

PEMANFAATAN SUMBER-SUMBER KETAHANAN UNTUK PERAKITAN TANAMAN TAHAN TERHADAP HAMA PADA TANAMAN KEDELAI

Suharsono¹

ABSTRAK

Di daerah tropis seperti di Indonesia, tanaman kedelai (*Glycine max* Merr.) sangat rentan terhadap berbagai jenis hama. Ragam spesies serangga hama yang menyerang tanaman kedelai sangat banyak dipandang dari spesies maupun familinya. Serangan berat dapat menyebabkan kehilangan hasil sampai 80%, bahkan sampai "puso" tergantung fase pertumbuhan tanaman. Serangan dapat terjadi sejak tanaman tumbuh sampai menjelang panen dengan pola penyerangan baik secara sendiri maupun secara bersamaan. Oleh karena itu serangga hama dipandang sebagai salah satu kendala utama budidaya tanaman kedelai di Indonesia.

Salah satu komponen pengendalian hama kedelai adalah penggunaan varietas tahan. Sebagai komponen penting dalam rangka membentuk varietas tahan hama adalah tenaga peneliti yang profesional, pengetahuan biologi serangga, tingkat populasi hama, sumber ketahanan (sumber gen) tahan, dan metode atau teknik skrining yang tepat. Selain itu perlu kajian lebih mendalam tingkat ketahanan yang ditemukan pada inang, status hama sasaran (*key*, *occasional*, *incidental* atau *potential pest*), adanya biotipe dan faktor penentu ketahanan. Program tersebut akan dapat berjalan dengan baik bila didukung dengan program pemuliaan tahan hama yang terarah dan terpadu, kerjasama baik antara para peneliti terutama pemulia tanaman dengan entomologis maupun antar lembaga lain, dan alokasi dana yang cukup.

Seiring dengan bertambahnya koleksi plasma nutfah kedelai, maka peluang mendapatkan jenis atau sumber ketahanan kedelai terbuka. Berdasarkan beberapa kajian pendahuluan yang telah dilakukan di Balitkabi Malang, telah ditemukan sumber-sumber ketahanan terhadap hama pengisap polong, hama ulat grayak dan hama penggerek polong. Galur-galur tersebut adalah IAC-100 dan IAC-80-596-2 yang diketahui mempunyai ketahanan terhadap hama pengisap, hama penggerek polong, dan hama ulat grayak. Pada tahun 2003 telah dilepas kedelai varietas Ijen, yaitu galur B4F3WH-177-382-109 yang diperoleh dari

persilangan antara varietas Wilis dengan Himeshirazu. Pada tahun 2004 telah ditemukan bahwa galur W/80-2-4-20 (hasil persilangan antara Wilis dengan IAC-80-596-2) mempunyai sifat ketahanan terhadap hama ulat grayak. Penggunaan varietas tahan mampu menekan penggunaan aplikasi pestisida kimia sampai 50%. Dengan sistem pemantauan aplikasi pestisida kimia pada varietas rentan dapat ditekan sampai 50% (3 kali aplikasi), apabila menggunakan varietas tahan aplikasi pestisida kimia cukup 1–2 kali.

Kata kunci: *Glycine max*, kedelai, sumber ketahanan dan pembentukan varietas tahan hama

ABSTRACT

The utilization of source of resistance in soybean germplasm to develop insect resistant soybean. In tropical country like Indonesia, soybean (*Glycine max* Merr.) is susceptible to various insect pests. Insect pests attacking on soybean are varied among species and their family. In severe damage, the insect cause 80% yield loss even 100%, depend on plant growth stage. The insect may attack at the early of growth up to harvest either in single or different species. Therefore, insect pest is considered as one of the constraint of soybean production in Indonesia.

Resistant plant is one of the tool of pest control. The most important component of breeding program are human resource, insect biology, insect population, source of resistance and appropriate screening technique. In addition, further study level of resistance in host plant, target pest (key, occasional, incidental or potential pest), new biotype and environmental factors affecting their resistance are needed. Integrated and focused breeding for resistance, closed collaboration between staf especially plant breeder and entomologist and other research institute, and budget will determine the success of the program.

Increasing soybean germplasm might enhance to define resistant cultivar or source of resistance in soybean. Studies at Indonesian Legumes and Tuber Crops Research Institute (ILETRI) concluded that source of resistance for pod stink bugs, soybean armyworm and pod borer were identified. IAC-100 and IAC-80-596-2 accessions possesses resistance to pod stink bugs, pod borer and soybean armyworm. In 2003, soybean breeding line B4F3WH-177-382-109 crossing between Wilis variety and Himeshirazu soybean breeding line was released as armyworm resistant variety: Ijen. In 2004 our study identified that W/80-2-

¹ Peneliti Proteksi Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Kotak Pos 66 Malang 65101, Telp. (0341) 801468, e-mail: balitkabi@litbang.deptan.go.id

4-20 breeding line (crossing between Wilis variety and IAC-80-596-2) posses some degree of resistance to soybean armyworm. Pest control based on monitoring of pest population has proved that the system reducing 50% of chemical pesticide. Based on the system in susceptible variety, insecticide was applied 3 times, therefore in resistant variety insecticide will apply on ly 1–2 times.

Key words: *Glycine max*, soybean, source of resistance, and development of resistant variety

PENDAHULUAN

Di Indonesia kedelai (*Glycine max* Merr.) telah lama ditanam, yaitu sejak sebelum kerajaan Mataram berkembang bersamaan dengan masuknya para pedagang dari China sekitar abad XIX (Soemarno 1983; Susanto, 1996). Meskipun bukan tanaman strategis, kedelai banyak dibutuhkan oleh sebagian besar penduduk untuk digunakan sebagai menu makanan sehari-hari dalam berbagai bentuk makanan seperti tahu, tempe, kecap, dan sayuran (kecambah). Selain itu usahatani kedelai merupakan sumber penghasilan tunai (*cash crop*) bagi petani dan untuk bahan baku industri.

Kedelai adalah salah satu di antara tanaman kacang-kacangan yang penting untuk ditanam pada berbagai pola tanam di Indonesia. Namun senjang hasil antara potensi genetik dengan hasil yang dicapai di lapangan masih lebar dengan rata-rata produksi nasional hanya 1,2 t/ha sedangkan potensi hasil varietas-varietas unggul kedelai baru yang telah dilepas misalnya Kaba dan Sinabung di lahan sawah hingga mencapai 2,5 t/ha (Puslit-bangtan 2003).

Indonesia beriklim panas hampir sepanjang tahun. Keadaan ini mendukung perkembangan populasi hama. Selain itu faktor lain yang mendukung perkembangan populasi hama adalah: 1) pola tanam sepanjang tahun, sehingga tanaman inang selalu tersedia di lapangan, 2) sebagian besar jenis hama kedelai bersifat polifag, 3) sistem pengendalian dengan insektisida kimia belum efektif karena dosis, jenis insektisida dan waktu pengendalian belum tepat, 4) musuh alami tidak dapat berperan karena terkontaminasi insektisida sehingga banyak yang mati, dan 5) perubahan iklim global.

Salah satu faktor yang seringkali menjadi penyebab rendahnya produksi tersebut adalah serangan berbagai jenis hama yang dapat menye-

rang mulai saat tumbuh sampai dengan di penyimpanan. Untuk itu pengendalian hama sebagai salah satu bagian dari pengelolaan tanaman (*crop management*) perlu mendapatkan perhatian, karena serangan jenis hama tertentu dapat menyebabkan kehilangan seluruh hasil.

Penggunaan varietas tahan adalah salah satu cara praktik budidaya untuk pengendalian hama yang ekonomis, berkelanjutan dan aman bagi lingkungan. Namun, di Indonesia cara tersebut belum secara intensif digunakan sebagaimana tanaman padi. Hal ini karena beberapa alasan antara lain: 1) terbatasnya sumber ketahanan yang tersedia dalam koleksi plasma nutfah kedelai, 2) kesulitan penggabungan sifat tahan melalui pemuliaan konvensional, 3) program pemuliaan tahan hama bukan prioritas, dan 4) kerjasama antara peneliti dengan pemulia tanaman belum terpadu (Suharsono 2001).

KOMPLEKS JENIS HAMA KEDELAI DI INDONESIA

Hama dipandang sebagai kendala utama usahatani kedelai di Indonesia. Hal ini didukung oleh jenis hama yang menyerang kedelai yang meliputi hama dalam tanah, hama tanaman muda, hama daun, hama penggerek batang, dan hama pemakan polong. Okada *et al.* (1988) melaporkan bahwa terdapat 111 jenis serangga yang dapat bertindak sebagai hama pada tanaman kedelai. Dari sejumlah hama tersebut tidak lebih 20 jenis yang bertindak sebagai hama penting pada tanaman kedelai (Tengkanan dan Suhardjan 1985; Goot dan Miller 1931). Menurut Marwoto *et al.* (1999) serangga hama pada tanaman kedelai yang berstatus penting sebanyak 16 jenis (Tabel 1), dan jenis-jenis tersebut berfluktuasi sepanjang musim dan tersebar hampir di seluruh daerah penghasil kedelai di Indonesia (Tengkanan *et al.* 1988a).

Jenis hama pada masing-masing kelompok hampir seluruhnya dapat ditemukan pada pertanaman kedelai di Indonesia, dan beragam menurut lokasi dan musim. Jenis-jenis tertentu dapat menyebabkan kerugian yang besar di suatu daerah, namun tidak merugikan di tempat yang lain karena populasinya rendah. Pada kondisi yang endemis serangan hama dapat menyebabkan kehilangan hasil sampai 80% bahkan sering terjadi sampai 100%. Oleh karena itu pengendalian yang dilakukan dengan sistem "tanpa

Tabel 1. Beberapa jenis hama penting dan saat penyerangannya selama pertumbuhan tanaman kedelai.

No. Jenis hama	Umur tanaman (hari)				
	< 10	11–30	31–50	51–70	>70
1. <i>Ophiomyia phaseoli</i>	+++	+			
2. <i>Melanagromyza sojae</i>	+	+			
3. <i>Melanagromyza dolichostigma</i>	+				
4. <i>Agrotis</i> spp	++	+			
5. <i>Longitarsus suturellinus</i>	+	+	+	+	
6. <i>Aphis glycines</i>	+++	+++	++		
7. <i>Bemisia tabaci</i>	+++	+++	++	+	
8. <i>Phaedonia inclusa</i>	+++	+++	+++	++	
9. <i>Spodoptera litura</i>		+	++	+++	
10. <i>Chrysodeixis chalcites</i>		+	++	++	
11. <i>Lamprosema indicata</i>		+	+	+	
12. <i>Helicoverpa</i> sp		+++	++	++	+++
13. <i>Etiella</i> spp			+++	+++	+
14. <i>Riptortus linearis</i>			+++	+++	++
15. <i>Nezara viridula</i>			+++	+++	++
16. <i>Piezodorus hybneri</i>			+++	+++	++

Keterangan: + : kurang membahayakan kehadirannya saat itu; ++: membahayakan kehadirannya saat itu; +++: sangat membahayakan kehadirannya saat itu

Sumber: Marwoto, Suharsono, dan Supriyatin (1999).

pandang bulu" (*indiscriminative*) berlaku untuk semua hama tetapi cara yang dilakukan belum tepat dan tindakan pengendalian sering terlambat. Marwoto *et al.* (1999) menyatakan bahwa faktor lingkungan yang mendorong atau pemicu serangan berbagai jenis hama kedelai adalah: 1) tanaman inang tersedia sepanjang tahun, 2) cuaca yang panas mendorong peningkatan populasi hama dan penyakit.

VARIETAS TAHAN DALAM PROGRAM PENGENDALIAN HAMA TERPADU (PHT)

Di Indonesia, praktik pengendalian hama dengan insektisida kimia secara intensif dan tanpa pandang bulu telah dilakukan sejak petani mengenal Program Bimbingan Masal (Bimas) dan Intensifikasi Massal (Inmas) pada tanaman padi sekitar tahun 1960-an. Pengendalian hama dilakukan dengan pendekatan tunggal (insektisida kimia) karena dalam BIMAS, insektisida kimia termasuk dalam paket kredit yang diterima petani. Berdasarkan pengalaman tersebut, intensifikasi penggunaan insektisida kimia berkembang tidak terbatas pada tanaman padi, tetapi telah digunakan hampir di seluruh usahatani pertanian.

Praktik pengendalian hama kedelai di Jawa, 90% petani menggunakan insektisida kimia (Marwoto & Suharsono 1988; Mahrub *et al.* 1994; Rauf *et al.* 1994). Hal ini karena tersedia subsidi pada pupuk dan insektisida sehingga harga insektisida lebih murah. Namun di Jawa Timur hampir 50% petani kedelai melakukan penyemprotan tidak tepat yaitu pengendalian terlambat, takaran, jenis pestisida tidak sesuai dengan rekomendasi misalnya konsentrasi dan dosis rendah (Suharsono 2001). Di lain pihak, teknologi pengendalian hama selain menggunakan insektisida kimia seperti pestisida nabati, agens hayati masih terbatas.

Konsep PHT berkembang karena timbulnya berbagai dampak negatif akibat intensifikasi penggunaan insektisida kimia dalam program pengendalian hama. Perubahan strategi pengendalian ini, berdasarkan pengalaman bahwa sistem pengendalian tunggal (insektisida) tidak mampu mengatasi masalah hama yang terus mengancam stabilitas produksi tanaman. Bagi petani-petani subsisten dengan segala keterbatasannya, pada saat ini PHT masih dianggap rumit. Berdasarkan penerapan penggunaan varietas tahan pada tanaman padi, maka pendekatan pengendalian

hama dengan PHT pada tanaman kedelai juga telah dicanangkan pada tahun 1990 (Sastrosiswojo dan Oka 1997).

a. Varietas Tahan dalam PHT

Varietas tahan adalah salah satu komponen PHT. Walaupun varietas tahan bekerja spesifik, namun dengan adanya varietas tahan, populasi hama dapat dipertahankan di bawah ambang nilai ekonomi. Oleh karena itu penggunaan varietas tahan lebih efektif untuk hama-hama yang mempunyai laju perkembangan populasi lambat dan terbatas (Ponti 1982). Karena pada populasi yang cepat tersebut dapat mematahkan sifat ketahanan tersebut. Keefektifan PHT dipengaruhi oleh tingkat ketahanan tanaman. Pada tanaman yang rentan peningkatan populasi akan terjadi lebih cepat. Apabila diaplikasikan insektisida kimia, maka pestisida kimia bekerja dengan meningkatkan laju kematian (*death rate*). Pada jenis serangga yang mempunyai daya berkembang biak tinggi, penurunan populasi akibat kematian karena pestisida terjadi lebih lambat, sedangkan varietas tahan penurunan populasi terjadi lebih cepat, karena terjadinya penurunan angka kelahiran (*birth rate*) yang lebih cepat. Dengan demikian perkembangan populasi hama dengan penggunaan varietas tahan lebih lambat, sehingga keefektifan PHT akan meningkat, mengingat tujuan akhir PHT adalah mempertahankan populasi di bawah ambang kendali. Melalui penggunaan varietas tahan, efektifitas komponen pengendalian yang lain seperti penggunaan parasitoid, predator atau musuh alami yang lain diharapkan justru akan meningkat, sehingga penurunan populasi hama makin cepat. Hasil penelitian di Filipina menunjukkan bahwa dengan menggunakan varietas padi tahan wereng hijau, predatisme *Cyrtorinus lividipennis* Reuter terhadap wereng hijau meningkat (Mynt *et al.* 1986). Keefektifan pengendalian kimia pada hama pemakan buah kapas (*boll worm*) *Anthonomus grandis* Boheman pada varietas kapas tahan "friego bract" meningkat karena varietas ini mempunyai luas permukaan buah (*bowl*) yang lebih besar. Penggunaan varietas kedelai tahan hama ulat grayak *Spodoptera litura* mampu menekan penggunaan insektisida sampai 50% (Igita *et al.* 1998). Varietas Ijen dilepas tahun 2003, namun berdasarkan kajian Suharsono dan Nugrahaeni (2010) ketahanannya lebih rendah

dibanding dengan G100H (hasil persilangan antara Himme dan IAC-100). Data di lapangan pengembangan varietas Ijen belum tersedia.

b. Aspek Negatif Varietas Tahan Hama

Pada Era Pestisida seluruh program pengendalian hanya bertumpu pada insektisida kimia. Sebagai akibatnya adalah bahwa semua jenis tanaman termasuk varietas tahan juga akan terproteksi oleh insektisida kimia secara menyeluruh (Ponti 1982). Keadaan ini dikhawatirkan akan mengakibatkan terjadinya erosi gen secara bertahap. Dari aspek ekonomi, penggunaan varietas tahan menguntungkan petani karena varietas tahan dapat dikombinasikan dengan insektisida kimia, menekan biaya pengendalian dan tidak menimbulkan masalah residu (Smith 1989).

Varietas tahan tidak selalu kompatibel dengan pengendalian yang lain. Hasil penelitian Schuster *et al.* (1976); Orr dan Boethel (1983) menunjukkan bahwa varietas kedelai tahan hama pemakan daun, secara tidak langsung berpengaruh buruk terhadap musuh alaminya. Faktor lain yang dikhawatirkan adalah timbulnya biotipe baru yang dapat mematahkan ketahanan suatu varietas, seperti yang terjadi pada hama wereng coklat. Keberhasilan program PHT ditentukan oleh integrasi antarkomponen pengendalian.

EKSPLORASI SUMBER KETAHANAN UNTUK HAMA KEDELAJ

Penelitian hama kedelai di Lembaga Pusat Penelitian Pertanian baru dilakukan mulai tahun 1973-an. Penelitian ketahanan terhadap hama lebih banyak terkonsentrasi pada tanaman padi, karena padi adalah komoditas strategis sedangkan kedelai dianggap bukan komoditas strategis. Fenomena ini sangat berbeda dengan komoditas unggulan bahan pangan yang lain, seperti beras, yang mempunyai aspek ekonomi, politik, ketahanan pangan yang lebih luas. Fakta ini telah ditunjukkan oleh Snelling (1941) yang mengulas hasil publikasi secara mendalam (*review*) menyatakan bahwa sejak 1931 sampai tahun 1940 dari 163 publikasi ilmiah tidak lebih dari 10 publikasi di antaranya yang mengulas masalah hama kedelai. Hal ini menunjukkan bahwa kedelai belum termasuk komoditas yang diperhitungkan sebagai unggulan.

Di Indonesia program pemuliaan kedelai tahan hama secara khusus belum pernah dilakukan namun penelitian yang mendukung program pemuliaan telah dirintis dengan seleksi ketahanan galur/jenis kedelai terhadap hama penting. Tengkan, (1977) dan Harnoto *et al.* (1977) telah menyeleksi beberapa galur kedelai terhadap hama lalat bibit *O. phaseoli* Tr. dan wereng kedelai *Phaedonia inclusa* Stal. namun belum menemukan galur kedelai yang tahan. Hal ini disebabkan karena materi yang digunakan masih terbatas, program pemuliaan tahan hama dan kerjasama antarpemula hama dan penyakit perlu ditingkatkan serta diperlukan adanya program yang berkelanjutan. Selanjutnya diikuti oleh Akib dan Baco (1985) yang mengevaluasi beberapa galur kedelai terhadap hama penggerek polong *Etiella* sp. Hasil penelitian menunjukkan bahwa belum ditemukan galur yang tahan terhadap penggerek polong, dan penelitian tersebut belum dikaji lebih lanjut. Kemudian Honma *et al.* (1986) mengkaji mekanisme ketahanan varietas kedelai No. 29 terhadap hama penggerek polong *E. zinckenella*. Program seleksi baru dilanjutkan oleh Tengkan *et al.* (1988 a) bersama peneliti Balitkabi (Balitan Malang) melakukan evaluasi ketahanan galur kedelai terhadap hama lalat bibit, *O. phaseoli* Tr. dan Nugrahaeni *et al.* (1989) terhadap kompleks hama pengisap polong (*R. linearis*, *N. viridula*, dan *P. hybneri*).

Di Balitkabi program pemuliaan tahan hama pada tanaman kedelai telah dicanangkan pada tahun 1991, namun belum berjalan dengan baik karena hampir semua program pemuliaan diarahkan pada produksi tinggi. Pada akhir-akhir ini program pemuliaan tahan hama mulai mendapat perhatian.

Hasil-hasil penelitian di Balitkabi menunjukkan bahwa beberapa sumber ketahanan pada tanaman kedelai telah ditemukan antara lain: Soden, Himeshirazu, Kosamame untuk hama pemakan daun *Spodoptera litura* (Igita *et al.* 1998), IAC-100 dan IAC-80-596-2 untuk hama pengisap polong *Riptortus linearis* (Suharsono, 2001), penggerek polong *E. zinckenella* (Suharsono dan Suntono, 2004) dan hama ulat grayak *S. litura* (Suharsono *et al.* 2004) dan telah dilepas kedelai varietas Ijen yang diketahui toleran terhadap hama ulat grayak *S. litura* (Adie *et al.* 2003). Namun demikian peluang besar ini masih

banyak menghadapi kendala karena pemuliaan yang dilakukan secara konvensional memerlukan waktu yang cukup lama, berkisar dari 3–4 tahun, program masih terpecah, kerjasama belum terbangun dengan baik dan ketersediaan sumber gen tahan pada koleksi plasmanutfah masih relatif terbatas.

c. Hama pada Kedelai Berdasarkan Fase Pertumbuhan dan Evaluasi Ketahanan terhadap Hama

Berdasarkan fase pertumbuhan dan bagian tanaman yang diserang, hama kedelai dikelompokkan dalam: 1) hama pemakan batang, 2) hama pemakan daun, dan 3) hama pemakan polong (Talekar 1994).

Hama pemakan batang

Tiga dari delapan jenis lalat kacang (*bean flies*) yang tersebar luas di Asia, Afrika dan Oceania, jenis *O. phaseoli* (Tryon), *O. centrosomatis* (de Maijere), dan *Melanagromyza sojae* (Zehntner) adalah yang paling merusak, karena tanaman menjadi lemah bahkan mati akibat jaringan tanaman dimakan oleh ulatnya. Ketiga jenis tersebut mempunyai tempat dan pola peneluran yang berbeda, akan berimplikasi pada program pembentukan varietasnya. Di Indonesia *O. phaseoli* merupakan jenis lalat kacang yang penting, sehingga pencarian sumber ketahanan terhadap jenis tersebut penting untuk dilakukan, karena dapat menyebabkan kematian tanaman muda sampai 70% (Talekar 1994). Hasil penelitian di Taiwan menunjukkan bahwa dari 8944 asesi kedelai yang telah dievaluasi ketahanannya terhadap lalat bibit, delapan asesi yang ditemukan tahan terdapat pada kedelai liar *G. sojae*. Namun hasil persilangan dengan *G. max* hasil turunan F1 tidak menghasilkan polong dan batang menjalar. Terlihat bahwa ketahanan berhubungan dengan ukuran batang kecil, dan dengan silang balik ukuran batang menjadi lebih besar, tetapi lebih rentan terhadap lalat bibit. Oleh sebab itu sumber ketahanan dengan sifat tersebut tidak dapat dipakai lebih lanjut. Pada penelitian selanjutnya dua galur, yaitu PI 227687 dan PI 171444 diketahui agak tahan terhadap lalat bibit, karena antibiosis (Talekar dan Tengkan 1993). Upaya mencari tetua kedelai tahan terhadap lalat bibit pada beberapa koleksi plasma nutfah kedelai di Balitkabi telah dilakukan oleh Tengkan *et al.*

(1988a), namun belum ditemukan sumber ketahanan untuk lalat bibit, karena jumlah tanaman mati berkisar antara 15–25%.

Hama pemakan daun

Jenis-jenis hama pemakan daun kedelai yang meliputi ordo *Lepidoptera*, *Coleoptera* cukup banyak. Jenis-jenis hama yang menyerang tanaman kedelai di Indonesia adalah ulat grayak *S. litura* (F.), ulat jengkal *C. chalcites* (F.), *Porthesia orichalcea* (F.), ulat penggulung daun *Hedylepta indicata* (F.) dan wereng kedelai *P. inclusa* (Stal.). Hama-hama tersebut kadang-kadang dapat menimbulkan serangan sampai 80%, bahkan kompleks hama pemakan daun dapat menyebabkan defoliiasi sampai 100% di KP Muneng pada tahun 2009. Kerugian hasil tergantung pada tingkat serangan dan fase pertumbuhan tanaman. Pada pertengahan pertumbuhan reproduktif kedelai sangat rentan terhadap kerusakan daun sehingga memacu kehilangan hasil yang cukup besar, sedangkan pada awal dan akhir pertumbuhan vegetatif

kehilangan hasil kedelai tidak cukup signifikan (Talekar *et al.* 1988).

Evaluasi ketahanan tanaman kedelai terhadap hama ulat grayak telah dilakukan oleh Suharsono dan Tridjaka (1993) menemukan bahwa dua galur introduksi dari Brazilia, yaitu IAC-100 dan IAC-80-596-2 mempunyai tingkat ketahanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan PI 227687, IAC-80-4228 dan jenis kedelai yang lain (Tabel 2). Berdasarkan kriteria ketahanan yang diukur menggunakan uji preferensi terhadap inang, galur IAC-100 dan IAC-80-596-2 menunjukkan reaksi toleran dan sifat toleran tersebut disebabkan oleh faktor antibiosis, karena kedua galur tersebut menyebabkan perkembangan larva tidak normal (Adie *et al.* 1996) (Tabel 3).

Hasil yang sama diperoleh oleh Suharsono *et al.* (2004), bahwa IAC-100, IAC-80-596-2 bersama-sama galur W/80-2-2-40 mempunyai ketahanan terhadap hama ulat grayak *S. litura* yang lebih tinggi dibanding dengan galur yang lain (Tabel 4). Berdasarkan berbagai penelitian yang telah dilakukan, maka galur IAC-100 dan IAC-80-596-2 berpeluang untuk dijadikan sumber ketahanan bagi hama pemakan daun yang lain. Hasil penelitian Suharsono *et al.* (2010) membuktikan bahwa seluruh galur hasil persilangan yang mengandung tetua IAC-100 lebih tahan terhadap ulat grayak *S. litura*. Selain itu manfaat penggunaan varietas tahan di samping mampu menekan penggunaan insektisida kimia 50% juga dapat menekan intensitas kerusakan hama daun berkisar antara 60–65% (Igita *et al.* 1998).

Hama pemakan polong

Di Indonesia hama pemakan polong terdiri dari dua kelompok besar, yaitu hama pengisap polong yang terdiri dari *Nezara viridula* L., *Piezodorus hybneri* Gmel. dan *Riptortus linearis* F., dan hama penggerek polong yang terdiri dari *Etiella zinckenella* Tr. dan *E. hobsoni* Butler.

Hama pengisap polong

Hama pengisap polong merupakan kelompok hama pemakan polong yang penting tidak saja di Indonesia. Hama ini mempunyai jenis dan daerah penyebaran yang sangat luas dari sub tropik sampai tropik. Baik serangga dewasa maupun nimfanya bertindak sebagai hama. Serangan pada masa perkembangan polong

Tabel 2. Tingkat kerusakan daun akibat serangan hama *S. litura* pada beberapa genotipe kedelai

Genotipe		Kerusakan daun (%)	
		52 HST	57 HST
1	Galunggung	40,00 def	50,00 a
2	Orba	38,30 efg	49,50 ab
3	PI 227687	40,00 def	47,30 c
4	IAC-100	14,60 j	29,60 d
5	IAC-80-596-2	11,50 j	30,10 d
6	IAC-80-4228	33,90 ghi	43,80 abc
7	MLG 2554	43,80 abcd	48,80 abc
8	MLG 2570	46,70 ab	50,00 a
9	MLG 2574	46,50 ab	50,00 a
10	MLG 2580	48,20 a	50,00 a
11	MLG 2638	40,10 def	49,90 a
12	MLG 2673	34,60 ghi	47,80 bc
13	MLG 2873	42,60 def	49,10 abc
14	MLG 2884	30,80 i	48,70 abc
15	MLG 2888	40,40 def	49,10 abc
16	MLG 2979	37,20 fgh	48,40 abc
17	MLG 2998	32,20 hi	48,90 abc
18	MLG 3002	33,80 ghi	49,10 abc
19	MLG3016	33,90 ghi	47,30 c
20	MLG 3032	45,50 abc	49,80 a

HST: hari setelah tanam.

Sumber: Suharsono dan Tridjaka (1993).

Tabel 3. Preferensi dan kriteria ketahanan genotipe kedelai terhadap hama ulat grayak *S. litura*

Genotipe kedelai	Nilai preferensi	Larva tidak normal (%)	Berat larva (g)	Kriteria ketahanan
1. MLG 3002	1,31 abc	31 e	1,24	Rentan
2. MLG 2998	1,08 def	37 d	0,95	Rentan
3. MLG 2873	1,24 bcd	0 g	1,00	Rentan
4. MLG 2884	1,35 abc	37 d	0,97	Rentan
5. MLG 2888	1,19 cde	60 b	1,13	Rentan
6. MLG 2979	1,02 efg	39 d	1,20	Rentan
7. IAC-80-596-2	0,83 g	100 a	0,95	Tahan
8. IAC-100	0,83 g	100 a	1,00	Tahan
9. MEEROPE	1,41 ab	0 g	0,78	Rentan
10. Varietas Tidar	1,49 a	19 f	0,85	Rentan
11. Varietas Kerinci	1,40 ab	5 g	0,81	Rentan
12. Varietas Orba	0,93 def	25 c	0,73	Agak tahan
13. Varietas Ringgit	1,36 abc	47 b	0,96	Rentan
14. Varietas Wilis	1,47 a	54 ab	1,07	Rentan

Sumber: Adie *et al.* (1996).**Tabel 4. Intensitas kerusakan daun pada uji pemilihan inang.**

Genotipe kedelai	Intensitas kerusakan daun (%)		
	Uji inang dengan pilihan	Uji inang tanpa pilihan	Uji preferensi pakan
Galur W/80-2-4-20	20,42 a	26,99 ab	20,52 a
Galur B5F3 W80-327-42-174	26,03 abc	38,55 bcd	54,63 bcd
Galur S/3032-419-237-352-841-84	19,75 a	66,62 e	65,74 cd
Galur 3032/S-3-234-138-169-130-60	29,33 abc	39,51 bcd	59,26 cd
Galur W/3032-357-209-599-1518-138	22,60 ab	33,78 abc	48,65 bc
Galur P/3032-304-173-238-314-83	22,75 ab	42,98 cd	62,96 cd
Galur 3032/W-223-131-155-74-5	37,73 bc	33,74 abc	46,29 bc
Galur 3032/T-266-151-195-186-56	41,04 c	52,04 d	41,66 abc
Galur S/3032-392-376-586-1471-32	25,17 abc	43,47 cd	49,07 bc
Galur IAC-100	15,37 a	19,98 a	16,66 a
Galur S/ 100-620-321-503-1311-26	28,27 abc	52,39 d	75,92 d
Galur K/3032-468-274-415-1160-82	28,25 abc	38,55 bcd	64,81 cd
Galur S/3032-419-237-351-801	30,15 abc	40,27 bcd	62,04 cd
Galur IAC-80-596-2	15,78 a	21,26 a	28,70 ab
Varietas Wilis	29,52 abc	41,63 bcd	58,33 bcd

Sumber: Suharsono *et al.* (2004).

dan biji dapat menyebabkan polong hampa, biji keriput, dan polong gugur. Serangan pada pemasakan polong menurunkan vigor benih dan memperpanjang periode pemasakan. Serangan *R. linearis* pada tanaman kedelai umur 45–55 HST menyebabkan penurunan hasil sampai 75% (Winoto 1986) serta mampu menurunkan daya kecambah 46–67% (Tengkano *et al.* 1988b).

Konsistensi tingkat ketahanan galur IAC-100 dan IAC-80-596-2 juga terlihat di lapangan. Kedua galur tersebut mendapat serangan kompleks hama pengisap polong lebih rendah daripada varietas Wilis (Tabel 5).

Berdasarkan hasil-hasil penelitian di lapangan dan laboratorium kemudian dilanjutkan dengan kajian yang mendalam dengan uji inang, karakter

morfologi pada polong yang meliputi kerapatan, panjang trikoma, dan tebal kulit polong ditemukan bahwa galur IAC-100 dan galur IAC-80-596-2 tahan terhadap hama pengisap polong *R. linearis*, dan ketahanan tersebut dipengaruhi oleh faktor antisenosis morfologi polong (Suharsono 2001).

Tabel 5. Intensitas serangan kompleks hama pengisap polong di lapangan

Genotipe kedelai	Intensitas serangan hama pengisap polong (%)	
	KP Genteng	IPPTP Mojosari
1. MLG 2873	21,75 ghi	21,33 cde
2. MLG 2884	30,88 def	8,67 ef
3. MLG 2888	37,00 bcde	10,00 def
4. MLG 2979	31,13 defg	46,00 a
5. MLG 2998	23,63 fghi	24,67 c
6. MLG 3002	39,13 bcd	8,16 ef
7. MLG3016	40,50 bcd	27,00 c
8. IAC-80-596-2	15,75 ij	7,67 e
9. PI 227687	26,63 efgh	24,00 c
10. PI 229687	18,75 hi	22,67 cd
11. IAC-100	7,63 j	2,67 f
12. MLG 3352	32,50 cdef	29,67 bc
13. MLG 3351	42,38 abc	51,00 a
14. MLG 3032	51,50 a	32,17 bc
15. WILIS	52,13 a	52,33 a
16. Meerope	47,63 ab	41,00 ab

Sumber: Suharsono dan Indriyani (1996).

Jenis hama pengisap polong yang juga penting pada tanaman kedelai serta bersifat polifag adalah *N. viridula*. Hama ini juga mempunyai daerah penyebaran yang luas mulai daerah subtropis sampai daerah tropis. Serangga dewasa dan nimfanya bertindak sebagai hama dengan gejala yang hampir sama dengan hama pengisap yang lain, yaitu menyebabkan biji keriput, polong gugur dan kualitas biji menjadi rendah.

Evaluasi pendahuluan beberapa galur kedelai hasil persilangan dari berbagai tetua diperoleh ragam intensitas serangan pada biji yang berbeda. Berdasarkan jumlah luka bekas tusukan *N. viridula* pada biji dan kriteria ketahanan ditemukan beberapa galur antara lain W/80/2-4-20, B5F3W80-327-42-174, W/3032-357-209-599-1518-138, IAC-100, S/100-620-321503-1311-26 dan IAC-80-596-2 termasuk kategori agak tahan sampai tahan (Tabel 6)

Hama penggerek polong

Di Indonesia, tiga dari lima jenis hama penggerek polong yang sering menimbulkan kerusakan berat pada tanaman kedelai adalah *E. zinckenella* Tr. *E. hobsoni* dan *E. behrii*. Intensitas kerusakan dan pola penyebaran *E. hobsoni* dan *E. behrii* terbatas. Kehilangan akibat serangan hama penggerek polong sampai 90% (Naito dan Harnoto 1984), (Pabbage *et al.* 1990). Galur-galur IAC-100 dan IAC-80-596-2, dan varietas Bromo yang

Tabel 6. Jumlah luka tusukan pada biji dan kriteria ketahanan beberapa galur kedelai hasil persilangan.

Genotipe	Jumlah luka tusukan/biji	Kategori ketahanan
1. W/80-2-4-20	4,66 ab	Tahan
2. B5F3W80-327-42-174	4,71 ab	Tahan
3. S/3032-419-237-352-841-84	9,27 b	Rentan
4. 3032/S-234-138-169-139-60	9,92 b	Rentan
5. W/3032-357-209-599-1518-138	7,11 b	Agak Tahan
6. P/3032-304-173-238-314-83	8,07 b	Rentan
7. 3032/W/223-131-155-74-5	9,10 b	Rentan
8. 3032/T-266-151-195-186-56	7,37 b	Agak Tahan
9. S/3032-392-376-586-1471-32	7,50 b	Rentan
10. IAC-100	5,08 ab	Agak Tahan
11. S/100-620-321-503-1311-26	6,18 ab	Agak Tahan
12. K/3032-468-274-415-1160-82	8,36 b	Rentan
13. S/3032-419-237351-801	13,67a	Sangat Rentan
15. IAC-80-596-2	2,55 c	Tahan
16. Wilis	7,55 b	Rentan

Sumber: Ocktasari 2003.

dipakai sebagai sumber ketahanan pada evaluasi pendahuluan menunjukkan bahwa kedua galur tersebut juga bereaksi agak tahan terhadap hama penggerek polong (Tabel 7). Ketahanan tersebut berhubungan dengan kerapatan trikoma yang tinggi kurang disukai untuk tempat bertelur, sedangkan tanpa trikoma tidak ditemukan telur penggerek (Ernestina 2003).

Hama penggerek polong ini juga ditemukan di Taiwan, namun kerusakan pada polong lebih rendah, yaitu berkisar antara 10–15% (Talekar, 1994). Persilangan untuk membentuk varietas tahan hama penggerek polong masih terbatas. Evaluasi 5000 aksesi yang dilakukan di *Asian Vegetable Research Development Center* (AVRDC) Taiwan, aksesi yang ditemukan agak tahan, menjadi rentan setelah diuji di Indonesia. Pada penelitian-penelitian selanjutnya ditemukan bahwa ketahanan terhadap hama penggerek polong berhubungan dengan ukuran biji kecil, dan umur dalam sehingga tanaman dapat terhindar (*escape*) dari serangan hama penggerek polong. Ketahanan pada PI 227687 ditentukan oleh preferensi peneluran dan antibiosis (Talekar, 1994). Nonpreferensi juga ditemukan pada IAC-100 dan IAC-80-596-2 (Suharsono dan Suntono 2004).

PROGRAM PEMULIAAN KEDELAI TAHAN HAMA DI INDONESIA

Kedelai tahan hama pertama kali dilaporkan di Amerika Serikat oleh van Duyn *et al.* (1971; 1972) setelah menemukan beberapa jenis kedelai, yaitu PI 171451, PI 227687, dan PI 229358 tahan terhadap kumbang Mexico (*Mexican bean beetle*) *Epilachna varivestis* Mulsant. Selanjutnya ketiga jenis tersebut secara luas dipakai untuk sumber ketahanan bagi berbagai jenis hama di AS, Taiwan, Brazilia, Australia, dan Indonesia khususnya terhadap hama-hama pemakan daun (*leaf defoliator*). Penelitian Suharsono dan Talekar (1986); Talekar *et al.* (1988) menunjukkan bahwa jenis-jenis kedelai di atas mempunyai ketahanan tertentu terhadap hama pengisap polong *Riptortus clavatus* dan hama pemakan daun *S. exigua*, *Porthesia taiwana*, dan *Orgyia* sp. hama penting kedelai di Taiwan.

Sampai saat ini dokumentasi, pemanfaatan, dan pengelolaan plasmanutfah di Indonesia pada umumnya masih belum maksimal bila dibandingkan dengan negara-negara yang telah berkem-

Tabel 7. Kerusakan polong dan kriteria ketahanan galur kedelai terhadap hama penggerek polong

Genotipe kedelai	Kerusakan polong (%)	Kriteria ketahanan
1. MLG 2982	50,00	Rentan
2. MLG 3036	11,80	Agak Tahan
3. MLG 3124	29,70	Agak Rentan
4. MLG 3126	31,30	Rentan
5. MLG 3261	38,00	Rentan
6. MLG 3238	25,80	Agak Rentan
7. Jayawijaya	19,40	Agak Tahan
8. Wilis	81,70	Sangat Rentan
9. Bromo	10,00	Agak Tahan
10. IAC-100	10,00	Agak Tahan
11. IAC-80-596-2	9,60	Agak Tahan

Sumber: Suharsono dan Suntono (2004).

bang (maju). Pada tanaman kedelai, meskipun dengan jumlah koleksi yang relatif lebih sedikit dibandingkan dengan negara-negara maju seperti Cina yang memiliki 23.000 asesi *G. max* dan 5.300 asesi *G. soja* (Chang 2004) masih terbuka peluang untuk dapat memanfaatkan plasma nutfah yang tersedia dari Indonesia khususnya di Balitkabi.

Guna membentuk dan mendukung program pemuliaan untuk merakit varietas unggul tahan hama diperlukan dukungan Sumber Daya Manusia (SDM), pengetahuan sistem dinamika serangga hama, populasi hama yang optimal, sumber ketahanan, dan teknik skrining yang tepat (Ortman dan Peters 1980).

1. SDM. Program ini merupakan program terpadu antar disiplin ilmu terutama pemulia tanaman dengan peneliti hama (*entomologis*). Dari fakta yang ada menunjukkan bahwa program ini akan berhasil dengan baik apabila program pemuliaan tahan hama merupakan program prioritas bagi pemulia tanaman bersama entomologis.
2. Biologi serangga. Dalam program ini diperlukan data atau informasi yang akurat pengaruh lingkungan (biotik dan abiotik) terhadap biologi serangga yang meliputi perilaku serangga khususnya perilaku terhadap pakan (*food habit*), pola peneluran, aktivitas (*movement*) dan pengaruh lingkungan terhadap dinamika populasi serangga.

3. Populasi serangga. Tersedianya populasi serangga yang seragam dan optimum sangat menentukan program ini. Untuk mendapatkan populasi serangga tersebut dapat ditempuh melalui: 1) pengelolaan populasi yang ada, 2) pemeliharaan dengan pakan alami, dan 3) pakan buatan.
4. Sumber ketahanan. Keberhasilan dalam mengidentifikasi sumber ketahanan secara langsung tergantung pada plasma nutfah yang tersedia dan ragam ketahanan dalam koleksi tersebut. Sumber ketahanan dapat diperoleh dari kultivar yang telah ada, bahan koleksi lokal, introduksi dan kerabat dekatnya.
5. Teknik skrining yang tepat. Rancangan atau metode skrining harus memungkinkan untuk mengukur variasi ketahanan pada tanaman inang. Pengukuran dapat dilihat dari dua aspek, yaitu variasi pada inang dan pada serangga. Banyak variabel yang dapat dipakai untuk mengukur tingkat ketahanan. Faktor lain yang perlu mendapatkan perhatian adalah tingkat ketahanan, status hama misal sebagai hama utama (*key pest*), hama potensial; biotipe dan mekanisme ketahanan.

Sampai saat ini Indonesia dipandang sebagai negara dengan megabiodiversity yaitu sebagai negara yang mempunyai ragam jenis dunia terbesar. Ini berarti bahwa Indonesia mempunyai koleksi plasma nutfah yang banyak. Data yang tersedia di Komisi Plasma Nutfah Departemen Pertanian menunjukkan bahwa dibanding dengan ragam jenis tanaman dengan jumlah koleksi plasma nutfah khususnya jenis tumbuhan yang meliputi 28.000 jenis yang tersedia tidak seimbang dengan ragam koleksi plasma nutfah di lembaga penelitian internasional yang ada di dunia. Berdasarkan data yang dilaporkan oleh Komisi Nasional Plasma Nutfah (2003), koleksi plasam kedelai di AS telah mencapai 9.178, sementara Indonesia hanya memiliki 900 koleksi kedelai yang berarti hanya sekitar 10% saja. Sampai tahun ini koleksi plasma nutfah kedelai diperkirakan telah mencapai 1550, 1050 di antaranya disimpan di Balitkabi, 500 koleksi tersimpan di Balai Besar Sumberdaya Genetik Bogor. Selain terbuka peluang mendapatkan sumber ketahanan pada tanaman kedelai, untuk merakit varietas kedelai tahan hama dihadapkan pada beberapa kendala.

1. Sumber keragaman genetik dalam plasma nutfah

Data terakhir di Balitkabi menunjukkan bahwa jumlah koleksi plasma nutfah kedelai yang terdokumentasi telah mencapai 1050 aksesi dengan karakteristik fenotipik yang cukup lengkap. Tetapi karakter lain seperti toleransi terhadap cekaman abiotik dan biotik masih terbatas, terlebih sifat ketahanannya terhadap berbagi jenis hama. Selain itu potensi genetik yang ada berkisar antara 1,5–2,5 t/ha sulit untuk ditingkatkan lebih jauh.

2. Prioritas program pemuliaan tahan hama

Meskipun plasma nutfah telah ditetapkan sebagai aset yang sangat penting untuk dikelola oleh Kementerian pertanian khususnya Badan Penelitian dan pengembangan Pertanian masih belum didukung dengan sistem pengelolaan yang lebih baik. Hal ini dapat dilihat dari alokasi anggaran untuk pengelolaan plasma nutfah yang ada di berbagai Pusat Penelitian, Balai Penelitian maupun Loka Penelitian yang masih sangat kecil. Pada kasus kedelai program utama pemuliaan bukan untuk ketahanan terhadap hama, tetapi lebih banyak diarahkan pada produksi tinggi dan adaptasi pada agroekosistem tertentu. Hal ini dapat dilihat pada deskripsi varietas-varietas kedelai yang telah dilepas ketahanan terhadap hama masih terbatas. Sejak tahun 1918 sampai dengan tahun 2002 varietas kedelai yang telah dilepas oleh Kementerian Pertanian (Badan Litbang Pertanian) sebanyak 55 varietas (Suhartina 2003) dan sebagian besar adalah mempunyai potensi hasil tinggi, sedangkan cekaman biotik (*biotic stress*) terbatas pada penyakit karat dan penyakit *Cowpea Mild Mottle Virus* (CMMV). Hal ini menunjukkan bahwa program pemuliaan tahan hama belum mendapatkan porsi yang cukup besar.

3. Kerjasama antara pemulia tanaman dengan disiplin lain perlu ditingkatkan

Budaya kerjasama belum terbentuk dengan baik, masing-masing disiplin ilmu secara terpisah melakukan penelitian sesuai dengan bidang masing-masing.

4. Dana yang terbatas

Keterbatasan dana untuk mendukung program pembentukan varietas unggul tahan hama berdampak lebih luas terhadap prioritas, dan

capaian program. Dengan dana yang terbatas maka program akan diarahkan kepada program-program prioritas misal cekaman terhadap lahan marjinal, lahan kering atau agroekosistem tertentu. Dengan demikian maka sasaran yang dicapai akan memerlukan waktu yang lebih panjang. Dengan berlakunya sistem pendanaan berbasis kinerja maka program pembentukan varietas unggul tahan hama akan makin menarik.

KESIMPULAN

Dari uraian di atas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. *Megabiodiversity* yang dimiliki oleh Indonesia belum mencerminkan jumlah koleksi koleksi plasma nutfah yang sekarang dikelola oleh Kementerian Pertanian dalam hal ini oleh Puslit/Balit dan Lolit.
2. Dengan tersebarnya plasma nutfah di berbagai lembaga penelitian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian sebagai *working collection* akan menambah pengayaan koleksi plasma nutfah sehingga tersedia keragaman genetik yang lebih luas.
3. Dalam koleksi plasma nutfah kedelai meskipun masih terbatas, peluang untuk mendapatkan sumber-sumber ketahanan terhadap hama terbuka, terutama untuk kelompok hama pemakan daun.
4. Untuk mendukung pembentukan varietas kedelai unggul tahan hama diperlukan dukungan program yang mantap, kerjasama yang erat khususnya antara pemulia tanaman dengan entomologis dan disiplin ilmu yang lain, dana yang cukup.

DAFTAR PUSTAKA

- Adie, M.M., K. Igit, Tridjaka, dan Suharsono. 1996. Penampilan ketahanan galur kedelai tahan hama pengisap polong terhadap *Spodoptera litura*. Majalah Ilmiah Pembangunan. UPN Veteran Jawa Timur. V (9): II/73–78.
- Adie, M.M., K. Igit, G.W.A. Susanto, Darman M. Arsyad, Suharsono, Tridjaka, dan Arifin. 2003. Deskripsi kedelai varietas Ijen. SK Pelepasan Kedelai Varietas Ijen. No.394/Kpts/SR.120/8/2003.
- Akib, W. dan D. Baco. 1985. Ketahanan varietas kedelai terhadap penggerek polong *Etiella zinckenella* Tr. Simp. Hama Palawija. 3–4 Desember 1985. Sukamandi.
- Chang, R., L. Qiu, J. Sun, Y. Chen, X. Li, Z Xu. 2004. Collection and observation of soybean germplasm in China. Yahoo.http/8-10-2004.
- Ernestina, F. 2003. Peranan trikom polong pada preferensi peneluran penggerek polong kedelai (*Etiella zinckenella* Tr.). Tesis S1. Jur. Hama dan Penyakit Tumbuhan. FP Unibraw Malang. 45 hlm.
- Goot, van der and H.R. Miller. 1931. Pests and diseases of soybean in Java. Consice preliminary survey. The General Exp. Stat. for Agric. (English Summary). *Unpublished*. 14 pp.
- Harnoto, W. Tengkano, dan Dandi Soekarna. 1977. Hama penting kedele dan cara pengendaliannya. Simp. I. Peranan Hasil Penelitian Padi dan Palawija dalam Pembangunan Pertanian. 26–29 September 1977. Maros.
- Honma, K., T. Djuwarso, Harnoto, and A. Iqbal. 1986. Mechanism of resistance to pod borer in Indonesia variety No. 29. Penelitian Pertanian 6(1):40–43.
- Igit, K., M. Muchlis Adie, Suharsono, and Tridjaka. 1998. Method of cultivation of soybean cropping systems with low input (pesticide) in Indonesia. Brief Report. JIRCAS Project. 10 pp.
- Komisi Nasional Plasma Nutfah. 2003. Pengelolaan plasma nutfah pertanian sebagai "working collection" untuk merakit benih/varietas unggul. Rapat Kerja Badan Litbang Pertanian 16–19 Nopember 2003. Jakarta.
- Marwoto dan Suharsono. 1988. Pengendalian hama kedelai di tingkat petani. Seminar Intern Balittan Malang. 9 hlm.
- Marwoto, Suharsono, dan Supriyatin, 1999. Hama kedelai dan komponen pengendalian hama terpadu. Monograf Balitkabi (4): 1–50.
- Mahrub, E., B. Trimana, dan A. Priyatmoko. 1994. Studi baseline budidaya kedelai di daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah. Seminar nasional peningkatan produktivitas dan kualitas kedelai melalui penerapan PHT kedelai. FP. Unibraw Malang. 23 Mei 1994.
- Metcalf, R.L. 1980. Changing role of insecticides in crop protection. Ann. Rev. Entomol. 25:219–256.
- Mynt, M.M., H.R. Rapasus, and E.A. Heinrich. 1986. Integration of verietal resistance and predation for the management of *Nephotettix virescences* (Homoptera: Cicadelidae) population on rice. Crop Protection 5(4):259–265.

- Naito, A. and Harnoto. 1984. Ecology of soybean pod borer *Etiella zinckenella* Treitsche and *Etiella bobsoni* Butler. Contr. Central Res. Inst. For Food Crops. Bogor. 71: 15–33.
- Nugrahaeni, N. Suharsono, Era Wahyuni, and H. Toxopeus. 1989. Identification source of resistance in soybean *Glycine max* (L.) Merr. to pod sucking bug insects (stink bugs). Intern. Report Germplasm Unit. MARIF. 1989.
- Ocktasari, L. N. 2003. Uji ketahanan beberapa galur kedelai terhadap hama pengisap polong *Nezara viridula* L. (Hem.: Pentatomidae). Tesis S1. Jur. Hama dan Penyakit Tumbuhan. FP Unibraw Malang. 53 hlm. *Belum diterbitkan*.
- Okada, T., W. Tengkano, and T. Djuarso, 1988. An outline of soybean pest in Indonesia in Faunestic aspects. Seminar Balittan Bogor. 6 December 1988, 37 hlm.
- Orr, D.B. and D.J. Boethel. 1983. Comparative development of *Copidosoma truncatellum* Hym.: Encyrtidae and its host *Pseudoplusia includens* (Lep.: Noctuidae) on resistant and susceptible soybean genotypes. Environ. Entomol. 14: 612–616.
- Ortman, E.E. and D.C. Peters. 1980. Introduction to breeding plants resistant to insect. In Waxwell & Jennings (Eds.) Breeding plants resistant to insects. John Wiley & Sons. New York. 683 pp.
- Pabbage, M.S., Masnawati, dan T.A. Achmad. 1990. Ketahanan varietas/galur kedelai terhadap penggerek polong. Laporan Tahunan Balittan Maros. 1990. 15 hlm.
- Ponti, O.M.B de, 1982. Plant resistance. Challenges to plant breeder and entomologist. Proc. 5-th Symp. Plant-insect Relationships. Wageningen Pudoc.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 2003. Inovasi teknologi berbasis tanaman pangan di lahan irigasi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 22 hlm.
- Rauf, A., H. Triwidodo dan Widodo. 1994. Penggunaan pestisida oleh petani kedelai di empat kabupaten Jawa Barat. Seminar Nasional Peningkatan Produktifitas dan Kualitas Kedelai Melalui Penerapan PHT Kedelai. FP. Unibraw Malang. 23 Mei 1994. 13 hlm.
- Schuster, D.P., M.J. Lukefar, and F.G. Maxwell. 1976. Impact nectariless cotton on plant bugs and natural enemies. J. Econ. Entomol. 69:401–402.
- Sastrosiswoyo, S. dan I.N. Oka. 1997. Perkembangan teknologi perlindungan tanaman hortikultura sebagai salah upaya meningkatkan daya saing menghadapi pasar bebas. Prosiding Kongres PEI V dan Symposium Entomologi: 47–58.
- Snelling, R.O. 1941. Resistance of plants to insect attack. Bot. Rev. 7:543–586.
- Suharsono and N.S. Talekar. 1986. Preliminary studies of antibiosis of some soybean cultivars to *Riptortus clavatus*. Agrivita 8/9:14–16.
- Suharsono, dan S. Indriyani. 1996. Hubungan antara karakteristik morfologi polong dengan perilaku pemilihan inang (*host selection*) hama pengisap polong kedelai *Riptortus linearis*. Seminar Balitkabi 18–19 Desember 1996. 9 hlm.
- Suharsono dan Trijaka, 1993. Uji ketahanan varietas kedelai terhadap ulat grayak *Spodoptera litura*. Makalah Seminar Regional HPTI Jawa Timur di UPN Veteran. Surabaya 19 Desember 1993.
- Suharsono. 2001. Kajian aspek ketahanan beberapa genotipe kedelai terhadap hama pengisap polong *Riptortus linearis* F. (Hem.: Alydidae). Disertasi Doktor Program Pasca Sarjana Univ. Gadjah Mada Jogjakarta. 163 hlm. *Belum diterbitkan*.
- Suharsono, M. Mukhlis Adie dan Gatot Mujiono. 2004. W/80/2-4-20 galur kedelai tahan ulat grayak. Seminar Balitkabi. 5 Oktober 2004. 16 hlm.
- Suharsono dan Suntono. 2004. Preferensi peneluran hama penggerek polong pada beberapa galur/varietas kedelai. Penelitian Pertanian 23 (1):38–43.
- Suharsono, N. Nugrahaeni dan Suntono. 2010. Ketahanan galur kedelai generasi lanjut terhadap ulat grayak *Spodoptera litura* F. Seminar Hasil Penelitian. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 29 Juni 2010.
- Suhartina. 2003. Perkembangan dan deskripsi varietas unggul kedelai 1918–2002. Penyunting: M.M. Adie, N. Saleh dan A. Winarto. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Malang. 71 hlm.
- Sumarno, 1983. Soybean breeding for multiple and intensive cropping system in Indonesia. In E.W. Sulzberger and B.T. Maclean (Eds.) Proc. Symp. Tsukuba Japan. AVRDC. Taiwan.
- Sumarno 1999. Strategi pengembangan produksi kedelai nasional mendukung Gema Palagung 2001. Pros. Lokakarya Pengembangan Produksi Kedelai Nasional (Bogor 16 Maret 1999):7–22.

- Susanto, Tri. 1996. Strategi untuk meningkatkan citra tempe sebagai makanan unggulan Indonesia. Pidato Pengukuhan Guru Besar Ilmu Pangan Fak. Pertanian Univ. Brawijaya Malang. 36 hlm.
- Talekar, N.S., Hyung Rae Lee, and Suharsono. 1988. Resistance of soybean to four defoliator species in Taiwan. *J. Econ. Entomol.* 81:1469–1473.
- Talekar, N.S., and W. Tengkanoo. 1993. Mechanism of resistance to bean fly (Diptera: Agramyzidae) in soybean. *J. Econ. Entomol.* 86:981–985.
- Talekar, N.S. 1994. Source of Resistance to Insect Pests of Soybean in Asia. Pp. 161–165 *In* Banpot Napompeth (Ed.). Soybean Feed the World. Kaset-sart Univ Press.
- Tengkanoo, W. 1977. Pengujian ketahanan varietas kedelai terhadap serangan *Riptortus linearis* F. Laporan Kemajuan Penelitian Seri Hama Penyakit. No. 10: 59–72.
- Tengkanoo, W., dan M. Suhardjan, 1985. Jenis hama utama pada berbagai fase pertumbuhan tanaman kedelai. hlm 295–318 *Dalam* Sadikin, S., M. Ismunadji, Sumarno, M. Syam, S.O. Manurung, Yuswadi. (Ed). Kedelai Puslitbangtan Bogor.
- Tengkanoo, W., Soegito, Aji M. Tohir, dan T. Okada. 1988a. Pengujian ketahanan varietas kedelai terhadap serangan pengisap polong, *N. viridula* L., *P. rubrofasciatus* F. dan *R. linearis* F. Seminar Balittan Bogor. 6 Desember 1988.
- Tengkanoo, W., T. Okada, dan Aji M. Tohir. 1988 b. Pengaruh serangan pengisap polong terhadap daya tumbuh benih kedelai. Seminar Balittan Bogor 6 Desember 1988.
- van Duyn, J.W., S.G. Turnipseed, and J.D. Maxwell. (1971). Resistance in soybean to the Mexican bean beetle. I. Source of resistance. *Crop Sci* 22:573–756.
- van Duyn, J.W., S.G. Turnipseed, and J.D. Maxwell. (1972). Resistance in soybean to the Mexican bean beetle. II Reaction of the beetle to the resistant plants. *Crop Sci* 12:561–563.
- Winoto, R. 1986. Pengaruh populasi *Riptortus linearis* F. (Hem.: Alydidae) terhadap kerusakan dan hasil kedelai. Tesis S1 Jur. Hama/Penyakit Tanaman FP Unibraw Malang.