampai delapan minggu (Sudarwohadi 1975).

Hama *P. xylostella* juga dapat menyerang tanaman kubis yang sedang membentuk krop sampai panen. Keadaan ini dapat terjadi jika (Sastrosiswojo 1987) :

- (1) populasi musuh alaminya, yaitu parasitoid *D. semiclausum* rendah;
- (2) tidak ada hama pesaing yang penting, yaitu ulat krop kubis (*C. binotalis*);
- (3) hama *P. xylostella* telah resisten terhadap insektisida yang digunakan; dan
- (4) populasi larva *P. xylostella* sangat tinggi.

Keadaan demikian menyebabkan hama *P. xylostella* dapat merusak krop kubis sehingga menggagalkan panen, karena kerusakan yang ditimbulkan bersama-sama hama *C. binotalis*. dapat mencapai 100% (Sudarwohadi 1975).

c. Tanaman inang dan gejala kerusakan

P. xylostella merupakan hama utama tanaman kubis putih dan jenis kubis lainnya seperti kubis merah, petsai, kubis bunga, kaelan, selada air, sawi jabung, radis, turnip, dan lain-lain. Selain itu, gulma kubis-kubisan yang juga dapat menjadi inang *P. xylostella* adalah *Capsella bursapastoris* (rumpun *domet gembala*), *Cardamine hirsuta* (rumpun

selada pahit berbulu), *Brassica pachypoda*, *Nasturtium officinale*, dan *Lepidium* sp. (Sastrosiswojo 1987).

Biasanya hama *P. xylostella* merusak tanaman kubis muda. Meskipun demikian hama *P. xylostella* seringkali juga merusak tanaman kubis yang sedang membentuk krop jika tidak terdapat hama pesaingnya, yaitu *C. binotalis*. Larva *P. xylostella* instar ketiga dan keempat makan permukaan bawah daun kubis dan meninggalkan lapisan epidermis bagian atas. Setelah jaringan daun membesar, lapisan epidermis pecah, sehingga terjadi lubang-lubang pada daun. Jika tingkat populasi larva tinggi, akan terjadi kerusakan berat pada tanaman kubis, sehingga yang tinggal hanya tulang-tulang daun kubis (Gambar 3). Serangan *P. xylostella* yang berat pada tanaman kubis dapat menggagalkan panen (Sastrosiswojo 1987).



Gambar 3. Gejala serangan hama *P. xylostella* pada tanaman kubis
(Foto : Tonny K. Moekasan)

2.1.3. Ulat krop kubis, *C. binotalis* (Lepidoptera : Pyralidae)

a. Morfologi dan biologi (Oever 1973; Sastrosiswojo & Setiawati 1992)

- **Serangga dewasa**

Dada *C. binotalis* dewasa berwarna hitam, sedangkan perutnya berwarna coklat kemerahan, panjang tubuhnya kira-kira 1,1 cm. Ngengat aktif pada malam hari. Sayap depan ngengat jantan mempunyai rumbai dari rambut halus yang berwarna gelap pada bagian tepi-depan (anterior). Panjang tubuh rata-rata untuk serangga jantan 10,4 mm dan serangga betina 9,6 mm.

- **Telur**

Telur diletakkan dalam kelompok menyerupai genting-genting rumah dan berwarna hijau muda. Kelompok telur dapat ditemukan pada permukaan bawah daun, di tepi daun, atau di dekat tulang daun. Jumlah telur rata-rata 48 butir dan ukurannya 2,6 mm dan 4,3 mm. Masa telur tiga sampai enam hari dan rata-rata empat hari.

- **Larva**

Larva berwarna hijau muda kecoklatan dan terdiri atas lima instar. Pada bagian sisi dan bagian atas tubuh larva terdapat garis-garis putih sepanjang tubuhnya. Larva muda bergerombol pada permukaan bawah daun kubis. Larva "tua" (instar ke-4 dan ke-5) panjangnya kira-kira 2 cm, bersifat malas, dan selalu menghindari cahaya matahari. Masa larva 11-17 hari dengan rata-rata 14 hari pada suhu udara 26-33,2 °C.

- **Pupa**

Biasanya pembentukan pupa terjadi pada permukaan tanah. Pupa berwarna kuning kecoklatan dan berukuran lebar 3 mm serta panjang 10 mm. Masa pupa 9-13 hari dan rata-rata 10 hari pada suhu udara 26-33 °C.

- **Daur hidup**

Dalam kondisi laboratorium, (suhu 16-22,5 °C dan kelembaban 60-80%), lamanya daur hidup *C. binotalis* adalah 30-41 hari (Gambar 4).



Gambar 4. *C. binotalis* (Foto : Tonny K. Moekasan)

- b. **Daerah sebar dan ekologi**

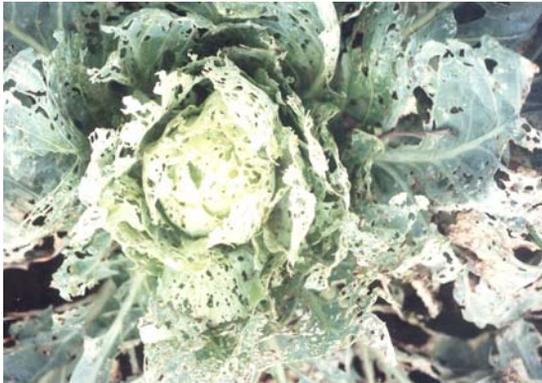
C. binotalis umum dijumpai pada pertanaman kubis, baik yang diusahakan maupun pada tanaman kubis liar. Di pulau Jawa, *C. binotalis* dijumpai menyerang kubis, baik di perbukitan maupun di dataran rendah. *C. binotalis* merupakan hama utama kedua setelah *P. xylostella* pada tanaman kubis. Dua jenis hama tersebut seringkali didapatkan saling bergantian menempati kedudukan sebagai hama utama pada tanaman kubis. Daerah sebar *C. binotalis* dilaporkan di Asia Selatan dan Asia

Tenggara, Australia, Afrika Selatan, Tanzania, dan kepulauan Pasifik (Kalshoven 1981).

Menurut hasil penelitian Oever (1973), Sudarwohadi (1975), dan Thayib (1983) di KP Segunung, puncak populasi telur terjadi pada bulan Februari, Mei dan Juli-Agustus. Puncak populasi larva terjadi pada bulan Maret, Juni dan Agustus. Hal ini menunjukkan adanya korelasi negatif antara populasi larva *C. binotalis* dengan tinggi/rendahnya curah hujan. Pada tanaman kubis, populasi larva meningkat mulai dua minggu setelah tanam dan mencapai puncaknya pada umur enam sampai delapan minggu setelah tanam lalu menurun sampai saat panen kubis.

c. Tanaman inang dan gejala kerusakan

Tanaman inang *C. binotalis* adalah pelbagai jenis kubis seperti kubis putih, kubis bunga, petsai, brokoli, dan lain-lainnya. Selain itu tanaman turnip, radis, sawi jabung, dan selada air juga merupakan inang *C. binotalis* (Sastrosiswojo 1987).



Gambar 5.
Gejala serangan
C. binotalis pada
tanaman kubis
(Foto : Tonny K.
Moekasan)

Larva muda bergerombol pada permukaan bawah daun kubis dan meninggalkan bercak putih pada daun yang dimakan. Larva inster ke-3

sampai ke-5 memencar dan menyerang pucuk tanaman kubis, sehingga menghancurkan titik tumbuh. Akibatnya, tanaman mati atau batang kubis membentuk cabang dan beberapa krop berukuran kecil (Sastrosiswojo 1987). Serangan hama *C. binotalis* pada tanaman kubis yang sudah membentuk krop akan menghancurkan krop atau menurunkan kualitas krop, sehingga kubis tidak laku dijual (Gambar 5).

2.1.4. Penyakit tepung berbulu

Penyakit ini umumnya terdapat pada tanaman sayuran muda seperti sawi jabung, turnip, radis, kubis, dan kubis bunga (Singh 1980; Semangun 1989). Penyakit ini tersebar luas di berbagai negara penanam kubis dan jenis kubis-kubisan lainnya (Cruciferae) seperti Indonesia, Singapura, Malaysia, Thailand, dan Filipina (Semangun 1989). Di Indonesia, penyakit ini mulai diketahui dan diperhatikan sejak tahun 1974 (Harmidi & Wijorini 1976 *dalam* Semangun 1989).

a. Penyebab penyakit

Penyakit tepung berbulu disebabkan oleh jamur *Peronospora parasitica* Pers.ex.Fr. (Singh 1980; Semangun 1989), yang membentuk konidiofor melalui mulut kulit (stomata), bercabang-cabang dikotom enam sampai delapan kali, sehingga keseluruhannya mirip dengan pohon dan tingginya 100-300 μm (mikron). Konidium berbentuk jorong atau bulat telur, hialin, dengan ukuran (24-27) μm (mikron). Konidium berbentuk jorong atau bulat telur, hialin, dengan ukuran (24-27) μm x (15 x 20) μm . Konidium mudah lepas dan berkecambah dengan membentuk pembuluh kecambah.

Menurut Semangun (1989), di negara-negara lain *P. parasitica* membentuk oospora di dalam jaringan tumbuhan. Oogonium bulat dan hialin serta dibuahi oleh satu anteridium. Oospora bulat, dengan garis tengah 26-43 μm , terbungkus oleh lipatan-lipatan berbincul-bincul.

Oospora berkecambah dengan membentuk pembuluh kecambah. Adanya oospora jamur ini di Indonesia belum pernah dilaporkan.

P. parasitica adalah parasit obligat. Miseliumnya hanya berkembang di sela-sela sel dan membentuk haustorium yang masuk ke dalam rongga sel. Haustorium berbentuk gada atau berbentuk jari, bercabang-cabang, kadang-kadang sangat besar, sehingga hampir memenuhi rongga sel. Jamur ini mempunyai tanaman kubis dan kubis bunga, dan ada yang hanya menginfeksi petsai (Semangun 1989; Singh 1980).

b. Daur hidup dan faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit tepung berbulu

Menurut Semangun (1989), kemungkinan besar jamur ini dapat bertahan dari musim ke musim di Indonesia karena selalu terdapat tanaman kubis dan kubis bunga di lapangan. Ras yang dapat menyerang kubis mempunyai sifat yang agak khusus, sehingga mungkin tidak dapat bertahan pada tumbuhan lain. Di negara-negara lain, *P. parasitica* terutama bertahan dalam bentuk oospora dalam sisa-sisa tanaman sakit di dalam tanah. Selain itu biji kubis dapat terkontaminasi dan dapat menularkan penyakit ke persemaian. Di persemaian atau di pertanaman kubis, konidium dipencarkan oleh angin.

Penyakit tepung berbulu sangat dipengaruhi oleh lingkungan. Penyakit ini berkembang paling baik pada suhu 10-15 °C, pada cuaca mendung atau di tempat yang teduh, sehingga embun terdapat sepanjang hari (Walker 1952). Penyakit ini lebih banyak terdapat di persemaian. Namun, agar berbeda dengan penyakit tepung berbulu pada umumnya, daun tua ternyata lebih rentan terhadap penyakit ini (Semangun 1989).

c. Gejala penyakit dan akibat serangan

Menurut Semangun (1989) dan Singh (1980), penyakit tepung berbulu terutama timbul di persemaian, meskipun kadang-kadang juga terdapat pada tanaman di lapangan. Penyakit ini dicirikan oleh adanya

bercak bercak yang berwarna coklat-keunguan pada permukaan bawah daun. Dari sisi atas daun terlihat bahwa jaringan di antara tulang-tulang daun menguning, mirip dengan gejala yang terjadi karena kekurangan unsur hara tertentu. Selanjutnya bagian yang menguning berubah menjadi coklat-ungu dan tekstur daun menjadi seperti kertas, daun-daun bawah dapat rontok. Pada permukaan bawah daun terdapat kapang putih seperti tepung.

2.1.5. Penyakit akar peku (akar gada)

Penyakit akar peku (akar gada, akar bengkok atau dalam bahasa Inggris *clubroot*) untuk pertama kali diketahui di Indonesia pada tahun 1975 (Suhardi *et al.* 1976). Pada tahun 1975 dan 1976, daerah pencair penyakit ini masih terbatas di sekitar Lembang, Bandung. Namun pada tahun 1979, penyakit ini sudah terdapat di seluruh Provinsi Jawa Barat. Pada tahun 1993 dan 1994 dilaporkan bahwa daerah pencair penyakit akar peku sudah meluas di pusat produksi tanaman kubis di Provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Sumatera Utara, dan Sulawesi Selatan (Djatnika 1993; Mudjiono & Nurimah 1994). Penyakit ini terdapat pula di banyak negara seperti di Rusia, Malaysia, Filipina, Inggris, Jerman, Amerika Serikat, dan Afrika Selatan (Semangun 1989; Djatnika 1993).

Penyakit akar peku dapat menyerang bermacam tumbuhan dari familia Cruciferae, baik tanaman pertanian maupun tanaman liar. Kerugian yang ditimbulkannya dapat sangat besar, karena pertanaman sama sekali tidak memberikan hasil yang dapat dijual (Semangun 1989). Di negara-negara Eropa, Amerika Serikat, dan Afrika Selatan, kerusakan pada tanaman dari familia Cruciferae yang diakibatkan oleh penyakit akar peku berkisar antara 50-100%. Di Indonesia, kerugiannya ditaksir mencapai Rp. 2,8 milyar setiap musim (Djatnika 1993).

a. Penyebab penyakit

Menurut Semangun (1989) dan Djatnika (1993), penyakit ini disebabkan oleh jamur *Plasmodiophora brassicae* Wor. yang termasuk klas jamur lendir. Jamur membentuk spora tahan yang berbentuk bulat, hialin, dan garis tengahnya dapat mencapai 4 μm . Spora tahan ini dapat berkecambah dalam medium yang sesuai, membengkak sampai mencapai ukuran beberapa kali dari ukuran semula, dan biasanya menjadi satu spora kembara (zoospora). Spora kembara ini telanjang (tidak ber dinding sel), merupakan protoplas berinti satu, biasanya sangat aktif dan bergerak seperti amuba. Spora kembara mempunyai dua bulu cambuk (flagellum), yang satu panjang dan satunya lagi pendek.

Sampai sekarang belum diketahui pasti dengan cara bagaimana infeksi terjadi (Semangun 1989). Di dalam akar tanaman, badan jamur yang disebut plasmodium selalu berada di dalam sel tumbuhan inang. Plasmodium mempunyai beberapa inti sampai banyak inti, tidak pernah mempunyai dinding sendiri, dan tidak pernah membentuk di sekitar inti, dan terbentuklah spora tahan yang bebas satu sama lain. Mereka ini ditahan oleh dinding sel sampai dinding sel terurai oleh jasad sekunder di dalam tanah (Walker 1952).

b. Daur hidup dan faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit akar peku

Menurut Semangun (1989), spora tahan akan terbebas dari akar sakit jika akar ini terurai oleh jasad-jasad sekunder. Spora ini dapat segera tumbuh, tetapi dapat juga bertahan sangat lama. Sampai sekarang tidak ada bukti bahwa jamur dapat hidup sebagai saprofit dalam tanah tetapi tanah tetap terinfeksi oleh jamur selama 10 tahun atau lebih, meskipun di situ tidak terdapat tumbuhan inang.

Penyebab penyakit ini dapat tersebar setempat oleh air drainase, alat-alat pertanian, tanah yang tertiuip angin, hewan, dan bibit-bibit. Menurut Suryaningsih (1981), pupuk kandang dapat menyebarkan penyakit ini, karena sisa-sisa kubis biasanya dipakai petani untuk

makanan ternak. Jamur ini dapat bertahan hidup dalam saluran pencernaan ternak, sehingga pupuk kandang terinfeksi.

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi penyakit ini adalah suhu udara 25-30 °C, tanah yang lembab atau basah, kadar bahan organik yang tinggi, dan pH yang lebih rendah dari tujuh (Semangun 1989). Menurut Djatnika (1984), perendaman tanah dapat mengurangi populasinya di tanah yang terinfeksi. Pupuk Urea, TSP, dan KCl yang diberikan bersama-sama akan menekan penyakit. Sebaliknya pemberian Boron akan meningkatkan serangan penyakit ini. Selain itu, penanaman kubis atau jenis Cruciferae lainnya secara terus menerus pada lahan yang sama akan meningkatkan populasi *Plasmodiophora* sp. (Semangun 1989; Djatnika 1984).

c. Gejala penyakit dan akibat serangan

Menurut laporan Djatnika (1993), tanaman kubis yang terserang oleh *P. brassicae* akan jelas terlihat pada keadaan cuaca panas atau siang hari yang terik, yaitu daun-daunnya layu seperti kekurangan air. Namun, pada malam hari atau pagi hari akan menjadi segar kembali. Lambat laun pertumbuhan tanaman terhambat hingga kerdil dan tanaman kubis tidak dapat membentuk krop dan akhirnya mati (Gambar 6).



Gambar 6.
Gejala visual serangan
penyakit akar pekuk pada
tanaman kubis
(Foto : S. Sastrosiswojo)

Akar-akar yang terinfeksi jamur penyebab penyakit ini akan mengadakan reaksi dengan pembelahan dan pembesaran sel, yang menyebabkan terjadinya bintil atau kelenjar yang tidak teratur. Seterusnya bintil-bintil ini bersatu, sehingga menjadi bengkakan memanjang yang mirip dengan batang atau gada (Semangun 1989; Djatnika 1993).

Rusaknya susunan jaringan akar menyebabkan rusaknya jaringan pengangkut, sehingga pengangkutan air dan hara tanah terganggu. Tanaman tampak merana, daun-daun berwarna hijau kelabu, dan lebih cepat menjadi layu daripada daun-daun sehat. Meskipun demikian, dalam banyak kejadian akar-akar sudah sangat rusak pada saat gejala pada bagian di atas tanah mulai tampak (Semangun 1989). Dalam lingkungan yang basah, akar-akar akan diserang oleh jasad-jasad sekunder, sehingga akar atau seluruh sistem perakaran busuk sama sekali (Suhardi *et al.* 1976).

2.1.6. Busuk basah

Busuk basah atau busuk lunak (*soft rot*) adalah penyakit yang merugikan pada tanaman sayuran, termasuk kubis dan kerabatnya, baik di lapangan maupun di dalam penyimpanan serta pengangkutan sebagai penyakit pascapanen (Semangun 1989; Djatnika 1993). Penyakit ini tersebar umum di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Busuk basah merupakan penyakit yang penting di Indonesia, Malaysia, Thailand, dan Filipina.

a. Penyebab penyakit

Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Erwinia carotovora* pv. *carotovora* (Jones) Dye, 1978, yang dahulu lazim disebut sebagai *Erwinia carotovora* (Jones) Holland (Semangun 1989; Djatnika 1993). Bakteri berbentuk batang yang berukuran $0,7 \mu\text{m} \times 1,5 \mu\text{m}$, mempunyai bulu cambuk 2,6 peritrich, tidak membentuk spora atau kapsula, bersifat

gram negatif, dan bersifat aerob fakultatif (Semangun 1989). Bakteri menghasilkan enzim pektinase yang dapat menguraikan pektin (yang berfungsi untuk merekatkan dinding-dinding sel yang berdampingan). Dengan terurainya pektin, sel-sel akan lepas satu sama lain.

b. Daur hidup dan faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit

Menurut Semangun (1989), bakteri *E. carotovora* dapat menyerang bermacam-macam tanaman hortikultura. Bakteri ini juga dapat mempertahankan diri di dalam tanah dan di dalam sisa-sisa tanaman di lapangan.

Pada umumnya, infeksi terjadi melalui luka atau lentisel. Infeksi dapat terjadi melalui luka-luka karena gigitan serangga atau karena alat-alat pertanian. Larva dan imago lalat buah (*Bactrocera* spp.) dapat menularkan bakteri, karena serangga ini membuat luka dan mengandung bakteri di dalam tubuhnya (Semangun 1989). Di dalam simpanan dan pengangkutan, infeksi terjadi melalui luka karena gesekan dan sentuhan antara bagian tanaman yang sehat dengan yang sakit.

Pembusukan karena serangan penyakit ini berlangsung dengan cepat dalam udara yang lembab dan pada suhu yang relatif tinggi. Dalam lingkungan demikian, dalam waktu singkat seluruh bagian tanaman yang terinfeksi membusuk, sehingga mati. Menurut Sunarjo (1980) dalam Semangun (1989), kerugian yang ditimbulkan oleh serangan penyakit ini pada tanaman di dataran rendah lebih besar daripada di dataran tinggi.

c. Gejala penyakit dan akibat serangan

Menurut Semangun (1989) dan Djatnika (1993), gejala yang umum terdapat pada tanaman kubis dan kerabatnya adalah busuk basah, berwarna coklat atau kehitaman pada daun, batang, dan umbi. Menurut Djatnika (1993), tanaman kubis yang terserang *E. carotovora* memperlihatkan gejala busuk berwarna hitam pada daun-daun

pembungkus krop. Pembusukan juga terjadi pada pangkal krop, sehingga krop mudah dilepas dari batang kubis (Gambar 7).



Gambar 7.
Gejala visual serangan
penyakit busuk basah
(busuk lunak) pada
tanaman kubis
(Foto : S. Sastrosiswojo)

Pada bagian yang terinfeksi mula-mula terjadi bercak kebasahan. bercak membesar dan mengendap (melekuk), bentuknya tidak teratur, berwarna coklat tua kehitaman. Jika kelembaban tinggi, jaringan yang sakit tampak kebasahan, berwarna krem atau kecoklatan, dan tampak agar berbutir-butir halus. Di sekitar bagian yang sakit terjadi pembentukan pigmen coklat tua atau hitam.

Jaringan yang membusuk pada mulanya tidak berbau. Namun, dengan adanya serangan bakteri sekunder, jaringan tersebut menjadi berbau khas yang menusuk hidung.

2.2. Hama dan Penyakit Kedua

2.2.1. Ulat krop bergaris, *H. undalis* (Lepidoptera : Pyralidae)

Sivapragasam & Abdul Azis (1992) melaporkan bahwa ulat krop bergaris (bahasa Inggris : *cabbage webworm* atau *striped cabbage heart caterpillar*) merupakan salah satu hama penting pada tanaman kubis dataran rendah di Malaysia. Status hama ini di Indonesia masih sangat sedikit yang diketahui. Menurut pengalaman penulis, serangan hama ini

kadang-kadang penting terutama di musim kemarau yang kering. Serangan berat pernah terjadi pada pertanaman kubis muda di dataran rendah di sekitar Medan (tahun 1994) dan pada pertanaman kubis muda di dataran tinggi di Lembang, Jawa Barat (tahun 1991 dan 1997). Oleh karena itu, *H. undalis* digolongkan dalam hama kedua atau hama sekunder karena serangannya hanya kadang-kadang saja.

a. Morfologi dan biologi (Sivapragasam & Abdul Azis 1992)

- **Serangga dewasa**

Sayap dengan ngengat berwarna abu-abu, panjang sayap terentang 14-15 mm dan panjang tubuh 6-7 mm. Pada sayap depan terdapat tanda yang menyerupai ginjal. Tanda tersebut berwarna lebih gelap pada ngengat betina daripada serangga jantan. Longevitas ngengat, baik yang jantan maupun yang betina kira-kira 7 hari.

- **Telur**

Telur berbentuk lonjong, ukuran panjangnya kira-kira 0,44 mm dan garis tengah 0,32 mm. Telur diletakkan secara tunggal atau berjajar dua atau tiga butir. Telur akan menetas setelah kira-kira tiga hari. Jumlah telur tiap ekor betina adalah 175 butir.

- **Larva**

Larva terdiri atas lima instar jika dipelihara pada tanaman kubis. Lamanya tiap instar larva yaitu larva instar ke-1 kira-kira 3 hari, larva instar ke-2 1-3 hari, larva instar ke-3 2-5 hari, larva instar ke-4 2-3 hari dan larva instar ke-5 3-5 hari.

- **Prapupa dan pupa**

Masa prapupa kira-kira satu hari. Biasanya pupa dibentuk pada permukaan tanah atau pada serasah. Masa pupa rata-rata 8,5 hari.

- **Daur hidup**

Lamanya masa perkembangan dari telur sampai serangga dewasa kira-kira 26 hari.

- b. Daerah sebar dan ekologi**

Menurut Kalshoven (1981), daerah pencair *H. undalis* adalah di Timur Tengah, daerah Asia, dan Pasifik Barat Daya. Di Pulau Jawa *H. undalis* terdapat di dataran rendah dan daerah pegunungan. Sivapragasam & Abdul Azis (1992) melaporkan bahwa daerah pencair *H. undalis* adalah di Malaysia, termasuk Serawak dan Sabah, serta di India.

Puncak populasi *H. undalis* di Malaysia umumnya terjadi pada musim kering, yaitu dari bulan Februari sampai April dan Juni-Juli (Sivapragasam & Abdul Azis 1992). Pada tanaman kubis, puncak populasi hama ini terjadi sekitar 40 hari setelah tanam.

- c. Tanaman inang dan gejala kerusakan**

Menurut Kalshoven (1981), tanaman inang *H. undalis* adalah kubis, petsai, sesawi, lobak, radis, dan *blussels sprout*. Selain itu, serangga ini juga hidup pada tanaman Cruciferae liar seperti *Nasturtium* sp. dan Capparidaceae (gulma seperti *Polanisia* sp. dan *Gyandropsis* sp.). Di Malaysia, selain pada tanaman kubis, *H. undalis* juga menyerang tanaman kubis bunga, kaelan, dan sawi jabung (Sivapragasam & Abdul Azis 1992). Selain itu, tanaman inang lainnya adalah gulma non-Cruciferae seperti *Cleome* spp. dan *Hygrofolia salicifolia*. *H. undalis* lebih menyukai tanaman sawi jabung (*Brassica juncea*) daripada tanaman kubis dan radis (Sivapragasam & Abdul Azis 1992).

Larva merusak pucuk tanaman dengan jalan mengebor, sehingga menyebabkan matinya tanaman muda atau mengakibatkan terbentuknya tunas-tunas baru yang tidak laku dijual. Di lapangan, populasi larva *H. undalis* yang rendah dapat mengakibatkan kehilangan hasil panen yang besar. Jika tidak dilakukan pengendalian, kehilangan hasil panen kubis

karena serangan hama *H. undalis* dapat mencapai 99% (Sivapragasam & Abdul Azis 1992).

2.2.2. Busuk hitam

Penyakit busuk hitam (bahasa Inggris : *black rot*) atau busuk coklat atau bakteri hawar daun atau *bakteriosis* (Djatnika 1993) merupakan penyakit penting di Malaysia, Thailand, Filipina, dan Indonesia (Semangun 1989). Di Indonesia, daerah pencair penyakit ini adalah di Pulau Jawa, Sumatera, dan Sulawesi.

Tanaman kubis dan hampir semua anggota familia Cruciferae dapat menjadi tumbuhan inang *X. campestris* pv. *campestris* (Semangun 1989).

a. Penyebab penyakit

Penyebab penyakit busuk hitam adalah bakteri *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Pamm.) Dye 1978, yang pada waktu ini masih lebih banyak dikenal sebagai *Xanthomonas campestris* (Pamm.). Dowson (Semangun 1989). Bakteri ini mempunyai banyak sinonim, yaitu *Bacillus campestris* Pamm., *Pseudomonas campestris* (Pamm.) E.F. Sm., *Bacterium campestre* (Pamm.) Chester, dan *Phytomonas campestris* (Pamm.) Bergey *et al.* Bakteri ini berbentuk batang, berukuran (0,7-3,0) μm x (0,4-0,5) μm , membentuk rantai, berkapsula, tidak berspora, dan bergerak dengan satu flagelum polar.

b. Daur hidup dan faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit

Menurut Semangun (1989), bakteri ini mempertahankan diri dari musim ke musim pada biji-biji kubis, dalam tanah, pada tumbuhan inang lain, atau dalam sisa-sisa tanaman sakit. Bakteri ini masuk ke dalam tanaman kubis melalui pori air (hidatoda, emisaria) yang terdapat pada ujung-ujung berkas pembuluh di tepi-tepi daun. Bakteri ini terbawa masuk bersama-sama air gutasi yang terisap kembali ke dalam pembuluh melalui piri air pada pagi hari. Infeksi melalui mulut kulit jarang terjadi.

Bakteri ini dapat juga masuk ke dalam tanaman melalui luka-luka pada daun. Infeksi melalui perakaran tanaman jarang terjadi.

c. Gejala penyakit dan akibat serangan

Menurut Semangun (1989), gejala serangan *X. campestris* pv. *campestris* pada tanaman kubis adalah mula-mula terdapat daerah-daerah yang berwarna kuning dan pucat di tepi-tepi daun, kemudian meluas ke bagian tengah. Di daerah ini tulang-tulang daun berwarna coklat tua atau hitam. Pada tanaman kubis dewasa, gejala khas yang terserang *X. campestris* pv. *campestris* ialah adanya bercak kuning yang menyerupai **huruf V** di sepanjang pinggir daun mengarah ke tengah daun (Djatnika 1993). Pada serangan yang berat, seluruh daun menguning dan mudah luruh (gugur) sebelum waktunya (Gambar 8).



Gambar 8.
Gejala visual
serangan penyakit
busuk hitam pada
tanaman kubis
(Foto : Tonny K.
Moekasan)

Menurut Semangun (1989), pada tingkatan yang telah lanjut, penyakit ini meluas terus melalui tulang-tulang daun dan masuk ke dalam batang. Pada penampang melintang tulang daun atau batang yang sakit tampak berkas pembuluh yang berwarna gelap. Jaringan helaian daun yang sakit mengering, menjadi seperti selaput, dengan tulang-tulang

daun berwarna hitam. Umumnya penyakit menyerang mulai dari daun-daun bawah dan dapat menyebabkan gugurnya daun satu per satu. Penyakit ini dapat menyebabkan busuk kering, yang dalam keadaan lembab karena serangan jasad sekunder, dapat berubah menjadi busuk basah yang mengeluarkan bau tidak enak.

III. MUSUH ALAMI PENTING

Serangga hama utama pada tanaman kubis adalah ulat tanah (*A. ipsilon*), ulat daun kubis (*P. xylostella*) dan ulat krop kubis (*C. binotalis*). Salah satu komponen pengendalian hama yang penting adalah pemanfaatan musuh-musuh alami hama tersebut. Pemanfaatan musuh-musuh alami dalam pengendalian hayati hama utama merupakan komponen kunci hampir setiap program (PHT).

Pada Tabel 2 disajikan jenis-jenis musuh alami hama *A. ipsilon*, *P. xylostella*, dan *C. binotalis*. Meskipun banyak jenis (spesies) musuh alami hama-hama tersebut yang telah diketahui, tetapi hanya beberapa jenis saja yang mempunyai arti penting (efektif).

3.1. *Cotesia* (= *Apanteles*) *ruficrus* (Hal.)

C. ruficrus merupakan tabuhan Braconidae yang sifatnya kosmopolitan. *C. ruficrus* memarasit larva *A. ipsilon* instar ke-2 dan ke-3 dan meninggalkan inangnya pada instar ke-4. Dalam satu ekor larva *A. ipsilon* yang terparasit dapat ditemukan sampai 60 kokon parasitoid. Tingkat parasitasi larva *A. ipsilon* oleh *C. ruficrus* dapat mencapai 50% (Kalshoven 1981).

3.2. *Tritaxys braueri* (De Meij) (= *Goniophana heterocera*)

T. braueri adalah lalat Tachinidae yang merupakan parasitoid larva *A. ipsilon* yang penting di dataran tinggi pulau Jawa dan Sumatera. Tingkat parasitasinya dapat mencapai 60%.

Telur parasitoid bisanya diletakkan pada tepi daun kubis. Larva *A. ipsilon* yang besar lebih disukai oleh parasitoid *T. braueri*. Lama perkembangan parasitoid pada larva *A. ipsilon* instar ke-3, 4, dan 5 memerlukan waktu masing-masing 25, 16, dan 10 hari (Kalshoven 1981).

3.3. *Diadegma semiclausum* (Hellen) (= *Angitia cerophaga* Grav.)

D. semiclausum (Gambar 9) merupakan musuh alami yang paling penting bagi hama *P. xylostella* di Indonesia. Tingkat parasitasi larva *P. xylostella* oleh *D. semiclausum* relatif tinggi, bahkan di beberapa daerah mencapai lebih dari 80% (Sastrosiswojo 1987).

Daur hidup *D. semiclausum* dari telur sampai serangga dewasa (imago) di dataran tinggi lamanya 18-20 hari, sedang di dataran rendah lamanya 14 hari (Vos 1953). Masa telur, larva (4 instar) dan pupa masing-masing 2 hari, 8 hari dan 8-10 hari di dataran tinggi. Seekor betina *D. semiclausum* mampu memarasit sampai 117 ekor larva *P. xylostella*.

3.4. *Cotesia plutellae* Kurgj. (= *Apanteles plutellae* Kurdj.)

Di Malaysia, tingkat parasitasi larva *P. xylostella* oleh *C. plutellae* dilaporkan dapat mencapai 29,6% (Yusof & Lim 1992). Kemampuan pencarian larva *P. xylostella* oleh parasitoid *C. plutellae* lebih rendah jika dibandingkan dengan *D. semiclausum*. Keberadaan parasitoid *C. plutellae* di Indonesia hampir punah karena kalah bersaing dengan *D. semiclausum*. Tampaknya parasitoid *C. plutellae* lebih cocok hidup di daerah yang suhunya relatif tinggi seperti di daerah dataran rendah, sedang *D. semiclausum* di daerah dingin (dataran tinggi).

Total daur hidup *C. plutellae* lamanya 10-16 hari dengan rata-rata 13 hari (Lim & Yusof 1992). Lamanya perkembangan telur, larva, dan pupa *C. plutellae* masing-masing adalah 2 hari; 6,6 hari; dan 4,5 hari.

Tabel 2. Musuh-musuh alami hama utama tanaman kubis

No.	Jenis hama	Jenis musuh alami	Sumber
1.	<i>A. ipsilon</i>	Parasitoid larva : - <i>Cotesia</i> (= <i>Apanteles</i>) <i>ruficrus</i> Hal.* - <i>Tritaxys braueri</i> (De Meij)* - <i>Cuphocera varia</i> (F.) Patogen penyakit larva : - <i>Botrytis</i> sp. - <i>Metarrhizium</i> sp.	Kalshoven (1981) Kalshoven (1981) Kalshoven (1981) Kalshoven (1981) Kalshoven (1981)
2.	<i>P. xylostella</i>	Parasitoid telur : - <i>Trichogrammatoidae bactrea</i> Nagaraja Parasitoid larva : - <i>Diadegma semiclausum</i> (Hellen)* - <i>Cotesia plutellae</i> Kurdj.* Parasitoid pupa : - <i>Diadromus collaris</i> (GRav.) - <i>Oomyzus sokolowskii</i> Kurdj. - <i>Thyraella collaris</i> Grav. Predator larva : - <i>Cadursia plutellae</i> van Emd. - <i>Voria ruralis</i> (fall.) Patogen penyakit larva : - <i>Zoophthora radicans</i> (Bref.)* - <i>Erynia blunckii</i> (Lakon) - Granulosis Virus (GV)	Sastrosiswojo & Setiawati (1993) Sastrosiswojo (1987) Sastrosiswojo (1987) Ooi (1992) Ooi (1992) Chua & Ooi (1986) Ulyyett (1947) Ulyyett (1947) Wilding (1986) Wilding (1986) Wilding (1986)
3.	<i>C. binotalis</i>	Parasitoid larva : - <i>Sturmia inconspicuoides</i> Bar. - <i>Inareolata argenteopilosa</i> Cam. - <i>Chelonus tabonus</i> (Sonan) Parasitoid pupa : - <i>Cotesia</i> (= <i>Apanteles</i>) sp. - <i>Brachymeria</i> sp. Predator : - <i>Ropalidia bambusae</i> Rich. Patogen penyakit larva: - <i>Aspergillus</i> sp. - <i>Penicillium</i> sp. - <i>Proteus</i> sp. - <i>Achromobacter</i> sp.	Oever (1973) Oever (1973) Oever (1973) Waterhouse (1992) Waterhouse (1992) Waterhouse (1992) Thayib (1983) Thayib (1983) Thayib (1983) Thayib (1983)

* Musuh alami penting



Gambar 9.
***D. semiclausum*,**
parasitoid penting
larva *P. xylostella*
(Foto : L. Prabaningrum)

3.5. *Zoophthora radicans* (Bref) (= *Entomophthora sphaerosperma*)

Larva dan pupa *P. xylostella* kadang-kadang terserang patogen penyakit, terutama dua jenis cendawan dari Famili Entomophthoraceae, yaitu *Z. radicans* dan *Arynia blunckii* (Lakon). Namun, *Z. radicans* lebih sering ditemukan di lapangan menyerang larva dan kadang-kadang pupa *P. xylostella* (Wilding 1986). Larva *P. xylostella* yang terbunuh oleh cendawan patogen penyakit ini melekat pada daun kubis yang disebabkan oleh *rhizoids* yang muncul sepanjang abdomen (perut) pada permukaan ventral (bawah) tubuh serangga. Serangan penyakit ini meningkat bila keadaan kelembaban udara tinggi.

IV. KOMPONEN DAN RAKITAN TEKNOLOGI PHT KUBIS

4.1. Pengelolaan Tanaman

Dua tipe kubis yang dibudidayakan di Indonesia adalah: **(1) tipe semusim**, yaitu tipe kubis yang dapat tumbuh, berkrop, berbunga dan berbiji di daerah tropik seperti di Indonesia. Contohnya : kubis Yoshin, dan **(2) tipe dwi musim**, yaitu tipe kubis yang dapat berbunga di daerah tropik karena tidak mengalami musim dingin. Kubis yang banyak ditanam di Indonesia adalah tipe dwi musim. Contohnya: kubis Green Coronet, KK-Cros, Gloria Osen, dan lain-lainnya.

Pola tanam kubis di dataran tinggi bermacam-macam. Namun, umumnya mengikuti dua pola yaitu monokultur dan tumpangsari.

Kubis ditanam secara tunggal (monokultur)

Penanaman kubis secara monokultur mengakibatkan keseimbangan hayati pada ekosistem kubis kurang stabil. Dalam pertanaman sistem monokultur seringkali terjadi ledakan organisme pengganggu tanaman (OPT). Hal ini terjadi karena laju perkembangan OPT lebih cepat daripada musuh alaminya. Selain itu karena ketersediaan makanan yang melimpah secara terus menerus bagi OPT sepanjang musim.

Untuk menekan perkembangan OPT *tular tanah* perlu dilakukan pergiliran tanaman yang baik. Ledakan serangan penyakit *akar bengkok* (*Peronospora brassicae* Wor.) dan *busuk lunak* (*Erwinia carotovora*) pada tanaman kubis dapat terjadi karena petani tidak melakukan pergiliran tanaman yang baik. Keuntungan pergiliran tanaman yang penting adalah terputusnya daur hidup OPT, sehingga populasinya menurun. Oleh karena itu, perlu dilakukan pergiliran tanaman yang baik. Sebagai contoh : kubis-kubisan bukan anggota Cruciferae.

Tumpangsari kubis-tomat

Penganekaragaman tanaman dapat mengakibatkan keseimbangan hayati pada ekosistem pertanaman lebih stabil, sehingga tidak mudah terserang OPT. Hal ini terjadi karena musuh alami OPT dapat berkembang baik, sehingga dapat menurunkan populasi hama. Tumpangsari kubis (dua baris)-tomat (satu baris) juga dapat mengurangi serangan hama *P. xylostella* (L.) (Sastrosiswojo 1987). Hal ini terjadi karena daun tomat mengeluarkan bahan kimia yang dapat menolak ngengat *P. xylostella* betina untuk bertelur pada tanaman kubis. Untuk itu tomat harus ditanam kira-kira satu bulan sebelum kubis, supaya fungsinya nyata sebagai penolak (*reppellent*) ngengat *P. xylostella*.

4.1.1. Persiapan tanam

Kubis dapat tumbuh pada hampir semua jenis tanah. Pada fase pertumbuhan awal, kubis memerlukan tanah bertekstur ringan atau sarang. Pada fase pertumbuhan lanjut, kubis memerlukan tanah bertekstur berat, supaya hasil panen kubis memiliki mutu kekerasan daya simpan yang baik. Kemasaman (pH) tanah yang optimal bagi tanaman kubis adalah 6,0-6,5 (Suwandi dkk. 1993). Tanaman kubis yang tumbuh pada tanah beragam biasanya memperlihatkan warna gelap dan tepi daun kering serta lebih sensitif terhadap penyakit *kaki hitam*.

Penelitian di luar negeri menunjukkan bahwa suhu optimum untuk pertumbuhan kubis adalah 15-20 °C (Suwandi dkk. 1993). Lingkungan demikian terdapat di dataran tinggi. Selain itu tanaman kubis akan memberikan hasil terbaik pada keadaan banyak hujan, karena kelembaban tanah merupakan faktor kritis pertumbuhan tanaman kubis.

a. Pengelolaan tanah

Menurut Suwandi dkk. (1993), lahan untuk pertanaman kubis perlu diolah atau dibajak cukup dalam, yaitu 20-30 cm. Rerumputan atau gulma harus bersih dan drainase tanah diatur secara baik. Tunggul-

tunggul bekas batang kubis harus dikumpulkan supaya tidak menjadi sumber infeksi penyakit akar bengkok (*P. brassicae*). Selain itu sisa-sisa batang kentang dan umbi busuk harus dikumpulkan dan dimusnahkan (dikubur dalam lubang) supaya tidak menjadi sumber penyakit rebah kecambah (*R. solani*). Selanjutnya kemasaman tanah (pH) diperiksa. Jika kemasaman tanah $\leq 5,5$; dilakukan pengapuran dahulu dengan Dolomit atau Kaptan (kapur pertanian) sebanyak kira-kira 2 t/ha. Kapur diaduk rata dengan tanah dan dibiarkan minimum dua minggu sebelum penanaman. Tujuannya adalah untuk menekan perkembangan penyakit akar bengkok (*P. brassicae*). Setelah kira-kira tiga sampai empat minggu, dibuat garitan dangkal sedalam ± 10 cm sesuai dengan jarak tanam antar baris (biasanya 70 cm). Selanjutnya dibuat lubang tanam dengan jarak sesuai dengan yang diinginkan (umumnya 50 cm).

b. Bibit dan persemaian

Sampai sekarang belum ditemukan varietas kubis yang mempunyai ketahanan terhadap OPT kubis yang penting. Menurut observasi penulis, beberapa varietas kubis yang umum ditanam petani di beberapa daerah adalah sebagai berikut :

- Provinsi Sumatera Utara : KR-5, Green Coronet, dan KR-1.
- Provinsi Sumatera Barat : KR-1.
- Provinsi Jawa Barat : Green Coronet dan Gloria Osen.
- Provinsi Jawa Tengah : KK-Cros, Summit 637, Summer Autumn, dan Green Coronet.
- Provinsi Jawa Timur : Summer Autumn, Resist Crown, dan Green Coronet.
- Pulau Bali : Summit.

Benih kubis disemai di tempat persemaian selama kira-kira empat minggu sebelum ditanam di lapangan. Tempat persemaian dipersiapkan seperti pada Gambar 10. Tempat persemaian berbentuk persegi panjang

dan menghadap kearah Timur-Barat supaya bibit kubis di persemaian mendapat banyak sinar matahari pagi (Suwandi dkk. 1993).

Untuk media tumbuh persemaian digunakan campuran tanah dan pupuk kandang (kompos) yang halus serta matang dengan perbandingan 1 : 1 yang telah disterilkan terlebih dahulu dengan uap air panas selama dua sampai tiga jam. Tanah yang tidak steril dan pupuk kandang yang masih mentah dapat menjadi sumber OPT bagi bibit kubis seperti penyakit rebah kecambah (*R. solani*) dan tepung berbulu (*P. parasitica*).



Gambar 10.
Tempat persemaian
tanaman kubis
(Foto : Tonny K.
Moekasan)

Sebelum disebar, benih kubis direndam dalam air hangat ($\pm 50^{\circ}\text{C}$) selama 0,5 jam atau direndam dalam larutan Previcur N (1 ml/l) selama kira-kira tiga jam. Benih kubis diangin-anginkan lalu disebar rata di tempat persemaian. Tujuan perendaman adalah untuk membebaskan benih penyakit yang mungkin melekat pada biji dan untuk mempercepat perkecambahan benih. Benih yang telah disebar ditutup tipis dengan media persemaian, kemudian ditutup dengan daun pisang atau karung plastik yang bersih. Setelah tiga sampai empat hari benih berkecambah, penutup (daun pisang atau karung plastik) dibuka sampai berumur tujuh hari hingga terbentuk lembaga. Selain itu bibit dipindahkan satu per satu

pada bumbungan daun pisang dengan media yang sama dan dipelihara di persemaian sampai berumur kira-kira tiga sampai empat minggu dan siap ditanam di lapangan. Selama di persemaian, bibit kubis dipelihara secara intensif, seperti penyiraman menggunakan embuat tiap hari dan pengendalian OPT (Suwandi dkk. 1993). Hal ini dilakukan karena bibit yang sehat selama di persemaian turut menentukan keberhasilan pertanaman kubis di lapangan.

OPT yang penting di persemaian adalah ulat daun kubis, tepung berbulu, dan rebah kecambah (Sastrosiswojo dkk. 1995).

Untuk mengendalikan OPT tersebut dilakukan upaya sebagai berikut :

- (1) Pengendalian secara fisik : sebelum dilakukan penyiraman (biasanya tiap hari) dilakukan pengamatan selintas. Telur dan larva *P. xylostella* yang ditemukan dikumpulkan. Daun-daun yang terserang *P. parasitica* dipetik dan bibit yang terserang *R. solani* dicabut, lalu dimunahkan.
- (2) Jika terjadi serangan berat oleh hama *P. xylostella* dilakukan penyemprotan dengan insektisida yang efektif antara lain Dipel WP (2 g/l) atau Atabron 50 EC (1 ml/l). Jika terjadi serangan berat oleh penyakit tepung berbulu (*P. parasitica*) dilakukan penyemprotan dengan fungisida Previcur-N (1 ml/l) atau Dithane M-45 80 WP (2 g/l).

4.1.2. Cara bertanam dan pemupukan

a. Jarak tanam dan penanaman

Bibit kubis yang telah berumur tiga sampai empat minggu memiliki empat sampai lima daun dan siap untuk ditanamkan di lapangan. Penanaman bibit kubis yang tua (umurnya lebih dari enam minggu) akan mengakibatkan penurunan hasil panen kubis, karena ukuran krop kecil dan ringan bobotnya. Ukuran krop kubis yang dihasilkan juga tergantung pada varietas kubis yang ditanam dan jarak tanam yang digunakan

dalam barisan. Jarak tanam tergantung pada ukuran/berat krop yang dikehendaki sebagai berikut (Suwandi dkk. 1993):

- Jarak tanam 70 cm (antar barisan) x 50 cm (dalam barisan) : ukuran/berat krop \pm 2 kg/tanaman.
 - Jarak tanam 60 cm x 40 cm : ukuran/berat krop \pm 1 kg/tanaman.
- Jarak tanam ini umumnya ditentukan untuk tujuan komersial.

b. Pemupukan

Kubis merupakan tanaman sayuran yang dianggap terhadap kondisi kesuburan tanah dan pemberian pupuk. Pada tanah-tanah yang masam, pada daun-daun kubis cepat terjdai bercak klorosis yang merupakan gejala kekahatan Magnesium. Untuk mengatasinya perlu dilakukan pengapuran tanah dengan Dolomit atau Kaptan sampai pH sekitar 6,5.

(1) Pupuk organik

Penggunaan pupuk organik pada penanaman kubis dapat memperbaiki produktivitas tanah dan tanaman kubis. Pupuk organik yang akan digunakan harus yang sudah matang, karena pupuk organik yang belum matang dapat menjadi sumber OPT.

Jenis dan dosis penggunaan pupuk organik untuk tanaman kubis adalah pupuk kandang sapi sebanyak 30 t/ha yang setara dengan pupuk kandang domba sebanyak 19 t/ha atau kompos jerami padi 18 t/ha (Suwandi dkk. 1993). Pupuk kandang sapi ditempatkan pada lubang tanam yang telah dipersiapkan (\pm 1 kg/lubang tanam).

Sebagai pengganti pupuk kandang/kompos dapat juga digunakan **asam humus** atau **sari humus** sebanyak 7,5 t/ha. cara penggunaan ; Asam humus atau sari humus disemprotkan pada tanah seminggu sebelum tanam (Suwandi dkk. 1993).

(2) Pupuk buatan

Tanaman kubis memerlukan unsur N, P, dan K, yang perlu diberikan secara **berimbang** supaya diperoleh hasil kubis yang optimal. Pemberian pupuk N yang terlalu tinggi akan mengakibatkan tanaman kubis rentan terhadap serangan OPT.

Potensi hasil panen kubis selain dipengaruhi oleh dosis pemupukan fosfat (P), juga sangat dipengaruhi oleh macam sumber pupuk N yang diberikan. Penggunaan kombinasi pupuk N yang berasal dari Urea dan ZA (masing-masing setengah dosis) dapat meningkatkan hasil panen (Suwandi dkk. 1993).

Secara umum, berdasarkan hasil-hasil penelitian Bagian Agronomi di Balitsa, dosis pupuk buatan yang dianjurkan adalah sebagai berikut (Suwandi dkk. 1993; Sastrosiswojo dkk. 1995):

- Pupuk Urea sebanyak 100 kg/ha, ZA 250 kg/ha, TSP atau SP-36 250 kg/ha dan KCl 200 kg/ha.
- Untuk tiap tanaman diperlukan pupuk Urea sebanyak 4 g + ZA 9 g, TSP 9 g (SP-36), dan KCl 7 g.
- Pupuk kandang (1 kg), setengah dosis pupuk N (Urea 2 g + ZA 4,5 g), pupuk TSP (9 g) dan KCl (7 g) diberikan sebelum tanam pada tiap lubang tanam.
- Sisa pupuk N (Urea 2 g + ZA 4,5 g) per tanaman diberikan pada saat tanaman berumur empat minggu.

4.1.3. Pemeliharaan tanaman

Pemeliharaan tanaman yang penting adalah penyulaman, pengairan, dan pengendalian gulma.

a. Penyulaman

Setelah ditanam di lapangan, kemungkinan ada bibit kubis yang mati. Kematian tanaman mungkin disebabkan oleh kekeringan sehingga layu, lalu mati; atau terserang OPT, yaitu terpotong batangnya oleh ulat

tanah atau penyakit rebah kecambah. Tanaman kubis yang mati perlu disulam. Penyulaman dilakukan sampai kubis berumur dua minggu.

b. Penyiraman

Setelah bibit kubis ditanam di lapangan perlu dilakukan penyiraman. Penyiraman dilakukan tiap hari kira-kira sampai umur dua minggu, khususnya di musim kemarau. Penyiraman diperjarang dan dihentikan setelah kubis tumbuh normal, kira-kira berumur tiga minggu.

Drainase perlu dijaga dengan baik. Drainase yang jelek atau pertanaman kubis yang terendam air akan mengakibatkan banyak tanaman terserang OPT, yaitu penyakit layu atau busuk (Suwandi dkk. 1993).

c. Pengendalian gulma

Gulma yang tumbuh pada pertanaman kubis dapat mengganggu pertumbuhan tanaman kubis (Suwandi dkk. 1995). Gulma dapat merupakan pesaing dalam penggunaan air, cahaya matahari, dan unsur hara bagi tanaman kubis. Selain itu, gulma juga dapat menjadi inang OPT yang merugikan tanaman kubis. Gulma yang penting adalah *Polygonum nepalence*. Usaha pengendalian gulma yang murah dan praktis adalah dengan cara melakukan penyiangan dengan tangan. Sambil menyiang dilakukan penggemburan tanah dan pembungkungan tanaman kubis. Umumnya penyiangan dilakukan dua kali, yaitu setelah kubis berumur dua dan empat minggu.

4.2. Pengamatan Hama dan Penyakit

Pengamatan merupakan salah satu komponen penting dalam sistem PHT, karena hasil pengamatan akan merupakan bahan yang berguna untuk pengambilan keputusan pengendalian hama. Dalam sistem PHT, pengambilan keputusan tentang pengendalian terutama dengan pestisida harus didasarkan pada Ambang Ekonomi atau Ambang Pengendalian

hama yang bersangkutan, yang telah ditetapkan sebelumnya secara empiris (lihat contoh pada butir 4.3.1.).

4.2.1. Metode pengambilan contoh

Dalam program pengamatan dilakukan penghitungan pada sebagian kecil tanaman atau kelompok tanaman yang dapat mewakili seluruh daerah pengamatan. Ada tiga macam metode pokok pengambilan contoh yaitu **metode mutlak (absolut)**, **metode nisbi (relatif)**, dan **indeks populasi**. Untuk OPT sayuran, umumnya digunakan metode mutlak dan atau indeks populasi karena sayuran ditanam dalam baris yang teratur (Sastrosiswojo dkk. 1995).

a. Satuan (unit) contoh

Satuan contoh adalah satuan yang diamati, diukur, atau dihitung untuk memperoleh data (variabel) yang dikehendaki seperti populasi hama, tingkat serangan, dsb. Oleh karena banyak sekali OPT yang harus diamati, maka satuan contoh untuk sayuran adalah tanaman atau bagian tanaman.

b. Cara penempatan satuan (unit) contoh

Satuan contoh atau tanaman contoh biasanya ditetapkan secara sistematis dengan dua macam cara sebagai berikut : **(1) Bentuk Diagonal**, khususnya untuk hamparan pertanaman kubis yang luas. Tanaman contoh terletak di sepanjang atau di sekitar garis diagonal (Gambar 11) dan **(2) Bentuk U**, biasanya digunakan untuk pertanaman kubis yang sempit atau pada petak pertanaman yang memanjang (Gambar 12). Contoh : pertanaman sayuran di teras-teras atau di lereng-lereng.

c. Ukuran contoh

Yang dimaksud dengan ukuran contoh adalah banyaknya tanaman contoh yang akan diamati pada setiap waktu pengamatan untuk satu petak/blok pengamatan tertentu. Ukuran contoh yang optimal untuk tanaman kubis belum diketahui, karena informasi tentang sebaran spasial hama kubis di Indonesia belum diketahui. Sambil menunggu hasil-hasil penelitian terakhir, untuk sementara waktu jumlah tanaman/contoh yang harus diamati berdasarkan pada luas pertanaman adalah sebagai berikut :

- Luas pertanaman - $\leq 0,2$ ha = 10 tanaman contoh,
- $> 0,2$ ha - $\leq 0,4$ ha = 20 tanaman contoh,
- $> 0,4$ ha - $\leq 0,6$ ha = 30 tanaman contoh,
- $> 0,6$ ha - $\leq 0,8$ ha = 40 tanaman contoh,
- $> 0,8$ ha - $\leq 1,0$ ha = 50 tanaman contoh.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Gambar 11. Skema pengambilan tanaman contoh secara sistematis Bentuk Diagonal

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Gambar 12. Skema pengambilan tanaman contoh secara sistematis Bentuk-U

d. Interval pengambilan contoh

Interval pengambilan contoh sangat dipengaruhi oleh lamanya daur hidup hama yang akan diamati, kemampuan berkembang biak, tingkat populasi atau tingkat kerusakan, dll. untuk kubis, interval pengambilan contoh **tiap tujuh hari** dianggap cukup mewakili semua OPT yang penting.

e. Waktu pengamatan

Umumnya pengamatan populasi dilakukan pada pagi hari atau sore hari, pada saat OPT (hama) tidak/kurang aktif. Pengamatan tingkat kerusakan tanaman karena serangan OPT dapat dilakukan setiap saat, meskipun sebaiknya pada pagi atau sore hari.

f. Variabel pengamatan

Variabel pengamatan atau data yang dikumpulkan tergantung pada tujuan pengamatan. Untuk keperluan rekomendasi pengendalian, terutama perlu diketahui tingkat populasi instar hama yang merusak atau tingkat kerusakan tanaman yang memerlukan tindakan pengendalian.

Berdasarkan kerusakan yang ditimbulkan, hama dapat dibagi menjadi dua kelompok sebagai berikut :

(1) Hama langsung (*direct pest*), yaitu hama yang secara langsung merusak hasil panen yang akan dijual. Contoh : *C. binotalis* Zell. Untuk hama langsung, penghitungan tingkat kerusakan tanaman menggunakan rumus :

$$P = \frac{a}{(a + b)} \times 100\%$$

Keterangan : P adalah Tingkat kerusakan tanaman atau hasil tanaman (%).
a adalah jumlah tanaman atau bagian tanaman yang rusak
b adalah jumlah tanaman atau bagian tanaman yang tidak rusak (sehat)

(2) Hama tidak-langsung (*indirect pest*), yaitu hama yang merusak tanaman secara tidak langsung. Contoh : *P. xylostella*. Tingkat kerusakan tanaman pada kubis dihitung menggunakan rumus :

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

Keterangan : P adalah tingkat kerusakan tanaman (%)
n adalah jumlah rumpun yang memiliki nilai kerusakan (skor) yang sama
v adalah nilai atau skoring kerusakan yang ditetapkan berdasarkan luas daun yang terserang, yaitu
0 = tanaman sehat
1 = luas kerusakan daun > 0 - ≤ 20%

- 3 = luas kerusakan daun > 20 - ≤ 40%
5 = luas kerusakan daun > 40 - ≤ 60%
7 = luas kerusakan daun > 60 - ≤ 80%
9 = luas kerusakan daun > 80 - ≤ 100%
Z adalah nilai kerusakan tertinggi (v=9)
N adalah rumpun yang diamati

Nilai kategori serangan untuk penyakit (contoh : busuk hitam) adalah sebagai berikut :

- 0 = tidak ada kerusakan sama sekali (sehat).
1 = luas kerusakan > 0 - ≤ 10%
2 = luas kerusakan > 10 - ≤ 20%
3 = luas kerusakan > 20 - ≤ 40%
4 = luas kerusakan > 40 - ≤ 60%
5 = luas kerusakan > 60 - ≤ 100%

4.2.2. Pengamatan tanaman muda

a. Ulat tanah (*A. ipsilon*), rebah kecambah (*R. solani*), dan ulat krop bergaris (*H. undalis*)

Penghitungan tingkat kerusakan tanaman muda yang terserang OPT menggunakan rumus :

$$P = \frac{a}{(a + b)} \times 100\% \quad (\text{lihat butir 4.2.1. f})$$

b. Ulat daun kubis (*P. xylostella*)

- Pengambilan tanaman contoh dilakukan secara sistematis dengan bentuk U atau bentuk diagonal.
- Pengamatan tanaman contoh untuk mengetahui tingkat kerusakan karena *P. xylostella* menggunakan rumus :

$$P = \frac{\sum (n \times v)}{N \times Z} \times 100\% \quad (\text{lihat butir 4.2.1. f})$$

- Pengamatan untuk mengambil keputusan tindakan pengendalian dengan insektisida dilakukan dengan cara menghitung jumlah larva *P. xylostella* instar ke-3/ke-4 pada 10 tanaman contoh (setiap 0,2 ha).

4.2.3. Pengamatan tanaman tua

a. Ulat daun kubis (*P. xylostella*)

- Pengambilan tanaman contoh (10 tanaman/0,2 ha) dilakukan secara sistematis dengan bentuk U atau bentuk Diagonal.
- Dihitung jumlah larva *P. xylostella* instar ke-3/ke-4 pada 10 tanaman contoh/0,2 ha.
- Pengamatan tanaman contoh untuk mengetahui tingkat serangan hama menggunakan rumus :

$$P = \frac{\sum (n \times v)}{N \times Z} \times 100\% \quad (\text{lihat butir 4.2.1. f})$$

b. Busuk hitam (*X. campestris*)

- Diambil 10 tanaman contoh/0,2 ha secara sistematis dengan bentuk U atau bentuk Diagonal.
- Pengamatan tanaman contoh untuk mengetahui tingkat serangan penyakit menggunakan rumus :

$$P = \frac{\sum (n \times v)}{N \times Z} \times 100\% \quad (\text{lihat butir 4.2.1. f})$$

c. Ulat krop kubis (*C. binotalis*), akar bengkak (*P. brassicae*), busuk lunak (*E. carotovora*)

Persentase jumlah tanaman yang terserang dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{a}{(a + b)} \times 100\% \quad (\text{lihat butir 4.2.1. f})$$

4.3. Pengambilan Keputusan Pengendalian

4.3.1. Ambang Ekonomi (Ambang Pengendalian)

Ambang Pengendalian (AP) atau sering disebut sebagai Ambang Ekonomi *sementara* hama utama pada tanaman kubis adalah sebagai berikut :

- AP *P. xylostella* adalah lima larva instar ke-3/ke-4 per 10 tanaman contoh (0,5 larva/tanaman).
- AP *C. binotalis* adalah tiga kelompok telur/10 tanaman contoh (0,3 kelompok telur/tanaman).

4.3.2. Hama/penyakit tanaman muda

a. Ulat tanah (*A. ipsilon*)

Jika jumlah tanaman terserang ($P \geq 10\%$) perlu dilakukan penyemprotan dengan insektisida yang efektif, antara lain Dursban 20EC (2 ml/l) atau Dipterex 95 SP (2 g/l). Penyemprotan ditujukan pada tanah di sekeliling tanaman kubis.

b. Ulat krop bergaris (*H. undalis*)

Bila jumlah tanaman terserang ($P \geq 10\%$) perlu dilakukan penyemprotan dengan insektisida yang efektif, antara lain Padan 50 SP (2 g/l) atau Atabron 50 EC (1 ml/l).

c. Ulat daun kubis (*P. xylostella*)

Jika populasi larva instar ke-3/ke-4 per tanaman contoh mencapai Ambang Pengendalian (AP) yaitu 0.5 larva/tanaman contoh, perlu dilakukan penyemprotan dengan insektisida yang selektif. Contohnya antara lain insektisida Atabron 50 EC (2 ml/l), insektisida mikroba (Dipel WP, Bactospein WP, Thuricide HP, Florbac FC) 2 g/l atau Success 25 EC (1,5 ml/l).

d. Penyakit rebah kecambah (*R. solani*)

Jika jumlah tanaman terserang ($P \leq 10\%$), tanaman yang terseerang penyakit ini dicabut dan dimusnahkan (dikubur).

e. Penyakit akar bengkok (*P. brassicae*)

Jika jumlah tanaman terserang ($P \leq 10\%$), tanaman yang terserang penyakit akar bengkok dicabut dan dimusnahkan (dikubur).

4.3.3. Hama/penyakit tanaman tua

a. Ulat daun kubis (*P. xylostella*)

Jika populasi larva *P. xylostella* instar ke-3/ke-4 mencapai/melampaui Ambang Pengendalian (AP), yaitu 0,5 larva/tanaman contoh, pertanaman kubis perlu disemprot dengan insektisida yang efektif/selektif (lihat butir 4.3.2.c.). Pengambilan keputusan ini bersifat statis karena tanpa mempertimbangkan peranan musuh alami penting, yaitu parasitoid *D. semiclausum*. Pengambilan keputusan pengendalian yang bersifat dinamis dikemukakan dalam butir 4.4.

b. Ulat krop kubis (*C. binotalis*)

Jika dari hasil pengamatan ternyata populasi kelompok telur *C. binotalis* mencapai/melampaui Ambang Pengendalian (AP) yaitu 0,3 kelompok telur/tanaman contoh, pertanaman kubis perlu disemprot

dengan insektisida yang efektif. Contohnya antara lain Atabron 50 EC (2 ml/l), Padan 50 WP (2 g/l), Curacron 500 EC (2 ml/l), Success 25 EC (1,5 ml/l), dsb.

c. Penyakit akar bengkok (*P. brassicae*)

- Bila tanaman yang terserang akar bengkok telah berumur lebih dari 40 hari, pertanaman kubis dibiarkan saja. Tanaman kubis ini masih dapat dipanen, tetapi berat krop rata-rata kurang dari 1 kg.
- Setelah panen, semua tunggul (batang dan akar) dicabut dan dimunahkan (dikubur). Agar pertanaman kubis berikutnya tidak terserang penyakit akar bengkok, perlu dilakukan pergiliran tanaman yang agak lama (di luar negeri perlu waktu tiga sampai enam tahun). Tanaman rotasi yang baik antara lain jagung atau jenis tanaman yang bukan dari Familia Cruciferae (Djatnika 1993).
- Selokan diperdalam agar drainasenya baik, sehingga serangan penyakit akar bengkok berkurang.
- Jika tingkat serangannya ringan ($P \leq 100\%$), tanaman kubis yang terserang dicabut dan dimusnahkan (dikubur).

d. Penyakit busuk lunak (*E. carotovora*)

- Jika tingkat serangan penyakit ringan ($P \leq 10\%$), tanaman kubis yang terserang dicabut dan dimunahkan (dikubur).
- Selokan diperdalam agar drainasenya baik dan serangan penyakit tidak meluas.
- Sebelum disimpan, daun-daun pada krop kubis terinfeksi dibuang dan dimusnahkan. Selain itu, pada bekas potongan batang dioleskan Kloroks atau kapur tembok agar krop tahan disimpan. Tempat penyimpanan kubis yang bersuhu rendah dengan kelengasan udara yang rendah sangat baik untuk mencegah terjadinya perkembangan penyakit di gudang penyimpanan (Djatnika 1993).

4.4. Pengendalian Hama dan Penyakit

PHT adalah suatu cara pendekatan atau falsafah pengendalian OPT yang berdasar pada **pertimbangan ekologi** dan **efisiensi ekonomi** dalam rangka pengelolaan agroekosistem yang bertanggung jawab. Oleh karena itu, tindakan pengendalian OPT, khususnya dengan pestisida, yang didasarkan pada posisi OPT terhadap Ambang Ekonomi (AE) atau Ambang Pengendalian (AP) saja bersifat **statis** dan seringkali kurang menguntungkan. Penggunaan AE (AP) yang baku dan seragam serta kurang memperhatikan keanekaragaman dan dinamika ekosistem, kurang dapat mencapai sasaran efektivitas dan efisiensi ekonomi. Seharusnya, pengambilan keputusan tindakan pengendalian didasarkan pada **analisis ekosistem** secara keseluruhan. Oleh karena itu, pengamatan rutin untuk mengikuti keadaan ekosistem, baik populasi hama maupun populasi musuh alami, pertumbuhan tanaman, keadaan cuaca, dan lain-lain perlu dilakukan. Keputusan tindakan pengendalian harus selalu didasarkan pada data aktual lapangan yang diperoleh dari kegiatan pemantauan ekosistem.

Dalam penerapan konsepi PHT pada tanaman kubis, ada empat macam prinsip pokok yang harus diterapkan, yaitu : (1) budidaya tanaman sehat; (2) pemanfaatan dan pelestarian musuh-musuh alami; (3) pengamatan lahan secara mingguan atau rutin; dan (4) pembinaan petani sebagai pakar PHT.

Pengelolaan ekosistem dengan cara budidaya tanaman sehat dan pengamatan lahan secara rutin (mingguan) telah dibahas di depan. Teknologi pengendalian OPT kubis lainnya dibahas dalam uraian berikut ini.

4.4.1. Pemanfaatan dan pelestarian musuh alami

D. semiclausum (Hellen) merupakan parasitoid Hymenoptera penting bagi larva *P. xylostella*. Parasitoid tersebut telah mapan di Indonesia dan daerah pencarnya di dataran tinggi cukup luas. Tingkat

populasi larva *P. xylostella* pada tanaman kubis umumnya tinggi mulai umur lima minggu setelah tanam (mst) sampai dengan 9 mst. Oleh karena populasi (tingkat parasitasi) *D. semiclausum* mengikuti kepadatan inang (larva *P. xylostella*), maka pengamatan tingkat parasitasi perlu dilakukan ketika kubis berumur 5, 6, 7, 8 dan 9 mst. Caranya adalah sebagai berikut (Sastrosiswojo 1987) :

- 1) Dihitung jumlah larva *P. xylostella* instar ke-3/ke-4 (± 1 cm panjangnya) dan jumlah pupa/10 tanaman contoh.
- 2) Dihitung jumlah kokon *D. semiclausum*/10 tanaman contoh.
- 3) Tingkat parasitasi larva *P. xylostella* :
 - Diambil 10 ekor larva *P. xylostella* instar ke-3/ke-4 pada 10 tanaman contoh (diambil 1-2 larva/tanaman).
 - Kepala dan ekor larva contoh dipegang dengan jari tangan dan ditarik pelan-pelan. Jika dari perut larva *P. xylostella* keluar larva kecil, maka larva *P. xylostella* tersebut terparasit oleh *D. semiclausum*.
 - Dihitung tingkat parasitasi larva *P. xylostella* dengan rumus :

$$P = \frac{c + (a : 10) \times d}{a + b + c} \times 100\%$$

Keterangan :

P adalah tingkat parasitasi total (dalam %)

a adalah jumlah larva *P. xylostella* instar ke-3/ke-4 pada 10 tanaman contoh.

b adalah jumlah pupa *P. xylostella*/10 tanaamn contoh.

c adalah jumlah kokon *D. semiclausum*/10 tanaman contoh.

d adalah jumlah larva terparasit/10 larva contoh.

Tingkat parasitasi larva *P. xylostella* (dalam %) diubah menjadi **angka desimal**.

Data tingkat parasitasi larva *P. xylostella* dapat digunakan untuk dua macam tujuan sebagai berikut :

- 1) Pelepasan inundasi pada saat kritis.
- 2) Bila tingkat parasitasi parasitoid *P. xylostella* $\leq 25\%$, maka perlu dilakukan pelepasan parasitoid *d. semiclausum* sebanyak 400 kokon atau 200 pasang imago/1000 tanaman kubis.
- 3) Keputusan tindakan pengendalian secara **dinamis** :
 - a) Digunakan rumus : $Y = (1 - P) \cdot X$

Keterangan :

Y adalah Tingkat populasi larva *P. xylostella* yang mempunyai potensi merusak tanaman kubis.

P adalah Tingkat parasitasi larva (dalam angka **desimal**) (lihat uraian di atas).

X adalah Rata-rata populasi larva *P. xylostella*/tanaman contoh dari hasil pemantauan.

b) Keputusan tindakan pengendalian :

- Jika $Y \geq AP$ *P. xylostella* (0.5 larva/tanaman contoh) dilakukan penyemprotan dengan insektisida efektif/selektif.
- Jika $Y < AP$ *P. xylostella*, tidak perlu dilakukan penyemprotan insektisida.

4.4.2. Tumpanggilir tomat-kubis

Tanaman tomat dapat digunakan sebagai penolak (*repellent*) terhadap ngengat *P. xylostella* betina yang akan bertelur pada tanaman kubis, karena kandungan bahan kimia yang ada pada daun-daun tomat. Oleh karena itu tumpanggilir (tumpangsari) tomat (satu baris) dengan kubis (dua baris) dapat mengurangi serangan hama *P. xylostella* pada

tanaman kubis. Agar peranannya sebagai penolak hama nyata, tomat ditanam kira-kira satu bulan sebelum penanaman kubis.

4.4.3. Tumpangsari *rape* atau sawi jabung-kubis

Tanaman *rape* (caisin) atau sawi jabung (*mustard*) dapat digunakan sebagai “perangkap” hama *P. xylostella* dan *C. binotalis*, sehingga serangan hama-hama tersebut pada tanaman kubis berkurang. Untuk tujuan tersebut, *rape* atau sawi jabung ditanam secara tumpangsari dengan kubis. Caranya : pertanaman kubis dikelilingi dua baris *rape* atau dua baris sawi jabung. Baris pertama ditanam 14 hari sebelum penanaman kubis, sedangkan baris kedua ditanam setelah kubis berumur 21 hari.

4.4.4. Perangkap feromonoid seks

Feromonoid seks (PX) yang dilengkapi dengan perangkap air atau perangkap lekat (perekat) sebanyak satu buah/10 m² dapat digunakan untuk memantau populasi ngengat *P. xylostella* jantan. Jika dalam tujuh malam tertangkap 20 ngengat/perangkap perlu dilakukan penyemprotan dengan insektisida yang efektif. Angka tersebut (20 ngengat/perangkap) setara dengan nilai AP *P. xylostella* (0,5 larva/tanaman contoh). Penggunaan feromonoid seks **sintetik** perlu diperbaharui (diganti) satu bulan sekali, sedangkan feromonoid seks **alami** (lima ekor betina dara) perlu diganti satu minggu sekali. Lima ekor ngengat betina *P. xylostella* setara dengan satu kapsul feromonoid seks sintetik.

4.5. Panen dan Pasca Panen

Pemantauan dan penanganan kubis perlu dilakukan dengan hati-hati agar dapat mempertahankan mutunya. Pemanenan yang keliru dan penanganan yang tidak hati-hati di kebun dapat menurunkan mutu krop kubis, yaitu memar, luka, dan bercak berwarna hitam.

Biasanya kubis dipanen setelah berumur 81-105 hari, tergantung pada varietas yang ditanam. Pemanenan yang terlambat akan mengakibatkan krop pecah. Krop kubis sudah cukup dipanen bila tepi daun paling luar pada krop sudah melengkung ke luar dan warnanya agak ungu. Jika warna krop bagian atas sudah berubah dari hijau menjadi ungu, krop sudah agak terlambat dipanen dan akan pecah.

Infeksi penyakit busuk hitam yang disebabkan oleh bakteri *X. campestris* umumnya terjadi melalui pori-pori air atau melalui luka. Selanjutnya infeksi menyebar selama kubis dalam penyimpanan atau pengangkutan, sehingga dalam waktu singkat kubis tidak laku dijual. Biasanya infeksi patogen ini diikuti oleh infeksi bakteri busuk lunak (*E. carotovora*). Untuk mencegah/mengurangi serangan penyakit bakteri tersebut dapat dilakukan upaya sebagai berikut (Hartuti & Sinaga 1993):

- 1) Bagian batang yang dipotong diolesi dengan semen putih atau kapur tohor;
- 2) Krop kubis disimpan dalam kantong plastik polyethylene yang tertutup bersama dengan larutan Borox 7,5%.

4.6. Analisis Usaha Tani pada Penerapan Sistem PHT

Penerapan PHT pada tanaman kubis bertujuan untuk : (1) secara ekologis menjaga kelestarian lingkungan, karena pengendalian OPT dilakukan dengan berwawasan lingkungan; dan (2) secara ekonomi menguntungkan karena pengurangan biaya produksi yang banyak, khususnya biaya penggunaan pupuk dan pestisida. Untuk mengetahui besarnya keuntungan penerapan PHT pada usahatani kubis dibandingkan dengan sistem konvensional (tradisional) yang menekankan pengendalian OPT pada penggunaan pestisida secara intensif, perlu dilakukan analisis ekonomi secara sederhana. Untuk itu besarnya biaya yang dikeluarkan dan pendapatan yang diterima perlu dicatat seperti pada Tabel 3. Data untuk sistem konvensional diperoleh dari pengalaman yang lalu atau dari petani kubis di sekitarnya.

Tabel 3. Analisis biaya dan pendapatan usahatani kubis pada penerapan sistem PHT versus sistem Konvensional

No.	Uraian	Volume	Nilai (Rp.)
1.	Hasil panen .....	.....t/ha	-
2.	Nilai hasil panen .....	-	.....
3.	Biaya sarana produksi : <ul style="list-style-type: none"> • Bibit • Pupuk kandang • Insektisida • Fungisida .....	....................	....................
4.	Biaya tenaga kerja : <ul style="list-style-type: none"> • Prapanen (persemaian, pengolahan tanah, penanaman, pemeliharaan, dll) • Panen .....	..........	..........
5.	Biaya lain-lain .....	-	.....
6.	Total biaya .....	-	.....
7.	Penerimaan bersih (butir 2-6) .....	-	.....
8.	Nisbah M/B (B/C) .....	-	.....

Catatan : Perlu dibuat dua tabel secara terpisah

DAFTAR PUSTAKA

- Chua, T.H. & P.A.C. Ooi. 1986. Evaluation of three parasites in the biological control of diamondback moth in the Cameron Highlands, Malaysia. *Dalam* Talekar, N.S. & T.D. Griggs (eds.). Diamondback Moth Management. Proceedings of the First International Workshop : 173-184. Tainan, Taiwan 11-15 March 1985.
- Djatnika, I. 1984. Upaya penanggulangan *Plasmodiophora brassicae* pada tanaman kubis-kubisan. Seminar Hama Penyakit Sayuran. Cipanas Mei 1984. h. 30-32.
- Djatnika, I. 1993. Penyakit-penyakit tanaman kubis dan cara pengendalian. *Dalam* A.H. Permadi & S. Sastrosiswojo (Penyunting). Kubis. Edisi Pertama : 51-61. Kerjasama Balihort Lembang dengan Program Nasional PHT, BAPPENAS.
- Harcourt, D.G. 1954. Biology of the diamondback moth, *Plutella maculipennis* (Curt.) Lep.: Plutellidae), in Eastern Ontario. I. Distribution, economic history, synonymy and general descriptions. Contribution No. 3334. Dept. of Agric., Canada. 7 pp.
- Harcourt, D.G. 1957. Biology of the diamondback, *Plutella maculipennis* (Curt.) in Eastern Ontario. II. Life History, Behavior and host relationships. Canadian Entomol. 89: 554-564.

- Hartuti, N. & R.M. Sinaga. 1993. Teknologi pasca panen. *Dalam* A.H. Permadi & S. Sastrosiswojo (Penyunting). Kubis. Edisi Pertama: 100-125. Kerjasama Balithort Lembang dengan Program Nasional PHT, BAPPENAS.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. Pests of crops in Indonesia. Revisi oleh P.A. van der Laan. PT Ichtia Baroe-van Hoeve. Jakarta.
- Lim, G.S. & M.R. Yusof. 1992. *Cotesia plutellae* : Importance, biology and mass rearing. *Dalam* Malaysian Agricultural Research and Development Institute. Training Manual on Integrated Pest Management of Diamondback Moth in Cabbage in Malaysia. p. 15-23. MARDI, Malaysia.
- Mudjiono, G. & Nurimah. 1994. Teknologi pengendalian hama terpadu pada sayuran dataran tinggi di Kabupaten DT II Malang dan Magetan. *Dalam* Sasromarsono, S., K. Untung, S. Sastrosiswojo, E.D. Darmawan, Y. Soejitno, A. Rauf & G. Mudjiono (Penyunting). Prosiding Seminar Hasil Penelitian Pendukung Pengendalian Hama Terpadu. h. 395-420. Lembang, 27-28 Januari 1994. BAPPENAS-Badan Litbang Pertanian.
- Nieuwhof, M. 1969. Cole crops. Leonard Hill. London.
- Ooi, P.A.C. 1992. Role of parasitoids in managing diamondback moth in the Cameron Highlands, Malaysia. *Dalam* Talekar, N.S. (ed). Diamondback moth and other crucifer pests. Proceedings of the Second International Workshop: 255-262. Tainan, Taiwan, 10-12 December 1990.

- Oever, R. van den. 1973. A. Study on the life listory of *Crocidolomia binotalis* Zell. and the population dynamics of *Crocidilomia binotalis* Zell. and *Plutella maculipennis* Curt. on cabbage in Indonesia. Report an a six-moth practical stage at L.P. Hortikultura Pasar Minggu, Jakarta. 52 h.
- Permadi, A.H. & D. Djuariah. 1992. Seleksi daya krop dan ketahanan terhadap "bolting" kubis semusim di dataran rendah. Bul. Penel. Hort. 22(4) : 99-106.
- Suhardi, Euis Affandi & H. Vermeulen. 1976. First report on the incidence of clubroot on cabbage in Indonesia; current spread, damage, and importance. Bull. Penel. Hort. 4(5) : 19-24.
- Singh, R.S. 1980. Plant diseases. Oxford & IBH Publishing Co. New Dehli. 4th.ed.564 h.
- Sastrodihardjo, S. 1982. Bionomi serangga sayuran. Makalah dalam Simposium Entomologi. Perhimpunan Entomologi Indonesia. ITB, Bandung, 25-27 Agustus 1982.
- Sastrosiswojo, S. 1987. Perpaduan pengendalian secara hayati dan kimiawi hama ulat daun kubis (*Plutella xylostella* L; Lepidoptera : Yponomeutidae) pada tanaman kubis. Disertasi : Fakultas Pascasarjana UNPAD, Bandung. 388 h. (Tidak dipublikasikan).

- Sastrosiswojo, S. 1988. The effect of insecticide applications on the fecundity and longevity of diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lep. : Yponomeutidae). *Dalam* Tohari, M., S. Tjitrosemito, R. Umaly, A.G. Ibrahim, J.P. Sumangil, S.M. Bato, C.T. Hing & D.M. Sitompul (Eds.). *Proceedings of the Symposium of Pests Ecology and Pest Management* 32: 123-128. Bogor : BIOTROP.
- Sastrosiswojo, S., T. Koestoni & A. Sukwida. 1989. Status resistensi *Plutella xylostella* L. strain Lembang terhadap beberapa jenis insektisida golongan Organo fosfat, Piretroid Sintetik dan Benzoil Urea. *Bull. Penel. Hort.* 18 (1) : 85-93.
- Sastrosiswojo, S. & W. Setiawati. 1993. Hama-hama tanaman kubis dan cara pengendalian. *Dalam* A.H. Permadi & S. Sastrosiswojo (Penyunting). *Kubis. Edisi Pertama* : 39-50. Kerjasama Balihort Lembang dengan Program Nasional PHT, BAPPENAS.
- Sastrosiswojo, S. 1994. Pengendalian hama terpadu hama penting sayuran. Makalah dalam Peningkatan Peningtahuan dan Keterampilan Para Teknis dalam Management Penelitian PHT. IPB, Bogor, 13 Juni – 9 Juli 1994.
- Sastrosiswojo, S., T.K. Moekasan & W. Setiawati. 1995. Petunjuk studi lapangan PHT-sayuran. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Lembang. 193 h.
- Semangun, H. 1989. Penyakit-penyakit tanaman hortikultura di Indonesia. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 850 h.

- Setiawati, W. 1996. Status resistensi *Plutella xylostella* L. strain Lembang, Pangalengan dan Garut terhadap insektisida *Bacillus thuringiensis*. J. Hort. 6(4) : 387-391.
- Sivapragasam, A. & A.M. Abdul Aziz. 1992. Cabbage webworm on crucifers in Malaysia. *Dalam* Talekar, N.S. (ed.) Diamondback moth and other crucifer pests. Proceedings of the Second International Workshop : 75-80 Tainan, taiwan, 10-12 December 1990.
- Soeriaatmadja, R.E. & S. Sastrosiswojo. 1988. Pemeriksaan residu insektisida dalam buah tomat dan tanaman kubis di Kecamatan Lembang, Pangalengan dan Cisurupan. Media Penelitian Sukamandi 6 : 13-21.
- Subhan. 1989. Pengaruh mulsa dan waktu pemberian pupuk N terhadap pertumbuhan dan hasil kubis (*Brassica oleraceae* L.) varietas K Cross di dataran rendah. Bull. Penel. Hort. 17(3) : 53-62.
- Sujud & Y. Emka. 1974. The black cutworm (*Agrotis ipsilon*): Population fluctuations in relation to rainfall and evaluation of non-organochlorine insecticides for its control. Agric. Crop. Project Res. Reports. Central Res. Inst. For Agric. Bogor. h. 374-378.
- Sudarwohadi S. 1975. Pengaruh waktu tanam kubis dan dinamika populasi *Plutella maculipennis* Curt. dan *Crociodolomia binotalis* Zell. Bul. Penel. Hort. 3(4) : 3-14.
- Suryadi & A.H. Permadi. 1998. Evaluasi pertumbuhan dan daya hasil sepuluh genotipe kubis di dataran tinggi dan medium. J. Hort. 7(4) : 864-869.

- Suryaningsih, Eius. 1981. Penyakit akar pekuk (*Plasmodiophora brassicae*) : penyebaran dan cara pemberantasannya. Kongres Nasional VI PFI, Bukittinggi, Mei 1981. 11 h.
- Suwandi, Y. Hilman & N. Nurtika. 1993. Budidaya tanaman kubis, *Dalam* : A.H. Permadi & S. Sastrosiswojo (Penyunting). Kubis. Edisi Pertama. Balihort Lembang-BAPPENAS.h.23-38.
- Thayib, M. 1983. Penyelidikan mengenai bionomi serangga hama kubis *Crociodolomia binotalis* Zeller. Lepidoptera : Pyralidae. Disertasi. UGM. Yogyakarta. 181 h. (Tidak dipublikasikan).
- Ulyyett, G.C. 1947. Mortality factors in populations of *PLutella maculipennis* Curtis (Teneidae : Lepidoptera) and their relation to the problem of control. Entomol. Mem. 2 : 77-202.
- Vos. H.C.C.A.A. 1953. Introduction in Indonesia of *Angitia cerophaga* Grav., a parasite of *Plutella maculipennis* Curt. Pemberitaan Balai Besar Penyelidikan Pertanian Bogor. No. 134-32 h.
- Walker, J.C. 1952. Diseases of vegetable crops. McGraw Hill Book Co, New York. 529 h.
- Waterhouse, D.F. 1992. Biological control of diamondback moth in the Pacific. *Dalam* Talekar, N.S. (ed.). Diamondback moth and other crucifer pests. Proceedings of the Second International Workshop : 213-224. Tainan. Taiwan, 10-12 December 1990.

- Wilding, N. 1986. The pathogens of diamondback moth and their potential for its control – a Review. *Dalam* Talekar, N.S. & T.D. Griggs (eds.) Diamondback moth management. Proceedings of the First International Workshop : 220-232. tainan, Taiwan, 11-15 March 1985.
- Woodford, J.A.T., A.L.H. Dibyantoro, R. Soeriaatmadja, A.H. Sutisna, H.A.J. Moll, K. Palalo & L. Suparta. 1981. The use of agrochemicals on potato, tomato, and cabbage in West Java. BPTP Lembang-Project ATA-28. 37 h.
- Yusof, M.R. & G.S. Lim. 1992. Biological control : Principles, techniques and implementation. *Dalam* Malaysian Agricultural Research and Development Institute. Training Manual on Integrated Pest Management of Diamondback Moth in Cabbage in Malaysia. h. 9-13. MARDI, Malaysia.

MONOGRAFI YANG TELAH DITERBITKAN OLEH BALITSA

- Monografi No. 1, 1996 Rampai - rampai Kangkung (*Anna L.H. Dibiyantoro*)
- Monografi No. 2, 1996 Pembentukan Hibrida Cabai (*Yenni Kusandriani*)
- Monografi No. 3, 1996 Teknik Perbanyak Kentang Secara Cepat (*Sudjoko Sahat dan Iteu M. Hidayat*)
- Monografi No. 4, 1996 Bayam : Sayuran Penyangga Petani di Indonesia (*A. Widjaja W. Hadiseganda*)
- Monografi No. 5, 1996 Varietas Bawang Merah di Indonesia (*Sartono Putrasamedja dan Suwandi*)
- Monografi No. 6, 1997 Metode Wawancara Kelompok Petani : Kegunaan dan Aplikasinya Dalam Penelitian Sosial-Ekonomi Tanaman Sayuran (*Rofik Sinung Basuki*)
- Monografi No. 7, 1997 Budidaya Bawang Putih di Dataran Tinggi (*Yusdar Hilman, A. Hidayat, dan Suwandi*)
- Monografi No. 8, 1997 Pengeringan Cabai (*Nur Hartuti dan R.M. Sinaga*)
- Monografi No. 9, 1998 Irigasi Tetes pada Budidaya Cabai (*Agus Sumarna*)
- Monografi No.10, 1998 Pestisida Selektif Untuk Menanggulangi OPT pada Tanaman Cabai (*Euis Suryaningsih dan Laksmiawati Prabaningrum*)
- Monografi No.11, 1998 Thrips pada Tanaman Sayuran (*Anna L.H. Dibiyantoro*)
- Monografi No.12, 1998 Kripik Kentang, Salah satu Diversifikasi Produk (*Nur Hartuti dan R.M. Sinaga*)
- Monografi No.13, 1998 Aneka Makanan Indonesia Dari Kentang (*Nur Hartuti dan Enung Murtiningsih*)
- Monografi No.14, 1998 *Liriomyza* sp. Hama Baru pada Tanaman Kentang (*Wiwin Setiawati*)
- Monografi No.15, 1998 SeNPV, Insektisida Mikroba Untuk Mengendalikan Hama Ulat Bawang, *Spodoptera exigua* (*Tonny K. Moekasan*)

MONOGRAFI YANG TELAH DITERBITKAN OLEH BALITSA:

MONOGRAFI NO. 16, 1998
PEMASARAN BAWANG MERAH DAN CABAI
(*Thomas Agoes Soetiarso*)

MONOGRAFI NO. 17, 1998
PERBAIKAN KUALITAS SAYURAN BERDASARKAN PREFERENSI KONSUMEN
(*Mieke Ameriana*)

MONOGRAFI NO. 18, 1998
PENGENDALIAN HAMA PENGGEREK UMBI / DAUN KENTANG
(*Phthorimaea operculella* Zell.) **DENGAN MENGGUNAKAN INSEKTISIDA**
MIKROBA GRANULOSIS VIRUS (PoGV)
(*W. Setiawati, R.E. Soeriaatmadja, T. Rubiati, dan E. Chujoy*)

MONOGRAFI NO. 19, 2000
PENERAPAN PHT PADA SISTEM TANAM TUMPANGILIR
BAWANG MERAH DAN CABAI
(*Tonny K. Moekasan, Laksmiawati Prabaningrum, dan Meitha Lussia Ratnawati*)

MONOGRAFI NO. 20, 2000
BIJI BOTANI KENTANG (TRUE POTATO SEED = TPS):
BAHAN ALTERNATIF DALAM PENANAMAN KENTANG
(*Nikardi Gunadi*)

MONOGRAFI NO 21, 2000
PENERAPAN TEKNOLOGI PHT PADA TANAMAN KUBIS
(*Sudarwahadi Sastrosiswojo, Tinny S. Uhan dan Rachmat Sutarya*)

MONOGRAFI NO 22, 2000
Stat-RIV 2.0, PROGRAM KOMPUTER PENGOLAH DATA ANALISIS
PROBIT DAN PETUNJUK PENGGUNAANNYA
(*Tonny K. Moekasan dan Laksmiawati Prabaningrum*)

MONOGRAFI NO 23, 2001
PENERAPAN TEKNOLOGI PHT PADA TANAMAN TOMAT
(*Wiwini Setiawati, Ineu Sulastrini dan Neni Gunaeni*)

MONOGRAFI NO. 24, 2004
PEMANFAATAN MUSUH ALAMI DALAM PENGENDALIAN HAYATI HAMA
PADA TANAMAN SAYURAN
(*Wiwini Setiawati, Tinny S. Uhan dan Bagus K. Udiarto*)

MONOGRAFI NO. 25, 2004
MENGENAL SAYURAN INDIJENES
(*Suryadi dan Kusmana*)

MONOGRAFI NO. 26, 2004
PESTISIDA BOTANI UNTUK MENGENDALIKAN HAMA DAN PENYAKIT
PADA TANAMAN SAYURAN
(*Euis Suryaningsih dan Widjaja W. Hadisoeganda*)

MONOGRAFI NO. 27, 2005
BUDIDAYA TANAMAN SAYURAN DENGAN SISTEM HIDROPONIK
(*Rini Rosliani dan Nani Sumarni*)