

Perbaikan Toleransi Genotipe Kedelai terhadap Cekaman Kekeringan

Soegijatni Slamet dan Suyamto¹

RINGKASAN

Di Indonesia, 40% dari total lahan pertanian kedelai terdapat di lahan kering, sehingga air merupakan salah satu faktor pembatas. Pengairan pada lahan kering tergantung dari air hujan, sehingga setiap musim kemarau sering terjadi kekeringan terutama saat stadia pengisian polong/biji. Rendahnya produksi kedelai sering dijumpai akibat ketersediaan air yang tidak mencukupi selama pertumbuhan tanaman dan lebih lanjut berakibat menurunnya hasil biji. Masa kritis tanaman terhadap air adalah pada masa pembungaan dan pengisian polong/biji. Pada tanaman kedelai, cekaman kekeringan saat pengisian polong/biji lebih berpengaruh terhadap hasil biji yang akan dicapai. Seleksi untuk mendapatkan varietas kedelai yang toleran terhadap kekeringan dan berdaya hasil tinggi lebih efisien dengan karakterisasi hasil biji pada saat periode pengisian polong/biji mengalami cekaman kekeringan. Kriteria yang dapat digunakan dalam penilaian toleransi kekeringan adalah indeks toleransi cekaman (ITC), indeks adaptasi (IA) dan indeks toleransi (IT). Kriteria seleksi ITC dan IA pada dasarnya dapat memilih genotipe-genotipe yang toleran kekeringan dan berdaya hasil tinggi pada lingkungan tercekam kekeringan maupun lingkungan optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa genotipe MLG 2805, Wilis dan Lokon/MLG 3072-2 toleran kekeringan dan berdaya hasil tinggi. Genotipe yang toleran dan berdaya hasil tinggi pada dua lingkungan: tercekam dan optimal adalah MLG 2805, Wilis, Lokon/MLG 3474-2, Davros/MLG 2984-2 dan Kipas Putih/MLG 2805-1. Berdasarkan hasil ini, maka terdapat peluang besar untuk mendapatkan varietas kedelai toleran kekeringan.

Kata kunci: *Glycine soya* Max.; toleransi kekeringan.

SUMMARY

Soybean genotype tolerant to drought

In Indonesia, 40% soybeans are grown in rainfed areas. As water irrigation depends on rainfall, and therefore in every dry season soybean crops face drought condition, especially during pod filling stage. The lower soybean production in rainfed areas mostly due to inavailability

of water for soybean growth and later decrease seed yield. Soybean critical stages to water stress is at flowering and pod filling period, and drought condition during those stages will affect crop yield. Selection to find soybean variety tolerant to drought condition and high yield will be efficient when seed yield obtained under drought during pod filling period is used for criterium of selection. Drought Tolerant Index (ITC), Adaptation Index (IA), and Tolerant Index (IT) will be used for tolerant criteria. These criteria will also be used for selection both under drought and optimum conditions. There were three genotypes that perform drought tolerant namely MLG 2805, Wilis, and Lokon/MLG 3072-2, and five genotypes: Mlg 2805, Wilis, Lokon/Mlg 3474-2, Davros/Mlg 2984-2 and Kipas Putih/Mlg 2805-1 that tolerant to drought and had high yield either under drought or optimum conditions.

Key words: *Glycine soya* Max.; drought tolerance.

PENDAHULUAN

Sekitar 40% dari total lahan pertanian kedelai di Indonesia terdapat di lahan tegal (kering). Pada lahan kering kedelai umumnya ditanam pada awal musim hujan (MH I) yaitu pada bulan Oktober hingga Januari, dan akhir musim hujan (MH II) mulai Februari hingga Mei, dan bila mungkin diikuti penanaman ketiga yaitu antara bulan Juni hingga September. Pada lahan kering beriklim basah polatanam umumnya adalah padi-padi-kedelai atau padi-kedelai-kacang-kacangan. Kendala yang sering dihadapi pada budidaya kedelai MH II dan pada lahan kering beriklim basah adalah curah hujan yang mulai surut, sehingga fase pengisian biji akan mengalami cekaman kekeringan yang berakibat penurunan hasil panen.

Besarnya keragaman (genetik x lingkungan) menyebabkan sulitnya mendapatkan suatu varietas yang cocok bagi semua kondisi lingkungan, sehingga usaha perbaikan varietas perlu ditujukan untuk mendapatkan varietas-varietas yang beradaptasi spesifik di wilayah tertentu (Kasno *et al.*, 1987). Secara genetik varietas kedelai mempunyai kemampuan berbeda untuk bertahan pada lingkungan yang kekurangan air. Pemilihan varietas yang cocok pada lingkungan

¹Pemulia tanaman kedelai di Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Malang, Kotak Pos 66 Malang 65101, e-mail: blitkabi@mlg.mega.net.id.

Diterbitkan di Buletin Palawija No. 1: 40-49 (2001).

tersebut sangat diperlukan untuk menjamin produksi yang tinggi. Seleksi pada suatu lingkungan tertentu belum tentu memberikan hasil yang baik di lingkungan yang berbeda. Produktivitas tanaman dapat ditingkatkan dengan memperbaiki genotipe tanaman pada lingkungan kekeringan agar tahan terhadap lingkungan kekeringan (Leuris, 1982).

Pembentukan varietas unggul yang memiliki toleransi terhadap kekeringan dan berpotensi hasil tinggi dapat dirakit melalui pemuliaan, yang dimulai dari evaluasi plasma nutfah yaitu untuk mendapatkan genotipe dengan sifat yang diinginkan, hibridisasi yaitu dengan tujuan menggabungkan sifat-sifat baik dari dua tetua atau lebih ke dalam satu genotipe, penggaluran dan seleksi untuk mendapatkan atau memilih galur-galur yang baik pada pengujian daya hasil.

TANGGAP KEDELAI TERHADAP KEKERINGAN

Lahan kering adalah lahan yang pengairannya tergantung dari air hujan. Karenanya, air merupakan salah satu pembatas pada budidaya tanaman di lahan kering. Kedelai di lahan kering pada musim kemarau sering mengalami kekeringan terutama saat stadia pengisian biji (Rais *et al.*, 1993). Ketersediaan air yang tidak mencukupi selama pertumbuhan tanaman, yang menyebabkan terganggunya pertumbuhan tanaman dan lebih lanjut berakibat rendahnya produksi tanaman (Faqi dan Tangkuman, 1985).

Masa kritis tanaman terhadap kekurangan air adalah pada masa pembungaan dan pengisian biji. Cekaman kekeringan yang terjadi selama pembungaan (R_1 hingga R_2) meningkatkan gugurnya bunga dan polong muda. Apabila kekeringan berlanjut ke periode pembentukan dan pengisian polong dan biji (R_4 hingga R_6) mengakibatkan berkurangnya hasil yang disebabkan oleh menurunnya jumlah polong per tanaman (Whigham dan Minor, 1978; Abdullah, 1988). Di samping itu cekaman kekeringan yang terjadi pada kedua periode ini menyebabkan tidak sempurnanya pengisian polong, sehingga biji kedelai akan menjadi kecil dan bobot kering biji menurun (Momen *et al.*, 1979). Sedangkan kekurangan air selama pertumbuhan vegetatif akan mengakibatkan tertekannya pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai yang dicerminkan oleh daun-daun yang lebih kecil, berkurangnya di-

ameter batang, tinggi tanaman dan bobot kering tanaman (Whigham dan Minor, 1978). Dari hasil penelitian menunjukkan dengan memberikan cekaman kekeringan 50% air tanah (AT) selama pertumbuhan pada tanaman kedelai varietas Malabar dan Galur S/887-96 menurunkan luas daun sebesar 38,6% dan 45,9%, tinggi tanaman 32,0% dan 43,5%, bobot kering tanaman sebesar 60,1% dan 59,5% (Herlina, 1996). Ternyata secara genetik tanggapan pertumbuhan tanaman kedelai terhadap cekaman kekeringan berbeda.

Cekaman kekeringan sangat besar pengaruhnya terhadap hasil. Penelitian di pot, dengan interval pengairan setiap tiga hari selama pertumbuhan sampai panen terjadi penurunan hasil dari tiga varietas kedelai Wilis, Krakatau dan Cikurai berturut-turut 24, 22 dan 34% dibanding tanaman yang diairi setiap hari (Sitompul, 1996). Hasil penelitian lain di pot menunjukkan selama pertumbuhan kedelai yang mengalami cekaman kekeringan 50% air tanah (AT) pada varietas Malabar dan Galur S/887-96 mengalami penurunan hasil biji berturut-turut 63,6% dan 71,8% dibanding dengan hasil biji dari pertanaman yang tidak tercekam kekeringan (air tanah 100%). Sedangkan dari penelitian lapang, tanaman kedelai yang mengalami cekaman kekeringan selama periode pengisian polong yaitu tidak diairi selama periode berbunga sampai panen, mengalami penurunan hasil sebesar 55% dibanding dengan hasil yang mendapat pengairan yang cukup selama periode pengisian polong (Soegijatni dan Suyamto, 2000).

Dari uraian tersebut, tampak bahwa cekaman kekeringan nyata menghambat pertumbuhan tanaman kedelai, seperti terlihat berkurangnya luas daun, tinggi tanaman, bobot kering tanaman dan bobot kering biji (hasil biji). Pertumbuhan tanaman yang terhambat akibat cekaman kekeringan sering dihubungkan dengan penurunan laju fotosintesis sebagai akibat dari pembukaan stomata yang berkurang. Proses yang paling sensitif terhadap cekaman air adalah pertumbuhan tanaman khususnya pembesaran sel, yang dapat dilihat misalnya dari laju per luasan daun. Penurunan potensial turgor sel merupakan faktor penghambat dari proses laju fotosintesis dan pembesaran sel. Karena itu tanaman yang mempunyai kemampuan memelihara potensial turgor sel akan lebih mampu bertahan pada kondisi kekurangan air. Potensial turgor yang tinggi pada kondisi kekurangan air dapat disebabkan peme-

lihaaran kandungan air sel yang tinggi sebagai hasil pengurangan kehilangan air melalui evaporasi dan khususnya transpirasi. Potensial turgor dan kandungan air sel dapat dilihat secara sederhana dari tingkat kelayuan dan kandungan air relatif daun tanaman.

Tertekannya pertumbuhan tanaman sebagai akibat dari cekaman kekeringan sering dihubungkan dengan menurunnya efisiensi fotosintesis yang terlihat dari berkurangnya laju asimilasi bersih (Levitt, 1980). Pada kondisi cekaman resistensi stomata kedelai meningkat sehingga menyebabkan terhalangnya pasok CO_2 ke dalam tanaman, sebagai akibatnya laju fotosintesis menurun (Brody *et al.*, 1975; Sivakumar and Shaw, 1978). Penurunan laju fotosintesis ini menyebabkan berkurangnya komponen hasil dan hasil tanaman, baik secara kualitatif (bobot biji kering) maupun kuantitatif (jumlah polong dan biji).

PERBAIKAN TOLERANSI TANAMAN TERHADAP KEKERINGAN

Keragaman Genetik

Tanaman kedelai merupakan tanaman menyerbuk sendiri. Sebagai akibat penyerbukan sendiri adalah terjadinya silang-dalam, sehingga terjadi peningkatan jumlah individu-individu homozigot. Keragaman yang terbesar terlihat pada keragaman antargalur. Di antara galur-galur tersebut merupakan kelompok populasi yang secara genetik berbeda, dan keragaman di dalam galur itu sendiri lebih kecil atau keadaannya seragam. Oleh karena itu pemuliaan tanaman menyerbuk sendiri penting untuk diperhatikan individu-individu heterozigot, sebagai sumber keragaman dan mempunyai potensi untuk menghasilkan heterozigot-homozigot yang menjadi landasan untuk pembentukan varietas baru. Dengan alasan inilah hibridisasi menempati kedudukan yang penting dalam pemuliaan tanaman menyerbuk sendiri (Bari *et al.*, 1974).

Keragaman di dalam populasi yang diciptakan oleh pemuliaan tanaman diperoleh dari usaha mengadakan migrasi gen (genotipe), persilangan buatan, mutasi buatan, dan poliploidi. Pemuliaan dalam menghasilkan varietas baru harus memperbaiki stabilitas produksi, memenuhi standar mutu, sesuai polatanam setempat, dan sesuai pula dengan pengguna (Poehlman dan Quick, 1983).

Tidak semua harapan dan masalah tersebut dapat dipenuhi oleh kegiatan pemuliaan tanaman akibat dari berbagai keterbatasan. Keterbatasan tersebut antara lain sifat unggul umumnya bersifat poligenik. Mengkombinasikan beberapa sifat unggul memerlukan populasi besar yang sulit ditangani pemulia tanaman, kemampuan pemulia terhadap masing-masing disiplin ilmu terbatas, sumber unggul kadang-kadang tidak tersedia, peran gen dan cara seleksi serta lingkungan seleksinya seringkali belum diketahui.

Penggabungan semua sifat unggul ke dalam satu varietas unggul sulit dilakukan sekaligus. Masalah yang muncul bersifat spesifik, oleh karenanya perbaikan varietas hanya dilakukan terhadap beberapa sifat saja secara bertahap satu demi satu yang pada akhirnya banyak sifat unggul dapat digabungkan ke dalam satu varietas. Salah satu kegiatan pemuliaan kedelai yang bersifat spesifik yaitu perbaikan toleransi tanaman terhadap cekaman lingkungan fisik yakni kekeringan.

Lingkungan Seleksi

Penentuan lingkungan seleksi merupakan salah satu faktor yang penting dalam identifikasi plasma nutfah dan genotipe kedelai toleran kekeringan. Terdapat tiga metode penentuan lingkungan seleksi yang digunakan dalam penelitian yaitu: (i) lingkungan seleksi dengan dua regime air berbeda (Specht dan Graef, 1989; Kasno dan Yusuf, 1994), (ii) lingkungan seleksi dengan memperhatikan pemulihan tanaman setelah periode kekeringan, dan (iii) lingkungan seleksi pada saat tahap perkembangan tanaman paling kritis (Nalampang *et al.*, 1989).

Lingkungan seleksi dengan dua regime air yang berbeda akan dapat menggambarkan potensi hasil kedelai pada lingkungan normal dan lingkungan cekaman. Dua regime air yang berbeda ini bisa berdasarkan kapasitas air tersedia atau kapasitas lapang, apabila dilakukan di rumah kaca. Jika penelitian dilaksanakan di lapang penggunaan kapasitas air tersedia dan kapasitas lapang akan tidak efektif. Oleh karena itu sebaiknya pemberian air dilakukan dengan berkala seperti yang dilakukan Kasno dan Yusuf (1994). Genotipe hasil seleksi dari dua regime air yang berbeda ini, diharapkan hanya mengalami sedikit penurunan hasil apabila ditanam pada lahan yang mengalami cekaman kekeringan. Dan pada

akhirnya diharapkan memiliki stabilitas hasil yang baik.

Lingkungan seleksi dengan mempertimbangkan "recovery" kedelai setelah periode kekeringan dapat dilakukan dengan cara memberikan cekaman kekeringan pada kedelai dengan periode waktu tertentu, kemudian kondisi air dikembalikan pada kondisi normal. Dengan perlakuan semacam ini diharapkan genotipe yang terpilih merupakan genotipe yang mampu memanfaatkan air pada saat lingkungan tumbuhnya berada pada kondisi yang optimum. Pengelolaan lingkungan seleksi semacam ini dapat dilakukan di laboratorium, rumah kaca, dan di lapang. Apabila dilaksanakan di laboratorium, maka dapat digunakan larutan yang memiliki konsentrasi tinggi seperti polyetilene glycol (PEG) dengan kriteria seleksi panjang akar setelah "recovery". Pada dasarnya penggunaan PEG ini akan memperendah potensial osmotik air, sehingga akar akan sulit menyerap air meskipun pada media tersebut ketersediaan air cukup. Hal semacam ini disebut pula dengan cekaman kekeringan fisiologis (Levitt, 1980).

Pada kedelai, cekaman kekeringan pada periode pengisian polong/biji akan lebih berpengaruh terhadap hasil biji yang akan dicapai (Nalampang *et al.*, 1989). Turunnya hasil biji disebabkan oleh turunnya kadar protein biji, apabila kandungan lengas tanah berkurang pada saat periode pembentukan polong sampai pengisian biji penuh (Supriyo *et al.*, 1988). Perlakuan cekaman kekeringan selama fase pengisian polong juga menyebabkan berkurangnya hasil akibat dari percepatan *senescence* dan pemendekan periode pengisian polong (De Sousa *et al.*, 1997). Oleh karena itu lingkungan seleksi yang ketiga dapat dilakukan dengan memberikan cekaman kekeringan pada saat fase pengisian polong.

Kriteria Seleksi

Kriteria seleksi yang dapat digunakan sebagai pendekatan untuk seleksi terhadap cekaman lingkungan yaitu (i) berdasarkan karakter fisiologis dan morfologis, serta (ii) berdasarkan karakter agronomis. Seleksi berdasarkan karakter fisiologis dan morfologis adalah seleksi tidak langsung yang mengimplikasikan karakteristik fisiologis dan morfologis yang mungkin berkorelasi dengan ketahanan terhadap cekaman tertentu (Khandakar, 1992).

Dari beberapa sifat fisiologis dan anatomis yang berhubungan dengan toleransi kedelai terhadap kekeringan, turgorditas daun merupakan suatu ukuran terpadu dari toleransi kekeringan. Hal ini terjadi karena perakaran yang dalam, penyesuaian osmotis, dan mekanisme toleransi lainnya mengakibatkan adanya perbaikan status air daun. Dengan demikian walaupun periode kekeringan terjadi dalam waktu yang singkat, sudah cukup untuk memisahkan genotipe yang toleran dengan genotipe rentan (Carter, 1989). Tanaman toleran kekeringan biasanya menunjukkan karakteristik morfologis yang lebih kecil daripada tanaman yang tumbuh optimal (pengairan optimal). Tanaman semacam ini melakukan pembatasan air atau memelihara suplai air untuk mengimbangi transpirasi. Pemeliharaan suplai air dilakukan tanaman dengan jalan: (i) Perubahan pola dan kerapatan perakaran. Tanaman yang memiliki ketahanan terhadap kekeringan adalah yang memiliki proporsi dan biomas akar yang besar serta tumbuh dengan perakaran yang dalam (Fischer dan Turner, 1978); (ii) Penghantaran hidrolik tanaman, di mana pembatasan aliran air terutama terjadi di akar (Kramer, 1977). Pada penelitian pola distribusi akar ditunjukkan oleh galur PI-416937, yang memiliki sistem perakaran lateral yang lebih besar daripada galur Forest yang peka kekeringan. Selain itu galur PI-416937 juga memiliki percabangan akar dan akar rambut yang banyak, sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air yang ketersediaannya terbatas (Hudak dan Pakkerson, 1996).

Kriteria seleksi untuk identifikasi kedelai toleran kekeringan berdasarkan karakter agronomis yang terbaik adalah karakterisasi hasil biji pada saat periode pengisian polong mengalami cekaman kekeringan. Adapun kriteria yang dapat digunakan dalam penilaian toleransi kekeringan ini yaitu indeks kekeringan (Fischer *et al.*, 1983), indeks kepekaan (Hall dan Pattel, 1985), indeks toleransi cekaman (Fernandez, 1993), sebaran indeks toleransi dan daya hasil, indeks toleransi, dan indeks adaptasi (Howeler, 1991). Apabila H_c = hasil pada kondisi cekaman, H_p = hasil pada kondisi potensial, H_c = rata-rata hasil pada kondisi cekaman, H_p = rata-rata hasil pada kondisi potensial, dan H_{ct} = hasil tertinggi pada kondisi cekaman, maka keenam kriteria seleksi tersebut adalah sebagai berikut:

$$1. \quad IK = \frac{Hc}{Hp}$$

$$2. \quad IKp = \frac{Hp - Hc}{Hp}$$

$$3. \quad ITC = \frac{\overline{Hc} \times Hp}{(Hp)^2}$$

$$4. \quad (IA) = \frac{Hc \times Hp}{\overline{Hc} \times Hp}$$

$$5. \quad IT = \frac{Hc}{Hp} \times \frac{Hc}{Hct}$$

IK = Indeks Kekeringan; IKp = Indeks Kepekaan; IA = Indeks Adaptasi dan IT = Indeks Toleransi.

Sebaran indeks toleransi dan daya hasil

Pemilihan dilakukan dengan menggunakan diagram tebar. Dengan diagram tebar ini genotipe yang diuji dapat dikelompokkan menjadi empat kelompok. Genotipe yang masuk dalam kelompok toleran dan daya hasil tinggi yang dipilih. Penentuan garis vertikal dan garis horizontal yang membagi kuadran menjadi empat dilakukan dengan mempertimbangkan jumlah genotipe yang akan dipilih.

Kriteria indeks kekeringan (IK) dan indeks kepekaan (IKp), pemilihan genotipe berdasarkan nilai indeks kekeringan dan nilai indeks kepekaan relatif terhadap nilai rata-rata indeks kekeringan dan indeks kepekaan. Kriteria seleksi indeks toleransi (IT) yang disarankan Howeler (1991) pada dasarnya dapat memilih genotipe yang toleran dan berdaya hasil tinggi pada lingkungan cekaman, tetapi kriteria seleksi ini tidak dapat memisahkan genotipe yang berdaya hasil tinggi pada lingkungan cekaman dan lingkungan optimal sekaligus, kecuali kriteria seleksi dengan menggunakan indeks adaptasi. Adapun indeks adaptasi yang disarankan Howeler (1991) pada dasarnya mirip dengan indeks toleransi cekaman yang disarankan Fernandez (1993), dengan perbedaan pada pembagiannya.

Tabel 1 menunjukkan bahwa apabila kriteria seleksi didasarkan pada nilai ITC dan IA, maka akan diperoleh genotipe yang relatif toleran pada

kondisi cekaman kekeringan maupun kondisi optimal. Sedangkan apabila kriteria seleksi berdasarkan pada nilai IT, maka genotipe yang diperoleh merupakan genotipe yang baik pada kondisi cekaman kekeringan, tetapi kurang baik untuk ditanam pada kondisi potensial. Berdasarkan nilai ITC dan IA, maka ada empat genotipe terbaik relatif toleran pada kondisi cekaman kekeringan dan kondisi optimal serta potensi hasil tinggi yaitu Carsoy 79, Mead, Will, dan Century.

Sedangkan pemilihan berdasarkan nilai IT, maka ada empat genotipe yang hanya toleran pada cekaman kekeringan dengan potensi hasil relatif tinggi, tetapi kurang baik untuk ditanam di lahan potensial yaitu genotipe Williams 82, Will, Carsoy 79, dan Mead.

Dari kriteria seleksi sebaran indeks toleransi dan daya hasil pada kondisi cekaman kekeringan, terlihat di mana sebaran ini dibagi menjadi empat kuadran (Gambar 1). Garis horizontal yang membagi kuadran diambil dengan nilai IT = 0,60 dan di garis vertikal yang membagi kuadran adalah nilai daya hasil 2,00 t/ha pada kondisi cekaman kekeringan. Pada kuadran I terdapat genotipe yang memiliki toleransi yang baik terhadap kekeringan, namun daya hasilnya rendah. Kuadran II merupakan wilayah di mana genotipe-genotipe memiliki toleransi yang baik dan daya hasil juga baik. Kuadran III ditempati oleh genotipe yang peka dengan daya hasil rendah, sedangkan kuadran IV ditempati oleh genotipe-genotipe yang peka dengan daya hasil tinggi. Dengan sebaran ini, maka genotipe yang terpilih adalah genotipe yang berada pada kuadran II yaitu Williams 82, Will, Carsoy 79, dan Mead. Genotipe yang terpilih ini pada dasarnya akan tumbuh dengan baik pada daerah kering dengan penurunan hasil yang relatif kecil.

Berdasarkan penentuan lingkungan dan kriteria seleksi yang dipilih, akan diperoleh genotipe yang berbeda. Dengan demikian pemulia dapat menentukan ke arah manakah perbaikan toleransi terhadap kekeringan akan dilakukan, apakah untuk mencari sumber gen yang toleran kekeringan dengan cekaman kekeringan yang terjadi selama masa kritis pertumbuhan kedelai, cekaman kekeringan yang terjadi relatif lama dalam siklus hidup kedelai atau ketersediaan air yang kurang optimum pada saat-saat tertentu dan sebagainya.

Tabel 1. Dugaan beberapa kriteria seleksi untuk toleransi kekeringan pada 16 kultivar kedelai.

Kultivar	Hasil (t/ha)		Kriteria seleksi		
	Hc	Hp	ITC	IA	IT
Weber (WE)	1,73	3,20	0,43	0,79	0,39
Carsoy 79 (CO)	2,37	4,05	0,75	1,36	0,59
Platie (PL)	1,37	3,75	0,40	0,73	0,21
Century (CE)	2,06	4,02	0,65	1,18	0,45
Amcor (AM)	2,01	3,23	0,51	0,92	0,53
Fremont (FR)	1,99	3,87	0,60	1,10	0,43
Mead (ME)	2,24	3,77	0,66	1,20	0,56
Fella (PE)	1,86	3,79	0,55	1,00	0,39
Will (WL)	2,33	3,69	0,67	1,20	0,62
A3127 (A3)	1,86	4,13	0,60	1,09	0,35
Hobbit (HO)	2,03	3,45	0,55	1,00	0,50
Williams 82 (WM)	2,28	3,30	0,59	1,07	0,66
Elf (EL)	1,85	3,34	0,48	0,88	0,43
Lawrence (LA)	2,00	3,08	0,48	0,88	0,55
Harosoy-N (HN)	1,81	3,33	0,47	0,86	0,43
Harosoy-Pd (HP)	1,68	3,20	0,42	0,76	0,37
Rata-rata	1,97	3,57	0,55	1,00	0,47

Sumber: Specht dan Graef (1989), data diolah.

Keterangan: Hc: hasil pada cekaman kekeringan; Hp: Hasil pada pengairan optimal; ITC: Indeks toleransi cekaman; IA: Indeks adaptasi; IT: Indeks toleransi

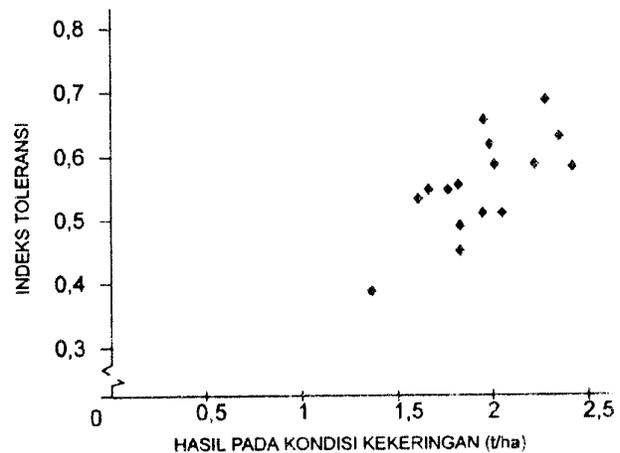
PROSEDUR SELEKSI DAN IMPLIKASINYA PADA KEDELAI

Prosedur Seleksi

Hasil dan komponen hasil merupakan sifat kuantitatif dari tanaman yang dikendalikan oleh banyak gen yang masing-masing berpengaruh kecil terhadap ekspresi masing-masing sifat. Metode seleksi yang baik dilakukan pada sifat yang dikendalikan oleh banyak gen adalah bulk, karena dengan metode ini memungkinkan rekombinasi gen-gen tersebut ditemukan pada generasi lanjut. Pada metode ini tidak dilakukan pemisahan atau seleksi pada generasi awal. Tanaman segregasi tumbuh bercampur dalam populasi.

Metode seleksi yang digunakan untuk seleksi ketahanan kekeringan dengan menggunakan modifikasi metode bulk dengan cara pedigree. Biji F₂ yang dihasilkan per tanaman ditanam dalam satu baris dan biji F₃ yang dihasilkan per baris dicampur (*bulk*), demikian seterusnya sampai F₅. Pada generasi ini metode seleksi digunakan untuk

seleksi ketahanan terhadap kekeringan dengan menggunakan dua lingkungan tumbuh. Salah satu merupakan lingkungan cekaman kekeringan selama periode pengisian polong dan yang lain merupakan lingkungan dengan ketersediaan air optimal (Blum, 1983) (Gambar 2).



Gambar 1. Sebaran indeks toleransi dan daya hasil pada kondisi kekeringan untuk pemilihan tetua.

Waktu	Kegiatan	Bahan	Tempat
Mei '97	Persilangan	Varietas Unggul x Genotipe Toleran () ()	Balitkabi
		↓	
Nov. '97	Tanam (pot)	Biji F1	Balitkabi
		↓	
Agust.'98	Tanam (lapang)	Biji F2 (Bulk dari 1 tan., ditanam 1 baris)	Muneng
		↓	
Feb. '99	Tanam (lapang)	Biji F3 (Bulk dari 1 baris tanaman F2)	Jambegede
		↓	
Juni '99	Tanam (lapang)	Biji F4 (Bulk dari 1 baris tanaman F3)	Muneng
		↓	
		<ul style="list-style-type: none"> - Pertanaman diberi perlakuan kekeringan sesudah berbunga hingga panen - Dilakukan seleksi antar famili secara visual, tanaman yang prima dan seragam, umur genjah, jumlah polong banyak, dll. 	
		↓	
		- Hasil	
		↓	
Sept. '99	Tanam (lapang)	Biji F5 (dari Famili terpilih)	Muneng
		↓	
Maret '00	Tanam (lapang)	Observasi famili F6 - 2 perlakuan - 2 lokasi - 3 ulangan	Ngale Jambegede
		↓	
Juli '00	Tanam (lapang)	Observasi famili F6 - 2 perlakuan - 3 ulangan	Muneng

Gambar 2. Bagan persilangan dan metode seleksi yang digunakan untuk seleksi ketahanan terhadap kekeringan.

Seleksi famili dilakukan pada F5 dengan memperlakukan tanaman mengalami cekaman kekeringan selama pengisian polong. Seleksi secara visual dengan mengamati keragaman tanaman penampilan yang prima, umur genjah, jumlah polong banyak, vigor tanaman, dan pada waktu panen diamati komponen hasil dan hasil. Selanjutnya dievaluasi pada dua lingkungan tumbuh yaitu lingkungan cekaman kekeringan dan lingkungan optimal selama periode pengisian polong.

Hasil Seleksi

Seleksi toleransi terhadap cekaman lingkungan kekeringan menggunakan dan membandingkan beberapa kriteria seleksi yang dianjurkan antara indeks toleran cekaman (ITC), indeks adaptasi (IA) dan indeks toleransi (IT) dari 30 genotipe yang diuji. Genotipe terdiri dari hasil persilangan antara varietas unggul dengan genotipe toleran kekeringan ditambah dengan varietas Tidar dan Wilis sebagai pembanding.

Tabel 2. Dugaan beberapa kriteria seleksi untuk toleransi kekeringan pada 30 genotipe kedelai, Juli 2000 di Inlittkabi Muneng.

Genotipe	Hp	Hc	ITC	IA	IT	Penurunan hasil (%)
Kipas putih/MLG 3474-VI-1	1,098	0,286	0,421	0,935	0,117	73,64
Kipas putih/MLG 3474-VI-2	0,867	0,299	0,347	0,772	0,162	65,52
Kipas putih/MLG 2805-VI-1	0,995	0,481	0,641	1,424	0,367	51,52
Lokon/MLG 3072-VI-1	0,867	0,381	0,442	0,982	0,263	56,32
Lokon/MLG 3072-VI-3	0,770	0,505	0,520	1,156	0,521	35,06
Lokon/MLG 3474-VI-1	0,703	0,371	0,349	0,776	0,309	47,14
Lokon/MLG 3474-VI-2	1,095	0,506	0,742	1,649	0,368	53,64
Lokon/MLG 2805-VI-2	0,838	0,407	0,456	1,014	0,311	51,19
Davros/MLG 2999-VI-4	0,974	0,269	0,351	0,780	0,117	72,16
Davros/MLG 2984-VI-2	1,129	0,489	0,739	1,642	0,333	56,64
Davros/MLG 2984-VI-3	0,963	0,445	0,574	1,275	0,324	53,13
Davros/MLG 2984-VI-6	0,567	0,290	0,221	0,490	0,234	49,12
Davros/MLG 2984-VI-8	0,895	0,445	0,533	1,183	0,348	50,56
Davros/MLG 2984-VI-9	0,843	0,232	0,262	0,581	0,100	72,62
Davros/MLG 2984-VI-10	0,814	0,421	0,460	1,021	0,343	48,15
Davros/MLG 3072-VI-6	0,742	0,308	0,306	0,679	0,201	58,11
Galunggung/MLG 3072-VI-2	0,824	0,449	0,495	1,100	0,385	45,12
Galunggung/MLG 3072-VI-3	0,969	0,434	0,563	1,250	0,306	55,67
Kipas putih/MLG 3072-VI-2	0,838	0,442	0,496	1,102	0,366	47,62
MLG 2999	0,949	0,322	0,409	0,909	0,172	66,32
MLG 3072	0,774	0,455	0,472	1,047	0,421	41,56
MLG 3474	0,239	0,161	0,052	0,115	0,172	33,33
MLG 2805	1,071	0,635	0,910	2,022	0,593	41,12
MLG 2984	0,861	0,369	0,426	0,946	0,250	56,98
Kipas Putih	0,888	0,327	0,389	0,863	0,189	62,92
Loken	0,622	0,345	0,287	0,638	0,301	45,16
Davros	1,008	0,357	0,482	1,071	0,199	64,36
Galunggung	0,596	0,290	0,231	0,514	0,222	51,67
Tidar	1,242	0,393	0,654	1,452	0,196	68,54
Wilis	0,892	0,552	0,660	1,465	0,538	38,20
Rata-rata	0,863	0,392	0,450	1,001	0,284	54,65

Keterangan: Hp: Hasil pada pengairan optimal; Hc: hasil pada cekaman kekeringan; ITC: Indeks toleransi cekaman; IA: Indeks adaptasi; IT: Indeks toleransi.

Sumber: Soegijatn, Slamet dan Suyamto, 2000.

Secara umum besarnya penurunan hasil akibat dari tanaman yang mengalami cekaman kekeringan selama periode pengisian polong dilihat dari hasil penelitian ini adalah sebesar 54,65% dibanding dengan tanaman pada kondisi pengairan optimal. Sedangkan besarnya penurunan hasil di antara varietas yang diuji bervariasi

antara 33% sampai 73% (Tabel 2).

Hanya ada satu genotipe yang betul-betul prima yaitu MLG 2805. Berdasarkan ketiga kriteria seleksi, genotipe ini termasuk yang paling toleran pada cekaman kekeringan dan kondisi optimal serta memiliki potensi hasil tertinggi di kedua lingkungan. Besarnya penurunan hasil pada ce-

kaman kekeringan sebesar 41% dibanding hasil pada kondisi optimal. Varietas Wilis juga tergolong toleran pada kedua lingkungan, namun potensi hasilnya di bawah genotipe MLG 2805, dan penurunan hasilnya lebih kecil yaitu 38%.

Kriteria seleksi yang disarankan Howeler (1991) yaitu indeks toleransi (IT) pada dasarnya dapat memilih genotipe yang toleran dan berdaya hasil tinggi pada lingkungan tercekam kekeringan, tetapi belum tentu memiliki daya hasil yang baik pula pada kondisi optimal. Terdapat tiga varietas/genotipe yang terpilih pada seleksi IT, yaitu MLG 2805, Wilis dan Lokon/MLG 3072 dengan besarnya penurunan hasil terkecil dibanding yang lain yaitu 41%, 38% dan 35%.

Dengan kriteria seleksi indeks adaptasi (IA) dari Howeler (1991) dapat dipilih genotipe yang toleran dan berdaya hasil tinggi pada kedua lingkungan. Indeks Adaptasi ini pada dasarnya mirip dengan indeks toleran cekaman (ITC) dari Fernandez (1993), dengan perbedaan pada pembagiannya. Berdasarkan nilai ITC dan IA terpilih lima genotipe yaitu MLG 2805, Wilis, Davros/MLG 2984-2, Lokon/MLG 3474-2, dan Kipas Putih/MLG 2805-1.

KESIMPULAN

Perbaikan toleransi genotipe terhadap kekeringan dan berdasarkan hasil-hasil penelitian perlu diperhatikan dan saran-saran sebagai berikut.

1. Deskripsi lingkungan seleksi, kriteria seleksi dan keragaman tanggap genotipe kedelai terhadap cekaman kekeringan merupakan faktor penting yang menentukan keberhasilan dalam perbaikan toleransi varietas terhadap kekeringan.
2. Kriteria seleksi indeks toleransi cekaman (ITC) dan indeks adaptasi (IA) dapat digunakan untuk memilih genotipe-genotipe yang toleran kekeringan dan berdaya hasil tinggi pada lingkungan cekaman maupun lingkungan optimal. Sedang seleksi indeks toleran (IT) hanya dapat memilih genotipe yang toleran dan berdaya hasil tinggi pada lingkungan tercekam kekeringan.
3. Dengan diperolehnya tiga genotipe yang toleran kekeringan dan berdaya hasil tinggi yaitu MLG 2805, Wilis dan Lokon/MLG 3072-2, serta genotipe yang toleran dan berdaya hasil tinggi pada dua lingkungan yaitu lingkungan cekam-

an dan lingkungan optimal adalah MLG 2805, Wilis, Lokon/MLG 3474-2, Davros/MLG 2984-2 dan Kipas Putih/MLG 2805-1, maka besar harapan untuk mendapatkan varietas kedelai toleran kekeringan.

PUSTAKA

- Abdullah, S., 1988. Pengaruh pemberian Kalium pada beberapa tingkat kekeringan terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai. Tesis S-2 Fakultas Pasca Sarjana. IPB. (Tidak dipublikasikan).
- Bari, A., Syarkani Musa, dan Endang Sjamsudin, 1974. Pengantar Pemuliaan Tanaman. Institut Pertanian Bogor.
- Blum, A., 1983. Genetic and Physiological relationships in plant breeding for drought resistance. *In Plant Production and Management under Drought Condition*. pp. 195-236. Ston, J.F., and W.O. Willis (eds.) Elsevier Sci. Publ. B.V. Amsterdam - Oxford - New York - Tokyo.
- Brody, R.A., Glotz, S.M., Powers, W.L. and Kanemasu, E.T., 1975. Relation of soil water potensial to stomata resistance of soybean. *Agron. J.* 67: 97-99.
- Carter, T.E. Jr., 1989. Breeding for drought tolerance in soybean - where do we stand? *In A. J. Pascoie (Eds.) World Soybean Res. Conf. IV. 5-9 Marc 1989. Buenos Aires. Argentina. ACTAS Proc.*
- De Sousa, P.I., D.B. Egli, and W.P. Bruening, 1997. Water stress during seed filling and leaf senescence in soybean. *Agron. J.* 89: 807-812.
- Fagi, A.M. dan Tangkuman, F., 1985. Pengelolaan air untuk pertanaman kedelai. hlm. 135-137. *Dalam Kedelai*. Puslitbangtan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Fernandez, G.C.J., 1993. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. p. 257-270. *In Kuo, C.G. (Ed.) Adaptation of food crops to temperature and water stress. Proc. of an Internat. Symp. Taiwan, 13-18 August 1992. AVDRC.*
- Fischer, K.S., E.C. Johnson, and G.O. Edmeades, 1983. Breeding and Selection for Drought Resistance in Tropical Maize. CIMMYT, Mexico.
- Fischer, R.A. and N.C. Turner, 1978. plant productivity in the arid and semiarid zones. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 29: 277-317.
- Hall, A.E., and P.N. Pattel, 1985. Breeding for resistance to drought and heat. *In S.R. Singh and R.Q. Rachie (Eds.) Cowpea. John Wiley and Sons, New York.* p. 137-141.
- Herlina, N., 1996. Respon Tanaman Kedelai var Malabar dan Galur S-887/96 terhadap Cekaman Kekeringan dan Pemupukan Kalium. *Agrivita.* 19(2): 63-68
- Howeler, R.H., 1991. Identifying plants adaptable to low pH conditions. *In Plant-soil interaction at low pH (R. J. Wright et al. Eds.)*. p. 885-904. Kluwer Acad. Publ

- Netherlands.
- Hudok, C.M., and R.P. Patterson, 1996. Root distribution and soil moisture depletion pattern of a drought-resistant soybean plant introduction. *Agron. J.* 88: 478-485.
- Kasno, A. dan M. Jusuf, 1994. Evaluasi plasma nutfah kedelai untuk daya adaptasi terhadap kekeringan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 4(1): 12-15.
- Kramer, P.T., 1977. *Plant and Soil Water Relationship*. (Eds. TMH.). McGraw Hill Publ. Co. London.
- Levitt, J., 1980. *Respon of plant to environmental stress*. Vol. 11. Acad. Press. New York.
- Momen, N.N., Carlson, R.E., Shaw, R.H. and Arjmand, O., 1979. Moisture stress effect on yield component of two soybean and stressed condition. *Phyton* 33 (1): 103-109.
- Nalampang, A., J. Mahisarakul, S. Keomeechai, and A. Chotiyawongse, 1989. Selection of drought tolerant soybean lines. *In A. J. Pascale (Eds.) World Soybean Research Conference IV. 5-9 March 1989. Buenos Aires. Argentina. ACTAS Proc.*
- Pasaribu, D. dan Sunarlim, 1986. Tekanan kekeringan pada kedelai. hal. 18-25. *Dalam J. Soejitno et al. (Red.). Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Balittan Bogor. 17-18 Desember 1986. Vol. 2. Balittan Bogor.*
- Poehlman, J.M. and J.S. Quick, 1983. Crop Breeding in hungry world. pp. 1-19. *In D.R. Wood (Eds.) Crop Breeding. Crop. Sci. Soc. of Am. Wisconsin.*
- Rais, S.A., N.S. Dimiyati, dan L. Sumarsono, 1993. Program perbaikan varietas kacang tanah. Makalah Seminar Balittan Bogor. No. 93-2-007.
- Sitompul, S.M., 1996. Rekayasa Paket Teknologi Kacang-kacangan pada Kondisi Kekurangan Air. *Agrivita*. 9(3): 89-95.
- Sivakumar, M.V.K. and Shaw, R.H., 1978. Relative evaluation of water indicator for soybean. *Agron. J.* 70: 619-623.
- Soegijatni S. dan Suyamto, 2000. Uji Daya Hasil Pendahuluan Kedelai Toleran Kekeringan. Laporan Teknik Hasil Penelitian. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
- Specht, J.E., and G.L. Graef, 1989. Dual assessment of drought to tolerance and irrigation responsiveness in soybean cultivar. *In A. J. Pascale (Eds.) World Soybean Res. Conf. IV. 5-9 March 1989. Buenos Aires. Argentina. ACTAS Proc.*
- Whigham, D. K. and Minor, H. C., 1978. Agronomic characteristic and environment stress. p. 77-118. *In A. G. Narman (Eds.). Soybean, Physiology, Agronomy and Utilization. Acad. Press. New York.*