

Studi Karakter Sekunder Guna Seleksi Tidak Langsung Jagung Hibrida Toleran Nitrogen Rendah

Secondary Characters Study for Indirect Selection in Low Nitrogen Tolerant Hybrid Maize

Slamet Bambang Priyanto*) dan Roy Efendi

Balai Penelitian Tanaman Serealia

Jl. Dr. Ratulangi No. 274 Maros, Sulawesi Selatan, Indonesia

*) Penulis untuk korespondensi E-mail: s.bambangpriyanto@gmail.com

Diajukan: 18 Februari 2022/Diterima: 1 Agustus 2022/Dipublikasi: 29 Agustus 2022

ABSTRACT

Direct selection for grain yield in maize under low nitrogen conditions is often inefficient because of the low yield heritability. Therefore, the use of indirect selection through secondary characters is necessary to apply in order to increase selection efficiency. This study aimed to identify types of the secondary characters that can be applied for indirect selection of grain yield trait in maize under low N conditions. This research was conducted at the IP2TP field station of Indonesian Cereal Research Institute in Bajeng, South Sulawesi started from May to September 2021. The experiment was arranged in a nested design using 72 maize genotypes and two levels of N fertilizer (N1=100 kg N/ha and N2=200 kg N/ha) as treatments with two replications. Three parameters, such as relative selection efficiency, heritability and genetic variability were observed to determine secondary characters which efficiently used for indirect selection of maize grain yield under low N conditions. The results showed that the characters that can be used in the indirect selection of low N tolerant maize were plant height and ear height.

Keywords: indirect selection; low nitrogen; maize; secondary character.

INTISARI

Seleksi langsung hasil biji pada jagung di kondisi Nitrogen rendah seringkali tidak efisien karena heritabilitas hasil biji yang rendah. Oleh karena itu, penggunaan seleksi tidak langsung melalui karakter sekunder perlu diterapkan untuk meningkatkan efisiensi seleksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakter sekunder yang dapat diaplikasikan dalam seleksi tidak langsung hasil biji jagung pada kondisi N rendah. Penelitian ini dilakukan di IP2TP Bajeng Balai Penelitian Tanaman Serealia Sulawesi Selatan dimulai dari bulan Mei sampai September 2021. Penelitian ini disusun dalam rancangan tersarang menggunakan 72 genotipe jagung dan dua taraf pemupukan N (N1=100 kg N/ha dan N2=200 kg) sebagai perlakuan dengan dua kali ulangan. Tiga parameter, yaitu efisiensi relatif seleksi, heritabilitas dan keragaman genetik diamati untuk menentukan karakter sekunder yang dapat digunakan secara efisien untuk seleksi tidak langsung hasil biji jagung pada kondisi N rendah. Hasil

penelitian menunjukkan bahwa karakter yang dapat digunakan dalam seleksi tidak langsung jagung toleran N rendah adalah tinggi tanaman dan tinggi tongkol.

Kata kunci: jagung; nitrogen rendah; karakter sekunder; seleksi tidak langsung.

PENDAHULUAN

Kelangkaan pupuk urea merupakan salah satu permasalahan yang sering dihadapi petani jagung hibrida di Indonesia. Badan Pusat Statistik (2020) menyebutkan bahwa sebagian besar petani (76,87 persen) membudidayakan jagung hibrida, sisanya varietas komposit dan varietas lokal. Kelangkaan pupuk tersebut menyebabkan ketersediaan unsur hara Nitrogen (N) pada pertanaman jagung menjadi tidak tersedia secara optimum. Dilaporkan bahwa kekurangan N pada tanaman jagung dapat mengakibatkan penurunan hasil yang signifikan, yakni sekitar 10-50% (Ajala *et al.*, 2018). Oleh karena itu, perakitan varietas jagung adaptif pada lahan dengan penggunaan pupuk N rendah merupakan strategi pemuliaan yang strategis untuk dilakukan dalam rangka mengurangi dampak negatif pemupukan N yang tinggi terhadap lingkungan

Kegiatan seleksi merupakan tahap yang sangat penting dari serangkaian kegiatan yang terdapat dalam program pemuliaan tanaman. Seleksi terhadap efisiensi penggunaan unsur N terhadap hasil pada suatu tanaman dapat dilakukan baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Seleksi langsung terhadap karakter hasil biji pada kondisi tercekam seringkali tidak efisien. Hal ini dapat disebabkan oleh heritabilitas hasil biji yang lebih rendah pada

kondisi tercekam. Berdasarkan laporan sebelumnya, efisiensi seleksi terhadap karakter tertentu dari suatu komoditas tanaman pada kondisi cekaman dapat ditingkatkan dengan cara seleksi tidak langsung melalui karakter sekunder (Lu *et al.*, 2011). Anbessa *et al.* (2010), menyatakan bahwa seleksi tidak langsung dapat meningkatkan efektivitas seleksi pada kondisi N rendah.

Meskipun demikian, tidak semua karakter sekunder dapat digunakan dalam seleksi tidak langsung. Menurut Bänziger *et al.* (2000), beberapa kriteria yang harus dipenuhi dalam menentukan karakter sekunder yang dapat digunakan dalam seleksi tidak langsung, antara lain adalah: karakter yang memiliki keragaman genetik tinggi, memiliki heritabilitas lebih tinggi dibandingkan hasil biji, memiliki korelasi genetik dengan hasil pada kondisi cekaman, serta secara praktis dalam pengamatannya dapat dilakukan secara mudah, cepat dan murah. Pemilihan karakter sekunder yang tepat akan mempermudah pelaksanaan serta meningkatkan presisi seleksi pada kondisi cekaman.

Penggunaan seleksi tidak langsung sangat membantu pemulia dalam pengembangan jagung toleran N rendah. Seleksi tidak langsung memungkinkan pemilihan genotipe yang toleran terhadap kondisi N melalui sifat-sifat lain dan tidak

melalui hasil biji. Beberapa penelitian terkait karakter sekunder yang dapat digunakan dalam seleksi tidak langsung terhadap jagung toleran N rendah telah dilakukan. Bänziger *et al* (2000) melaporkan bahwa karakter jumlah tongkol per tanaman, *anthesis silking interval*, penuaan daun, ukuran bunga jantan, dan penggulungan daun dapat digunakan sebagai karakter sekunder dalam seleksi toleransi terhadap N rendah. Selanjutnya Herawati *et al.* (2018), menambahkan karakter lebar daun, umur berbunga jantan, daun, persentase tongkol abnormal, panjang tongkol, diameter tongkol, dan rendemen biji sebagai penanda toleransi terhadap N rendah. Namun, Badu-Apraku *et al.* (2011), berpendapat bahwa *anthesis silking interval* dan jumlah tongkol per tanaman tidak bisa digunakan sebagai karakter penanda toleransi terhadap N rendah. Selain karakter tersebut, perlu pula dieksplorasi karakter sekunder lainnya yang dapat digunakan untuk seleksi tidak langsung pada kondisi N rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter sekunder yang dapat digunakan untuk seleksi tidak langsung pada kondisi N rendah pada tanaman jagung. Diharapkan bahwa informasi yang diperoleh pada penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam seleksi jagung toleran kondisi N rendah di Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan IP2TP Bajeng Balai Penelitian Tanaman Sereal di Kabupaten Gowa Provinsi

Sulawesi Selatan dari bulan Mei 2021 sampai dengan September 2021. Penelitian ini menggunakan desain rancangan tersarang (*Nested Design*) dimana faktor kedua tersarang pada faktor kedua dengan dua kali ulangan. Faktor pertama taraf pupuk N dan faktor kedua adalah genotipe jagung. Taraf pupuk N yang digunakan adalah dua taraf, yaitu N1 (100 kg N/ha) dan N2 (200 kg N/ha). Genotipe jagung yang digunakan adalah 72 genotipe yang terdiri dari sebanyak 69 hibrida uji dan 3 hibrida pembanding, yaitu BISI 18, P 36 dan NK 7328. Pemupukan pada perlakuan N1 (100 kg N/ha) diaplikasikan satu kali, yaitu pada 10 hari setelah tanam (HST), sedangkan pada perlakuan N2 (200 kg N/ha) pemupukan diaplikasikan sebanyak dua kali, yaitu 50 % pada umur 10 HST dan sisanya pada umur 35 HST. Takaran pupuk Pupuk P (P_2O_5) dan K (K_2O) masing-masing adalah 60 kg/ha diberikan pada 10 HST. Analisis tanah lengkap dilakukan sebelum penelitian dilakukan guna mengetahui status kesuburan tanah.

Karakter yang diamati pada penelitian ini meliputi tinggi tanaman, tinggi tongkol, diameter batang, sudut daun, panjang daun, lebar daun, umur berbunga jantan, umur berbunga betina, jumlah tongkol panen, bobot tongkol panen, rendemen biji, kadar air biji panen, panjang tongkol, diameter tongkol, jumlah baris biji per tongkol, jumlah biji per baris, bobot 1000 biji, dan hasil biji pada kadar air 15 %.

Nilai keragaman genetik dan fenotipik diturunkan dari analisis ragam sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar analisis ragam dan taksiran kuadrat tengah

SK	Db	KT	Taksiran Kuadrat Tengah (KT)
Pupuk	(l-1)	KT ₅	$\sigma^2\varepsilon + g\sigma^2r/l + g\sigma^2l$
Ulangan/pupuk	l(r-1)	KT ₄	$\sigma^2\varepsilon + g\sigma^2r/l$
Genotipe	(g-1)	KT ₃	$\sigma^2\varepsilon + r\sigma^2gl + rl\sigma^2g$
Genotipe x pupuk	(g-1)(l-1)	KT ₂	$\sigma^2\varepsilon + r\sigma^2gl$
Galat	l(g-1)(l-1)	KT ₁	$\sigma^2\varepsilon$

Tabel 2. Daftar analisis kovarian xy

Sumber keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Taksiran Kuadrat Tengah (TKT)
Ulangan	r-1	JK _r	KTr	$\sigma^2\varepsilon_1\varepsilon_2 + g\sigma^2r$
Genotipe	g-1	JK _g	KTg	$\sigma^2\varepsilon_1\varepsilon_2 + r\sigma^2g_1g_2$
Galat	(g-1)(r-1)	JK _ε	KT _ε	$\sigma^2\varepsilon_1\varepsilon_2$

Berdasarkan Tabel 1, varian genetik dan varian fenotipik dihitung menggunakan formula berikut:

$$\sigma^2\varepsilon = \text{KT}_1, \sigma^2gl = \frac{\text{KT}_2 - \text{KT}_1}{r}, \sigma^2g = \frac{\text{KT}_3 - \text{KT}_2}{rl}$$

Nilai h^2 dihitung merupakan heritabilitas arti luas. Perhitungan nilai h^2 adalah sebagai berikut:

$$h^2 = \frac{\sigma^2g}{\sigma^2p}, \text{ dimana } \sigma^2p = \sigma^2g + \sigma^2gl/l + \sigma^2\varepsilon/r/l$$

Nilai h^2 dikelompokkan menurut Stansfield (1983): $h^2 > 0,5$ tinggi, $0,2 \leq h^2 \leq 0,5$ sedang, $h^2 < 0,2$ rendah.

Standar deviasi varian genetik: $\sigma_{\sigma^2g} =$

$$\sqrt{\frac{2}{(rl)^2} \left(\frac{\text{KT}_3^2}{dbg+2} + \frac{\text{KT}_2^2}{dbgl+2} \right)}$$

Keragaman genetik dikelompokkan berdasarkan Pinaria et al. (1995): $\sigma^2g < 2\sigma_{\sigma^2g}$: sempit, $\sigma^2g \geq 2\sigma_{\sigma^2g}$: luas.

Karakter yang digunakan sebagai karakter penanda seleksi tidak langsung pada kondisi N rendah adalah karakter yang tidak menunjukkan interaksi antara genotipe dan taraf pemupukan N.

Nilai kovarian genetik dan fenotipik diturunkan dari analisis kovarian merunut pada Singh and Chaudhary (1979) dan disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, maka kovarian genetik dan kovarian fenotipik dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Kovarian genotipik } \sigma^2g_1g_2 = \frac{\text{KT}_g - \text{KT}_\varepsilon}{r}$$

$$\text{Kovarians fenotipik } \sigma^2p_1p_2 = \sigma^2g_1g_2 + \text{KT}_\varepsilon$$

$$\text{Korelasi genotipik } xy = r_{gxy} = \frac{\sigma^2g_1g_2}{\sqrt{\sigma^2g_1\sigma^2g_2}}$$

Nilai kemajuan genetik langsung (*Response selection*=RS) dan kemajuan genetik tidak langsung (*Correlated response*=CR) mengacu pada Singh and Chaudhary (1979):

$$RS = i h^2y \cdot \sigma_{p(y)}$$

$$CR = i h_x \cdot h_y \cdot \sigma_{p(x)} \cdot R_{A(xy)}$$

Nilai kemajuan genetik harapan: RS (%) = $\frac{RS}{x} \times 100\%$,

Nilai kemajuan genetik harapan dikategorikan menurut Fehr (1987): RS (%) < 7% rendah, 7% ≤ RS (%) ≤ 14% sedang dan RS (%) > 14% tinggi.

Nilai Efisiensi Relatif Seleksi (ERS) berdasarkan rumus Falconer (1981):

$$ERS = \frac{CR}{RS}$$

Dimana

- ERS : Efisiensi Relatif Seleksi (ERS)
 CR : *Correlated response*
 RS : *Response selection*
 I : Intensitas seleksi 10% (2,06)
 h_x : Akar heritabilitas karakter X
 h_y : Akar heritabilitas karakter Y
 $\sigma_{p(x)}$: Standar deviasi fenotipik karakter X
 $\sigma_{p(y)}$: Standar deviasi fenotipik karakter Y
 R : Korelasi genotipik karakter X terhadap karakter Y
 $A_{(xy)}$
 h^2_y heritabilitas karakter Y

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kimia tanah menunjukkan bahwa tanah lokasi penelitian memiliki tekstur lempung. Kandungan C Organik, dan Nitrogen Total lahan sangat rendah serta C/N rasio rendah. Kandungan nitrogen total yang rendah menunjukkan bahwa lahan tersebut memenuhi syarat untuk seleksi jagung toleran N rendah. Hasil analisis tanah sebelum penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis tanah percobaan sebelum penelitian.

Parameter	Nilai	Harkat
Tekstur	Lempung (loam)	
Liat (%)	13	
Debu (%)	40	
Pasir (%)	47	
p-H air (1:2:5)	6,25	Agak Masam
KCl (1:2:5)	5,51	
C Organik (%)	0,72	Sangat rendah
Nitrogen Total (%)	0,13	Sangat rendah
C/N	6	Rendah
P Bray 1 (ppm)	110	Sangat tinggi
P HCl 1 (ppm)	31	Tinggi
K Bray 1 (ppm)	63	Tinggi
K HCl 1 (ppm)	94	Sangat tinggi
Kation dapat ditukar (me/100 gr)		
K	0,14	Rendah
Ca	7,96	Sedang
Mg	3,30	Tinggi
Na	0,02	Sangat rendah
Al-dd (me/100 gr)	0,00	Sangat rendah
H+ (me/100 gr)	0,00	Sangat rendah
KTK (me/100 gr)	11,42	Rendah
Kejenuhan basa (%)	68,00	Tinggi

Sumber: Laboratorium tanah dan kimia BPTP Sulawesi Selatan 2021

Hasil analisis ragam yang diperoleh dari percobaan pengaruh taraf pupuk nitrogen, genotipe jagung serta interaksinya terhadap karakter agronomis dan hasil tanaman jagung disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rangkuman analisis ragam pengaruh taraf pupuk nitrogen, genotipe jagung serta interaksinya terhadap karakter agronomis dan hasil tanaman jagung

Karakter	Kuadrat Tengah (KT)				Galat	CV
	Nitrogen (N)	R/N	Genotipe(G)	HxG		
Tinggi Tanaman	171,13	49,63	1214,13 **	102,11	141,96	6,40
Tinggi tongkol	461,32	130,29	794,39 **	93,22	86,40	9,70
Diameter batang	0,14	7,98	11,88 **	8,50 **	4,58	11,60
Sudut daun	54,25	72,54	63,75 **	32,10 *	21,43	19,10
Panjang daun	3,32	180,56	502,12	482,82	444,79	28,00
Lebar daun	12,51 **	0,10	2,14 **	0,78	0,84	9,60
Umur berbunga jantan	22,78	3,46	14,30 **	1,12	1,28	2,10
Umur berbunga betina	42,01	4,17	14,52 **	1,43	1,58	2,30
Umur masak fisiologis	27,50	12,17	14,12 **	1,95	2,20	1,40
Jumlah Tanaman Panen	437,59 **	2,52	19,38 **	10,73 *	7,27	6,90
Jumlah Tongkol Panen	427,78 **	3,42	18,51 **	10,34	7,51	7,00
Bobot tongkol panen	198,57 **	0,90	6,19 **	1,56	1,14	18,10
Rendemen	0,41	8,50	33,07 **	25,65 **	15,16	5,00
Kadar air panen	364,16	25,44	10,83 **	10,93 **	5,92	8,10
Panjang tongkol	124,73 *	3,23	6,29 **	1,81	1,79	8,70
Diameter tongkol	291,52	43,51	28,16 **	4,73	4,36	4,70
Jumlah baris per tongkol	7,80	0,51	3,90 **	0,67	0,65	5,60
Jumlah biji per baris	473,81 *	8,52	35,16 **	8,44	8,40	9,00
Bobot 1000 Biji	123540,00 **	224,82	1797,44 **	1422,22 **	742,86	10,00
Hasil biji	213,69 **	0,68	5,41 **	1,61	1,26	20,60

Keterangan * = berpengaruh nyata pada $P < 0.05$, ** = berpengaruh nyata pada $P < 0.01$, tn = tidak berpengaruh nyata, KK= Koefisien Keragaman

Berdasarkan hasil perlakuan taraf penggunaan pupuk N terhadap karakter pengamatan, tingkat takaran pemberian nitrogen memberikan pengaruh nyata terhadap karakter lebar daun, jumlah tanaman panen, jumlah tongkol panen, bobot tongkol panen, panjang tongkol, jumlah biji per baris, bobot 1000 biji dan hasil biji (Tabel 4). Genotipe jagung menunjukkan pengaruh nyata pada seluruh karakter pengamatan kecuali panjang daun. Hal ini menunjukkan bahwa genotipe jagung hibrida yang

digunakan dalam penelitian ini memiliki latar belakang genetik beragam. Secara umum jagung hibrida memberikan respon yang sama terhadap perubahan tingkat takaran pemberian pupuk N yang diberikan. Hal ini terlihat dari interaksi antara genotipe dengan tingkat takaran pemberian pupuk nitrogen yang hanya terdapat pada sebagian kecil karakter pengamatan (diameter batang, sudut daun, jumlah tanaman panen, rendemen, kadar air panen, bobot 1000 biji).

Tabel 5. Nilai heritabilitas dan keragaman genetik karakter pengamatan

Karakter	σ^2_g	σ^2_p	h^2	Kategori	$\sigma_{\sigma^2_g}$	Kategori
Tinggi Tanaman	278,00	303,53	0,92	Tinggi	50,42	Luas
Tinggi tongkol	175,29	198,60	0,88	Tinggi	33,10	Luas
Diameter batang	0,84	2,97	0,28	Sedang	0,60	Sempit
Sudut daun	7,91	15,94	0,50	Sedang	2,95	Luas
Panjang daun	4,82	125,53	0,04	Rendah	28,83	Sempit
Lebar daun	0,34	0,53	0,64	Tinggi	0,09	Sempit
Umur berbunga jantan	3,29	3,57	0,92	Tinggi	0,59	Sempit
Umur berbunga betina	3,27	3,63	0,90	Tinggi	0,60	Sempit
Umur masak fisiologis	3,04	3,53	0,86	Tinggi	0,59	Sempit
Jumlah Tanaman Panen	2,16	4,85	0,45	Sedang	0,92	Sempit
Jumlah Tongkol Panen	2,04	4,63	0,44	Sedang	0,88	Sempit
Bobot tongkol panen	1,16	1,55	0,75	Tinggi	0,26	Sempit
Rendemen	0,00	0,00	0,22	Sedang	0,00	Luas
Kadar air panen	-0,03	2,71	-0,01	Rendah	0,64	Luas
Panjang tongkol	1,12	1,57	0,71	Tinggi	0,27	Luas
Diameter tongkol	5,86	7,04	0,83	Tinggi	1,18	Luas
Jumlah baris per tongkol	0,81	0,98	0,83	Tinggi	0,16	Sempit
Jumlah biji per baris	6,68	8,79	0,76	Tinggi	1,50	Sempit
Bobot 1000 Biji	93,81	449,36	0,21	Sedang	94,85	Luas
Hasil biji	0,95	1,35	0,70	Tinggi	0,23	Luas

Tabel 6. Nilai Kemajuan genetik dan kemajuan genetik harapan karakter pengamatan

Karakter	RS	RS (%)	Kriteria RS (%)
Tinggi Tanaman	28,08	15,04	Tinggi
Tinggi tongkol	21,89	22,78	Tinggi
Diameter batang	0,86	4,68	Rendah
Sudut daun	3,49	14,38	Tinggi
Panjang daun	0,76	1,01	Rendah
Lebar daun	0,82	8,55	Sedang
Umur berbunga jantan	3,07	5,57	Rendah
Umur berbunga betina	3,02	5,43	Rendah
Umur masak fisiologis	2,85	2,72	Rendah
Jumlah Tanaman Panen	1,73	4,44	Rendah
Jumlah Tongkol Panen	1,67	4,29	Rendah
Bobot tongkol panen	1,64	27,74	Tinggi
Rendemen	0,01	1,45	Rendah
Kadar air panen	-0,03	-0,1	Rendah
Panjang tongkol	1,57	10,27	Sedang
Diameter tongkol	3,89	8,73	Sedang
Jumlah baris per tongkol	1,44	10,01	Sedang
Jumlah biji per baris	3,97	12,33	Sedang
Bobot 1000 Biji	7,79	2,86	Rendah
Hasil biji	1,44	26,34	Tinggi

Tiap karakter menunjukkan nilai heritabilitas yang berbeda. Karakter dengan nilai heritabilitas tinggi adalah tinggi tanaman, tinggi tongkol, lebar daun, umur berbunga jantan, umur berbunga betina, umur masak fisiologis, bobot tongkol panen, panjang tongkol, diameter tongkol, jumlah baris per tongkol, jumlah biji per baris dan hasil biji. Nilai Tabel 5).

Nilai heritabilitas menunjukkan pengaruh faktor genetik terhadap penampilan suatu karakter. Semakin besar nilai heritabilitas maka pengaruh faktor genetik terhadap penampilan karakter tersebut semakin besar demikian pula sebaliknya (Yudilastari *et al.*, 2018). Secara biologis, nilai heritabilitas negatif atau lebih dari satu tidak mungkin ada. Akan tetapi, pada penelitian ini diperoleh karakter tanaman dengan nilai heritabilitas negatif, yaitu kadar air panen. Saputri *et al.* (2013) menyatakan bahwa nilai negatif pada

Tabel 5 menunjukkan bahwa keragaman genetik luas terdapat pada karakter tinggi tanaman, tinggi tongkol, sudut daun, rendemen, kadar air panen, panjang tongkol, diameter tongkol, bobot 1000 biji dan hasil biji, sedangkan karakter lainnya memiliki keragaman genetik sempit. Semakin tinggi keragaman genetik maka proses seleksi akan lebih mudah dilakukan Hapsari (2016) menyatakan bahwa keragaman genetik luas menunjukkan bahwa frekuensi gen karakter tersebut adalah tinggi. Adanya Keragaman genetik yang tinggi akan menambah peluang keberhasilan dalam proses seleksi. Menurut Pinaria *et al.* (1995) keragaman genetik suatu populasi tergantung pada latar belakang populasi tersebut, yakni apakah hasil persilangan

heritabilitas kategori sedang ditunjukkan oleh karakter diameter batang, sudut daun, jumlah tanaman panen, jumlah tongkol panen, rendemen dan bobot 1000 biji. Karakter panjang daun dan kadar air panen memiliki nilai heritabilitas rendah (

heritabilitas disebabkan oleh nilai kuadrat tengah genotipe lebih kecil dari pada kuadrat tengah interaksi (genotipe x lingkungan). Ketika suatu karakter memiliki nilai heritabilitas negatif maka dianggap sama dengan nol, yang berarti bahwa pengaruh lingkungan terhadap penampilan karakter tersebut sangat besar. Azrai *et al.* (2016) menegaskan bahwa karakter dengan nilai heritabilitas negatif tidak dapat digunakan dalam seleksi.

Salah satu prasyarat pelaksanaan program pemuliaan tanaman adalah terdapatnya keragaman genetik.

generasi bersegregasi dari suatu persilangan atau populasi tersebut merupakan hasil persilangan galur murni. Semakin beragam keragaman individu pembentuk populasi maka keragaman genetiknya akan semakin luas.

Kemajuan genetik merupakan hal yang perlu diperhatikan juga dalam pelaksanaan seleksi. Nilai kemajuan genetik menggambarkan besaran peningkatan karakter terseleksi pada intensitas seleksi tertentu. Tabel 6 menunjukkan bahwa karakter tinggi tanaman, tinggi tongkol, sudut daun, bobot tongkol panen dan hasil biji memiliki kemajuan genetik tinggi, sedangkan karakter lainnya menunjukkan kemajuan genetik sedang sampai rendah. Hasil penelitian Bekele and Rao (2014)

mendapatkan nilai kemajuan genetik tinggi pada karakter tinggi tanaman, tinggi tongkol dan hasil biji. Besarnya kemajuan genetik ditentukan oleh intensitas seleksi yang digunakan, nilai heritabilitas dan keragaman genetik (Barmawi *et al.*, 2013; Ogunniyan and Olakojo, 2014). Nilai kemajuan genetik tinggi menunjukkan bahwa karakter tersebut dipengaruhi oleh gen aditif serta seleksi yang dilakukan terhadap karakter tersebut berlangsung dengan baik. (Niji *et al.*, 2018)

Karakter sekunder yang dapat digunakan dalam seleksi tidak langsung adalah karakter yang penampilannya tidak dipengaruhi oleh interaksi antara genotipe dengan lingkungan (kondisi pemupukan N

normal dan N rendah). Fellahi *et al.*, (2018) menyebutkan bahwa seleksi tidak langsung dapat dilakukan pada karakter yang menunjukkan penampilan yang sama pada kondisi yang berbeda, sehingga seleksi dapat dilaksanakan pada kondisi optimum saja. Pelaksanaan seleksi tidak langsung dengan menggunakan karakter sekunder dapat meningkatkan efektivitas seleksi Shandila *et al.* (2019). Menurut Weber *et al.* (2012), selain tidak memiliki interaksi dengan lingkungan, suatu karakter harus mempunyai keragaman dan heritabilitas tinggi, serta berkorelasi dengan hasil agar dapat dijadikan sebagai karakter sekunder dalam seleksi tidak langsung.

Tabel 7. Nilai korelasi genotipik Corelated response (CR), response selecton (RS) dan Efisiensi Relatif Seleksi (ERS) tidak langsung terhadap hasil biji pada intensitas seleksi 10%

Karakter	Korelasi Genetik	CR	RS	ERS
Tinggi Tanaman	0,52**	12,92		8,98
Tinggi tongkol	0,47**	9,24		6,42
Panjang daun	0,46**	1,48		1,03
Lebar daun	0,42**	0,36		0,25
Umur berbunga jantan	-0,46**	-1,23		-0,85
Umur berbunga betina	-0,37*	-0,99		-0,69
Umur masak fisiologis	-0,38*	-0,98		-0,68
Jumlah Tongkol Panen	0,55**	1,17		0,81
Bobot tongkol panen	0,96**	1,53		1,06
Panjang tongkol	0,63**	0,99		0,69
Diameter tongkol	0,71**	2,55		1,77
Jumlah baris per tongkol	0,31*	0,41		0,28
Jumlah biji per baris	0,72**	2,74		1,91
Hasil biji			1,44	

Tabel 7 menunjukkan bahwa seluruh karakter memiliki korelasi genetik nyata terhadap hasil biji. Sebagian besar karakter yang diamati menunjukkan korelasi positif terhadap hasil biji kecuali umur berbunga jantan, umur berbunga betina dan umur

masak fisiologis. Korelasi positif mengindikasikan bahwa apabila terjadi perubahan pada karakter tersebut akan berbanding lurus dengan perubahan pada hasil biji. Nilai korelasi negatif berarti bahwa jika terjadi perubahan pada karakter tersebut

akan berbanding terbalik dengan perubahan pada hasil biji (Bewick, *et al.* 2003). Nilai korelasi genotipik terhadap hasil biji berkisar dalam kategori rendah sampai sangat kuat. Berdasarkan penggolongan Sugiyono (2017), korelasi sangat kuat terhadap hasil biji terdapat pada karakter bobot tongkol panen. Nilai korelasi rendah terhadap hasil biji terdapat pada karakter umur berbunga betina, umur masak fisiologis dan jumlah baris per tongkol. Musvosvi *et al.* (2018), menyatakan bahwa seleksi hasil biji yang melibatkan karakter yang berkorelasi secara simultan akan memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan seleksi berdasarkan hasil biji saja. Hapsari dan Adie (2010) juga melaporkan bahwa apabila terdapat korelasi yang kuat antara karakter penduga dengan karakter yang dituju maka seleksi akan lebih efektif.

Correlated response (CR) merupakan parameter genetik yang digunakan untuk mengukur besaran pengaruh seleksi tidak langsung melalui karakter sekunder terhadap kemajuan genetik karakter yang dituju. Menurut Hill (2013), besaran dan arah nilai CR suatu karakter sekunder sangat tergantung pada nilai korelasi genotipik karakter tersebut terhadap karakter yang dituju. Nilai CR pada intensitas seleksi 10% berkisar antara 0,36 sampai 12,92. Pada penelitian ini, nilai CR terendah dicapai karakter lebar daun sedangkan untuk nilai tertinggi terdapat tinggi tanaman.

Nilai ERS pada penelitian ini adalah antara 0,25 dan 8,98. Nilai ERS terkecil ditunjukkan oleh karakter umur berbunga

jantan dan tertinggi ditunjukkan karakter tinggi tanaman. Kearsy and Pooni (1996), menegaskan bahwa seleksi tidak langsung akan lebih efektif dilakukan ketika nilai ERS karakter tersebut lebih dari satu. Terdapat sembilan karakter yang memiliki nilai ERS lebih dari satu. Karakter tersebut adalah tinggi tanaman, tinggi tongkol, panjang daun, umur berbungajantan, jumlah tongkol panen, bobot tongkol panen, diameter tongkol dan jumlah biji per baris. Hal ini menunjukkan bahwa seleksi tidak langsung hasil biji melalui karakter tersebut efektif untuk dilakukan. Menurut Ziyomo and Bernardo (2013), efisiensi seleksi tidak langsung akan menjadi lebih tinggi apabila karakter sekunder yang digunakan memiliki nilai heritabilitas yang lebih besar dibandingkan dengan karakter primer serta memiliki korelasi yang kuat dengan karakter primer.

Suatu karakter harus memenuhi beberapa persyaratan yang harus dipenuhi agar dapat digunakan sebagai karakter sekunder pada seleksi tidak langsung. Menurut Bello *et al.* (2012) karakter sekunder yang dapat digunakan sebagai seleksi tidak langsung adalah memiliki heritabilitas tinggi dan memiliki korelasi genetik yang tinggi terhadap hasil biji serta memiliki keragaman yang luas. Pada penelitian ini, diantara sembilan karakter yang menunjukkan nilai ERS lebih dari satu, hanya terdapat tiga karakter yang memiliki nilai heritabilitas dan keragaman tinggi. Ketiga karakter tersebut adalah tinggi tanaman, tinggi tongkol dan diameter tongkol.

Karakter tinggi tanaman dan tinggi tongkol merupakan karakter vegetatif, sedangkan diameter tongkol merupakan karakter generatif. Salah satu kriteria suatu karakter dapat digunakan dalam seleksi tidak langsung adalah pengamatannya mudah, cepat dan murah. Apabila dibandingkan, dari ketiga karakter yang dapat digunakan sebagai karakter sekunder untuk seleksi pada kondisi N rendah, maka dalam prakteknya karakter tinggi tanaman dan tinggi tongkol lebih mudah dan cepat diamati dibandingkan dengan karakter diameter tongkol. Hal ini menunjukkan bahwa karakter tinggi tanaman dan tinggi tongkol dapat digunakan sebagai karakter sekunder untuk seleksi tidak langsung jagung toleran N rendah.

KESIMPULAN

Karakter yang dapat digunakan dalam seleksi tidak langsung jagung toleran N rendah adalah karakter tinggi tanaman dan tinggi tongkol.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajala, S.O., A. B. Olaniyan, M.O. Olayiwola, A.O. Job, 2018. Yield improvement in maize for tolerance to low soil nitrogen. *Plant Breed.* 137, 118–126. <https://doi.org/10.1111/pbr.12568>
- Anbessa, Y., P. Juskiw, A. Good, J. Nyachiro, J. Helm. 2010. Selection efficiency across environments in improvement of barley yield for moderately low nitrogen environments. *Crop Sci.* 50, 451–457. <https://doi.org/10.2135/cropsci2009.02.0058>
- Azrai, M., R. Efendi, Suwarti, R.H. Praptana. 2016. Keragaman Genetik dan Penampilan Jagung Hibrida Silang Puncak pada Kondisi Cekaman Kekeringan. *J. Penelit. Pertan. Tanam. Pangan* 35, 199–208.
- Badan Pusat Statistik, 2020. Analisis Produktivitas Jagung dan Kedelai di Indonesia 2020 (Hasil Survei Ubinan).
- Badu-Apraku, B., R. O.Akinwale, S.O. Ajala, A. Menkir, M. A. B. Fakorede, M. Oyekunle. 2011. Relationships among traits of tropical early maize cultivars in contrasting environments. *Agron. J.* 103, 717–729. <https://doi.org/10.2134/agronj2010.0484>
- Bänziger, M., G. O. Edmeades, D. Beck, M. Bellon. 2000. Breeding for Drought and Nitrogen Stress Tolerance in Maize, From Theory to Practice. CIMMYT, Mexico, D.F.
- Barmawi, M., A. Yushardi, N. Sa'diyah. 2013. Agronomi Kedelai Generasi F2 hasil Persilangan antara Yellow Bean dan Taichung. *J. Agrotek Trop.* 1, 20–24.
- Bello, O.B., S. A. Ige, M. A. Azeez, M. S. Afolabi, S. Y. Abdulmalik, J. Mahamood. 2012. Heritability and Genetic Advance for Grain Yield and its Component Characters in Maize (*Zea Mays* L.). *Int. J. Plant Res.* 2, 138–145. <https://doi.org/10.5923/j.plant.20120205.01>
- Bewick, V., L. Cheek, J. Ball. 2003. Statistics review 7: Correlation and regression.

- Crit. Care 7, 451–459.
<https://doi.org/10.1186/cc2401>
- Falconer, D.S., 1981. Introduction to Quantitative Genetic, 1st ed. New York.
- Fehr, W.R., 1987. Principles of cultivar development, 1st ed. New York.
- Fellahi, Z.E.A., A. Hannachi, H. Bouzerzour. 2018. Analysis of Direct and Indirect Selection and Indices in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Segregating Progeny. *Int. J. Agron.* 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/8312857>
- Hapsari, R.T., 2016. Pendugaan Keragaman Genetik dan Korelasi Antara Komponen Hasil Kacang Hijau Berumur Genjah. *Bul. Plasma Nutfah* 20, 51. <https://doi.org/10.21082/blpn.v20n2.2014.p51-58>
- Hapsari, R.T., M. M. Adie. 2010. Pendugaan Parameter Genetik dan Hubungan Antarkomponen Hasil Kedelai. *J. Penelit. Pertan. Tanam. Pangan* 29, 18–23.
- Herawati, R. Efendi, M. Azrai. 2018. Indeks Toleransi dan Evaluasi Karakter Seleksi Jagung Hibrida pada Pemupukan Nitrogen Rendah. *Penelit. Pertan.* 2, 173–180.
- Hill, W.G., 2013. Correlated Response, in: *Brenner's Encyclopedia of Genetics*. Elsevier, pp. 193–194. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.06288-9>
- Kearsey, M.J., H. S. Pooni. 1996. The Genetical Analysis of Quantitative Traits, 1st ed. Springer US, Birmingham. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-4441-2>
- Lu, Y., Z. Hao, C. Xie, J. Crossa, J. L. Araus, S. Gao, B. S. Vivek, C. Magorokosho, S. Mugo, D. Makumbi, S. Taba, G. Pan, X. Li, T. Rong, S. Zhang, Y. Xu. 2011. Large-scale screening for maize drought resistance using multiple selection criteria evaluated under water-stressed and well-watered environments. *F. Crop. Res.* 124, 37–45. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.06.003>
- Musvosvi, C., P. S. Setimela, M. C. Wali, E. Gasura, B. B. Channappagoudar, S. S.Patil. 2018. Contribution of secondary traits for high grain yield and stability of tropical maize germplasm across drought stress and non-stress conditions. *Agron. J.* 110, 819–832. <https://doi.org/10.2134/agronj2017.04.0199>
- Niji, M.S., R. Ravikesavan, K. N. Ganesan, T. Chitdeshwari. 2018. Genetic variability, heritability and character association studies in sweet corn (*Zea mays* L. *saccharata*). *Electron. J. Plant Breed.* 9, 1038–1044. <https://doi.org/10.5958/0975-928X.2018.00129.1>
- Pinaria, A., A. Baihaki, S. A. Ridwan, A. Darajat. 1995. Variabilitas Genetik dan Heritabilitas Karakter-Karakter Biomasa 53 Genotipe Kedelai. *Zuriat* 6, 88–92.
- Saputri, T.Y., S. Hikam, and, P. B. Tomotiwu, 2013. Pendugaan komponen genetik,

- daya gabung, dan segregasi biji pada jagung manis kuning kisut. *J. Agrotek Trop.* 1, 25–31.
- Singh, R.K., B. D. Chaudhary, 1979. *Biometrical methods in quantitative genetic analysis*. Kalyani Publisher, New Delhi.
- Stansfield, R. 1983. *Genetika*. Terjemahan oleh Mohidin A, Apandi, Lanny T. 1991. Erlangga, Jakarta.
- Sugiyono, 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. IKAPI, Bandung.
- Weber, V.S., A. E. Melchinger, C. Magorokosho, D. Makumbi, M. Bänziger, G. N. Atlin. 2012. Efficiency of managed-stress screening of elite maize hybrids under drought and low nitrogen for yield under rainfed conditions in Southern Africa. *Crop Sci.* 52, 1011–1020.
<https://doi.org/10.2135/cropsci2011.09.0486>
- Yudilastari, T., M. Syukur, D. Sobir. 2018. Pewarisan Karakter Hasil dan Komponen Hasil pada Dua Populasi Persilangan Cabai Rawit Hijau (*Capsicum annum* L.). *J. Agron. Indones.* (Indonesian J. Agron. 46, 283–289.
<https://doi.org/10.24831/jai.v46i3.21534>
- through secondary traits versus genomewide selection. *Crop Sci.* 53, 1269–1275.
<https://doi.org/10.2135/cropsci2012.11.0651>
- Ziyomo, C., R. Bernardo. 2013. Drought tolerance in maize: Indirect selection