

BENTUK DAUN DAN TINGKAT PRODUKTIVITASNYA PADA KACANG TUNGGAK (*Vigna unguiculata* L.)

LEAF SHAPES AND ITS PRODUCTIVITY ON COWPEA (*Vigna unguiculata* L.)

Siti Muzaiyanah*, Trustinah Trustina, dan Jerry Wungkana

Badan Riset dan Inovasi Nasional, Indonesia

* Corresponding Author. E-mail address: muzayahanid@yahoo.com

**PERKEMBANGAN
ARTIKEL:**

Diterima: 8 Desember 2022
Direvisi: 13 Januari 2023
Disetujui: 16 Oktober 2023

KEYWORDS:
*Cowpea, leaf shape,
productivity, seed weight*

ABSTRACT

The productivity of cowpea was determined by the process of photosynthesis in the leaves of the plant and the amount of photosynthate produced. As the main part, leaves are the most important part in plant for increasing productivity. Cowpea has various leaf shapes, including triangular, arrow trullate, medium trullate, ovate and hastate-lanceolate. This research was conducted to determine the effect of leaf shape on cowpea productivity. The experiment was arranged using a one-factor randomized block design with leaf shape as the treatment and repeated six times. There were four types of leaf shapes tested, namely: ovate represented by KT 4 variety, lanceolate represented by KT 5 variety, narrow trullate represented by KT5/1716 (F1) line, and wide trullate represented by the KT4/KT5 (F1) lines. The type of cowpea leaf shape affected the seed weight per plant. The lanceolate shape (4.7 g/tn) was the highest weight off all types, then followed by ovate (4.4 g/tn) and narrow trullate (3.7 g/tn), and wide trullate (3.1 g/tn) respectively. The shape of trullate leaves tend to have lower seed weight than the ovate and lanceolate leaf shapes.

ABSTRAK

KATA KUNCI:
Bentuk daun, bobot biji,
kacang tunggak,
produktivitas

Tingkat produktivitas kacang tunggak ditentukan oleh proses fotosintesis pada daun tanaman dan fotosintat yang dihasilkannya. Sebagai organ tanaman yang utama dan merupakan *source*, daun menjadi bagian yang paling penting dalam meningkatkan produktivitas tanaman. Kacang tunggak mempunyai macam bentuk daun antara lain: segitiga, *trullate* sempit, *trullate* sedang, bulat telur (*ovate*) dan hastate-lanset Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh bentuk daun terhadap produktivitas kacang tunggak. Percobaan disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok satu faktor dengan bentuk daun sebagai perlakuan dan diulang sebanyak enam kali. Bentuk daun yang diuji ada empat macam, yaitu: Bentuk ovate/bulat telur, yang diwakili oleh varietas KT 4, bentuk lanset yang diwakili oleh varietas KT 5, bentuk *trullate* sempit yang diwakili oleh galur KT5/1716 (F1), dan bentuk *trullate* lebar yang diwakili oleh galur KT4/KT5 (F1). Tipe bentuk daun kacang tunggak mempengaruhi bobot biji per tanaman. Bentuk daun kacang tunggak berpengaruh terhadap bobot biji per tanaman. Tipe lanset mempunyai bobot paling tinggi, yaitu sekitar 4,7 g/tn; diikuti ovate (4,4 g/tn), *trullate* sempit (3,7 g/tn) dan *trullate* lebar (3,1 g/tn). Bentuk daun *trullate* cenderung mempunyai bobot biji lebih rendah dibandingkan bentuk daun ovate dan lanset.

1. PENDAHULUAN

Kacang tunggak merupakan tanaman kacang-kacangan minor yang dapat digunakan sebagai bahan pangan, antara lain: isi bakpao, campuran gudeg, rempeyek, dan beberapa makanan tradisional lainnya (Trustinah *et al.* 2008). Selain itu daun kacang tunggak juga dinilai sebagai sayuran fungsional yang bergizi sehingga dapat dikonsumsi (Enyiukwu *et al.* 2018). Keunggulan dari komoditas ini adalah toleransi terhadap cekaman kekeringan dan kemasaman tanah sehingga berpeluang untuk dikembangkan pada lahan kering sebagai upaya dalam peningkatan produktivitas lahan (Trustinah *et al.* 2017). Kisaran potensi hasil kacang tunggak bervariasi antara 1,5 – 2 ton/ha tergantung varietas, lokasi, musim tanam, dan budidaya yang diterapkan (Sayekti *et al.* 2012).

Tingkat produktivitas kacang tunggak ditentukan oleh proses fotosintesis pada daun tanaman dan fotosintat yang dihasilkannya. Fotosintat yang dihasilkan oleh daun akan ditranslokasikan dan diakumulasikan pada berbagai organ tanaman lainnya selama fase pertumbuhan vegetatif dan generatif. Daun merupakan organ tanaman utama yang berfungsi sebagai sumber (*source*) utama dan polong/biji merupakan organ *sink* fotosintat yang utama (Purnamawati *et al.* 2010). Sinergi antara *source* dan *sink* menjadi sangat penting ketika tanaman memasuki fase pembentukan biji. Optimalisasi sinergi tersebut dapat dilakukan melalui perbaikan teknologi budi daya seperti pemangkas, pengaturan populasi, pengaturan jarak tanam, pemupukan, pengairan serta aplikasi ZPT. Agar proporsi fotosintat lebih banyak terakumulasi pada bagian *sink* utama, maka dapat dilakukan pengurangan *sink* pesaing seperti akar, batang, dan bagian lain tidak produktif baik pada fase vegetatif maupun selama perkembangan biji (Mastur 2015).

Sebagai organ tanaman yang utama dan merupakan *source*, daun menjadi bagian yang paling penting dalam meningkatkan produktivitas tanaman. Salah satu faktor yang menentukan besarnya tingkat asimilat yang dihasilkan tanaman adalah luas permukaan daun. Semakin luas permukaan daun tanaman, maka laju asimilasi bersih tanaman juga akan meningkat, dimana laju asimilasi bersih merupakan ukuran rata-rata efisiensi fotosintesis daun pada tanaman (Gardner *et al.* 1991).

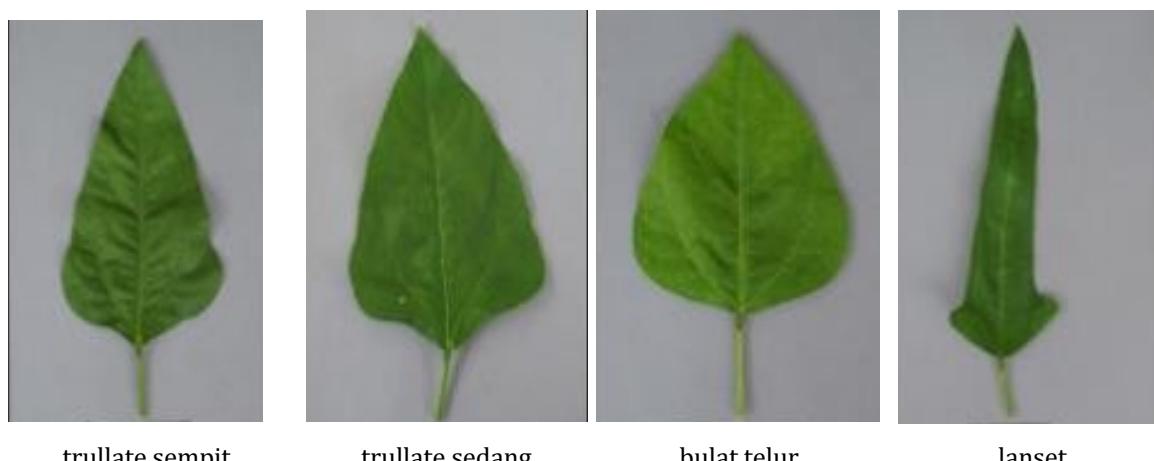
Secara umum, terdapat beberapa istilah bentuk daun jika ditinjau dari perbandingan panjang dan lebar daun tersebut. Daun dikatakan berbentuk bulat (*orbiculate*) jika perbandingan panjang : lebar = 1 : 1; berbentuk jorong (*elliptic*) jika bagian daun terlebar berada di tengah helai daun dan perbandingan panjang : lebar = 1.5 sampai 2; berbentuk memanjang (*oblong*) jika perbandingan panjang : lebar = 2.5 sampai 3; serta, berbentuk lanset (*lanceolate*) jika perbandingan panjang dan lebar = 3 sampai 5 (Tjitrosoepomo, 2018). Kacang tunggak mempunyai macam bentuk daun antara lain: segitiga, trullate sempit, trullate sedang, bulat telur (*ovate*) dan hastate-lanset (PPVTTPP, 2021), seperti terlihat pada Gambar 1. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh bentuk daun terhadap produktivitas kacang tunggak.

2. BAHAN DAN METODE

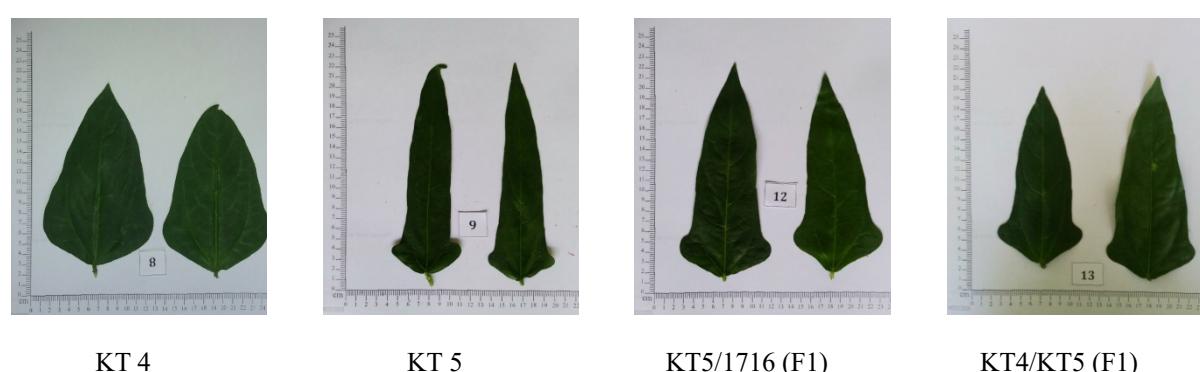
Percobaan dilaksanakan di Rumah kaca Balitkabi Malang pada bulan Juni - Agustus 2022, disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok satu faktor dengan bentuk daun sebagai perlakuan dan diulang sebanyak enam kali. Bentuk daun yang diuji ada empat macam, yaitu: (1) Ovate/bulat telur, yang diwakili oleh varietas KT 4. Varietas ini mempunyai daun berbentuk ovate dan berpotensi potensi hasil antara 0,89-2,13 t/ha. (2) Lanset, yang diwakili oleh varietas KT 5. Varietas ini mempunyai daun berbentuk lanset dan berpotensi hasil antara 0,89 – 2,5 t/ha (Balitkabi 2016). Daun varietas KT 4 tersebut mempunyai perbandingan panjang:lebar sebesar 1,6, sedangkan daun varietas KT 5 mempunyai perbandingan panjang:lebar sebesar 3,4; (3)Trullate sempit, diwakili oleh galur KT5/1716. Galur ini merupakan turunan F1 dari hasil persilangan antara varietas KT 5 dan galur harapan 1716. Perbandingan panjang dan lebar daun untuk galur ini adalah sebesar 2,2

dan (4) Trullate lebar yang diwakili oleh galur KT4/KT5. Galur ini merupakan turunan F1 dari hasil persilangan antara varietas KT 5 dan varietas KT 4 dengan perbandingan panjang: lebar daun adalah sebesar 2,4 (Gambar 2).

Variabel yang diamati pada saat pertumbuhan adalah: tinggi tanaman, indeks klorofil, jumlah daun, luas daun, dan tebal daun pada umur 35, 45 dan 55 HST. Sedangkan variabel pengamatan saat panen meliputi: jumlah cabang, jumlah buku subur, jumlah polong, berat biji per tanaman dan berat 100 biji. Pengamatan seluruh variabel dilakukan saat panen dan data pengamatan diolah menggunakan software MSTATC, jika terdapat beda nyata pada tabel anova, maka selanjutnya dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT) 0,05.



Gambar 1. Tipe bentuk daun kacang tunggak (PPVTTPP 2021)



Gambar 2. Bentuk daun KT4, KT5, Galur KT5/1716 (F1) dan galur KT4/KT5 (F1)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tinggi Tanaman, Jumlah Daun Trifoliate, dan Luas Daun

KT5 dan galur KT5/1716 mempunyai *performace* lebih tinggi dengan jumlah trifoliolate lebih banyak dibandingkan dua genotipe lainnya, baik ketika umur 35 HST, 45 HST maupun 55 HST. Tinggi tanaman dan jumlah daun trifoliolate yang dihasilkan mempunyai korelasi sedang, yaitu $r= 0,5$ (Tabel 2), artinya semakin tinggi tanaman maka potensi jumlah daun trifoliolate yang dihasilkan juga akan

semakin banyak. Besarnya kemungkinan penambahan jumlah daun trifoliolate per satuan tinggi tanaman berbeda pada masing-masing genotype (Gambar 3).

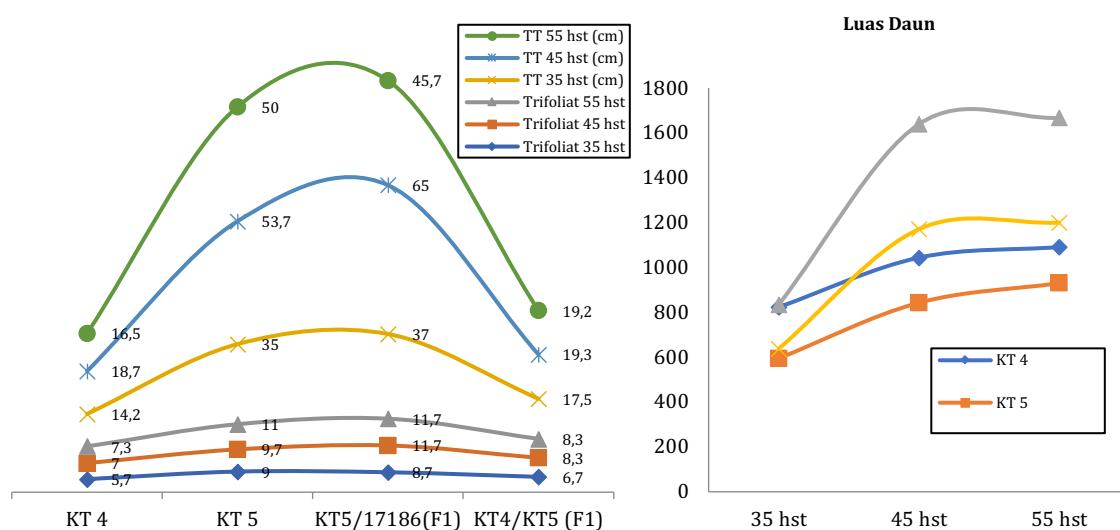
Meski demikian, luas permukaan daun total tertinggi terdapat pada galur KT5/1716 (F1) dan KT4/KT5 (F1). Hal ini dikarenakan luasan per trifoliolate tidak sama bergantung pada tipe daunnya. Tipe daun berbentuk trullate cenderung memiliki permukaan daun yang lebih besar dibandingkan tipe ovate dan lanset, sehingga luas daun yang diperoleh galur KT5/1716 (F1) dan KT4/KT5 (F1) lebih tinggi dibandingkan luas permukaan KT 4 dan KT 5 (Gambar 3).

3.2 Indeks Klorofil dan Tebal Daun

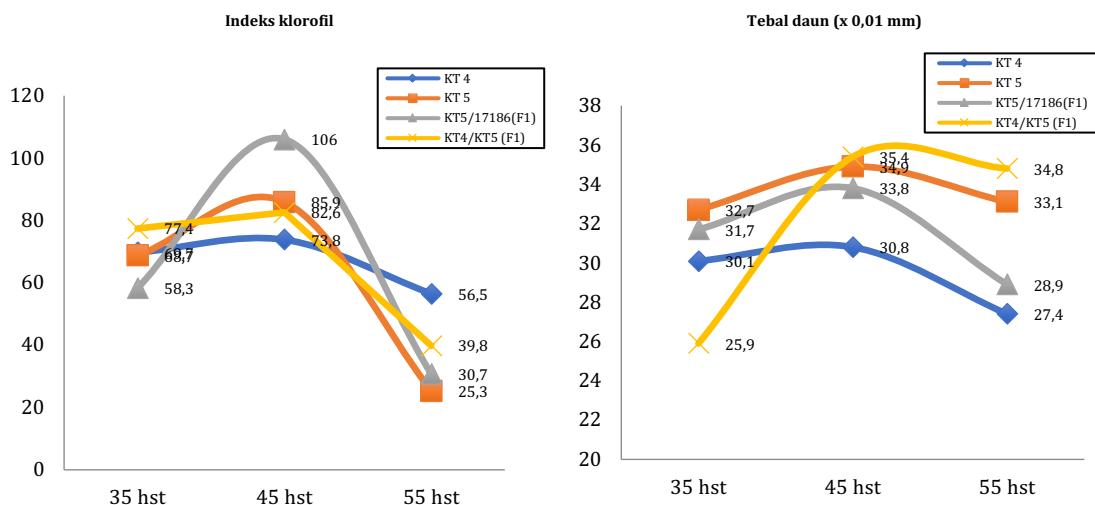
Indeks klorofil empat genotipe menunjukkan nilai yang bervariasi, hal ini dikarenakan kandungan klorofil daun sangat dipengaruhi oleh faktor genetik (Setiawati, 2016). Keempat genotipe mengalami kenaikan indeks klorofil ketika umur 45 HST. Dari keempat genotipe, galur KT5/1716 merupakan genotipe yang mempunyai kandungan klorofil tertinggi disusul genotipe KT 5, KT4/KT5 dan KT 4. Kemudian keempat genotipe tersebut mengalami penurunan indeks klorofil daun ketika memasuki umur 55 HST (Gambar 4). Menurut (Setiawati 2016), kadar klorofil pada daun akan meningkat seiring bertambahnya umur tanaman hingga daun berkembang penuh, kemudian kadar klorofil tersebut akan menurun ketika daun semakin tua.

Pada fase perkembangan tersebut terjadi sintesis klorofil b dari klorofil a pada daun dengan jumlah yang besar yang diikuti dengan berkembangnya daun. Proses sintesis klorofil b terus berjalan secara kontinyu seiring dengan perkembangan daun, ditandai dengan perubahan warna daun hijau muda menjadi hijau tua (Sumenda *et al* 2011). Setelah daun berkembang penuh, maka akan terjadi penurunan kadar klorofil seiring dengan bertambahnya umur daun. Hal ini disebabkan oleh kerusakan klorofil pada daun akibat proses *senescence*, yaitu suatu proses aktif penuaan pada daun. Pada fase ini kandungan metabolit akan terdegradasi yang kemudian akan disalurkan kepada jaringan lain yang lebih muda dan masih aktif berkembang (Khafid *et al* 2021).

Saat tanaman berumur 35 HST, varietas KT 5 merupakan genotipe dengan tingkat ketebalan daun tertinggi, akan tetapi ketika memasuki umur 45 HST, galur KT4/KT5 menyusul dan menyamai tingkat ketebalan daun. Perbedaan ketebalan daun antar genotipe dikarenakan bahwa setiap jenis



Gambar 3. Tinggi tanaman dan jumlah daun trifoliolate (kiri) dan luas daun (kanan) pada empat genotipe



Gambar 4. Indeks klorofil daun (kiri) dan tebal daun (kanan) pada empat genotipe

tanaman mempunyai struktur sel epidermis yang berbeda. Struktur sel epidermis tersebut meliputi: bentuk dan susunan sel epidermis, jumlah sel epidermis dan stomata, panjang epidermis dan stomata, bentuk stomata, letak atau kedudukan stomata terhadap sel tetangga, arah membuka stomata, dan jarak antar stomata (Anua *et al.* 2017). Tingkat ketebalan daun menurun di semua genotipe ketika tanaman memasuki umur 55 HST. Penurunan tingkat ketebalan daun ini terjadi diduga karena adanya kerusakan klorofil akibat proses senescence (penuaan daun). Hal yang sama dikemukakan Ariyanti *et al.* (2015), bahwa kerusakan kloroplas pada daun akan mengakibatkan jumlah kadar klorofil menurun, terutama klorofil b. Kerusakan jaringan tersebut juga mengakibatkan turunnya tebal jaringan mesofil dan tebal daun.

3.3 Hasil dan Komponen Hasil

Keempat genotipe mempunyai umur bunga, umur panen, jumlah cabang, dan jumlah buku subur subur yang sama. Perbedaan baru terlihat pada variabel jumlah polong dan bobot biji pertanaman. Keempat genotipe mempunyai rata-rata umur bunga antara 40-44 HST, dan memasuki panen antara umur 60-62 HST. Jumlah cabang dan jumlah buku subur per tanaman yang dihasilkan keempat genotipe berkisar antara rata-rata 1,7-2,7 dan 3,2-3,8 berturut-turut. Rata-rata jumlah polong per tanaman tertinggi dihasilkan oleh KT 5, yaitu sebanyak 4,3 dan terendah dihasilkan oleh KT4/KT5 (F1), yaitu sebanyak 2,7 (Tabel 1).

Varietas KT 5 juga merupakan genotipe yang mempunyai nilai bobot biji per tanaman tertinggi diikuti KT4, galur KT5/1716 (F1) dan galur KT4/KT5 (F1). Ukuran biji keempat genotipe pun berbeda-beda, terlihat dari bobot 100 biji yang dihasilkan. biji terbesar dihasilkan galur KT4/KT5 (F1), diikuti varietas KT 4, varietas KT 5 dan galur KT5/1716 (F1) (Tabel 1).

Bobot biji per tanaman pada varietas KT 5 lebih tinggi dari KT 4, yaitu 4,7 g/tan dan 4,4 g/tan. Kondisi ini sesuai dengan yang tertulis pada deskripsi varietas, bahwa potensi hasil varietas KT 5 lebih tinggi dibanding varietas KT 4 (Balitkabi 2016). Galur KT5/1716 dan galur KT4/KT5 mempunyai bobot biji per tanaman lebih rendah, yaitu 3,7 g dan 3,1 g per tanaman, meskipun kedua galur tersebut merupakan turunan F1 dari varietas KT 5. Hal ini disebabkan karena sifat fenotipik bentuk daun lanset pada kacang tunggak mendominasi terhadap bentuk ovate (Trustinah,1997), sehingga dihasilkan daun berbentuk trullate pada F1.

Tabel 1. Hasil dan komponen hasil empat genotipe

Genotipe	Rata-rata per tanaman						Bobot 100 Biji (g)
	Umur Bunga (HST)	Umur Panen (HST)	Jumlah Cabang/tn	Jumlah Buku Subur/tn	Jumlah Polong/tn	Bobot Biji/tn(g)	
KT4	40 ^a	62 ^a	1,7 ^a	3,8 ^a	3,5 ^{ab}	4,4 ^{ab}	16,2
KT 5	44 ^a	60 ^a	2,3 ^a	3,7 ^a	4,3 ^a	4,7 ^a	13,59
KT5/1716 (F1)	44 ^a	60 ^a	2,7 ^a	3,5 ^a	3,7 ^{ab}	3,7 ^{bc}	11,56
KT4/KT5 (F1)	41 ^a	60 ^a	2,7 ^a	3,2 ^a	2,7 ^b	3,1 ^c	19,27

Keterangan: Huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan nilai tidak berbeda berdasarkan uji BNT 5%



Gambar 5. Performance tanaman genotipe KT4, KT5, Galur KT5/1716 (F1) dan galur KT4/KT5 (F1)

Pada tipe daun berbentuk trullate, dengan tebal daun yang hampir sama ($\pm 0,25-0,35$ mm) dan perbedaan antara panjang dan lebar daun yang berbeda, bentuk trullate mempunyai kecenderungan melengkung di bagian ujung. Selain itu, performa dari tipe daun tersebut mempunyai kecenderungan saling tumpang tindih antar daun. Kondisi tersebut diduga menjadi faktor pembeda dari bobot biji per tanaman yang dihasilkan. Kondisi melengkung di ujung daun dan saling tumpang tindih antar daun menjadikan daun tidak dapat menerima cahaya dengan optimal, sehingga intensitas cahaya yang diterima akan berkurang dan berakibat menurunkan laju fotosintesis. Menurut Fauziah *et al* (2019), cahaya matahari berpengaruh terhadap pembentukan pigmen klorofil-b dan klorofil-a, dimana besarnya pengaruh tersebut lebih dominan ke pembentukan klorofil-b dibanding klorofil-a. Klorofil b menunjukkan kandungan klorofil yang berpengaruh pada proses metabolisme tetapi sintesisnya dipengaruhi oleh klorofil-a (Yustiningsih 2019). Semakin tinggi pembentukan pigmen klorofil-b mengakibatkan semakin tinggi pula pembentukan pigmen karotenoid (Fauziah *et al* 2019). Karotenoid berfungsi sebagai pigmen tambahan yang membantu klorofil dalam proses fotosintesis (Campell & Reece 2002) dalam (Hedriyani *et al* 2018). Semakin rendah intensitas cahaya yang diterima oleh daun, maka akan mengakibatkan terjadinya penurunan metabolisme sehingga karbohidrat yang dihasilkan juga menurun (Juhaeti & Hidayati 2015).

Tingkat intensitas cahaya yang diterima oleh daun juga akan berpengaruh terhadap kondisi stomata. Daun yang menerima intensitas lebih tinggi akan mempunyai jumlah stomata yang lebih banyak (Karyati *et al* 2017). Semakin banyak stomata yang dimiliki daun maka proses transpirasi juga akan meningkat dikarenakan jumlah air yang dikeluarkan juga semakin banyak. Hal ini mengakibatkan pengangkutan unsur hara dari tanah ke daun juga semakin tinggi. (Silaen 2021; Putri

et al. 2017). Selain itu, semakin banyak stomata yang dimiliki oleh daun juga akan mengakibatkan tingginya gas CO₂ yang diserap (Soleh dan Kokubun 2018), dimana dua kondisi tersebut akan berpengaruh terhadap peningkatan laju fotosintesis. Performance tanaman dari masing-masing genotipe KT4, KT5, Galur KT5/1716 (F1) dan galur KT4/KT5 (F1) dapat dilihat pada Gambar 5.

3.4 Regresi dan Korelasi

Masing-masing variabel mempunyai korelasi yang kuat terhadap variabel bobot biji per tanaman dengan nilai korelasi simultan sebesar $R_{\text{simultan}}=0,9$ (Tabel 2). Seluruh variabel tersebut berkontribusi terhadap bobot biji per tanaman sebesar KP =78,7%. Besarnya tingkat kontribusi masing-masing variabel tersebut ditunjukkan oleh persamaan:

$$\text{BB: } 9,163 - 0,102 \text{ TT} + 0,083 \text{ IK} - 0,153 \text{ TD} + 0,789 \text{ JT} - 0,003 \text{ LD} + 0,785 \text{ JC} - 4,401 \text{ JBS} + 1,896 \text{ JP}$$

Keterangan: B= bobot biji per tanaman, TT= Tinggi Tanaman, IK=Indeks Klorofil, TD=Tebal Daun, JT= Jumlah daun Trifoliat, LD= Luas Daun, JC= Jumlah cabang, JBS= Jumlah Buku Subur, JP= Jumlah Polong

Variabel jumlah trifoliolate mempunyai sumbangannya terbesar terhadap variabel bobot biji per tanaman tetapi tidak dengan luas daun, hal ini menunjukkan bukan luas daun yang berpengaruh terhadap bobot biji pertanaman, akan tetapi tipe bentuk daun. Sedangkan korelasi antara masing-masing variabel terhadap bobot biji per tanaman, serta hubungan antar masing-masing variabel ditunjukkan oleh Tabel 2

Variabel yang mempunyai korelasi paling kuat terhadap bobot biji per tanaman adalah jumlah polong (JP). Pada variabel JP sendiri, variabel yang mempunyai korelasi positif adalah variabel jumlah buku subur (JBS), jumlah daun trifoliolate (JT) dan tinggi tanaman (TT). Pengaruh ketiga variabel tersebut terhadap variabel jumlah polong dapat dilihat pada persamaan:

$$\text{JP: } -2,26 + 2,74 \text{ JBS} - 0,325 \text{ JT} + 0,083 \text{ TT}, \text{ dengan nilai } R_{\text{simultan}}=0,84 \text{ dan KP sebesar } 70,6\%.$$

sementara variabel jumlah buku subur dipengaruhi oleh:

$$\text{JBS: } 2,21 + 0,015 \text{ IK} + 0,135 \text{ JT} + 0,00 \text{ LD} \text{ dengan nilai } R_{\text{simultan}}=0,60 \text{ dan KP sebesar } 36,1\%$$

Tabel 2. Korelasi antar variabel pengamatan

Variabel	TT	IK	TD	JT	LD	JC	JBS	JP	BB
TT	1	-0.635	-0.037	0.527	0.035	0.045	-0.094	0.55	0.217
IK		1	-0.139	-0.439	-0.016	-0.386	0.223	-0.39	-0.152
TD			1	0.312	0.056	0.416	-0.148	-0.19	-0.125
JT				1	0.663	0.562	0.33	0.167	-0.004
LD					1	0.525	0.146	-0.3	-0.354
JC						1	-0.039	-0.374	-0.331
JBS							1	0.434	0.347
JP								1	0.766
BB									1

Keterangan: TT= tinggi tanaman, IK= indeks klorofil, TD= tebal daun, JT= jumlah daun trifoliolate, JC= jumlah cabang, JBS= jumlah buku subur, JP= jumlah polong, BB= berat biji

Jumlah trifoliolate menunjukkan pengaruh inkonsisten terhadap variabel JP dan JBS, hal ini dimungkinkan variabel jumlah trifoliolate (JT) dipengaruhi oleh tipe morfologi daun genotipe. Varietas KT4 mempunyai morfologi ovate dan KT5 mempunyai morfologi lanset, dimana kedua jenis morfologi daun ini mempunyai kemampuan untuk menerima intensitas cahaya lebih sempurna dibanding galur KT5/1716 (F1) dan galur KT4/KT5 (F1), yang cenderung melengkung di bagian ujungnya dan lebih saling tertutup antara satu dan lainnya

4. KESIMPULAN

Bentuk daun kacang tunggak berpengaruh terhadap bobot biji per tanaman. Tipe lanset mempunyai bobot paling tinggi, yaitu sekitar 4,7 g/tn; diikuti ovate (4,4 g/tn), trullate sempit (3,7 g/tn) dan trullate lebar (3,1 g/tn). Bentuk daun trullate cenderung mempunyai bobot biji lebih rendah dibandingkan bentuk daun ovate dan lanset.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terimakasih disampaikan kepada Bapak Rofi'I dan Bapak Edi yang telah berkontribusi selama pelaksanaan penelitian.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Anua, O., H.L. Rampea, & J.J. Pelealua. 2017. Struktur sel epidermis dan stomata daun beberapa tumbuhan suku Euphorbiaceae. *Jurnal Mipa Unsrat Online*. 6(1): 69–73.
- Ariyanti, D., J.D. Budiono, & F. Rachmadiarti. 2015. Analisis struktur daun sawi hijau (*Brassica rapa var. Parachinensis*) yang dipapar dengan logam berat Pb (Timbal). *LenteraBio*. 3(1): 37–42.
- Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi [Balitkabi]. 2016. *Deskripsi Varietas Unggul Aneka Kacang dan Umbi*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 171 hal.
- Campbell, N. A. & J. B. Reece. 2002. *Biology. Sixth Edition*, Pearson Education. Inc. San Francisco. 436 p.
- Enyiukwu, D.N., A.C. Amadioha, & C.C. Ononuju. 2018. Nutritional significance of cowpea leaves for human consumption. *Greener Trends Food Sci. Nutr.* (1): 1–10.
- Fauziah, A., D.G. Bengen, M. Kawaroe, H. Effendi, & M. Krisanti. 2019. Hubungan antara ketersediaan cahaya matahari dan konsentrasi pigmen fotosintetik di perairan selat Bali. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 11(1): 37–48.
- Gardner, F.P, R.B. Pearce, & R.L Mitchell. 1991. *Physiology of Crop Plants*. Diterjemahkan oleh H. Susilo. Jakarta. Universitas Indonesia Press. 428 hal.
- Hendriyani, I.S, Y. Nurchayati, & N. Setiari. 2018. Kandungan klorofil dan karotenoid kacang tunggak (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) pada umur tanaman yang berbeda. *Jurnal Biologi Tropika*. 1(2): 38–43.
- Juhaeti T. &N. Hidayati. 2015. Fisiologi dan pertumbuhan bibit rambutan, mangga, durian, dan alpukat terhadap berbagai intensitas cahaya dan pemupukan nitrogen. *Prosiding Seminar Nasional Biodiversiti Indonesia*. 1(4): 947–953.
- Karyati, J.R. Ransun, & M. Syafrudin. 2017. Karakteristik morfologis dan anatomis daun tumbuhan herba pada paparan cahaya berbeda di Hutan pendidikan fakultas kehutanan Universitas Mulawarman. *Jurnal Agrifor*. 16(2): 243–256.
- Khafid, A., S.W.A. Suedy, & Y. Nurchayati. 2021. Kandungan klorofil dan karotenoid daun Salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.) pada umur yang berbeda. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 6(1): 74–80.

- Mastur. 2015. Sinkronisasi source dan sink untuk peningkatan produktivitas biji pada tanaman Jarak pagar. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri.* 7(1):52–68.
- Purnamawati, H., R. Poerwanto, I. Lubis, Yudiwanti, S.A. Rais, & A.G. Manshuri. 2010. Akumulasi dan Distribusi Bahan Kering Pada Beberapa Kultivar Kacang Tanah. *Jurnal Agron Indonesia.* 38 (2): 100–106.
- Pusat Perlindungan Varietas Tanaman Dan Perizinan Pertanian [PPVTPP]. 2021. *Panduan Umum Penyusunan Deskripsi Varietas Tanaman Pangan.* Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 228 hlm.
- Putri, F.M., S.W.A. Suedey, & S. Darmayanti. 2017. Pengaruh pupuk Nanosilika terhadap jumlah stomata, kandungan klorofil dan pertumbuhan Padi Hitam. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi.* 2(1): 72–79.
- Sayekti, R.S, D. Prajitno, & Toekidjo. 2012. Karakterisasi delapan aksesi Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata* {L.} Walp) asal Daerah Istimewa Yogyakarta. *Vegetalika.* 1(1): 1–10.
- Setiawati, T., I.A.Saragih, M. Nurzaman, & A.Z. Mutaqin. 2016. Analisis kadar klorofil dan luas Daun Lampeni (*Ardisia humilis Thunbergh*) pada tingkat perkembangan yang berbeda di Cagar Alam Pengandaran. *Prosiding Seminar MIPA Peran Penelitian Ilmu Dasar dalam Menunjang Pembangunan Berkelanjutan.* Universitas Padjajaran: Jatinangor. 27-28 Oktober 2016. hal: 122–126.
- Silaen, S. 2021. Pengaruh transpirasi tumbuhan dan komponen didalamnya. *Agroprimatech.* 5(1): 14-20.
- Soleh, M.A, & M. Kokubun. 2018. Peningkatan konsentrasi CO₂ dan suhu menyebabkan penurunan laju pembukaan stomata serta hasil berat kering tanaman kedelai. *Jurnal Agrotek Indonesia.* 3(1): 34–38.
- Sumenda, L, H.L. Rampe, & F.R. Mantiri. 2011. Analisis kandungan klorofil daun mangga (*Mangifera indica* L.) pada tingkat perkembangan daun yang berbeda. *Jurnal Bioslogos.* 1(1): 20–24.
- Tjitosoepomo G. 2018. *Morfologi Tumbuhan Cetakan ke 21.* Gadjah Mada University Press. 266 hal.
- Trustinah. 1997. Pewarisan sifat kualitatif dan kuantitatif kacang tunggak. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan.* 15(2): 48–54.
- Trustinah, A. Kasno, A. Wijanarko, H. Kuswantoro, & R. Iswanto. 2008. Tanggap genotipe kacang-kacangan di lahan kering.. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 'Inovasi teknologi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Kemandirian Pangan dan Kecukupan Energi'.* Puslitbangtan. 9 November 2007. Hal. 200–207.
- Trustinah, A. Kasno, & M.J. Mejaya. 2017. Keragaman sumber daya genetik kacang tunggak. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan.* 1(2):165–172.
- Yustiningish, M. 2019. Intensitas cahaya dan efisiensi fotosintesis pada tanaman naungan dan tanaman terpapar cahaya langsung. *BIOEDU.* 4(2): 43–48.