

PENGELOLAAN HAMA THRIPS PADA KACANG HIJAU MELALUI PENDEKATAN PENGENDALIAN HAMA TERPADU

Management of Thrips on Mungbeans with an Integrated Pest Management Approach

S.W. Indiaty

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
Jalan Raya Kendalpayak km 8, Kotak Pos 66 Malang 65101, Indonesia
Telp. (0341) 801468. Faks. (0341) 801468
E-mail: swindiati@yahoo.com, balitkabi@litbang.pertanian.go.id

Diterima: 19 Desember 2014; Direvisi: 6 Februari 2015; Disetujui: 20 April 2015

ABSTRAK

Thrips *Megalurothrips usitatus* (Bagnall) merupakan salah satu hama utama pada kacang hijau, terutama pada musim kemarau. Kehilangan hasil kacang hijau akibat thrips mencapai 67% sehingga pengendalian thrips sangat diperlukan. Pengelolaan hama thrips secara terpadu perlu digalakkan untuk mengurangi dampak negatif penggunaan insektisida kimia. Strategi pengendalian thrips melalui pendekatan pengendalian hama terpadu (PHT) dapat dilakukan melalui sanitasi lingkungan sebelum tanam, pengaturan waktu tanam, dan budi daya tanaman sehat. Varietas Vima 2 yang toleran thrips saat berbunga dan penggunaan mulsa dapat dikembangkan di beberapa daerah endemis thrips. Kombinasi penyemprotan insektisida fipronil 2 ml/l pada 10 hari setelah tanam (HST) dilanjutkan dengan insektisida nabati pada 17, 24, dan 31 HST efektif mengendalikan thrips selama fase vegetatif dan dapat dipadukan dengan varietas Vima 2. Efektivitas pengendalian dapat ditingkatkan bila insektisida nabati disemprotkan pada 24 dan 31 HST dipadukan dengan insektisida fipronil 2 ml/l dua kali pada 10 dan 17 HST. Kedua paket pengendalian tersebut efektif menekan intensitas serangan thrips, meningkatkan hasil 47–77%, serta menghemat penggunaan insektisida 50–75%. Perpaduan penggunaan varietas Vima 2 dan aplikasi insektisida kimia berbahan aktif fipronil atau imidakloprid 2 ml/l pada 10, 17, 24, dan 31 HST konsisten efektif menekan serangan thrips dan meningkatkan hasil antara 150–175%.

Kata kunci: Kacang hijau, thrips, gejala, pengendalian hama terpadu, tanaman inang

ABSTRACT

Thrips, Megalurothrips usitatus (Bagnall) is one of the major pests of mungbean, especially in the dry season. Yield losses due to thrips reached 67%, so that this pest needs to be controlled. Integrated pest management (IPM) to thrips should be encouraged to reduce the negative impact of the use of chemical insecticides. Thrips control strategy with an IPM approach can be done with sanitation before planting, timing of planting and cultivating healthy plants. Vima 2 mungbean variety tolerant to thrips during flowering and use of mulch can be developed in some endemic areas. Combination of spraying of insecticide fipronil 2 cc/l at 10 days after planting (DAP) continued with botanical insecticides at 17,

24, and 31 DAP which is effective in controlling thrips during vegetative stage could be integrated with the use of Vima 2 variety. Effectiveness of these control methods could be improved by spraying botanical insecticide at 24 and 31 DAP combined with insecticide fipronil 2 cc/l at 10 and 17 DAP. Both the control methods were effective in suppressing plant damage, increased yield by 47–77%, and reduced insecticide use by 50–75%. The use of Vima 2 variety integrated with application of chemical insecticides with an active ingredient of fipronil or imidakloprid 2 cc/l at 10, 17, 24, and 31 DAP was consistently effective in suppressing plant damage and increasing yields by 150–175%.

Keywords: Mungbean, thrips, symptoms, integrated pest management, host plants

PENDAHULUAN

Di Indonesia, kacang hijau (*Vigna radiata* L.) menempati urutan ketiga sebagai tanaman pangan kacang-kacangan setelah kedelai dan kacang tanah karena harganya relatif stabil dan lebih kompetitif dibanding kedelai. Pada tahun 2011, produksi kacang hijau Indonesia mencapai 341.342 ton biji kering dengan produktivitas rata-rata 1,15 t/ha (Ditjentan 2012). Produksi tersebut masih belum memenuhi permintaan yang terus meningkat. Kebutuhan kacang hijau rata-rata 322.098 ton, sedangkan rata-rata produksi baru mencapai 313.229 t/tahun. Untuk memenuhi kebutuhan, pemerintah mengimpor kacang hijau sekitar 29.443 t/tahun (BPS 2012).

Kacang hijau dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah dan dapat ditanam sepanjang tahun. Di lahan sawah, kacang hijau biasanya ditanam pada musim kemarau setelah padi dengan pola tanam padi-padi-kacang hijau, sedangkan di lahan kering atau tegalan ditanam pada akhir musim hujan setelah padi gogo atau jagung (Radjit dan Prasetyawati 2012). Kacang hijau sangat cocok ditanam di lahan kering karena berumur pendek, toleran kekeringan, dan risiko terserang hama lebih rendah dibanding kedelai.

Berbagai cara telah dilakukan untuk meningkatkan produksi kacang hijau, di antaranya melalui intensifikasi, ekstensifikasi, dan rehabilitasi lahan. Namun, upaya

tersebut masih menghadapi kendala, salah satunya ialah serangan hama thrips.

Beberapa spesies thrips merupakan hama penting pada berbagai tanaman di Indonesia. Hama tersebut menyerang daun muda, kuncup, bunga, batang muda, dan buah muda. Sebagai contoh adalah *Thrips tabaci* Lind. pada tanaman bawang yang menyebabkan kerusakan pada daun, *T. palmi* (Karny) pada tanaman kentang, *Chaetanaphothrips signipennis* (Bagn.) pada tanaman cabai dan tembakau, *T. parvispinus* (Karny) pada cabai dan mentimun, serta *Frankliniella* sp. dan *Megalurothrips usitatus* Bagnall pada tanaman kacang-kacangan (Hidajat *et al.* 2000).

Hasil identifikasi thrips pada tanaman kedelai, kacang hijau, kacang tunggak, kacang tanah, dan klotalaria di daerah Bedali-Lawang (Malang), Muneng (Probolinggo), dan Ponorogo, Jawa Timur, menunjukkan spesies thrips yang dominan adalah *M. usitatus* (Probolinggo), sedikit *T. taiwanus* (Ponorogo) dan *Haplothrips* sp. (Bedali-Lawang) (Matsumoto 2000). Pada tanaman kacang hijau, *M. usitatus* merupakan salah satu hama utama yang sangat merugikan pada musim kemarau dan menyebabkan kehilangan hasil yang cukup tinggi (Indiati 2003). Oleh karena itu, pengendalian hama thrips pada kacang hijau sangat diperlukan.

Pengendalian hama dengan insektisida kimia berdampak negatif terhadap lingkungan, selain harga insektisida yang mahal. Oleh karena itu, pengendalian thrips pada kacang hijau dianjurkan menggunakan pendekatan pengendalian hama terpadu (PHT). PHT merupakan konsep pengendalian yang memadukan beberapa pendekatan dengan tujuan mengurangi penggunaan insektisida kimia serta melestarikan dan meningkatkan peran musuh alami melalui pengelolaan ekosistem. Pengelolaan ekosistem diharapkan dapat menciptakan lingkungan yang tidak sesuai bagi perkembangan hama dengan cara memutus siklus hidup

hama, meningkatkan jumlah dan populasi musuh alami, serta didukung penggunaan pestisida nabati dan sanitasi inang alternatif. Penggunaan insektisida kimia merupakan langkah akhir bila komponen pengendalian lain belum dapat menekan populasi hama. Tulisan ini membahas strategi pengendalian thrips pada kacang hijau dengan cara memadukan komponen pengendalian yang efektif melalui pendekatan PHT.

BIOLOGI, GEJALA SERANGAN, TANAMAN INANG, DAN SEBARAN HAMA THRIPS

Biologi

Thrips, *M. usitatus* termasuk dalam ordo Thysanoptera (serangga bersayap duri/rumbai), subordo Terebranta, famili Tripidae, genus *Megalurothrips* (Hoddle *et al.* 2012). Thrips mempunyai ukuran tubuh kecil dan langsing, panjang tubuh sekitar 0,55 mm. Tipe mulut pengisap penggesek. Makanan biasanya dalam bentuk cairan. Antena pendek, empat sampai sembilan ruas (Matsumoto 2000).

Thrips mengalami metamorfosis tidak sempurna; dua instar pertama tidak bersayap disebut larva, instar ketiga disebut prapupa, instar keempat disebut pupa, dan tahapan selanjutnya adalah dewasa (imago) (Gambar 1). Thrips berkembang biak secara tidak kawin.

Thrips meletakkan telur pada tanaman muda, berumur 10–15 hari. Biasanya telur disisipkan pada jaringan daun muda di bagian bawah dan diletakkan satu per satu. Telur berbentuk oval, berwarna putih keruh pada saat akan menetas. Setelah telur menetas, nimfa instar pertama keluar, berwarna putih transparan, mempunyai tiga pasang kaki, dan berukuran 0,5 mm. Fase ini berlangsung



Gambar 1. Telur, nimfa instar pertama, nimfa instar ke dua, prapupa, pupa dan imago thrips (dari kiri ke kanan) (Himmelein 2011).

2–3 hari. Setelah berganti kulit, akan muncul nimfa instar kedua yang berukuran 0,8 mm, berwarna kuning tua keruh yang lama kelamaan menjadi kecokelatan. Fase ini berlangsung sekitar 34 hari. Setelah berganti kulit, muncul prapupa yang dicirikan dengan terbentuknya kerangka sayap yang belum sempurna dan gerakannya tidak aktif.

Pada proses selanjutnya, kerangka sayap menjadi panjang (sempurna), tetapi bulu sayap yang berupa rumbai belum terbentuk, warna menjadi cokelat muda dengan beberapa garis melintang berwarna cokelat tua. Fase ini disebut fase pupa. Setelah berganti kulit yang terakhir, muncul imago berwarna hitam dengan ukuran sekitar 2 mm. Pada fase imago, semua organ telah terbentuk sempurna dan siap bertelur. Pada kondisi optimum, satu daur hidup thrips memerlukan waktu 15 hari. Serangga dewasa dapat hidup selama 20 hari dan menghasilkan telur 40–50 butir (Kalshoven 1981; Bernardo 1991). Dengan mengetahui biologi hama thrips, waktu dan cara pengendalian dapat ditentukan secara tepat pada fase hama peka sehingga hasil pengendalian maksimal dan ekonomis.

Gejala Serangan pada Kacang Hijau

Nimfa dan imago mengisap cairan pada kuncup vegetatif tanaman muda sehingga ketika membuka, daun tampak mengerut atau keriting seperti terserang virus. Pada serangan parah, tanaman menjadi kerdil, pembentukan bunga dan polong terganggu yang akhirnya hasil menurun. Apabila serangan thrips terjadi pada fase berbunga, nimfa dan serangga dewasa akan menyerang bunga dengan cara memakan polen dan mengisap cairan bunga sehingga bunga rontok dan polong tidak terbentuk, yang pada akhirnya akan menurunkan hasil (Gambar 2). Menurut Shukla *et al.* (2005), *M. usitatus* dewasa maupun nimfa tidak berperan sebagai vektor virus.

Tanaman Inang dan Sebaran

Menurut Chang (1987) dalam Chang (1991), thrips dapat hidup dan berkembang pada 28 spesies tanaman. Namun, bunga tanaman kacang-kacangan paling disukai, walaupun bagian tanaman yang lain (daun) juga digunakan sebagai tempat hidup. Jenis tanaman kacang-kacangan yang diserang antara lain adalah kedelai, kacang adzuki (*Vigna angularis*), kacang hijau, kacang tanah, kacang pedang (*Canavalia gladiata*), kacang asparagus (*V. sesquipedalis*), kacang panjang (*V. sinensis*), kacang yam (*Pachyrhizus erosus*), kacang lima (*Phaseolus limensis*), buncis (*Phaseolus vulgaris*), *Sesbania sesban*, *Cassia bicapsularis*, *Bauhinia purpurea*, *Crotalaria juncea*, *Phaseolus atropurpureus*, dan *Centrosema pubescens*. Di Muneng, Probolinggo, selain menyerang kacang hijau, *M. usitatus* juga menyerang tanaman kacang-kacangan lain seperti kacang tunggak, kacang tanah, dan kedelai. Selain tanaman kacang-kacangan, spesies thrips ini juga menyerang rambutan, anggur (Bansiddhi dan Poonchaisri 1991), tomat, dan kentang (Bernardo 1991).

Sebaran *M. usitatus* relatif luas. Selain di Indonesia, spesies ini juga menyebar di Filipina, Malaysia, Taiwan, dan Thailand (Bansiddhi dan Poonchaisri 1991; Bernardo 1991; Chang 1991; Fauziah dan Saharan 1991).

MUSUH ALAMI

Beberapa pemangsa berpotensi mengendalikan hama thrips. Kepik *Orius tantillus* merupakan pemangsa yang paling dominan terhadap nimfa dan serangga dewasa (Rejesus *et al.* 1986 dalam Bernardo 1991). Perkembangan pemangsa ini berlangsung 16,5 hari untuk betina dan 14,8 hari untuk jantan (Mituda dan Calilung 1989). Dalam satu siklus hidupnya, *O. tantillus* dapat lebih dari 200 thrips, sedangkan kemampuan maksimum kepik dewasa dalam



Gambar 2. Gejala serangan thrips pada kacang hijau pada fase vegetatif (kiri) dan fase berbunga yang mengakibatkan bunga gugur (kanan).

memangsa thrips antara 19–20 imago per hari. *Amblyseius* sp. merupakan pemangsa nimfa thrips. Daur hidup total 4,7 hari dan pemangsa ini mampu memangsa 2–7 nimfa thrips per hari. Pemangsa lain yang potensial ialah *Campylomma* sp. dan laba-laba *Conopistha* sp. yang masing-masing mampu memangsa 1–5 imago dan 8–25 imago thrips per hari. Keduanya dapat memangsa nimfa maupun imago (Mituda dan Calilung 1989).

FAKTOR YANG MEMENGARUHI KELIMPAHAN POPULASI

Kacang hijau merupakan tanaman yang mampu beradaptasi terhadap kekeringan sehingga banyak ditanam petani pada musim kemarau setelah padi kedua atau jagung. Kacang hijau yang ditanam pada musim kemarau yang kering pada umumnya terserang thrips dengan intensitas tinggi. Sebaliknya bila ditanam pada musim hujan, serangan thrips sangat rendah karena curah hujan yang tinggi akan mengurangi populasi thrips.

Beberapa pakar melaporkan bahwa populasi thrips di alam dipengaruhi oleh faktor iklim, seperti curah hujan, suhu udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin (Murai 2000; Legutowska 1997 dalam Waiganjo *et al.* 2008). Hasil penelitian menunjukkan intensitas serangan thrips pada bulan April–September 2003 berfluktuasi dengan puncak serangan hampir mencapai 40% pada bulan Juni. Bila dihubungkan dengan suhu udara, suhu udara maksimum pada bulan Juni–Juli mencapai 35° C dan suhu minimum 13° C sehingga pada bulan tersebut terjadi perbedaan suhu maksimum dan suhu minimum yang paling besar. Kondisi cuaca seperti ini paling optimum untuk perkembangan populasi thrips sehingga menimbulkan kerusakan yang parah. Menurut Murai (2000), suhu udara merupakan faktor iklim yang sangat berpengaruh terhadap populasi thrips. Waiganjo *et al.* (2008) melaporkan bahwa kelembapan dan curah hujan berkorelasi negatif dengan populasi thrips. Sebaliknya, suhu udara berkorelasi positif dengan populasi thrips.

PERIODE KRITIS DAN KEHILANGAN HASIL

Periode kritis tanaman kacang hijau terhadap serangan thrips terjadi pada fase vegetatif, pada saat daun trifoliat pertama mulai muncul. Ketika periode kritis tanaman sesuai dengan populasi thrips yang tinggi, tanaman akan mengalami serangan thrips yang parah sehingga kehilangan hasil sangat tinggi, mencapai 67% pada saat tanaman berumur 10 hari. Sebaliknya, kehilangan hasil hanya mencapai 25% bila awal serangan thrips yang tinggi terjadi pada saat tanaman berumur 30 hari (Indiati 2013). Kehilangan hasil kacang hijau selain dipengaruhi

oleh periode kritis tanaman, juga ditentukan oleh varietas, musim, serta praktik budi daya.

Pada varietas rentan, kerusakan dan kehilangan hasil tanaman akan lebih tinggi dibanding pada varietas tahan. Intensitas serangan thrips pada galur tahan MLG 716 hanya mencapai 10%, sedangkan pada varietas rentan seperti Betet, intensitas serangan thrips mencapai 25%. Kehilangan hasil pada varietas rentan mencapai 31,7%, sedangkan pada galur tahan hanya 12,9% (Indiati 2000b). Intensitas serangan thrips pada awal pertumbuhan varietas rentan No. 129 tanpa perlakuan pengendalian mencapai 100% dan mengakibatkan kehilangan hasil antara 21,5–64,1% (Indiati 2000b).

Kacang hijau yang ditanam pada tanah yang kurang subur akan semakin rentan terhadap serangan thrips. Serangan thrips akan semakin parah pada tanaman yang mengalami kekeringan.

STRATEGI PENGENDALIAN

Perubahan iklim global secara tidak langsung akan memengaruhi fluktuasi populasi hama sehingga diperlukan metode dan teknologi pengendalian hama yang lebih efektif. Sampai saat ini, pengendalian thrips umumnya menggunakan pestisida kimiawi, namun hasilnya tidak maksimal bila insektisida yang efektif tidak tersedia di pasaran. Akibatnya, petani akan menyemprot hama lebih sering dengan konsentrasi insektisida yang makin tinggi untuk meningkatkan efektivitas pengendalian. Namun, hama sasaran tidak semuanya mati, sebaliknya musuh alami hama mati lebih awal sehingga hama sasaran menjadi resisten dan kemungkinan muncul ledakan hama yang sebelumnya bukan hama penting (Stapel *et al.* 2000). Pengendalian thrips secara kimiawi sebaiknya tidak dilakukan secara tunggal, namun dipadukan dengan komponen pengendalian lain yang sesuai dan efektif sehingga mencegah timbulnya resistensi hama (El-Wakeil *et al.* 2006; Volkmar *et al.* 2008).

Sejak dikeluarkannya Instruksi Presiden Nomor 3 Tahun 1986 dan UU No. 12 Tahun 1992, perlindungan tanaman di Indonesia dilakukan dengan pengendalian hama terpadu (PHT). PHT merupakan suatu konsep pengelolaan ekosistem pertanian yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan (Untung 2006).

Adanya pembelajaran mengenai struktur ekosistem yang meliputi komposisi jenis tanaman, hama, musuh alami, dan kelompok biotik yang lain serta interaksi dinamis antarkomponen biotik, dapat ditetapkan strategi pengelolaan hama yang mampu mempertahankan populasi hama pada tingkat yang tidak merugikan. Agar dapat memperoleh keuntungan yang maksimal, petani harus berusaha untuk meningkatkan produksi dan menekan biaya pengendalian dengan cara melakukan pengendalian hama apabila populasi musuh alami lebih rendah dibandingkan populasi hama. Adanya sedikit

populasi hama di tanaman merupakan makanan/mangsa bagi musuh alami sehingga keberadaan musuh alami bisa dipertahankan untuk menjaga keseimbangan ekosistem.

Budi daya tanaman sehat akan meningkatkan produksi dan ketahanan tanaman terhadap hama maupun penyakit. Praktik budi daya tanaman sehat juga dapat menciptakan ekosistem yang menguntungkan bagi perkembangan musuh alami. Kompleks musuh alami tersebut akan mempertahankan populasi hama tetap rendah sehingga tidak merugikan tanaman.

Pengamatan mingguan merupakan kegiatan untuk mengumpulkan informasi tentang komponen ekosistem dan fluktuasinya. Berdasarkan informasi tersebut, pengamat dapat menganalisis dan menentukan tindakan pengelolaan yang harus dilakukan. Agar petani mau dan mampu menerapkan PHT, diperlukan pemasyarakatan PHT melalui pelatihan formal maupun nonformal.

Agar dapat menerapkan PHT dengan baik, selain informasi mengenai agroekosistem setempat, petani juga perlu memiliki pengetahuan tentang komponen-komponen PHT yang dapat dipadukan untuk mendapatkan hasil pengendalian yang optimal. Komponen pengendalian thrips meliputi pengendalian secara kultur teknis (penggunaan varietas tahan, sanitasi lingkungan, dan pengaturan waktu tanam); pengendalian mekanis; pengendalian secara biologi dengan memanfaatkan musuh alami berupa predator maupun patogen; dan pengendalian dengan pestisida nabati ataupun kimia.

Pengendalian secara Kultur Teknis

Pengendalian hama melalui kultur teknis merupakan upaya mengelola lingkungan tanaman sedemikian rupa sehingga lingkungan tersebut kurang cocok bagi kehidupan dan perkembangan hama. Upaya ini dilakukan sebelum terjadi serangan hama agar populasi hama tidak melampaui nilai ambang kendali. Pengendalian secara kultur teknis dapat dilakukan melalui sanitasi lingkungan, penggunaan mulsa, pemilihan/pengaturan waktu tanam, dan penggunaan varietas tahan.

Sanitasi lingkungan dititikberatkan pada kebersihan lingkungan sekitar pertanaman sebelum penanaman dimulai. Untuk serangga hama seperti thrips, tumbuhan inang yang berupa gulma tidak hanya menjadi sumber pakan, tetapi juga sebagai tempat tinggal dan tempat berlindung dari musuh alaminya. Praktik sanitasi seperti menghilangkan gulma, sisa tanaman tua, dan sisa-sisa tumbuhan merupakan langkah pertama untuk menekan populasi thrips serendah mungkin. Aliakbarpour dan Rawi (2012) melaporkan bahwa tanaman gulma *Mimosa pudica*, *Cleome rutidosperma*, *Echinochloa colonum*, dan *Asystasia coromandeliana* merupakan inang thrips sebelum tanaman budi daya ada di ekosistem pertanian.

Cara terbaik untuk mengendalikan thrips pada saat tanam adalah dengan melakukan budi daya tanaman

sehat, meliputi pengolahan tanah dan perbaikan tekstur tanah, pemupukan berimbang, serta pengairan dan penyiangan sesuai kebutuhan tanaman. Selain tanah sebagai media tanam, untuk menumbuhkan tanaman sehat diperlukan benih sehat dan berkualitas (daya tumbuh > 85%, seragam berdasarkan ukurannya, murni atau tidak tercampur varietas lain, dan bebas dari kontaminasi patogen). Varietas yang ditanam disesuaikan dengan kesukaan petani dan lokasi tanam. Beberapa varietas kacang hijau seperti Vima 1, Vima 2, Vima 3, Kutilang, Sriti, Perkutut, dan Betet merupakan varietas masak serentak dan mempunyai potensi hasil tinggi (rata-rata hasil > 1,5 t/ha). Pada daerah dengan keterbatasan tenaga kerja, varietas kacang hijau yang memiliki karakteristik masak serempak menjadi sangat penting.

Penanaman varietas tahan thrips merupakan cara pengendalian yang praktis, ekologis, ekonomis, dan cocok dipadukan dengan cara pengendalian yang lain. Galur MLG-716 konsisten tahan terhadap serangan thrips sehingga dapat digunakan sebagai calon tetua tahan dalam pembentukan varietas kacang hijau unggul tahan thrips (Indiati 2004). Di daerah endemis thrips, penanaman varietas tahan MIG-716 dapat menekan kehilangan hasil sekitar 28%, sedangkan varietas rentan No. 129 mengalami kehilangan hasil antara 60–75% (Indiati 2004). Rendahnya tingkat serangan thrips pada galur MLG-716 diduga karena adanya faktor nonpreferens (antixenosis) yang berupa trikoma yang lebih padat dan posisinya miring (Indiati 2004). Pada tahun 2013, Kementerian Pertanian telah melepas varietas unggul baru kacang hijau Vima 2 yang memiliki keunggulan potensi hasil mencapai 2,44 t/ha dan rata-rata hasil 1,80 t/ha, umur genjah (56 HST), masak serempak, dan toleran terhadap thrips pada fase generatif karena bunganya tidak mudah rontok dan berhasil membentuk polong. Varietas Vima 2 dapat dikembangkan di daerah yang menyukai kacang hijau yang berwarna hijau mengilap (Trustinah dan Iswanto 2014) dan daerah endemis thrips.

Menanam kacang hijau pada awal musim kemarau sangat dianjurkan agar tanaman pada fase vegetatif, yang merupakan periode kritis, terhindar dari serangan thrips. Indiati (2003) melaporkan bahwa intensitas serangan thrips pada awal pertumbuhan kacang hijau yang ditanam pertengahan bulan April masih rendah, sekitar 15%. Intensitas serangan thrips kemudian meningkat pada saat tanaman berumur 5 minggu, namun kurang berpengaruh terhadap tanaman karena jaringan tanaman semakin kuat, dan periode kritis telah terlewati sehingga tanaman terhindar dari serangan thrips. Sebaliknya bila kacang hijau ditanam pada pertengahan sampai akhir Juni, tanaman akan mendapat serangan berat (50%) pada saat tanaman berada dalam periode kritis (umur 3 minggu), yang pada akhirnya akan menurunkan hasil.

Penggunaan jerami sebagai mulsa efektif menurunkan populasi thrips. Penutupan tanah dengan jerami akan mengganggu proses pembentukan pupa di dalam tanah (Sastrosiswojo 1991).

Pengendalian Mekanis

Pengendalian mekanis adalah perlakuan atau tindakan yang bertujuan untuk mematikan atau memindahkan hama secara langsung, baik dengan tangan atau dengan bantuan alat dan bahan lain. Cara ini mampu menurunkan populasi hama secara nyata bila dilakukan secara tepat dan dapat menyelamatkan hasil. Pelaksanaannya dapat dengan mengambil langsung hama dengan tangan, gropyokan, memasang perangkap, mengusir hama, menggunakan lampu perangkap, pengasapan, serta pemangkasan bagian tanaman yang terserang kemudian dibakar. Pengendalian ini dapat diterapkan pada area yang sempit/kecil karena harus dilakukan secara berulang dan membutuhkan banyak tenaga.

Pengendalian hama thrips secara mekanis dapat pula dilakukan dengan memasang perangkap berpelekat berwarna hijau pucat, kuning, biru muda dan putih untuk menangkap dan menurunkan populasi imago. Chu *et al.* (2000) menyatakan bahwa perangkap berpelekat berwarna dasar biru, kuning, dan putih dapat menangkap imago thrips dalam jumlah paling tinggi. Selain itu, perangkap berpelekat berwarna biru telah terbukti dapat menangkap *Frankliniella occidentalis* dan *T. palmi* (Chu *et al.* 2006), sedangkan perangkap berpelekat berwarna kuning dapat menurunkan gejala burik pada buah manggis karena serangan thrips dari spesies *Scirtothrips dorsalis* dan *Selenothrips rubrocinctus*, maupun serangan tungau (Affandi dan Emilda 2009).

Pengendalian Biologis

Pengendalian biologis merupakan cara pengendalian dengan memanfaatkan musuh alami untuk mengendalikan populasi hama. Penerapan pengendalian biologis harus didasari pengetahuan tentang keseimbangan ekosistem oleh pengendali alami yang meliputi parasit, predator, dan patogen. Tungau dan kepik merupakan predator yang sangat berpotensi untuk mengendalikan thrips, kutu kebul, dan aphid (Gerson dan Weintraub 2007; Sabelis *et al.* 2008; Cock *et al.* 2010). Pengendalian biologis thrips pada paprika berhasil dicapai melalui pelepasan kepik predator genus *Orius* yang dikombinasikan dengan tungau predator Phytoseide (Shipp dan Ramakers 2004). Messelink *et al.* (2013) melaporkan bahwa kepik *Orius majusculus* merupakan pemangsa yang paling dominan pada nimfa dan imago thrips serta aphid, tetapi belum diketahui yang paling disukai di antara keduanya.

Pengendalian dengan Insektisida Nabati

Insektisida nabati adalah bahan kimia yang berasal dari tumbuhan yang menunjukkan bioaktivitas pada serangga (Priyono 1999). Insektisida nabati cukup efektif mengendalikan hama dan aman bagi lingkungan (Hoesain 2001).

Beberapa famili tumbuhan yang berpotensi sebagai sumber insektisida nabati adalah Meliaceae, Annonaceae, Asteraceae, Piperaceae, dan Rutaceae (Arnason *et al.* 1993; Isman *et al.* 1995). Tumbuhan tersebut mengandung senyawa aktif yang merupakan hasil metabolit sekunder. Selain jenis tumbuhan sumber bahan pestisida nabati, konsentrasi, waktu, frekuensi, dan cara aplikasi juga menentukan keberhasilan pengendalian.

Beberapa bahan nabati yang telah diuji antara lain serbuk biji mimba, umbi gadung, biji mahoni, serbuk biji srikaya, serbuk biji bengkuang, rendaman bawang putih, rimpang jahe, daun pepaya, serta perasan campuran cabai, bawang, dan jahe (LBJ) (Prakash dan Rao 1997; Vijayalakshmi *et al.* 1999; Stoll 2000; Sridhar *et al.* 2002). Biji mimba mengandung azadirachtin, meliantriol, salanin, dan nimbin (Mordue dan Nisbet 2000). Mimba tidak mematikan hama secara cepat, tetapi memengaruhi daya makan, pertumbuhan, daya reproduksi, proses ganti kulit, menghambat perkawinan dan komunikasi seksual, menurunkan daya tetas telur, dan menghambat pembentukan kitin (Schmutterer dan Singh 1995; Herminanto *et al.* 2004; Sarjan 2008). Mimba juga berperan sebagai pemandul (Kardinan dan Dhalimi 2003). Umbi gadung (*Dioscorea hispida*) mengandung alkaloid dioskorin yang bersifat toksik. Gadung yang diekstrak dengan air bersifat racun bagi hama aphids (Jacobson, 1975 dalam Prakash dan Rao 1997).

Biji bengkuang mengandung bahan yang toksik bagi serangga, yaitu pachyrrhizid yang termasuk golongan rotenoid dan umum digunakan sebagai insektisida. Rotenoid merupakan racun penghambat metabolisme dan sistem saraf (Kardinan 1999). Genus *Annona* mengandung senyawa alkaloid kelompok linier asam lemak C-32 dan C-34 yang disebut acetogenin (Dharmasena *et al.* 2001).

Rendaman biji mahoni mengandung tetra-nor-triterponoid mempunyai daya racun yang tinggi terhadap ulat grayak, *Spodoptera litura* (Jacobson 1989 dalam Prakash dan Rao 1997). Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) Chinese yam atau *yam bean* adalah tanaman tropik yang berasal dari Amerika Tengah. Biji maupun buah bengkuang yang diekstrak dengan air, alkohol atau eter bersifat insektisida, menghambat aktivitas makan dan pertumbuhan kepik hijau *Acrosternum hilare*; kumbang kacang *Cerotoma ruficornis*; ulat melon, *Diaphania hyalinata*; ulat grayak, *Spodoptera frugiperda*, *S litura*; *Aphis fabae* dan *Epilachna varivestis* (Jacobson 1975; Hameed 1983; McIndoo 1983 dalam Prakash dan Rao 1997). Nderitu *et al.* (2010) menyatakan tanaman buncis yang diberi perlakuan kloropirifos menghasilkan polong lebih tinggi dibandingkan dengan pestisida nabati.

Penggunaan serbuk biji mimba (SBM), biji mahoni, biji bengkuang, dan umbi gadung untuk pengendalian hama thrips belum memberikan hasil yang maksimal dengan tingkat penekanan intensitas serangan rendah (hampir setara dengan kontrol) dan hasil biji kering berkisar 0,4–0,6 t/ha, sedang pada kontrol hasil biji kering 0,3 t/ha

(Indiaty 2005). Selanjutnya dilaporkan bahwa serbuk biji mimba (SBM), ekstrak bawang putih, rimpang jahe, daun pepaya, serta perasan campuran cabai, bawang, dan jahe (CBJ) efektif menekan populasi dan intensitas serangan thrips, namun lebih rendah dibanding insektisida kimia. Bila dihitung tingkat efikasi insektisida (EI), insektisida nabati serbuk biji mimba memiliki EI tertinggi mencapai 65%, yakni 5% lebih rendah nilai EI yang dianggap efektif (70%), sedang EI untuk insektisida kimiawi mencapai 100% (Indiaty 2012).

Hasil biji kering tanaman tanpa tindakan pengendalian (kontrol) paling rendah (0,72 t/ha), sedangkan yang diberi perlakuan insektisida nabati berkisar antara 0,879–1,038 t/ha dan insektisida kimia 1,981 t/ha (Tabel 1). Tindakan pengendalian peningkatan hasil kacang hijau antara 0,159–1,261 t/ha atau 22–175% dibandingkan tanpa pengendalian, sebaliknya tanaman akan mengalami kehilangan hasil 63,7% tanpa upaya pengendalian hama thrips (Tabel 1).

Pengendalian dengan Kombinasi Insektisida Nabati dan Kimia

Efektivitas bahan nabati untuk mengendalikan thrips relatif rendah sehingga untuk meningkatkan efektivitas-

nya perlu dikombinasikan dengan insektisida kimia yang tepat. Kombinasi insektisida tiakloprid dan azadirachtin 0,15% efektif mengendalikan thrips pada tanaman buncis (Nderitu *et al.* 2008). Dhandapani *et al.* (2003) merekomendasikan untuk tanaman yang panennya tidak serentak, pengendalian hama menjelang panen sebaiknya menggunakan insektisida nabati agar tidak berbahaya bagi kesehatan konsumen. Nderitu *et al.* (2010) menyatakan bahwa tiakloprid efektif mengendalikan *Megalurothrips sjostedti* daripada pestisida botani.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi fipronil 2 ml/l pada 7 hari setelah tanam (HST) kemudian dilanjutkan dengan aplikasi rimpang jahe 20 g/l + minyak mimba 5 ml/l + pupuk cair 1 g/l yang diaplikasikan pada 14, 21, 28, dan 35 HST efektif mengendalikan thrips serta menghasilkan biji kering 1,296 t/ha, tidak berbeda dengan perlakuan imidaklorprid 1 dan 2 ml/l (Tabel 2 dan 3). Hal ini mengindikasikan bahwa kombinasi pestisida kimia dan nabati dapat menekan serangan thrips, namun waktu dan frekuensi aplikasinya yang tepat perlu diteliti lebih lanjut untuk memperoleh hasil yang akurat.

Penelitian pada tahun 2012 ini menunjukkan bahwa kombinasi penyemprotan fipronil 2 ml/l sekali pada 10 HST serta perasan rimpang jahe 20 g/l pada 17, 24, dan 31 HST efektif mengendalikan hama thrips dengan intensitas serangan 6,8%. Efektivitas pengendalian hama thrips

Tabel 1. Perkiraan hasil kacang hijau yang dapat diselamatkan dengan perlakuan beberapa bahan kimia dan nabati, KP. Muneng, MK. 2010.

Jenis insektisida kimia dan nabati	Bobot biji kering (t/ha)	Hasil yang diselamatkan (%)	Kehilangan hasil (%)
Kontrol (K)	0,720	–	63,7
Fipronil 2 ml/l (F)l	1,981	175	–
SBM 100 g/l air	0,932	29	53
Ekstrak bawang putih 0,85%	0,924	28	53,4
Rimpang jahe 50 g/3 l	1,038	44	47,6
Daun pepaya 50 g/l	0,879	22	55,6
Campuran LJB -100 g/3 l air	1,015	41	48,8

Sumber: Indiaty (2012).

Tabel 2. Rata-rata intensitas serangan thrips pada beberapa cara pengendalian, KP. Muneng, MK. 2011.

Perlakuan	Intensitas serangan thrips (%)				
	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST
Kontrol	97,2	93,6	61,6	42,7	27,6
Pupuk cair + Janeemol 40–7	97,6	92,8	61,4	11,7	7,7
Imidaklorprid 200 g/l–1 ml/l	47,8	14,7	5,46	1,33	0,2
Imidaklorprid 200 g/l–2 ml/l	13,9	14,4	7,43	3,33	0,0
F + Pupuk cair + Janeemol 20–5	48,8	41,1	20,6	11,9	6,6
F + Pupuk cair + Janeemol 30–6	66,3	65,2	44,2	14,6	6,4
F + Pupuk cair + Janeemol 40–7	83,6	76,0	42,5	14,0	7,6
LSD 5%	32,02	18,6	21,7	15,6	16,1
KK (%)	27,6	18,3	35,2	31	32,3

F = fipronil 2 ml/l diaplikasi sekali pada 7 HST.

Sumber: Indiaty (2013).

Tabel 3. Rata-rata bobot biji kering 5 tanaman contoh, bobot biji kering/petak, perkiraan hasil kacang hijau yang dapat diselamatkan, dan kehilangan hasil kacang hijau akibat serangan thrips. KP. Muneng, MK. 2011.

Perlakuan	Bobot biji 5 tan (g)	Bobot biji t/ha	Hasil yang diselamatkan (%)	Kehilangan Hasil (%)
Kontrol	23,73	0,923	0	35,0
Pupuk cair + Janeemol 40-7	43,87	1,255	36,0	11,6
Imidaklorprit 200 g/l-1 ml/l	48,20	1,306	41,5	8,0
Imidaklorprit 200 g/l-2 ml/l	47,77	1,42	53,8	0
F + Pupuk cair + Janeemol 20-5	37,80	1,296	40,4	8,7
F + Pupuk cair + Janeemol 30-6	36,83	1,13	22,4	20,4
F + Pupuk cair + Janeemol 40-7	40,17	1,259	36,4	11,3
LSD 5%	11,39	0,299		
KK (%)	16,10	13,79		

Sumber: Indiati (2013).

dapat ditingkatkan menjadi 3,6% bila perasan rimpang jahe 20 g/l disemprotkan pada 24 dan 31 HST dan dipadukan dengan fipronil 2 ml/l pada 10 dan 17 HST. Kedua perlakuan tersebut efektif menekan intensitas serangan thrips dengan nilai EI masing-masing 78,1 dan 88,4%. Kombinasi fipronil 2 ml/l dan perasan rimpang jahe 20 g/l efektif mengendalikan hama thrips pada kacang hijau, menghemat penggunaan insektisida 50-75%, dan meningkatkan hasil 47-77% (Indiati 2014).

Pengendalian dengan Insektisida Kimia

Pengendalian kimia sering dilakukan karena mudah diterapkan dan hasilnya cepat terlihat, namun apabila penggunaannya kurang bijaksana akan mencemari lingkungan. Insektisida sebaiknya digunakan bila cara pengendalian yang lain tidak efektif untuk menekan populasi hama. Oleh karena itu, aplikasinya harus didasarkan pada nilai ambang kendali hama. Ambang kendali hama thrips adalah > 5 ekor thrips dewasa per daun trifoliat pucuk pada tanaman berumur 7-14 hari. Insektisida yang digunakan sebaiknya yang bersifat selektif terhadap hama sasaran dan aman bagi musuh alami hama.

Chang (1991) melaporkan tidak ada insektisida yang efektif untuk mengendalikan *M. usitatus* di Taiwan. Namun, Mandi dan Senapati (2009) melaporkan bahwa acetamid dan tiamitoksam efektif menekan populasi thrips masing-masing sampai 93,3 dan 89,9%.

Hasil penelitian tahun 2000 di KP Muneng, Probolinggo, menunjukkan bahwa bahan aktif insektisida berpengaruh terhadap penekanan intensitas serangan thrips. Aplikasi insektisida dengan bahan aktif fipronil, imidakloprid 70%, formetanat hidroklorida 25% dengan konsentrasi 1-2 ml/l sekali seminggu efektif menekan intensitas serangan thrips sampai 2% dan tidak berbeda nyata di antara ketiganya. Aplikasi insektisida dengan bahan aktif diafentiuron 500 g/l hanya mampu menekan

intensitas serangan thrips sampai 32%, setara dengan rendaman serbuk biji mimba 20 g/l. Pada petak yang tidak dikendalikan, intensitas serangan thrips mencapai 100% (Indiati 2000a). Hasil kacang hijau pada tanaman yang diberi insektisida berbahan aktif fipronil, imidakloprid 70%, formetanat hidroklorid 25% seminggu sekali konsentrasi 1-2 ml/l berturut-turut 0,86, 0,82, dan 0,81 t/ha, berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pengendalian dengan hasil 0,31 t/ha biji kering.

Pada penelitian selanjutnya, aplikasi insektisida berbahan aktif fipronil dan imidakloprid masih memberikan hasil yang konsisten (Indiati 2012). Kedua insektisida tersebut efektif menekan serangan thrips dan menghasilkan biji kering 1,8-1,98 t/ha atau hasil meningkat antara 150-175% dibanding kontrol.

Selain jenis insektisida, waktu dan cara aplikasi juga menentukan efektivitas pengendalian. Penyemprotan sebaiknya dilakukan pada pagi hari yang cerah dan tidak berangin agar insektisida dapat diambil tanaman secara maksimal.

Cara aplikasi sebaiknya juga didasarkan pada fase pertumbuhan tanaman dan bagian tanaman yang diserang hama. Insektisida sebaiknya diaplikasikan dengan cara semprot pada awal pertumbuhan (umur tanaman 10 hari) karena thrips menyerang daun dan bunga.

KESIMPULAN

Thrips merupakan salah satu hama utama kacang hijau pada musim kemarau. Periode kritis tanaman kacang hijau terjadi pada fase vegetatif pada saat daun trifoliat pertama mulai muncul. Kehilangan hasil kacang hijau akibat thrips mencapai 67 %, bergantung pada varietas, umur tanaman, dan musim. Suhu udara berkorelasi positif terhadap populasi thrips, sebaliknya kelembapan dan curah hujan berkorelasi negatif.

Strategi pengendalian thrips dengan pendekatan PHT meliputi pengendalian kultur teknis melalui sanitasi

lingkungan sebelum tanam, pengaturan waktu tanam, dan budi daya tanaman sehat. Varietas Vima 2 toleran thrips pada saat berbunga dan penggunaan mulsa dapat dikembangkan di daerah endemis thrips. Kombinasi insektisida kimia (fipronil 2 ml/l) pada 10 HST dilanjutkan dengan insektisida nabati pada 17, 24, dan 31 HST efektif mengendalikan hama thrips selama fase vegetatif dan dapat dipadukan dengan varietas Vima 2. Efektivitas pengendalian thrips dapat ditingkatkan bila insektisida nabati disemprotkan pada 24 dan 31 HST yang dipadukan dengan insektisida kimia (fipronil 2 ml/l) pada 10 dan 17 HST. Kedua perlakuan tersebut efektif menekan intensitas serangan thrips, meningkatkan hasil 47–77%, dan menghemat penggunaan insektisida 50–75%. Bila populasi thrips sangat tinggi, penggunaan varietas Vima 2 yang dipadukan dengan insektisida kimia fipronil dan imidakloprid 2 ml/l pada 10, 17, 24, dan 31 HST efektif dan konsisten menekan serangan thrips serta meningkatkan hasil antara 150–175% dibanding tanpa pengendalian.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi and D. Emilda. 2009. Mangosteen thrips: collection, identification and control. *J. Fruit Ornamental Plant Res.* 17(2): 219–233.
- Aliakbarpour, H. and C.S.Md. Rawi. 2012. The species composition of thrips (Insecta: Thysanoptera) inhabiting mango orchards in Pulau Pinang, Malaysia. *Trop. Life Sci. Res.* 23(1): 45–61.
- Amason, J.T., S. Mackinnon, A. Durst, B.J.R. Philogene, C. Hasbun, P. Sanchez, L. Poveda, L. San Roman, M.B. Isman, C. Satasook, G.H.N. Towers, P. Wiriyachitra, and J.L. McLaughlin. 1993. Insecticides in tropical plants with non-neurotoxic modes of action. pp. 107–151. *In* K.R. Downum, J.T. Romeo, and H.A.P. Stafford (Eds.), *Phytochemical Potential of Tropical Plants*. Plenum Press, New York.
- Bansiddhi, K. and S. Poonchaisri. 1991. Thrips of vegetables and other commercially important crops in Thailand. *In* N.S. Talekar (Ed.). *Thrips in Southeast Asia. Proceedings of a Regional Consultation Workshop, Bangkok, Thailand, 13 March 1991*. Asian Vegetable Research and Development Center, AVRDC Publication No. 91–342, 74 pp.
- Bernardo, E.N. 1991. Thrips on vegetable crops in the Philippines. *In* N.S. Talekar (Ed.). *Thrips in Southeast Asia. Proceedings of a Regional Consultation Workshop, Bangkok, Thailand, 13 March 1991*. Asian Vegetable Research and Development Center, AVRDC Publication No. 91–342, 74 pp.
- BPS. 2012. *Produksi Tanaman Pangan Angka Ramalan II 2012*. BPS, Jakarta.
- Chang, N.T. 1991. Important thrips species in Taiwan. *In* N.S. Talekar (Ed.). *Thrips in Southeast Asia. Proceedings of a Regional Consultation Workshop, Bangkok, Thailand, 13 March 1991*. Asian Vegetable Research and Development Center, AVRDC Publication No. 91–342, 74 pp.
- Chu, C.C., M.A. Ciomperlik, N.T. Chang, M. Richards, and T.J. Henneberry. 2006. Developing and evaluating traps for monitoring *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Florida Entomologist* 89(1): 47–55.
- Chu, C.C., P.J. Piner, T.J. Henneberry, K. Umeda, E.T. Natwick, W. Yuan-an, V.R. Reddy, and M. Shrepatis. 2000. Use of CC traps with different trap base colors for silverleaf whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae), thrips (Thysanoptera: Thripidae), and leaf-hoppers (Homoptera: Cicadellidae). *J. Econ. Entomol.* 93(4): 1329–1337.
- Cock, M.J.W., J.C. van Lenteren, J. Brodeur, BIP Barratt, F. Bigler, K. Bolckmans, F.L. Consoli, F. Haas, P.G. Mason, and J.R.P. Parra. 2010. Do new access and benefit sharing procedures under the convention on biological diversity threaten the future of biological control? *BioControl* 55: 199–218.
- Dhandapani, N., U.R. Shelkar, and M. Murugan. 2003. Bio-intensive pest management (BIPM) in major vegetable crops: An Indian perspective. *Food Agric. Environ.* 1(2): 333–339.
- Dharmasena, C.M.D., W.M. Blaney, and M.S.J. Simmonds. 2001. Effect of storage on the efficacy of powdered leaves of *Annona squamosa* for the control of *Callosobruchus maculatus* on cowpeas (*Vigna unguiculata*). *Phytoparasitica* 29(3): 191–196.
- Ditjentan. 2012. *Road Map Peningkatan Produksi Kacang Tanah dan Kacang Hijau Tahun 2010–2014*. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, Jakarta.
- El-Wakeil, N.E., N. Gaafar, and S. Vidal. 2006. Side effect of some neem products on natural enemies of *Helicoverpa*, *Trichogramma* spp. and *Chrysoperla carnea*. *Archiv Phytopathol. Plant Prot.* 39: 445–455.
- Fauziah, I. and H.A. Saharan. 1991. Research on Thrips in Malaysia. *In* N.S. Talekar (Ed.). *Thrips in Southeast Asia. Proceedings of a Regional Consultation Workshop, Bangkok, Thailand, 13 March 1991*. Asian Vegetable Research and Development Center, AVRDC Publication No. 91–342, 74 p.
- Gerson, U. and P.G. Weintraub. 2007. Mites for the control of pests in protected cultivation. *Pest Manag. Sci.* 63: 658–676.
- Herminanto, Wiharsi, dan T. Sumarsono. 2004. Potensi ekstrak biji srikaya (*Annona squamosa* L.) untuk mengendalikan ulat kubis *Crocidolomia pavonana* F. www.potensi.biji.srikaya.html, [22 Juli 2009].
- Hidajat, J. Rachmad, M. Machmud, Harnoto, dan Sumarno. 2000. *Teknologi Produksi Benih Kacang Hijau*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Himmelein, J. 2011. Understanding western flower thrips. Warmer greenhouse temperatures, higher relative humidity, longer days and lots of flower pollen are factors for an increase in thrips populations. Michigan State University Extension http://msue.anr.msu.edu/news/understanding_western_flower_thrips. [29 Januari 2015].
- Hoddle, M.S., L.A. Mound, and D.L. Paris. 2012. *Thrips of California*. CBIT Publishing, Queensland.
- Hoesain, M. 2001. Aktivitas biologis ekstrak *Aglaia odorata* Lour terhadap larva *Crocidolomia binotalis* Zeller. Ringkasan Disertasi, Program Pascasarjana Universitas Airlangga, Surabaya. 40 hlm.
- Indiaty, S.W. 2000a. Pengendalian kimiawi hama thrips pada tanaman kacang hijau. Laporan Intern Balitkabi. 8 hlm.
- Indiaty, S.W. 2000b. Pengendalian kimiawi dan penggunaan MLG 716 sebagai galur tahan thrips untuk menekan kehilangan hasil kacang hijau. Komponen Teknologi untuk Meningkatkan Produktivitas Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian. Edisi Khusus Balitkabi No. 16-2000: 160–168.
- Indiaty, S.W. 2003. Hama Thrips pada kacang hijau dan komponen pengendaliannya. *Buletin Palawija* No. 5 & 6: 36–42.
- Indiaty, S.W. 2004. Penyaringan dan mekanisme ketahanan kacang hijau MLG-716 terhadap hama thrips. *Jurnal Litbang Pertanian*. 23(3): 100–106.
- Indiaty, S.W. 2005. Keefektifan beberapa bahan nabati untuk mengendalikan hama Thrips pada tanaman kacang hijau. *Agrivita* 27(3): 182–190.
- Indiaty, S.W. 2012. Pengaruh insektisida nabati dan kimia terhadap hama thrips dan hasil kacang hijau. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 31(3): 152–157.

- Indiati, S.W. 2013. Pengendalian hama thrips kacang hijau dengan insektisida kimia dan nabati. Peningkatan Daya Saing dan Implementasi Pengembangan Komoditas Kacang dan Umbi Mendukung Empat Sukses Pembangunan Pertanian: Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, 5 Juli 2012. A.A. Rahmianna, E. Yusnawan, A. Taufiq, Sholichin, Suharsono, T. Sundari, dan Hermanto (Penyunting). hlm. 501–508.
- Indiati, S.W. 2014. Kombinasi ekstrak rimpang jahe dengan insektisida fipronil untuk pengendalian hama thrips pada kacang hijau. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 33(3): 202–209.
- Isman, M.B., J.T. Arnason, and G.H.N. Towers. 1995. Chemistry and biological activity of ingredients of other species of Meliaceae. pp. 652–666. *In* H. Schmutterer (Ed.), *The Neem Tree: Source of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purpose*. Weinheim (Germany): VCH.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. *Pest of Crops in Indonesia*. PT Ichtiar Baru Van Hoeve, Jakarta. 701 pp.
- Kardinan, A. 1999. *Pestisida Nabati: ramuan dan aplikasi*. Penebar Swadaya, Jakarta. 80 hlm.
- Kardinan, A. dan A. Dhalimi. 2003. Mimba (*Azadirachta indica* A.Juss) tanaman multi manfaat. *Perkembangan Teknologi TRO XV*(1): 1–10.
- Mandi, N. and A.K. Senapati. 2009. Integration of chemical botanical and microbial insecticides for control of thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood infesting chilli. *J. Plant Prot. Sci.* 1(1): 92–95.
- Matsumoto, M. 2000. *Insect Classification Laboratory*. National Institute of Agro-Environmental Sciences. Kannondai, Tsukubashi, Japan.
- Messelink, G.J., C.M.J. Bloemhard, M.W. Sabelis, and A. Janssen. 2013. Biological control of aphids in the presence of thrips and their enemies. *BioControl* 58: 45–55.
- Mituda, E.C. and V.J. Calilung. 1989. Biology of *Orius tantillus* (Motschulsky) (Hemiptera: Anthocoridae) and its predatory capacity against *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) on watermelon. *Philippine Agriculturist* 72(2): 165–184.
- Mordue (Luntz) A.J. and A.J. Nisbet. 2000. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. *Ann. Soc. Entomol. Brazil* 29(4): 615–632.
- Murai, T. 2000. Effect of temperature on development and reproduction of the onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae), on pollen and honey solution. *Appl. Entomol. Zool.* 35(4): 499–504.
- Nderitu, J., J. Kasina, C. Waturu, G. Nyamasyo, and J. Aura. 2008. Management of thrips (Thysanoptera: Thripidae) on French beans (Fabaceae) in Kenya: Economics of insecticide applications. *J. Entomol.* 5(3): 148–155.
- Nderitu, J., F. Mwangi, G. Nyamasyo, and M. Kasina. 2010. Utilization of synthetic and botanical insecticides to manage thrips (Thysan.: Thrips.) on snap beans (fabaceae) in Kenya. *Int. J. Sustain. Crop Prod.* 5(1): 1–4.
- Prakash, A. and J. Rao. 1997. *Botanical Pesticides in Agriculture*. Lewis Publishers, Boca Raton, New York, London, Tokyo. 460 hlm.
- Prijono, D. 1999. Prinsip-prinsip uji hayati. *Bahan Pelatihan Pengembangan dan Pemanfaatan Insektisida Alami*, Bogor, 9–13 Agustus 1999. Pusat Kajian Pengendalian Hama Terpadu Institut Pertanian Bogor. hlm. 45–62.
- Radjit, B.S. dan N. Prasetyawati. 2012. Prospek kacang hijau pada musim kemarau di Jawa Tengah. *Buletin Palawija*. 24: 57–68.
- Sabelis, M.W., A. Janssen, I. Lesna, N.S. Aratchige, M. Nomikou, and P.C.J. van Rijn. 2008. Developments in the use of predatory mites for biological pest control. *IOBC/WPRS Bull.* 32: 187–199.
- Sarjan, M. 2008. Potensi pemanfaatan insektisida nabati dalam pengendalian hama pada budi daya sayuran organik. *Program Studi Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Lombok-NTB*. [22 Juli 2009].
- Sastrosiswojo, S. 1991. Thrips on vegetables in Indonesia. *In* N.S. Talekar (Ed). *Thrips in Southeast Asia. Proceedings of a Regional Consultation Workshop*. Bangkok, Thailand, 13 March 1991. Asian Vegetable Research and Development Center, AVRDC Publication No. 91–342: 12–17.
- Schmutterer, H. and R.P. Singh. 1995. List of insect pest susceptible to neem products. *In* H. Schmutterer (Ed.), *The Neem Tree-Source of Unique Natural products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purposes*. pp. 326–365. VCH, Weinheim, New York, Basel, Cambridge, Tokyo.
- Shipp, J.L. and P.M.J. Ramakers. 2004. Biological control of thrips on vegetable crops. *In* K.M. Heinz, R.G. van Driesche, and M.P. Parrella (Eds.). *Biocontrol in Protected Culture*. Ball Publishing, Batavia, USA. pp. 265–276.
- Shukla, S., G. Kalyani, N. Kulkarni, F. Waliyar, and S.N. Nigam. 2005. Mechanism of transmission of tobacco streak virus by *Scirtothrips dorsalis*, *Frankliniella schultzei*, and *Megalurothrips usitatus* in groundnut, *Arachis hypogaea* L. *J. Oilseeds Res.* 22(1): 215–217.
- Sridhar, S., S. Arumugasamy, H. Saraswathy, and K. Vijayalakshmi. 2002. *Organic Vegetable Gardening*. Center for Indian Knowledge Systems, Chennai, India. 53 pp.
- Stapel, J.O., A.M. Cortesero, and W.J. Lew. 2000. Disruptive sublethal effects of insecticides on biological control: Altered foraging ability and life span of a parasitoid after feeding on extrafloral nectar of cotton treated with systemic insecticides. *Bio Con.* 17: 243–249.
- Stoll, G. 2000. *Natural Protection in the Tropics*. Margraf Verlag, Weikersheim.
- Trustinah dan R. Iswanto. 2014. Vima 2 dan Vima 3: Varietas kacang hijau terbaru. <http://balitkabi.litbang.deptan.go.id/info-teknologi/1579-vima-2-dan-vima-3-varietas-kacang-hijau-terbaru.html>. [29 Januari 2015].
- Untung, K. 2006. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu* (Edisi kedua). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 348 hlm.
- Vijayalakshmi, K., B. Subhashini, and S. Koul. 1999. *Plants Used in Pest Control: Garlic and onion*. Centre for Indian Knowledge Systems, Chennai, India. 79 pp.
- Volkmar, C., K. Schumacher, and J. Müller. 2008. Impact of low-input pesticides usage on spider communities with special regards to accumulated effects. *Pesticides and Beneficial Organisms IOBC/Wprs Bull.* 35: 18–25.
- Waijanjo, M.M., L.M. Gitonga, and J.M. Mueke. 2008. Effects of weather on thrips population dynamics and its implications on the thrips pest management. *Afr. J. Hort. Sci.* 1: 82–90.