

**KINERJA *BULK-MODIFIED* DAN *PEDIGREE* UNTUK KETAHANAN KEDELAI
TERHADAP HAMA PENGHISAP POLONG
Riptortus linearis Fabricius (HEMIPTERA: ALYDIDAE)**

Sahiral Yakub¹, Azis Purwantoro², Nasrullah², Asadi³

Fakultas Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

Jln. Raya Jakarta km 4 Pakupatan Serang. E-mail: sahiral_ppsugm@yahoo.com

² Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada

Jln. Flora Bulaksumur, Yogyakarta

³ Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian

Jln. Tentara Pelajar No. 1 Cimanggu, Bogor

ABSTRACT

PERFORMANCE OF BULK-MODIFIED AND PEDIGREE METHOD FOR SOYBEAN RESISTANCE AGAINST POD SUCKER BUG *Riptortus linearis* Fabricius (Hemiptera: Alydidae). Pod sucker bug, *Riptortus linearis* Fabricius. (Hemiptera: Alydidae) is an important insect pest on soybean in Indonesia that caused significantly yield loss. Growing the resistant soybean is a simple method, efficient, and friendly environment to control the insect pest in the field. The aim of the research is to know the performance selection method (bulk-modified and pedigree) for soybean resistance against pod sucker bug. The research was conducted at BB Biogen, Bogor from June up to October 2010 and November 2010 up to March 2011. The genetic material consisted of progenies F3 and F4 population from 'Tambora' × B4400 hybridization. A pairs of *Riptortus linearis* each 20 plant was infested at pod formation up to pod filling period (R3-R4) in each generation. The numbers of pod and seed damage level and soybean yield were used as a resistance indicator against pod sucker bug. The Result showed that F3 and F4 population showed a high phenotypic and genotypic variance and high heritability in a broad sense. Both F3 selected and F4 selected population showed the percentage numbers of pod and seed damage were lower than 20% (resistant), but the yield still lower than both parents. Bulk-modified and pedigree performance were significantly different via realized selection response on soybean characters estimates. Pedigree performance show higher response selection estimates than bulk-modified on pod and seed damage level, but not on yield.

Keyword : selection method, response selection, resistant soybean

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* L. Merril) merupakan salah satu komoditas pangan sumber protein nabati yang relatif murah dibandingkan sumber protein hewani dan sangat populer di masyarakat luas dari kalangan bawah hingga atas. Dengan terus meningkatnya pertumbuhan jumlah penduduk, berkembangnya industri pangan berbahan baku kedelai (tahu, tempe, susu dan pangan olahan lainnya), dan pertambahan populasi ternak, maka kebutuhan kedelai juga terus meningkat (Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, 2011).

Solusi pemerintah dalam memenuhi kekurangan kebutuhan kedelai nasional selama ini dipasok oleh kedelai impor baik dalam bentuk biji maupun bungkil kedelai (pakan ternak). Pada tahun 2010, produksi kedelai nasional hanya mencapai 908.111 ton. Kebutuhan nasional pada tahun tersebut sudah mencapai 2,3 juta ton, sehingga kekurangannya

mengimpor sekitar 1.391.889 ton (Biro Pusat Statistik, 2011).

Salah satu permasalahan dalam upaya meningkatkan produksi kedelai dalam negeri adalah serangan hama, karena populasi hama dan jenis hama kedelai di Indonesia jauh lebih tinggi dibanding negara-negara subtropis (Korea, Jepang, Taiwan, Brazil dan lainnya), hal ini disebabkan suhu tinggi yang relatif stabil sepanjang tahun, pola tanam dilakukan sepanjang tahun, sehingga pakan dan inang alternatif banyak tersedia, musuh alami kurang berperan karena pengaruh ekosistem sering berubah dan atau musnah akibat penggunaan pestisida yang kurang tepat (Suharsono *et al.*, 1993). Dari 111 jenis serangga hama kedelai di Indonesia (Okada *et al.*, 1988), salah satu di antaranya adalah hama penghisap polong, *Riptortus linearis* F. (Heteroptera: Alydidae). Hama ini menjadi perhatian khusus para petani kedelai karena dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga

80%, bahkan puso bila tidak dikendalikan (Tengkano et al., 1988; Marwoto, 2007). Penggunaan varietas tahan merupakan salah satu komponen pengendalian hama terpadu dengan praktik budidaya yang murah, berkelanjutan dan aman bagi lingkungan, yang di negara-negara tropik belum banyak dimanfaatkan (Talekar, 1997). Pada seminar PERIPI di Bogor tahun 2012 disampaikan bahwa dari 72 varietas unggul kedelai yang telah dilepas selama kurun 1918 sampai 2012, belum ada laporan varietas kedelai yang tahan terhadap hama penghisap polong, sehingga program pemuliaan ketahanan kedelai terhadap hama hama yang destruktif menjadi sangat penting untuk dilakukan.

Investigasi yang dilakukan oleh Agarwal et al. (1978), Ahmad dan Haq (1987), Ahmad et al. (1987), Yousaf dan Ahmad (1990), Javed et al. (1992) dan Ali et al. (1995) menunjukkan bahwa ketahanan tanaman tidak ditentukan hanya satu faktor saja, tetapi ditentukan oleh kombinasi beberapa faktor yang saling mendukung untuk menghasilkan suatu ketahanan. Pada tanaman kedelai periode pengisian polong merupakan periode paling kritis dalam masa pertumbuhan kedelai, apabila terdapat gangguan hama, penyakit atau faktor lingkungan lainnya dalam periode ini akan berakibat menurunnya hasil secara nyata. Kita sependapat juga bahwa produksi tanaman merupakan gabungan dari berbagai komponen hasil yang saling berhubungan satu dengan lainnya untuk menghasilkan produksi yang diinginkan.

Keberhasilan seleksi dalam pemuliaan ditentukan oleh sebaran populasi, ragam genetik, ragam fenotipik dan heritabilitas dari suatu generasi hasil persilangan sangat menentukan dalam proses seleksi (Allard, 1960), demikian juga metode seleksi yang digunakan harus sesuai. Penelitian ini bertujuan ingin mengetahui kinerja dua metode seleksi klasik yang bisa digunakan pada tanaman menyerbuk sendiri, yaitu metode curah yang dimodifikasi (*bulk-modified*) dan metode silsilah (*pedigree*) yang diaplikasikan pada populasi persilangan 'Tambora' × B3802 didasarkan pada nilai kemajuan seleksinya. Pada seleksi curah yang dimodifikasi (*bulk-modified*) waktu pelaksanaan seleksi menjadi setiap generasi segregasi sedangkan pada seleksi curah (*bulk*) hanya dilaksanakan pada generasi lanjut saja (akhir segregasi). Pendugaan nilai kemajuan seleksi sangat menentukan kelanjutan dari proses seleksi untuk mendapatkan galur harapan (Suharsono, 2009). Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat dalam menentukan keberlanjutan dari proses pemuliaan dalam mendapatkan galur harapan yang diinginkan.

BAHAN DAN METODE

Bahan genetik dan pelaksanaan penelitian

Bahan tanaman yang digunakan pada percobaan ini adalah populasi F3 dan F4 hasil persilangan tunggal antara kultivar unggul 'Tambora' × 'B3802'. Kultivar 'Tambora' merupakan kultivar introduksi asal Thailand, berproduksi tinggi (rata-rata 1,5 t/ha), toleran terhadap penyakit karat daun, mutu olahan kedelai cukup baik, dan berumur sedang (85 – 87 hari), ukuran biji besar (12 – 14) g /100 biji (Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Ubi, 2009). Galur B3802 merupakan salah satu galur tahan terpilih koleksi BB Biogen, dengan persentase kerusakan biji < 20% (Purwantoro et al., 2010).

Penelitian dilaksanakan di kebun percobaan BB Biogen, yaitu untuk F3 di KP Citayam mulai Juni 2010 sampai Oktober 2010 dan untuk F4 di kebun percobaan Cikeumeuh mulai November 2010 sampai Maret 2011. Kedua tempat tersebut dikenal sebagai daerah endemik hama pengisap polong sepanjang tahun, apabila tidak dikendalikan. Populasi F3 diperlakukan sebagai populasi dasar, selanjutnya diseleksi untuk mendapatkan populasi kedelai F3 terpilih antara 7% – 10% sebagai bahan tanam musim berikutnya bersama kedua tetuanya. Biji kedelai ditanam dalam barisan sepanjang 3 m, satu biji per lubang tanam, jarak tanam antarbarisan 40 cm, sedangkan jarak tanam dalam barisan 10 cm. Pemeliharaan dilakukan sesuai standar baku budidaya petani kedelai. Ketika keadaan populasi alami kurang memadai, maka infestasi serangga penghisap polong, *Riptortus linearis* dilakukan pada minggu ke tujuh atau bersamaan dengan saat mulai pembentukan dan awal pengisian polong (R3-R4) sebanyak satu pasang serangga dewasa per 20 tanaman. Hama ini dibiakkan secara masal dan dipersiapkan di laboratorium sebelumnya. Seleksi dilakukan sejak di lapangan kemudian dianalisis di laboratorium terhadap tingkat kerusakan polong, biji dan hasil kedelai. Selanjutnya biji dari tanaman populasi F3 terpilih ditanam bersamaan dengan kedua tetuanya pada musim berikutnya untuk mendapatkan tanaman F4 (populasi hasil seleksi).

Perhitungan komponen ragam, heritabilitas dan nilai kemajuan seleksi

Rataan dan pendugaan komponen ragam terdiri atas ragam lingkungan, ragam genetik, ragam penotifik, yang dihitung berdasarkan rumus berikut.

$$\text{rerata } (\bar{X}) = \sum xi/n$$

$$\text{ragam fenotipik } (\sigma_{ph}^2) = \frac{\sum (Xi) - \mu)^2}{N}$$

dimana x_i = nilai pengamatan ke- i , μ = nilai tengah, N = jumlah tanaman yang diamati. Ragam lingkungan (σ_e^2) diduga dari ragam lingkungan tetua dengan rumus berikut.

$$\frac{n_1\sigma P_1 + n_2\sigma P_2}{n_1 + n_2}$$

dimana σP_1 = akar ragam tetua 1 dan σP_2 = akar ragam tetua 2, n_1 dan n_2 adalah jumlah tanaman tetua-1 dan tetua-2 yang diamati. Populasi tetua secara genetik adalah seragam, sehingga ragam genotipenya nol. Oleh karena itu ragam yang teramati (ragam fenotipe) pada populasi tetua sama dengan ragam lingkungan. Karena tetua dan populasi keturunan ditanam pada area yang sama, maka ragam lingkungan populasi tetua sama dengan ragam lingkungan populasi keturunan. Jadi ragam genotipe dihitung dengan cara berikut ini.

$$\text{ragam genotipe } (\sigma_g^2) = (\sigma_{ph}^2) - (\sigma_e^2)$$

Pendugaan heritabilitas dalam arti luas merupakan proporsi antara ragam genetik dengan ragam fenotipe, dihitung berdasarkan rumus Singh dan Chaudhary (1979).

$$h_{bs}^2 = \sigma_g^2 / \sigma_{ph}^2$$

dimana h_{bs}^2 = heritabilitas dalam arti luas, σ_g^2 = ragam genotipe, σ_{ph}^2 = ragam fenotipe. Kriteria heritabilitas mengacu Stansfield (1983). Tinggi ($h_{bs}^2 > 0.5$); sedang ($0.2 < h_{bs}^2 < 0.5$); rendah ($h_{bs}^2 < 0.2$). Koefisien keragaman genetik (kvg) digunakan untuk menduga luas atau tidaknya keragaman genetik yang dimiliki masing-masing karakter yang dihitung berdasarkan (Knight, 1979), yaitu:

$$kvg = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{X}} 100\%$$

dimana σ_g^2 = ragam genetik; $\bar{X}$ = rata-rata populasi, kriteria angka koefisien keragaman genetik mengacu Matjik Sumertadjaja (2000), sempit (0-10%), sedang (10-20%), dan luas (>20%).

Perhitungan nilai kemajuan seleksi populasi seleksi (s_1) berdasarkan tetuanya, yaitu kultivar 'Tambora' atau B3802 tidak didasarkan pada populasi F_3 karena populasi F_3 tidak ditanam bersamaan dengan F_3 terseleksi sebagai kandidat s_1 . Rumus yang digunakan mengacu kepada Suharsono dan Muhammad Yusuf (2009) sebagai berikut.

$$R = \mu_{s_1} - \mu_t$$

$$R' = \frac{R}{\mu_{s_1}} 100\%$$

dimana R = respon seleksi nyata, R' = nilai kemajuan seleksi nyata, μ_{s_1} = nilai tengah populasi generasi hasil seleksi pertama, μ_t = nilai tengah salah satu tetua (B3802).

Kategori kelas ketahanan kedelai terhadap hama penghisap polong, *Riptortus linearis* mengacu kepada Asadi (2009) sebagai berikut, Tahan apabila tingkat kerusakan biji (persentase jumlah biji rusak) < 20% ; agak tahan (21% - 40%); agak rentan/moderat (41% - 60%); rentan (> 61%). Untuk membedakan unjuk kinerja seleksi, maka data nilai kemajuan seleksi dari kedua metode seleksi pada karakter yang diamati dilakukan uji beda dua rerata, yaitu dengan uji t (Steel dan Torrie, 1981) pada $\alpha = .05$. Apabila $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka kedua rerata tersebut berbeda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan selintas perkembangan populasi hama penghisap polong di pertanaman kedelai dilakukan setiap minggu (1-3) setelah infestasi, dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kecukupan populasi hama untuk dilakukan studi. Pengamatan secara visual menunjukkan bahwa hama penghisap polong berkembang dengan baik. Serangga dewasa dapat meletakkan telur sebanyak 3 – 5 telur secara berkelompok, sehingga diprediksi dengan infestasi sepasang serangga/20 tanaman m^{-2} , diperkirakan akan muncul generasi baru minimal 3 – 5 ekor m^{-2} . Hasil pengamatan tiga minggu setelah infestasi pada luasan 2 x 3 m (150 tanaman) diperoleh rata-rata populasi hama 22 sampai 33 ekor serangga dewasa. Jumlah populasi tersebut sudah melampaui batas ambang ekonomi, yaitu satu ekor per 10 tanaman (Arifin *et al.*, 2008, Tengkanan *et al.* 2000). Dengan demikian kondisi populasi serangga hama penghisap polong di pertanaman kedelai sudah memenuhi syarat dilakukan evaluasi ketahanan.

Nilai Karakter Populasi F3 Persilangan 'Tambora' x B3802

Pada Tabel 1, populasi F3-*bulk modified* mempunyai tingkat kerusakan polong (20.13%) berada di antara kedua tetuanya, tapi pada F3-*pedigree* tingkat kerusakan polong (10.01%) lebih kecil dari kedua tetuanya. Tingkat kerusakan biji pada kedua metode seleksi menunjukkan lebih tinggi dibanding kedua tetuanya, dan hasil per tanaman lebih rendah dari pada kedua tetuanya untuk kedua metode seleksi. Sedangkan angka kisaran ketiga karakter ini masih lebar pada kedua metode seleksi, artinya berpeluang untuk mendapatkan tingkat kerusakan polong atau biji yang lebih rendah dan hasil tinggi.

Tabel 1. Karakter populasi F3 Bulk-Modified dan F3 Pedigree serta tetuanya persilangan 'Tambora' × B3802

Karakter	F3-Bulk-Modified	F3-Pedigree	'Tambora'	B3802
	Rerata	Rerata	Rerata	Rerata
	(kisaran)	(kisaran)	(kisaran)	(kisaran)
Σ polong rusak (%)	20,13 (0-97,21)	10,01 (1,56-67,74)	15,76 (6,97-29,41)	20,26 (8,51-39,22)
Σ biji rusak (%)	48,06 (2,14-100)	31,59 (0,83-100)	20,90 (9,40-36,13)	18,96 (6,98-35,35)
Bobot hasil (g)	9,59 (1,11-29,2)	10,51 (1,02-29,2)	11,66 (7,20-13,10)	15,02 (8,34-26,93)

Keterangan: BM = *Bulk-Modified*, Ped = *Pedigree***Tabel 2.** Rerata, komponen ragam, koefisien ragam genetik, dan heritabilitas karakter populasi F3 persilangan 'Tambora' × B3802

Metode	Karakter	rataan	σ^2_{ph}	σ^2_e	σ^2_g	kvg	h^2_{bs}
<i>Bulk-modified</i>	Σ polong rusak (%)	20,13	527,32	7,66	519,66	1,13	0,99t
	Σ biji rusak (%)	48,06	1247,01	8,10	1238,91	0,93	0,99t
	Bobot hasil (g)	9,59	25,02	4,04	20,98	0,48	0,84t
<i>Pedigree</i>	Σ polong rusak (%)	10,01	108,29	7,66	100,63	1,00	0,93t
	Σ biji rusak (%)	31,59	876,72	8,10	868,62	0,93	0,99t
	Bobot hasil (g)	10,51	22,23	4,04	18,19	0,41	0,82t

Keterangan: Tinggi ($h^2_{bs} > 0.5$); sedang ($0.2 < h^2_{bs} < 0.5$); rendah ($h^2_{bs} < 0.2$), (Stansfield (1983).

Kriteria : sempit (0-10%), sedang (10-20%), dan luas (>20%)

Pada Tabel 2, nilai duga heritabilitas arti luas (h^2_{bs}) untuk karakter tingkat kerusakan polong, biji rusak, dan hasil menunjukkan nilai duga heritabilitas tinggi, karena memiliki angka di atas 50%, (Stansfield, 1983).

Baik untuk F3-*bulk modified* maupun F3-*pedigree*, tingginya nilai heritabilitas dalam arti luas berarti pengaruh lingkungan lebih kecil dibanding pengaruh genetik, sehingga karakter tersebut dapat terekspresikan secara optimal. Selain itu juga disebabkan oleh adanya perbedaan latar belakang genetik yang luas dari kedua tetuanya. Hal tersebut ditunjukkan dengan angka koefisien keragaman genetik yang melebihi 20% (luas), dengan demikian peluang keberhasilan seleksi menjadi tinggi sesuai Allard (1960) bahwa keberhasilan seleksi dalam pemuliaan ditentukan oleh sebaran populasi, ragam genetik, ragam fenotipik dan heritabilitas dari suatu generasi hasil persilangan sangat menentukan dalam proses seleksi.

Seleksi terhadap Populasi Dasar F3 dari Persilangan 'Tambora' × B3802

Karakter yang diamati sebagai penduga ketahanan kedelai pada populasi F3 didasarkan pada persentase jumlah polong rusak, persentase jumlah biji rusak dan bobot hasil per tanaman. Semakin tinggi tingkat kerusakan pada polong dan biji, maka semakin rentan genotipe kedelai tersebut, dan hasilnya semakin rendah atau sebaliknya semakin rendah tingkat kerusakan pada polong dan biji, maka semakin tahan genotipe kedelai, dan hasilnya akan lebih tinggi dibandingkan genotipe rentan. Dalam seleksi ini diperoleh 50 tanaman terpilih dari 1255 populasi F3 (4%) untuk *bulk-modified* dan 100 tanaman terpilih dari 2053 tanaman populasi F3 (5%) untuk seleksi *pedigri* sebagai calon populasi seleksi (S1).

Pada Tabel 3, populasi F3-*bulk-modified* terpilih ini memiliki rerata tingkat kerusakan polong dan biji berturut-turut (6,16%, 16,69%), angka ini lebih rendah dari kedua tetuanya, artinya sudah termasuk kategori tahan (Asadi, 2009), karena tingkat kerusakannya < 20% namun rataan hasilnya (11,68 g) masih berada diantara kedua tetuanya. Populasi F3-*bulk-*

modified terpilih ini masih berpeluang mendapatkan genotipe dengan hasil tinggi karena batas atas karakter hasilnya (29,2 g) belum terlampaui (Tabel 1).

Hal serupa terjadi juga pada F3-pedigree terpilih bahwa rerata tingkat polong dan biji berturut-turut (5,84%, 14,50%), angka ini lebih rendah dari kedua tetuanya dan sudah termasuk kategori tahan terhadap hama penghisap polong. Hal serupa dengan F3-*bulk-modified* terpilih bahwa populasi F3-*pedigree* ini juga tetap masih berpeluang mendapatkan genotipe dengan hasil tinggi yang dari kedua tetuanya, B3802 dan 'Tambora' saat ini baru mencapai 11,11 gram.

Nilai Karakter Populasi F4 Persilangan 'Tambora' × B3802

Pada Tabel 4, rerata ukuran karakter pada populasi F4-*bulk-modified* dan F4-*pedigree* persilangan 'Tambora' × B3802 mempunyai tingkat kerusakan polong dan biji yang rendah berturut-turut (2,93%, 7,25%) dan berada diantara kedua tetuanya, artinya sudah termasuk tahan. Tetapi pada populasi F4-*pedigree*, tingkat kerusakan biji lebih tinggi dari kedua tetuanya, yaitu 24,29% (agak tahan) dan pada F4-*bulk-modified* tingkat kerusakan bijinya berada diantara kedua tetuanya, yaitu 8,69 % (tahan). Namun rata-rata hasil untuk populasi F4-*bulk-modified* lebih tinggi

Tabel 3. Rataan dan ragam fenotipe karakter penduga ketahanan populasi F3, F3 terpilih dan tetuanya persilangan 'Tambora' × B3802

Metode	Populasi	Σ polong rusak(%)	σ^2_{ph}	Σ biji rusak (%)	σ^2_{ph}	hasil (g)	σ^2_{ph}
	F3	20,13	527,32	48,06	1247,01	5,59	25,02
<i>Bulk-modified</i>	P1: Tambora	15,76	53,89	20,90	65,47	11,65	8,71
	P2: B3802	20,26	63,70	18,96	65,68	15,02	26,96
	F3 terpilih	6,16	13,62	16,69	87,05	11,68	24,29
<i>Pedigree</i>	F3	10,01	108,29	31,59	876,72	10,51	22,23
	P1: Tambora	15,76	53,89	20,90	65,47	11,66	8,71
	P2: B3802	20,26	63,70	18,96	65,68	15,02	26,96
	F3 Terpilih	5,84	10,98	14,50	157,86	11,11	25,87

Keterangan: angka yang dicetak tebal adalah populasi F3 terpilih

Populasi hasil seleksi (populasi F3 terpilih) dari kedua metode seleksi pada populasi dasar F3 menunjukkan ragam fenotipe (σ^2_{ph}) pada tanaman F3 terpilih untuk karakter tingkat kerusakan polong dan biji sudah mengerucut dibanding populasi dasar F3, namun ragam fenotipe (σ^2_{ph}) pada karakter bobot biji per tanaman pada F3 terpilih relatif tidak banyak berubah. Dengan demikian biji populasi F3 terpilih ini mempunyai potensi untuk dilakukan seleksi pada generasi berikutnya (S1).

dari kedua tetuanya (11,39 gram), tetapi rata-rata hasil untuk F4-*pedigree* berada diantara rata-rata hasil kedua tetuannya (9,86 gram). Kisaran ukuran ketiga karakter ini masih lebar, baik populasi F4-*bulk-modified* dan F4-*pedigree* dibanding kedua tetuanya, artinya peluang untuk mendapatkan genotipe dengan tingkat kerusakan polong dan biji masih terbuka, karena batas atas kisarannya dari ketiga karakter tersebut belum terlampaui (dari ukuran (kisaran)

Tabel 4. Rataan dan kisaran karakter populasi F4 Bulk-Modified dan F4 Pedigree serta tetuanya pada 'Tambora' × B3802

Karakter	F4-BM	F4-Ped	'Tambora'	B3802
	rataan (kisaran)	rataan (kisaran)	rataan (kisaran)	rataan (kisaran)
Σ polong rusak (%)	2,92 (0-20)	7,25 (0-40)	12,29 (6,89-27,66)	1,90 (0-5,41)
Σ biji rusak (%)	8,69 (3,45-13,60)	24,29 (0-70,51)	9,03 (0,90-23,46)	5,45 (0,17-18,50)
Bobot hasil (g)	11,39 (4,21-23,76)	9,86 (4,08-23,64)	11,34 (6,64-16,73)	10,29 (5,71-18,50)

Keterangan: BM = Bulk-Modified. Ped = Pedigree

Penjelasan untuk Tabel 5 di bawah ini sama seperti pada penjelasan Tabel 2 sebelumnya, tetapi yang sangat terlihat jelas adalah perubahan angka keragaman, Pada populasi F4-*bulk-modified* dan F4-*pedigree* angka keragaman sudah menurun drastis sebagai akibat tindakan seleksi. Nilai duga heritabilitas arti luas (h^2_{bs}) dan keragaman genetik untuk karakter tingkat kerusakan polong, biji rusak, dan hasil tidak berubah masih tetap tinggi, kecuali pada karakter hasil untuk populasi F4-*bulk-modified* keragaman genetik hasil termasuk kategori sedang (s).

Kemajuan seleksi

Data nilai kemajuan seleksi pada Tabel 7 diperlukan sebagai indikator kinerja untuk mengetahui sejauhmana kinerja yang ditunjukkan suatu metode seleksi, dalam hal ini adalah metode *bulk-modified* dan *pedigree* dalam hal pencapaian tingkat ketahanan kedelai terhadap hama penghisap polong, *Riptortus linearis*.

Tabel 5. Komponen ragam, koefisien keragaman genetik, dan heritabilitas karakter populasi F4 bulk-modified pada persilangan Tambora x B3802

Metode	Karakter	rataan	σ^2_{ph}	σ^2_e	σ^2_g	kvg	h^2_{bs}
<i>Bulk-modified</i>	Σ polong rusak (%)	2,92	13,90	3,99	9,91	1,08	71,29t
	Σ biji rusak (%)	8,69	58,03	5,63	52,40	0,85	90,30t
	Hasil (g)	11,39	15,55	3,25	3,25	0,16	79,12t
<i>Pedigree</i>	Σ polong rusak (%)	7,25	60,13	3,99	56,14	1,03	93,37t
	Σ biji rusak (%)	24,29	293,32	5,63	287,70	0,69	98,08t
	Hasil (g)	9,86	12,90	3,25	9,66	0,32	74,84t

Keterangan: Tinggi ($h^2_{bs} > 0.5$); sedang ($0.2 < h^2_{bs} < 0.5$); rendah ($h^2_{bs} < 0.2$) (Stansfeld, 1983)

Kriteria KKG: sempit (0-10%), sedang (10-20%), dan lebar (>20%)

Tabel 6. Rataan dan ragam fenotipe karakter penduga ketahanan populasi F4, F4 terpilih dan tetuanya

Metode	Populasi	Σ polong rusak (%)	σ^2_{ph}	Σ biji rusak (%)	σ^2_{ph}	hasil (g)	σ^2_{ph}
<i>Bulk-Modified</i>	F4	3,92	13,90	8,69	58,03	11,39	15,55
	P1: Tambora	13,29	45,05	9,03	34,95	11,34	7,88
	P2: B3802	1,90	2,32	5,45	28,83	10,29	13,28
	F4 Terpilih	10,66	167,36	8,31	87,53	9,77	13,46
<i>Pedigree</i>	F4	7,25	60,13	24,29	293,32	9,86	12,90
	P1: Tambora	13,29	45,05	9,03	34,95	11,34	7,88
	P2: B3802	1,90	2,32	5,44	28,83	10,29	13,28
	F4 Terpilih	9,23	81,81	18,40	264,76	9,40	13,76

Keterangan : angka yang dicetak tebal adalah populasi F3 terpilih

Seleksi terhadap Populasi F4 Persilangan 'Tambora' × B3802

Pada Tabel 6, hasil seleksi pada populasi F4, diperoleh 145 tanaman F4-bulk-modified (7,8%) dan 170 tanaman dari F4-pedigree (7%). Hasil pengukuran karakter menunjukkan bahwa pada seleksi populasi F4 terpilih terlihat persentase jumlah polong rusak terjadi peningkatan dibanding populasi seleksi untuk kedua metode seleksi, tapi masih dalam tingkat kerusakan di bawah 20% (tahan). Namun pada persentase jumlah biji rusak terjadi sebaliknya. Penurunan kerusakan biji baik pada F4 *bulk-modified* maupun pada F4 *pedigree* sangat diharapkan karena akan mendukung peningkatan hasil tanaman. Semakin kecil kerusakan biji, semakin tinggi hasil kedelai.

Hasil perhitungan terlihat bahwa metode seleksi *bulk-modified* menunjukkan kemajuan pada semua karakter yang diuji, yaitu persentase jumlah polong rusak, persentase jumlah biji rusak, dan hasil berturut turut 51.53%, 37.28%, dan 9.66% , namun angka-angka nilai kemajuan seleksi tersebut secara umum masih lebih rendah dibanding kan dengan metode seleksi *pedigree* berturut-turut 73.79% dan 77.56%, dan pada karakter hasil mengalami kemunduran sebesar -4%. Hasil uji-t berdasarkan data kemajuan seleksi masing-masing metode seleksi menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua metode tersebut.

Tabel 7. Nilai kemajuan seleksi berdasarkan tetua B3802

Metode	Karakter	Tetua tahan (μ_t)	F4(μ_{sl})	$R = \mu_{sl} - \mu_t$	$R' = R/\mu_{sl} 100$
Bulk-modified	Σ polong rusak (%)	1,90	3,92	2,02	51,53
	Σ biji rusak (%)	5,45	8,69	3,24	37,28
	Bobot hasil (g)	10,29	11,39	1,10	9,66
Pedigree	Σ polong rusak (%)	1,90	7,25	5,85	73,79
	Σ biji rusak (%)	5,45	24,29	18,84	77,56
	Bobot hasil (g)	10,29	9,86	-0,43	-4,36

Berbeda nyata $\alpha = .05$, $T_{hitung} = 29,39$, $t_{tabel} = 1,73$

KESIMPULAN

1. Populasi F3 dan F4 dari persilangan 'Tambora' $\times$ B3802 memiliki keragaman fenotipe dan genotipe dan heritabilitas dalam arti luas yang tinggi, serta terbuka peluang mendapatkan genotipe yang tahan akan lebih mudah.
2. Populasi F3 terpilih dan F4 terpilih baik pada metode seleksi *bulk-modified* dan *pedigree* menunjukkan tingkat kerusakan pada polong dan biji $< 20\%$, artinya sudah memiliki ketahanan baik, tetapi pada hasil kedelai masih lebih rendah dari kedua tetuanya ('Tambora' dan B3802).
3. Kinerja metode *bulk-modified* dan metode *pedigree* menunjukkan perbedaan secara nyata melalui nilai kemajuan seleksi dari masing metode pada karakter penduga ketahanan kedelai. Kinerja *pedigree* menunjukkan nilai kemajuan lebih tinggi dari pada *bulk-modified* pada karakter tingkat kerusakan polong dan biji, tetapi pada hasil kedelai terjadi penurunan kinerja.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi atas dana Hibah Bersaing pada penelitian lanjutan ini, pimpinan dan staf BB Biogen serta semua pihak yang telah membantu baik di lapangan maupun di laboratorium mulai dari persiapan, pelaksanaan, pengolahan data sampai penulisan laporan serta naskah artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, R.A., S.K. Banerjee and K.N. Katiyar. 1978. Resistance to insect in cotton to *Amrasca devastans* (Dist.). Cotton Fib. Trop. 33:409-414.
- Ahmad, N and M. Haq. 1981. Some study on resistance in cotton against jasad (*Amrasca devastans* Dist.) and whitefly (*Bemisia tabaci* Genn.). Pak. Entomol. 3:29-34.
- Ahmad, M., M.R. Khan and M. Saeed. 1987. Study on factor contributing resistance in five new cultivar of cotton against insect pest. Pak. Entomol. 9:75-82
- Ali, A., A. Khaliq and M. Ashraf. 1995. Physical factors effecting resistance in cotton against jassid (*Amrasca devastans* (Dist.) and Thrips (*Thrips tabaci* Lind.) . J. Agric. Res. 33:173-178.
- Allard, R.W. 1960. *Principle of Plant Breeding*. New York. John Willey & Sons Inc.
- Arifin, M. dan W. Tengkan, 2008. Tingkat kerusakan ekonomi hama kepik coklat pada kedelai. Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 27(1):47-53.
- Asadi, 2009. Identifikasi Ketahanan Sumberdaya Genetik Kedelai terhadap Hama Penghisap Polong. Buletin Plasma Nutrafah 15(1):27-31.
- Badan Pusat Statistik Nasional. 2011. Data Produksi Pertanian, Jakarta
- Direktorat Jenderal Pertanian Tanaman Pangan. 2011. Kebijakan dan Program Pengembangan Kedelai Mendukung Swasembada Kedelai Tahun 2014. Dalam Inovasi Teknologi untuk Pengembangan Kedelai menuju Swasembada. Balitbangtan, Bogor.
- Direktorat Jenderal Pertanian Tanaman Pangan. 1983. Peningkatan Produksi Kedelai. Jakarta
- Javed, H., M.R. Khan and M. Ahmad. 1972. Role of physiochemical factor imparting resistance in cotton against some insect pest. Pak. Entomol. 14:35-55

- Knight, R. 1979. Quantitative Genetic Statistic and Plant Breeding. In Course Manual in Plant Breeding, AAUCS, Australia. p. 41-76.
- Matjik, A.A. dan I.M. Sumertajaya. 2000. Perancangan Percobaan, Jilid I, Edisi 2. IPB Press.
- Marwoto, A.S., R.S. Kusriiningrum, dan W. Basuki. 2007. Pengaruh kepadatan populasi hama penghisap polong *R. linearis* (F) terhadap hasil kedelai. Prosiding Inovasi Teknologi Kacangkacangan dan Umbi-umbian mendukung Kemandirian Pangan dan Kecukupan Energi. p. 371-379.
- Okada, T., W. Tengkanono, and T. Djuwarso. 1988. An outline on soybean pests in Indonesia in faunistic aspects. Seminar Balai Penelitian Tan. Pangan Bogor, 6 Desember 1988. 37 p.
- Purwantoro, A.A., M. Woerjono, dan Harnoto. 2010. Pemberdayaan Sumberdaya Genetik Kedelai untuk Sifat Ketahanan terhadap Hama Penghisap Polong. LPPM Universitas Gadjah Mada (Laporan).
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, 1993. Kedelai. Cetakan II. Balitbangtan. Bogor.
- Singh, A.K. and B.D. Chaudhary. 1979. Biometrical Method in Quantitative Genetics Analysis. Kalyani Pub. Ludhiana. New Delhi.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1981. Principle and Procedure of Statistics: A Biometrical Approach, 2nd Ed. London: McGraw-Hill Intl, Book Co.
- Suharsono, Marwoto, dan N. Saleh. 1993. Pengendalian Hama Terpadu pada Tanaman Kedelai. Lokakarya Komunikasi Teknologi untuk Meningkatkan Produksi Pangan. Surabaya, 29 Juli 1993.
- Suharsono, M.J. dan A.P. Paserang. 2006. Analisis Ragam, Heritabilitas, dan Pendugaan Kemajuan Seleksi Populasi F2 dari Persilangan Kedelai Kultivar Slamet x Nokonsawon. Jurnal Tanaman Tropik 9(2):86-93.
- Suharsono dan M. Yusuf. 2009. Analisis Generasi F2 dan seleksi pertama dari persilangan kedelai antara Slamet dan Wase. J. Agron. Indonesia 37(1):21-27.
- Talekar, N.S. 1997. Source of resistance to insect pest of soybean in Asia. Proc. World Soybean Res. Conference V. 21-27 Feb. 1994. Banpot Napompeth (Ed), Soybean feed the world, p161-165.
- Tengkanono, W., Sugito, A.M. Tohir, dan T. Okada. 1988. Pengujian ketahanan varietas kedelai terhadap serangan penghisap polong (*Reptortus Linearis* (F), *Nezara viridula* (L) dan *Piezodorus rubrofasciatus* (F)). Seminar Balittan Bogor, 6 Desember 1988.