

**EFEKTIFITAS PENGGUNAAN BEBERAPA INDEKS TOLERANSI UNTUK MENYELEKSI  
JAGUNG TOLERAN NITROGEN RENDAH**

**EFFECTIVITY OF SEVERAL TOLERANCE INDEXES FOR LOW NITROGEN TOLERANT  
HYBRID MAIZE SELECTION**

Slamet Bambang Priyanto\*, Roy Efendi, Ahmad Muliadi

Pusat Riset Tanaman Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional  
Cibinong Science Center, Jalan Raya Jakarta-Bogor, Cibinong, Bogor 16915

\*Korespondensi: s.bambangpriyanto@gmail.com

Diterima : 13 September 2022 / Disetujui : 12 Desember 2022

**ABSTRAK**

Keakuratan dalam seleksi jagung hibrida toleran N rendah dapat ditingkatkan dengan penggunaan beberapa indeks seleksi secara sekaligus. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi indeks toleransi yang sesuai untuk seleksi jagung hibrida toleran N rendah serta memilih jagung hibrida toleran N rendah. Penelitian dilaksanakan di IP2TP Bajeng Balai Penelitian Tanaman Serealia Kabupaten Gowa bulan April sampai dengan September 2021. Sebanyak 8 hibrida dan 2 varietas pembanding ditanam pada rancangan tersarang tiga ulangan. Genotipe tersarang pada taraf pupuk N. Taraf pupuk N meliputi 100 kg N ha<sup>-1</sup> dan 200 kg N ha<sup>-1</sup>. Indeks toleransi meliputi *Tolerance (TOL)*, *Mean Productivity (MP)*, *Geometric Mean Productivity (GMP)*, *Harmonic Mean (HM)*, *Stress Tolerant Index (STI)*, *Relative Tolerant Index (RTI)*, *Stress Susceptibility Index (SSI)*, *Yield Index (YI)*, *Stress Relative Index (SI)*, *Yield Stability Index (YSI)*, *Stress Susceptibility Percentage Index (SSPI)*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa indeks toleransi menunjukkan bahwa MP, GMP, HM dan STI merupakan yang paling sesuai untuk menyeleksi hibrida toleran N rendah. Hibrida HLN 02 dan HLN 06 merupakan hibrida yang toleran terhadap N rendah, sedangkan Hibrida HLN 03 dan HLN 07 dan ADV 777 termasuk peka. Berdasarkan hasil biji pada pemupukan 100 kg N ha<sup>-1</sup> dan 200 kg N ha<sup>-1</sup> dan indeks toleransi serta analisis kluster.

Kata kunci: Indeks toleransi, jagung hibrida, nitrogen rendah

**ABSTRACT**

Low N tolerant hybrid maize selection accuracy can be increased by using several selection indices simultaneously. This study's objective was to identify the proper tolerance index for

low N tolerant hybrid maize selection and to determine the low N tolerant hybrid maize. The research was conducted at IP2TP Bajeng Indonesian Cereal Crop Institute Gowa Regency from April to September 2021. Eight promising hybrid and two check varieties were planted in a nested design with three replications. The genotypes were nested at the N fertilizer level. The N fertilizer levels were 100 kg N ha<sup>-1</sup> and 200 kg N ha<sup>-1</sup>. The tolerance index used was Tolerance (TOL), Mean Productivity (MP), Geometric Mean Productivity (GMP), Harmonic Mean (HM), Stress Tolerant Index (STI), Relative Tolerant Index (RTI), Stress Susceptibility Index (SSI), Yield Index (YI), Stress Relative Index (SI), Yield Stability Index (YSI), Stress Susceptibility Percentage Index (SSPI). The results showed that tolerance index MP, GMP, HM, and STI were the most suitable for electing low N tolerant hybrids maize. hybrids HLN 02 and HLN 06 were low N tolerant; meanwhile, HLN 03 and HLN 07 and ADV 777 were susceptible based on yields at 100 kg N ha<sup>-1</sup> and 200 kg N ha<sup>-1</sup> fertilization, tolerant indexes, and clustering.

*Keywords: Tolerance index, hybrid maize, low nitrogen.*

## PENDAHULUAN

Nitrogen merupakan hara makro yang paling banyak dibutuhkan oleh tanaman. Kebutuhan hara N pada jagung untuk memperoleh hasil 11-14 t ha<sup>-1</sup> N berkisar 180-250 kg N ha<sup>-1</sup> (Efendi *et al.* 2017 dan Syafruddin, 2015) bahkan 93% berat biji yang dihasilkan jagung dipengaruhi oleh dosis N yang diberikan (Nugroho, 2015). Disebabkan besarnya peran hara N terhadap produksi jagung maka petani umumnya memberikan pupuk urea sebagai sumber hara N dalam jumlah yang lebih besar dibanding hara lainnya (Syafruddin *et al.*, 2013).

Kekurangan unsur hara N pada tanaman jagung berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kekurangan N dapat terjadi dari fase perkecambahan sampai pengisian biji. Ketika tanaman mengalami kekurangan N, fotosintat lebih banyak dialokasikan ke akar dibanding ke bagian batang dan daun, sehingga jumlah dan panjang sel pada zona pembelahan daun dan batang semakin rendah (Mu *et al.*, 2018). Berkurangnya

area daun akan berpengaruh pada laju fotosintesis yang berakibat pada berkurangnya jumlah bahan kering *sink* reproduksi pada saat pembungaan. Hal tersebut akan mengakibatkan penurunan jumlah biji dan hasil biji jagung saat panen (Ma *et al.*, 2015).

Preferensi petani menunjukkan bahwa sebagian besar petani jagung di Indonesia membudidayakan jagung hibrida komersial (Biba, 2016). Penampilan seragam serta daya hasil tinggi dibandingkan jagung komposit menjadi alasan petani dalam pemilihan jenis jagung yang dibudidayakan. Jagung hibrida merupakan jagung yang reponsif terhadap pemupukan. Jagung hibrida akan memiliki hasil tinggi pada kondisi N tinggi namun akan mengalami penurunan hasil jika berada pada kondisi marginal (Duan, 2018). Ajala *et al.* (2019) dan Herawati *et al.* (2018) menyebutkan bahwa kehilangan hasil jagung pada kondisi kekurangan N dapat berkisar antara 10-50% bahkan bisa mencapai 67,13% pada tanaman yang rentan.

Kehilangan hasil yang cukup besar akibat kekurangan N pada tanaman menjadi

perhatian utama dalam pemuliaan tanaman jagung. Seleksi tanaman yang mampu memanfaatkan N tanah dan hara N dari pemberian pupuk menjadi kriteria utama untuk menyeleksi tanaman jagung yang berdaya hasil tinggi pada kondisi pemupukan N rendah (Naghavi *et al.*, 2013). Beberapa macam indeks toleransi cekaman abiotik telah digunakan dalam menyaring tanaman toleran terhadap cekaman. Fischer and Maurer (1978) menggunakan *Stress Susceptibility Index* (SSI) untuk mengukur rasio hasil suatu genotipe pada kondisi optimal dan cekaman. Selain mengemukakan *Tolerance Index* (TOL) untuk menggambarkan penurunan hasil pada kondisi optimal dan kondisi cekaman, Rosielle and Hamblin (1981) juga menggunakan *Mean Productivity Index* (MP) untuk menggambarkan rata-rata produksi pada kedua kondisi. Fernandez (1992) menggunakan *Geometric Mean Productivity* dan *Stress Tolerance Index* (STI) untuk menerangkan performa relatif suatu genotipe pada kondisi cekaman dibandingkan dengan kondisi normal. Khodarahmpour *et al.* (2011) menyebutkan bahwa sampai saat ini belum ada indeks penyaringan yang tepat untuk memilih genotipe untuk yang toleran terhadap kondisi cekaman. Indeks toleransi yang baik merupakan indeks toleransi yang dapat membedakan genotipe pada kondisi optimum dan cekaman serta mempunyai korelasi yang tinggi terhadap hasil biji pada kedua kondisi (Anwar *et al.*, 2011). Indeks toleransi yang baik merupakan indeks yang menunjukkan korelasi yang kuat terhadap hasil biji pada kondisi optimal maupun tercekam. Penggunaan kombinasi indeks dapat memberikan kriteria yang lebih baik untuk meningkatkan ketepatan seleksi toleransi terhadap kondisi cekaman.

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi indeks toleransi yang sesuai untuk seleksi jagung hibrida toleran N rendah serta memilih jagung hibrida toleran N rendah.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di IP2TP Bajeng Balai Penelitian Tanaman Serealia Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan pada bulan April sampai dengan September 2021. Sebanyak 8 calon hibrida toleran N rendah koleksi Balai Penelitian Tanaman Serealia (HLN 01, HLN 02, HLN 03, HLN 04, HLN 05, HLN 06, HLN 07, HLN 08) dan 2 varietas pembanding (ADV 777 dan JH 37) ditanam pada rancangan tersarang. Genotipe tersarang pada taraf pupuk N. Taraf pupuk N yang digunakan adalah 100 kg N ha<sup>-1</sup> dan 200 kg N ha<sup>-1</sup>. Genotipe disusun menurut Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga kali ulangan dalam faktor nitrogen. Varietas ADV 777 merupakan varietas hibrida komersial yang dalam pertumbuhannya membutuhkan banyak N. Varietas JH 37 merupakan varietas yang dilepas oleh Badan Litbang Pertanian yang agak toleran terhadap kondisi kekeringan dan N rendah (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2017).

Plot percobaan berukuran 1,5 m x 5 m, jarak tanam 75 cm x 20 cm. Pemupukan pada perlakuan 100 kg N ha<sup>-1</sup> dilakukan satu kali pada 10 hari setelah tanam (hst) sedangkan pada perlakuan 200 kg N ha<sup>-1</sup> pemupukan dilakukan dua kali yaitu setengah pada umur 10 hst dan setengahnya pada umur 35 hst. Dosis pupuk P dan K masing-masing adalah 60 kg ha<sup>-1</sup> dan diberikan pada 10 hst. Pemeliharaan tanaman antara lain penyiangan, pengairan,

dan pembumbunan dilakukan secara optimal.

Tabel 1. Hasil analisis tanah percobaan

Parameter	Nilai	Harkat
Tekstur		Lempung
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 kimia tanah sebelum penelitian menunjukkan bahwa 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 (Tabel 1).

Variabel yang diamati adalah hasil biji pada kadar air 15% yang dikonversi ke satuan per hektar dengan menggunakan rumus:

Hasil biji (t ha<sup>-1</sup>)

$$\frac{10.000}{LP} \times \frac{100-KA}{85} \times BKB \times R \div 1.000$$

LP = Luas Panen (m<sup>2</sup>)

KA = Kadar Air Saat Panen (%)

BKB = Bobot Kupasan Basah (kg)

R = Rendemen

Data yang diperoleh dilakukan analisis ragam guna mengetahui perbedaan pengaruh nitrogen, hibrida dan interaksi antara hibrida dengan nitrogen terhadap hasil jagung. Jagung hibrida kemudian dikelompokkan berdasarkan hasil bijinya pada kondisi optimal dan cekaman (Fernandez 1992). Indeks toleransi terhadap kondisi N rendah yang digunakan adalah:

1. *Tolerance (TOL)* =  $Y_p - Y_s$  (Rosielle & Hamblin, 1981)
2. *Mean Productivity (MP)* =  $(Y_s + Y_p)/2$  (Rosielle & Hamblin, 1981)
3. *Geometric Mean Productivity (GMP)* =  $\sqrt{Y_s \times Y_p}$  (Fernandez1992).
4. *Harmonic Mean (HM)* =  $\frac{2(Y_s \times Y_p)}{Y_s + Y_p}$
5. *Stress Tolerant Index (STI)* =  $\frac{Y_s \times Y_p}{Y_p^2}$
6. *Relative Tolerant Index (RTI)* =  $\frac{Y_s/Y_p}{\bar{Y}_s/\bar{Y}_p}$
7. *Stress Susceptibility Index (SSI)* =  $\left(1 - \frac{Y_s}{Y_p}\right) / \left(1 - \frac{\bar{Y}_s}{\bar{Y}_p}\right)$  Fischer and Maurer (1978)
8. *Yield Index (YI)* =  $Y_s/\bar{Y}_s$
9. *Stress Relative Index (SI)* =  $\left(Y_s \times \left(\frac{Y_s}{Y_p}\right)\right) / \bar{Y}_s$
10. *Yield Stability Index (YSI)* =  $Y_s/Y_p$
11. *Stress Susceptibility Percentage Index (SSPI)* =  $\left(\frac{Y_p - Y_s}{2 \bar{Y}_p}\right) \times 100\%$

Keterangan:

Ys = Hasil biji dari suatu genotipe pada kondisi N rendah

Yp = Hasil biji dari suatu genotipe pada kondisi N optimum

$\bar{Y}_s$  = Rata-rata hasil biji dari seluruh genotipe pada kondisi N rendah

$\bar{Y}_p$  = Rata-rata hasil biji dari seluruh genotipe pada kondisi N optimum

Setelah nilai indeks toleransi diperoleh, tiap hibrida diberikan peringkat berdasar toleransi hibrida pada tiap indeks toleransi. Untuk indeks TOL, RTI, SSI dan YSI hibrida yang nilai kecil untuk indeks tersebut adalah yang toleran. Sedangkan untuk indeks MP, GMP, HM, STI, YI, SI, SSPI hibrida toleran ditunjukkan oleh nilai indeks yang besar. Setelah masing-masing hibrida diberi peringkat kemudian dicari rata-rata dan standar deviasi peringkatnya untuk menentukan hibrida yang toleran terhadap kondisi N rendah. Naghavi *et al.* (2013) menyebutkan bahwa hibrida dengan jumlah nilai rata-rata peringkat dan standar deviasi terkecil merupakan yang paling toleran.

Analisis kluster dilakukan berdasar hasil pada pada kondisi N normal dan N rendah serta peringkat indeks toleransi yang berkorelasi nyata dengan hasil biji pada kedua kondisi menggunakan jarak *Euclidean* dengan metode *Ward*. Analisis kluster dilakukan dengan *Software* Minitab versi 16.1.1.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Analisis ragam pengaruh kadar nitrogen, hibrida dan interaksi antara hibrida dengan nitrogen terhadap hasil biji ditampilkan pada Tabel 2. Analisis ragam memperlihatkan bahwa terdapat interaksi antara hibrida dan taraf pemupukan N terhadap hasil biji sangat nyata. Hal ini menunjukkan terdapatnya perbedaan peringkat hasil biji masing-masing hibrida pada tiap tingkat pemupukan N. Suatu hibrida dapat memiliki hasil yang tinggi pada satu kadar pemupukan namun

memiliki hasil rendah pada tingkat pemupukan yang lain.

Tabel 2. Analisis ragam variabel hasil biji pada dua tingkat pemupukan N

Sumber Keragaman	Db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Prob F
Nitrogen (N)	1	230,62	230,62	332,51	0,00**
Ulangan/N	4	2,77	0,69		
Hibrida (H)	9	27,14	3,02	1,52	0,27
H x N	9	17,86	1,98	4,39	0,00**
Galat	36	16,27	0,45		
Total	59	294,66			

Keterangan: \*\* = berpengaruh nyata pada P<0.01

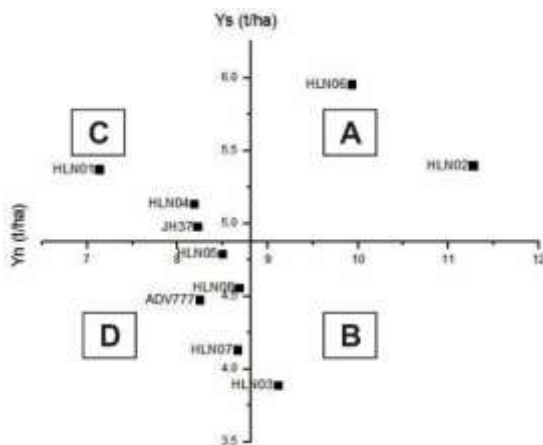
**Hasil hibrida pada kedua tingkat pemupukan**

Berdasarkan hasil pada kondisi optimal dan cekaman, genotipe dibagi menjadi empat. Menurut Fernandez (1992), keempat kelompok tersebut adalah Kelompok A berproduksi tinggi baik pada kondisi optimal dan cekaman. Kelompok B berproduksi relative tinggi hanya dalam kondisi optimum. Kelompok C genotipe yang memiliki produksi relatif tinggi pada kondisi cekaman. Kelompok D memiliki produksi rendah kondisi optimal dan cekaman.

Hibrida yang termasuk dalam kelompok A adalah HLN 02 dan HLN 06. Hibrida HLN 03 merupakan satu-satunya hibrida kelompok B. Hibrida HLN 01, HLN 04 dan JH 37 tercatat sebagai hibrida dalam kelompok C. Selanjutnya hibrida yang termasuk kelompok D adalah HLN 05, HLN 07, HLN 08 dan ADV 777 (Tabel 3).

Hibrida yang termasuk dalam kelompok A merupakan hibrida yang superior karena memiliki hasil yang tinggi baik pada lokasi optimal maupun cekaman. Hibrida ini menunjukkan daya stabilitas yang tinggi Hibrida ini memiliki tingkat toleransi

terhadap kondisi cekaman yang baik. Hibrida yang termasuk dalam kelompok D merupakan hibrida inferior. Hibrida dalam kelompok ini memiliki tingkat toleransi terhadap cekaman yang kurang baik. Hibrida dalam kelompok B hanya cocok ditanam pada lokasi optimal saja. Sedangkan hibrida di kelompok C bersifat spesifik lokasi pada lahan cekaman.



Gambar 1. Pengelompokan hibrida berdasarkan hasil pada kondisi Normal dan N rendah.

Hasil biji pada pemupukan 200 kg N ha<sup>-1</sup> dan 100 kg N ha<sup>-1</sup> serta nilai indeks toleransi hibrida di IP2TP Bajeng disajikan pada Tabel 3. Rata-rata hasil seluruh hibrida pada pemupukan 200 kg N ha<sup>-1</sup> adalah 8,79 t ha<sup>-1</sup>. Hibrida HLN 02 adalah hibrida dengan hasil tertinggi pada pemupukan 200 kg N ha<sup>-1</sup> (11,27 t ha<sup>-1</sup>). Hasil terendah pada pemupukan 100 kg N ha<sup>-1</sup> terdapat pada hibrida HLN 01 (7,13 t ha<sup>-1</sup>). Untuk pemupukan 100 kg N ha<sup>-1</sup> hasil tertinggi dicapai oleh HLN 06 dengan hasil biji 5,96 t ha<sup>-1</sup>. HLN 03 dengan hasil biji 3,89 t ha<sup>-1</sup> adalah yang terendah. Hasil rata-rata pada pemupukan 100 kg N ha<sup>-1</sup> adalah 4,87 t ha<sup>-1</sup>. Penurunan hasil biji tertinggi adalah 5,87 t ha<sup>-1</sup> (HLN 02) dan terendah adalah 1,75 t ha<sup>-1</sup> terdapat pada HLN 01. Persentase penurunan hasil rata-rata adalah 43,96%. Persentase penurunan hasil tertinggi dialami oleh HLN 03 (57,30%) dan terendah pada HLN 01 (24,61%).

Tabel 3. Hasil biji pada pemupukan 200 kg N ha<sup>-1</sup> dan 100 kg N ha<sup>-1</sup> serta nilai indeks toleransi hibrida di IP2TP Bajeng

Hibrida	YN	Ys	TOL	MP	GMP	HM	STI	RTI	SSI	YI	SI	YSI	SSPI
HLN 01	7,13	5,37	1,75	6,25	6,19	6,13	0,50	1,36	0,55	1,10	0,83	0,75	9,98
HLN 02	11,27	5,40	5,87	8,34	7,80	7,30	0,79	0,86	1,17	1,11	0,53	0,48	33,40
HLN 03	9,11	3,89	5,22	6,50	5,95	5,45	0,46	0,77	1,28	0,80	0,34	0,43	29,69
HLN 04	8,18	5,14	3,04	6,66	6,48	6,31	0,54	1,13	0,83	1,05	0,66	0,63	17,32
HLN 05	8,50	4,79	3,70	6,64	6,38	6,13	0,53	1,02	0,98	0,98	0,56	0,56	21,06
HLN 06	9,93	5,96	3,97	7,94	7,69	7,45	0,77	1,08	0,90	1,22	0,73	0,60	22,57
HLN 07	8,66	4,14	4,53	6,40	5,98	5,60	0,46	0,86	1,17	0,85	0,41	0,48	25,74
HLN 08	8,68	4,56	4,12	6,62	6,29	5,98	0,51	0,95	1,06	0,94	0,49	0,53	23,42
ADV 777	8,24	4,48	3,76	6,36	6,07	5,80	0,48	0,98	1,02	0,92	0,50	0,54	21,41
JH 37	8,22	4,98	3,24	6,60	6,40	6,20	0,53	1,09	0,88	1,02	0,62	0,61	18,40

Keterangan: YN= Hasil biji pada pemupukan 200 kg N ha<sup>-1</sup>, Ys= Hasil biji pada pemupukan 100 kg N ha<sup>-1</sup>, TOL = Tolerance, MP = Mean Productivity, GMP = Geometric Mean Productivity, HM = Harmonic Mean, STI = Stress Tolerant Index, RTI = Relative Tolerant Index, SSI = Susceptibility Index, YI = Yield Index, SI = Stress Relative Index, YSI = Yield Stability Index, SSPI = Stress Susceptibility Percentage Index

### Toleransi hibrida terhadap kondisi N Rendah

Sebanyak sebelas indeks toleransi digunakan untuk mengidentifikasi tingkat toleransi hibrida terhadap N rendah. Tabel 3 menunjukkan bahwa hibrida yang paling toleran menurut indeks TOL, SSI dan SI adalah HLN 01. Berdasarkan indeks MP, GMP, STI dan SSPI, hibrida HLN 02 adalah yang paling toleran. Hibrida HLN 03 dikategorikan sebagai paling toleran menurut indeks RTI dan YSI. Sedangkan hibrida yang paling toleran menurut HM dan YI adalah HLN 06.

Terdapat perbedaan tingkat toleransi hibrida pada masing-masing indeks. Suatu hibrida dapat termasuk dalam kategori toleran pada suatu indeks namun termasuk dalam kategori peka untuk indeks lainnya. Sebagai contoh HLN 01 termasuk paling toleran menurut indeks Tol dan SSI namun termasuk peka menurut MP dan GMP, HLN 02 termasuk toleran berdasarkan indeks MP, GMP, STI namun digolongkan peka menurut indeks TOL dan SSI (Tabel 3). Hal tersebut dapat menimbulkan kebingungan dalam penentuan hibrida toleran terhadap

N rendah. Kebimbangan ini dapat dikurangi dengan pemberian peringkat hibrida berdasarkan masing-masing indeks toleransi yang kemudian dirata-rata untuk menentukan tingkat toleransinya (Thiry *et al.* 2016). Hal senada dengan yang telah dilakukan oleh Anwar *et al.* (2011), Moradi *et al.* (2012) pada jagung toleran kekeringan, Priyanto *et al.* (2017) pada jagung toleran N rendah; dan Andayani *et al.* (2019) dalam menentukan toleransi hibrida silang tiga jalur terhadap cekaman naungan

Tabel 4 memperlihatkan bahwa jumlah rata-rata peringkat dan standar deviasi HLN 06 (5,58) adalah yang paling kecil. Hibrida HLN 03 dengan jumlah rata-rata peringkat dan standar deviasi 11,20 adalah yang paling besar. Berdasarkan jumlah rata-rata peringkat dan standar deviasinya hibrida HLN 06 adalah yang paling toleran dan HLN 03 yang paling peka diantara hibrida uji. Varietas pembanding ADV 777 lebih peka terhadap cekaman N rendah dibandingkan pembanding JH 37.

Tabel 4. Peringkat, rata-rata peringkat, standar deviasi, total rata-rata peringkat dengan standar deviasi indeks toleransi hibrida terhadap N rendah di IP2TP Bajeng

Hibrida	YN	Ys	TOL	MP	GMP	HM	STI	RTI	SSI	YI	SI	YSI	SSPI	Rata rata	Stdev	Stdev+ rata-rata
HLN 01	10	3	1	10	7	6	7	10	1	3	1	10	10	5,60	3,84	9,44
HLN 02	1	2	10	1	1	2	1	3	8	2	6	3	1	3,45	3,14	6,60
HLN 03	3	10	9	7	10	10	10	1	10	10	10	1	2	7,27	3,93	11,20
HLN 04	9	4	2	3	3	3	3	9	2	4	3	9	9	4,55	2,91	7,46
HLN 05	6	6	4	4	5	5	5	6	5	6	5	6	7	5,27	0,90	6,18
HLN 06	2	1	6	2	2	1	2	7	4	1	2	7	5	3,55	2,34	5,88
HLN 07	5	9	8	8	9	9	9	2	9	9	9	2	3	7,00	3,03	10,03
HLN 08	4	7	7	5	6	7	6	4	7	7	8	4	4	5,91	1,45	7,36
ADV 777	7	8	5	9	8	8	8	5	6	8	7	5	6	6,82	1,47	8,29
JH 37	8	5	3	6	4	4	4	8	3	5	4	8	8	5,18	1,99	7,17

Keterangan: YN= Hasil biji pada pemupukan 200 kg N ha<sup>-1</sup>, Ys= Hasil biji pada pemupukan 100 kg N ha<sup>-1</sup>, TOL = Tolerance, MP = Mean Productivity, GMP = Geometric Mean Productivity, HM = Harmonic Mean, STI =

*Stress Tolerant Index*, RTI = *Relative Tolerant Index*, SSI = *Susceptibility Index*, YI = *Yield Index*, SI = *Stress Relative Index*, YSI = *Yield Stability Index*, SSPI = *Stress Susceptibility Percentage Index*

### Analisis korelasi dan Analisis kluster

Guna menentukan indeks toleransi yang paling cocok untuk menyeleksi hibrida toleran terhadap N rendah, dihitung nilai

korelasi antara indeks toleransi terhadap hasil biji pada pemupukan 200 kg N ha<sup>-1</sup> dan 100 kg N ha<sup>-1</sup> yang disajikan pada

Tabel 5.

Tabel 5. Nilai korelasi antara indeks toleransi terhadap hasil biji pada pemupukan 200 kg N ha<sup>-1</sup> dan 100 kg N ha<sup>-1</sup>.

	YN	Ys	TOL	MP	GMP	HM	STI	RTI	SSI	YI	SI	YSI
Ys	0,244											
Tol	0,847**	-0,309										
MP	0,903**	0,636*	0,537									
GMP	0,789**	0,787**	0,343	0,976**								
HM	0,644*	0,897**	0,140	0,909**	0,978**							
STI	0,798**	0,778**	0,356	0,979**	0,999**	0,974**						
RTI	-0,603	0,617	-0,929**	-0,207	0,004	0,206	-0,008					
SSI	0,605	-0,614	0,930**	0,210	-0,001	-0,203	0,012	-1,000**				
YI	0,254	1,000**	-0,299	0,644*	0,793**	0,901**	0,785**	0,609	-0,607			
SI	-0,291	0,850**	-0,751*	0,145	0,349	0,530	0,339	0,936**	-0,935**	0,845**		
YSI	-0,597	0,622	-0,926**	-0,199	0,011	0,213	-0,002	0,999**	-1,000**	0,615	0,938**	
SSPI	0,847**	-0,309	1,000**	0,538	0,343	0,141	0,356	-0,929**	0,93**	-0,299	-0,751*	-0,926**

Keterangan: YN= Hasil biji pada pemupukan 200 kg N ha<sup>-1</sup>, Ys= Hasil biji pada pemupukan 100 kg N ha<sup>-1</sup>, TOL = *Tolerance*, MP = *Mean Productivity*, GMP = *Geometric Mean Productivity*, HM = *Harmonic Mean*, STI = *Stress Tolerant Index*, RTI = *Relative Tolerant Index*, SSI = *Susceptibility Index*, YI = *Yield Index*, SI = *Stress Relative Index*, YSI = *Yield Stability Index*, SSPI = *Stress Susceptibility Percentage Index*, \* = berpengaruh nyata pada P<0.05, \*\* = berpengaruh nyata pada P<0.01

Analisis korelasi menunjukkan bahwa indeks toleransi yang memiliki korelasi nyata positif terhadap hasil biji pada pemupukan 200 kg N ha<sup>-1</sup> adalah TOL, MP, GMP, HM, STI dan SSPI. Indeks toleransi MP, GMP, HM, STI, YI, SI menunjukkan korelasi nyata positif dengan hasil biji pada pemupukan 100 kg N ha<sup>-1</sup>. Indeks toleransi yang menunjukkan korelasi nyata terhadap hasil biji pada kedua tingkat pemupukan adalah MP, GMP, HM dan STI (

Tabel 5). Hal ini menunjukkan bahwa indeks toleransi MP, GMP, HM dan STI untuk menyeleksi hibrida toleran N rendah yang memiliki hasil tinggi pada kondisi N optimum maupun N rendah. Hal ini senada dengan penelitian sebelumnya (Lestari *et*

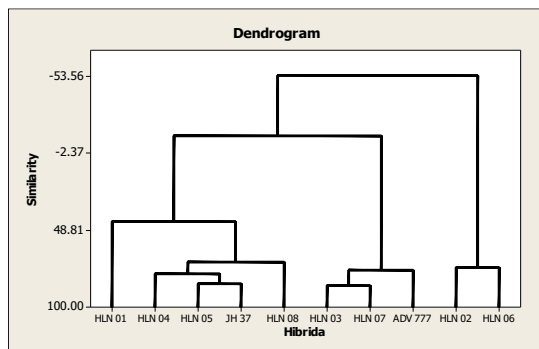
*al.*, 2019; Mohammadi, 2016; Sareen *et al.*, 2012; Thiry *et al.*, 2016).

Analisis kluster berdasarkan peringkat toleransi digunakan untuk mengelompokkan jagung hibrida ke dalam grup toleransi yang jelas. Jolliffe *et al.* (1989) dan Yim & Ramdeen (2015) menyebutkan bahwa hasil analisis kluster yang ditampilkan dalam bentuk dendrogram sangat berguna untuk menggambarkan hubungan antar variabel atau antar varietas. Hasil analisis kluster tersaji pada Gambar 2.

Analisis kluster ini membagi hibrida dalam tiga grup. Grup pertama terdiri dari HLN 02 dan HLN 06. Grup ini terdiri dari hibrida dengan nilai YN, Ys, MP, GMP, HM, STI, tertinggi diantara semua hibrida.



Selanjutnya hibrida yang ada di grup ini dapat digolongkan ke dalam hibrida yang toleran terhadap N rendah. Grup kedua dari dendrogram ini terdiri dari 2 hibrida yaitu HLN 03 dan HLN 07 dan ADV 777. Hibrida yang termasuk dalam grup ini menunjukkan nilai Ys, GMP, HM, STI, SSI yang lebih rendah dibandingkan semua hibrida uji. Hibrida yang termasuk ke dalam grup 2 dapat dikategorikan sebagai hibrida peka terhadap N rendah. Grup ketiga memiliki nilai indeks toleransi menengah dan bisa digolongkan ke dalam hibrida yang agak toleran terhadap N rendah. Hibrida dalam grup ini adalah HLN 01, HLN 04, HLN 05, HLN 08 dan JH 37.



Gambar 2. Dendrogram hibrida berdasarkan peringkat indeks toleransi

## SIMPULAN

Korelasi antara indeks toleransi dengan hasil biji pada kedua tingkat pemupukan N menunjukkan bahwa MP, GMP, HM dan STI merupakan indeks yang paling sesuai untuk menyeleksi hibrida toleran N rendah. Hibrida HLN 02 dan HLN 06 merupakan hibrida yang toleran terhadap N rendah, sedangkan Hibrida HLN 03 dan HLN 07 dan ADV 777 termasuk peka. Berdasarkan hasil biji pada pemupukan 100 kg N ha<sup>-1</sup> dan 200 kg N ha<sup>-1</sup> dan indeks toleransi serta analisis kluster.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Balai Penelitian Tanaman Serealia atas izin yang diberikan serta kepala dan staf IP2TP Bajeng Balai Penelitian Serealia yang telah melaksanakan penelitian dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ajala, S. O., Olayiwola, M. O., Ilesanmi, O. J., Gedil, M., Job, A. O., & Olaniyan, A. B. (2019). Assessment of genetic diversity among low-nitrogen-tolerant early generation maize inbred lines using SNP markers. *South African Journal of Plant and Soil*, 1–8. <https://doi.org/10.1080/02571862.2018.1537010>
- Andayani, N. N., Riadi, M., Effendi, R., & Azrai, M. (2019). Respons genotipe jagung hibrida silang tiga jalur terhadap cekaman intensitas cahaya rendah. *Jurnal Informatika Pertanian*, 28(1), 11–20.
- Anwar, J., Subhani, G. M., Hussain, M., Ahmad, J., Hussain, M., & Munir, M. (2011). Drought tolerance indices and their correlation with yield in exotic wheat genotypes. *Pakistan Journal of Botany*, 43(3), 1527–1530. <https://doi.org/10.1038/ng.3424>
- Biba, M. A. (2016). Preferensi Petani terhadap Jagung Hibrida Berdasarkan Karakter Agronomik, Produktivitas, dan Keuntungan Usahatani. *Penelitian Pertanian*, 35(1), 81–88.
- Duan, P. (2018). Response of maize genotypes with different nitrogen use efficiency to low nitrogen stresses. *Acta Ecologica Sinica*, 39(1), 77–80. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2018>

.05.005

- Efendi, R., Makkulawu, A. T., & Azrai, M. (2017). Daya gabung inbrida jagung toleran cekaman kekeringan dan nitrogen rendah pada pembentukan varietas hibrida. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 1(2), 83–96.
- Fernandez, G. (1992). Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. *Proceeding of International Symposium on Adaptable Vegetables and Other Food Crop in Temperature and Water Stress*, 257–270.
- Fischer, R. A., & Maurer, R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29(5), 897–912. <https://doi.org/10.1071/AR9780897>
- Herawati, Efendi, R., & Azrai, M. (2018). Indeks Toleransi dan Evaluasi Karakter Seleksi Jagung Hibrida pada Pemupukan Nitrogen Rendah. *Penelitian Pertanian*, 2(3), 173–180.
- Jolliffe, I. T., Allen, O. B., & Christie, B. R. (1989). Comparison of variety means using cluster analysis and dendrograms. *Expl Agric*, 25, 259–269.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2017). *SK Pelepasan Jagung Hibrida Varietas JH 37 Balitserealisa*.
- Khodarahmpour, Z., Choukan, R., Bihamta, M. R., & Hervan, E. M. (2011). Determination of the best heat stress tolerance indices in maize (*Zea mays* L.) inbred lines and hybrids under Khuzestan Province conditions. *J. Agr. Sci. Tech*, 13, 111–121.
- Lestari, A. P., Sopandie, D., & Aswidinnoor, H. (2019). Estimation for Stress Tolerance Indices of Rice Genotypes in Low Nitrogen Condition. *The Agricultural Science Society of Thailand*, 52(4), 180–190.
- Ma, Q., Wang, X., Li, H., Li, H., Zhang, F., Rengel, Z., & Shen, J. (2015). Comparing localized application of different N fertilizer species on maize grain yield and agronomic N-use efficiency on a calcareous soil. *Field Crops Research*, 180(3), 72–79. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.05.011>
- Mohammadi, R. (2016). Efficiency of yield-based drought tolerance indices to identify tolerant genotypes in durum wheat. *Euphytica*, 211(1), 71–89. <https://doi.org/10.1007/s10681-016-1727-x>
- Moradi, H., Akbari, G. A., Khorasani, S. K., & Ramshini, H. A. (2012). Evaluation of drought tolerance in corn (*Zea mays* L.) new hybrids with using stress tolerance indices. *European Journal of Sustainable Development*, 1(3), 543–560.
- Mu, X., Chen, Q., Wu, X., Chen, F., Yuan, L., & Mi, G. (2018). Gibberellins synthesis is involved in the reduction of cell flux and elemental growth rate in maize leaf under low nitrogen supply. *Environmental and Experimental Botany*, 150, 198–208. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2018.03.012>
- Naghavi, M. R., Aboughadareh, A. P., & Khalili, M. (2013). Evaluation of drought tolerance Indices for screening some of corn (*Zea mays* L.) cultivars under environmental conditions. *Not Sci Biol*, 5(3), 388–393. [www.notulaebiologicae.ro](http://www.notulaebiologicae.ro)
- Nugroho, W. S. (2015). Penetapan Standar Warna Daun Sebagai Upaya Identifikasi Status Hara ( N ) Tanaman Jagung ( *Zea mays* L .) pada Tanah Regosol. *Planta Tropika Journal of Agro Science*, 3(1), 8–15.

- <https://doi.org/10.18196/pt.2015.034.8-15>
- Priyanto, S. B., Efendi, R., & Azrai, M. (2017). Evaluasi Jagung Hibrida terhadap Defisiensi Nitrogen Berdasarkan 11 Indeks Toleransi. *Prosiding Seminar Nasional PERIPI 2017 Bogor*, 20, 128–136.
- Rosielle, A., & Hamblin, J. (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*, 21, 943–946.  
<https://doi.org/10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x>
- Sareen, S., Tyagi, B. S., & Sharma, I. (2012). Response Estimation of Wheat Synthetic Lines to Terminal Heat Stress Using Stress Indices. *Journal of Agricultural Science*, 4(10), 97–104.  
<https://doi.org/10.5539/jas.v4n10p97>
- Syafruddin. (2015). Manajemen Pemupukan Nitrogen pada Tanaman Jagung. *Jurnal Litbang Pertanian*, 34(3), 105–116.
- <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21082/jp3.v34n3.2015.p105-116>
- Syafruddin, Azrai, M., & Suwarti. (2013). Seleksi genotipe jagung hibrida toleran N rendah. *Buletin Plasma Nutfah*, 19(2), 73–80.
- Thiry, A. A., Dulanto, P. N. C., Reynolds, M. P., & William J. Davies. (2016). How can we improve crop genotypes to increase stress resilience and productivity in a future climate? A new crop screening method based on productivity and resistance to abiotic stress. *Journal of Experimental Botany*, 67(19), 5593–5603.  
<https://doi.org/10.1093/jxb/erw330>
- Yim, O., & Ramdeen, K. T. (2015). Hierarchical Cluster Analysis: Comparison of Three Linkage Measures and Application to Psychological Data. *The Quantitative Methods for Psychology*, 11(1), 8–21.  
<https://doi.org/10.20982/tqmp.11.1.p008>