

Pendugaan Parameter Genetik dan Seleksi Karakter Morfofisiologi Galur Jagung Introduksi di Lingkungan Tanah Masam

Khairunnisa Lubis¹, Surjono Hadi Sutjahjo², Muhamad Syukur², dan Trikoesoemaningtyas²

¹Departemen Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

Jl. Dr. Sofyan No 3. Kampus USU, Medan 20221

Email: Nisalbz@gmail.com

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor

Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

Naskah diterima 12 Desember 2013 dan disetujui diterbitkan 9 Mei 2014

ABSTRACT. Genetic Parameter Estimates and Selection of Morpho-physiological Characters among Introduced Maize Inbred Lines on Acid Soil. Morpho-physiological characterization of sixteen inbred lines of maize originated from CIMMYT and from Indonesian Cereals Research Institute Maros, was carried out in Tenjo, Bogor, from January to April 2013. The objectives of this research were to (1) estimate the genetic parameters of morpho-physiological characters, (2) obtain morpho-physiological characters that can be used as selection characters and (3) obtain tolerance inbred lines on acid soil condition. The experiment was conducted using a Nested Design with three replications, nested in selection environment. The first factor was environments, the second factor was genotypes. The two environments were acid soil with e-Al 0.2 me/100 g (represented the optimum soil) and acid soil with e-Al 1.87 me/100 g (represented the medium acid soil). The results showed that environment had significant effect on inbred lines performances. Characters of anthesis silk interval, number of seeds/cob, number of rows/cob, cob dry weight, seed dry weight and cob weight/plot could be used as selection characters for tolerance to medium acid soil condition; the inbred lines tested indicated high genetic variabilities and showed high heritability under such condition. Inbred line CLA 84, CLA 46, CLA 95 and 1042-13 each was found tolerant genotype on medium acid soil condition.

Keywords: Maize, morpho-physiological, genetic parameter, acid soil.

ABSTRAK. Karakterisasi morfofisiologi 16 galur inbrida jagung asal CIMMYT dan Balai Penelitian Tanaman Serealia Maros telah dilakukan di lahan masam Tenjo, Jasinga, Bogor dari bulan Januari-April 2013. Penelitian bertujuan untuk (1) menduga nilai parameter genetik karakter morfofisiologi, (2) mendapatkan karakter morfofisiologi yang dapat digunakan sebagai karakter seleksi, serta (3) memperoleh galur toleran pada lingkungan tanah masam. Percobaan menggunakan rancangan tersarang (*nested design*), dimana ulangan tersarang di dalam lingkungan seleksi. Faktor pertama adalah lingkungan seleksi yang terdiri atas dua lingkungan: (1) lingkungan tanah dengan Al-dd 0,2 me/100 g (mewakili lingkungan optimum), dan (2) lingkungan tanah dengan kriteria Al-dd 1,87 me/100 g (mewakili tanah masam dengan tingkat kemasaman sedang). Faktor ke dua adalah galur sebagai anak petak, terdiri atas: 16 galur inbrida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lingkungan berpengaruh nyata terhadap penampilan galur jagung. Karakter ASI (*Anthesis Silk Interval*), bobot kering tongkol, bobot kering biji, dan bobot tongkol/plot dapat digunakan sebagai karakter seleksi pada tanah dengan tingkat kemasaman sedang karena memiliki nilai keragaman genetik yang luas, diikuti oleh heritabilitas yang tinggi. CLA 84, CLA 46, CLA 95, dan galur 1042-13 dapat direkomendasikan sebagai galur toleran pada tanah masam dengan tingkat kemasaman sedang.

Kata kunci: Jagung, karakter morfofisiologi, parameter genetik, tanah masam.

Peluasan pertanaman jagung ke lahan suboptimal yang bereaksi masam merupakan salah satu strategi peningkatan produksi nasional. Permasalahan budi daya tanaman pada tanah masam adalah keracunan Al dan rendahnya P (Barchia 2009), yang menyebabkan terhambatnya pertumbuhan akar, penyerapan hara dan air (Kochian *et al.* 2004). Hambatan pertumbuhan tanaman pada tanah masam adalah akibat kelarutan Al³⁺ yang bersifat racun dan rendahnya kelarutan hara esensial sehingga terjadi kekahatan unsur hara bagi tanaman (Ma 2000, Barchia 2009). Cekaman abiotik dapat diatasi dengan penggunaan varietas unggul yang mampu beradaptasi pada sebagian lingkungan suboptimal.

Keberhasilan program pemuliaan untuk memperoleh varietas yang mampu beradaptasi pada kondisi cekaman abiotik ditentukan oleh keragaman genetik untuk sifat yang diinginkan, pemilihan metode pemuliaan yang tepat, wilayah adaptasi spesifik, dan kriteria seleksi yang tepat sehingga kegiatan pemuliaan menjadi efektif dan efisien (Makmur 2001, Chahal and Gosal 2003).

Introduksi merupakan salah satu langkah dalam program pemuliaan tanaman untuk meningkatkan keragaman bahan seleksi. Materi genetik berupa galur inbrida jagung yang telah dikembangkan pada tanah masam dengan kejenuhan Al 40% yang diintroduksi dari CIMMYT dan galur dari Balitsereal yang telah dikembangkan pada tanah optimal diharapkan dapat meningkatkan keragaman genetik bahan seleksi untuk pemuliaan tanaman jagung toleran cekaman Al. Evaluasi dan seleksi terhadap karakter yang berkaitan dengan toleransi terhadap cekaman Al dilakukan sebagai langkah untuk mendapatkan karakter yang dapat digunakan sebagai karakter seleksi. Karakter seleksi seperti tinggi tanaman, ASI (*Anthesis Silk Interval*), panjang malai, dan bobot 100 biji juga dapat digunakan untuk pengujian toleransi terhadap kondisi suboptimal (Chohan *et al.* 2012). Perkembangan akar, ukuran dan

distribusi sebaran akar merupakan karakter yang diduga untuk mencapai efisiensi akar dalam memobilisasi unsur hara pada cekaman abiotik (Mandal *et al.* 2004, Richardson *et al.* 2011). Seleksi karakter yang meliputi sifat kualitatif dan kuantitatif juga berhubungan dengan daya hasil (Sutjahjo *et al.* 2005).

Seleksi pada lingkungan tercekam sebaiknya dilakukan di lingkungan target sehingga dapat memaksimalkan ekspresi gen-gen yang mengendalikan daya adaptasi maupun daya hasil tanaman (Ceccarelli *et al.* 2013). Perbaikan toleransi cekaman akan lebih optimal jika dilakukan pada lingkungan bercekaman, sedangkan seleksi untuk peningkatan potensi hasil akan lebih efektif bila dilakukan pada lingkungan optimal (Jambormias 2011).

Pendugaan parameter genetik yang meliputi nilai ragam genotipe, fenotipe, lingkungan dan interaksi genotipe x lingkungan, koefisien keragaman genetik dan heritabilitas perlu dilakukan sebelum perbaikan sifat dilaksanakan. Fenotipe suatu tanaman sangat ditentukan oleh faktor genetik dan lingkungannya (Baihaki 2000, Sungkono *et al.* 2009). Karakter seleksi harus memiliki keragaman dan heritabilitas yang tinggi, agar diperoleh target kemajuan seleksi. Seleksi akan memberikan respons yang optimal bila didukung oleh komponen pertumbuhan dan komponen hasil yang berkorelasi kuat dengan daya hasil (Wirnas *et al.* 2007). Penelitian ini bertujuan untuk menduga nilai parameter genetik dan menentukan karakter morfofisiologi yang dapat dijadikan sebagai kriteria seleksi serta memperoleh galur inbrida jagung adaptif di lingkungan tanah masam.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada tanah masam di Kebun percobaan UPT Pengembangan Teknologi Lahan Kering Wilayah Tenjo Dinas Pertanian Kabupaten Bogor dari Januari 2013-April 2013. Materi genetik terdiri atas 11 galur jagung introduksi asal CIMMYT yang telah diseleksi pada tanah masam (kejenuhan Al 40%) yaitu CLA 42; CLA 106; CLA 84; CLA 44; CLA 16; CLA18; CLA 41; CLA 46; CLA 91; CLA 95; CLA 105 dan lima materi plasma

nutfah adaptif tanah optimal, diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Serealia, yaitu galur 452006; 1027-13; 1042-69; 1042-71; dan NEI 9008.

Percobaan menggunakan rancangan tersarang (*nested design*) di mana ulangan tersarang di dalam lingkungan seleksi. Lingkungan seleksi terdiri atas dua lingkungan. Percobaan pada setiap lingkungan menggunakan rancangan acak kelompok. Jenis tanah di lokasi penelitian adalah Podsolik Merah Kuning yang terdiri atas tanah dengan Al-dd 0,2 me/100 g (cekaman Al rendah) dan Al-dd 1,87 me/100 g (cekaman Al sedang) serta 16 galur inbrid sebagai anak petak dengan ulangan tersarang dalam perlakuan tanah. Percobaan pada cekaman Al rendah dilakukan dengan pengapuran 4 minggu sebelum tanam sebanyak 1,5 x Al-dd yang diperkirakan dapat menetralkan 85-90% Al-dd (Barchia 2009). Menurut Eviati (2009), kriteria kejenuhan Al 20% dan pH 4.4-5 termasuk kriteria kemasaman sedang.

Petak perlakuan terdiri atas dua baris tanaman per galur, tiap baris terdiri atas 10 tanaman, dengan jarak tanam 20 x 75 cm. Pemupukan dilakukan dua kali dengan cara tugal, pemupukan dasar adalah urea, SP-36 dan KCl masing-masing dengan takaran 150 kg/ha, 200 kg/ha, dan 100 kg/ha. Pemupukan kedua dilakukan setelah tanaman berumur 30 hari setelah tanam dengan dosis 150 kg urea/ha.

Pengamatan dilakukan pada lima tanaman contoh per petak perlakuan terhadap karakter morfofisiologi, yaitu tinggi tanaman, tinggi kedudukan tongkol, panjang malai, jumlah daun, umur berbunga jantan, umur berbunga betina, ASI (*Anthesis Silk Interval*). Komponen hasil meliputi panjang tongkol, diameter tongkol, jumlah baris/tongkol, jumlah biji/tongkol, bobot kering tongkol, bobot kering biji, bobot 100 biji, dan bobot tongkol/plot.

Data dianalisis menggunakan analisis ragam dan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf nyata 5% atau 1%. Analisis data menggunakan fasilitas *software* SAS versi 9.1. Pendugaan parameter genetik diperoleh dari perhitungan nilai pendugaan ragam, koefisien keragaman genetik dan heritabilitas menggunakan pendugaan komponen ragam berdasarkan hasil analisis ragam (Tabel 1). Korelasi dihitung antara peubah komponen hasil dengan karakter hasil (Gaspersz 1994).

Tabel 1. Analisis ragam gabungan dan penguraian kuadrat tengah harapan menggunakan model acak untuk menduga komponen keragaman.

Sumber keragaman	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F hitung	KT harapan
Lingkungan (L)	(l - 1)	M5	M5/M2	$\sigma_e^2 + r \sigma_{2gl} + g \sigma^2 r/l + gr \sigma^2 l$
Ulangan/Lingkungan	l (r - 1)	M4		$\sigma_e^2 + g \sigma^2 r/l$
Galur (G)	g - 1	M3	M3/M2	$\sigma_e^2 + r \sigma^2 gl + rl \sigma^2 g$
G x L	(g-1) (l -1)	M2	M2/M1	$\sigma_e^2 + r \sigma^2 gl$
Galat	l (g-1) (r-1)	M1		σ_e^2

Sumber: Annicchiarico (2002).

Pengelompokan galur toleran dan peka berdasarkan nilai indeks sensitivitas terhadap cekaman Al yang dihitung berdasarkan persamaan Fischer dan Maurer (1978).

Pendugaan komponen ragam genetik, ragam lingkungan, ragam fenotipe dan ragam interaksi genotipe dengan lingkungan dilakukan dengan cara sebagai berikut (Syukur *et al.* 2012):

$$\begin{aligned} \sigma^2_G &= (M3 - M2) / rl \\ \sigma^2_{G \times E} &= (M2 - M1) / r \\ \sigma^2_E &= M1 \\ \sigma^2_P &= \sigma^2_G + \sigma^2_E / rl + \sigma^2_{G \times E} / l \end{aligned}$$

Keterangan: l = lingkungan, r = ulangan, σ^2_E = ragam lingkungan, σ^2_G = ragam genotipe, σ^2_P = ragam fenotipe, $\sigma^2_{G \times E}$ = ragam interaksi genotipe x lingkungan

Luas sempitnya nilai keragaman genetik suatu karakter ditentukan berdasarkan ragam genetik (σ^2_G). Koefisien Keragaman Genetik (KKG) diduga dari persamaan berikut (Baihaki 2000):

$$KKG = (\sqrt{\sigma^2_G / x}) \times 100\%$$

Keterangan: σ^2_G = ragam genetik dan x = rata-rata populasi. Kriteria : KKG sempit (0-10%), sedang (10-20%) dan luas (> 20%).

Nilai dugaan heritabilitas (h^2_{BS}) dalam arti luas adalah:

$$\text{Heritabilitas Main Plot } (h^2_{BS}) = (\sigma^2_G / \sigma^2_P) \times 100\% = (\sigma^2_G / (\sigma^2_G + \sigma^2_{G \times L} / l + \sigma^2_e / rl)) \times 100\%$$

Kriteria nilai heritabilitas: Tinggi ($h^2 > 0,5$); sedang (0,2 < $h^2 < 0,5$); rendah ($h^2 < 0,2$).

Tabel 2. Karakter morfofisiologi galur inbrid jagung di tanah masam Jasinga.

Karakter	Nilai		
	Minimal	Maksimal	Rata-rata
Umur berbunga Jantan (hari)	48	62	55,89
Umur berbunga Betina (hari)	55	65	60,15
ASI (hari)	2	6	4,33
Tinggi tanaman (cm)	120	152	134,70
Tinggi tongkol (cm)	40	57	51,83
Jumlah daun (helai)	9	11	10,92
Panjang malai (cm)	24	31	28,58
Panjang tongkol (cm)	9	14	11,71
Diameter tongkol (cm)	2	9	4,06
Jumlah baris (buah)	8	13	11,32
Jumlah biji/tongkol (buah)	114	288	173,80
Bobot kering tongkol (g)	270	822	374,00
Bobot kering biji (g)	205	477	276,10
Bobot 100 biji (g)	18	33	24,06
Bobot tongkol/plot	199	852	374,25

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter Morfofisiologi Tanaman

Morfofisiologi inbrida jagung asal CIMMYT dan Balit Serealia memiliki keragaman yang cukup besar (Tabel 2). Setiap aksesi memperoleh 114,70-288,20 biji/tongkol. Umur berbunga jantan dan betina berkisar 48,87-65,27 HST di mana galur CLA 46 paling cepat berbunga dan galur 452006 sebaliknya. ASI (*Anthesis Silk Interval*) berkisar antara 2,00-6,33 hari, di mana galur yang memiliki ASI paling kecil adalah galur 1042-71. Karakter bobot tongkol/plot galur paling tinggi diperoleh pada galur CLA 84.

Hasil Analisis Ragam Gabungan

Hasil analisis ragam menunjukkan perbedaan yang nyata, yang disebabkan oleh genotipe, lingkungan, dan interaksinya. Adanya interaksi genotipe dan lingkungan memberikan peluang untuk menyeleksi galur-galur yang dapat beradaptasi pada lingkungan spesifik (Tabel 3).

Pengaruh genotipe berbeda nyata dan sangat nyata pada hampir semua karakter, kecuali tinggi tanaman dan diameter tongkol. Pengaruh lingkungan berbeda nyata pada karakter panjang malai, jumlah biji per tongkol, dan bobot biji. Pengaruh interaksi genetik x lingkungan nyata dan sangat nyata pada karakter bobot kering tongkol, bobot kering biji, dan bobot tongkol per plot. Dari data ini diketahui bahwa karakter yang diamati lebih besar dipengaruhi oleh genotipe dibanding faktor lingkungan. Adanya interaksi yang nyata pada beberapa

Tabel 3. Hasil analisis ragam gabungan karakter morfofisiologi jagung.

Karakter	KT genotipe	KT lingk	KT genotipe x lingk
Tinggi tanaman	804,8	2439,8	646,8
Tinggi kedudukan tongkol	201,41*	305,02	71,67
Umur berbunga jantan	49,43**	8,4	7,02
Umur berbunga betina	40,67**	7,7	5,48
<i>Anthesis Silk Interval</i>	11,68**	0,96	3,49
Jumlah daun	2,69**	0,01	0,41
Panjang malai	31,57**	27,37*	3,19
Panjang tongkol	9,22**	0,18	2,12
Diameter tongkol	13,96	11,14	15,54
Jumlah baris/tongkol	9,53**	3,84	1,18
Jumlah biji/tongkol	16.414,33**	18.073,08*	3.403,28
Bobot kering tongkol	60.535,12**	36.621,09	15.738,87**
Bobot kering biji	40.023,59**	26.500,26	9.111,37*
Bobot 100 biji	119,53**	11,55	13,92
Bobot tongkol/plot	136.734,80**	157.464,00*	31.064,71*

* = berpengaruh nyata pada taraf 0,05 uji DMRT;

** = berpengaruh sangat nyata pada taraf 0,01 uji DMRT,

KT = Kuadrat Tengah

karakter menunjukkan terdapat perbedaan respons galur-galur jagung yang diuji pada dua lingkungan seleksi, sehingga analisis ragam gabungan digunakan pada penelitian ini.

Pendugaan Komponen Ragam dan Nilai Heritabilitas

Nilai ragam yang diduga dari analisis ragam dapat dipartisi menjadi ragam fenotipe, ragam lingkungan, dan ragam genotipe sehingga dapat diperoleh informasi tentang besarnya peran ragam genetik terhadap total keragaman yang diamati (Tabel 4). Keragaman genotipe tidak dapat dilihat atau diukur secara langsung, melainkan dapat diduga melalui analisis ragam (Roy 2000).

Hasil pendugaan ragam fenotipe, ragam lingkungan dan ragam genetik menunjukkan bahwa pada karakter umur berbunga, ASI, jumlah daun, panjang malai, panjang tongkol, bobot kering tongkol, bobot kering biji, jumlah biji/tongkol, jumlah biji/baris, bobot 100 biji, dan bobot tongkol/plot lebih besar dikendalikan oleh faktor genetik yang ditunjukkan oleh nilai heritabilitas arti luas yang tinggi (> 70%) (Tabel 4). Nilai heritabilitas yang tinggi bermakna bahwa keragaman dalam populasi lebih besar disebabkan oleh faktor genetik. Pada penelitian ini, karakter yang memiliki koefisien keragaman tinggi (> 20%) adalah ASI, bobot kering tongkol, bobot kering biji, jumlah biji/tongkol, jumlah biji/baris, dan bobot tongkol/plot. Koefisien keragaman genetik yang besar menunjukkan bahwa manipulasi genetik yang dilakukan akan memiliki peluang yang besar, sedangkan koefisien keragaman genetik kecil akan memberi peluang keberhasilan yang sangat kecil bila sifat tersebut diperbaiki (Ronald *et al.* 1999).

Analisis Korelasi Morfofisiologi dan Produktivitas

Analisis korelasi dilakukan untuk melihat hubungan antarkarakter (Wirnas *et al.* 2007). Berdasarkan hasil analisis korelasi diperoleh korelasi positif antara karakter tinggi tanaman, tinggi kedudukan tongkol, jumlah daun dan panjang malai dengan bobot tongkol/plot (Tabel 5). Hal ini menunjukkan bahwa perbaikan pada karakter-karakter tersebut akan diikuti oleh peningkatan karakter bobot tongkol/plot. Karakter bobot tongkol kering memiliki nilai korelasi positif yang paling besar (0,79) yang menunjukkan korelasi yang erat dengan bobot tongkol/plot. Karakter yang dapat digunakan sebagai kriteria seleksi selain berkorelasi positif dengan hasil juga harus memiliki nilai koefisien keragaman genetik dan heritabilitas tinggi, agar dapat diwariskan ke generasi berikutnya.

Umur berbunga betina merupakan karakter fisiologi yang memiliki korelasi negatif dan nyata dengan bobot tongkol per plot. Artinya, semakin lama umur berbunga betina semakin lambat polinasi dan pembentukan biji. Hal ini juga akan mengakibatkan ASI meningkat dan mempengaruhi proses penyerbukan. Hal ini bermakna semakin besar nilai ASI semakin kecil sinkronisasi pembungaan sehingga penyerbukan terhambat dan dapat menurunkan hasil. ASI berkorelasi nyata dengan bobot kering biji. Semakin kecil nilai ASI semakin meningkat bobot kering biji.

Bobot kering tongkol, bobot kering biji, jumlah biji/tongkol, jumlah baris/tongkol, bobot tongkol/plot, dan ASI dapat digunakan sebagai karakter seleksi, karena memiliki heritabilitas tinggi, koefisien keragaman tinggi, dan berkorelasi nyata dengan karakter hasil. Karakter yang mempunyai keragaman genetik dan heritabilitas

Tabel 4. Nilai duga ragam genotipe, lingkungan, interaksi genotipe dan lingkungan, fenotipe, heritabilitas arti luas dan koefisien keragaman genetik.

Karakter	σ^2G	σ^2E	$\sigma^2G \times E$	σ^2P	H_{bs}	KKG (%)
Tinggi tanaman	26,33	434,47	70,78	122,32	0,21	3,67
Tinggi kedudukan tongkol	21,62	48,43	7,75	32,27	0,67	8,67
Umur berbunga jantan	7,07	5,22	0,60	8,23	0,86	4,73
Umur berbunga betina	5,87	4,48	0,33	6,78	0,87	4,01
<i>Anthesis Silk Interval</i>	1,37	5,68	-0,73	1,95	0,71	27,62
Jumlah daun	0,38	0,75	-0,11	0,45	0,81	5,65
Panjang malai	4,73	2,22	0,32	5,26	0,91	7,47
Panjang tongkol	1,17	1,59	0,19	1,62	0,78	9,21
Diameter tongkol	-0,27	14,53	0,32	2,31	0,00	-13,9
Bobot tongkol kering	7.466,00	6.322,50	3.138,80	10.089,15	0,78	29,22
Jumlah biji/tongkol	2.168,50	2.799,80	201,15	2.735,71	0,80	24,83
Jumlah biji/baris	10,77	11,64	0,08	12,76	0,80	21,11
Bobot 100 biji	17,60	13,23	0,23	19,92	0,84	17,19
Bobot tongkol/plot	17.611,70	16.048,50	5.005,40	22.789,15	0,88	32,00

σ^2G = ragam genotipe, σ^2E = ragam lingkungan, σ^2P = ragam phenotipe, $\sigma^2G \times E$ = ragam interaksi genotipe dan lingkungan, H_{bs} = Heritabilitas arti luas, KKG (%) = Koefisien keragaman genetik.

Tabel 5. Analisis korelasi karakter morfofisiologi dan produksi jagung introduksi pada lingkungan tanah masam.

	TT	TKT	UBJ	JD	FM	UBB	AASI	PT	DT	JBT	JBIT	BKT	B100
TKT	0,25**												
UBJ	-0,14 ^{tn}	-0,12 ^{tn}											
JD	0,08 ^{tn}	0,37*	0,17 ^{tn}										
FM	0,13 ^{tn}	0,26**	0,23*	0,19 ^{tn}									
UBB	-0,17 ^{tn}	-0,23*	0,77**	0,14 ^{tn}	0,17 ^{tn}								
ASI	-0,10 ^{tn}	-0,22*	-0,43**	-0,14 ^{tn}	-0,14 ^{tn}	00,16 ^{tn}							
PT	-0,04 ^{tn}	0,16 ^{tn}	-0,08 ^{tn}	0,03 ^{tn}	0,15 ^{tn}	-0,17 ^{tn}	-0,01 ^{tn}						
DT	0,12 ^{tn}	0,12 ^{tn}	-0,05 ^{tn}	0,12 ^{tn}	0,14 ^{tn}	-0,23*	-0,19 ^{tn}	0,72**					
JBT	0,09 ^{tn}	0,18 ^{tn}	-0,19 ^{tn}	0,07 ^{tn}	0,06 ^{tn}	-0,34**	-0,11 ^{tn}	0,40**	0,67**				
JBIT	0,01 ^{tn}	-0,01 ^{tn}	-0,13 ^{tn}	-0,06 ^{tn}	0,29**	-0,24*	-0,06 ^{tn}	0,004 ^{tn}	0,06 ^{tn}	0,17 ^{tn}			
BKT	0,27**	0,32**	-0,11 ^{tn}	0,18 ^{tn}	0,51**	-0,23*	-0,11 ^{tn}	0,42**	0,35**	0,24 ^{tn}	0,29**		
B100	0,12 ^{tn}	0,27**	0,19 ^{tn}	0,22*	0,49**	00,12 ^{tn}	-0,13 ^{tn}	0,19 ^{tn}	0,09 ^{tn}	-0,03 ^{tn}	0,09 ^{tn}	0,56**	
BP	0,25*	0,39**	-0,16 ^{tn}	0,23*	0,33**	0,32**	-0,15 ^{tn}	0,42**	0,38**	0,33**	0,16 ^{tn}	0,79**	0,43**

*: Nyata pada taraf uji $P < 0,05$; **: sangat nyata pada taraf uji $P < 0,01$;

TT: tinggi tanaman, TKT: Tinggi kedudukan tongkol, UBJ: Umur berbunga jantan, JD: Jumlah daun, PM: Panjang malai, UBB: Umur berbunga betina, ASI: *Anthesis silk interval*, PT: Panjang tongkol, DT: Diameter tongkol, JBT: Jumlah biji/tongkol, JBIT: Jumlah biji/tongkol, BKT: Bobot kering tongkol, B100: Bobot 100 biji, BP: Bobot tongkol/plot

yang tinggi dapat digunakan secara langsung sebagai karakter seleksi (Sudarmadji *et al.* 2007).

Indeks Sensitivitas Cekaman Aluminium

Pada penelitian ini, penentuan tingkat toleransi genotipe berdasarkan nilai indeks sensitivitas terhadap cekaman menggunakan bobot tongkol/plot pada masing-masing genotipe. Galur CLA 84, 46, 95 dan 1027-13 dikategorikan toleran karena memiliki nilai indeks sensitivitas kecil dan selisih produktivitas lebih kecil yang menunjukkan kestabilan produksi pada lingkungan berbeda (Tabel 6). Nilai indeks sensitivitas beragam antar inbrida, berkisar dari -4,05 hingga 1,38.

Untuk lebih memudahkan pengelompokan galur inbrida berdasarkan tingkat toleransinya digunakan pendekatan menggunakan analisis multivariat berbasis indeks sensitivitas yang diringkas dalam grafik biplot (Natawijaya 2012) (Gambar 1 dan 2).

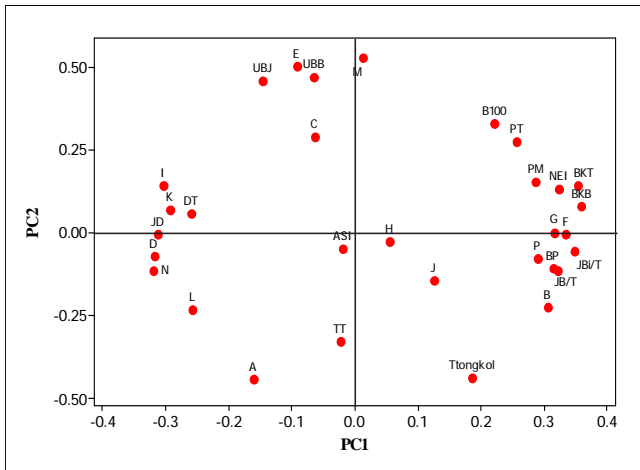
Adaptasi lingkungan spesifik atau lingkungan berkecekaman suatu genotipe dapat dinilai berdasarkan kedudukan suatu genotipe terhadap ‘sumbu lingkungan spesifik’ itu. Sumbu ini merupakan garis lurus yang ditarik melalui titik asal dan lingkungan berkecekaman. Genotipe-genotipe dengan jarak proyeksi yang relatif kecil dan searah dengan ‘sumbu lingkungan spesifik’ merupakan genotipe-genotipe yang beradaptasi spesifik pada lingkungan spesifik tersebut (Jambormias 2011).

Tabel 6. Pemilihan genotipe toleran dan peka berdasarkan nilai indeks sensitivitas pada karakter bobot tongkol/plot.

Galur	Bobot tongkol/plot (g/plot)				Kriteria
	STI	AI rendah	AI sedang	Selisih	
CLA 106	1,38	648	487,3	160,7	Peka
CLA 84	-0,42	792	852,3	60,3	Toleran
CLA 46	1,14	332	263,7	68,3	Toleran
CLA 95	0,79	433	371,0	62,0	Toleran
1027-13	0,66	319	281,0	38,0	Toleran
1042-69	-4,05	199	343,7	144,7	Peka
NEI	1,37	496	406,0	90,0	Peka
1042-71	1,00	622	467,7	154,3	Peka

STI = Indeks sensitivitas terhadap cekaman

CLA 46, CLA 84, CLA 95 dan 1027-13 merupakan galur inbrida toleran karena memiliki kedudukan yang relatif dekat dengan titik sumbu (Gambar 1). Gambar 2 memperlihatkan hubungan antara karakter ASI dan bobot tongkol/plot. Hal ini menunjukkan galur CLA 84 yang dikategorikan toleran memiliki karakter ASI paling kecil dan bobot tongkol/plot paling tinggi. Hal ini bermakna bahwa sinkronisasi yang baik antara pembungaan dan penyerbukan akan meningkatkan pembentukan biji yang pada akhirnya akan menghasilkan tongkol yang baik, meningkatkan produksi tongkol, dan bobot tongkol.



Gambar 1. Biplot genotipe dan karakter berdasarkan indeks kepekaan.

Genotipe A: CLA 42; B: CLA 106; C: CLA 84; D: CLA 44; E: CLA 16; F: CLA 18; G: CLA 41; H: CLA 46; I: CLA 91; J: CLA 95; K: CLA 105; L: galur 452006; M: galur 1027-13; N: galur 1042-69; P: galur 1042-71, dan NEI 9008. TT: tinggi tanaman, TKT: tinggi kedudukan tongkol, UB: umur berbunga jantan, JD: jumlah daun, PM: panjang malai, UBB: umur berbunga betina, ASI: *Anthesis Silk Interval*, PT: panjang tongkol, DT: diameter tongkol, JBT: jumlah biji/tongkol, JBT: jumlah biji/tongkol, BTK: bobot tongkol kering, B100: bobot 100 biji, BKB: bobot kering biji, BP: bobot tongkol/plot

KESIMPULAN

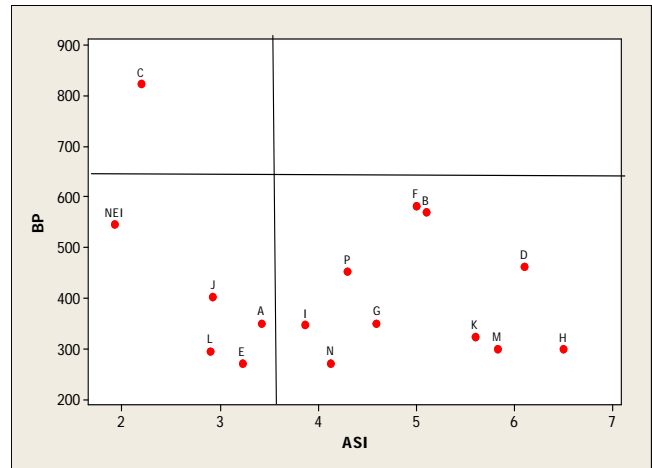
Karakter yang memiliki koefisien keragaman yang luas dan heritabilitas tinggi adalah ASI, bobot kering tongkol, bobot kering biji, jumlah biji/tongkol, bobot tongkol/plot yang berpotensi digunakan sebagai kriteria seleksi pada lingkungan spesifik tanah masam. Galur CLA 84, CLA 46, CLA 95 dan 1027-13 merupakan galur yang toleran terhadap tanah masam dan dapat digunakan sebagai tetua donor dalam perakitan varietas jagung toleran tanah masam pada tingkat kemasaman sedang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan dan Balai Penelitian Tanaman Serealia atas materi genetik yang digunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Annicchiarico, P. 2002. Genotype x environment interactions – challenges and opportunities for plant breeding and cultivar recommendations. Roma: Food and Agriculture Organization of The United Nations: p.21-30.



Gambar 2. Hubungan Anthesis Silk Interval (ASI) dan bobot tongkol/plot.

Genotipe A : CLA 42; B: CLA 106; C: CLA 84; D: CLA 44 ; E: CLA 16; F: CLA 18; G: CLA 41; H: CLA 46; I: CLA 91; J: CLA 95; K: CLA 105; L: galur 452006; M: galur 1027-13; N: galur 1042-69; P: galur 1042-71 dan NEI 9008

- Baihaki, A. 2000. Teknik rancang dan analisis percobaan. Bandung: kelompok statistika Fakultas Pertanian UNPAD. 91p.
- Barchia, M.F. 2009. Agroekosistem tanah mineral masam. Yogyakarta: UGM Press. 228p.
- Ceccarelli, S., W. Erskine, J. Humblin, and S. Brando. 2013. Genotype by environment interaction and international breeding program. <http://www.researchgate.net/> [3 Desember 2013].
- Chahal, G.S. and S.S. Gosal. 2003. Principles and procedures of plant breeding. Biotechnological and conventional approaches. Kolkata: Narosa Publishing House. 589p.
- Chohan, M.S.M., M. Saleem, M. Ahsan, and M. Asghar. 2012. Genetic analysis of water stress tolerance and various Morpho-physiological traits in *Zea mays* L. using graphical approach. Pak. J. Nutr. 11:489-500.
- Eviati. 2009. Analisis kimia tanah, tanaman, air dan pupuk. Bogor: Balai Penelitian Tanah. 230p.
- Fischer, R.A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars; I.g rain yield responses. Aust. J. Agric. Res. 29: 897-912.
- Gaspersz, V. 1994. Metode perancangan percobaan. Untuk ilmu-ilmu pertanian, ilmu-ilmu teknik dan biologi. Edisi kedua. Bandung: Armico.
- Jambormias, E. 2011. Peragaan grafis GGE-Biplot untuk evaluasi keragaman genotipe-genotipe dan perubahan lingkungan bercekaman di pulau-pulau kecil. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Pulau-Pulau Kecil. Universitas Pattimura. Ambon. p.1-7.
- Kochian, L.V., M.A. Piñeros, and O.A. Hoekenga. 2004. How do crop plant tolerance acid soils? Mechanism of aluminium tolerance and phosphorus efficiency. J. Plant Biol. 55: 459-493.
- Ma, J.F. 2000. Role of organic acids in detoxification in higher plants. Plant Cell Physiol. 41:383-390.

- Makmur, A. 2001. Pemuliaan tanaman bagi lingkungan spesifik. *J. Agron. Indonesia* 29: 1-18.
- Mandal, A.B., K.B. Asit, R. Bidan, T.E. Sheeja, and R. Tarak R. 2004. Genetic managemet for increase tolerance to aluminium and iron toxicities in rice – a review. *Indian J. Biotechnol.* 3: 359-368.
- Natawijaya, A. 2012. Analisis genetik dan seleksi generasi awal segregan gandum (*Triticum aestivum* L.) berdaya hasil tinggi. {Tesis}: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Richardson, A.E., J.P. Lynch, P.R. Ryan, E. Delhaize, F.A. Smith, S.E. Smith, P.R. Harvey, M.H. Ryan, E.J. Veneklaas, H. Lambers, A. Oberson, R.A. Culvenor, and R.J. Simpson. 2011. Plant and microbial strategies to improve the phosphorus efficiency of agriculture. *Plant and Soil* 349: 121-156.
- Ronald, P.S., P.D. Brown, G.A. Penner, A. Brule, and S. Kibite. 1999. Heritability of hull percentage in oat. *Crop Sci.* 39: 2-57.
- Roy, D. 2000. *Plant breeding: Analysis and exploitation of variation*. Calcutta. Narosa Publishing House. p.692.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, dan R. Yuniarti. 2012. Teknik pemuliaan tanaman. Bogor. Penebar Swadaya. 348p.
- Sudarmadji, R. Mardjono, dan H. Sudarmo. 2007. Variasi genetik, heritabilitas dan korelasi genotipik sifat-sifat penting tanaman wijen. *J. Pen. Tan. Ind.* 13: 88-92.
- Sungkono, Trikoesoemaningtyas, D. Wirnas, D. Soepandi, S. Human, dan M.A. Yudiarto. 2009. Pendugaan parameter genetik dan seleksi galur mutan sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) di tanah masam. *J. Agron. Indonesia* 37: 220-225.
- Sutjahjo, S.H., S. Sujiprihati, dan M. Syukur. 2005. Pengantar pemuliaan tanaman. Bogor . Departemen Agronomi dan Hortikultura. Fakultas Pertanian IPB. 333p.
- Wirnas, D., I. Widodo, Sobir, Trikoesoemaningtyas, dan D. Sopandie. 2007. Pemilihan karakter agronomi untuk menyusun indeks seleksi pada 11 populasi kedelai generasi F6. *J. Agron. Indonesia* 34: 19-24.
-