

Identifikasi Ketahanan terhadap Pecah Polong dan Keragaan Karakter Agronomi Genotipe Kedelai

Identification of Soybean Genotype Resistances to Pod Shattering and their Agronomic Character Performances

Ayda Krisnawati*, Moch. Muchlish Adie, I Made Jana Mejaya

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
Jalan Raya Kendalpayak Km 8 Malang Telp. 0341-801468
E-mail: aydakrisnawati@litbang.pertanian.go.id

NASKAH DITERIMA 27 FEBRUARI 2019; DISETUJUI UNTUK DITERBITKAN 8 APRIL 2020

ABSTRAK

Kehilangan hasil akibat pecah polong merupakan masalah serius pada budi daya kedelai di daerah tropis, termasuk di Indonesia. Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi ketahanan genotipe kedelai terhadap pecah polong dan mengkarakterisasi karakter agronomi masing-masing genotipe. Sebanyak 24 genotipe kedelai diuji lapang di Kabupaten Nganjuk dan Mojokerto pada bulan Februari-Mei 2017. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dengan 24 perlakuan dan diulang tiga kali. Pengujian ketahanan terhadap pecah polong menggunakan metode oven. Ragam ketahanan terhadap pecah polong 24 genotipe kedelai terjadi pada suhu 50 °C dan 60 °C. Diperoleh satu genotipe sangat tahan terhadap pecah polong dari penelitian di Nganjuk, yakni G511H/Anj//Anj//Anj//Anj//Anjs-4, dua genotipe tahan (varietas Anjasmoro dan Detap 1), dan satu genotipe moderat (G 511 H/Anj//Anj//Anj//Anj//Anjs-8-5). Pada penelitian di Mojokerto, tidak diperoleh genotipe kedelai yang tergolong sangat tahan, namun diperoleh empat genotipe (G 511 H/Anj//Anj//Anj//Anj//Anjs-8-5, G 511 H/Anj//Anj//Anj//Anj//Anjs-4, varietas Anjasmoro, dan Detap 1) tahan pecah polong. Pengelompokan ketahanan berdasarkan rata-rata dari dua lokasi memperoleh satu genotipe tahan pecah polong, yaitu G511H/Anj//Anj//Anj//Anj//Anjs-4, sama tahan dengan varietas pembandingan tahan yaitu varietas Detap 1. Genotipe G511H/Anj//Anj//Anj//Anj//Anjs-4 berumur genjah (masak pada 79 hst), ukuran biji besar (16,16 g/100 biji), dan hasil biji mencapai 3,08 t/ha. Karakteristik genotipe kedelai yang demikian diperlukan untuk peningkatan produksi kedelai di Indonesia yang beriklim tropis.

Kata kunci: biji besar, hasil biji, tahan pecah polong, umur genjah

ABSTRACT

Yield loss due to pod shattering is one of the serious problems in soybean cultivation, particularly in tropical countries, including Indonesia. The research activity aimed to identify the soybean genotype resistances to pod shattering and their agronomic characters. A total of 24 soybean genotypes were evaluated in Nganjuk and Mojokerto Districts from February to May 2017. The experiment was conducted using a randomized block design with three replicates. Analysis of soybean resistance

to pod shattering was conducted using an oven method. The variation of pod shattering resistance occurred at temperature of 50 °C and 60 °C. Based on the field experiment in Nganjuk, one very resistant genotype was obtained, namely G511H/Anj//Anj//Anj//Anjs-4, two genotypes were resistant (Anjasmoro and Detap 1), and one genotype was moderately resistant (G 511 H/Anj//Anj//Anj//Anjs-8-5). There is no very resistant genotype to pod shattering was observed in Mojokerto, however four genotypes were identified to be resistant (G 511 H/Anj//Anj//Anj//Anjs-8-5, G 511 H/Anj//Anj//Anj//Anjs-4, Anjasmoro and Detap 1. The grouping of resistance based on the average of two locations showed that only one genotype (G511H/Anj//Anj//Anj//Anjs-4) was resistant, and it was comparable to a resistant check of Detap 1. The G511H/Anj//Anj//Anj//Anjs-4 genotype also had short maturity (79 days), large seed size (16.16 g/100 seeds), and high yield (3.08 t/ha). These characters are important for increasing soybean production in tropical climate such as Indonesia.

Keywords: early maturity, high yield, large seed size, pod shatter-resistant

PENDAHULUAN

Peningkatan produksi kedelai dapat dilakukan melalui pengurangan kehilangan hasil. Salah satu penyebab kehilangan hasil kedelai adalah terjadinya pecah polong saat pertanaman berada di lapang. Kehilangan hasil akibat pecah polong dapat mencapai 1-100% (Antwi-Boasiako 2017).

Pecah polong dimulai dengan terjadinya penguapan air pada kulit polong, diikuti dengan pemisahan sel-sel pada zona pecah (*dehiscence*) yang terjadi di sepanjang garis pemisah polong antara tepi kulit polong yang mengandung lignin dan replum yang mengandung jaringan vaskuler (Suzuki *et al.* 2009; Bara *et al.* 2013; Bhor *et al.* 2014). Pecah polong pada kedelai disebabkan oleh faktor genetik, lingkungan, dan pengelolaan tanaman (Zhang dan Boahen 2010; Gao dan Zhu 2013; Funatsuki *et al.* 2014; Dong dan Wang 2015).

Menurut Agrawal *et al.* (2002) kondisi lingkungan yang mempengaruhi pecah polong adalah cuaca kering, kelembaban rendah, suhu tinggi, dan perubahan suhu yang mendadak. Selain itu, pecah polong akan terjadi lebih parah karena kerusakan kanopi akibat angin sebelum panen atau penggunaan mesin pemanen dalam kondisi cuaca kering (Ogutcen *et al.* 2018).

Sebagian besar kedelai di Indonesia dibudidayakan pada musim kemarau, dan fase pemasakan polong (R8) berada pada suhu tinggi. Kondisi tersebut menjadi pemicu terjadinya pecah polong. Selain faktor lingkungan, penanganan waktu panen yang kurang baik dapat memicu terjadinya pecah polong. Penundaan waktu panen kedelai sering terjadi karena kekurangan tenaga kerja (Adie dan Krisnawati 2016; Sudaryono *et al.* 2016). Kombinasi antara fase masak kedelai yang berada di musim kemarau dan terjadinya penundaan panen akan semakin memicu terjadinya pecah polong.

Pendekatan strategis untuk menekan kehilangan hasil akibat pecah polong adalah dengan menyediakan varietas kedelai yang tahan terhadap pecah polong. Adie dan Krisnawati (2016) melakukan skrining 150 genotipe kedelai terhadap pecah polong dan mendapatkan 16 genotipe yang tergolong tahan. Krisnawati dan Adie (2017a) juga mendapatkan delapan genotipe kedelai yang tergolong sangat tahan terhadap pecah polong, di mana dua genotipe diantaranya berdaya hasil tinggi, berumur masak sedang, dan berbiji besar. Diduga ketahanan pecah polong dari keenam belas genotipe tersebut terletak pada morfologi polongnya. Pada tanaman canola, indeks pecah polong (*pod shattering resistance index/SRI*) secara linier berkaitan dengan bobot kulit polong dan kandungan air pada kulit polong (Kuai *et al.* 2016). Ketahanan terhadap pecah polong pada kedelai berkorelasi nyata dengan diameter dan ukuran polong (Bara *et al.* 2013; Adeyeye *et al.* 2014), dan ketahanannya dapat ditingkatkan melalui peningkatan ketebalan kulit polong (Thakare *et al.* 2016; Krisnawati dan Adie 2017b). Karakter ketebalan kulit polong dan panjang polong pada kedelai diduga menjadi faktor penentu ketahanan terhadap pecah polong.

Di Indonesia, perakitan varietas kedelai tahan pecah polong relatif baru dimulai. Beberapa negara telah melakukan proses pendekatan genetik untuk menghasilkan varietas kedelai tahan pecah polong. Bahkan saat ini sudah dilakukan kajian dari sisi molekuler (Suzuki *et al.* 2010; Wang *et al.* 2010; Dong *et al.* 2014). Terdapat keragaman genetik ketahanan kedelai terhadap pecah polong, sehingga memberikan peluang perakitan varietas kedelai

tahan pecah polong. Di Indonesia, varietas Anjasmoro yang dilepas tahun 2001 memiliki penyebaran yang cukup luas karena memiliki karakter tahan pecah polong dan berdaya hasil tinggi. Varietas Anjasmoro juga telah digunakan sebagai sumber gen untuk mendapatkan varietas kedelai tahan pecah polong yaitu Detap 1 (Balitkabi 2016).

Peningkatan ketahanan kedelai terhadap pecah polong disertai dengan karakter agronomi pendukungnya perlu dilakukan untuk mendukung pengembangan kedelai di Indonesia. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi ketahanan genotipe kedelai terhadap pecah polong dan mengkarakterisasi karakter agronomi masing-masing genotipe.

BAHAN DAN METODE

Bahan penelitian adalah 24 genotipe kedelai termasuk tiga varietas pembanding yaitu Anjasmoro, Detap 1 dan Dega 1 (Tabel 1). Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Nganjuk dan Mojokerto, Provinsi Jawa Timur, Indonesia dari bulan Februari hingga Juni 2017. Tanam pada kedua lokasi tersebut dilakukan pada saat yang bersamaan. Data suhu rata-rata, kelembaban relatif, dan curah hujan pada masing-masing lokasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Daftar genotipe kedelai sebagai bahan penelitian di Kabupaten Nganjuk dan Mojokerto, MK 2017

Kode genotipe	Genotipe
G1	G 511 H/Anj//Anj//Anj//Anjs-8-5
G2	G 511 H/Anj//Anj//Anj//Anjs-4
G3	G 511 H/Arg//Arg//Arg//Arg-4-3
G4	Arg/Ljtg/Sbg-3
G5	G 511 H/Anj//Anj//Anj//Anjs-2-5
G6	Ljtg/Sbg//Burangrang-1
G7	G 511 H/Arg//Arg//Arg//Arg-30-1
G8	G 511 H/Arg//Arg//Arg//Arg-42-7
G9	G 511 H/Arg//Arg//Arg//Arg-30-3
G10	G 511 H/Arg//Arg//Arg//Arg-12-7
G11	G 511 H/ArG//Arg//Arg//Arg-44-7
G12	Mutiara/Argomulyo
G13	Mutiara/Rajabasa-5
G14	Arg/Ljtg/Sbg-12
G15	Grobogan/G 100 H-3
G16	G 511 H/Arg//Arg//Arg//Arg-18-4
G17	Ljtg/Sbg//Argomulyo-3
G18	G 511 H/ArG//Arg//Arg//Arg-44-6
G19	G 511 H/Arg//Arg//Arg//Arg-12-1
G20	Argopuro/G 100 H-4
G21	Arg/Ljtg/Sbg-13
G22	Anjasmoro (tahan pecah polong)
G23	Dega 1 (peka pecah polong)
G24	Detap 1 (tahan pecah polong)

Pada setiap lokasi, penelitian dilaksanakan menggunakan rancangan acak kelompok, tiga ulangan. Lahan yang digunakan adalah bekas pertanaman padi, sehingga tidak dilakukan olah tanah karena kelembaban tanah masih sangat tinggi, dan dibuat saluran antarperlakuan untuk menjaga kelembaban tanah. Ukuran plot adalah 1,6 m × 4,5 m, jarak tanam 40 cm × 15 cm, dua tanaman/rumpun. Pemupukan terdiri atas 250 kg Phonska dan 100 kg SP36/ha yang diberikan secara merata sebelum tanam. Penyiangan gulma dan pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara intensif. Panen dilakukan ketika 90% jumlah polong telah masak.

Penilaian ketahanan terhadap pecah polong menggunakan metode oven (Krisnawati dan Adie 2017a). Pada saat tanaman telah masak (R8), setiap perlakuan diambil 30 polong secara acak. Polong ditaruh pada *petridish* dan dioven pada suhu 30 °C selama 3 hari, kemudian ditingkatkan menjadi 40 °C selama 1 hari, 50 °C selama 1 hari, dan terakhir menjadi 60 °C (Krisnawati dan Adie 2017a). Polong yang pecah diamati setiap hari. Persentase polong pecah dihitung menggunakan rumus (Umar *et al.* 2017):

$$\text{Polong pecah (\%)} = \frac{\text{Jumlah polong pecah}}{\text{Jumlah polong}} \times 100\%$$

Pengelompokan ketahanan terhadap pecah polong menggunakan modifikasi dari metode Bailey *et al.* (1997) dan Mohammed (2010) sebagai berikut: sangat tahan (0%), tahan (1-10%), moderat (11-20%), peka (21-30%), dan sangat peka (>30%) polong pecah.

Data yang dikumpulkan adalah persentase polong pecah (%) dan karakter agronomi. Karakter agronomi yang diamati meliputi umur masak

(dihitung dari saat tanam hingga polong masak fisiologis), tinggi tanaman (diukur dari pangkal batang hingga titik tumbuh), jumlah buku (dihitung banyaknya buku yang menghasilkan tunas/cabang), jumlah polong isi (jumlah polong bernas), bobot 100 biji, dan hasil biji. Pengamatan juga dilakukan terhadap bobot kulit polong, bobot biji, dan bobot polong untuk mendapatkan data nisbah bobot kulit polong terhadap bobot polong (BK/BP), dan nisbah bobot biji terhadap bobot polong (BB/BP). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) mengikuti Gomez dan Gomez (1984).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sidik Ragam Tergabung

Sidik ragam tergabung dari dua lokasi penelitian untuk karakter pecah polong, persentase bobot kulit polong terhadap bobot polong, persentase bobot biji terhadap bobot polong, dan karakter agronomi ditampilkan pada Tabel 3. Karakter pecah polong nyata dipengaruhi oleh genotipe, yang menunjukkan terdapat perbedaan nyata pada persentase pecah polong antargenotipe, namun tidak dipengaruhi oleh lokasi, dan interaksi lokasi dengan genotipe (GEI). GEI tidak nyata menunjukkan bahwa genotipe memiliki respons yang sama pada dua lokasi, atau tidak terdapat perbedaan pecah polong antarlokasi. Karakter persentase bobot kulit polong terhadap bobot polong (BK/BP) dan persentase bobot biji terhadap bobot polong (BB/BP) tidak dipengaruhi oleh lokasi, genotipe, maupun GEI. Karakter bobot 100 biji dan hasil biji nyata dipengaruhi oleh lokasi, genotipe, dan GEI. GEI nyata pada ketiga karakter tersebut hampir selalu diperoleh pada penelitian kedelai (Sari *et al.* 2013; Sundari dan Nugrahaeni 2016).

Tabel 2. Suhu, kelembaban, dan curah hujan di Kabupaten Nganjuk dan Mojokerto selama kegiatan penelitian berlangsung, MK 2017

Bulan	Suhu rata-rata (°C)		Kelembaban rata-rata (%)		Curah hujan			
	Mojokerto	Nganjuk	Mojokerto	Nganjuk	Mojokerto		Nganjuk	
					TCH (mm)	JHH	TCH (mm)	JHH
Februari	28,24	23,23	81,39	92,00	249,30	16	488,5	17
Maret	28,74	23,55	80,84	91,27	244,00	18	303,9	19
April	29,04	23,81	80,10	91,69	102,50	16	311,5	22
Mei	29,25	24,24	76,58	82,33	157,90	7	101,4	8
Juni	28,40	23,88	79,30	82,48	91,10	8	84,0	6
Rata-rata	28,73	23,74	79,64	87,95	168,96	13	257,9	14

Keterangan: TCH = total curah hujan, JHH = jumlah hari hujan.

Sumber: BMKG (2019)

Tabel 3. Sidik ragam tergabung dari 24 genotipe kedelai

Karakter	Kuadrat tengah				KK (%)	
	Ulangan	Lokasi	Lokasi (L)	Genotipe(G)		L × G
Pecah polong (%)	1,4455 ^{tn}		10,4436 ^{tn}	43,8397 ^{**}	3,9719 ^{tn}	24,40
BK/BP (%)	2,6445 ^{tn}		382,4632 ^{**}	9,1704 ^{tn}	7,1673 ^{tn}	8,13
BB/BP (%)	2,6607 ^{tn}		382,6588 ^{**}	9,1582 ^{tn}	7,1599 ^{tn}	4,83
Umur masak (hari)	0,0278 ^{tn}		1,7778 ^{tn}	3,7089 ^{tn}	1,6618 ^{tn}	2,11
Tinggi tanaman (cm)	1290,7430 ^{**}		5587,5625 ^{**}	334,3113 ^{**}	111,2726 ^{tn}	17,57
Jumlah buku	20,0694 ^{tn}		88,6736 [*]	43,8910 ^{**}	7,3547 ^{tn}	20,41
Jumlah polong isi	118,8333 ^{tn}		930,2500 ^{**}	299,8876 ^{**}	194,5833 ^{**}	20,62
Bobot 100 biji (g)	8,8396 ^{**}		118,4832 [*]	11,4274 [*]	8,7316 ^{**}	4,43
Hasil biji (t/ha)	0,3288 [*]		6,1339 ^{**}	0,6557 ^{**}	0,4382 ^{**}	11,51

Keterangan: BK = bobot kulit polong, BB = bobot biji, BP = bobot polong, KK = koefisien keragaman, * = nyata pada probabilitas p < 5%, ** = nyata pada probabilitas p < 1%, tn = tidak nyata

Tabel 4. Persentase pecah polong dari 24 genotipe kedelai berasal dari percobaan di Kabupaten Nganjuk dan Mojokerto, MK 2017

Genotipe	Persentase polong pecah (%) pada suhu								Kriteria pada 60 °C	
	30 °C		40 °C		50 °C		60 °C			
	Nganjuk	Mojokerto	Nganjuk	Mojokerto	Nganjuk	Mojokerto	Nganjuk	Mojokerto	Nganjuk	Mojokerto
G1	0	0	0	1	1	2	20	9	I	R
G2	0	0	0	1	0	2	0	2	HR	R
G3	0	0	0	11	73	82	94	94	HS	HS
G4	0	0	4	4	72	56	100	86	HS	HS
G5	0	0	0	10	67	97	100	99	HS	HS
G6	0	0	2	22	100	94	100	98	HS	HS
G7	0	0	1	12	48	29	67	37	HS	HS
G8	0	0	4	23	100	90	100	94	HS	HS
G9	0	0	0	2	72	94	100	98	HS	HS
G10	0	0	0	19	48	61	100	63	HS	HS
G11	0	0	0	17	100	84	100	97	HS	HS
G12	0	0	7	1	100	33	100	67	HS	HS
G13	0	0	0	14	44	68	86	87	HS	HS
G14	0	0	4	8	96	98	100	99	HS	HS
G15	0	0	0	2	81	82	94	91	HS	HS
G16	0	0	4	12	100	61	100	69	HS	HS
G17	0	0	11	11	39	63	68	100	HS	HS
G18	0	0	10	12	68	61	100	90	HS	HS
G19	0	0	0	13	100	60	100	90	HS	HS
G20	0	0	0	20	77	62	99	86	HS	HS
G21	0	0	0	3	100	62	100	66	HS	HS
G22	0	0	0	0	0	3	4	5	R	R
G23	0	0	2	28	74	56	100	96	HS	HS
G24	0	0	0	0	0	0	1	2	R	R
Rata-rata	0	0	2	10	65	58	81	72		

Keterangan: HR = sangat tahan (0%), R = tahan (1-10%), I = moderat (11-20%), S = peka (21-30%), HS = sangat peka (>30%)

Identifikasi Ketahanan Pecah Polong

Meningkatnya suhu oven meningkatkan persentase polong pecah. Keragaman pecah polong belum terlihat antargenotipe kedelai pada suhu 30 °C, tetapi mulai terlihat pada suhu 40 °C dan keragamannya meningkat hingga suhu 60 °C.

Penggunaan suhu oven 60 °C disebutkan sebagai salah satu metode yang berguna, yaitu dibuktikan dengan adanya keragaman pecah polong yang tinggi pada perlakuan suhu tersebut (Romkaew dan Umezaki 2006). Pengujian pecah polong kedelai di lapang dan di laboratorium (metode oven) juga

Tabel 5. Rata-rata polong pecah dari 24 genotipe kedelai asal dua lokasi pada beberapa suhu, MK 2017

Genotipe	Polong pecah (%) pada suhu				Kriteria pada 60 °C
	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	
G1	0	1	2	15	I
G2	0	1	1	1	R
G3	0	6	78	94	HS
G4	0	4	64	93	HS
G5	0	5	82	100	HS
G6	0	12	97	99	HS
G7	0	7	39	52	HS
G8	0	14	95	97	HS
G9	0	1	83	99	HS
G10	0	10	55	82	HS
G11	0	9	92	99	HS
G12	0	4	67	84	HS
G13	0	7	56	87	HS
G14	0	6	97	100	HS
G15	0	1	82	93	HS
G16	0	8	81	85	HS
G17	0	11	51	84	HS
G18	0	11	65	95	HS
G19	0	7	80	95	HS
G20	0	10	70	93	HS
G21	0	2	81	83	HS
G22	0	0	2	5	R
G23	0	15	65	98	HS
G24	0	0	0	2	R
Rata-rata	0	6	62	76	

Keterangan : HR = sangat tahan (0%), R = tahan (1-10%), I = moderat (11-20%), S = peka (21-30%), HS = sangat peka (>30%)

dilakukan oleh Agrawal *et al.* (2000). Penelitian tersebut mendapatkan hasil yang selaras antara pengujian di lapang maupun di laboratorium, sehingga disarankan pengujian ketahanan kedelai terhadap pecah polong dapat dilakukan menggunakan metode oven. Pengujian menggunakan metode oven (terutama menggunakan suhu 60 °C) memberikan cekaman yang lebih berat dibandingkan pengujian di lapang, sehingga akan menghasilkan genotipe dengan ketahanan terhadap pecah polong yang lebih tinggi. Keuntungan lain penggunaan metode oven adalah pengujian dapat dilakukan lebih cepat, akses yang diuji lebih banyak, dan tidak dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang fluktuatif.

Pada lokasi Nganjuk, keragaman pecah polong terlihat nyata mulai suhu 50 °C, dengan kisaran polong pecah antara 0-100% (Tabel 4). Pada suhu oven 60 °C, dari 24 genotipe kedelai yang diuji terdapat satu genotipe tergolong sangat tahan

(G511H/Anj//Anj///Anj////Anjs-4), dua genotipe tergolong tahan (varietas Anjasmoro dan Detap 1), satu genotipe tergolong moderat, dan 20 genotipe tergolong sangat peka terhadap pecah polong.

Pada lokasi Mojokerto, keragaman pecah polong antargenotipe mulai terlihat pada suhu 40 °C. Persentase polong pecah pada suhu 40 °C adalah 0-28%, pada suhu 50 °C 0-98%, dan pada suhu 60 °C 2-100% (Tabel 5). Pada suhu 60 °C, dari 24 genotipe kedelai terkelompok menjadi genotipe tahan pecah polong sebanyak empat genotipe, dan sangat peka sebanyak 20 genotipe. Tidak terdapat genotipe yang sangat tahan dari pertanaman di lokasi Mojokerto.

Persentase polong pecah antara lokasi Nganjuk dengan Mojokerto menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan (Table 3). Meskipun demikian, rata-rata polong pecah genotipe asal pertanaman di Mojokerto pada suhu 40 °C lebih tinggi (10%) dibandingkan dengan genotipe asal lokasi Nganjuk (2%) (Tabel 4). Sebanyak 11 genotipe asal lokasi Mojokerto tergolong moderat dan dua genotipe tergolong rentan, sebaliknya hanya satu genotipe asal lokasi Nganjuk yang tergolong moderat. Hal ini diduga berkaitan dengan kondisi lingkungan lokasi Mojokerto yang lebih kering dibandingkan dengan lokasi Nganjuk, di mana suhu rata-rata lokasi Mojokerto pada bulan Juni lebih tinggi (28,40 °C) dibandingkan dengan Nganjuk (23,88 °C), dan kelembaban rata-rata lokasi Mojokerto pada bulan Juni lebih rendah (79,3%) dibandingkan dengan lokasi Nganjuk (82,48%) (Tabel 2). Perbedaan pecah polong pada lokasi yang berbeda dapat disebabkan oleh perbedaan kondisi lingkungan, terutama perbedaan suhu dan curah hujan (Zhang dan Bellaloui 2012), yang berkaitan juga dengan kadar air polong saat panen (Romkaew *et al.* 2007). Lebih tingginya suhu dan rendahnya kelembaban di Mojokerto dibandingkan di Nganjuk diduga menyebabkan kadar air polong menjadi lebih rendah sehingga lebih cepat mengalami pecah polong pada suhu 40 °C.

Pada akhir pengamatan pecah polong (suhu 60 °C), genotipe G2 (G511 H/Anj//Anj///Anj////Anjs-4) teridentifikasi konsisten memiliki persentase polong pecah yang rendah baik berasal dari pertanaman di Nganjuk (0% polong pecah) maupun Mojokerto (2% polong pecah). Genotipe G22 (varietas Anjasmoro) dan G24 (varietas Detap 1) juga konsisten tahan terhadap pecah polong pada kedua lokasi tersebut.

Tabel 6. Tinggi tanaman dan jumlah buku dari 24 genotipe kedelai di lokasi Nganjuk dan Mojokerto, MK 2017

Genotipe	Tinggi tanaman (cm)			Jumlah buku		
	Nganjuk	Mojokerto	Rata-rata	Nganjuk	Mojokerto	Rata-rata
G1	66, 7	58,3	62,5 b-h	19,3	14,0	16,7 d-j
G2	74,7	62,7	68,7 a-f	14,7	11,7	13,2 j
G3	67,0	57,0	62,0 c-h	18,7	16,7	17,7 b-i
G4	73,7	58,3	66,0 b-g	16,0	15,7	15,8 f-j
G5	63,0	52,3	57,7 f-h	18,3	15,3	16,8 d-j
G6	74,3	53,7	64,0 b-g	17,3	17,3	17,3 c-j
G7	75,7	57,0	66,3 b-g	21,0	18,7	19,8 b-e
G8	66,7	56,7	61,7 c-h	20,7	21,7	21,2 a-c
G9	83,0	58,3	70,7 a-e	24,7	23,7	24,2 a
G10	70,7	63,7	67,2 a-g	18,7	19,0	18,8 b-g
G11	67,0	55,7	61,3 c-h	19,7	17,7	18,7 b-h
G12	79,0	80,3	79,7 a	20,7	22,7	21,7 a-b
G13	65,7	50,0	57,8 e-h	15,7	15,7	15,7 f-j
G14	80,3	62,3	71,3 a-d	19,0	18,7	18,8 b-g
G15	54,0	63,0	58,5 d-h	20,0	19,7	19,8 b-e
G16	68,0	65,7	66,8 a-g	20,7	21,0	20,8 a-d
G17	90,0	57,7	73,8 a-c	20,3	19,3	19,8 b-e
G18	56,7	44,0	50,3 h	20,7	14,0	17,3 c-j
G19	64,0	48,7	56,3 f-h	16,7	12,3	14,5 h-j
G20	68,0	46,7	57,3 f-h	17,0	15,0	16,0 e-j
G21	79,3	71,0	75,2 a-b	20,3	18,3	19,3 b-g
G22	83,7	64,7	74,2 a-c	18,0	13,0	15,5 g-j
G23	59,7	51,3	55,5 g-h	14,7	12,3	13,5 i-j
G24	59,0	51,7	55,3 g-h	19,3	21,0	20,2 a-e
Rata-rata	70,4 a	57,9 b	64,2	18,8 a	17,3 b	18,0

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama di dalam kolom atau baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNT $\alpha = 5\%$

Ketahanan Pecah Polong dari Dua Lokasi

Pengelompokan ketahanan genotipe kedelai terhadap pecah polong didasarkan pada rata-rata persentase polong pecah dari dua lokasi. Rata-rata polong pecah pada suhu oven 30, 40, 50, dan 60 °C berturut-turut adalah 0, 6, 62, dan 76% (Tabel 5). Menurut Zhang dan Boahen (2010), terjadinya pecah polong dapat disebabkan oleh faktor lingkungan, tingkat ketahanan dari varietas yang digunakan, dan lamanya penundaan panen dari fase masak hingga proses panen. Faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap pecah polong adalah kelembaban relatif, kadar air polong, komponen kimiawi kulit polong, serta anatomi dan morfologi polong (Romkaew *et al.* 2007; Romkaew *et al.* 2008; Zhang *et al.* 2018).

Beragamnya lingkungan budi daya kedelai di Indonesia menuntut penilaian ketahanan terhadap pecah polong dilakukan pada beberapa lokasi. Pengelompokan ketahanan terhadap pecah polong berdasarkan suhu oven 50 °C diperoleh satu

genotipe sangat tahan, tiga genotipe tahan, dan 20 genotipe sangat peka (Tabel 5). Pada suhu oven 60 °C, dari 24 genotipe kedelai terkelompok menjadi tiga genotipe tahan, satu genotipe moderat, dan 20 genotipe sangat peka dengan kisaran polong pecah antara 52 – 100%. Ketahanan dari genotipe G2 (G511H/Anj//Anj///Anj////Anjs-4) tidak berbeda dengan varietas pembanding tahan Anjasmoro (G22) dan Detap 1 (G24). Ketahanan terhadap pecah polong ini sangat penting karena terjadinya pecah polong >10% berpotensi mengakibatkan kehilangan hasil >10%. Apabila asumsi produksi kedelai mencapai 2,5 t/ha, maka akan menyebabkan kehilangan hasil sebesar 250 kg.

Karakter Kulit Polong dan Kulit Biji

Karakter fisik polong, diantaranya bobot kulit polong dan bobot biji, diduga memiliki peran dalam ketahanan terhadap pecah polong kedelai. Persentase bobot kulit polong terhadap bobot polong kedelai asal percobaan di Nganjuk maupun Mojokerto tidak berbeda nyata. Rata-rata persentase bobot kulit polong terhadap bobot polong dan

Tabel 7. Jumlah polong isi dan bobot 100 biji dari 24 genotipe kedelai di lokasi Nganjuk dan Mojokerto, MK 2017

Genotipe	Jumlah polong isi			Bobot 100 biji (g)		
	Nganjuk	Mojokerto	Rata-rata	Nganjuk	Mojokerto	Rata-rata
G1	54,0 c-e	48,3 c-i	51,2	16,0 r-s	18,6 e-l	17,3
G2	43,7 c-m	40,0 d-m	41,8	14,4 t	17,9 h-p	16,2
G3	30,3 m	44,7 c-m	37,5	19,2 e-j	20,1 c-e	19,6
G4	35,0 h-m	32,7 j-m	33,8	19,4 d-m	20,0 c-e	19,7
G5	38,7 f-m	37,7 f-m	38,2	16,9 m-r	19,2 e-j	18,1
G6	40,7 d-m	45,7 c-l	43,2	13,5 t	19,6 c-f	16,6
G7	41,3 c-m	38,0 f-m	39,7	14,7 s-t	21,2 a-c	17,9
G8	42,0 c-m	52,7 c-f	47,3	17,9 h-o	18,5 e-m	18,2
G9	51,7 c-g	44,3 c-m	48,0	16,4 o-r	19,1 e-j	17,7
G10	34,3 i-m	52,7 c-f	43,5	18,7 e-l	18,8 e-l	18,8
G11	47,7 c-j	45,3 c-m	46,5	16,9 m-r	19,3 e-i	18,1
G12	35,7 h-m	69,7 a-b	52,7	11,9 u	18,9 e-k	15,5
G13	34,7 i-m	39,0 e-m	36,8	22,2 a-b	18,6 e-l	20,4
G14	40,3 d-m	54,3 c-d	47,3	17,6 j-q	19,6 c-g	18,6
G15	41,0 d-m	56,3 b-c	48,7	18,4 f-m	19,3 d-h	18,8
G16	41,7 c-m	50,0 c-h	45,8	16,3 p-r	18,6 e-l	17,5
G17	52,7 c-f	48,7 c-i	50,7	16,0 q-s	19,3 d-h	17,7
G18	46,7 c-l	36,0 h-m	41,3	18,7 e-l	18,7 e-l	18,7
G19	35,3 h-m	32,3 k-m	33,8	22,5 a	20,9 b-d	21,7
G20	39,3 d-m	37,0 g-m	38,2	16,5 n-r	18,9 e-l	17,7
G21	48,3 c-i	47,0 c-k	47,7	18,2 f-m	18,9 e-k	18,6
G22	42,7 c-m	56,3 b-c	49,5	17,7 i-p	18,0 g-l	17,8
G23	31,7 i-m	34,7 i-m	33,2	19,3 e-i	21,0 a-c	20,1
G24	48,7 c-i	76,7 a	62,7	17,4 k-r	17,3 l-r	17,4
Rata-rata	41,6	38,7	44,1	13,4	19,2	18,3

Keterangan: Angka-angka sekolom yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNT $\alpha = 5\%$

persentase bobot biji terhadap bobot polong di Nganjuk masing-masing adalah 30% dan 70%, sedangkan di Mojokerto masing-masing adalah 33% dan 67%. Adie dan Krisnawati (2016) mendapatkan persentase bobot kulit polong terhadap bobot polong dan persentase bobot biji terhadap bobot polong masing-masing adalah 27% dan 73%. Perbedaan peran karakter morfologi polong dan biji terhadap ketahanan kedelai terhadap pecah polong tergantung genotipe kedelai yang digunakan.

Persentase pecah polong dengan persentase bobot kulit polong terhadap bobot polong tidak berkorelasi nyata ($r = -0,10^{ns}$), demikian pula antara persentase pecah polong dengan persentase bobot biji terhadap bobot polong ($r = -0,10^{ns}$). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Krisnawati *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa karakter bobot biji dan bobot kulit polong tidak berpengaruh terhadap pecah polong, dan diduga disebabkan oleh galur yang diuji berasal dari tetua yang memiliki keragaman genetik relatif sempit. Namun, penelitian yang dilakukan oleh Bara *et al.* (2013) dan Thakare *et al.* (2016) mendapatkan adanya hubungan antara

bobot biji dengan ketahanan pecah polong, yaitu genotipe dengan bobot biji yang rendah (ukuran polong kecil) terindikasi tahan terhadap pecah polong. Oleh karena itu, diperlukan sumber gen ketahanan kedelai terhadap pecah polong yang lebih banyak untuk membentuk varietas kedelai tahan pecah polong.

Karakter Agronomi

Karakter agronomi yang diamati terdiri dari umur masak, tinggi tanaman, jumlah buku, jumlah polong isi, ukuran biji (bobot 100 biji), dan hasil biji. Tidak terdapat perbedaan yang nyata pada karakter umur masak antarlokasi, namun tinggi tanaman dan jumlah buku nyata dipengaruhi oleh lokasi dan genotipe (Tabel 3). Umur masak memiliki rentang 79-81 hari (rata-rata 79 hari). Karakter jumlah polong isi, bobot 100 biji, dan hasil biji dipengaruhi oleh GEI (Tabel 3). Pada lokasi Nganjuk, rentang ukuran biji antara 11,9-22,51 g/100 biji dan hasil biji antara 2,1-3,7 t/ha. Di Mojokerto rentang karakter bobot 100 biji antara 17,3-21,2 g dan rentang hasil biji antara 2,5-4,0 t/ha. Genotipe dengan hasil biji tertinggi di

Tabel 8. Hasil biji dari 24 genotipe kedelai di Nganjuk dan Mojokerto, MK 2017

Genotipe	Hasil (t/ha)		
	Nganjuk	Mojokerto	Rata-rata
G1	3,3 b-j	3,0 g-n	3,2
G2	2,8 j-o	3,4 b-i	3,1
G3	2,7 l-o	3,0 f-n	2,8
G4	2,7 k-o	3,6 a-d	3,2
G5	2,9 h-n	3,1 d-m	3,0
G6	2,1 p	2,9 h-n	2,5
G7	2,7 l-o	2,6 m-p	2,7
G8	2,6 m-p	3,4 b-i	3,0
G9	3,3 b-j	3,6 a-g	3,5
G10	2,6 m-p	3,2 c-m	2,9
G11	3,2 b-l	3,8 a-b	3,5
G12	2,2 o-p	3,4 b-i	2,8
G13	2,2 o-p	3,1 d-m	2,7
G14	2,6 m-p	3,4 b-l	3,0
G15	2,8 l-n	4,0 a	3,4
G16	3,1 d-m	3,6 a-f	3,3
G17	3,2 b-l	3,3 e-k	3,3
G18	3,5 a-h	2,9 h-n	3,2
G19	2,5 n-p	2,5 n-p	2,5
G20	2,2 o-p	3,1 d-m	2,7
G21	3,6 a-e	3,6 a-f	3,6
G22	3,1 e-m	3,6 a-g	3,3
G23	2,2 o-p	3,0 h-n	2,6
G24	3,7 a-c	2,8 j-o	3,3
Rata-rata	2,8	3,3	3,0

Keterangan : Angka-angka sekolom yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNT $\alpha = 5\%$

Nganjuk adalah Detap 1 (3,7 t/ha) dan di Mojokerto adalah Grobogan/G100H-3 (4,0 t/ha) (Tabel 7,8). Pengaruh interaksi genotipe dan lingkungan nyata pada karakter jumlah polong isi, bobot 100 biji, dan hasil biji juga didapatkan pada penelitian Kuswantoro *et al.* (2016). Interaksi antara genotipe dengan lingkungan yang nyata berimplikasi terhadap perbedaan urutan keunggulan hasil biji antarlokasi.

Pencegahan kehilangan hasil akibat pecah polong dapat dilakukan melalui dua pendekatan yaitu panen tepat waktu dan penggunaan varietas kedelai yang relatif tahan terhadap pecah polong. Mengingat adanya persoalan kelangkaan tenaga kerja, maka pendekatan yang cukup rasional dalam mengurangi kehilangan hasil adalah dengan menggunakan varietas tahan pecah polong (Adeyeye *et al.* 2014; Krisnawati and Adie 2017b). Namun demikian, pengembangan kedelai tidak hanya terfokus kepada tahan pecah polong tetapi juga harus dikombinasikan dengan varietas berdaya hasil tinggi dan adaptif pada lingkungan tropis. Sejalan dengan hal tersebut, dari penelitian ini teridentifikasi genotipe G511H/Anj//

Anj///Anj///Anj-4 tergolong tahan pecah polong dengan karakter hasil biji 3,08 t/ha, umur masak 80 hari, dan berbiji besar (16,16 g/100 biji). Genotipe tersebut berpeluang digunakan sebagai sumber gen untuk peningkatan ketahanan kedelai terhadap pecah polong, dan sekaligus sesuai untuk dikembangkan di Indonesia dalam rangka pengurangan kehilangan hasil akibat pecah polong.

KESIMPULAN

Ragam ketahanan terhadap pecah polong dari 24 genotipe kedelai terjadi pada suhu oven 50 °C dan 60 °C. Pada lokasi Nganjuk, diperoleh satu genotipe kedelai sangat tahan (G511H/Anj//Anj//Anj///Anjs-4) dan dua genotipe tahan (varietas Anjasmoro dan Detap 1), sedangkan di Mojokerto diperoleh empat genotipe (G 511 H/Anj//Anj///Anj///Anjs-8-5, G 511 H/Anj//Anj///Anj///Anjs-4, varietas Anjasmoro dan Detap 1) tahan terhadap pecah polong. Genotipe G511H/Anj//Anj///Anj///Anjs-4 konsisten tahan pecah polong di lokasi (Nganjuk dan Mojokerto) memiliki karakter hasil tinggi, umur genjah, dan ukuran biji besar. Karakter-karakter tersebut sesuai untuk kedelai pada daerah tropis Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Arifin, SP. yang telah membantu pelaksanaan penelitian lapang. Penelitian ini didanai oleh Badan Litbang Kementerian Pertanian melalui DIPA 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeyeye AS, Togun AO, Akanbi WB, Adepoju IO, Ibirinde DO. 2014. Pod shattering of different soybean varieties, *Glycine max* (L) Merrill, as affected by some growth and yield parameters. International Journal of Agricultural Policy and Research 2(1): 10-15.
- Adie MM, Krisnawati A. 2016. Identification of soybean resistance to pod shattering in tropical agro-ecosystem. Transactions of Persatuan Genet Malaysia 3: 17-22.
- Agrawal AP, Patil SA, Salimath PM. 2000. Identification of potential soybean genotypes for pod shattering resistance and seed yield. Crop Improvement 27(2): 236-239.
- Agrawal AP, Basarkar PW, Salimath PM, Patil SA. 2002. Role of cell wall-degrading enzymes in pod shattering process of soybean, *Glycine max* (L) Merrill. Current Science Bangalore 82(1): 58-61.
- Antwi-Boasiako A. 2017. Screening of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) genotypes for resistance to lodging and pod shattering. Int J of Agron and Agric Sci 10(5): 1-8.

- Bailey MA, Mian MAR, Carter TE, Ashley DA, Boerma HR. 1997. Pod dehiscence of soybean: Identification of quantitative trait loci. *The Journal of Heredity* 88(2): 152- 154.
- Balitkabi. 2016. Deskripsi Varietas Unggul Kedelai. 73p.
- Bara N, Khare D, Srivastava AN. 2013. Studies on the factors affecting pod shattering in soybean. *Indian J Genet* 73(3): 270-277.
- Bhor TJ, Chimote VP, Deshmukh MP 2014. Inheritance of pod shattering in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Electric Journal of Plant Breeding* 5(4): 671-676.
- BMKG. 2019. Data online - Pusat Database - BMKG. <http://dataonline.bmkg.go.id/home> (Diakses 14 Maret 2019).
- Dong Y, Yang X, Liu J, Wang BH, Liu BL, Wang YZ. 2014. Pod dehiscence resistance associated with domestication is mediated by a NAC gene in soybean. *Nature Communications* 5(3352): 1-11.
- Dong Y, Wang YZ. 2015. Seed shattering: from models to crops. *Frontiers in Plant Science* 6 (476): 1-13.
- Funatsuki H, Suzuki M, Hirose A, Inaba H, Yamada T, Hajika M, Komatsu K, Katayama T, Sayama T, Ishimoto M, Fujino K. 2014. Molecular basis of a shattering resistance boosting global dissemination of soybean. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 50(111): 17797-17802.
- Gao M, Zhu H. 2013. Fine mapping of a major quantitative trait locus that regulates pod shattering in soybean. *Molecular Breeding* 32(2): 485-491.
- Gomez KA, Gomez AA. 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. John Wiley & Sons, New York. 680p.
- Krisnawati A, Adie MM, Harnowo D. 2015. Keragaman karakter fisik polong beberapa genotipe kedelai dan hubungannya dengan ketahanan terhadap pecah polong. Hlm 74-80. Dalam: Kasno A, Adie MM, Rahmianna AA, *et al.* (eds). *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Tahun 2015*. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi.
- Krisnawati A, Adie MM. 2017a. Identification of soybean genotypes for pod shattering resistance associated with agronomical and morphological characters. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education* 9(2): 193-200.
- Krisnawati A, Adie MM. 2017b. Variability on morphological characters associated with pod shattering. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity* 18(3): 73-77.
- Kuai J, Sun Y, Liu T, Zhang PI, Zhou M, Wu J, Zhou G. 2016. Physiological mechanisms behind differences in pod shattering resistance in rapeseed (*Brassica napus* L.) varieties. *PLoS ONE* 11(6): 1-12.
- Kuswantoro H, Ujianto L, Sulistyo A, Hapsari RT. 2016. Hasil dan komponen hasil galur-galur kedelai di dua lokasi. *Jurnal Agronomi Indonesia* 44(1): 26-32.
- Mohammed H. 2010. Genetic analysis of resistance to pod shattering in soybean (*Glycine max*. (L) Merrill). [Thesis]. The Department of Crop and Soil Sciences, Faculty of Agriculture of the College of Agriculture and Natural Resources, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi.
- Ogutcen E, Pandey A, Khan MK, Marques E, Penmetsa RV, Kahraman A, Wettberg EJB. 2018. Pod shattering: a homologous series of variation underlying domestication and an avenue for crop improvement. *Agronomy* 8(137): 1-23.
- Romkaew J, Nagaya Y, Goto M, Suzuki K, Umezaki T. 2008. Pod dehiscence in relation to chemical components of pod shell in soybean. *Plant Production Science* 11(3): 278-282.
- Romkaew J, Umezaki T, Suzuki K, Nagaya Y. 2007. Pod dehiscence in relation to pod position and moisture content in soybean. *Plant Production Science* 10(3): 292-296.
- Romkaew J, Umezaki T. 2006. Pod dehiscence in soybean: assessing methods and varietal difference. *Plant Production Science* 9(4): 373-382.
- Sari WL, Nugrahaeni N, Kuswanto, Basuki N. 2013. Interaksi genotipe × lingkungan galur-galur harapan kedelai (*Glycine max* (L.)). *Jurnal Produksi Tanaman* 1(5): 434-441.
- Sudaryono, Taufiq A, Wijanarko A. 2013. Peluang Peningkatan Produksi Kedelai di Indonesia. Hlm. 130-167. Dalam: Sumarno *et al.* (Eds). *Kedelai: Teknik Produksi dan Pengembangan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Sundari T, Nugrahaeni N. 2016. Interaksi genotipe × lingkungan dan stabilitas karakter agronomi kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Jurnal Biologi Indonesia* 12(2): 231-240.
- Suzuki M, Fujino K, Funatsuki H. 2009. A major soybean QTL, qPDH1, controls pod dehiscence without marked morphological change. *Plant Production Science* 12: 217-223.
- Suzuki M, Fujino K, Nakamoto Y, Ishimoto M, Funatsuki H. 2010. Fine mapping and development of DNA markers for the qPDH1 locus associated with pod dehiscence in soybean. *Molecular Breeding* 25(3): 407 – 418.
- Takare DS, Chimote VP, Rokade RC, Deshmukh MP. 2016. Correlation of yield and associated with other characters in pod shattering soybean (*Glycine max* (L.) Merrill.). *International Journal of Tropical Agriculture* 34(6): 1915-1923.
- Umar FA, Mohammed MS, Oyekunie M, Usman IS, Ishaq MN, Dachi SN. 2017. Estimates of combining ability

- for resistance to pod shattering in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) genotypes. *Journal Plant Breed. Crop Sci* 9(12): 217-223.
- Wang M, Li RZ, Yang WM, Du WJ. 2010. Assessing the genetic diversity of cultivars and wild soybeans using SSR markers. *African Journal of Biotechnology* 9(31): 4857- 4866.
- Zhang L, Bellalloui. 2012. Effects of planting dates on shattering patterns under early soybean production system. *American Journal of Plant Sciences* 3(1): 119-124.
- Zhang L, Boahen L. 2010. Evaluation of critical shattering time of early maturity soybeans under early soybean production system. *Agriculture and Biology Journal of North America* 1(4): 440-447.
- Zhang Q, Tu B, Liu C, Liu X. 2018. Pod anatomy, morphology and dehiscing forces in pod dehiscence of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Flora* 248: 48-53.
-