

Perbaikan Ketahanan Kedelai terhadap Hama Ulat Grayak (*Improvement of Soybean Resistant to Armyworm*)

Titik Sundari¹ dan Kurnia Paramita Sari²

¹Staf Peneliti Pemuliaan di Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

²Staf Peneliti Hama di Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

Jl. Raya Kendalpayak Km 8 Malang, Kotak Pos 66 Malang 65101

E-mail: titik_iletri@yahoo.co.id, adnina0312@gmail.com

Naskah diterima 20 Maret 2015 dan disetujui diterbitkan 18 Mei 2015

ABSTRACT

Armyworm (Spodoptera litura) is a major pest on soybean. Severe attack of this pest could cause 100% leaf defoliation and harvest failure. Soybean resistant to armyworm follows antibiosis and antixenosis mechanism. Antibiosis resistance was induced by certain chemical substances in the parts of plant that disturbed the physiological and biological processes of pest. Antixenosis resistance was a mechanism by plant morphological barrier that could affect the behavior of pests, such as leaf morphology, especially related to the pubescence density. The availability of soybean variety resistant to armyworm was expected to reduce the use of insecticides and to minimize the harvest failure. Soybean variety resistant to armyworm would be possible to be developed considering the source of genes for resistance had been identified, such as variety Sodendaizu, Himeshirazu, IAC-100, IAC-80-596-2, Bay, and W / 80-2-4- 20. An effective and efficient breeding method had also been available, through repeated backcrosses assisted by DNA markers as selection indicator. IAC-100/Kaba-G-80, IAC-100/Kaba-G-67, IAC-100/Burangrang-P-95, IAC-100/Kaba-G-47, and IAC-100/Burangrang-G-119 were reported as promising lines, having moderately resistance to resistance to the pest, each line derived from the progenies of crossbreeding using IAC 100 as parent.

Keywords: Soybean, armyworm, resistance, antibiosis, antixenosis.

ABSTRAK

Ulat grayak (*Spodoptera litura*) merupakan salah satu hama utama pada tanaman kedelai. Serangan parah oleh hama ini dapat menyebabkan defoliasi hingga 100% dan gagal panen. Mekanisme ketahanan kedelai terhadap hama ulat grayak mengikuti model ketahanan antibiosis dan antixenosis. Ketahanan antibiosis disebabkan oleh zat kimia tertentu dalam bagian tanaman yang dapat mengganggu aktivitas fisiologi hama dan mempengaruhi biologi hama. Ketahanan antixenosis disebabkan oleh adanya penghalang morfologis tanaman yang dapat mempengaruhi perilaku hama. Dalam hal ini adalah morfologi daun, terutama kepadatan bulu. Ketersediaan varietas kedelai tahan ulat grayak berperan penting untuk mengurangi penggunaan insektisida dan meminimalisasi gagal panen. Perakitan varietas unggul kedelai tahan ulat grayak memiliki peluang besar untuk berhasil, mengingat sumber ketahanan terhadap ulat grayak sudah teridentifikasi, diantaranya Sodendaizu, Himeshirazu, IAC-100, IAC-80-596-2, Bay, dan W/80-2-4-20. Selain itu, metode pemuliaan yang efektif dan efisien juga telah tersedia, yaitu melalui silang balik berulang dengan menggunakan penanda DNA sebagai indikator seleksi. Galur IAC-100/Kaba-G-80, IAC-100/Kaba-G-67, IAC-100/Burangrang-P-95, IAC-100/Kaba-G-47, dan IAC-100/Burangrang-G-119, hasil persilangan dengan menggunakan IAC 100 sebagai tetua, merupakan galur harapan kedelai, yang tergolong agak tahan hingga tahan terhadap ulat grayak.

Kata kunci: Kedelai, ulat grayak, ketahanan, antibiosis, antixenosis.

PENDAHULUAN

Ulat grayak merupakan salah satu hama penting yang tersebar luas di daerah tropis hingga subtropis, di antaranya Asia, Australia dan Kepulauan Pasifik, dengan kisaran inang yang luas. Hama ini tidak hanya merusak tanaman pangan, tetapi juga tanaman perkebunan, sayuran, dan buah-buahan, antara lain kacang tanah, jagung, padi, kedelai, talas, kapas, rami, teh, tembakau, terong, labu, kentang, ubi jalar, termasuk tanaman hias, tanaman liar, dan gulma (Dhaliwal *et al.* 2010, CABI 2015).

Ulat grayak bersifat polifag, dapat menyerang berbagai jenis tanaman dan termasuk hama pemakan daun kedelai (Endo *et al.* 2007, Adie *et al.* 2012). Selain merusak daun, larva ulat grayak juga dapat merusak polong muda. Pada kondisi endemis, ulat grayak dapat menyebabkan defoliasi/kerusakan daun hingga 100% dan merupakan kendala utama dalam mewujudkan potensi hasil kedelai (Tengkano dan Suharsono 2005, Bhatia *et al.* 2008).

Di Indonesia, serangan ulat grayak banyak terjadi pada pertanaman kedelai musim kering (Marwoto dan Suharsono 2008). Di beberapa sentra kedelai di Jawa Timur seperti di Kabupaten Jombang, Ponorogo, Pasuruan, dan Banyuwangi, ulat grayak telah berkembang menjadi hama yang tahan terhadap insektisida golongan monokrotofos, endosulfan, dan dekametrin yang digunakan petani secara terus-menerus (Marwoto dan Bedjo 1996).

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi perkembangan biotipe ulat grayak yang tahan insektisida kimia adalah menggunakan varietas tahan. Penanaman varietas tahan juga diperlukan untuk mengurangi aplikasi insektisida kimia dalam pengendalian ulat grayak (Komatsu *et al.* 2010). Varietas unggul tahan atau toleran hama merupakan komponen penting dalam pengelolaan hama terpadu (PHT). Penggunaan varietas tahan dapat menekan tingkat kerusakan tanaman, mengurangi atau menghilangkan input pestisida dan tidak merusak lingkungan (Endo *et al.* 2002, Wada *et al.* 2006). Penggunaan varietas tahan juga dapat menekan kehilangan hasil akibat serangan ulat grayak.

Hasil penelitian Sari (2013) menunjukkan bahwa investasi ulat grayak pada galur tahan (G 100 H) tidak menurunkan hasil biji, sedangkan pada varietas Ijen yang toleran ulat grayak dibandingkan dengan kontrol yang hasil bijinya 15% lebih rendah. Tingkat kehilangan hasil tergantung pada varietas yang digunakan, fase pertumbuhan, dan waktu serangan (Adie *et al.* 2012).

Ketahanan tanaman kedelai terhadap hama ulat grayak dapat ditingkatkan melalui program pemuliaan tanaman. Untuk mendukung program tersebut perlu diidentifikasi plasma nutfah yang tahan terhadap hama ulat grayak. Penelitian di Jepang berhasil mengidentifikasi sumber genetik yang tahan ulat grayak dan telah digunakan sebagai tetua donor ketahanan. Mekanisme ketahanannya juga telah dipelajari berdasarkan karakter morfologi dan fisiologi (Hara and Ohba 1981).

Ketahanan sumber daya genetik terhadap ulat grayak dan serangga hama pemakan daun lainnya telah teridentifikasi melalui pendekatan biomolekuler. Dengan menggunakan penanda DNA, seleksi ketahanan dapat dilakukan lebih efisien. Studi genetika ketahanan terhadap ulat grayak telah berkembang dengan baik, dan galur harapan tahan ulat grayak telah dikembangkan melalui seleksi dengan bantuan penanda molekuler yang dikombinasikan dengan silang balik (Komatsu *et al.* 2004, 2008). Komatsu *et al.* (2010) telah mengidentifikasi dua lokus sifat kuantitatif (QTL) untuk ketahanan terhadap ulat grayak dan 23 QTL untuk ketahanan terhadap hama pemakan daun lainnya. Kemajuan dalam studi genetika ketahanan ini memberikan peluang yang besar terhadap perakitan varietas unggul kedelai tahan ulat grayak.

Makalah ini membahas peluang perbaikan ketahanan tanaman kedelai terhadap hama ulat grayak.

GEJALA SERANGAN ULAT GRAYAK

Serangan ulat grayak pada tanaman kedelai ditandai oleh gejala kerusakan daun, daun berlubang dan hanya tersisa tulang daun (Gambar 1). Kerusakan daun tersebut disebabkan oleh larva, dimana setelah telur menetas menghasilkan larva instar 1 yang kemudian menyebar ke seluruh permukaan daun (Gambar 2). Larva-larva tersebut memakan permukaan daun bagian bawah dan hanya meninggalkan tulang daun (Sullivan 2007). Larva pertama kali memangsa daun, namun apabila terjadi ledakan populasi (*outbreak*) larva juga dapat memakan polong (Waterhouse and Norris 1987), bunga, dan tunas (Dunkle 2005, Vennila *et al.* 2007). Menurut penelitian Punithavalli *et al.* (2014), ledakan populasi hama ulat grayak terjadi pada pertengahan September, bertepatan dengan fase reproduksi tanaman kedelai.

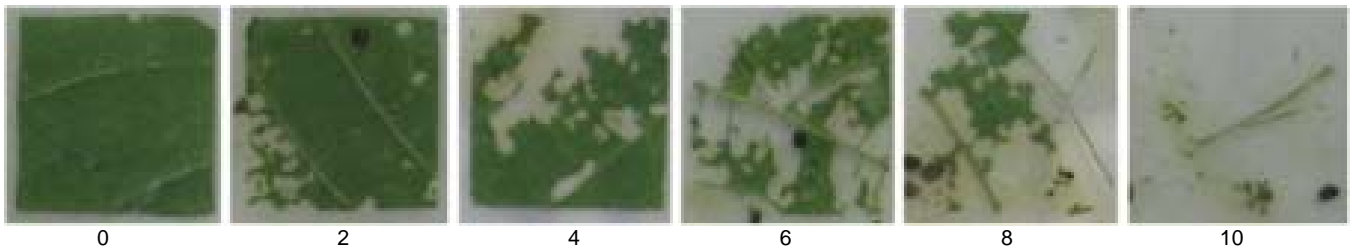
Gejala serangan ulat grayak pada daun kedelai, mulai dari ringan hingga berat, dapat dilihat pada Gambar 3. Pada kebanyakan tanaman, kerusakan serius disebabkan oleh larva. Serangan berat pada tanaman muda menyebabkan perkembangan tanaman terhambat, dan polong menjadi kecil (Dunkle 2005, USDA 2005).



Gambar 1. Gejala kerusakan daun kedelai akibat serangan ulat grayak.



Gambar 2. Telur yang baru menetas (a), larva instar 1 (b), dan serangan parah pada daun (c).



Gambar 3. Peringkat kerusakan daun. Angka-angka di bawah gambar menunjukkan tingkat kerusakan daun (skala 0 sampai 10) untuk setiap potongan daun (Sumber: Oki *et al.* 2012).

DAMPAK SERANGAN HAMA ULAT GRAYAK TERHADAP HASIL KEDELAI

Salah satu ancaman dalam peningkatan produksi kedelai adalah serangan hama, baik hama pemakan daun maupun perusak polong. Berdasarkan hasil identifikasi terhadap sembilan jenis serangga hama pemakan daun, ulat grayak merupakan hama pemakan daun yang sangat penting.

Kehilangan hasil akibat serangan hama tersebut dapat mencapai 80%, bahkan dapat menyebabkan puso apabila tidak dikendalikan (Marwoto dan Suharsono 2008, Dhaliwal and Koul 2010). Hasil penelitian Gregorutti *et al.* (2012) menunjukkan bahwa kerusakan daun pada fase pembentukan polong (R3) dapat menurunkan hasil biji hingga 90%. Penelitian lain mengemukakan bahwa penurunan hasil biji terjadi apabila serangan ulat grayak

menyebabkan kerusakan daun sebesar 75-100% (Pickle and Cavinnes 1984). Hasil biji menurun 40-80% apabila kerusakan daun terjadi pada fase pembentukan biji (R5) (Board and Harville 1998). Borrás *et al.* (2004) mengemukakan bahwa penurunan hasil biji disebabkan oleh berkurangnya aktivitas fotosintesis akibat kerusakan daun. Selain mengakibatkan penurunan hasil biji, kerusakan daun kedelai pada fase R3 juga mengakibatkan penurunan ukuran biji hingga 32% (Gregorutti *et al.* 2012).

Menurut laporan Direktorat Perlindungan Tanaman (2008), luas serangan ulat grayak pada tahun 2002 mencapai 2.216 ha, dan 80 ha diantaranya mengalami puso. Pada tahun 2006, luas serangan ulat grayak mencapai 1.316 ha, dan 140 ha di antaranya gagal panen.

SUMBER KETAHANAN HAMA ULAT GRAYAK

Pengembangan varietas tahan hama, termasuk ulat grayak, memerlukan pengetahuan dan pemahaman tentang mekanisme ketahanannya. Secara umum, ada tiga model ketahanan tanaman terhadap serangga, yaitu antibiosis, antixenosis (non-preferensi untuk tanaman tahan), dan toleran (van Emden 2002).

Ketahanan antibiosis disebabkan oleh zat kimia tertentu dalam bagian tanaman yang dapat mengganggu aktivitas fisiologi hama dan mempengaruhi biologi hama, sehingga kelimpahan hama dan kerusakan berkurang dibandingkan dengan yang akan terjadi apabila hama berada pada tanaman rentan (Heng-Moss *et al.* 2006). Ketahanan antibiosis sering mengakibatkan peningkatan mortalitas atau memperpendek umur dan mengurangi reproduksi serangga.

Ketahanan antixenosis disebabkan oleh adanya penghalang morfologis tanaman yang dapat mempengaruhi perilaku hama, sehingga menghambat terjadinya interaksi antara tanaman inang dengan hama. Toleransi adalah ketahanan dimana tanaman mampu bertahan atau pulih kembali dari kerusakan yang disebabkan oleh kelimpahan hama. Mekanisme toleransi berbeda dengan antibiosis dan antixenosis (Teetes, 2013). Toleransi mengacu pada kemampuan tanaman untuk mampu memberikan hasil yang lebih besar dari varietas rentan pada tingkat serangan hama yang sama.

Ketahanan terhadap ulat grayak telah diskriminasi secara luas dari plasma nutfah kedelai, baik di luar maupun dalam negeri. Di Jepang telah teridentifikasi sumber gen ketahanan terhadap ulat grayak. Hasil penelitian Komatsu *et al.* (2004, 2010) menunjukkan bahwa galur PI229358 (Sodendaizu), PI227687, PI171451,

dan Himeshirazu memiliki ketahanan terhadap ulat grayak. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa varietas Bay memiliki tingkat antibiosis yang tinggi terhadap ulat grayak (Endo *et al.* 2005). Galur IAC-100 juga tahan terhadap ulat grayak (Kraemer *et al.* 1997).

Di Indonesia, identifikasi sumber ketahanan terhadap hama ulat grayak dilakukan pada plasma nutfah kedelai di Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi). Beberapa galur kedelai yang tahan terhadap ulat grayak di antaranya adalah galur introduksi dari Brazilia, yaitu IAC-100, IAC-80-596-2, W/80-2-4-20 (Suharsono dan Adie 2010). Ketahanan galur IAC-100 dan IAC-80-596-2 terhadap ulat grayak adalah antixenosis, karena kurang disukai oleh ulat grayak sebagai inang (Igita *et al.* 1998). Adie *et al.* (2000) menyatakan terdapat indikasi ketahanan antibiosis sebagai faktor ketahanan kedelai terhadap ulat grayak.

Ketahanan kedelai terhadap hama ulat grayak ditentukan oleh faktor morfologi daun, terutama kepadatan bulu dibandingkan dengan panjang bulu pada daun. Kepadatan bulu berkorelasi negatif nyata dengan intensitas kerusakan daun pada berbagai stadia tanaman (Adie 2008). Hal yang sama juga disampaikan oleh Hulbert *et al.* (2004), bahwa keberadaan bulu pada permukaan tanaman kedelai menjadi faktor yang menentukan ketahanan terhadap hama, baik pada tingkat antixenosis maupun antibiosis. Laporan lain menunjukkan bahwa bulu pada daun menjadi penghalang bagi hama.

Menurut Boerma dan Specht (2004), terdapat sembilan gen kedelai yang berhubungan dengan keberadaan bulu daun. Empat gen (Pd1, P1, Ps dan Pb) diantaranya telah dipetakan pada Chr 1, 9, 12 dan 15 (Cregan *et al.* 1999, Song *et al.* 2004). Gen Pd1, Ps, dan P1 masing-masing mengekspresikan keberadaan bulu, yaitu padat, jarang dan tidak berbulu (gundul). Pb menunjukkan bulu tajam (PbPb atau Pbbp) dan pb tumpul (pbbp). Hulbert *et al.* (2004) melaporkan bahwa memasukkan gen Pb ke varietas kedelai bermanfaat untuk meningkatkan ketahanan tanaman kedelai terhadap hama Lepidoptera. Dua QTL, Pd1 dan Ps yang mengekspresikan kepadatan bulu terdeteksi pada posisi yang sama dengan gen yang mengekspresikan keberadaan bulu dari populasi yang sama untuk identifikasi ketahanan terhadap ulat grayak. Namun QTL tersebut tidak terletak pada posisi yang tumpang tindih dengan QTL pengendali ketahanan antibiosis (Komatsu *et al.* 2005, 2007). Mekanisme antixenosis dapat berfungsi untuk meningkatkan ketahanan Himeshirazu terhadap ulat grayak, disamping mekanisme antibiosis.

Rector *et al.* (1998, 1999, 2000) mengungkapkan bahwa QTL ketahanan antixenosis terhadap ulat grayak terdapat pada lima kromosom (Chr 2, 6, 7, 12 dan 13),

dan ketahanan antibiosis terdeteksi pada lima kromosom (Chr 7, 13, 14, 16 dan 18). Di antara QTL tersebut, terdapat satu QTL ketahanan antibiosis dan satu QTL ketahanan antixenosis yang berada pada posisi yang hampir sama pada Chr 7. Hal ini menunjukkan dua mekanisme ketahanan tersebut dikendalikan oleh gen yang berbeda.

Struktur genetik antibiosis dan antixenosis hampir sama, sekitar 51,1-75,7% variasi fenotipe dijelaskan oleh 42,2-60,3% variasi genetik, dan 0 - 6 QTL aditif masing-masing menjelaskan 0,0-11,8% dari total variasi fenotipe 0,0-27,4%, dan 0-3 pasang QTL epistatik masing-masing menjelaskan 0,0-7,6% dari total variasi fenotipe 0,0-14,0%. Di antara QTL yang terdeteksi, qCCW6_1, qCCW10_1, dan qCCW12_2 merupakan kontributor utama antibiosis, dan qCCW10_1, qCCW10_2 dan qCCW12_1 kontributor utama antixenosis (Kim *et al.* 2014).

PEWARISAN KETAHANAN VARIETAS

Hingga saat ini, varietas tahan ulat grayak belum tersedia di Indonesia. Namun upaya perakitan varietas tahan terus dilakukan. Perakitan diawali dengan proses pencarian dan identifikasi plasma nutfah untuk mendapatkan genotipe yang memiliki ketahanan terhadap hama ulat grayak.

Dari beberapa genotipe kedelai yang diidentifikasi oleh Igita *et al.* (1996), tidak satu pun genotipe asal Indonesia yang bereaksi tahan terhadap ulat grayak, namun genotipe introduksi asal Jepang (Himeshirazu and Sodendaizu) dan Brasilia (IAC 80 dan IAC 100) dilaporkan tahan. Hasil penelitian Prayogo dan Suharsono (2005); Sulistyowati dan Suharsono (2011), serta Suharsono dan Suntono (2008) menunjukkan terdapat peluang untuk mendapatkan varietas tahan hama perusak daun, khususnya ulat grayak dengan memanfaatkan galur IAC-100 dan IAC-80-596-2 sebagai sumber gen ketahanan. Galur IAC-100 yang disilangkan dengan Himeshirazu (tahan) menghasilkan galur G 100 H, yang mempunyai tingkat ketahanan yang lebih tinggi terhadap ulat grayak dibandingkan dengan kedua tetuanya (IAC-100 dan Himeshirazu). Genotipe G 100 H memiliki bentuk ketahanan antibiosis dan antixenosis (trikoma daun padat) dan berpeluang digunakan sebagai sumber tetua tahan dalam perbaikan ketahanan kedelai terhadap ulat grayak (Adie *et al.* 2003).

Perakitan varietas tahan ulat grayak dengan karakter agronomis yang baik membutuhkan waktu cukup panjang, karena karakter agronomis dari tetua tahan yang kurang baik, seperti tanaman pendek, potensi hasil rendah, ukuran biji kecil. Keturunan persilangan antara tetua donor tahan dan galur kedelai lainnya menyebabkan terjadinya pewarisan beberapa sifat yang tidak diinginkan, seperti

tanaman pendek, jumlah cabang sedikit, dan ukuran buku pendek.

Pada tahun 2003, telah dilepas varietas Ijen sebagai satu-satunya varietas kedelai di Indonesia yang dinyatakan agak tahan ulat grayak, merupakan hasil silang balik antara Himeshirazu (tahan) dengan varietas Wilis (Suhartina 2005). Tingkat kerusakan daun varietas Ijen pada 12 hari setelah infestasi (HIS) relatif sama dengan varietas Wilis, meskipun pada awalnya tingkat kerusakan daun varietas Ijen hampir dua kali lipat dari varietas Wilis (Tabel 1). Berdasarkan deskripsi varietas, Ijen mempunyai ukuran biji 11,23 g/100 biji dan umur polong masak 83 hari, apabila dibandingkan dengan Wilis ukuran biji tersebut sedikit lebih besar dan umur lebih genjah, Wilis mempunyai ukuran 10 g/100 biji dan umur polong masak 85-89 hari.

Perbaikan ketahanan varietas unggul kedelai terhadap ulat grayak di Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi) dimulai tahun 2007, melalui persilangan antara IAC-100 sebagai sumber gen ketahanan terhadap ulat grayak dengan varietas Kaba (tanaman tinggi, tidak mudah rebah, dan polong tidak mudah pecah) dan Burangrang (tanaman tinggi, tidak mudah rebah, dan ukuran biji besar). Dari persilangan tersebut diperoleh beberapa galur yang konsisten agak tahan hingga tahan terhadap ulat grayak, baik berdasarkan metode uji dengan pilihan maupun tanpa pilihan. Galur-galur tersebut adalah IAC-100/Kaba-G-80, IAC-100/Kaba-G-67, IAC-100/Burangrang-P-95, IAC-100/Kaba-G-47, dan IAC-100/Burangrang-G-119 (Tabel 2) (Sari, 2013). Menurut hasil penelitian Suharsono *et al.* (2010), galur-galur kedelai hasil kombinasi persilangan menggunakan tetua IAC-100 atau IAC-80-596-2 sebagian besar mengandung sifat tahan terhadap ulat grayak.

Pada tahun 2013, galur-galur hasil persilangan IAC-100 x Kaba dan IAC-100 x Burangrang (Tabel 2) diuji di Pasuruan. Pada saat pengujian terjadi serangan ulat grayak dengan intensitas tinggi, sehingga dapat dilihat respon dari masing-masing galur terhadap serangan ulat

Tabel 1. Intensitas kerusakan daun beberapa galur kedelai.

Galur	Intensitas kerusakan daun (%) pada umur (HSI)				Bobot biji (g/tanaman)
	3	6	9	12	
Cikuray	7,13	8,63	24,91	22,79	6,96
Detam-1	7,12	14,15	20,00	21,14	5,10
G 100 H	5,36	8,38	7,57	10,47	5,89
Ijen	9,16	16,80	21,67	20,30	8,10
Wilis	4,67	10,72	18,33	21,10	7,53

HIS (hari setelah infestasi), Sumber: Sari (2013)

Tabel 2. Rata-rata intensitas kerusakan dan kriteria ketahanan genotipe kedelai terhadap ulat grayak pada metode dengan pilihan dan tanpa pilihan pakan.

Galur	Dengan pilihan		Tanpa pilihan	
	Intensitas kerusakan (%)	Kriteria ketahanan	Intensitas kerusakan (%)	Kriteria ketahanan
IAC-100/Kaba-G-80	8,5	AT	39,9	AT
IAC-100/Kaba-G-67	5,2	T	33,7	T
IAC-100/Burangrang-P-94	11,1	R	46,4	R
IAC-100/Burangrang-P-95	11,3	AT	40,0	AT
IAC-100/Kaba-G-47	7,2	AT	38,8	AT
IAC-100/Burangrang-G-119	11,8	T	27,0	ST
IAC-100/Burangrang-G-121	9,3	R	42,0	R
Kaba/IAC/Burangrang-P-91	11,6	R	50,5	R
IAC-100/Burangrang-P-97	6,3	T	41,4	R
IAC-100/Burangrang-P-96	11,1	R	43,0	R
IAC-100/Burangrang-G-625	9,1	R	46,1	R
IAC-100/Burangrang-G-645	8,6	R	43,9	R
Kaba	15,2	R	55,2	SR
Ijen	20,6	SR	42,6	R
Argomulyo	14,0	R	47,3	R
G 100 H	11,8	AT	40,3	R
IAC 100	4,6	T	34,7	T

T = tahan, AT = agak tahan, AR = agak rentan, R = rentan, SR = sangat rentan (Sumber: Sari 2013).

grayak (Gambar 4 dan 5). Tingkat serangan ulat grayak pada galur harapan kedelai tahan lebih rendah dibandingkan dengan galur rentan yang mengelilinginya (investasi hama terjadi secara alami). Tingkat serangan ulat grayak pada galur harapan hasil persilangan IAC-100 x Kaba jauh lebih rendah dibandingkan dengan varietas Anjasmoro yang ditanam petani (Gambar 4 dan 5). Hasil dan komponen hasil kedelai dari pengujian di Pasuruan disajikan pada Tabel 3.

Galur IAC-100/Kaba-G-80, IAC-100/Kaba-G-67, dan IAC-100/Kaba-G-47 yang tergolong agak tahan hingga tahan terhadap ulat grayak memiliki hasil yang lebih tinggi dibanding varietas Kaba (tetua jantan), demikian juga ukuran bijinya yang lebih besar (Tabel 3).

Pemuliaan ketahanan kedelai terhadap hama ulat grayak telah dilakukan di Jepang melalui persilangan (silang balik berulang) antara Himeshirazu (tahan) dan Fukuyutaka (rentan), dengan tujuan menggabungkan ketahanan terhadap ulat grayak dan karakter agronomi yang baik. Kegiatan tersebut menghasilkan galur Kyushuu 155 yang mewarisi dua gen ketahanan dari Himeshirazu, sedangkan karakter agronomis (umur masak, tinggi tanaman, jumlah cabang, hasil, dan kualitas benih) mirip dengan Fukuyutaka (Komatsu *et al.* 2008).

Ketahanan kedelai terhadap ulat grayak mengikuti ketahanan antibiosis dan antixenosis. Ketahanan



Gambar 4. Tingkat serangan ulat grayak pada daun varietas Anjasmoro dan galur harapan kedelai toleran ulat grayak (IAC 100/Kaba-G-80) di Pasuruan (Sumber: Koleksi pribadi).



Gambar 5. Tingkat serangan ulat grayak pada daun galur harapan kedelai hasil persilangan IAC 100 dengan Kaba dan pada varietas Anjasmoro di Pasuruan (Sumber: Koleksi pribadi).

antixenosis kedelai terhadap hama ulat grayak mempunyai nilai heritabilitas arti luas yang tinggi (73,2%) (Komatsu *et al.* 2004). Artinya, karakter ketahanan antixenosis tersebut mempunyai peluang yang cukup tinggi untuk diwariskan.

Uji bioassay antixenosis terhadap populasi inbrida rekombinan yang berasal dari persilangan antara varietas Fukuyutaka (rentan) dengan Himeshirazu (tahan) telah dilakukan oleh Oki *et al.* (2012). Hasil pengujian menunjukkan adanya dua QTL ketahanan antixenosis, yaitu qRslx1 dan qRslx2, yang teridentifikasi pada Chr 7 dan 12, dan alel tahan dari qRslx1 dan qRslx2, masing-masing berasal dari Himeshirazu dan Fukuyutaka. Pada pengujian ini juga dilakukan analisis karakteristik keberadaan bulu daun untuk mengetahui hubungannya dengan ketahanan terhadap hama kedelai. Hasil analisis mengidentifikasi adanya dua QTL untuk panjang bulu

Tabel 3. Komponen hasil dan hasil galur-harapan kedelai toleran ulat grayak pada uji adaptasi di Pasuruan, 2013.

Nomor galur	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah cabang	Jumlah buku subur	Jumlah polong isi	Umur berbunga (hari)	Umur masak (hari)	Hasil biji (kg/12 m ²)	Bobot biji (g/100 biji)
IAC-100/Kaba-G-80	44,6	3	13	43	35	77	2,77	12,95
IAC-100/Kaba-G-67	42,6	3	13	42	35	77	2,59	12,68
IAC-100/Burangrang-P-94	33,0	3	10	25	34	76	2,26	13,91
IAC-100/Burangrang-P-95	33,5	3	10	25	34	76	2,11	14,75
IAC-100/Kaba-G-47	43,0	3	12	39	36	78	2,48	12,40
IAC-100/Burangrang-G-119	36,4	2	9	26	34	76	2,50	14,85
IAC-100/Burangrang-G-121	31,9	3	10	29	34	76	2,30	14,82
Kaba/IAC/Burangrang-P-91	32,2	3	9	26	34	76	2,18	13,43
IAC-100/Burangrang-P-97	32,3	3	11	26	34	76	2,24	14,15
IAC-100/Burangrang-P-96	31,7	3	10	26	34	75	2,29	14,25
IAC-100/Burangrang-G-625	32,5	3	10	28	35	75	1,72	14,16
IAC-100/Burangrang-G-645	35,7	3	11	29	34	76	2,35	14,18
Kaba	68,0	3	16	48	36	77	2,13	11,81
Ijen	63,5	2	14	43	35	77	1,94	14,30
Burangrang	73,2	2	10	33	35	75	2,72	15,60
Uji F	**	*	**	**	**	**	**	**

* dan **: menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf uji α 5% dan 1%.
Sumber: Balitkabi 2014.

(pada Chr 7 dan 12) dan dua QTL untuk kepadatan bulu (pada Chr 1 dan 12). QTL keberadaan bulu pada Chr 7 dan 12 masing-masing terletak berdekatan dengan qRslx1 dan qRslx2. Hal ini menunjukkan bahwa ketahanan antixenosis dikendalikan secara genetik oleh dua QTL, dan karakteristik keberadaan bulu diduga mempunyai kontribusi terhadap ketahanan antixenosis kedelai terhadap ulat grayak (Oki *et al.* 2012).

Pada varietas tahan, Himeshirazu terdapat dua QTL ketahanan antibiosis terhadap ulat grayak, dan ketahanan antibiosis dikendalikan oleh gen resesif yang terdapat pada LG-M (linkage group M) (Komatsu *et al.* 2004, 2005). Efek dari QTL tersebut telah diverifikasi melalui uji bioassay antibiosis menggunakan galur isogenik. Melalui silang balik berulang, gen ketahanan pada Himeshirazu berhasil disisipkan ke dalam Fukuyutaka (rentan) dengan menghasilkan varietas baru Fukuminori. Namun, tingkat ketahanan Fukuminori masih lebih rendah dibanding Himeshirazu (Komatsu *et al.* 2008).

Hasil penelitian Adie (2008) menunjukkan bahwa kepadatan bulu pada kedelai hasil persilangan ICH x Wilis, G100H x ICH dan G100H x Wilis dikendalikan secara poligenik. Pada persilangan antara kedelai berbulu dengan kedelai tanpa bulu terdapat pengaruh gen dominan dan pengaruh tipe interaksi gen dominan x dominan. Pada persilangan kedelai berbulu padat dengan moderat terdapat pengaruh rata-rata, pengaruh gen aditif dan pengaruh gen dominan. Kepadatan bulu dapat digunakan sebagai kriteria seleksi tak langsung ketahanan kedelai terhadap ulat grayak.

KESIMPULAN DAN SARAN

Ketahanan kedelai terhadap hama ulat grayak bersifat antibiosis dan antixenosis. Ketahanan antibiosis disebabkan oleh zat kimia tertentu dalam bagian tanaman yang dapat mengganggu aktivitas fisiologi hama dan mempengaruhi biologi hama. Ketahanan antixenosis disebabkan oleh adanya penghalang morfologis tanaman yang dapat mempengaruhi perilaku hama. Pada tanaman kedelai, ketahanan antixenosis ditentukan oleh morfologi daun, terutama kepadatan bulu.

Ketersediaan varietas kedelai tahan ulat grayak berperan penting untuk mengurangi penggunaan insektisida dan meminimalisasi gagal panen. Peluang perakitan varietas unggul kedelai tahan ulat grayak cukup tinggi karena terdapat sumber genetik tahan, di antaranya Soudaizu, Himeshirazu, IAC-100, IAC-80-596-2, Bay, dan W/80-2-4-20. Selain itu, metode pemuliaan yang efektif dan efisien juga telah tersedia, yaitu melalui silang balik berulang dengan menggunakan penanda DNA sebagai indikator seleksi.

Galur IAC-100/Kaba-G-80, IAC-100/Kaba-G-67, IAC-100/Burangrang-P-95, IAC-100/Kaba-G-47, dan IAC-100/Burangrang-G-119, hasil persilangan menggunakan IAC 100 sebagai tetua, adalah galur harapan kedelai yang bersifat agak tahan hingga tahan terhadap ulat grayak.

DAFTAR PUSTAKA

- Adie, M.M., Tridjaka, dan K. Igita. 2000. Pewarisan trikoma, penentu sifat ketahanan kedelai terhadap ulat grayak. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 19:47-50.
- Adie, M.M., G.W.A. Susanto, dan R. Kusumawaty. 2003. Ketahanan beberapa genotipe kedelai terhadap ulat grayak. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 22(1):1-5.
- Adie, M.M. 2008. Perbaikan ketahanan kedelai terhadap ulat grayak. <http://prasetya.ub.ac.id/berita/Disertasi-M-Muchlish-Adie-Perbaikan-Ketahanan-Kedelai-4734-id.html> Diakses tanggal 16 Maret 2015.
- Adie, M.M., A. Krisnawati, dan A.Z. Mufidah. 2012. Derajat ketahanan genotipe kedelai terhadap hama ulat grayak. p. 29-36. *Dalam: A.A. Rahmianna et al. (Eds.)*. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Peningkatan Daya Saing dan Implementasi Pengembangan Komoditas Kacang dan Umbi Mendukung Pencapaian Empat Sukses Pembangunan Pertanian. Malang, 5 Juli 2012. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Bhatia, V.S., Piara Singh, S.P. Wani, G.S. Chauhan, A.V.R. Kesava Rao, A.K. Mishra, and K. Srinivas. 2008. Analysis of potential yields and yield gaps of rainfed soybean in India using CROPGRO-Soybean model. *Agricultural and Forest Meteorology* 148:1252-1265.
- Board, J.E. and B.G. Harville. 1998. Late-planted soybean yield response to reproductive source/sink stress. *Crop Sci.* 38: 763-771.
- Boerma, H.R. and J.E. Specht. 2004. Soybeans: Improvement, production, and uses. 3rd edn. American Society of Agronomy. Madison. p.170.
- Borras, L.G.A. Slafer and M.E. Otegui. 2004. Seed dry weight response to source-sink manipulations in wheat, maize and soybean: a quantitative reappraisal. *Field Crops Res.* 86: 131-146.
- CABI. 2015. *Spodoptera litura* (taro caterpillar). <http://www.cabi.org/isc/datasheet/44520#20127201272> Diakses tanggal 2 Mei 2015.
- Cregan, P.B., T. Jarvik, A.L. Bush, R.C. Shoemaker, K.G. Lark, A.L. Kahler, N. Kaya, T.T. VanToai, D.G. Lohnes, and J. Chung. 1999. An integrated genetic linkage map of the soybean genome. *Crop Sci.* 39: 1464-1490.
- Dhaliwal, G.S. and O. Koul. 2010. *Quest for Pest Management: From Green Revolution to Gene Revolution*. Kalyani Publishers, New Delhi. 386p.
- Dhaliwal GS, V. Jindal, and A.K. Dhawan. 2010. Insect pest problems and crop losses: changing trends. *Indian Journal of Ecology*, 37: 1-7.
- Direktorat Perlindungan Tanaman. 2008. Laporan luas dan serangan hama dan penyakit tanaman pangan di Indonesia. Direktorat Perlindungan Tanaman. Jakarta.
- Dunkle, R.L. 2005. New pest response guidelines *Spodoptera*. www.aphis.usda.gov/.../nprg... Diakses tanggal 3 Februari 2015.
- Emden, van Helmut. 2002. Mechanism of resistance: antibiosis, antixenosis, tolerance, nutrition. *In: D. Pimentel (Ed.) Encyclopedia of pest manajemen*. <https://books.google.co.id/books?isbn...> Diakses tanggal 2 Mei 2015.
- Endo, N., T. Wada, N. Mizutani, and M. Takahashi. 2002. Possible resistance and tolerance of a soybean breeding line, Kyukei 279 to the common cutworm, *Spodoptera litura* and soybean stink bugs. *Kyushu Plant Prot. Res.* 48:68-71 (in English summary) agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=JP2003002362 [3 Februari 2015].
- Endo, N., T. Wada, and S. Tojo. 2005. Resistance of soybean cultivar 'Bay' to the common cutworm, *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae). *Kyushu Plant Prot. Res.* 51:49-52. <http://agris.fao.org/aos/records/> Diakses tanggal 29 Januari 2015.
- Endo, N., I. Hirakawa, T. Wada, and S. Tojo. 2007. Induced resistance to the common cutworm, *Spodoptera litura* (Lepidoptera : Noctuidae) in three soybean cultivars. *Appl. Entomol. Zool.* 42(2):199-204. <http://ci.nii.ac.jp/naid/110006278157/en> Diakses tanggal 30 Januari 2015.
- Gregorutti, V.C., O.P. Caviglia, and A. Saluso. 2012. Defoliation affects soybean yield depending on time and level of light interception reduction. *Australian Journal of Crop Science* 6(7):1166-1171.
- Hara, M., and T. Ohba. 1981. On the phytophagous insect resistance in soybean. *Rep. Kyushu Br. Crop Sci. Soc. Japan* 48:65-67.
- Heng-Moss, T.M., T. Macedo, L. Franzen, F.P. Baxendale, L. Higley, and G. Sarath. 2006. Physiological responses of resistant and susceptible buffalograsses to *Blissus occiduus* (Hemiptera: Blissidae) feeding. *J. Econ. Entomol.* 99: 222-228.
- Hulburt, D.J., H.R. Boerma, and J.N. All. 2004. Effect of pubescence tip on soybean resistance to lepidopteran insect. *J. Econ. Entomol.* 97:621-627.

- Igita, K., M.M. Adie, Suharsono, and Tridjaka. 1996. Second brief report: Method of cultivation of soybean in cropping systems with low input (pesticide) in Indonesia. RILET-JIRCAS. Malang.
- Igita, K., Adie, M.M. Suharsono, and Tridjaka. 1998. Low input cultivation method of soybean in Indonesia cropping system. Proc. Of RILET-JIRCAS Workshop on soybean Res. Malang, Indonesia.
- Kim, H.G. Xing, Y. Wang, T. Zhao, D. Yu, S. Yang, Y. Li, S. Chen, R.G. Palmer, and J. Gai. 2014. Constitution of resistance to common cutworm in terms of antibiosis and antixenosis in soybean RIL populations. *Euphytica*. 196(1): 137-154. <http://springer.libdl.ir/article/10.1007/s10681-013-1021-0> (5 Februari 2015).
- Komatsu, K.S. Okuda, M. Takahashi, and R. Matsunaga. 2004. Antibiotic effect of insect-resistant soybean on common cutworm (*Spodoptera litura*) and its inheritance. *Breed. Sci.* 54:27-32.
- Komatsu, K., S. Okuda, M. Takahashi, R. Matsunaga, and Y. Nakazawa. 2005. QTL mapping of antibiosis resistance to common cutworm (*Spodoptera litura* Fabricius) in soybean. *Crop Sci.* 45:2044-2048.
- Komatsu, K., S. Okuda, M. Takahashi, R. Matsunaga, and Y. Nakazawa. 2007. Quantitative trait loci mapping of pubescence density and flowering time of insect-resistant soybean (*Glycine max* L. Merr.). *Genet. Mol. Biol.* 30: 635-639.
- Komatsu, K., M. Takahashi, and Y. Nakazawa. 2008. Antibiosis resistance of QTL introgressive soybean lines to common cutworm (*Spodoptera litura* Fabricius). *Crop Sci.* 48, 527-532.
- Komatsu, K. M. Takahashi, and Y. Nakazawa. 2010. Genetic study on resistance to the common cutworm and other leaf-eating insects in soybean. *JARQ* 44 (2), 117-125 (2010) <http://www.jircas.affrc.go.jp> Diakses tanggal 29 Januari 2015.
- Kraemer, M.E., M.Rangappa, and A.I. Mohamed. 1997. Evaluation of vegetable soybean genotypes for resistance to corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Entomol. Sci.* 32:25-36.
- Marwoto dan Suharsono. 2008. Strategi dan komponen teknologi pengendalian ulat grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) pada tanaman kedelai. *Jurnal Litbang Pertanian* 27(4):131-136.
- Marwoto dan Bedjo. 1996. Resistensi hama ulat grayak terhadap insektisida di daerah sentra produksi kedelai di Jawa Timur. Seminar Hasil Penelitian Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian tahun 1996.
- Oki, N., K. Komatsu, T. Sayama, M. Ishimoto, and M. Takahashi. 2012. Genetic analysis of antixenosis resistance to the common cutworm (*Spodoptera litura* Fabricius) and its relationship with pubescence characteristics in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Breeding Science* 61: 608-617.
- Pickle, C.S and C.E Cavinnes. 1984. Yield reduction from defoliation and plant cut off of determinate and semideterminate soybean. *Agron J* 76:474-476.
- Prayogo, Y. and Suharsono. 2005. Optimalisasi pengendalian hama pengisap polong kedelai (*Riptortus linearis*) dengan cendawan entomopatogen *Verticillium lecanii* pada media minyak nabati. Prosiding Peningkatan Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Kemandirian. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. p.385-395.
- Punithavalli, M., A.N. Sharma, and M. Balaji Rajkumar. 2014. Seasonally of the common cutworm *Spodoptera litura* in a soybean ecosystem. *Phytoparasitica*. 42:213-222.
- Rector, B.G., J.N. All, W.A. Parrott, and H.R. Boerma. 1998. Identification of molecular markers associated with quantitative trait loci for soybean resistance to corn earworm. *Theor. Appl. Genet.* 96:786-790.
- Rector, B.G., J.N. All, W.A. Parrott, and H.R. Boerma. 1999. Quantitative trait loci for antixenosis resistance to corn earworm in soybean. *Crop Sci.* 39:531-538
- Rector, B.G., J.N. All, W.A. Parrott, and H.R. Boerma. 2000. Quantitative trait loci for antibiosis resistance to corn earworm in soybean. *Crop Sci.* 40:233-238.
- Sari, K.P. 2013. Evaluasi galur-galur kedelai hitam terhadap ulat grayak *Spodoptera litura* F. Laporan Hasil Penelitian Tahun 2013.
- Song, Q.J., L.F. Marek, R.C. Shoemaker, K.G. Lark, V.C. Concibido, X. Delannay, J.E. Specht, and P.B. Cregan. 2004. A new integrated genetic linkage map of the soybean. *Theor. Appl. Genet.* 109: 122–128. <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?.....> [3 Februari 2015]
- Suharsono dan M. M. Adie. 2010. Identifikasi sumber ketahanan aksesi plasma nutfah kedelai untuk ulat grayak *Spodoptera litura* F. *Buletin Plasma Nutfah*. 16(1):29-37.
- Suharsono, Y. Prayogo, Bedjo, S. Hardaningsih, Sumartini, dan S.W. Indiati. 2010. Formulasi pestisida nabati dan agens hayati untuk pengendalian OPT kedelai ramah lingkungan, hemat pestisida kimia 50%. Laporan Akhir Penelitian 2010. Balai penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Malang. p.

- Suharsono dan Suntono. 2008. Preferensi peneluran hama penggerek polong pada beberapa galur varietas kedelai. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 23 (01):38-43.
- Suhartina. 2005. Deskripsi varietas unggul kacang-kacangan dan umbi-umbian. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Malang. 154p.
- Sulistyowati dan Suharsono. 2011. Hama dan penyakit tumbuhan di era globalisasi dan cara pengendaliannya. Prospek dan tantangan pertanian Indonesia di era globalisasi. p:354-365. *Dalam: W.A. Setiawan dan S. Wardoyo (Eds.). 35 Tahun PT Agricon.*
- Sullivan, M. 2007. CPHST pest datasheet for *Spodoptera litura*. USDA-APHIS-PPQ-CPHST.
- Balitkabi. 2013. Laporan Tahunan 2014. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang. 147p.
- Teetes, G.L. 2013. Plant resistance to insects: A fundamental component of IPM. Dept. of Entomology. Texas A&M University. <http://ipmworld.umn.edu/chapters/teetes.ht> Diakses tanggal 3 Februari 2015.
- Tengkano, W. dan Suharsono. 2005. Ulat grayak *Spodoptera litura* F. pada kedelai dan pengendaliannya. *Buletin Palawija* 10: 43-52.
- USDA. 2005. New pest response guidelines, *Spodoptera*. United States Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service. 82pp.
- Wada, T., N. Endo, and M.Takahashi. 2006. Reducing seed damage by soybean bugs by growing small-seeded soy-beans and delaying the sowing time. *Crop Prot.*25:726-731.
- Waterhouse, D.F. and K.R. Norris. 1987. Biological control, pacific prospects. Australian Centre for International Agricultural Research. http://aci.ar.gov.au/files/node/326/biological_control_pacific_prospects_supplement_17154.pdf Diakses tanggal 16 Naret 2015.
- Venilla, S., V.K. Biradar, M. Sabesh, and O.M. Bambawale. 2007. Know your cotton insect pests defoliators (semi-looper, leaf roller and leaf worm). Central Institute for Cotton Research. 2p.