

ISBN : 978-979-3100-53-1

KETAHANAN TANAMAN TERHADAP HAMA

Oleh :

MOCH. SODIQ

UPN Press

KETAHAHAN TANAMAN TERHADAP HAMA



**Disusun oleh :
MOCH. SODIQ**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
FAKULTAS PERTANIAN
2009**

KATA PENGANTAR

Kami panjatkan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan berkahnya, sehingga tersusunlah buku Ketahanan Tanaman Terhadap Hama.

Undang-undang No. 12 Tahun 1992 Tentang Sistem Budi Daya Tanaman menyatakan bahwa perlindungan tanaman dilaksanakan dengan sistem pengendalian hama terpadu. Penggunaan varietas baru merupakan salah satu komponen penting pengendalian hama terpadu. Dengan menanam varietas tahan hama, maka tanaman, akan dapat tumbuh dengan baik dan terhindar dari kerusakan berat akibat serangan hama.

Buku ini kami susun guna melengkapi materi perkuliahan mahasiswa Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Jawa Timur dalam mata kuliah pengendalian hama terpadu.

Seperti kita ketahui bersama bahwa pengendalian hama terpadu (PHT), sudah menjadi pedoman masyarakat pertanian Indonesia dalam rangka melindungi tanaman dari organisme pengganggu tumbuhan.

Pada kesempatan ini, kami menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya bagi semua pihak yang telah membantu hingga tercetaknya buku ini.

Kami sadar bahwa buku ini tentunya masih banyak kekurangan, sehingga segala kritik maupun saran yang membangun datangnya dari siapapun akan kami terima dengan senang hati.

Semoga buku ini bermanfaat bagi yang memerlukannya.

Surabaya, Pebruari 2009

Penulis

Moch. Sodiq

BAB I

PENDAHULUAN

A. Hama dan Pengendaliannya

Sektor pertanian di Indonesia sampai saat ini masih berperan sangat penting bagi pembangunan nasional. Hal ini ditunjukkan dalam pertumbuhan perekonomian nasional melalui peningkatan PDB, perolehan devisa, penyediaan bahan baku untuk industri, pengentasan kemiskinan, penyediaan lapangan pekerjaan, penyediaan bahan pangan dan peningkatan pendapatan masyarakat. Salah satu kendala dalam peningkatan produksi dibidang pertanian adalah adanya serangan hama dan penyakit. Pengendalian hama dan penyakit tanaman pada usaha tani saat ini merupakan suatu keharusan yang perlu dilakukan guna memperoleh keuntungan semaksimal mungkin.

Tidak ada satupun intervensi manusia terhadap sistem alam ini yang tidak berpengaruh terhadap ekosistem dalam berbagai skala. Sebagai contoh pada bidang pengendalian hama adalah penggunaan pestisida yang ternyata dapat meningkatkan produksi pertanian, tetapi disisi lain dapat menimbulkan magnifikasi biologis dalam tubuh manusia. Contoh lain penggunaan bibit unggul yang dapat melipatgandakan hasil panen dalam sistem monokultur, akan menambah rawannya agroekosistem yang peka terhadap gangguan lingkungan lain.

Penanaman varietas unggul dalam bidang pertanian untuk meningkatkan produksi telah memberikan hasil yang cukup menggembirakan. UU No. 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman menyatakan bahwa perlindungan tanaman dilaksanakan dengan sistem pengendalian hama terpadu.

Komponen pengendalian hama/penyakit terpadu antara lain adalah penggunaan varietas tahan, cara bercocok tanam, pemanfaatan agen biologis, pestisida dan pengamatan hama/penyakit secara rutin (monitoring). Penggunaan varietas tahan ternyata biayanya relatif murah, mantap, tidak menimbulkan pencemaran lingkungan dan mudah diaplikasikan oleh petani di lapang. Dengan demikian ketahanan suatu tanaman, khususnya terhadap serangan suatu hama

sangat memegang peranan penting dalam pengendalian hama secara terpadu. Oleh karena itu kita harus selalu menghasilkan jenis tanaman baru, yang memiliki ketahanan terhadap hama-hama penting yang cukup handal.

B. Perkembangan dan Pemanfaatan Varietas Tahan

Perkembangan varietas-varietas tanaman di suatu daerah ditentukan oleh keserasian lingkungan, potensi hasil, ketahanan hama dan penyakit, umur dan mutu hasil. Hal ini terlihat jelas pada tahun 1985 pada tanaman padi, dimana pemerintah sudah melepas banyak varietas padi ternyata kenyataannya di lapang hanya ada 4 – 6 varietas yang luas ditanam petani dengan areal tanaman ratusan ribu sampai jutaan hektar. Tiga varietas yang populer pada waktu itu adalah IR 36 di Jawa Timur, Bali dan NTB, Cisadane di Jawa Barat, Jawa Tengah dan Sulawesi Selatan, serta IR 42 di Sumatera Barat, di pesisir timur Sumatera dan Sulawesi Selatan. Varietas tebu BZ 141 yang tahan kekeringan, tetapi karena daun tuanya sulit diklentek (dibuang) juga tidak bisa berkembang di petani dengan baik.

Hasil survei Balitpa Tahun 2002 dan 2003 menunjukkan bahwa di 12 propinsi penghasil utama padi di Indonesia, dari sekitar 80 varietas unggul baru, yang ditanam petani secara luas adalah IR 64, Way Apo Buru, Ciliwung, Membramo dan Ciherang. IR 64 menggeser padi IR 36 yang dominan antara tahun 1978 – 1980. Mulai tahun 2003 popularitas IR 64 mulai bergeser ke beberapa VUB (Varietas Unggul Baru) yang dilepas dalam periode 1995 – 2003.

Disebutkan ada 5 alasan utama penentu pilihan petani, yaitu potensi hasil tinggi, harga tinggi, rasa nasi enak, umur pendek dan tahan terhadap hama dan penyakit (Anonim, 2004).

Pemanfaatan varietas tahan sebagai pengendali hama sudah diterapkan sejak pertengahan tahun 1970-an, yaitu pada saat terjadi ledakan hama wereng batang coklat padi. Penggunaan varietas tahan, khususnya pada tanaman padi terus dilakukan oleh petani pada lahan-lahan sawah yang endemis serangan wereng coklat. Beberapa varietas padi yang sangat menonjol dan disukai oleh petani dan ditanam luas pada periode waktu yang lalu antara lain IR 26 (1970-an), IR 36 (1970 – 1980-an), IR 64 (1990-an), Cisadane (1980-an), IR 42, Krueng

Aceh (1980-an), Way Apo Buru (1990-an) dan lain-lain (Alimoeso, 2001). Pada tanaman jagung, kedelai, kacang tanah, tebu dan lain-lain juga telah banyak digunakan varietas-varietas yang tahan terhadap OPT tertentu.

Penggunaan varietas tahan secara terus menerus dalam rangka penanggulangan serangan hama/penyakit ternyata dapat merangsang timbulnya ras atau biotipe baru penyakit atau hama tersebut. Sebagai gambaran dari pengalaman di lapang menunjukkan penanaman varietas PB 26, yang memiliki gen Bph-1 (untuk menanggulangi wereng coklat biotipe-1), ternyata mendorong terbentuknya biotipe-2. Demikian pula di Sulawesi Utara, penanaman varietas IR 42 (untuk menanggulangi wereng coklat biotipe-2), mendorong terbentuknya biotipe Sumatera Utara (SU).

Varietas tahan hama telah lama diketahui sejak abad XIX, misalnya tanaman apel winter majetin yang tahan terhadap *Wooly apple aphid*, *Eriorasa lanigerum* pada tahun 1831, tetapi baru pada abad XX pemuliaan tanaman mencari tanaman jagung yang tahan hama menjadi penting, seperti program pemuliaan mencari tanaman jagung yang tahan *Corn earworm*, *Heliotis zea* (Boddue) di Kansas, Amerika Serikat.

Di negara kita program pemuliaan mencari tanaman padi yang tahan terhadap wereng coklat, tanaman tebu yang tahan terhadap penggerek batang dan lainnya juga terus dikembangkan sebagai salah satu komponen pengendalian secara terpadu.

BAB II

HUBUNGAN TIMBAL BALIK SERANGGA DAN TUMBUHAN

A. Model / Bentuk Hubungan Timbal Balik Serangga dan Tumbuhan

Tumbuhan dan serangga dalam hubungan timbal balik akan dapat saling memperoleh keuntungan. Tetapi pada umumnya serangga selalu mendapatkan makanan dari tumbuh-tumbuhan, sehingga serangga dapat merugikan tumbuhan.

1. Tumbuhan Sebagai Tempat Bertelur, Berlindung dan Pakan

Serangga tertarik kepada tumbuhan adalah untuk tempat bertelur, berlindung dan sebagai pakannya. Bagian-bagian tumbuhan yang digunakan sebagai makanan adalah daun, tangkai, bunga, buah, akar, cairan tumbuhan dan madu. Beberapa bagian tanaman dapat digunakan untuk tempat berlindung atau membuat kokon. Hampir 50% dari serangga adalah pemakan tumbuhan (fitofagus), selebihnya pemakan serangga lain atau sisa-sisa tumbuhan dan binatang.

Pada serangga yang ovipar, telur diletakkan dengan beberapa cara, yaitu 1) di dalam jaringan tumbuhan; 2) di bawah permukaan tanah; 3) pada permukaan bagian tumbuhan, dan 4) dalam butiran biji/buah. Serangga betina akan meletakkan telur yang berdekatan dengan pakan bagi serangga muda bila telur itu menetas. Pengelompokan telur pada suatu tempat bisa mulai 2 sampai ratusan butir. Untuk mencegah terjadinya kekeringan atau gangguan dari luar, kelompok telur ada yang ditutupi rambut, zat-zat yang menyerupai lilin atau zat-zat lain yang tahan air.

Sebagai contoh telur hama penggerek batang tebu diletakkan pada permukaan daun sebelah bawah. Telur lalat buah *Bactrocera dorsalis* diletakkan dalam buah.

Imago belalang daun jambu (*Phyllium sp.*) selalu hidup diantara daun-daun jambu batu dan tidak memiliki daya terbang dan Bergeraknya juga sangat lambat oleh karena itu bentuk maupun warna tubuhnya mirip dengan daun jambu. Belalang sembah (Mantidae) dan berbagai jenis belalang pedang (Tettigoniidae) selalu berlindung pada daun-daun yang mirip dengan bentuk, warna sayap dan tulang-tulang sayap.

Sedangkan serangga pemakan tumbuhan dibagi menjadi dua golongan, yaitu pemakan bagian-bagian luar tumbuhan dan pemakan bagian-bagian dalam tumbuhan.

Golongan pemakan bagian-bagian luar tumbuhan sebagian besar terdiri dari serangga-serangga yang tipe mulutnya mengunyah. Kerusakan tumbuhan pada permukaan daun dengan adanya lubang-lubang, tinggal kerangka daunnya saja atau kerusakan mulai dari tepi daun berupa gigitan-gigitan dengan berbagai macam bentuk dan tipe. Selain daun, serangga golongan ini memakan tunas, batang dan bahkan dapat memakan hampir seluruh bagian tumbuhan. Contohnya serangga dari ordo Orthoptera, Lepidoptera dan Coleoptera.

Golongan serangga pemakan bagian dalam tumbuhan antara lain serangga yang cara memakannya mengisap, menggerak dan memakan bagian dalam lainnya. Serangga yang memakan bagian dalam tumbuhan adalah jenis dari ordo Lepidoptera, Coleoptera dan Diptera yaitu terutama yang larvanya menggerak. Sedangkan golongan serangga mengisap adalah dari ordo Thysanoptera, Hemiptera dan Homoptera.

2. Serangga Sebagai Penyerbuk dan Penyebaran Tumbuhan

Di samping hubungan yang merugikan di atas, juga ada hubungan yang saling menguntungkan antara tumbuhan dan serangga terutama serangga berperan pada proses persilangan (polinasi) dan penyebaran biji. Hubungan ini memberikan keuntungan bagi tumbuhan, karena memberi peluang bagi tumbuhan untuk pertukaran gen dengan individu yang jauh pada jenis yang sama tanpa kehilangan banyak serbuk sari (polen).

Banyak tumbuhan yang penyebarannya dilakukan oleh serangga dan sebaliknya serangga memperoleh keuntungan mendapat pakan dari serbuk sari. Baik bunga maupun serangga pada umumnya mempunyai struktur tertentu guna memungkinkan terjadinya polinasi, seperti tanaman anggrek, coklat dan lain-lain.

Hasil penelitian Budijono *dkk.* (1987) menunjukkan bahwa buah mangga yang diberi serangga polinator (sejenis lalat dari ordo Diptera) dapat

meningkatkan jumlah buah saat dipanen sebesar 8,3% bila dibandingkan dengan bunga mangga tanpa diberi serangga polinator.

3. Serangga Sebagai Vektor Penyakit

Serangga selain memakan tumbuhan juga ada yang berperan sebagai vektor penyakit. Misalnya penyakit virus tungro padi ditularkan oleh wereng hijau yaitu *Nephotetix impicticeps* dan *Nephotetix apicalis*. Serangga ini dapat menularkan virus apabila minimum selama 30 menit mengambil pakan pada tanaman padi yang sakit dan makan pada tanaman yang akan ditularinya minimum selama 15 menit. Jenis serangga lainnya yang menjadi vektor penyakit seperti *Diaphorina citri* sebagai vektor penyakit CVPD tanaman jeruk, serangga *Bomisia tabaci* (kutu kebul tembakau dan kapas) dikenal sebagai vektor dari banyak penyakit tanaman.

B. Komponen yang Terlibat Dalam Hubungan Timbal Balik Serangga dan Tumbuhan

1. Serangga

Proses pemilihan inang oleh serangga dilakukan dengan beberapa cara seperti melalui penglihatan (*visual*), penciuman (*olfaktori*), pencicipan (*gustatori*) dan perabaan (*taktil*). Metclaf dan Luckman (1975) mengemukakan bahwa proses pemilihan inang oleh serangga melalui beberapa tahap, yaitu :

- a. Pencarian habitat inang (*host habitat finding*) ; mencari habitat inang dengan mempergunakan mekanisme yang melibatkan fototaksis, geotaksis, preferensi tempat dan kelembaban.
- b. Pencarian inang (*host finding*); pada umumnya mempergunakan mekanisme yang melibatkan tanggap olfaktori dan penglihatan.
- c. Pengenalan inang (*host recognition*); adanya rangsangan olfaktori, rasa dan raba akan membantu serangga mengenal inang.
- d. Penerimaan inang (*host acceptance*) ; adanya senyawa-senyawa kimia khas yang dikandung inang akan membuat serangga dapat menerima inang tersebut.

- e. Kesesuaian inang (*host suitability*) ; tanaman yang tidak mengandung racun tetapi mengandung zat makanan yang sesuai akan menunjang proses perkembangbiakan serangga.

Kemoreseptor adalah indera yang berfungsi untuk menerima energi berupa molekul kimia. Indera perasa dan pencium termasuk dalam golongan ini.

Pada jenis serangga yang imagonya dapat terbang, sebagian besar kelangsungan hidupnya tergantung dari indera kimia. Indera kimia digunakan untuk mengetahui tempat bahan pakan, meletakkan telur pada tanaman inang, mengenal kawan sesama sarang, membedakan musuh dan menemukan lawan jenis kelaminnya.

Kemoreseptor umumnya terpusat pada antena, alat mulut dan tarsi (Wigglesworth, 1972). Serangga mempunyai indera penciuman dan indera perasa, tetapi untuk mendeteksi suatu senyawa kimia dengan dendrit organ-organ penerima (Dethier, 1963 *dalam* Atkins, 1980). Senyawa dalam bentuk gas dapat tertangkap oleh indera pencium, sedang senyawa dalam bentuk cairan atau padat ditangkap oleh indera perasa.

Kemoreseptor dicirikan oleh ujung-ujung saraf yang halus sekali, yang berhubungan dengan udara luar melalui pori-pori pada kutikula. Kutikula ini tipis, halus dan mempunyai struktur seperti saringan (Wigglesworth, 1972). Reseptor yang dapat mendeteksi senyawa kimia dalam bentuk gas dalam konsentrasi rendah, umumnya mempunyai banyak neuron.

Indera pencium mampu mendeteksi suatu senyawa kimia yang berada di udara dalam bentuk gas (aroma) pada jarak beberapa meter dari sumber aroma, sedangkan untuk mengidentifikasi senyawa tersebut digunakan indera perasa (pencicipan).

Indera penciuman terdapat pada antena dan alat-alat mulut, juga pada ovipositor (Atkins, 1980). Menurut Wigglesworth (1972) indera penciuman pada Diptera umumnya terdapat pada antena. Indera pencicipan terdapat pada alat mulut (Atkins, 1980; Wigglesworth, 1972). Daya penangkapan aroma tergantung pada jumlah sensila yang terdapat

pada tubuh serangga, jumlah neuron pada tiap sensila dan jumlah percabangan tiap-tiap dendrit. Tiap indera penciuman terdiri dari satu atau lebih saraf-saraf penerima. Saraf-saraf ini memiliki dendrit yang berhubungan dengan struktur kutikula dan benang-benang saraf yang dapat meneruskan rangsangan ke sistem saraf pusat. Serangga dapat menerima rangsangan bila terjadi kontak antara saraf pusat. Serangga dapat menerima rangsangan bila terjadi kontak antara molekul-molekul gas dengan dendrit. Rangsangan dari dendrit kemudian diteruskan ke tubuh sel, lalu ke sistem saraf pusat melalui benang saraf (Atkins, 1980). Kemudian rangsangan diteruskan lagi oleh benang saraf ke organ-organ penanggap (misal otot) (Ezlinga, 1978). Tanggap dapat berupa ketertarikan serangga pada sumber bau-bauan tersebut, sehingga serangga bergerak mendekat atau menjauhi sumber bau-bauan tersebut. Sistem saraf penciuman terdiri dari neuron penerima rangsangan, neuron penyalur dan neuron perantara (Atkins, 1980).

Fotoreseptor adalah indera yang berfungsi untuk menerima cahaya. Komunikasi visual pada serangga terhadap tumbuhan terjadi karena adanya alat indera yang menerima cahaya seperti mata majemuk, mata tunggal dan stemata.

Mata majemuk pada serangga dewasa umumnya terdiri dari dua buah yang letakkan sedemikian rupa dan menonjol, sehingga dapat memberikan lapangan pandangan yang luas. Setiap mata majemuk terdiri dari sejumlah ommatidia yang banyaknya bervariasi tergantung dari jenis serangganya. Mata majemuk lalat rumah terdiri dari 4000 ommatidia. Setiap ommatidium dilengkapi dengan lensa cembung tembus cahaya (cornea), bagian penerima cahaya dan bagian saraf yang berfungsi menangkap radiasi kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang selanjutnya diteruskan ke otak. Terangnya bayangan yang diterima oleh setiap ommatidium tergantung pada sudut datangnya cahaya dan gelombang cahaya.

Spektrum warna yang dapat dilihat oleh manusia yang mempunyai panjang gelombang antara 400 m μ (ultra violet) dan 750 m μ (merah).

Sedangkan serangga hanya mampu memberikan respon terhadap cahaya dengan panjang gelombang antara 300-400 m μ (warna mendekati ultraviolet) sampai 600-650 m μ (warna jingga). Diantara beberapa warna spektrum cahaya tersebut, ada dua yang menghasilkan respon paling tinggi pada serangga yaitu cahaya mendekati ultraviolet (350 m μ) dan hijau kebiruan (500 m μ). sifat fototaksis yang ada pada serangga umumnya tertuju pada warna yang mendekati ultraviolet tersebut. Persepsi serangga seperti lebah madu terhadap warna warna tertentu dapat berbeda apabila dibandingkan dengan persepsi manusia.

Serangga juga dapat memberikan respon terhadap cahaya yang terpolarisasi, misalnya pada lebah madu. Tarian lebah bekerja yang berfungsi sebagai isyarat mengenai lokasi (arah dan jarak) sumber pakan bagi rekan lainnya, akan sangat tergantung pada corak cahaya yang terpolarisasi dari langit yang biru (cerah).

Pada keadaan langit berawan seluruhnya, maka tarian tersebut sering menyesatkan orientasi.

Nimfa dan imago serangga hemimetabola juga dilengkapi oleh tiga mata tunggal (*ocelli*), disamping mata majemuknya. Tampaknya mata tunggal tersebut tidak ada kaitannya dengan fungsi sebagai alat pengelihatan, tetapi mata tunggal tersebut sangat peka terhadap cahaya yang intensitasnya sangat rendah. Juga telah diketahui bahwa serangga mampu menangkap cahaya langsung melalui sel-sel otaknya.

Larva serangga holometabola tidak mempunyai mata tunggal dan mata majemuk, tetapi sebagai gantinya pada setiap sisi kepalanya terdapat 6 stemmata, yang paling sedikit menangkap suatu bentuk mosaik kasar. Oleh sebab itu ulat dapat membedakan bentuk suatu benda dan selalu berorientasi menuju ke perbatasan antara daerah berwarna hitam dan putih. Dalam beberapa hal stemmata dapat memberikan respon terhadap cahaya yang terpolarisasi, seperti yang terdapat pada ulat penggulung daun. Beberapa jenis ulat sering menggerakkan kepalanya sewaktu berjalan. Tujuan adalah untuk mereduksi kekurangan yang ada pada sistem

pandangan ulat tersebut. Dengan perilaku seperti tersebut di atas ulat mencoba memperluas lapangan pandangnya.

Meskipun serangga tidak dapat membedakan bentuk-bentuk segitiga, bujur sangkar atau bulat dengan baik, tetapi umumnya mereka mampu membedakan bentuk padatan dan kepingan. Bunga yang terdiri dari beberapa bagian seperti sepal dan petal, tidak lain merupakan bayangan yang berkelap kelip dan hal itu dapat menjadi isyarat bahwa disitu adalah lokasi nektar. Isyarat tersebut akan ditangkap oleh lebah sehingga mereka tertarik untuk menuju ke bunga. Hal ini penting untuk proses penyerbukan alami.

2. Tumbuhan

Komponen yang terlibat pada tumbuhan dalam hubungan timbal balik serangga adalah adanya faktor biofisik dan biokimia.

Faktor biofisik seperti morfologi, anatomi dan warna tumbuhan mempengaruhi ketahanan suatu varietas. Tumbuhan menjadi lebih disenangi atau sebaliknya oleh serangga, tergantung dari besarnya peranan setiap faktor atau kombinasi dari ketiga faktor di atas. Sebenarnya pemilihan tanaman inang oleh serangga merupakan suatu rangkaian peristiwa, dipilih atau ditinggalkan.

a. Faktor Biofisik

Varietas kapas Rahtim 101 tahan terhadap tungau *Tetranychus telarius*, karena varietas ini berbulu bercabang dan lebat sehingga tungau mengalami kesulitan untuk memasukkan stiletnya. Varietas terong yang memiliki bulu lebat ternyata juga tidak disukai oleh serangga *Epilachna sp.*

Eksudasi yang dikeluarkan oleh trikoma pada tanaman Solanaceae menghalangi gerakan kutu-kutu daun seperti *Myzus persicae*, *Macrosiphun euphorbiadae* dan *Tetranychus cinnabarium*. Duri halus yang terdapat pada bagian bawah daun atau pada tulang daun telah

dilaporkan dijumpai pada tanaman yang kurang peka terhadap penggerek pucuk tebu *Scirpophoga nivella*.

Tinggi tanaman, panjang dan lebar daun bendera, besar batang, licinnya permukaan daun berkorelasi positif dengan ketahanan varietas padi terhadap penggerek padi bergaris (*Chilo suppressalis*), namun secara keseluruhan hal seperti ini tidak dijumpai pada penggerek padi kuning *Tryporyza incertulas*.

Makan dan peletakkan telur sesuatu serangga dapat dihambat oleh tebalnya jaringan epidermis dan kerasnya jaringan tanaman. Kerasnya tulang-tulang daun, lamina dan sel-sel palisade, mempengaruhi ketahanan tanaman kapas terhadap *Empoasca devastant*.

Tanaman jagung yang memasuki saat keluarnya rambut tongkol lebih awal akan menerima infeksi telur lebih banyak daripada tanaman yang memasuki saat keluarnya rambut tongkol 5 hari lebih lama dalam plot-plot yang sama oleh hama penggerek jagung *Ostrinia nubilalis* Hubner.

Ada serangga yang datang untuk bertelur karena tertarik oleh warna tanaman tersebut. Seekor kumbang kapas misalnya datang ke kuncup bunga kapas tertarik oleh warna yang hijau dan kemudian bertelur padanya. Larva kumbang yang menetas akan memakan kapas, kemudian dihasilkan jenis kapas yang warna kelopakannya merah (mengandung lebih banyak antosianin), ternyata jenis ini tidak menarik sebagian besar kumbang kapas.

b. Faktor Biokimia

Perbedaan ketahanan tanaman terhadap serangga tertentu banyak sekali disebabkan oleh faktor kimia yang terdapat pada tanaman, baik secara kualitatif maupun secara kuantitatif. Beck (1965) menggolongkan faktor biokimia ini dalam dua golongan, yaitu yang menghambat proses fisiologi dan kurangnya salah satu unsur pakan yang diperlukan oleh serangga pada tanaman. Penghambat fisiologi antara lain adalah alkaloida beracun yang banyak pada tumbuhan. Unsur pakan (gizi) berpengaruh

terhadap kehidupan serangga. Bagi serangga, karbohidrat (sukrose, fuktose) merupakan sumber energi terbesar guna keperluan sistem reproduksi dan lama hidup. Protein diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan serangga. Kualitas protein tergantung dari asam amino seperti arginin, lisin, leusin, isoleusin, triptopan, histidin, fenil alanin, methionin, valin dan treonin. Lemak, asam lemak dan sterol dibutuhkan serangga untuk persediaan energi dan perkembangan sayap. Beberapa jenis serangga menggunakan lemak murni seperti asam linoleik dan asam linolenik. Ordo Diptera memerlukan asam linoleik dan linolenik. Vitamin walaupun dalam jumlah sedikit dibutuhkan bagi kehidupan serangga. Serangga fitofag biasanya perlu vitamin-vitamin yang larut dalam air (hidropilik). Vitamin yang larut dalam lemak seperti A, D, E, K juga sering dibutuhkan serangga. Vitamin A untuk penglihatan, vitamin C untuk pergantian kulit dan vitamin E untuk reproduksi. Mineral seperti Sodium, K, Mn, Fe, Cu dan Zn dibutuhkan untuk pertumbuhan optimal. Sedangkan air berfungsi dalam kehidupan serangga untuk mengatur keseimbangan kadar air tubuh. Kadar air serangga kurang lebih 50-90%.

Tumbuhan berhijau daun dalam proses fotosintesis sebagai hasil pertama (hasil metabolisme dasar) adalah gula dan asam amino, sebagai persenyawaan penyusun atau persediaan protein, lemak, minyak, polisakarida, pati dan hemiselulosa. Selain itu ada tumbuhan yang menghasilkan senyawa-senyawa skunder penting seperti yang memiliki berat molekul kurang 1000, yaitu pigmen-pigmen, alkohol, sterol, glukosida (fenol, alkohol kompleks), alkaloid, aldehida-aldehida menguap ester, ester (dalam minyak-minyak esensial dengan terpenin). Sedangkan yang berat molekulnya tinggi (lebih 1000) yaitu selulosa, hemi selulosa, rektin, blendok (90 m), resin, karet, tanin, lignin dan asam nukleat.

Dimboa (2,4-dihidroki-7-methoxy-(2H)-1,4-benzoxasine-3 (4H) - one) menyebabkan kematian yang tinggi terhadap keturunan pertama larva *Ostrinia nubilalis* pada tanaman jagung (Reed *dkk.* 1972). Lebih lanjut diketahui bahwa gosipol (8,8 dicarboxal-dehyde-1, 1,6,7, 7-hexahydroxy-5,5-diisopropyl-3,3-dimethyl-2,2-binaphthalene) merupakan

salah satu faktor penting yang menyebabkan tanaman kapas tahan terhadap berbagai macam hama (Shaver dan Garcia, 1973).

Sogowa dan Pathak (1970) melaporkan bahwa konsentrasi aspergine adalah lebih rendah pada tanaman padi yang tahan wereng coklat. Wereng coklat yang dikurung pada varietas Mudgo yang memiliki konsentrasi aspergine rendah akan mengalami kematian tinggi.

Ketahanan varietas padi WC 1263 terhadap penggerek padi kuning agaknya disebabkan oleh faktor biofisik dan biokimia, sedang pada ketahanan galur IR 1820-52-2 faktor biokimia (antibiosis) memegang peranan utama (Manwan dan Sama, 1976).

Hsioa (1969) mengemukakan pentingnya faktor gizi pada pertumbuhan dan perkembangan populasi kumbang kentang (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Faktor keunggulan gisi yang terkandung dalam pakan sangat dipengaruhi oleh kondisi tumbuhan dan tergantung pada keseimbangan komponen-komponen yang penting dalam pakan serangga (Dhethier, 1970). Selanjutnya dikatakan bahwa serangga yang mendapat pakan yang sesuai dari tumbuhan inang akan tetap pada tumbuhan tersebut. Sebaliknya serangga yang mencicipi pakan yang kurang sesuai, akan terus berpindah.

Pada contoh lain Saxena, Gandhi dan Saxena (1974) menguji *Empoasca sp.*, pada beberapa jenis tumbuhan inang. Pada tumbuhan inang yang sesuai, wereng tersebut dapat mengambil pakan dan mengasimilasikan sehingga mempercepat pertumbuhan dan menghasilkan banyak telur. Sebaliknya pada tumbuhan inang yang kurang sesuai nimfa *Empoasca sp.* dapat mencapai dewasa namun tidak menghasilkan telur.

Hasil penelitian Hosang dan Sembel (1983) menunjukkan bahwa ngengat *Plutella xylostella* lebih menyukai tanaman sawi putih untuk bertelur bila dibandingkan dengan Brassicaceae lainnya. Perbedaan ini diduga adanya perbedaan zat perangsang kimia yaitu minyak glukosida. Pada tanaman Brassicaceae ada 4 jenis glukosida, yaitu glukoiiberin, glukioeracin, sinigrin dan progoitrin. Dari keempat glukosida ini yang paling efektif sebagai perangsang adalah sinigrin.

C. Pengaruh Serangga Terhadap Tumbuhan dan Reaksi Evolusi Tumbuhan

1. Pengaruh Serangga terhadap Tumbuhan

Pada umumnya hubungan antara serangga dan tumbuhan ada yang bersifat merugikan dan ada yang menguntungkan. Kalau dilihat dari kehidupan serangga, bagian tumbuhan ada yang digunakan sebagai pakan, sebagai tempat bertelur, serta sebagai tempat berlindung, maka pengaruh serangga terhadap tumbuhan dapat digolongkan menjadi tiga.

a. Pengaruh yang Nyata / Tidak Nyata Merugikan

Serangga mempunyai alat indera yang tajam seperti indera penglihat, indera pendengar, indera pencium/mencicipi guna menemukan tumbuhan inang yang disukai. Tetapi dalam hal pemilihan tumbuhan inang seperti diuraikan pada halaman sebelumnya, maka harus melalui tahap pencarian habitat inang, pencarian inang, pengenalan inang dan kesesuaian inang. Tentunya masing-masing indera berperan sendiri-sendiri atau gabungan secara terpadu.

Sebagai contoh mencari habitat inang dengan menggunakan mekanisme yang melibatkan fototaksis, geotaksis, preferensi tempat dan kelembaban. Sedangkan pengenalan inang melibatkan rangsangan olfaktori, rasa, raba guna membantu serangga mengenal inang. Pengambilan bagian-bagian tumbuhan oleh serangga dapat mengakibatkan kematian atau cacat sehingga hasilnya akan menurun.

Serangga penggigit – pengunyah akan berpengaruh negatif pada tumbuhan dengan hilangnya sebagian atau seluruh daun, ranting, batang, buah dan akar, sebagai contoh misalnya dari ordo Orthoptera, famili Acrididae yaitu *Valanga nigricornis*, sub sp. *melanocornis* (Serv) yang makan daun jati, kelapa, kelapa sawit dan karet. Belalang *Oxya chinensis* dan *O. velox* hidup di sawah sehingga makan daun padi. Famili Tettigonidae seperti *Sexava* spp. Di daerah Sulawesi Utara, memakan daun kelapa, selain itu juga menyerang (memakan daun) sagu, salak, pinang, pandan, pisang dan tumbuh-tumbuhan Zingiberaceae. Ordo Lepidoptera

larvanya banyak yang menyebabkan kerusakan berat pada daun tumbuhan seperti ulat tanah dan ulat grayak. Serangnya sering menyebabkan tumbuhan hancur sama sekali (gundul). Famili Plutellidae (Ordo Lepidoptera) yaitu serangga *Plutella xylostella*, larvanya memakan daun berbagai varietas kubis dan spesies tumbuhan Curciferae, seperti lobak. Daun kubis yang dimakan larva *P.xylostella* tampak adanya jendela-jendela putih dengan ukuran tidak lebih dari 0,5 cm yang selanjutnya daun pecah, membentuk lubang-lubang.

Apabila populasi serangga cukup tinggi, maka pengaruhnya akan nyata merugikan tumbuhan, tetapi sebaliknya bila populasinya cukup rendah maka kerugian tumbuhan tidak nyata. Pengaruh yang tidak nyata juga dapat kita lihat pada tanaman kedondong, apokat, dimana dengan dimakannya daun oleh ulat justru akan membantu merangsang terhadap pembungaan.

b. Pengaruh Perubahan Metabolisme

Cairan ludah serangga famili Miridae mengandung enzim amilase, esterase, lipase dan maltase. Enzim esterase menyebabkan reaksi hidrolisis, sehingga dapat merusak dinding sel *histolytic effect*. Sedangkan enzim amilase dapat melarutkan karbohidrat padat di dalam sel. Oleh karena itu serangan *Helopeltis antonii* menyebabkan sel-sel jaringan mati, sehingga menimbulkan gejala berupa bercak-bercak coklat tua (nekrotis).

Serangan *H.antonii* pada tangkai daun muda dapat mematikan daun. Serangan berat yang terjadi pada waktu periode pembentukan tunas dapat menyebabkan kematian tunas beberapa minggu setelah serangan.

c. Metabolisme dan Perkembangan

Pengaruh serangga terhadap tumbuhan, tidak hanya menyebabkan hilangnya sebagian bagian tumbuhan saja, tetapi ada yang berpengaruh terhadap metabolisme dan perkembangannya.

Ada beberapa serangga yang menyebabkan gejala *gall* (puru) pada tumbuhan.

Gall atau *Cecidium* diartikan sebagai pertumbuhan berlebih (*overgrowth*) yang abnormal suatu tumbuhan yang disebabkan oleh tumbuhan atau binatang parasitik. Apabila disebabkan oleh rangsangan binatang dinamakan zoocecidium ; jika disebabkan oleh rangsangan tumbuhan disebut fitocecidum. Kebanyakan *gall* tumbuhan adalah disebabkan oleh serangga atau tungau (*Acarina*).

Gall merupakan respon terhadap zat perangsang yang dimasukkan kedalam tanaman oleh serangga. Pada umumnya semua *gall* serangga, rangsangan terhadap pertumbuhan berlebihan yang abnormal timbul sebagai akibatnya adanya serangga muda yang berkembang di dalam jaringan tumbuhan. Ada beberapa bukti bahwa serangga betina penghasil *gall* tertentu mengeluarkan suatu zat pengganggu yang diinjeksikan ke dalam tumbuhan pada saat oviposisi. Pembebasan jaringan terjadi sebelum telur menetas, hal ini kemungkinan akibat adanya zat yang diinjeksikan, tetapi dengan adanya larva yang sedang berkembang penting untuk pembentukan *gall* yang khas dan sempurna. Serangga pembentuk *gall* sebagian besar dari ordo Hymenoptera, Diptera dan Homoptera serta sebagian kecil atau beberapa spesies saja dari ordo Lepidoptera dan Coleoptera.

Hama ganjur pada tanaman padi sering disebut hama bawang, paku atau hama mendong. Padi yang terserang akan membentuk puru (*gall*). Puru berbentuk tabung silinder, berwarna putih kotor atau hijau muda/ungu dengan ujungnya berwarna hijau. Perubahan bentuk pupus tanaman padi mungkin akibat adanya rangsangan serangga *Orseolia oryzae*.

Di samping pengaruh serangga terhadap tumbuhan menyebabkan gejala *gall*, juga ada yang menyebabkan gejala sistemik.

Pada saat makan, beberapa serangga hanya menyebabkan kerusakan mekanis pada jaringan tumbuhan tempat serangga makan. Tetapi serangga lainnya dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan di sekitarnya. Tingkat kerusakannya bervariasi lesio sampai gejala sistemik pada seluruh tumbuhan. Pada beberapa kasus, telah banyak terbukti yang

meyakinkan bahwa substansi toksik diinjeksikan kedalam jaringan tumbuhan. Pada kasus lainnya proses fisiologisnya dapat diganggu oleh kerusakan mekanis lokal pada jaringan yang vital. Sebagai contoh penyakit non parasitik yang disebabkan oleh serangga yang makan bagian tanaman yaitu gejala terbakar, *hopperburn* pada kentang, layu kutu putih *mealy-bug* pada nenas dan *psyllid Diptera yellows* pada kentang.

2. Reaksi Evolusi Tumbuhan

Tumbuhan secara terus menerus berinteraksi dengan serangga, sehingga akan melakukan reaksi evolusi. Reaksi evolusi tumbuhan terdiri dari dua yaitu reaksi fisik dan reaksi kimia.

Reaksi fisik meliputi adanya penebalan kutikula, rambut pelindung, kandungan silika yang tinggi, lapisan pelindung biji dan perubahan ukuran biji.

Reaksi kimia meliputi substansi sekunder (alkaloid, glikosida, betanine, minyak esensial, saponin, asam organik), senyawa mirip hormon (juvabion, mirip senyawa feromon), nilai nutrisi (asam amino esensial) dan proses fisiologis (dipercepat dan adanya protein khusus).

Contoh Reaksi Fisik

Tanaman lamtoro yang telah mengalami evolusi sehingga mempunyai banyak bulu tidak disukai oleh kutu loncat (*Heteropsylla cubana*). Demikian pula ubi jalar yang berevolusi sehingga berkulit tebal dan banyak getahnya tidak disukai oleh serangga *Cylas formicarius*.

Serangga *Heliothis* sp., jumlah telur yang diletakkan akan berkurang 70-80% bila jumlah bulu-bulu daun kurang dari 3000 bulu per inchi persegi.

Tebal tipisnya lapisan lilin pada polong kacang hijau akan berpengaruh terhadap serangan hama *Callosobruchus* sp.

Ukuran biji yang lebih besar pada beras akan lebih disukai untuk kehidupan serangga *Sitophilus oryzae*.

Contoh Reaksi Kimia

Kandungan tanin yang tinggi pada tanaman kapas, dapat menghambat nafsu makan *Heliothis* sp. Tanaman kapas yang mengandung pigmen gossypol semakin tinggi dapat menyebabkan mortalitas larva *Heliothis* sp. juga semakin meningkat.

Jenis tanaman lamtoro yang telah berevolusi dengan kandungan senyawa saponinnya tinggi, berpengaruh negatif terhadap kehidupan hama kutu loncat.

D. Pengaruh Tumbuhan Terhadap Serangga dan Reaksi Evolusi Serangga

Pada prinsipnya pengaruh tumbuhan terhadap serangga ada dua yaitu positif (menguntungkan) dan negatif (merugikan).

1. Pengaruh Tumbuhan Terhadap Serangga

a. Positif (Menguntungkan)

Serangga mempunyai keuntungan yang spesifik dengan tanaman inang. Agar dapat hidup terus dan berkembangbiak, serangga harus mempunyai inang, beberapa serangga pemakan tumbuhan langsung meletakkan telur pada bahan pakan yang sesuai guna perkembangan keturunannya. Banyak tumbuhan dapat menjadi inang yang cocok untuk serangga tertentu tetapi tidak menarik bagi serangga lainnya, disebabkan tumbuhan itu tidak mengeluarkan atau menghasilkan rangsangan yang memungkinkan serangga mengenal, berorientasi dan menemukan tumbuhan tersebut. Pemilihan serangga terhadap tumbuhan sebagai pakan, tempat bertelur ataupun tempat berlindung sangat ditentukan oleh sifat fisik dan zat-zat yang terkandung dalam tumbuhan itu sendiri.

Sebagian besar kupu-kupu mempunyai inang yang terbatas pada genus dan spesies tanaman yang erat hubungannya. Walaupun kupu-kupu mengisap madu dari banyak tumbuhan, biasanya telur dan larvanya ditemukan pada beberapa tumbuhan yang familinya sama.

b. Negatif (Merugikan)

Tumbuhan yang kurang sesuai untuk kehidupan serangga akan berpengaruh negatif. Tumbuhan yang demikian disebut tahan/resisten.

Ketahanan/resistensi tanaman terhadap hama/penyakit adalah sembarang faktor atau sekelompok faktor yang pada hakekatnya telah terkandung dalam tanaman dan diperoleh secara alamiah, sedang sifatnya adalah menolak, mencegah atau mentolerir serangan hama/penyakit. Faktor yang mengendalikan sifat resistensi, sampai saat ini belum diketahui dengan pasti, tetapi diduga adalah faktor fisis, kimiawi, anatomis, fisiologis dan genetis.

1) Preferensi / Non Preferensi

Pengertian preferensi / non preferensi ialah disukai atau tidak disukainya suatu tanaman oleh serangga sebagai tempat bertelur, berlindung, sebagai makanannya atau kombinasi dari ketiganya (Painter, 1951). Preferensi serangga terhadap suatu tanaman inang dapat disebabkan oleh adanya rangsangan fisis (mekanis) maupun kimiawi yang ada pada tanaman tersebut.

Preferensi serangga terhadap stimuli mekanis yang berasal dari struktur fisis maupun sifat permukaan tanaman, beralinan pula. Struktur dan sifat fisis permukaan tanaman meliputi antara lain, tebalnya kulit, panjang dan lebatnya bulu-bulu pada permukaan daun, besarnya stomata dan tebalnya lapisan kutikula. Preferensi serangga terhadap stimuli-stimuli mekanis tersebut erat hubungannya dengan struktur daripada alat-alat dan cara mengambil pakan maupun peletakkan telur yang dimilikinya. Kamel *et al.* (1965) menyatakan bahwa varietas kapas Rahtim-101 sangat resisten terhadap tungau *Tetranychus telarius* L. karena varietas tersebut berbulu bercabang dan lebat sehingga sulit bagi tungau memasukkan stiletnya. Demikian pula varietas terong yang memiliki bulu lebat, akan lebih resisten terhadap *Epilachna* sp.

Kimiawi bisa berupa rangsangan bau, rasa yang dimiliki tanaman antara lain zat alkaloid, minyak etheris, lemak dan lain sebagainya. Contoh beberapa jenis kubis yang tahan terhadap *Plutella* sp. karena adanya bau dan rasa yang tidak disukai.

Banyak juga jenis serangga tertarik bau-bauan wangi dari buah atau bunga. Zat yang berbau wangi itu adalah senyawa kimia yang mudah

menguap seperti alkohol, eter atau minyak esensial. Zat-zat semacam ini disebut bahan pembujuk atau *attractants*. Banyak diantara jenis kupu-kupu tertarik oleh minyak-minyak esensial yang dikandung dalam berbagai jenis buah. Karena itu kupu-kupu lebih menyukai tempat-tempattersebut untuk bertelur. Pada umumnya spesies tanaman dinyatakan peka terhadap serangga hama, menunjukkan kadar gula yang tinggi dan mengandung zat berbau seperti buah. Kumbang *Leptinotarsa decemlineata* sangat tertarik bau geraniol yang dikandung buah apel.

Banyak pula jenis-jenis tanaman yang mengandung senyawa kimia dan bekerja sebagai bahan penolak atau *repellents* bagi serangga. Senyawa kimia tersebut pada umumnya terdiri dari berbagai macam alkaloida ataupun senyawa organik lainnya. Tanaman yang mengandung zat-zat semacam ini biasanya memperlihatkan derajat resistensi yang tinggi. Tanaman bunga Pyrethrum memperlihatkan kekebalan yang tinggi terhadap berbagai serangga, khususnya pada masa berbunga. Hal ini disebabkan Pyrethrum mengandung pyrethrin dan cinerin yang bersifat insektisida. Gay (1958) dalam penelitiannya mengenai resistensi jenis tanaman kupu-kupuan terhadap serangga rayap *Nasutitermus exitious* dan *Captotermes lactous* sampai pada kesimpulannya bahwa pohon *Eucalyptus microcorya* resisten terhadap kedua jenis rayap tersebut, karena mengandung sejenis eter, kayu jati mengandung zat bernama *tectoquinone* dan bersifat agak racun bagi kedua jenis rayap tersebut. Varietas padi yang mengandung banyak pigmen daun, cenderung untuk tidak diserang hama ganjur (*Orseolia oryzae*) (Anonim, 1959). Varietas padi yang berbau, peka terhadap serangga beluk.

2) Antibiosis

Antibiosis ialah suatu sifat tanaman yang berpengaruh buruk terhadap kehidupan serangga. Antibiosis disebabkan oleh adanya zat kimia yang bersifat sebagai zat penolak racun, adanya nutrisi tertentu yang tidak tersedia bagi serangga serta adanya perbedaan nutrisi dalam kuantitasnya. Jika serangga makan tanaman yang bersifat antibiosis dapat mengakibatkan pertumbuhan abnormal, matinya stadium larva dan nimfe, pertumbuhan yang

lambat, penurunan jumlah telur dan imago yang dihasilkan. Berkurangnya ukuran berat/tingkat keperidian. Contoh : mortalitas *Chilo suppressalis* pada tanaman padi resisten rata-rata 50-60%, sedangkan varietas peka hanya 20-30%.

Diduga resistensi yang berdasarkan antibiosis bersifat lebih permanen dan sifat tersebut umumnya dapat diturunkan sebagai sifat-sifat dominan yang dibawakan oleh satu atau lebih faktor genetik.

Kematian serangga pada tanaman resisten sering terjadi pada instar-instar pertama. Mungkin gejala ini paling umum, serta merupakan ciri-ciri antibiosis yang paling mudah dilihat. Jaringan tanaman yang menjadi makanan instar muda beberapa jenis serangga, berbeda dengan tipe tanaman yang dimakan oleh instar-instar tua. Jangka waktu hidup serangga yang abnormal karena makan varietas tanaman yang resisten adalah gejala yang ditimbulkan oleh antibiosis. Jumlah hari yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh stadium nimfe umumnya lebih panjang pada tanaman resisten bila dibandingkan dengan varietas peka. Jangka waktu periode oviposisi serangga betina lebih panjang pada varietas peka daripada varietas resisten. Pada tanaman yang setengah resisten, waktu yang dibutuhkan serangga untuk menjadi dewasa atau mencapai kedewasaan lebih panjang dan umur imagonya lebih pendek. Periode kritis yang kedua akibat antibiosis diwujudkan sebagai mortalitas yang tinggi pada akhir stadium nimfe ataupun larva.

3) Toleransi

Toleransi ialah satu sifat yang dimiliki oleh tanaman yang mampu menyembuhkan diri dari kerusakan serangan hama, meskipun jumlah hama yang menyerang berjumlah sama dengan yang menyerang pada tanaman peka.

Serangga bertipe mulut menggigit-mengunyah menyerang tanaman dengan cara memakan bagian-bagian yang diserangnya. Oleh karena itu tipe toleransi yang dapat dihasilkan satu-satunya adalah adanya penggantian atau pertumbuhan kembali. Pertumbuhan kembali ini sering diperbaiki oleh tingkat kedewasaan relatif, dimana kerusakan bagian-bagian tanaman terjadi.

Pembentukan daun-daun baru sebagai imbalan daun yang dirusak oleh serangga, masih dapat mengimbangi hasil produksinya dalam batas-batas tertentu. Hal ini umumnya dapat dilihat pada varietas-varietas resisten atau yang memiliki resistensi moderat. Bagi varietas-varietas yang matangnya lambat (umur panjang), kesempatan menggantikan daun-daun rusak adalah relatif lebih panjang. Hilangnya bagian-bagian tanaman seperti daun, tunas atau pucuk akibat serangan hama, umumnya merangsang tanaman itu untuk membentuk bagian-bagian yang baru sebagai penggantinya. Daya penyembuhan kembali suatu tanaman berbeda menurut jenisnya. Jagung, gandum atau varietas tanaman lainnya berbeda-beda kemampuannya untuk menyembuhkan kembali karena serangan uret atau lundi lainnya. Kemampuan memperbaharui perakara, sehingga dapat berkembang sempurna kembali mungkin dapat dilakukan. Di samping adanya tunas-tunas semu (*adventitiousbuds*), juga diperlukan adanya kemampuan memproduksi hormon tumbuh (*growth hormone*) yang dibutuhkan, subrine atau kalus untuk menyembuhkan luka-luka. Proses ini sebenarnya amat rumit, hal semacam ini dimiliki oleh berbagai strain tanaman dalam tingkat-tingkat yang bervariasi, tetapi hal ini sangat bermanfaat bila dikombinasikan dengan suatu sistem perakaran yang sempurna.

Aktivitas serangga yang merusak tanaman dengan jalan menggerek batang sering kali disusul putusnya batang yang terserang. Toleransi terhadap serangga penggerek batang sangat ditentukan oleh kekuatan dari pada jaringannya.

Lundi *Diabrotica longicornis* sangat merusak akar jagung “*sweet corn*” dan mudah merobohkannya. Ditemukan bahwa Inbred 291 lebih resisten sifatnya karena mampu membentuk perakaran yang baru dengan cepat (Walter, 1965).

2. Reaksi Evolusi Serangga

Salah satu teori Darwin pada bukunya yang berjudul “*On the Origin of the Species by Means of Natural Selection*” (1859), bahwa evolusi terjadi melalui seleksi alam.

Dalam bentuk yang sangat sederhana, makhluk hidup selalu mengalami perubahan-perubahan secara perlahan-lahan dalam waktu yang lama sekali. Mungkin perubahan-perubahan itu berjalan jauh menyimpang dari struktur aslinya, sehingga muncul spesies baru.

Setiap spesies serangga selalu berusaha untuk menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Sedikit demi sedikit sifat itu akan berubah ke arah yang lebih serasi dengan keadaan lingkungannya. Perubahan ini berlangsung dari generasi ke generasi.

Serangga di alam memiliki kemampuan untuk menghasilkan biotipe baru yang dapat hidup dan berkembang pada varietas tahan. Penanaman varietas yang memiliki tingkat ketahanan yang tinggi secara luas dan terus menerus dapat mempercepat terjadinya biotipe baru. Kemungkinan pembentukan biotipe baru menjadi lebih besar apabila ketahanan varietas yang tinggi ditentukan oleh satu pasang gen saja, seperti yang sering kita temui pada ketahanan varietas padi terhadap serangga wereng coklat dan wereng hijau.

Painter (1951) mengelompokkan biotipe serangga menjadi dua golongan, yaitu biotipe yang kuat dapat hidup pada tanaman yang tahan misalnya kutu daun pada kacang kapri dan biotipe yang khusus berasosiasi dengan gen tahan tertentu seperti pada wereng coklat.

Di bidang pertanian dewasa ini telah dilakukan seleksi terhadap tumbuhan dengan sengaja oleh manusia dalam rangka usahanya untuk memperoleh jenis-jenis unggul. Proses terjadinya jenis-jenis unggul pada hakekatnya merupakan suatu proses evolusi yang terjadi dalam waktu yang relatif singkat melalui pembastaran dan seleksi.

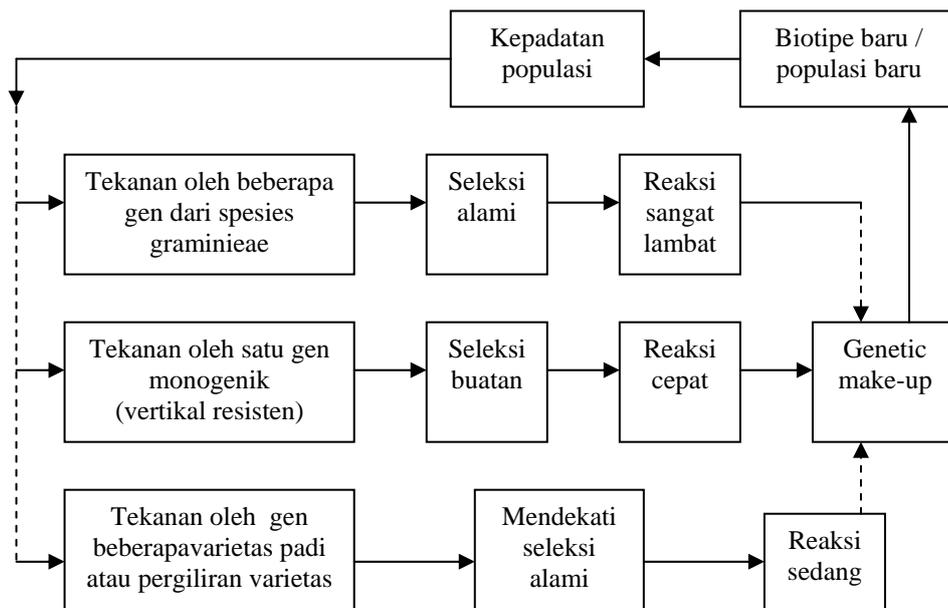
Sekarang ini telah disebarkan jenis-jenis padi unggul tahan wereng coklat seperti Sintanur, Ciapus, IR 64, Ciherang dan lain-lain (Ade Ruskandar, 2006). Jenis tebu BZ 148, BZ 132 dan lain-lain yang tahan penggerek batang dan masih banyak tanaman lainnya. Dengan ditanamnya jenis tanaman dalam skala luas dan lama menyebabkan tekanan seleksi alam yang kuat pada serangga yang menyerangnya. Dalam keadaan yang demikian serangga akan melakukan reaksi, sehingga terbentuk biotipe atau race baru serangga yang bersangkutan.

Pada umumnya serangga dapat mencapai biotipe 4 misalnya *Rhopalosiphum maidis* Pitot (*corn leaf aphid*, hama jagung dan sorghum), tetapi *Acrythosiphon pisum* Harris (kutu daun tanaman alfalfa) mencapai biotipe 9.

Proses terjadinya biotipe baru secara alami pada tanaman padi berlangsung lebih dari 46 tahun. Sedangkan biotipe secara buatan 3,5 – 5,5 tahun dan koloni hanya 3 generasi (Baehaki, 1987).

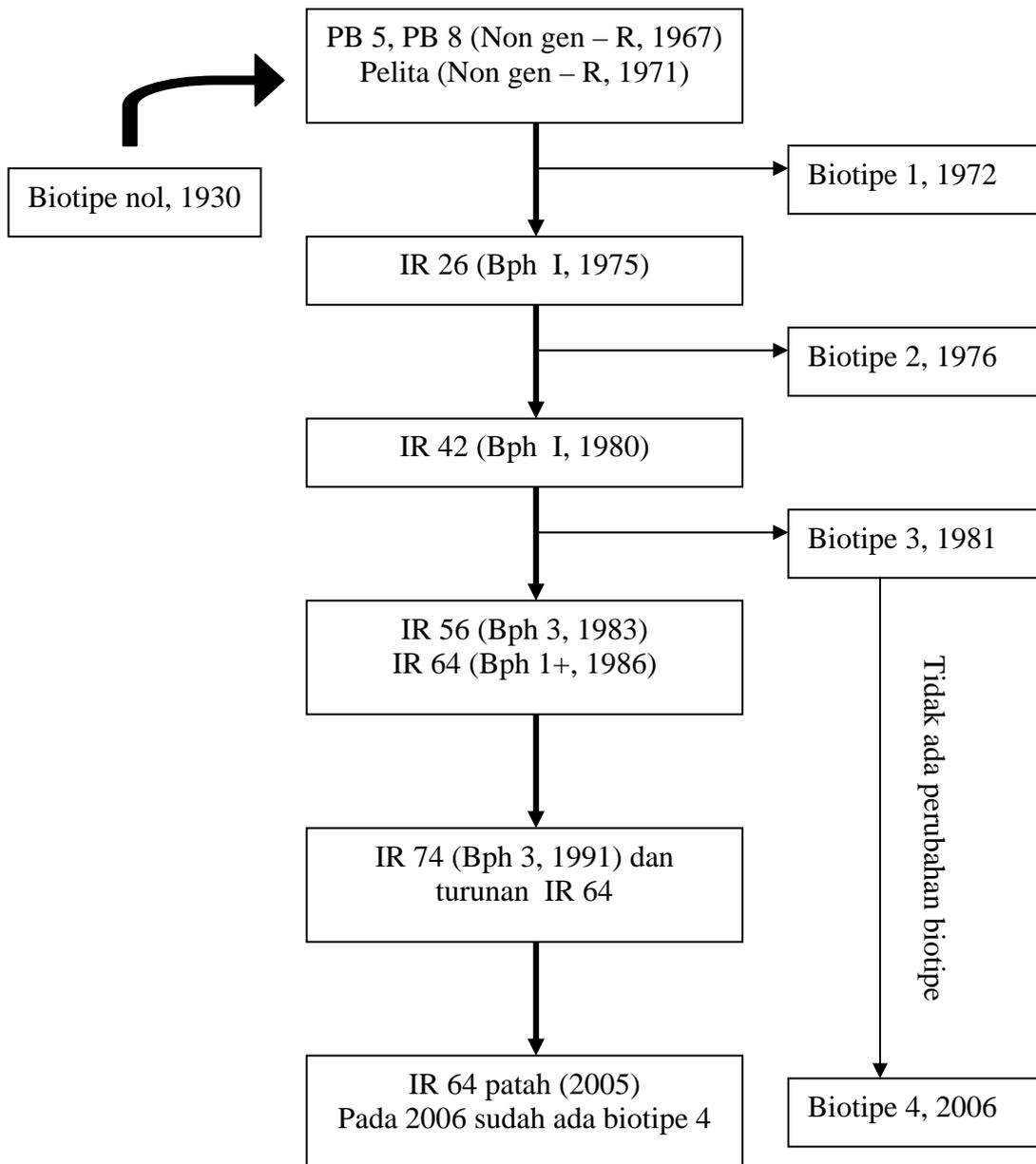
Penggunaan varietas / multivarietas timbul berdasarkan pemikiran tingkat seleksi yang biasanya berlangsung sangat lambat. Sedang seleksi serangga oleh varietas tahan vertikal yang ditanam pada areal yang luas merupakan seleksi yang paling kuat, sehingga muncul biotipe / populasi baru.

Akan tetapi bila suatu hamparan ditanam berbagai macam varietas akan tidak ada yang mendominasi, diperkirakan seleksinya lambat. (Gambar 1).



Gambar 1. Proses Terjadinya Biotipe Baru dan Populasi Baru (Sumber : Baehaki, 2001).

Sejarah perubahan biotipe wereng coklat di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Sejarah Perubahan Biotipe Wereng Coklat di Indonesia (Sumber : Baehaki, 2007).

E. Teori Evolusi Hubungan Timbal Balik Serangga dan Tumbuhan

Evolusi adalah proses perubahan perlahan-lahan pada makhluk hidup yang telah memungkinkannya menyesuaikan diri dengan lingkungannya.

Darwin (1809 – 1882) membuka tabir mengenai organisme menjadi sesuai dengan lingkungannya dalam proses evolusi. Proses evolusi dikontrol oleh variasi-variasi genetik hasil seleksi alami yang relatif lebih ketahanannya daripada yang lain dalam suatu lingkungan tertentu.

1. Koevolusi

Hubungan serangga tumbuhan menggambarkan masalah yang luas mengenai evolusi. Oleh Ehrlich dan Raven (1964), teori mengenai koevolusi telah dikembangkan secara mendetail. Ehrlich dan Raven mengaku bahwa hubungan serangga "*thropic*" pemakan tumbuhan dihasilkan oleh interaksi evolusi yang sangat erat antara serangga dengan tumbuhan, dengan adanya seleksi tumbuhan yang digambarkan oleh serangan serangga mengakibatkan timbulnya mekanisme resistensi, yang terbanyak disebabkan oleh substansi ke dua dalam tumbuhan. Selanjutnya banyak serangga berhasil mengatasi ketahanan tumbuhan dengan beradaptasi terhadap tumbuhan terutama terhadap substansi yang ke dua yang dikeluarkan tumbuhan tersebut; yang kemudian substansi ke dua tersebut menjadi stimulan bagi serangga untuk makan (tumbuhan dapat dimakan meskipun mengandung substansi ke dua).

Dengan demikian menyebabkan serangga tertentu mempunyai daerah (zone) adaptasi pakan yang lebih luas yang akibatnya serangga bebas berkompetisi terhadap spesies hama lain yang fitopagus.

Teori koevolusi dibuktikan dengan kenyataan bahwa selalu terjadi hubungan yang erat antara spesies serangga pemakan tumbuhan dengan karakteristik tertentu tanaman yang mengandung zat-zat kimia tertentu seperti ordo Lepidoptera Genus Pierini pada tanaman *Crusiferous* yang bijinya mengandung zat minyak *glucoside*.

Fraenkel (1959) mengatakan bahwa substansi kedua yang dimiliki tanaman terutama bertujuan untuk mengusir atau menarik serangga.

Dalam hubungannya dengan teori koevolusi postulat Ehrlich dan Raven (1964) baik secara implisit dengan beberapa pengarang lainnya mengajukan beberapa postulat (pertanyaan) sebagai berikut :

- a. Apakah serangga pemakan tumbuhan benar-benar berguna sebagai faktor seleksi yang menentukan evolusi tumbuhan?
- b. Apakah interaksi antara tumbuhan serangga "*tropic*" selalu bersifat antagonis dilihat dari aspek evolusi, seperti apakah hama selalu merusak tumbuhan sebagai satu spesies?
- c. Apakah interaksi tumbuhan dan serangga merupakan suatu prinsip atau barangkali salah satu alasan untuk keberadaan substansi ke dua pada tumbuhan?
- d. Apakah garis evolusi yang paralel membuktikan proses koevolusi yang kemudian bersifat umum di alam?
- e. Apakah kompetisi interspesifik antara serangga fitopagus dapat diperhitungkan?

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa koevolusi merupakan teori yang telah diterima secara umum untuk evolusi hubungan serangga – tumbuhan dan digambarkan sebagai berikut :

- a. Kebanyakan serangga fitopagus populasinya sangat rendah dibandingkan dengan tanaman inangnya, sehingga sebagai faktor seleksi bagi tanaman kecil peranannya.
- b. Interaksi serangga tumbuhan tidak selalu bersifat antagonis terhadap serangga mono maupun oligolag. Jika jumlah serangga berkelompok, dengan cukup makan maka akhirnya hubungan dengan inangnya dapat saling menguntungkan.
- c. Ketahanan terhadap serangga tidak berlaku umum untuk tumbuhan dan hal tersebut tidak dapat untuk menjelaskan adanya kandungan dari substansi ke dua pada tumbuhan.
- d. Garis evolusi yang sejajar dari tumbuhan dan serangga jarang dihasilkan dari interaksi evolusi bersama. Selanjutnya sejumlah hubungan yang erat antara makanan serangga secara botanis yang sangat berbeda jenis tumbuhannya tidak ada kaitannya dengan teori evolusi bersama.

2. Sequential Evolution (Evolusi Berkelanjutan)

Muller (1975) melaporkan suatu hubungan yang sangat erat antara kehidupan kelompok hama pada tumbuhan inang yang sangat beragam. Keadaan ini sangat umum dalam kehidupan di alam seperti Aphid (kutu daun), lalat buah dan berbagai kelompok serangga dapat diukur. Kadang-kadang spesies serangga sangat sukar dibedakan secara morfologis karakteristiknya tetapi mudah dibedakan cara memakannya dan pakannya (tanaman inang). Jadi serangga dibedakan atas pakannya tetapi sangat sukar dibedakan secara morfologis.

Secara logika dalam banyak hal terjadi perubahan (mutasi) dalam sifat memakan yang dapat diketahui cukup dengan mengisolasi pakannya secara khusus untuk melakukan seleksi atau menandakan serangga yang khusus. Berbunganya suatu tumbuhan mempunyai perbedaan komposisi biokimia yang membantu sebagai dasar terjadinya evolusi serangga fitopagus tanpa terjadinya evolusi balik pada tumbuhan akibat serangan serangga.

Hal ini dikatakan bahwa evolusi serangga fitopagus mengikuti evolusi tumbuhan dan ini merupakan faktor seleksi yang sangat penting dalam evolusi serangga. Pola seperti di atas ini penting diusulkan sebagai teori evolusi yang berkelanjutan (*sequential evolution*) pada serangga dan ilmu tumbuhan. Teori ini sesuai dengan interpretasi terhadap evolusi yang terjadi pada serangga yang mempunyai hubungan yang baik dengan tumbuhan. Akhirnya timbul beberapa pertanyaan seperti apakah gunanya adaptasi yang dekat pada sifat khusus antara inang dan serangga fitopagus.

Pertanyaan ini mempunyai beberapa logika terhadap keadaan yang sangat khusus dalam sifat memakan yang seringkali menimbulkan kematian pada serangga karena kehabisan sumber pakan seperti dengan adanya defoliasi pada individu tanaman inang. Dengan demikian sebelum larva tumbuh sudah kehabisan sumber pakan, maka serangga yang bersifat mono atau oligopagus akan mati sedangkan serangga polipagus akan hidup dengan leluasa.

Kennedy (1953) menekankan bahwa tumbuhan inang tidak jarang dapat menyesuaikan dengan keadaan lingkungan tempat tumbuh. Hal ini mencirikan bahwa tumbuhan inang sensitif terhadap indikator biologi pada faktor ekologi yang kompleks dan efektif untuk menciptakan biotipe, oleh karena itu pemilihan

terhadap spesies tumbuhan juga sering dimaksudkan untuk memilih kombinasi yang baik antara faktor biokimia dan abiotik. Jadi serangga memiliki reseptor kimia, yang selalu menyesuaikan diri terhadap tumbuhan secara biokimia yang mengandung substansi pemilihan dan sekunder. Dan ini menggambarkan tidak hanya berguna sebagai sumber pakan, tetapi juga terhadap situasi lingkungan yang spesifik serta serangga sebagai tempat beradaptasi terhadap lingkungan untuk berkembang dan reproduksi.

Akhirnya dapat dikatakan bahwa evolusi berikutnya (*sequential evolution*) digambarkan sebagai berkembangnya bunga yang didorong oleh faktor seleksi seperti iklim, tanah, interaksi tumbuhan dan lain sebagainya, dan memegang peranan penting dalam serangan serangga, yang dapat menciptakan berbagai zat secara biokimia yang bersifat “*tropic base*” untuk terjadinya evolusi serangga fitopagus. Selanjutnya hal ini tidak dapat mendorong atau mempengaruhi terjadinya evolusi pada tumbuhan.

BAB III

PERANAN VARIETAS TAHAN DALAM PENGENDALIAN HAMA

A. Varietas Tahan

1. Status Hama

Hama yang merusak tanaman dapat kita golongkan menjadi tiga yaitu : hama utama (*key pest*), hama sewaktu-waktu (*occasional pest*) dan hama potensial (*potential pest*). Hama utama hadirnya terus menerus, sehingga perlu dikendalikan secara teratur. Hama ini populasinya paling tinggi bila dibandingkan dengan hama sewaktu-waktu atau potensial. Sedangkan hama kadang kala (sewaktu-waktu) dan potensial merupakan golongan yang sedikit banyak populasinya dikendalikan oleh faktor-faktor lingkungan, sehingga dalam pengelolaan hama perlu dikendalikan jangan sampai statusnya meningkat menjadi hama utama.

Dengan selalu adanya perubahan lingkungan maupun pergeseran pola bertanam dan sebagainya dari suatu daerah pada suatu saat, dapat mengakibatkan pula pergeseran status hama. Guna mengurangi kerusakan tanaman sebelum panen (*pra-harvest*) maupun sesudah panen (*post-harvest*), maka hama-hama penting perlu dikendalikan dengan sebaik mungkin.

2. Pengendalian Hama

Pengendalian hama pada dasarnya dapat digolongkan menjadi delapan cara, yaitu : 1) pengendalian dengan peraturan undang-undang karantina ; 2) pengendalian secara teknik budidaya (penanaman varietas / kultivar resisten, pergiliran tanaman / varietas, pemupukan, sanitasi, pengaturan waktu tanam dan panen) ; 3) pengendalian secara mekanis (mematikan secara mekanis, menangkap dengan perangkap, alat pengumpul, alat pengisap dan menghancurkan dengan alat) ; 4) pengendalian secara fisik (suhu tinggi, suhu rendah, kelembaban, perangkap lampu, pengaturan cahaya) ; 5) pengendalian biologis (parasit, predator, protozoa dan patogen) ; 6) pengendalian secara kimia (zat pemikat = *attractants*, zat penolak = *repellents*, rodentisida, insektisida) ; 7) pengendalian secara genetis (penyebaran serangga mandul) dan 8) pemakaian eradikasi (sinar

gamma). Dari delapan cara pengendalian ini, jelas bahwa peranan varietas tahan termasuk dalam pengendalian secara teknik budidaya (tindakan agronomi).

Pengendalian hama secara teknik budidaya meliputi penanaman varietas / kultivar resisten, pergiliran tanaman / varietas, pemupukan, sanitasi dan pengaturan waktu tanam.

Penanaman varietas resisten / tahan merupakan salah satu cara pengendalian hama yang cukup baik, karena biayanya murah, mudah dan tidak berpengaruh negatif terhadap lingkungan.

Kita dapat mengatakan suatu tanaman resisten (tahan) hama apabila tanaman tersebut pada suatu saat sama-sama mendapat serangan hama (populasi hama yang sama) dibandingkan dengan tanaman sejenis lainnya, ternyata kerusakannya lebih kecil.

Contoh :

- Varietas A : 5 ekor/m², tingkat kerusakan 5%.
- Varietas B (normal) : 5 ekor/m², tingkat kerusakan 15%

Jadi varietas A, lebih resisten dari pada varietas B.

Ukuran derajat resisten tanaman dapat digolongkan menjadi :

- 1) *Highly resistant* (ketahanan tinggi)
- 2) *Resistant*
- 3) *Moderately resistant* (agak tahan)
- 4) *Moderately susceptible* (agak peka)
- 5) *Susceptible* (peka).

Dalam pengakit ada istilah rentan, yaitu tanaman mudah menjadi sakit, sedangkan peka bila penyakitnya mudah beralih ke tingkat yang lebih berat.

B. Kebaikan / Keburukan Penggunaan Varietas Tahan

1. Kebaikan

- a. Efek yang spesifik, yaitu hanya berpengaruh terhadap hama/penyakit sasaran dan tidak berpengaruh terhadap musuh alami.
- b. Efek kumulatif, yaitu pengaruhnya dari musim ke musim akan menurunkan populasi hama, juga bersifat persisten jadi efeknya tidak hilang (berlangsung dalam waktu yang lama).

- c. Tidak berbahaya dan memerlukan biaya yang relatif murah.
- d. Mudah diaplikasikan bersama dengan metode pengendalian yang lain.

2. Keburukan

- a. Terbatasnya sumber genetik.
- b. Perlu waktu lama untuk mendapatkan varietas resisten (dapat berpuluh-puluh tahun) $\pm 6 - 10$ tahun.
- c. Timbulnya biotipe hama
- d. Adanya suatu sifat resisten terhadap hama dari suatu tanaman seringkali tak sejalan dengan sifat yang tahan, namun diikuti dengan produksi yang rendah atau kualitas produksi yang kurang dikehendaki.

C. Hakekat Ketahanan / Resistensi

1. Resistensi Monogenik dan Poligenik

Hakekat resistensi/ketahanan varietas itu (monogenik, poligenik atau toleran) sangat menentukan kesudahan genetis antara varietas dan herbivornya. Resistensi yang bersifat monogenik hanya akan menunda timbulnya eksplosif hama. Sehingga sesudah itu varietas tersebut akan tidak berbeda pekanya bila kita bandingkan dengan varietas yang memang peka. Sedangkan varietas yang memiliki resistensi poligenik (resistensi lapangan) mampu memelihara interaksi hama/penyakit secara mantap (Van der Plank, 1963). Penggunaan varietas unggul akan merubah interaksi genetis antara varietas dan herbivornya.

Dengan sifat-sifat di atas, maka di Indonesia sedang dikembangkan terus pencarian varietas-varietas tanaman yang resisten terhadap hama-hama penting oleh para ahli pemuliaan tanaman. Tentunya hal ini juga dikaitkan agar tanaman tetap mampu berproduksi tinggi. Sebagai suatu contoh dengan semakin meluasnya kerusakan tanaman padi akibat serangan hama wereng, maka pemerintah telah bertekad untuk menanam padi yang tahan wereng (VUTW = Varietas Unggul Tahan Wereng).

2. Biotipe Baru

Penggunaan varietas unggul yang memiliki daya resistensi berdasarkan gen yang sangat sempit, dapat menyebabkan timbulnya biotipe atau race baru

hama yang bersangkutan. Misalnya pada tanaman padi sudah dapat kita lihat dengan jelas, yaitu penanaman varietas padi IR 26, IR 28, IR 30 dan IR 34 yang daya tahannya berdasarkan Bph-1 (gen tunggal) terhadap hama wereng. Dengan demikian hanya mampu bertahan beberapa musim tanam saja, sehingga varietas-varietas di atas peka terhadap wereng biotipe 2. Secara morfologi hama wereng biotipe 2 tidak berbeda dengan biotipe 1, tetapi secara fisiologis memiliki perilaku yang berlainan.

Pada umumnya serangga dapat mencapai biotipe 4 misalnya *Rhopalosiphum maidis* Pitot (*Corn leaf aphid*, hama jagung dan sorghum), tetapi *Acyrtosiphon pisum* Harris (kutu daun tanaman alfalfa) mencapai biotipe 9. Di Indonesia mulai tahun 1983 telah disiapkan varietas padi dengan ketahanan Bph-4, masing-masing untuk biotipe 3 dan biotipe 4.

Pada pertemuan di Bogor tanggal 4 februari 1987, oleh pakar pemuliaan dan perlindungan tanaman telah disepakati mengenai penamaan biotipe hama wereng coklat, tetap berlaku sampai biotipe 4. Setiap biotipe ditunjukkan oleh varietas diferensialnya. Hama wereng yang tidak termasuk biotipe 1, 2, 3 dan 4 berdasarkan uji diferensial digolongkan kepada populasi berdasar varietas yang telah dipatahkan ketahanannya, seperti populasi IR 42 Sumut (Deli Serdang) atau populasi Cisadane Jateng (Banyumas) dipelihara pada Pelita I/1 menjadi koloni Pelita I/1.

Ketahanan varietas /galur padi terhadap hama wereng coklat ternyata tidak dapat dipertahankan secara terus menerus. Hal ini disebabkan adanya pengaruh pembatasan pada genetik tanaman padi dan model pewarisan terhadap kultivar-kultivarnya. Perbaikan ketahanan varietas/galur padi terhadap hama wereng coklat sangat erat hubungannya dengan terjadinya sumber keragaman ketahanan serta diperlukan kemampuan untuk membentuk populasi baru. Dengan demikian ketahanan tersebut dapat dipersiapkan untuk menggantikan varietas atau galur yang telah patah ketahanannya terhadap suatu populasi baru yang dianggap lebih virulen (Hairil Anwar, 1997).

D. Pergiliran Varietas Tahan dan Multivarietas

1. Pergiliran Varietas

Pergiliran varietas seperti tanaman padi guna menanggulangi serangan hama wereng coklat perlu dilakukan. Hal ini untuk mencegah munculnya biotipe yang lebih cepat. Dengan demikian varietas padi yang baru dihasilkan dapat lebih lama bertahan. Dianjurkan paling banyak dua kali tanam secara berurutan varietas padi yang sama pada areal sawah yang sama. Sebaiknya dalam areal hamparan sawah yang luas ditanam lebih dari satu jenis varietas.

Guna memudahkan pelaksanaan di lapang kelompok-kelompok tani yang akan menanam varietas padi harus diarahkan berselang seling.

Sebagai contoh misalnya satu WKPP ada 16 wilayah kelompok tani yang akan menanam padi, maka diatur sebagai berikut :

A	B	C	A
B	C	A	B
C	A	B	C
A	B	C	A

A = varietas padi umur 110 hari

B = varietas padi umur 120 hari

C = varietas padi umur 135 hari

Varietas A, B dan C masing-masing tetuanya berlainan.

Pengaturan lokasi tiap varietas yang umurnya relatif berbeda secara berselang seling secara teratur di atas, guna menjamin agar setiap unit hamparan usaha tani (wilkel) dapat menanam padi secara serentak.

Pergiliran varietas padi dalam satu tahun diatur atas dasar kesepakatan musyawarah kelompok kontak tani se WKPP dengan aturan sebagai berikut :

Kelompok tani	Rendengan	Gadu
A	Umur pendek	Umur panjang
B	Umur sedang	Umur panjang / pendek
C	Umur panjang	Umur pendek

Varietas A, B dan C : tetuanya berlainan.

2. Penanaman Multivarietas

Penanaman kombinasi beberapa varietas, kalau memungkinkan tetuanya berlainan dan sekaligus dikaitkan dengan waktu tanam atau panen yang bersamaan.

Kita sering mendengarkan keluhan di pedesaan sulitnya untuk mendapatkan tenaga kerja yang dibutuhkan dalam waktu yang bersamaan seperti waktu tanam dan panen padi. Dengan memakai varietas yang umurnya terpanjang digunakan untuk waktu tanam pertama dan varietas yang umurnya terpendek digunakan untuk waktu tanam terakhir, hal ini akan dapat menyebabkan panen yang bersamaan.

Di lain pihak penggunaan varietas yang bermacam-macam dalam satu hamparan lahan sawah akan menyebabkan hubungan komunitas yang lebih mantap, sehingga tidak menguntungkan bagi perkembangan hama wereng coklat.

Pada suatu ketika kalau panen bisa bersamaan, maka dilakukan pemberoan ± 1 bulan sehingga siklus hidup wereng bisa terputus.

Di samping itu guna memperpanjang lama penggunaan varietas tahan di lapangan, juga dapat dilakukan dengan penggunaan multivarietas.

Konsep penggunaan multivarietas atau varietas ganda merupakan salah satu cara untuk menanggulangi hama wereng coklat *Nilaparvata lugens*. Di lapangan akan kita temui beberapa varietas padi yang sudah peka, sehingga tidak boleh ditanam. Namun di duga kalau varietas yang peka tersebut dicampur dengan varietas tahan akan dapat menekan populasi wereng coklat.

E. Cara Mendapatkan dan Pelepasan di Lapang Varietas Tahan

Suatu varietas tanaman tahan hama akan disebarakan secara luas untuk ditanam oleh petani di lapang, ternyata untuk mendapatkannya harus melalui beberapa tahapan, yaitu sebagai berikut :

1. Melakukan identifikasi sumber ketahanan hama
2. Penetapan mekanisme ketahanan
3. Penyilangan sifat ketahanan dengan sifat agronomik lainnya sehingga dapat diperoleh varietas yang kita kehendaki (bibit unggul)
4. Analisis genetik terhadap sifat ketahanan

5. Identifikasi biofisik dan biokimia sifat ketahanan tanaman
6. Melakukan pengujian multilokasi di lapang
7. Pelepasan varietas tanaman tahan baru

Melihat tahapan di atas, maka jelaslah bahwa untuk mendapatkan suatu varietas tanaman tahan hama perlu waktu yang cukup lama dengan melalui penelitian yang terencana, sistematis dan terpadu dari berbagai ahli, baik ahli genetika dan pemuliaan tanaman (penyilangan, hibridasi dan analisis genetik), ahli entomologi (penetapan sumber/ketahanan dan pengujian laboratorium / lapangan), ahli fisiologi dan biokimia tanaman (identifikasi sifat dasar kimia dan fisika ketahanan), ahli agronomi (melihat ciri-ciri keunggulan agronomik) dan ahli ekonomi pertanian (analisa ekonomi varietas tahan baru).

F. Pengujian Ketahanan Tanaman

Ada 2 (dua) cara pendekatan yaitu pendekatan Beck's dan Painter.

1. Pendekatan Beck's

Prinsipnya adalah lebih dahulu menentukan mekanisme terjadinya ketahanan, yang dibandingkan dengan nilai-nilai resisten. Kemudian dicari rumus kimianya / biokimianya, proses-proses dan lain sebagainya. Dengan demikian banyak memerlukan sifat-sifat fisik kimia tanaman, serta perilaku serangga hama, di samping juga cara-cara pertumbuhan tanaman.

2. Pendekatan Painter

Berbagai macam varietas tanaman dikumpulkan kemudian diinfestasikan dengan hama yang diteliti. Dari infestasi tersebut dipilih varietas-varietas yang paling baik hidupnya, setelah itu tanaman tersebut dicari sumber-sumber ketahanannya, yang kemudian dikombinasikan dengan sifat-sifat agronomi lainnya yang diinginkan. Dari hasil kombinasi tersebut dapat dihasilkan varietas-varietas baru yang tahan. Pendekatan ini membutuhkan pengetahuan biologi serangga / hama dan perlu bekerja sama dengan ahli pemuliaan tanaman.

Cara kedua, paling banyak digunakan karena pelaksanaannya mudah, dan biayanya murah.

BAB IV

KETAHANAN TANAMAN TERHADAP HAMA

Guna memberi gambaran jenis/varietas /galur tanaman tahan terhadap serangan hama, faktor-faktor apa yang menyebabkan tanaman tahan terhadap serangan hama, dibawah ini diuraikan beberapa contoh jenis tanaman yang tahan terhadap hama.

A. Tanaman Padi Terhadap Wereng Coklat

1. Pengamatan Tingkat Ketahanan

Untuk menghadapi serangan wereng coklat padi, mulai tahun 1992 diterapkan pengendalian hama terpadu (PHT) yang mengkombinasikan :

- Penggunaan varietas tahan
- Tanam serentak dan pergiliran tanaman
- Sanitasi, pengaturan jarak tanam, air dan pemupukan yang seimbang
- Parasit dan predator, patogen diberi kesempatan hidup dengan baik dan berfungsi maksimal.
- Penggunaan insektisida secara bijaksana (berdasarkan pengamatan).

Pada hama wereng coklat ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk mengamati tingkat ketahanan tanaman yaitu :

- a. Skrining masal dalam kotak persemaian (*seedbox screening test*).
- b. Ketahanan nimfa dan perkembangan populasi serangga (*survival and population build-up test*).
- c. Kemampuan makan serangga (*feeding test*). (Anonim, 1979).

Sedangkan mekanisme toleran dapat diketahui dengan pengamatan penggunaan CO₂ pada fase kecambah, pengurangan hasil tanaman (Ho *et al*, 1982) dan indeks fungsional dari kehilangan hasil tanaman (Panda dan Heinrichs, 1983).

Untuk mekanisme ketahanan tanaman antibiosis dapat diamati antara lain perkembangan populasi, indeks pertumbuhan, laju pertumbuhan relatif dari serangga (Panda dan Heinrich, 1983), kemampuan makan dan pencernaan makanan oleh serangga (Ito, 1981).

Beberapa cara di atas memerlukan peralatan yang sangat kompleks, waktu dan tenaga, sedangkan hasil yang diberikan tidak berbeda dengan cara sederhana. Panda dan Heinrichs (1983) menyatakan bahwa penelitian yang mempelajari perkembangan populasi suatu serangga pada suatu tanaman di laboratorium dapat mengidentifikasi tingkat ketahanan tanaman dan adanya mekanisme antibiosis dalam tanaman yang diuji. Untuk mengetahui mekanisme toleransi secara sederhana dapat dilakukan berdasarkan penampakan tanaman melalui tingkat kerusakan tanaman dengan menghubungkan dengan populasi. Tanaman yang toleran diasumsikan memiliki tingkat kerusakan rendah tetapi dapat mendukung populasi yang tinggi.

2. Pengujian Tingkat Ketahanan

Di bawah ini adalah gambaran hasil penelitian Kamandalu dan Bahagiawati (1987), staf peneliti tanaman pangan Bogor, yaitu pengujian ketahanan beberapa galur padi terhadap wereng coklat koloni Sumatera Utara.

Tingkat ketahanan padi diuji dengan : a) teknik skrining yang dimodifikasi (Heinrichs *et al.*, 1985) ; b) daya hidup dan perkembangan populasi wereng coklat.

a. Teknik skrining yang dimodifikasi (TSM)

Untuk mengetahui tingkat ketahanan digunakan skala kerusakan tanaman pada saat tanaman pembanding peka seluruhnya mati (*hopperburn*).

Caranya, bak persemaian (45 x 30 x 15 cm) diisi tanah sampai rata dan dibuat alur. Benih padi ditanam sebanyak 10 biji per alur, satu alur untuk satu varietas. Peletakkan varietas pada alur dilakukan secara acak dan diulang tiga kali. Sepuluh hari setelah tanam di inokulasi wereng coklat instar ke-3 masing-masing 3 ekor per tanaman. Wereng coklat dikumpulkan dengan aspirator dan diletakkan pada bagian bawah tanaman. Kotak ditutup dengan kurungan dari plastik milar yang berventilasi baik dengan ukuran 50 x 35 x 100 cm.

Dua belas hari kemudian diamati jumlah wereng yang hinggap pada masing-masing varietas.

Penentuan tingkat kerusakan dilakukan pada saat varietas padi PB 42 (pembanding peka) menunjukkan tingkat kerusakan sembilan berdasarkan sistem penilaian IRRI (1980). Hal ini terjadi pada 25 hari setelah inokulasi.

Tabel 1. Skala Tingkat Kerusakan Tanaman Padi Terhadap Wereng Coklat (IRRI, 1980)

Tingkat Kerusakan	Gejala
1	Kerusakan sedikit
3	Daun pertama dan kedua mengering
5	Tanaman pertumbuhannya terhambat, daun-daun mengering
7	70% dari daun-daun menguning, dan mengering /mati
9	95% tanaman telah mati

Hasilnya adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Jumlah Serangga Hinggap dan Tingkat Kerusakan Pada Beberapa Varietas/Galur Padi Terhadap Wereng Coklat Koloni Sumatera Utara

Varietas/galur	Jumlah Wereng (ekor) yang hinggap 12 HIS	Tingkat kerusakan 25 HIS
PB 42	43.67 a	9.0 (P)
B 1363 1-Kn-39-0-0	29.00 bc	8.3 (P)
B 5316-20 d-Mr-4-2	36.33 b	7.0 (P)
B 534 g-Pn-3	40.33 b	6.7 (AP)
B 5960-Mr-5 B-10	28.00 bc	8.3 (P)
IR 19661-131-1-3-3	22.00 c	1.0 (T)
Bah butong	26.67 bc	4.3 (AT)

Pengujian dengan DMRT 5%

P = peka T = Tahan AP = Agak Peka AT = Agak Tahan

HIS = Hari Setelah Inokulasi

Hasil di atas menunjukkan mekanisme ketahanan yang mungkin berperan adalah non preferensi di samping antibiosis. Hal ini disebabkan hama wereng dengan leluasa dapat memilih varietas / galur padi yang disukai sebagai pakannya. Demikian pula tanaman mendapat tekanan yang sangat kuat dari wereng karena jumlah serangga yang sangat banyak.

Berdasarkan jumlah imago wereng yang hinggap pada masing-masing varietas/galur padi, varietas PB 2 paling disukai dan galur IR 19661-131-1-3-3 paling tidak disukai.

Sedangkan berdasarkan ketahanan ternyata bervariasi, dimana IR 19661-131-1-3-3 memperlihatkan respon tahan.

b. Daya Hidup dan Perkembangan Populasi Wereng Coklat

Tabung reaksi diameter 3 cm, tinggi 20 cm, diisi air 1 cm, lalu tanaman padi umur 7 – 10 hari dimasukkan dalam tabung. Nimfe wereng instar 1 sebanyak 10-15 ekor dimasukkan kedalam tabung reaksi. Kemudian tabung reaksi ditutup dengan kain kasa (agar wereng tidak keluar). Penggantian tanaman dilakukan 3 hari sekali sampai nimfa menjadi imago. Percobaan diulang 10 kali.

Lima belas hari setelah inokulasi, nimfa wereng coklat yang mampu menjadi imago dikumpulkan, dan dihitung persentase daya hidupnya. Kemudian diambil dua pasang dan diinokulasikan pada varietas/galur yang diuji yang telah berumur 45 hari setelah tanam dalam pot plastik yang berukuran diameter 26 cm, tinggi 15 cm. setelah itu pot-pot plastik dikurung dengan kurungan plastik milar yang berventilasi (diameter 20 cm, tinggi 120 cm).

Setelah 27 hari inokulasi, dihitung jumlah populasi (untuk mengetahui perkembangan populasi). Pada waktu pengumpulan wereng coklat dilakukan, dicatat tingkat ketahanan tanaman berdasarkan standard IRRI (1980). Penelitian diulang 5 kali.

Hasil penelitian adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Persentase Daya Hidup dan Perkembangan Wereng Coklat Sumatera Utara

Varietas/galur	Daya hidup (%) Rata-rata 10x ulangan	Populasi Wereng Coklat rata-rata 5 ulangan	Skala kerusakan
PB 42	77.05 a	252.0 a	8.2 (P)
B 1363 1-Kn-39-0-0	73.52 a	251.8 a	7.8 (P)
B 5316-20 d-Mr-4-2	70.82 a	209.2 a	8.2 (P)
B 534 g-Pn-3	70.95 a	243.8 a	5.8 (AT)
B 5960-Mr-5 B-10	68.19 a	184.8 a	7.0 (P)
IR 19661-131-1-3-3	29.45 b	0.0 c	1.0 (T)
Bah butong	66.91 a	103.0 b	3.2 (T)

Pengujian dengan DMRT 5%

Dalam percobaan ini wereng coklat dipelihara dalam tabung, berarti dipaksa untuk makan, tumbuh dan berkembang pada varietas (galur) padi yang diberikan. Mekanisme ketahanan yang bekerja adalah antibiosis dan toleransi. Hal ini berdasar asumsi bahwa pada varietas yang tidak memiliki antibiosis, wereng coklat dapat berkembangbiak dengan cepat. Sedangkan mekanisme toleransi adalah penampakan diri dari varietas/galur padi yang diuji. Apabila tanaman mendukung jumlah populasi yang relatif banyak, tetapi tanaman tetap tumbuh baik, menunjukkan tanaman tersebut memiliki mekanisme toleransi. Sebaliknya bila tanaman tidak mampu mendukung populasi yang sangat banyak dan ditandai dengan matinya tanaman tersebut, menunjukkan tidak adanya mekanisme antibiosis dan toleransi.

Hasil penelitian (Tabel 3), menunjukkan bahwa persentase nimfa yang bisa menjadi dewasa (daya hidup) yang terkecil adalah pada galur IR 19661-131-1-3-3 dan yang terbesar pada varietas PB 42. Demikian pula pada galur IR 19661-131-1-3-3 wereng coklat tidak mampu berkembang (0) dan skala kerusakan 1.0 (tahan). Ini menunjukkan bahwa galur ini adalah tahan terhadap wereng coklat Sumatera Utara.

Varietas Bah Butong, wereng coklat Sumatera Utara mampu berkembang dan daya hidupnya tidak berbeda dengan galur lain (kecuali IR 19661) dan skala kerusakan termasuk tahan, ini berarti varietas padi Bah Butong memiliki toleransi yang cukup tinggi terhadap wereng coklat koloni Sumatera Utara.

Hasil penelitian Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor telah menghasilkan beberapa varietas padi yang tahan terhadap beberapa hama wereng setperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Derajat Ketahanan VUTW Padi Terhadap Beberapa Hama Wereng

Varietas	Produksi (per Ha gbh kering)	W.C.biotipe				W.H	W.P.P	Jenis
		1	2	3	SU			
IR 66	4,5-5 ton	R	R	R	-	R	MR	0-500p.s
IR 70	5,0 ton	R	R	-	R	-	-	s.d.a
IR 72	5,5 ton	MR	MR	-	MR	-	-	s.d.a
Walanai	5,0 ton	MR	-	-	-	-	-	s.d.a
Way Seputih	5,0 ton	R	R	-	-	-	-	s.d.a
Lusi	4 – 5 ton	R	R	-	-	-	-	s.d.a
Batang Sumani	5,6 ton	S	S	S	-	-	-	800-100 (mdp)
Laut Tawar	3,2 ton	R	R	-	-	-	-	0-900 (mdp)
C 22	3,0 ton	S	S	S	-	-	-	Padi gogo

Keterangan :

W.C = Wereng Coklat gbh = gabah p.s = padi sawah

W.H = Wereng Hijau SU = Sumatera Utara

W.P.P = Wereng Punggung Putih

m.d.p = meter dari permukaan laut

Saat ini sudah banyak dihasilkan varietas padi baru tahan wereng coklat yang ditanam oleh petani, sebagai contoh padi sawah beras merah Aek Sibundong, merupakan varietas unggul yang mampu berproduksi 4-8 ton/Ha, umur 108-125 hari, tinggi 112 cm, tahan wereng coklat biotipe 2 dan 3, tahan penyakit bakteri, mawar daun strain IV, cocok untuk daerah \pm 700 mdpl (Anonim, 2006). Selain itu varietas padi Ciapus, Mekongga, Hipa-3 dan Hipa-4 juga tahan terhadap wereng coklat biotipe 2 (Ade Ruskandar, 2006). Inbrida padi sawah irigasi (Inpari) 3 dan Inpari 4 tahan wereng coklat biotipe 1, 2 dan 3 (Anonim, 2008).

B. Tanaman Padi Terhadap Penggerek Batang Padi

1. Ketahanan Varietas

Ketahanan varietas padi terhadap hama penggerek batang bersifat kompleks. Mekanisme ketahanannya ada 3 (tiga) yaitu non preferensi, antibiosis dan toleransi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ketahanan varietas padi terhadap hama penggerek batang disebabkan adanya perbedaan dalam preferensi peletakkan telur, kesulitan larva instar I menggerek batang padi, daya tahan hidup larva dan kemampuan tanaman untuk mengkompensasi kerusakan.

Varietas padi yang tahan terhadap penggerek batang, umumnya kurang disukai oleh imago sebagai tempat untuk bertelur. Pada prinsipnya ketahanan varietas padi terhadap penggerek batang dipengaruhi oleh faktor biofisik dan biokimia yaitu sifat morfologi dan anatomi batang, kandungan senyawa-senyawa dalam tanaman padi

2. Tingkat Serangan

Hasil penelitian Sutaryo, *dkk* (2001) tingkat serangan penggerek batang padi pada beberapa galur padi hibrida disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 5. Intensitas Sundep dan Beluk pada Beberapa Galur Padi Hibrida dan Hasil Gabahnya, Sukamandi MH 1998/1999.

Galur/Varietas	Intensitas Serangan (%)		Hasil gabah kering (t/ha)
	Sundep	Beluk	
IR73862H	75,67	76,42	1,22
IR71087H	53,00	49,74	2,08
IR71088H	51,67	48,75	2,57
IR72071H	44,67	49,56	2,18
IR73849H	80,00	73,92	1,21
IR71097H	40,67	48,75	2,48
IR73403H	34,33	40,46	2,77
IR71100H	24,67	27,58	3,61
IR71101H	31,24	39,85	2,65
IR71102H	32,52	36,38	2,79
IR71622H	30,58	35,65	2,97
IR71625H	23,67	25,82	3,82
IR72836H	39,45	32,78	2,03
IR71089H	31,52	35,42	2,71
IR72072H	26,33	24,45	3,09
IR73875H	30,65	28,68	2,87
IR73872H	74,00	78,58	1,77
IR73877H	27,00	29,42	3,21
IR73856H	23,33	25,46	3,28
IR64	26,33	25,32	3,18

Tabel di atas menunjukkan bahwa semua galur padi hibrida yang diuji dengan pembandingan IR64 (peka penggerek batang padi) tidak ada yang tahan sundep dan beluk, karena intensitas serangannya lebih dari 20%.

C. Varietas Beras Terhadap Hama Gudang

1. Preferensi

Penelitian Kusnady, *dkk* (1981) memeplihatkan bahwa ada beberapa varietas beras yang kurang disukai oleh hama *Sitophilus oryzae*. Varietas Brantas berpengaruh buruk terhadap siklus hidup serangga tersebut. Adanya perbedaan baik preferensi maupun siklus hidup pada berbagai macam varietas beras, menunjukkan kemungkinan adanya perbedaan ketahanan varietas tersebut terhadap hama *S. oryzae*.

Untuk mengetahui ketahanan beras terhadap hama *Sitophilus zeamais*. Sudarmadji dan Hendarsih (1987) telah melakukan penelitian 6 (enam) varietas beras terhadap mekanisme preferensi dan antibiosis.

Penelitian preferensi, digunakan baki berbentuk lingkaran dengan garis tengah 50 cm dan tinggi 10 cm. Baki diberi sekat enam sesuai penelitian varietas beras. Bagian tengah baki dikosongkan dalam bentuk lingkaran dengan garis tengah 10 cm. Tiap varietas beras sebanyak 0,5 kg diletakan pada setiap ruangan secara acak. Pada tiap baki diinfestasi 300 ekor *S. zeamais*. Pengamatan dilakukan 1, 3 dan 7 hari setelah infestasi.

Hasil penelitian sebagai berikut :

Tabel 6. Rata-rata jumlah *S.zeamais* pada setiap varietas

Varietas	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3
Sadang	31.6 b	27.8 c	31.2 c
Barito	37.8 b	36.6 b	38.8 c
IR 36	39.2 b	47.8 ab	37.2 c
Cikapundung	38.4 b	43.2 ab	50.2 b
Cisadane	37.2 b	51.2 a	51.4 b
IR 54	58.2 a	54.2 a	63.0 a

Pengujian melalui DMRT 0.05

Tabel di atas menunjukkan bahwa varietas IR 54 paling disukai oleh *S. zeamais* dibandingkan dengan varietas yang lain. Tidak tertariknya serangga pada varietas / makanan mungkin disebabkan varietas tersebut tidak disukai untuk

bertelur, tempat hidup atau sebagai makanan. Bentuk maupun faktor kimia secara kualitatif dapat menaik/menolak.

Kalau dihubungkan dengan kandungan amilosa dan protein dan lainnya, maka hasil analisa sebagai berikut :

Tabel 7. Analisa Kandungan Amilosa dan Protein

Varietas	Protein	Amilosa	Panjang	Lebar	Ratio	K.A	
	(%)	(%)	(mm)	(mm)		(%)	
Sadang	9,5	21,1 (M)	6,1	2,5	2,3	13,1	
Barito	8,7	20,8 (M)	6,5	2,3	2,7	13,1	
IR 36	7,6	26,1 (H)	6,5	2,0	3,1	13,4	
Cikapundung	8,0	23,2 (M)	6,3	2,4	2,5	13,4	
Cisadane	9,3	18,3 (L)	6,5	2,5	2,5	13,0	
IR 54	8,0	25,7 (H)	6,8	2,1	3,2	13,1	

Analisa Lab Kimia Balittan Sukamandi

H = High M = Medium L = Low

Pada tabel di atas, ternyata kandungan amilosa telah ada hubungannya dengan preferensi. Demikian pula kandungan protein, juga tidak berpengaruh nyata terhadap preferensi *S. zeamais*.

Bentuk (ratio) beras juga tidak jelas pengaruhnya terhadap preferensi, hal ini ditunjukkan varietas beras yang mempunyai ratio lebih besar belum tentu disukai atau sebaliknya.

Menurut Kruelkai (1979) bahwa tidak ada hubungan yang nyata antara indek kepekaan dan sifat-sifat beras seperti berat, panjang, lebar, kandungan amilosa, gel kosistensi dan protein terhadap *Sitophilus sp.* dan *Tribolium sp.*

2. Antibiosis

Penelitian mekanisme antibiosis dilakukan dengan mengamati perkembangan populasi pada saat 50 hari dan 80 hari setelah infestasi. Infestasi dilakukan pada botol plastik berukuran 10 x 10 x 15 cm dengan 0,5 kg beras tiap varietas dan 10 pasang *Sitophilus zeamais*, serta diulang 4 kali.

Hasil penelitian menunjukkan sebagai berikut :

Tabel 8. Populasi *S. zeamais*

Varietas	Saat pengamatan	
	50 hari	80 hari
Sadang	116.2 c	568.2 e
Barito	363.5 d	1702.5 d
IR 36	586.5 c	226.40 c
Cikapundung	568.7 c	2825.0 b
Cisadane	664.5 a	3159.0 b
IR 54	792.0 a	3716.0 a

Pengujian dengan DMRT 0.05

Tabel di atas memperlihatkan bahwa pada varietas beras IR 54 ternyata hama *S.zeamais* berkembang paling banyak dibandingkan dengan varietas yang lain. Sedangkan varietas Sadang selain tidak disukai juga merupakan media makanan yang paling kurang baik bagi perkembangan hama *S. zeamais*. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa varietas Sadang merupakan varietas yang paling tahan terhadap *Sitophyllus zeamais* dari ke enam varietas yang diteliti dan varietas yang paling peka adalah IR 54.

D. Tanaman Lamtoro terhadap Hama Kutu Loncat

Penyebab resistensi tanaman lamtoro terhadap hama kutu loncat belum sepenuhnya diketahui dengan baik.

Tampaknya, sifat bulu pada daun lamtoro varietas yang tahan menyebabkan kutu loncat dewasa tidak suka memilih daunnya untuk tempat bertelur atau pakannya. Ternyata lamtoro biasa dan lamtoro gung karena tidak berbulu banyak terserang. Ketahanan demikian termasuk resisten fisik.

Perlu diketahui bahwa tanaman lamtoro mengandung mimosin, senyawa fenolat, flavonoid glikosida, dan saponin. Diduga senyawa saponin bersifat racun (ketahanan kimia) bagi hama kutu loncat.

Pusat Penelitian Perkebunan Bogor (PPPB), Februari 1989 memperkenalkan varietas lamtoro tahan yaitu P 62, P 63, P 64, P 65, P 66, P 70 (Pondok Gede kebun percobaan PPPB) dari 8 spesies yang dikoleksi PPPB.

Kedelapan spesies tersebut adalah *Leucaena leucocephala*, *L.diversifolia*, *L.pallida*, *L.retusa*, *L.purverulunta*, *L.macrophylla*, *L.trichodes*, *L.esculenta*. Sudah diketahui ada 13 spesies varietas lamtoro di dunia yang tahan.

Menurut Suhendi (1998) di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember telah dihasilkan kultivar lamtoro PG 79 yang tahan terhadap hama kutu loncat. Selain tahan terhadap hama kutu loncat lamtoro kultivar PG 79 memiliki keunggulan perakarannya dalam, sehingga tak menjadi pesaing penyerapan air dan unsur hara dengan tanaman pokoknya, tumbuh cepat, tahan dipangkas, tahan tiupan angin, sifat percabangan dan bentuk tajuk sesuai untuk naungan, memiliki kemampuan yang baik untuk menghadang cahaya matahari dan berbiji relatif sedikit.

Dimasa mendatang mungkin akan muncul biotipe baru kutu loncat yang mampu menekan varietas tahan.

Genus *Heteropsylla* memiliki lebih dari satu spesies dan dapat berasosiasi dengan beberapa spesies tanaman yang termasuk *Leucaena sp.* di daerah tropis Amerika. Dengan demikian mungkin saja nanti muncul biotipe baru yang mampu merusak tanaman lamtoro yang sekarang tahan.

E. Tanaman Ubi Jalar Terhadap Hama *Cylas formicarius*

Hama ini berbentuk seperti semut besar, panjang badan kira-kira 5-6 mm. dengan kepala dan sayap berwarna biru, sedang leher dan kakinya berwarna merah. Kalau kumbang diganggu, maka akan menjatuhkan diri dan pura-pura mati.

Pada malam hari, kumbang tertarik sinar lampu. Kalau kita memasang lampu di pertanaman ubi rambat pada malam hari, maka kumbang akan berdatangan. Sebenarnya kegiatan makan kumbang juga pada malam hari.

Kumbang betina, kalau akan bertelur mencari umbi ubi jalar dengan cara masuk ke dalam tanah mencari tempat yang aman bagi calon anaknya nanti, yaitu umbi ubi jalar. Setelah masuk ke tanah serangga betina mulai memilih umbi, dan biasanya memilih umbi yang besar. Telur diletakkan sedalam 1,5 mm didalam kulit umbi, dengan cara digali lebih dahulu. Seekor kumbang betina setiap hari bertelur 2 butir.

Resistensi tanaman ubi jalar terhadap hama *Cylas formicarius* adalah ubi jalar yang pembentukan umbinya agak dalam, berkulit tebal, dan banyak getahnya. Varietas ubi jalar yang demikian itu antara lain Borobudur, Prambanan No. 39-15, No.11-2, No. 57-1, No. 52-1. Harus diusahakan pembubunan yang cukup baik.

Hasil penelitian di Inlitkabi Muneng, Probolinggo pada MK II 1999 di lahan sawah menunjukkan klon MSU 101-4, MSU 108-2 ; B 0053-9 ; MIS 110-1, MIS 159-3 tergolong tahan hama boleng (*Cylas formicarius*). Klon MSU 101-4 salah satu klon yang mampu menghasilkan produksi lebih dari 10 ton/ha (12,58 ton/ha) dengan kerusakan umbi 46,50%. Jadi klon MSU 101-4 layak digunakan sebagai sumber gen tahan terhadap serangan hama boleng (Anonim, 2000).

F. Tanaman Kapas Terhadap Hama *Heliothis armigera*

1. Faktor Biofisik

Keadaan morfologi dan fisiologi setiap kultivar tanaman kapas pada umumnya berlainan meskipun tidak terlalu nyata. Keadaan tersebut akan mempengaruhi populasi hama *Heliothis sp.* pada tanaman kapas.

Hasil penggunaan beberapa kultivar tanaman kapas di K.P. Asembagus dapat diketahui bahwa kultivar tanaman kapas berpengaruh terhadap perkembangan populasi serangga *Heliothis armigera* Hbn. (Tabel 9).

Tabel 9. Penggunaan Beberapa Kultivar Tanaman Kapas di K.P. Asembagus dari Tahun 1972 sampai Tahun 1975 (Sujindro dan Kartono, 1977).

Kultivar	Rata-rata populasi <i>Heliothis sp.</i> per 10 tanaman
Delta Pine 45	3,2 ekor
Caroline Queen	4,9 ekor
Reba BTK 12	5,8 ekor

Keadaan bulu daun dan batangnya (trichome), bentuk daun, bentuk kelopak bunga dan buah, maupun warna daun dan batangnya merupakan keadaan morfologi yang akan mempengaruhi perkembangan populasi hama *H.armigera*.

Keadaan permukaan daun atau tanaman kapas, cepat mempengaruhi kehendak ngengat *Heliothis sp.* dalam meletakkan telurnya. Menurut Lukefahr (1971) dalam Saranga *et al.* (1982) keadaan permukaan daun yang licin kurang

sesuai sebagai tempat peletakkan telur. Pada umumnya tanaman kapas mempunyai 3000 – 5000 bulu-bulu (*trichomes*) per inci persegi pada daunnya. Apabila jumlah buku-buku daun tersebut terdapat hanya sekitar 2000, maka akan dapat mengurangi 70 – 80% telur yang diletakkan bagi serangga hama *Heliothis sp.*

2. Faktor Biokimia

Menurut Lukefahr dan Martin (1966) dalam Kartono (1985), kurang dari 30% larva *Heliothis sp.* yang dapat mencapai dewasa kalau makanannya mengandung gossypol 1,2%, serta dapat menyebabkan kematian larva sampai 50%.

Di samping gossypol, kandungan tanin juga terdapat pada beberapa kultivar tanaman kapas. Kandungan tanin yang tinggi 2,5% dapat menekan populasi larva *Heliothis sp.* sampai 70% (Schuster, 1979 dalam Kartono, 1985). Kandungan tanin yang tinggi ternyata akan menghambat nafsu makan larva *Heliothis sp.* (Kartono, 1985).

Selain itu Niles (1979) dalam Kartono (1985) juga menyatakan bahwa tanaman kapas yang mengandung nektar rendah, merupakan sifat yang menguntungkan, karena akan mengurangi serangan hama *Heliothis sp.* Menurut Kartono dan Sudjindro (1982) bahwa kandungan gula dalam nektar pada tanaman kapas berkisar 25-30%. Apabila kandungan gula dalam tanaman kapas berkisar 10%, maka dapat mengurangi populasi larva *Heliothis sp.* sebesar 30%.

Dengan kemajuan bidang bioteknologi, telah dihasilkan tanaman kapas tahan hama *Heliothis sp.*, *Helicoverpa sp.*, *Pectinophora sp.*, (Adiwilaga, 1999). Tanaman kapas yang tahan tersebut dimasuki gen *Bacillus thuringiensis (Bt)* dengan nama kapas transgenik. Dengan demikian penggunaan insektisida menurun, biaya dan pencemaran lingkungan juga semakin rendah.

Varietas kapas Kanesia 11 yang dilepas tahun 2007, ternyata tahan terhadap hama pengisap *Amrasca biguttula* dan memiliki nilai komersial yang cukup baik. (Sulistiyowati *dkk.* 2008).

G. Tanaman Tebu Terhadap Hama Penggerek Pucuk

1. Uji Kekerasan Pucuk

Wiriatmodjo (1970) menyatakan bahwa kemungkinan ketahanan tanaman tebu terhadap hama penggerek pucuk didasarkan atas empat sifat pokok yaitu, tanaman mempunyai sifat yang kurang menguntungkan bagi peletakkan telur, terdapatnya keadaan yang tidak baik untuk pertumbuhan ulat muda, kemampuan menghambat pertumbuhan penggerek pucuk akibat sifat fisik dan kimiawi, jaringan tanaman dan kemampuan tanaman untuk sembuh kembali akibat serangan hama, sehingga tetap produksinya tinggi.

Menurut Mathes dan Charpentier (1969) sifat-sifat tanaman yang dapat digunakan sebagai batasan dalam menentukan ketahanan tebu terhadap hama penggerek pucuk antara lain lebar dan kedudukan daun, kekerasan ibu tulang daun, kadar bahan kering pupus dan panjangnya pupus. Menurut Wiriatmodjo (1970) bahwa ketahanan tanaman tebu terhadap hama penggerek pucuk putih dipengaruhi oleh kekerasan pucuk dan toleransi.

Menurut Hazelhoff (1931) *dalam* Wiriatmodjo (1970) jenis tebu yang pertumbuhannya cepat mempunyai pucuk lunak. Dengan demikian akan lebih mudah terserang oleh penggerek pucuk. Untuk keperluan seleksi tanaman tebu yang resisten terhadap penggerek pucuk, kekerasan pucuk mempunyai arti penting. Dalam pengukuran kekerasan pucuk yang dipakai adalah bagian dalam pucuk tebu saja dengan mengupas pelepah daun. Hazelhoff (1931) juga mengemukakan bahwa persen bahan kering pucuk tebu dapat digambarkan sebagai kriteria kekerasan pucuk. Bahan kering pucuk tebu adalah pucuk tebu yang telah dikeringkan pada suhu 105°C selama dua sampai lima jam. Bahan kering pucuk tebu inilah yang dipakai sebagai ukuran resisten.

Soedjono (1975) menyatakan bahwa tidak hanya kadar bahan kering pucuk tebu saja yang memegang peranan penting terhadap keras lunaknya pucuk tebu, tetapi juga kadar seratnya,

Hasil penelitian dari P3GI tahun 1979, menunjukkan bahwa jenis tebu PS 30, PS 35 dan F 154 lebih tahan terhadap serangan penggerek pucuk dari pada varietas PS 8, PS 41, POJ 3016 dan POJ 3067.

Hasil penelitian sebagai berikut :

Tabel 10. Persentase Tanaman yang Tahan Hidup Walaupun Terserang oleh Penggerek Pucuk

No	Varietas Tebu	Persen rata-rata tanaman yang tahan hidup (%)
1.	POJ 3016	56.66
2.	POJ 3067	63.33
3.	PS 41	70.00
4.	PS 8	73.33
5.	PS 35	76.66
6.	PS 30	80.00
7.	F 154	86.66

Seperti diketahui penyebab ketahanan tanaman terhadap hama digolongkan menjadi dua, yaitu faktor biofisik dan faktor biokimia. Faktor biofisik seperti bentuk, besar, warna tanaman dan lain-lain, mempengaruhi ketahanan tanaman terhadap hama tertentu. Dalam hal ini kadar serat termasuk dalam faktor biofisik. Dengan makin tingginya kadar serat kasar pucuk tebu, kekerasan pucuknya lebih tinggi dibandingkan dengan pucuk yang berkadar serat rendah.

Hasil penetapan serat kasar pucuk beberapa varietas tanaman tebu tercantum pada tabel 11, ternyata bahwa jenis-jenis PS 30, F 154 dan PS 8 mempunyai kadar serat pupus yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis-jenis POJ 3016 dan PS 41.

Tabel 11. Kadar Serat Kasar Pucuk Tanaman pada Beberapa Varietas Tebu

No	Varietas Tebu	Kadar serat kasar rata-rata (%)
1.	POJ 3016	6.59
2.	POJ 3067	9.41
3.	PS 41	8.66
4.	PS 35	9.04
5.	PS 30	10.06
6.	PS 8	10.50
7.	F 154	10.25

Di samping itu pernah juga dilakukan pengujian beberapa varietas tebu terhadap serangan hama penggerek pucuk melalui pengukuran kekerasan ibu tulang daun tebu yaitu ibu tulang daun -1.

Adapun hasilnya sebagai berikut :

Tabel 12. Kekerasan Ibu Tulang Daun -1 (gram) Pada Saat Pengamatan Hari Ke-7

No	Varietas Tebu	Kekerasa ibu tulang daun (gram)
1.	PS 41	9.85
2.	POJ 3016	15.44
3.	PS 56	18.81
4.	M 442-51	23.81

Tabel 12, menunjukkan bahwa kekerasan ibu tulang daun -1 terdapat perbedaan yang nyata. Varietas M 442-51 mempunyai kekerasan ibu tulang daun yang paling tinggi dibandingkan dengan varietas yang lain. Tetapi setelah diamati persentase serangannya, ternyata keempat varietas yang di uji di atas menunjukkan hasil yang tidak berbeda. Untuk lebih lengkapnya daya rata-rata persentase serangan penggerek pucuk tertera pada tabel berikut :

Tabel 13. Rata-rata Persentase Serangan Penggerek Pucuk yang Sampai pada Titik Tumbuh

Varietas	Persentase *)
PS 41	62.5
POJ 3016	50
PS 56	25
M 442-51	31.25

*) Tidak berbeda nyata dengan uji BNT 5%

Penetapan kadar serat pucuk tebu, dan kekerasan pucuk tebu dapat dilakukan di laboratorium:

2. Penetapan Kadar Serat Pucuk

Berikut ini ringkasan sebuah penelitian kadar serat pucuk tebu. Kadar serat memegang peranan penting terhadap keras lunaknya pucuk tebu. Pucuk yang lunak memungkinkan tingginya serangan penggerek pucuk. Penelitian ini dimaksudkan untuk membandingkan sampai seberapa jauh hubungan antara kadar

serat pucuk tanaman tebu dengan ketahanan tanaman terhadap penggerek pucuk. Yang dimaksud dengan pucuk disini adalah semua bagian tanaman yang berada di atas titik tumbuh. Dalam hal ini yang diteliti kadar serat bahan keringnya adalah pucuk tebu sepanjang 8 cm, yang diukur 4 cm, dari daun +1 ke atas dan ke bawah.

Dalam penelitian ini digunakan varietas dan umur yang sama dengan percobaan pertama. Jenis-jenis tersebut ditanam di pot tanah dan untuk masing-masing jenis dipakai dua pot (tiga tanaman setiap pot). Dalam penelitian kadar serat pucuk tebu dipakai metode Harun (1974) yang dimaksud dengan serat kasar adalah semua zat organik (asal pucuk tebu) yang tidak dapat larut dalam H_2SO_4 0,3 N mendidih selama 30 menit dan tidak dapat larut dalam NaOH 1,5 N yang ditambahkan dan dididihkan selama 30 menit pula.

Satu bulan setelah penanaman di pot, diambil pucuk tebu sebanyak 8 cm, yang diukur dari sendi daun +1 ke atas dan ke bawah. Keseluruhan pucuk tebu tersebut ditimbang, kemudian di iris-iris tipis untuk memudahkan pengeringan dan penggilingan, lalu ditimbang lagi. Setelah dikeringkan dalam alat pengering 105°C selama 2 jam selanjutnya dianalisis kadar serat pucuk tebu.

Dalam penelitian lebih lanjut, 1 gram contoh halus yang telah ditentukan kadar airnya seperti tersebut di atas, dimasukkan dalam labu ukuran 250 ml. ke dalam labu tersebut diberi 50 ml H_2SO_4 0,3 N. setelah labu dihubungkan dengan pendingin gendog, campuran di atas dipanaskan sampai mendidih pada alat pemanas selama 30 menit.

Selanjutnya campuran di atas dipanaskan lagi selama 30 menit di atas alat pemanas dan pendingin gendog yang sama, setelah sebelumnya ke dalam campuran tersebut ditambahkan 25 ml NaOH 1,5 N. Dengan menggunakan kertas saring (yang sebelumnya telah dikeringkan pada panas 105°C dan diketahui beratnya) serta pucuk tebu dihisap dengan memakai pompa hampa udara dalam corong Buchner.

Endapan berturut-turut dicuci dengan 50 ml air panas, 50 ml H_2SO_4 0,3 N, 50 ml air panas dan 25 ml aceton. Endapan di panaskan 105°C selama 24 jam, kemudian ditimbang. Selanjutnya di abukan dalam tanur listrik 600°C selama satu jam dengan menggunakan cawan kwarsa.

Cara menghitung persen berat serat kasar pucuk tebu adalah sebagai berikut :

Misalnya berat endapan adalah A gram dan berat abu B gram, maka untuk menentukan persen berat serat kasar pucuk tebu kering mutlak di pakai rumus :

$$\frac{A - B}{1000} \times 100\% = C \%$$

Setelah diperoleh hasil persen berat serat kasar kering mutlak (C%), selanjutnya dapat ditentukan kadar serat kasar dalam bahan segar. Kadar serat pucuk tebu dalam bahan segar dihitung dengan rumus :

$$\frac{100 - D}{100} \times C \% = E \%$$

D = kadar air bahan segar

3. Penetapan Kekerasan Pucuk Tebu

Jenis tebu yang mempunyai pucuk lunak, memungkinkan tingginya serangan penggerek pucuk. Dalam mengadakan seleksi tanaman yang resisten terhadap penggerek pucuk, kekerasan pucuk mempunyai arti penting. Dalam penelitian ini diteliti sampai seberapa jauh hubungan antara ketahanan tanaman terhadap penggerek pucuk dengan kekerasannya.

Pucuk tebu dari tujuh varietas, dan umur yang sama dengan penelitian di atas di potong sepanjang 8 cm dari sendi dari +1 ke atas dan ke bawah. Selanjutnya pucuk tebu di potong menjadi dua, kemudian di ukur kekerasannya.

Kekerasan pucuk diukur dengan memakai alat pengukur kekerasan pucuk (*hardness tester*) dan dinyatakan dalam kg/cm^2 . Pada alat tersebut terdapat skala yang angkanya berkisar antara 0 – 10. makin tinggi angka yang ditunjuk oleh jarum skala, makin tinggi pula kekerasannya. ‘

Alat pengukur kekerasan pucuk bekerja berdasarkan sistem hidrolis. Potongan pucuk tebu yang akan diselidiki kekerasannya dipasang di sebelah ujung yang satu yang ada jarumnya. Jarum tersebut berada di ujung dan terpaut pada tabung hidrolis yang digerakkan oleh sebuah uliran. Bila uliran diputar, pompa hidrolis bekerja, selanjutnya jarum bergerak menekan pucuk tebu.

Tekanan yang diperlukan untuk menembus pucuk tebu akan ditunjukkan oleh skala.

H. Tanaman Tebu Terhadap Hama Penggerek Batang

Ketahanan tanaman tebu terhadap hama penggerek batang sangat dipengaruhi oleh kekerasan dari pada batang tanaman tebu. Umumnya hama penggerek batang, akan mengalami kesulitan larvanya untuk menggerek batang yang mempunyai susunan anatomis yang lebih rapat.

Di bawah ini sedikit gambaran pelaksanaan penelitian bagaimana cara pengujian ketahanan tanaman tebu terhadap hama penggerek batang.

Perhitungan persentase kerusakan :

Perhitungan persentase kerusakan ruas digunakan rumus sebagai berikut (Wirioatmodjo, 1970) :

$$\text{Persentase ruas rusak} = \frac{\text{Jumlah ruas rusak}}{\text{Jumlah ruas yang diamati}} \times 100 \%$$

Hasil percobaan resistensi jenis-jenis tebu terhadap serangan hama penggerek batang baru bisa dilihat umur 7 bulan, 9 bulan dan pada saat tebang (umur 12 – 16 bulan).

Hasil dari percobaan resistensi beberapa jenis tebu terhadap serangan hama penggerek batang tahun 1979/1980 terlihat pada tabel berikut ini :

Tabel 14. Rata-rata Persentase Kerusakan Ruas pada Umur Tebu 7,9 Bulan dan Saat Tebang

No	Jenis Tebu	Persentase Kerusakan Pada Umur (%)		
		Tujuh bulan	Sembilan bulan	Saat tebang
1	PS 30	11,53 (4) a	25,71 (4) a	22,39 (4) a
2	POJ 3016	13,05 (7) a	28,18 (7) a	24,39 (7) a
3	BZ 132	13,35 (6) a	35,51 (3) b	30,26 (3) a
4	BZ 148	18,82 (1) a	30,24 (6) b	35,41 (6) a
5	PS 46	19,56 (5) a	36,36 (5) b	42,02 (1) a
6	BZ 107	19,96 (10) a	36,46 (1) b	43,03 (5) a
7	BZ 134	20,12 (3) a	39,14 (10) b	43,39 (10) a
8	PS 41	31,12 (9) b	46,64 (8) c	46,84 (8) a
9	PS 8	31,47 (9) b	47,64 (2) c	57,33 (2) b
10	BZ 99	34,52 (2) b	49,02 (9) c	58,66 (9) b

Sumber : Sub Bagian Hama BP3G Pasuruan

Pada tabel di atas, terlihat bahwa persentase kerusakan ruas akibat serangan hama penggerek batang tebu, jenis tebu PS 39, POJ 3016, BZ 132, BZ 148, PS 46, BZ 107 dan BZ 134 tidak berbeda nyata pada saat terbang tetapi berbeda dengan jenis tebu PS 8, dan BZ 99. Ini menunjukkan bahwa jenis tebu PS 8 dan BZ 99 lebih peka terhadap hama penggerek batang tebu.

I. Tanaman Kedelai Terhadap Hama *Ophiomyia phaseoli*.

Perkembangan hama lalat kacang *O.phaseoli* Tyron, di samping dipengaruhi oleh keadaan lingkungan, juga dipengaruhi oleh tanaman inangnya. Dalam hubungan dengan tanaman, bahwa suatu tanaman terpilih atau tidak oleh serangga sebagai tanaman inangnya disebabkan oleh sifat-sifat tanaman itu sendiri yang menentukan apakah disukai atau tidak disukai sebagai tempat hinggap atau tempat bertelur.

Menurut Tengkanan (1977), faktor ketahanan tanaman kedelai yang menyebabkan perbedaan serangan lalat kacang *O. phaseoli* pada beberapa varietas masih belum diketahui. Sedangkan dari segi non preferensi, Talekar dan Chen (1983) menyatakan bahwa terdapat hubungan antara serangan lalat kacang dengan jumlah bulu (*trichome*) pada permukaan daun, luas daun, kandungan cairan pada daun dan diameter batang. Menurut Chiang dan Norris (1983) dalam Talekar dan Chen (1983), terdapat korelasi positif antara kandungan air pada daun dan batang terhadap serangan lalat kacang. Di samping itu jumlah bulu pada daun mempengaruhi populasi telur yang diletakkan, semakin jarang atau sedikit jumlah bulu atau rambut-rambut pada daun, maka populasi telur semakin tinggi (Marwoto, 1983).

Untuk memberi gambaran, maka kami ambilkan data hasil penelitian sebagai berikut :

Pengamatan dilakukan pada saat tanaman uji berumur 21 hari, yaitu dengan menghitung jumlah populasi larva dan pupa dengan jalan membelah tanaman kedelai. Pengamatan setiap varietas dengan cara mengambil 10 sampel dan kemudian dihitung rata-rata populasi serta standar deviasinya. Kriteria ketahanan tanaman dapat digolongkan sebagai berikut :

Sangat tahan (HR) : $\bar{X} - 2 SD$
 Tahan (MR) : $\bar{X} - 1 SD$ s/d $\bar{X} - 2 SD$
 Agak Tahan (LR) : \bar{X} s/d $\bar{X} - 1 SD$
 Peka (S) : \bar{X} s/d $\bar{X} + 2 SD$
 Sangat peka (HS) : $\bar{X} + 2 SD$

(Chiang dan Talekar, 1980).

Keterangan :

\bar{X} = populasi rata-rata dari seluruh no. varietas yang diuji

SD = standar deviasi

Hasil pengamatan pengujian ketahanan varietas kedelai terhadap serangga *O.phaseoli*, disajikan pada tabel 15.

Tabel 15. Rata-rata Jumlah Larva dan Pupa pada 10 Tanaman Kedelai

Varietas	Rata-rata Jumlah Larva dan Pupa	Kriteria
2512	7.67	Peka
2519	5.33	Agak tahan
2524	5.33	Agak tahan
2525	4.33	Agak tahan
2535	8.33	Peka
2540	5.00	Agak tahan
2550	6.00	Peka
2662	3.00	Tahan
2684	4.00	Tahan
2694	7.33	Peka
2698	4.67	Agak tahan
2769	6.67	Peka
2783	6.67	Peka
2791	5.67	Agak tahan
2794	6.00	Peka
	$\bar{X} = 5.73$	SD = 1.449

Tabel 15 terlihat bahwa dari 15 varietas kedelai yang diuji, ternyata ada dua nomor varietas yang tahan serangan hama *O.phaseoli* yaitu varietas no. 2662

dan varietas no. 2684, yang masing-masing mempunyai rata-rata jumlah larva dan pupa sebanyak 3.00 dan 4.00. Varietas no. 2524, no. 2525, no. 2540, no. 2698 dan no. 2791 agak tahan terhadap serangan hama ini yang mempunyai rata-rata jumlah larva dan pupa sebesar : 5.35, 5.33, 4.33, 5.00, 4.67 dan 5.67. Sedangkan varietas yang peka hama lalat kacang adalah varietas no. 2512, no. 2535, no. 2550, no. 2694, no. 2769, no. 2783 dan no. 2794 dengan rata-rata jumlah larva dan pupa adalah 7.67, 8.33, 6.00, 7.33, 6.67, 6.67 dan 6.00.

Hasil pengujian kandungan air pada varietas kedelai menunjukkan bahwa varietas no. 2662 dan varietas no. 2684 mempunyai kandungan air yang kecil dibandingkan dengan varietas lainnya.

Varietas tersebut masing-masing mempunyai kandungan air rata-rata sebesar 62,8% dan 66,1%. Hal ini sesuai dengan penelitian Chiang dan Norris (1983) dalam Talekar dan Chen (1983), bahwa terdapat korelasi antara kandungan air pada daun dan batang terhadap serangan hama ini. Semakin rendah kandungan air pada tanaman tersebut, maka serangan hama lalat kacang ini juga semakin rendah.

Hasil pengamatan populasi imago *O.phaseoli* pada 15 nomor varietas yang diuji, dapat dilihat bahwa populasi imago yang terendah pada varietas no. 2794 yaitu rata-rata sebesar 0.00 dan populasi yang tertinggi rata-rata sebesar 2.33 pada varietas no. 2684.

J. Tanaman Kacang Hijau Terhadap Hama *Callosobruchus sp.*

Callosobruchus sp. merupakan hama penting pada biji kacang-kacangan terutama kacang hijau dan kedelai. Hama ini menyerang sejak dari lapang sampai pada tempat penyimpanan. Serangan pertama terjadi di lapang, imago betina meletakkan telurnya pada polong yang masih muda, dan larvanya menggerek kulit polong yang masih muda. Larva menggerek kulit polong ke dalam biji, dan tinggal di dalam biji sampai dewasa. Southgate (1978) menyatakan bahwa serangga hama ini pada kacang hijau yang telah disimpan selama sembilan bulan mencapai 87%. Varietas kacang hijau yang tahan terhadap hama *Callosobruchus sp.* bila bijinya mempunyai sifat-sifat khusus.

Hama *Callosobruchus sp.* lebih suka meletakkan telur pada kacang hijau yang mempunyai permukaan biji yang licin daripada yang permukaan bijinya kasar (Southgate, 1978).

Pengujian ketahanan biji kacang hijau terhadap hama *Callosobruchus sp.* dapat dilakukan dengan menggunakan salah satu kriteria Talekar dan Chen (1983) yaitu berdasarkan analisa statistika dari rata-rata (\bar{X}) jumlah larva, dan pupa yang muncul, serta standar deviasi (SD) yaitu :

- bila jumlah rata-rata lebih kecil $\bar{X} - 2 SD =$ amat tahan
- bila jumlah rata-rata antara $\bar{X} - 1 s/d \bar{X} - 2 SD =$ tahan
- bila jumlah rata-rata antara $\bar{X} s/d \bar{X} - 1 SD =$ agak tahan
- bila jumlah rata-rata antara $\bar{X} s/d \bar{X} - 2 SD =$ peka
- bila jumlah rata-rata lebih besar $\bar{X} - 2 SD =$ amat peka

Hasil penelitian Hendarwati, Sodiq dan Sri Rahayuningtyas (1990) tentang resistensi kacang hijau varietas Merak, Bhakti no. 129, Arta ijo, Manyar, Betet, Nuri dan Siwalik terhadap hama *Callosobruchus sp.* menunjukkan varietas Arta ijo lebih tahan daripada varietas yang lain.

Hasil penelitian di atas adalah sebagai berikut :

Tabel 16. Rata-rata Jumlah Larva dan Pupa pada 100 biji Kacang Hijau

Varietas	Rata-rata jumlah larva dan pupa	Kriteria
Merak	242	Peka
Bhakti	106	Agak tahan
No. 129	208	Peka
Arta Ijo	60	Tahan
Manyar	96	Agak tahan
Betet	105	Agak tahan
Nuri	141	Peka
Siwalik	128	Agak tahan
SD – 59.7	$\bar{X} = 136.17$	

Kalau kita hubungkan dengan kandungan protein, lemak dan karbohidrat (Tabel 17) memperlihatkan bahwa varietas Arta Ijo memiliki kandungan protein

lebih kecil daripada varietas lainnya. Dengan demikian kandungan protein yang lebih rendah berpengaruh kurang baik terhadap *Callosobruchus sp.*

Tabel 17. Kandungan Protein, Lemak dan Karbohidrat Kacang Hijau (Hasil Analisa BPPI Surabaya, 1985).

Varietas	Protein (%)	Lemak (%)	Karbohidrat (%)
Merak	22,35	1,8	62,9
Bhakti	20,4	1,8	70,7
No. 129	22,2	1,2	62,9
Arta Ijo	18,3	0,96	55,29
Manyar	22,43	1,52	47,59
Betet	22,9	0,43	47,71
Nuri	24,81	1,52	53,32
Siwalik	23,6	0,82	50,53

Preferensi serangga betina *Callosobruchus sp.* untuk bertelur adalah menyukai permukaan biji yang licin dari pada permukaan biji yang kasar. Ternyata dari penelitian ini varietas kacang hijau Arta Ijo, Nuri dan Siwalik mempunyai kulit biji yang kasar dari pada varietas Merak, Bhakti, Manyar dan No. 129. Jumlah telur yang diletakkan pada permukaan biji yang licin lebih banyak daripada permukaan biji yang kasar (Tabel 18).

Tabel 18. Rata-Rata Jumlah Telur yang diletakkan pada 100 Biji Kacang Hijau

Varietas	Jumlah Telur	Permukaan Biji
Arta Ijo	66,67 a	kasar
Nuri	91,67 a	kasar
Siwalik	97,7 ab	kasar
Manyar	95 ab	licin
Betet	120,3 bc	licin
No. 129	151,3 d	licin
Bhakti	178,0 e	licin
Merak	196,3 e	licin
BNT 5%	25,76	

Selain pengujian ketahanan di atas, masih ada cara lain pengujian hama *Callosobruchus sp.* pada tanaman kacang hijau yang berada di lapangan (di pertanaman) yaitu menggunakan kriteria penilaian Singh dan Pandey (1984) yaitu penghitungan didasarkan pada jumlah pasangan imago yang muncul dibandingkan dengan jumlah telur yang diletakkan :

- bila jumlah pasangan imago yang muncul sebesar 0% sampai 20% termasuk sangat tahan.
- bila jumlah pasangan imago yang muncul lebih besar 20% sampai 40% termasuk tahan.
- bila jumlah pasangan imago yang muncul lebih besar 40% sampai 60% termasuk agak peka.
- bila jumlah pasangan imago yang muncul lebih besar 60% sampai 100% termasuk sangat peka.

Hasil pengamatan pada pengujian beberapa varietas kacang hijau terhadap serangan hama *Callosobruchus sp.* dilapang tampak pada tabel di bawah ini :

Tabel 19. Rata-Rata Jumlah Telur dan Jumlah Bulu Polong pada 100 Polong Kacang Hijau

Varietas	Rata-rata Telur	Rata-rata Bulu Polong
No. 129	110,6 a	22,5 a
Nuri	145,6 b	24,75 ab
Bhakti	166,6 bc	27,75 ab
Betet	186,3 c	29 bc
Merak	188,0 cd	30,25 bc
Arta Ijo	222,0 de	31,0 cd
Siwalik	230 e	34,25 cd
Manyar	265 f	35,75 d
BNT 1%	34,99	5,748

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan nyata, pada taraf $p = 0,01$

Pada Tabel 19, terlihat rata-rata jumlah telur terbanyak pada perlakuan avrietas kacang hijau Manyar = 265 butir dan berbeda nyata dengan 7 varietas lain. Kalau kita hubungkan dengan jumlah bulu pada polong ternyata varietas Manyar juga mempunyai jumlah bulu polong terbanyak.

Pada tabel di atas juga tampak bahwa semakin lebat bulu polong, semakin banyak pula jumlah telur yang diletakkan. Dengan demikian preferensinya juga jauh lebih tinggi.

Painter (1951), menyatakan bahwa preferensi serangga terhadap stimuli mekanis yang berasal dari struktur fisik pada permukaan tanaman adalah berbedabeda. Sifat fisik tanaman, misalnya lebatnya bulu polong akan banyak

mempengaruhi terhadap peletakkan telur. Hal ini merupakan daya tarik bagi serangga untuk meletakkan telur.

Sedangkan persentase pasangan imago yang muncul dihitung dari jumlah telur yang diletakkan adalah sebagai berikut :

Tabel 20. Rata-Rata Persentase Pasangan Imago *Callosobruchus sp.* yang Muncul pada 100 Polong Kacang Hijau

Manyar	16,05	sangat tahan
No. 129	26,02	tahan
Betet	32,38	tahan
Bhakti	34,95	tahan
Siwalik	44,25	tahan
Arta Ijo	44,81	agak peka
Merak	46,90	agak peka
Nuri	48,85	agak peka

Kriteria penilaian berdasarkan Singh dan Pandey (1984).

Pada tabel di atas menunjukkan bahwa rata-rata persentase jumlah imago *Callosobruchus sp.* yang terbanyak terdapat pada varietas Nuri, sedangkan rata-rata persentase terdapat pada varietas Nuri, sedangkan rata-rata persentase jumlah pasangan imago *Callosobruchus sp.* yang terkecil pada varietas Manyar. Bila Tabel 19 dan 20 kita hubungkan, ternyata pada varietas Manyar imago *Callosobruchus sp.* lebih banyak meletakkan telur, tetapi jumlah pasangan imago yang muncul lebih sedikit dibandingkan dengan varietas lainnya. Diduga hal ini adanya kandungan zat yang bersifat menghambat perkembangan, sehingga imago yang muncul berkurang. Sesuai dengan pendapat Beck (1965), bahwa terdapatnya suatu zat yang bersifat racun bagi serangga, akan menghambat perkembangan serangga tersebut. Selanjutnya dikatakan oleh Horber (1978), bahwa terdapatnya phytoaglutinin akan mengakibatkan kematian larva sehingga imago tidak terbentuk. Dikatakan pula bahwa tebal dan tipisnya lapisan lilin pada polong akan mempengaruhi serangan hama *Callosobruchus sp.*

K. Tanaman Jagung Terhadap Hama *Ostrinia nubilalis*

Ketahanan tanaman terhadap serangan hama merupakan alat penting untuk melindungi tanaman terhadap serangan hama. Beberapa varietas jagung mempunyai sifat tahan terhadap hama penggerek jagung *O. nubilalis*.

Hama *O. nubilalis*. merupakan hama polifag dengan tanaman inang utamanya jagung. Tanaman inang lainnya adalah kentang, kedelai, gandum, beberapa gulma, dan bunga-bunga.

Cara merusak hama ini adalah tiga cara yaitu : 1) larva menggerek dan merusak tanaman sehingga secara fisiologis akan menghambat pertumbuhan tanaman, dan tongkolnya ; 2) merusak butir-butir jagung; 3) menggerek ke dalam batang, dan tangkai tongkol sehingga melemahkan struktur tanaman, dan menyebabkan patahnya batang dan jatuhnya tongkol.

Ketahanan tanaman jagung terhadap serangan *O. nubilalis* merupakan gambaran dari tingkat pertumbuhan yang tidak menguntungkan bagi pertumbuhan penggerek pada saat terjadinya serangan. Pada tanaman jagung ada 3 mekanisme ketahanan terhadap serangan *O. nubilalis* yaitu penolakan terhadap peletakkan telur dan serangan hama, penghambatan pertumbuhan penggerek dan toleransi tanaman jagung.

Hasil percobaan Juliastuti (1978) tentang preferensi imago *O. nubilalis* pada tanaman jagung varietas Harapan, Permadi, Genjah Kertas dan Kretek dilihat dari jumlah telur yang diletakkan. Tanaman jagung diinfestasi pada umur 50 hari. Adapun hasilnya adalah sebagai berikut :

Tabel 21. Rata-rata Jumlah Kelompok Telur yang Dijumpai/Tanaman

Varietas	Kelompok Telur	Notasi
Harapan	2,4 ± 0,3	a
Permadi	3,6 ± 0,7	ab
Genjah Kertas	4,4 ± 0,4	b
Kretek	4,3 ± 0,3	b

Pengujian dengan BNT 5%

Varietas Harapan (Tabel 21) ternyata dijumpai kelompok telur paling sedikit, dan berbeda nyata dengan Genjah Kertas dan varietas Kretek. Perbedaan jumlah kelompok telur yang ditemukan pada varietas jagung yang dicoba diduga

adanya naluri imago betina *O. nubilalis* untuk mencari tanaman inang yang menguntungkan pertumbuhan serangga keturunannya. Kita ketahui bahwa tanggapan terhadap warna dan intensitas cahaya, tanggapan terhadap kontak dengan permukaan tanaman, dan kandungan kimia dalam tanaman merupakan unsur utama bagi serangga untuk menemukan tanaman inangnya.

Selama periode pengamatan, ternyata saat keluar rambut tongkol varietas Genjah Kertas dan Kretek lebih awal daripada varietas Harapan dan Permadi. Penelitian daripada ahli lain, menunjukkan bahwa tanaman jagung yang memasuki saat keluarnya rambut tongkol lebih awal akan menerima infeksi telur lebih banyak daripada tanaman yang memasuki saat keluarnya rambut tongkol 5 hari lebih lama dalam plot-plot yang sama. Kalau dilapangan banyak berbagai tanaman jagung, dengan tingkat pertumbuhan yang berbeda-beda, maka hama *O. nubilalis* akan lebih menyukai pada tanaman jagung dengan rambut tongkol yang sudah keluar untuk tanaman inangnya.

Percobaan Juliastuti (1978) selanjutnya adalah pengujian ketahanan melalui mekanisme toleransi dengan cara menghitung besarnya kerusakan pada tanaman jagung.

Pada waktu tanaman jagung berumur 50 hari diinfestasi dengan 90 telur (4 kelompok), mata daun yang diinfestasi yaitu daun ke tiga sampai ke enam.

Pada antara 1 minggu – 6 minggu (yaitu 2 minggu) setelah infestasi telur dihitung nilai kerusakan permulaan pada daun.

Menurut Fleming *dkk* (1958) deskripsi kerusakan daun dihitung sebagai berikut :

- Kelas 1 : Tidak ada lubang serangan, tetapi terdapat titik-titik serangga pada daun .
- Kelas 2 : Terdapat titik-titik serangan dengan beberapa lubang serangan berukuran sedang.
- Kelas 3 : Terdapat lubang serangan yang berukuran sedang dalam jumlah agak banyak
- Kelas 4 : Kerusakan daun yang berat dengan adanya lubang serangan berukuran besar dalam jumlah banyak.

Tiga minggu sampai dengan lima minggu sesudah infestasi telur dilakukan pengamatan terhadap kerusakan yang terjadi pada bunga jantan, batang, daun dan tulang daun. Berdasarkan besarnya kerusakan ditentukan besarnya menurut deskripsi yang ditentukan oleh Fleming *et al* (1958). Deskripsi kelas kerusakan pada seluruh bagian tanaman adalah sbb :

- Kelas 1 : Serangan ringan atau tidak ada serangan : bunga jantan tidak patah, tidak ada serangan pada tulang daun dan internodia
- Kelas 2 : Bunga jantan terserang tetapi bagian lain dari tanaman tidak terserang : maksimum 30% kerusakan pada internodia atau 30% dari daun menunjukkan kerusakan daun hanya terbatas sejumlah lubang yang berukuran kecil
- Kelas 3 : a. Bunga jantan patah dan 31% sampai 50% daun menunjukkan kerusakan tulang daun atau tanaman menunjukkan internodia sebesar 31% sampai 50%.
b. Terdapat lubang serangan pada daun yang berukuran sedang
- Kelas 4 : a. Bunga jantan patah dan kerusakan tulang daun atau internodia sebesar 51% sampai 75%
b. Lubang serangan pada daun yang berukuran sedang dalam jumlah agak banyak
c. Kerusakan (a) dan (b)
- Kelas 5 : Bunga jantan patah : 75% kerusakan tulang daun atau internodia, sejumlah besar lubang serangan daun yang berukuran besar, kadang-kadang daunnya patah dan gugur.

Enam minggu sesudah tanaman diinfestasi dengan telur *O. nubilalis* Hbn., maka tanaman jagung tersebut diseksi untuk mengamati jumlah penggerek yang masih hidup baik dalam bentuk pupa maupun larva.

Hasil penelitian di atas datanya terlihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 22. Nilai Kerusakan Daun 2 Minggu Sesudah Infestasi

Varietas	X Nilai Kerusakan	Notasi
Harapan	2.7	ab
Permadi	2.6	a
Genjah Kertas	3.5	c
Kretek	3.3	bc

Pengujian dengan BNT 5%

Tampak pada tabel di atas, kerusakan daun pada varietas Genjah Kertas paling tinggi dibandingkan dengan varietas jagung yang lain.

Selanjutnya Fleming *dkk.* (1958) membuat tingkat ketahanan berdasarkan nilai kerusakan daun, yaitu :

- Kelas 1 : Tanaman jagung mempunyai ketahanan tinggi
- Kelas 2 : Tanaman jagung mempunyai ketahanan agak tinggi
- Kelas 3 : Tanaman jagung mempunyai ketahanan sedang
- Kelas 4 : Tanaman jagung mempunyai ketahanan peka

Dengan demikian dari tabel 22, kategori varietas jagung Harapan dan Permadi adalah sedang sampai agak tinggi, varietas Genjah Kertas dan Kretek memiliki ketahanan sedang sampai peka. Perbedaan ketahanan ini diduga adanya perbedaan jaringan daun. Bell *dalam* Burditt dan Holidaway (1959) menyatakan bahwa larva *O. nubilalis* pertama-tama hidup pada sekelompok sel-sel bulliform dari daun dan diketahui bahwa sel bulliform dari lini yang tahan lebih kecil daripada sel bulliform lini jagung yang peka terhadap serangan *O. nubilalis*.

Rata-rata nilai kerusakan pada tanaman jagung, lima minggu setelah infestasi tampak pada tabel berikut ini :

Tabel 23. Rata-Rata Nilai Kerusakan Daun Pada Saat 5 Minggu Setelah Infestasi

Varietas	X Nilai Kerusakan	Notasi
Harapan	2.1	a
Permadi	2.0	a
Genjah Kertas	2.9	b
Kretek	3.5	b

Pengujian dengan BNT 5%

Pada tabel di atas varietas Harapan dan Permadi lebih tahan daripada varietas jagung Genjah Kertas dan Kretek.

Seperti kita ketahui bahwa umumnya jagung hasil persilangan tahan terhadap serangan *O. nubilalis*.

Varietas jagung Harapan dan Permadi diduga memiliki jaringan ikatan pembuluh yang lebih banyak dan rapat daripada varietas Genjah Kertas dan Kretek. Varietas yang memiliki jaringan ikatan pembuluh yang lebih banyak dan rapat merupakan pagar terhadap serangan larva penggerek (Sunjaya, 1970).

Kekerasan yang menyeluruh dari suatu tanaman sangat mempengaruhi toleransi terhadap serangan hama. Dengan demikian tanaman yang kekar dapat dikatakan mempunyai ketahanan yang lebih tinggi.

Sedangkan kalau dilihat dari jumlah larva yang dijumpai pada setiap tanaman adalah sbb :

Tabel 24. Rata-Rata Jumlah Larva yang Dijumpai pada saat 6 Minggu Setelah Infestasi

Varietas	X larva dalam tanaman	Notasi
Harapan	1.1	a
Permadi	1.0	a
Genjah Kertas	2.1	b
Kretek	2.3	b

Pengujian dengan BNT 5%

Sejalan dengan tabel 24, dimana semakin banyak diketemukan larva, juga semakin meningkat nilai kerusakannya. Dengan demikian varietas Harapan dan Permadi lebih tahan daripada varietas Genjah Kertas dan Kretek.

L. Tanaman Kacang Hijau Terhadap Hama *Nezara viridula*

Hama kepik hijau *N. viridula* merupakan hama penghisap polong yang tersebar luas, dan sering menimbulkan kerusakan pada kedelai, kacang hijau dan kacang-kacangan.

Baik serangga dewasa maupun nimfa instar III, instar IV dan instar V pada waktu pagi hari biasanya tinggal diam di permukaan daun bagian atas. Pada saat matahari mulai terik, serangga tersebut mulai turun ke bagian polong untuk makan dan berteduh.

Sebagian besar yang terserang pada tanaman kacang hijau adalah polong yang masih muda. Polong muda yang terserang akan tampak bercak-bercak hitam dan bila polong dibuka akan terlihat bijinya yang pipih dan tidak berisi.

Pada dasarnya serangan *N. viridula* dapat ditekan dengan menggunakan varietas resisten dan varietas genjah, sehingga waktu infestasi menjadi lebih singkat dan keturunannya tidak dapat menyelesaikan stadium nimfa.

Di bawah ini akan diuraikan mekanisme antibiosis pada ke tiga varietas kacang hijau yaitu Walet, Bhakti dan Merak.

Tabel 25. Rata-rata Stadium Telur dan Imago *N. viridula*

Varietas	Lama Stadium (hari)	
	Telur	Imago
Merak	6.0	4.0 a
Walet	6.2	4.7 a
Bhakti	6.3	6.6 b
BNT 5%	Tak nyata	Nyata

Pada tabel di atas, memperlihatkan lama stadium telur tidak berbea nyata antara 3 varietas. Sedangkan lama stadium imago varietas Bhakti berbeda nyata dengan varietas Merak dan Walet. Lama stadium pada varietas Bhakti lebih panjang.

Kalau diperhatikan lama stadium nimfa instar I, II, III, IV dan V (tabel 26), ternyata juga sama, dimana varietas kacang hijau Bhakti memiliki lama stadium yang lebih panjang dari pada varietas Merak dan Walet.

Tabel 26. Rata-rata Lama Stadium Nimfa *N. viridula* o
(Atoi Wismala *dkk.*, 1988).

Perlakuan (Varietas)	Lama Insta Nimfa				
	I	II	III	IV	V
Merak	2.7	3.6	3.8 a	4.2 a	5.8 a
Walet	2.8	3.8	4.0 a	4.5 a	6.1 a
Bhakti	3.0	3.9	5.0 b	5.8 b	7.2 b
BNT 5%	Tidak nyata		0.809	1.059	1.088

Pengaruh terhadap lama stadium nimfa dan imago di atas, diduga ada unsur yang tidak sesuai dengan kehidupan hama *N. viridula* atau mungkin ada unsur yang jumlahnya kurang sesuai. Kandungan protein varietas Bhakti (20.4%) lebih rendah dari pada varietas Merak (22,35%) dan Walet (22%).

Tetapi kalau kita lihat dari mekanisme preferensi yaitu sifat morfologis adanya bulu-bulu pada polong, diduga varietas kacang hijau yang memiliki bulu lebih rapat akan lebih menghalangi nimfa dan imago *N. viridula* untuk makan. Rata-rata jumlah bulu pada polong per dua mm² pada varietas Walet = 9,8, Bhakti = 12,4 dan Merak = 9,2.

M. Tanaman Teh Terhadap tungau Jingga *Brevipalpus phoenicis*

Hama tungau pada tanaman teh secara ekonomis penting mulai tahun 1940. Di Indonesia terdapat 5 jenis tungau yang menjadi hama pada tanaman teh. Semua jenis tungau dapat dijumpai hampir pada semua tempat dan setiap waktu.

Tungau jingga *B.phoenicis* ditemukan baik pada tanaman tua maupun pada tanaman yang baru dipangkas. Setiap tahun hampir selalu timbul masalah serangan tungau jingga pada perkebunan teh. Pada kebun teh telah banyak digunakan klon teh yang berproduksi tinggi untuk perluasan atau penanaman baru. Dengan demikian hama tungau jingga yang hidup di permukaan bawah daun, tentunya ada hubungan antara sifat-sifat morfologi daun, kandungan bahan kimia dengan perkembangan populasi tungau.

Klon teh yang peka terhadap tungau jingga adalah Cin 143. Setiap klon teh mempunyai sudut duduk daun, luas daun, kerapatan bulu daun, dan panjang bulu daun yang berbeda dengan klon lain.

Hasil penelitian Wahyu Hidayat, *dkk.* (1987) dengan menggunakan 10 klon teh yaitu Kiara 8, PS 400, PS 1, RB 2, PG 9, SA 73, TRI 2024, RB 3, KP 4 dan Cin 143 dimana setiap 10 daun pemeliharaan diinokulasi dengan 100 ekor tungau jingga dewasa. Pengamatan populasi (jumlah telur, larva, tungau muda dan dewasa) dilakukan setiap 2 minggu sekali dan dihitung lalu pertumbuhan populasi pada setiap klon teh. Hasilnya adalah sebagai berikut :

Tabel 27. Rata-rata Laju Pertumbuhan Populasi Tungau Jingga

Klon	Rata-rata laju pertumbuhan (ekor/100/dua minggu)	Notassi LSR 0,05
SA 73	7.79	a
PS 1	11.38	ab
RB 3	11.66	ab
TRI 2024	12.33	ab
PG 9	13.33	ab
RB 2	13.83	bc
Kiara 8	14.68	bc
PS 400	15.89	bc
KP 4	16.32	bc
Cin 143	16.37	bc

Keterangan :

SA : Soekaati

PG : Pondok Gede

PS : Pasir Sarongge

TRI : Tea Research Institute

RB : Ranco Bolang

KP : Kiara Payung

Cin : Cinyiruan

Laju pertumbuhan *growth rate* tungau jingga pada tiap klon teh dihitung dengan rumus :

$$\beta = \frac{\ln N_t - \ln N_0}{t}$$

β : laju pertumbuhan

N_t : Jumlah tungau jingga pada waktu t

N_0 : Jumlah/ populasi pada awal percobaan

t : Waktu

Masing-masing dari klon SA 73 (sebagai kelompok 1) dan klon Kiara 8, PS 400, KP 4, RB 2 dan Cin 143 (sebagai kelompok II). Hasilnya adalah sebagai berikut :

Tabel 28. Hasil Analisis Selang Kepercayaan Serempak Sifat Morfologi Daun Pemeliharaan

No	Morfologi Daun	0,05	0,01
1.	$d 1 \pm \gamma$	- 60,718	- 61,212
	(luas daun)	- 56,706	- 56,212
2.	$d 2 \pm \gamma$	- 2,006	- 2,500
	(sudut duduk daun)	2,006	2,500
3.	$d 3 \pm \gamma$	5,5515	5,0575
	(kerapatan bulu daun)	9,5635	9,5635
4.	$d 4 \pm \gamma$	- 57,2515	- 57,7455

Keterangan :

Nilai $d 1 \pm \gamma < 0$ berarti parameter yang dihitung berpengaruh positif terhadap laju pertumbuhan populasi tungau jingga

Nilai $d 1 \pm \gamma > 0$ berarti parameter yang dihitung berpengaruh negatif terhadap laju pertumbuhan populasi tungau jingga

Nilai $d -$ dan $d +$ (melewati nilai 0) berarti parameter yang dihitung tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan populasi tungau jingga.

Pada tabel 28 di atas memeperlihatkan bahwa luas daun berpengaruh positif terhadap laju pertumbuhan populasi tungau jingga. Semakin luas daun berarti semakin banyak sumber daya atau makanan, sehingga semakin tinggi laju pertumbuhan populasi tungau jingga. Tetapi hal ini tergantung juga dari faktor yang lain seperti kerapatan bulu daun. Luas daun yang besar diikuti dengan kerapatan bulu daun yang tinggi atau bulu yang rapat, maka akan dapat mengganggu aktivitas tungau jingga, sehingga laju pertumbuhannya akan terhambat.

Sudut duduk daun tidak berpengaruh terhadap laju pertumbuhan tungau jingga. Hal ini diduga karena sudut duduk daun dipengaruhi oleh umur daun dan ada tidaknya tunas yang tumbuh pada pangkal tangkai daun tersebut. Semakin tua daun teh semakin besar sudut duduk daunnya. Demikian pula bila sudah tumbuh tunas pada pangkal tangkai daun sudut duduk daun akan semakin besar.

Kerapatan bulu daun berpengaruh negatif terhadap laju pertumbuhan populasi tungau jingga. Semakin rapat bulu daun semakin rendah laju

pertumbuhannya. Kerapatan bulu daun diduga berpengaruh terhadap aktivitas tungau jingga baik gerakannya maupun peletakkan telurnya. Bulu daun yang rapat dapat menyebabkan aktivitas tungau jingga terhalang.

Panjang bulu daun berpengaruh pada laju pertumbuhan populasi tungau jingga. Panjang bulu daun akan sangat menunjang kerapatan bulu daun. Bulu daun yang rapat atau lebat dan panjang akan menghambat aktivitas tungau jingga. Tetapi sebaliknya bila buku daun jarang, walaupun bulu daunnya panjang, akan kurang berpengaruh pada aktivitas tungau jingga. Di samping kerapatan dan panjang bulu daun diduga perlu dilihat juga sudut berdirinya bulu daun. Bulu daun yang berdiri akan lebih mengganggu aktivitas tungau jingga, apabila dibandingkan dengan bulu daun yang mendarat.

Selain faktor morfologi daun, yang berpengaruh terhadap perkembangan populasi tungau jingga adalah kandungan bahan atau unsur kimia pada tanaman atau daun. Seperti yang dikemukakan oleh Banerjee (1976) bahwa fekunditas tungau jingga dipengaruhi oleh unsur biokimia dan karakteristik tanaman inang. Pada penelitian ini belum dapat diketahui unsur-unsur yang berpengaruh positif atau negatif terhadap perkembangan populasi tungau jingga.

Dari penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa klon KP 4, PS 400 dan Cin 143 peka terhadap serangan tungau jingga. Klon PG 9, Kiara 8, PS 1, RB 2, TRI 2024 dan SA 73 dan RB 3 lebih tahan terhadap serangan tungau jingga dari pada klon Cin 143.

N. Tanaman Ubi Kayu Terhadap Tungau Merah

Tungau merah *Tetranychus urticae* hidupnya bersifat polifag. Tanaman ubi kayu yang terserang berat dapat turun produksinya sampai 95%. Sebaran populasi tungau pada tanaman ubikayu umur 7 bulan terkonsentrasi pada daun tengah, sedikit pada daun bawah dan pucuk. (Sinuraya, 2005). Pada daun tersebut tungau merah banya diam di sepanjang tulang daun dan di pusat tulang daun. Varietas ubikayu yang tahan terhadap tungau merah adalah Adira 4, Adira 2, Adira 1, Malang 4 dan Malang 6.

Hasil penelitian di rumah kaca Balitkabi pada MN 1999/2000, tingkat kerusakan hama tungau merah *T. urticae* pada 18 klon ubikayu umur 8 bulan berkisar antara 40 s/d 71%.

Adapun data penelitian selengkapnya sebagai berikut :

Tabel 29. Serangan Tungau Merah dan Hasil Umbi Klon Ubikayu

Klon Ubikayu	Serangan	Hasil Umbi	
	(%)	(kg/tan)	
MLG 10077	52,67	0,91	
CMM 96027-56	57,19	1,51	
CMM 96027-110	46,76	1,01	
OMM 9601-37	61,34	1,44	
MLG 10153	58,25	1,02	
CMM 96021-266	71,23	1,34	
OMM 9601-93	60,76	1,50	
Adira 4	64,42	1,26	
OMM 9602-100	60,46	1,44	
MLG 10004	62,97	1,08	
OMM 9601-66	46,94	2,00	
OMM 9601-69	67,86	1,37	
CMM 96008-19	62,72	0,76	
CMM 96036-256	59,33	0,89	
CMM 96030-159	54,84	1,30	
CMM 96030-161	62,99	1,01	
CMM 96036-296	40,41	1,07	
Darul Hidayah	45,28	0,82	
BNT 5%	15,12	0,61	

Dengan demikian klon CMMG 6036-296 berdasarkan metode standar deviasi tergolong sangat tahan, sedangkan klon Darul Hidayah, CMM 96027-110 dan OMM 9601-66 tergolong ketahanan menengah/sedang. (Anonim, 2000).

DAFTAR PUSTAKA

- Ade Ruskandar, 2006. Budidaya Varietas Unggul Baru Padi yang Banyak Ditunggu Petani, Sinar Tani, Edisi 26 Juli – Agustus 2006. No. 3160 Tahun XXXVI : Hal 9.
- Adiwilaga, K. 1999. Bioteknologi Kapas, Simposium III Hasil Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan. Bogor, 1-2 Desember 1999 : 7 hal.
- Alimoeso, S. 2001. Kebijakan dan Strategi Pengendalian Hayati Serangga Pada Tanaman Pangan di Indonesia. Prosiding Simposium Pengendalian Hayati Serangga, Sukamandi, 14-15 Maret 2001 : 39 – 44.
- Anonim, 1959. Varietal Susceptibility Investigation. Res. Inst. India. Ann. Rep. 1956 – 1957 : p.46.
- Anonim, 1979. Brown Planthopper Collaborative Project IRRI Los Banos, Philliphines (Unpublished) : 6 pp.
- Anonim, 2000. Laporan Tahunan Balitkabi Mlanang 1999/2000 : 122 : 124.
- Anonim, 2004. Meningkatkan Daya Hasil Padi Varietas Unggul. Sinar Tani, Edisi 24-30 Nopember 2004.
- Anonim, 2008. Sembilan Varietas Padi Unggul Baru di Launching Pada PPN III 2008. Sinar Tani, Edisi 6-11 Agustus 2008, No. 3264, Tahun XXXVIII, Hal: 5.
- Atkins, M. D. 1980. Introduction to Insect Behaviour. Macmillan Publishing Co. London. 273 pp.
- Atoi Wismalia, M. Sodiq, Karsono DB dan Suharsono. 1988. Lama Stadia Hama Penghisap Polong *Nezara viridula* Pada Beberapa Varietas Kacang Hijau, Skripsi (Tidak Dipublikasikan).
- Baehaki, S.E. 1987. Laporan Penelitian Pengendalian Wereng Coklat di Pasar Miring – Sumatera Utara. Puslitbangtan.
- Baehaki, SE. 2001. Meningkatkan Peran Agens Hayati Dalam Pengelolaan Ekosistem Secara Kuantitatif. Prosiding Simposium Pengendalian Hayati Serangga. Sukamandi, 14-15 Maret 2001 : 9-26.
- Baehaki, SE. 2007. Perkembangan Wereng Coklat Biotipe 4. Tabloid Sinar Tani, Edisi 1-7 Agustus 2007, No. 3212 Tahun XXXVIII : Hal 12.

- Banarjee, 1976. Development of The Red Crevice Mite (*Brevipalpus phoenicis* Geijses) on Coffe and Tea (Acarina : Tenuipalpidae). Zeitschrift fur angewanate Entomologie 80. p. 342-346.
- Beck, S.D. 1965. Resistance of Plants to Insect. Annual Rev. Entomology No. 10 : p. 207-217.
- Burditt, A.k and F.G. Holdaway. 1959. An Evaluation of Corn Leaf Tissue to Feeding by European Corn Borer Larvae. J. Econ. Ent. 52 (6) : 1171-1180.
- Budijono, A.L., M.C. Mahfud, S. Purnomo dan Musyarofah. 1987. Kajian Serangga Polinator Pada Penyebaran Buah Mangga. Sub. Balihorti Malang. 7 hal.
- Chiang, H.S. and N.S. Talekar. 1980. Identification of Sources of Resistance to The Bean Fly and Two Other Agronomized Flies in Soybean and Mungbean. Journ. Ent. : p. 73.
- Dethier, V.G. 1970. Chemical Interaction Between Plants and Insects. P : 83-115. In. E. Sondheimer and O.B. Simeone. Ed. Chemical Ecology. Deademic Press, N.Y.
- Elzinga, R.J. 1978. Fundamentals of Entomology. Prentice Hall Inc. New Jersey : 325 hal.
- Fleming, A.A., R. Sing, H.K. Hayes and E.L. Pinnell, 1958. Inheritance in Maize of Reaction to European Corn Borer and its Relationship to Certain in Agronomics Characteristic, Technical. Bull, 226 : 1-19.
- Hairil Anwar, 1997. Pengujian Ketahanan Varietas dan Galur Padi di Sumatera Utara. MIP UPN Veteran Jatim. Vol. VII No. 16. Desember 1997 : II-30 – II-34 .
- Hendarwati S., M.Sodiq dan Sri Rahayuningtyas, 1990. Pengujian Beberapa Varietas Kacang Hijau terhadap Serangan Hama *Callosobruchus* sp. Dalam Laboratorium. Kongr. I. dan Simposium HPTI, Jakarta. 8-9 Februari 1990.
- Ho, D.T., E.A. Heinrichs and F. Medaong. 1982. Tolerance of The Rice Variety Triveni to The Brown Plant Hopper, *Nilaparvata lugens*. Environmental Entomology. Vol. II (3) : 598-602.
- Horber, E., 1978. Resistance to Pest of Grain Legume in The USA. In Pest of Grain Legume Ecology and Control. Academic Press. P. 287-309.
- Hosang, . L.A. dan D.T. Sembel. 1983. Pemilihan Tanaman Inang oleh *Plutella maculipennis* Curtis (*P. xylostella* L.). Kong. Ent. II. Jakarta. 24-26 Januari 1983 : B. 2/3 1-7.

- Hsiao, T.H. 1969. Chemical Basis of Host Selection and Plant Resistance in Oligophagous Insects. *Entomol. Exp. And Appl.* 12 : 777-787.
- IRRI, 1980. Standard Evaluation System for Rice. Second Edition. IRRI, Los Banos, Phillipines. 356 pp.
- Juliastuti. 1978. Ketahanan Beberapa Varietas Jagung (Harapan, Permadi, Genjah Kertas, Kretek) Terhadap Serangan Penggerek Jagung *Ostrinia nubilalis* Hubner, Thesis (tidak dipublikasikan).
- Kamandalu, A.A.N.B. dan Bahagiawati, A.H. 1987. Tingkat Ketahanan Beberapa Galur Terhadap Wereng Coklat *Nilaparvata lugens* Stal (Homoptera : Delphacidae) Koloni Sumatera Utara. Kongr. Entomologi III. Jakarta, 30 September – 2 Okt. 9 hal.
- Kamel, Sead A. and F.Y. Elkasaby. 1965. Relative Resistance of Cotton Varieties in Egypt to Spider Mites, Leaf Hopper and Aphid. *Jour. Econ. Ent.* 58 : 209-212.
- Kruerklai, W. 1979. Varietas Resistance of Milled Rice to *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera : Curculionidae) Seminar Puslit Tan. Pangan. Bogor.
- Manwan, I. dan Sama. 1976. Hama Wereng dan Penyakit Virus di Sulawesi Selatan. Seminar Wereng Tanaman Padi, Yogyakarta. 1-3 Juni 1976.
- Marwoto. 1983. Pengaruh Waktu Tanam dan Penggunaan Jerami Sebagai Penutup Tanah Terhadap Tingkat Serangan Lalat Bibit *Ophiomya phaseoli* pada Tanaman Kedele. Thesis. Pasca Sarjana Pertanian UGM. 1-17.
- Painter, R.H. 1951. Insect Resistance in Crop Plants. Mac Millan and Co. New York : 25-33.
- Panda, N. and E.A. Heinrichs. 1983. Level of Tolerance and Antibiosis in Rice Having Moderate Resistance to The Brown Plant Hopper, *Nilaparvata lugens*. *Environmental Entomol.* Vol : 12 (4) : 1204-1214.
- Shaver, T.N. and Garcia. 1973. Gossypol Content of The Cotton Flower Buds, *J.Econ. entomol.* 66 : 324-328.
- Sight, B.B. and R. Pandey. 1984. Breeding Couspes Varieties the Rice Based Cropping System. In Workshop in Varietal Iprovement of Up Lands Crops for Riced. Based Farming System : 1-19.
- Sinuraya, M. 2005. Tungau Merah *Tetranychus urticae* Pada Tanaman Ubikayu, Sinar Tani No. 3128. Tahun XXXV : Edisi 14-20 Desember 2005. Hal 6.

- Soedjono, D. 1975. Beberapa Pendekatan untu Mengatasi Masalah Serangan Penggerek Pucuk (*Scirpophaga nivella*) Ditinjau Dari Sudut Jenis Tebu. Pertemuan Tenis Tengah Tahunan II 1975 : 1-7.
- Southgate. 1978. Biology of Bruchidae. Ann . Review. Entomology. No. 24.
- Sudarmadji dan Hendarsih S. 1987. Preferensi Perkembangan Kepadatan Populasi *Sitophilus zeamais* Motschuly (Coleoptera : Curculionidae) pada Beras IR 36, IR 54, Cikapundung, Cisdane, Barito dan Sadang. Kongr. Entomol. III. Jakarta. 30 Sept – 2 Ot. 1987.
- Suhendi, D. 1998. Potensi Lamtoro Tahan Kutu Loncat Kultivar PG 79. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Deptan. Vol. XX No. 5 : 11-13.
- Sulistiyawati, E. *dkk.* 2008. Budidaya Kapas Kanesia Tanpa Insektisida. Tabloid Sinar Tani, Edisi 28 Mei – 3 Juni 2008, No. 3254 Tahun XXXVIII : Hal 14.
- Sunjaya, P.I. 1970. Dasar-Dasar Ekologi Serangga. Bagian Ilmu Hama Tanaman IPB Bogor. Hal : 63-91.
- Sutaryo, B., Yuniati P. dan M. Yamin Samaullah, 2001. Tingkat Serangan Penggerek Batang Padi Pada Beberapa Galur Padi Hibrida. Prosiding Simposium Pengendalian Hayati Serangga, Sukamandi, 14-15 Maret 2001 : 234-236.
- Talekar, N.S. and Yuuo Hwa Lin. 1981. Two Sources with Differing Modes of Resistance to *Callosobruchus chinensis* (L.) in Mungbean. Journ. Economic Entomology 7 (1) : p. 639-642.
- Talekar, N.S. Chen. 1983. The Beanfly Pest Complex of Tropical Soybean. Proc. Of a Symposium, Tsukuba Japan : p. 257.
- Tengkanoo, W. 1977. Pengujian Ketahanan Varietas Kedele Terhadap Serangan *Agromyza phaseoli* Coq. Dept Pert. LP3 Bagian Hama dan Penyakit : 46.
- Wahyu H., Soelaksono dan Mumu S. 1987. Perkembangan Populasi Tungau Jingga *Brevipalpus phoenicis* Geijskes (Acarina : Tenuipalpidae) pada Beberapa Klon Teh. Kongr. Entomol. III. Jakarta. 30 Sept – 2 Okt 1987.
- Walter E.V. 1965. Northern Corn Rootworm Resistance in Sweet Corn, *Diabrotica Longicornis* (Say). Journ. Econ. Ent. 58 : 1076 – 1078.
- Wigglesworth, V.R. 1972. The Principles of Insect Physiology. English Language Book Society and Chapman and Hall. London. 827 pp.
- Wirioatmodjo, B. 1970. Hama Tebu. Himpunan Diktat Kursus Tanaman BP3G Pasuruan : 169-189.

