

## KARAKTER MORFOLOGI BERBAGAI GENOTIP KEDELAI TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN

**Fatichin\*, Anis Octafila, Ponendi Hidayat**

*Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman  
Jl. Dr. Soeparno 73, Purwokerto, 53122*

*e-mail Korespondensi: fatichin@unsoed.ac.id*

### ABSTRAK

*Cekaman kekeringan merupakan kondisi kadar air terbatas yang mengganggu pertumbuhan kedelai. Penelitian bertujuan mengetahui respon morfologi kedelai terhadap kekeringan, menentukan kriteria seleksi serta mendapatkan genotip toleran kekeringan. Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dua faktor dengan tiga ulangan. Faktor pertama yaitu sebelas genotip kedelai (Sembilan galur dan dua varietas). Faktor kedua berupa kekeringan dengan tiga taraf kapasitas lapang (KL); 90% KL, 60% KL, dan 30% KL. Hasil penelitian menunjukkan karakter morfologi yang menunjang toleransi terhadap kekeringan adalah jumlah cabang, jumlah buku utama, buku total, polong isi, polong total, biji utuh, jumlah biji per tanaman, bobot kering tajuk, dan bobot biji utuh. Kriteria seleksi yang efektif adalah produktivitas rata-rata, produktivitas rata-rata geometri, dan indeks toleransi cekaman. Genotip yang toleran adalah G3, G4 dan G10.*

**Kata kunci:** karakter morfologi, toleransi, kedelai, cekaman kekeringan

### ABSTRACT

*Drought stress is a soil water content at minimum conditions disturb soybean growth. The research objectives are to describe morphological responses under drought condition, determine effective selection criteria and select tolerant genotypes. The experiment was conducted at screen house of Agriculture Faculty of Jenderal Soedirman University. The experimental design was a randomized completely block design with two factors and three replications. First factor was eleven soybean genotypes (nine lines and two varieties). Second factor was three levels of drought stress; 90% KL, 60% KL, and 30% KL. The results show morphological characters that support drought tolerance are branch number, major node, total node, fertile pod, total pod, fertile seed number, root dry weight, shoot dry weight, and whole grain weight. The effective selection criteria are Mean Productivity, Geometric Mean Productivity, and Stress Tolerance Index. Tolerant genotypes are line G3, G4, and G10.*

**Keywords:** morphological characters, tolerance, soybean, drought stress

### PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) merupakan salah satu komoditas tanaman pangan yang penting dalam mendukung ketahanan pangan di Indonesia. Permintaan kedelai meningkat pesat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk dan meningkatnya kesadaran pentingnya nilai gizi bagi kesehatan. Kondisi tersebut

---

mendorong pemerintah untuk meningkatkan produksi kedelai dalam negeri melalui strategi peningkatan produktivitas dan perluasan areal tanam terutama melalui pemanfaatan lahan-lahan marginal antara lain pada lahan kering.

Ketersediaan air yang rendah menyebabkan terjadinya cekaman kekeringan dan dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan tanaman kedelai. Cekaman kekeringan merupakan kondisi kadar air tanah yang terbatas untuk pertumbuhan dan produksi tanaman. Cekaman air yang parah menyebabkan penutupan stomata, mengurangi pengambilan karbondioksida dan produksi berat kering. Usaha untuk mengurangi resiko penurunan hasil akibat cekaman kekeringan dapat dilakukan dengan menggunakan genotipe toleran terhadap kekeringan (Hamim, Soepandi, D., 1996). Salah satu metode pemuliaan tanaman untuk mendapatkan suatu genotipe yang diharapkan adalah dengan melakukan seleksi.

Levitt (1980) menyatakan bahwa terdapat tiga mekanisme ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan, yaitu: (a) penghindaran (*avoidance*), ditunjukkan oleh adanya mekanisme yang dapat membantu mengatur status air jaringan tetap tinggi pada kondisi cekaman kekeringan; (b) toleran (*tolerance*), ditunjukkan oleh adanya mekanisme yang mengusahakan tanaman tetap hidup dan berproduksi pada kondisi potensial air jaringan yang rendah; dan (c) lolos (*escape*), ditunjukkan oleh adanya kemampuan tanaman untuk melengkapi siklus hidupnya sebelum kelembaban tanah banyak berkurang.

Peneliti telah menggunakan kriteria seleksi yang berbeda untuk mengevaluasi perbedaan toleransi terhadap cekaman. Beberapa kriteria seleksi telah digunakan adalah SSI (indeks kepekaan tanaman, Fischer dan Maurer, 1978), MP (produktivitas rata-rata, Rosielle dan Hamblin, 1981), TOL (toleransi, Hossain et al., 1990), STI (indeks toleransi cekaman, Fernandez, 1992) dan GMP (produktivitas rata-rata geometri, Fernandez, 1992). Oleh karena itu, perlu dikaji lebih lanjut kriteria seleksi yang paling efektif dalam menyeleksi genotip kedelai toleran kekeringan.

Tujuan penelitian ini, yaitu untuk mengetahui karakter morfologi tanaman yang menunjang toleransi terhadap cekaman kekeringan, mendapatkan genotip kedelai yang toleran terhadap cekaman kekeringan, dan mengetahui kriteria seleksi yang efektif untuk menyeleksi tanaman toleran cekaman kekeringan.

---

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan pada bulan april sampai Juli di rumah plastik, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sembilan galur kedelai dan dua varietas, yaitu Slamet dan Grobogan, tanah, Decis, pupuk Urea, SP-36, dan KCl. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi, polibag, alat penyiraman, kertas label, pita, *handcounter*, timbangan pegas, timbangan analitik, gelas ukur, penggaris, dan alat tulis.

### Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor. Faktor pertama yaitu sebelas genotip kedelai (G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8, G9, G10 (Slamet), dan G11 (Grobogan)). Faktor kedua adalah cekaman kekeringan dengan tiga taraf, yaitu 90% kapasitas lapang (90% KL), 60% KL, dan 30% KL dengan tiga ulangan. Kriteria seleksi yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu SSI (indeks kepekaan tanaman), MP (produktivitas rata-rata), TOL (toleransi), STI (indeks toleransi cekaman) dan GMP (produktivitas rata-rata geometri). Penghitungan keempat karakter tersebut menggunakan rumus sebagai berikut:

- 1) SSI dihitung menggunakan rumus (Fischer dan Maurer, 1978):

$$SSI = \left( 1 - \frac{Y_s}{Y_p} \right) / SI; \text{ dimana, } Stress\ Intensity\ (SI) = 1 - \frac{\bar{Y}_s}{\bar{Y}_p}$$

- 2) MP dihitung menggunakan rumus (Rosielle dan Hamblin, 1981):

$$MP = \frac{(Y_p + Y_s)}{2}$$

- 3) TOL dihitung menggunakan rumus (Hossain et al., 1990) :

$$TOL = Y_p - Y_s$$

- 4) STI dihitung menggunakan rumus (Fernandez, 1992) :

$$STI = \left( \frac{Y_p}{\bar{Y}_p} \right) \left( \frac{Y_s}{\bar{Y}_s} \right) \left( \frac{\bar{Y}_s}{\bar{Y}_p} \right) = \frac{(Y_p)(Y_s)}{(\bar{Y}_p)^2}$$


---

5) GMP dihitung menggunakan rumus (Fernandez, 1992)

$$GMP = (Yp \times Ys)^{0.5}$$

dimana,  $Yp$  = hasil pada kondisi normal

$Ys$  = hasil pada kondisi tercekam

$SI$  = intensitas cekaman

$\bar{Yp}$  = rata-rata hasil pada kondisi normal

$\bar{Ys}$  = rata-rata hasil pada kondisi tercekam

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penampilan Genotip Kedelai terhadap Cekaman Kekeringan

Tabel 1. Penampilan genotip kedelai dengan tiga taraf cekaman kekeringan pada karakter bobot biji per tanaman

| Genotip | 90% KL     | 60% KL       | 30% KL   |
|---------|------------|--------------|----------|
| G1      | 11.59 bc A | 10.73 abc AB | 5.63 a B |
| G2      | 9.80 bc A  | 9.75 abc A   | 5.87 a A |
| G3      | 12.70 bc A | 14.87 ab A   | 6.33 a B |
| G4      | 14.18 b A  | 13.27 abc AB | 8.16 a B |
| G5      | 7.20 c A   | 8.93 c A     | 5.48 a A |
| G6      | 9.63 bc A  | 8.81 c A     | 5.63 a A |
| G7      | 7.93 c A   | 8.86 c A     | 4.73 a A |
| G8      | 7.07 c A   | 9.20 bc A    | 6.40 a A |
| G9      | 8.87 bc A  | 10.20 abc A  | 5.37 a A |
| G10     | 25.49 a A  | 15.37 a B    | 7.41 a C |
| G11     | 13.84 b A  | 7.59 c B     | 5.53 a B |

Keterangan :

1. Angka yang diikuti huruf non kapital pada kolom yang sama (pemberian air) tidak berbeda nyata pada uji DMRT dengan taraf kepercayaan 95%
2. Angka yang diikuti huruf kapital yang sama pada baris yang sama (genotip) tidak berbeda nyata pada uji DMRT dengan taraf kepercayaan 95%

Tabel 1 menunjukkan bahwa semua genotip memperlihatkan penurunan kecuali genotip G2, G5, G6, G7, G8, dan G9. Pada kondisi cekaman 60% KL, genotip G1, G2, G3, G4, G9, dan G10 merupakan genotip yang memiliki performa lebih baik dibandingkan dengan genotip lainnya. Hal ini dapat dilihat pada nilai bobot biji per tanaman yang lebih besar dibandingkan genotip lainnya. Bobot biji memiliki korelasi positif dengan variabel bobot kering tajuk, polong total, polong isi, jumlah biji per tanaman, jumlah biji utuh, dan bobot biji utuh (Gambar 5, 6, 7, 8, 9, dan 10).

### Keeratan Hubungan Antara Karakter Morfologi dan Bobot Biji Per Tanaman

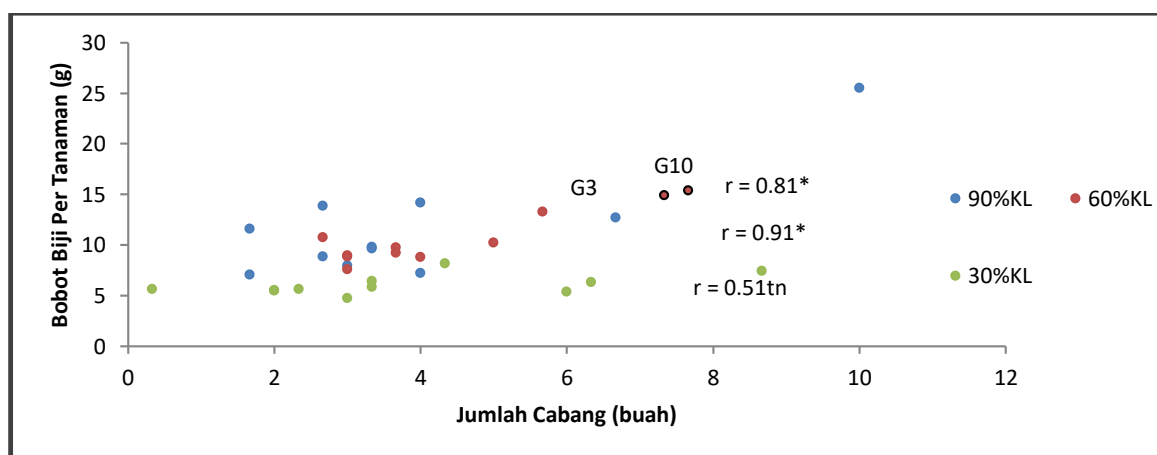
Korelasi menunjukkan keeratan hubungan antara dua karakter yang berbeda. Nilai koefisien korelasi yang menunjukkan adanya keeratan hubungan antara karakter morfologi dengan hasil dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Koefisien korelasi antara karakter morfologi dengan bobot biji per tanaman (gram)

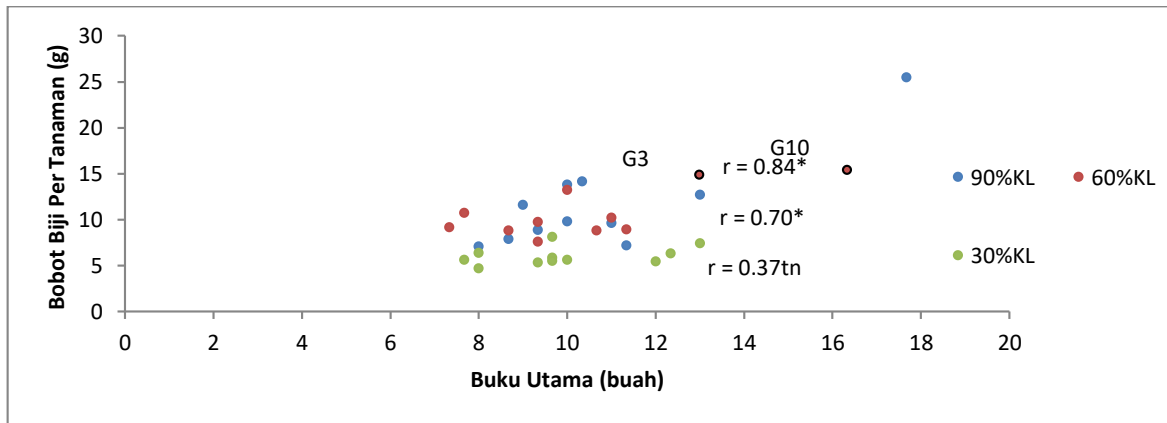
| No. | Karakter Morfologi             | Koefisien Korelasi |         |         |
|-----|--------------------------------|--------------------|---------|---------|
|     |                                | 90% KL             | 60%KL   | 30% KL  |
| 1   | Tinggi tanaman (cm)            | 0.79*              | 0.37tn  | 0.02tn  |
| 2   | Jumlah cabang (buah)           | 0.81*              | 0.91*   | 0.51tn  |
| 3   | Buku utama (buah)              | 0.84*              | 0.70*   | 0.37tn  |
| 4   | Buku total (buah)              | 0.89*              | 0.84*   | 0.53tn  |
| 5   | Panjang akar (cm)              | -0.43tn            | 0.13tn  | -0.35tn |
| 6   | Volume akar (ml)               | -0.57tn            | -0.27tn | -0.18tn |
| 7   | Bobot kering akar (gram)       | 0.74*              | 0.66*   | 0.44tn  |
| 8   | Bobot kering tajuk (gram)      | 0.95*              | 0.67*   | 0.56tn  |
| 9   | Polong total (buah)            | 0.89*              | 0.84*   | 0.51tn  |
| 10  | Polong isi (buah)              | 0.90*              | 0.88*   | 0.60tn  |
| 11  | Jumlah biji per tanaman (biji) | 0.90*              | 0.87*   | 0.55tn  |
| 12  | Jumlah biji utuh (biji)        | 0.94*              | 0.90*   | 0.73*   |
| 13  | Bobot biji utuh (gram)         | 0.99*              | 0.97*   | 0.93*   |
| 14  | Bobot biji keriput (gram)      | -0.28tn            | -0.39tn | -0.13tn |
| 15  | Bobot 100 biji (gram)          | -0.21tn            | -0.55tn | -0.06tn |

Keterangan : \* = nyata; tn = tidak nyata, pada taraf kepercayaan 95%

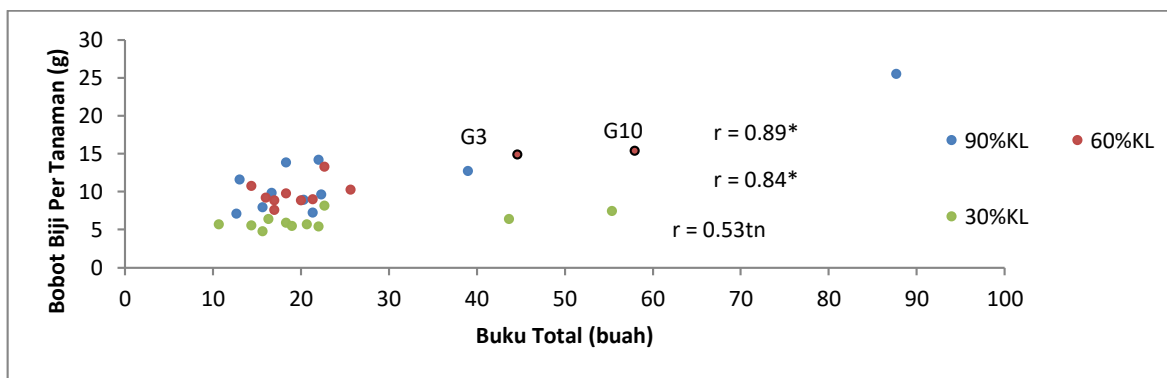
Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil analisis korelasi antara karakter morfologi dan bobot biji per tanaman terdapat beberapa karakter morfologi yang memiliki korelasi positif nyata, yaitu jumlah cabang, jumlah buku utama, jumlah buku total, polong isi, polong total, jumlah biji utuh, jumlah biji per tanaman, bobot kering akar, bobot kering tajuk, dan bobot biji utuh. Ini menunjukkan hubungan searah, artinya bahwa peningkatan karakter tersebut akan meningkatkan bobot biji per tanaman.



Gambar 1. Distribusi sebaran genotip untuk jumlah cabang dan bobot biji pertanaman.

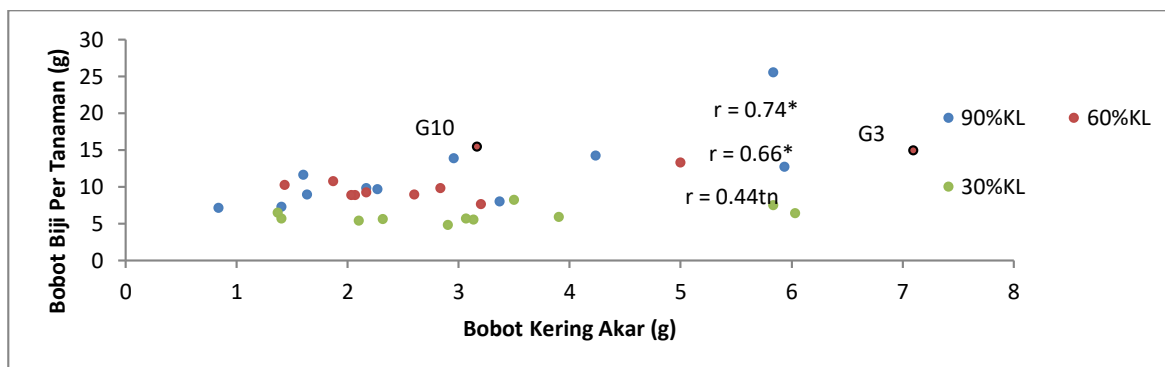


Gambar 2. Distribusi sebaran genotip untuk buku utama dan bobot biji per tanaman.



Gambar 3. Distribusi sebaran genotip untuk buku total dan bobot biji per tanaman.

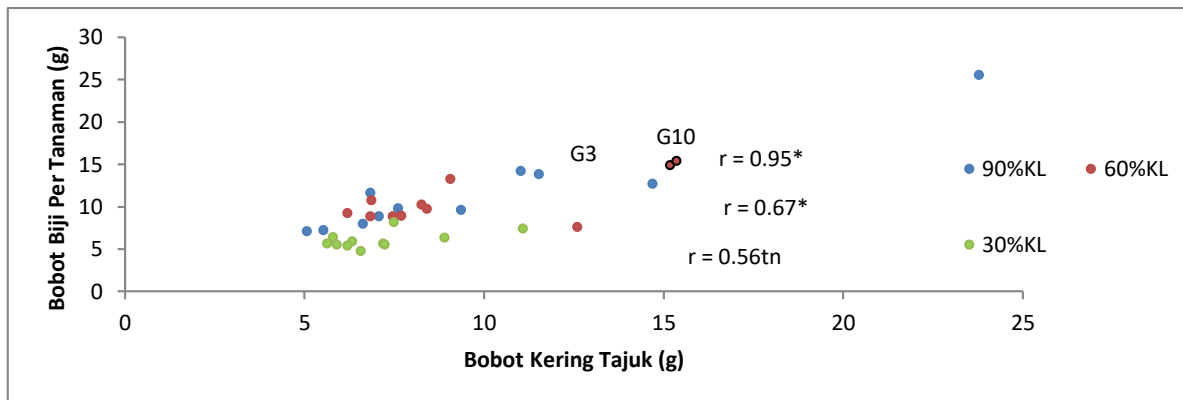
Gambar 1, 2, dan 3 menunjukkan bahwa genotip G3 dan G10 memiliki bobot biji per tanaman tinggi ditunjang oleh jumlah cabang, buku utama, dan buku total yang lebih banyak dibandingkan genotip lainnya pada kondisi cekaman 60% KL.



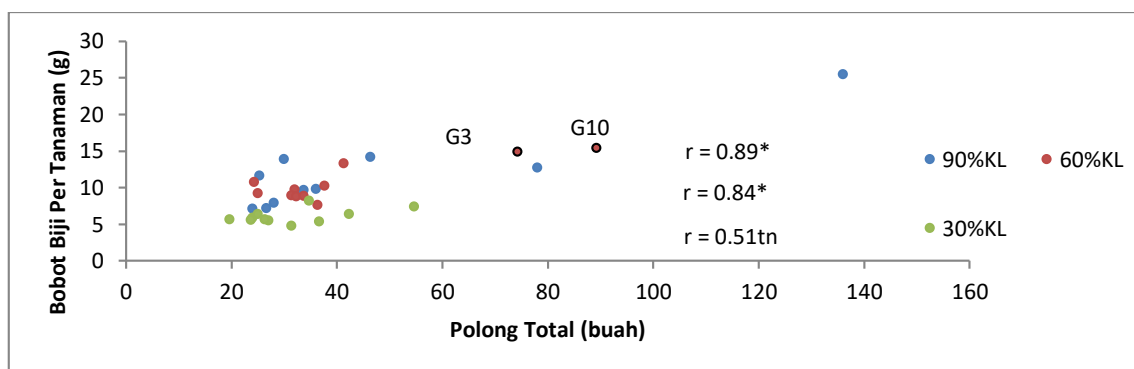
Gambar 4. Distribusi sebaran genotip untuk bobot kering akar dan bobot biji per tanaman.

Gambar 4, menunjukkan bahwa pada kondisi cekaman 60% KL genotip G10 memiliki bobot biji per tanaman tinggi meskipun bobot kering akarnya lebih rendah

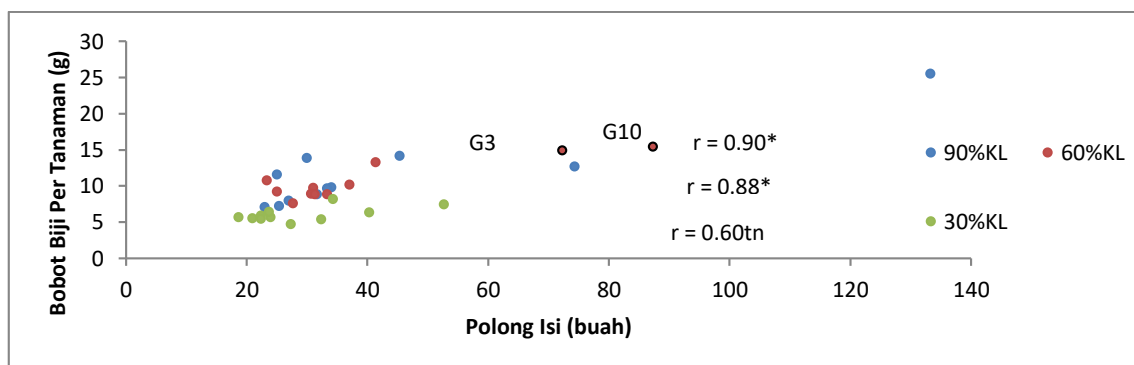
dibandingkan genotip lainnya. Sedangkan genotip G3 memiliki bobot biji per tanaman lebih rendah dan bobot kering akar lebih tinggi dibandingkan genotip lainnya. Oleh karena itu bobot kering akar tidak dapat dijadikan sebagai karakter penunjang toleransi terhadap cekaman kekeringan.



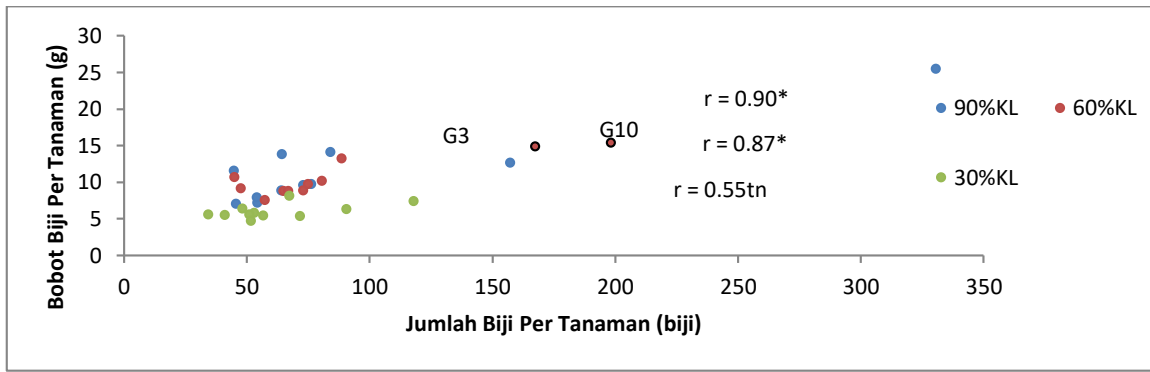
Gambar 5. Distribusi sebaran genotip untuk bobot kering tajuk dan bobot biji per tanaman.



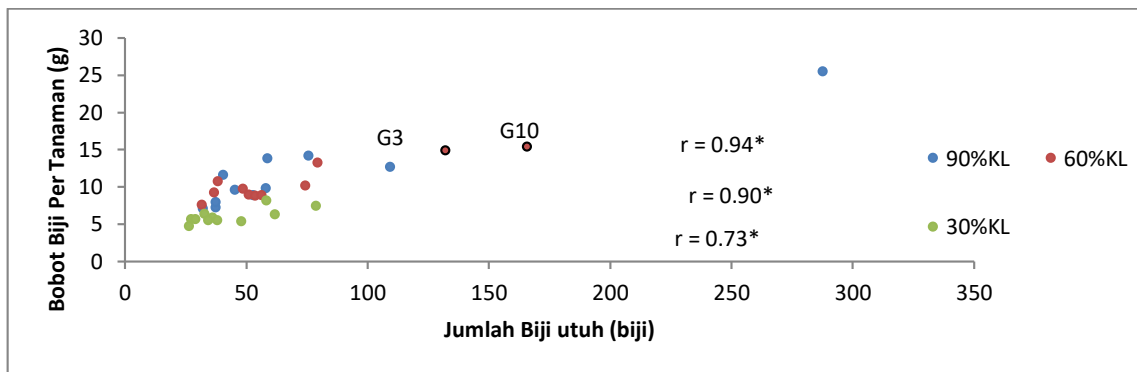
Gambar 6. Distribusi sebaran genotip untuk polong total dan bobot biji per tanaman.



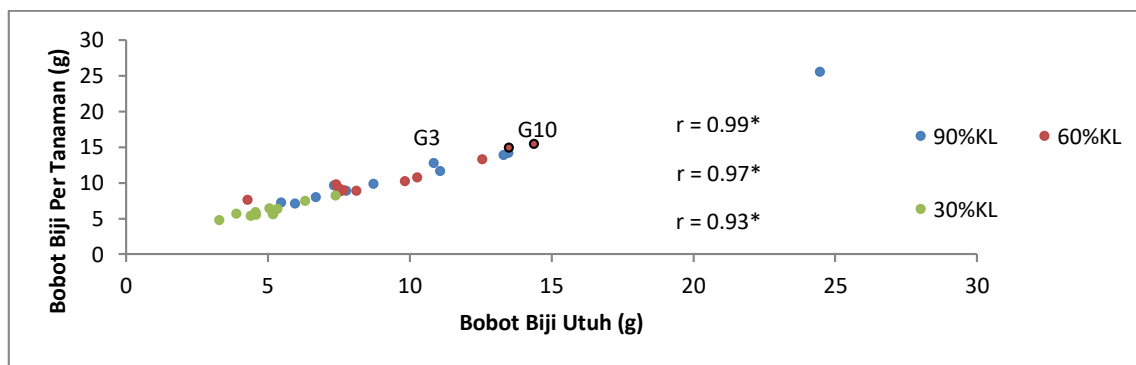
Gambar 7. Distribusi sebaran genotip untuk polong isi dan bobot biji per tanaman.



Gambar 8. Distribusi sebaran genotip untuk jumlah biji per tanaman dan bobot biji per tanaman.



Gambar 9. Distribusi sebaran genotip untuk jumlah biji utuh dan bobot biji per tanaman.



Gambar 10. Distribusi sebaran genotip untuk bobot biji utuh dan bobot biji per tanaman.

Gambar 5, 6, 7, 8, 9, dan 10 menunjukkan bahwa pada kondisi cekaman 60% KL, genotip G3 dan G10 memiliki bobot biji per tanaman tinggi ditunjang oleh bobot kering tajuk, polong total, polong isi, jumlah biji per tanaman, jumlah biji utuh, dan bobot biji utuh yang lebih tinggi dibandingkan genotip lainnya.

Dengan demikian, karakter morfologi yang menunjang toleransi tanaman kedelai terhadap cekaman kekeringan pada genotip G3 dan G10 pada kondisi cekaman 60% KL adalah jumlah cabang, jumlah buku utama, jumlah buku total,

polong isi, polong total, jumlah biji utuh, jumlah biji per tanaman, bobot kering tajuk, dan bobot biji utuh yang relatif lebih baik (banyak) dibandingkan genotip lainnya.

### Kriteria Seleksi untuk Menentukan Toleransi Cekaman Kekeringan pada Tanaman Kedelai

Berdasarkan hasil kriteria seleksi pada kondisi cekaman 60% KL dan 30% KL (Tabel 3 dan 4), genotip yang memiliki nilai STI tertinggi yaitu genotip G3, G4, dan G10. Sementara genotip G5 dan G8 memiliki nilai STI terendah. MP dan GMP tertinggi ditunjukkan oleh genotip G3, G4, dan G10. Sedangkan genotip G5 dan G8 mempunyai nilai MP dan GMP terendah.

Tabel 3. Kriteria seleksi pada kondisi cekaman 60% KL

| Genotip        | Yp    | Ys    | MP           | TOL          | GMP          | SSI         | STI         |
|----------------|-------|-------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| G1 (T-1)       | 11.59 | 10.73 | 11.16        | 0.86         | 11.16        | 0.89        | 0.91        |
| G2 (Pias-2)    | 9.80  | 9.75  | 9.77         | 0.05         | 9.77         | 0.07        | 0.70        |
| G3 (P-3)       | 12.70 | 14.87 | <b>13.78</b> | -2.17        | <b>13.74</b> | -2.05       | <b>1.39</b> |
| G4 (A301)      | 14.18 | 13.27 | <b>13.72</b> | 0.91         | <b>13.72</b> | 0.77        | <b>1.38</b> |
| G5 (T55)       | 7.20  | 8.93  | 8.07         | -1.73        | 8.02         | -2.88       | 0.47        |
| G6 (Pias-10)   | 9.63  | 8.81  | 9.22         | 0.82         | 9.21         | 1.01        | 0.62        |
| G7 (Pias-7)    | 7.93  | 8.86  | 8.39         | -0.93        | 8.38         | -1.40       | 0.52        |
| G8 (B9)        | 7.07  | 9.20  | 8.13         | -2.13        | 8.06         | -3.61       | 0.48        |
| G9 (T145)      | 8.87  | 10.20 | 9.53         | -1.33        | 9.51         | -1.80       | 0.66        |
| G10 (Slamet)   | 25.49 | 15.37 | <b>20.43</b> | <b>10.13</b> | <b>19.79</b> | <b>4.75</b> | <b>2.88</b> |
| G11 (Grobogan) | 13.84 | 7.59  | 10.71        | <b>6.25</b>  | 10.25        | <b>5.41</b> | 0.77        |

Keterangan: Yp = bobot biji pada kondisi optimal; Ys = bobot biji pada kondisi cekaman; MP = produktivitas rata-rata; GMP = geometrik produktivitas rata-rata; TOL = Toleran; SSI = indeks kepekaan cekaman; STI = indeks toleransi cekaman

Tabel 4. Kriteria seleksi pada kondisi cekaman 30% KL

| Genotip        | Yp           | Ys          | MP           | TOL          | GMP          | SSI         | STI         |
|----------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| G1 (T-1)       | 11.59        | 5.63        | 8.61         | 5.96         | 8.08         | 1.07        | 0.48        |
| G2 (Pias-2)    | 9.80         | 5.87        | 7.83         | 3.93         | 7.58         | 0.83        | 0.42        |
| G3 (P-3)       | 12.70        | 6.33        | 9.52         | 6.36         | 8.97         | 1.04        | 0.59        |
| G4 (A301)      | <b>14.18</b> | <b>8.16</b> | <b>11.17</b> | 6.02         | <b>10.75</b> | 0.88        | <b>0.85</b> |
| G5 (T55)       | 7.20         | 5.48        | 6.34         | 1.72         | 6.28         | 0.50        | 0.29        |
| G6 (Pias-10)   | 9.63         | 5.63        | 7.63         | 4.00         | 7.36         | 0.86        | 0.40        |
| G7 (Pias-7)    | 7.93         | 4.73        | 6.33         | 3.20         | 6.13         | 0.84        | 0.28        |
| G8 (B9)        | 7.07         | 6.40        | 6.73         | 0.67         | 6.73         | 0.20        | 0.33        |
| G9 (T145)      | 8.87         | 5.37        | 7.12         | 3.50         | 6.90         | 0.82        | 0.35        |
| G10 (Slamet)   | <b>25.49</b> | <b>7.41</b> | <b>16.45</b> | <b>18.08</b> | <b>13.75</b> | <b>1.47</b> | <b>1.39</b> |
| G11 (Grobogan) | 13.84        | 5.53        | 9.69         | <b>8.31</b>  | 8.75         | <b>1.25</b> | 0.56        |

Keterangan: Yp = bobot biji pada kondisi optimal; Ys = bobot biji pada kondisi cekaman; MP = produktivitas rata-rata; GMP = geometrik produktivitas rata-rata; TOL = Toleran; SSI = indeks kepekaan cekaman; STI = indeks toleransi cekaman

Nilai SSI dan TOL tertinggi, yaitu pada genotip G10 dan G11. Sedangkan nilai SSI dan TOL terendah adalah genotip G5 dan G8.

Tabel 5. Koefisien korelasi antara bobot biji per tanaman (Ys) dengan kriteria seleksi pada kondisi 60% KL

| Kriteria Seleksi | Nilai Korelasi (Ys) |
|------------------|---------------------|
| MP               | 0.863*              |
| TOL              | 0.280tn             |
| GMP              | 0.882*              |
| SSI              | 0.142tn             |
| STI              | 0.852*              |

Keterangan: \* = nyata; tn = tidak nyata, pada taraf kepercayaan 95%

Tabel 6. Koefisien korelasi antara bobot biji per tanaman (Ys) dengan indeks toleransi cekaman kekeringan pada 30% KL

| Kriteria Seleksi | Nilai Korelasi (Ys) |
|------------------|---------------------|
| MP               | 0.723*              |
| TOL              | 0.492tn             |
| GMP              | 0.792*              |
| SSI              | 0.203tn             |
| STI              | 0.767*              |

Keterangan: \* = nyata; tn = tidak nyata, pada taraf kepercayaan 95%

Koefisien korelasi antara bobot biji per tanaman kondisi cekaman dengan kriteria seleksi pada kondisi cekaman 60% KL dan 30% KL menunjukkan bahwa MP, GMP, dan STI mempunyai korelasi positif nyata dengan bobot biji per tanaman pada kondisi cekaman. Berdasarkan hasil tersebut, kriteria seleksi yang efektif digunakan untuk menentukan toleransi terhadap cekaman kekeringan pada tanaman kedelai adalah MP, GMP, dan STI. Selanjutnya, berdasarkan kriteria seleksi (MP, GMP, dan STI), genotip yang toleran adalah G3, G4 dan G10.

### SIMPULAN

1. Genotip yang toleran terhadap cekaman kekeringan pada kondisi 60% KL adalah G3 dan G10.
2. Karakter morfologi yang menunjang toleransi terhadap cekaman kekeringan pada genotip G3 dan G10 pada kondisi cekaman 60% KL adalah jumlah cabang, jumlah buku utama, jumlah buku total, polong isi, polong total, jumlah biji utuh, jumlah biji per tanaman, bobot kering tajuk, dan bobot biji utuh.
3. Kriteria seleksi yang efektif digunakan untuk menentukan toleransi tanaman kedelai terhadap cekaman kekeringan adalah produktivitas rata-rata, geometric produktivitas rata-rata dan indeks toleransi cekaman.
4. Berdasarkan kriteria seleksi (MP, GMP, dan STI), diperoleh genotip kedelai yang toleran terhadap cekaman kekeringan adalah G3, G4 dan G10.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abayomi, Y.A. 2002. *Sugarbeet Leaf Growth and Yield Response to Soil Water Deficit*. African Crop Science Journal 10(1).
- Adisarwanto, 2007. *Kedelai*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Aminudin A. 2013. *Pertumbuhan Hasil Beberapa Genotip Padi Hibrida di Dua Lokasi dengan Ketinggian Tempat yang Berbeda*. Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Asadi, B., D.M. Arsyad, H. Zahara, Darmijati. 1997. *Pemuliaan kedelai untuk toleran naungan*. Buletin Agrobio 1:15-20.
- Borges, R. 2005. *Crops-Soybean*. www.blackwell.com. (on-line). Diakses 24 Maret 2015.
- Departemen Pertanian. 1983. *Pedoman Bercocok Tanam Padi, Palawija dan Sayur-sayuran*. Satuan Pengendali Bimas. Jakarta
- Fernandez, G. C. J. (1992). *Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress*, Chapter 25, Taiwan.
- Fischer, R. A., & Maurer, R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29, 897-912. <http://dx.doi.org/10.1071/AR9780897>
- Gardner, F.P., R.B. Pearce, R.L. Mitchel. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Penerbit UI Press, Jakarta. 428p.
- Hamim, Soepandi, D., dan Yusuf M., 1996. *Beberapa karakteristik morfologi kedelai toleran dan peka terhadap cekaman kekeringan*. Hayati 3:30-34
- Hossain, A.B.S., A.G. Sears, T.S. Cox, G.M. Paulsen, 1990. *Desiccation Tolerance And Its Relationship To Assimilate Partitioning In Winter Wheat*. Crop Sci, 30, 622-627.
- Kasper, T.C., Taylor, H.M. & Shibles, R.C. 1984. *Tap root elongation rates of soybean cultivars in the glasshouse and their relation to field rooting depth*. Crop Sci., 24:916-920.
- Khalili, Marouf. 2012. *Evaluating of Drought Stress Tolerance Based on Selection Indices In Spring Canola Cultivar (Brassica napus L.)*. Thesis. Payame Noor University. Iran.
- Kisman. 2010. *Karakter Morfologi Sebagai Penciri Adaptasi Kedelai Terhadap Cekaman Kekeringan*. Universitas Mataram. Nusa Tenggara Barat.
- Levitt, J. 1980. *Responses of Plants to Environmental Stresses*. Vol. II : Water, Radiation, Salt, and Other Stresses. Academic Press. New York. 607 p.
-

- Mevlüt, A., & Sait, Ç. ( 2011). Evaluation of drought tolerance indices for selection of Turkish oat (*Avena sativa* L.) landraces under various environmental conditions. *Zemdirbyste Agricul*, 98 (2), 157-166.
- Mitra J. 2001. *Genetics and genetic improvement of drought resistance in crops plants*. Current Sci, 80:758-762
- Nurmalasari, Intan Rohma. 2015. *Kajian Ketahanan Terhadap Cekaman Air pada Padi Hitam dan Padi Merah*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Rosenzweig, V.E., D.V. Goloenko, O.G. Davydenko, and O.V. Shablinskaya. 2003. *Breeding strategies for early soybeans in Belarus*. Plant Breed. 122(5):456 - 458.
- Rosielle, A.A., J. Hamblin, 1981. *Theoretical Aspects Of Selection For Yield In Stress And Non-Stress Environment*. Crop Sci, 21, 943-946.
- Sopiyudin, M. Dahlan. 2013. *Statistik Untuk Kedokteran Dan Kesehatan*. Edisi 5. Salemba Medika. Jakarta.
- Sudjana. 1992. *Metode Statistik*. Tarsito. Bandung
- Suhartina dan A. Nur. 2005. *Evaluasi galur-galur harapan kedelai hitam toleran terhadap kekeringan. Laporan Akhir Tahun: Hasil Penelitian Komponen Teknologi Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Tahun 2005*. Balai Penelitian Tanaman Kacang- Kacangan dan Umbi-umbian Malang.
- Suhartina dan Suyamto. 2005. *Evaluasi galur kedelai untuk toleran kekeringan dan berbiji besar. Laporan Akhir Tahun: Hasil Penelitian Komponen Teknologi Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Tahun 2004*. Buku II. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-umbian Malang.
- Yasemin. 2005. *The Effect of Drought on Plant and Tolerance Mechanisms*. G.U. J. of Science 18(4) : 723 – 740.
-