

## Karakter Daun Buncis Tegak sebagai Respon Adaptasi Intensitas Cahaya Rendah

Dian Diani Tanjung<sup>1</sup>, Heni Purnamawati<sup>2\*</sup>, Anas Dinurrohman Susila<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Jakarta  
Jl. KH. Achmad Dahlan, Cireundeu, Ciputat Timur, Kota Tangerang Selatan, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor  
Jl. Meranti, kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

\*E-mail: [henipurnamawati1@gmail.com](mailto:henipurnamawati1@gmail.com)

Diterima: 24/03/2023

Direvisi: 22/05/2023

Disetujui: 07/12/2023

### ABSTRAK

Buncis tegak (*Phaseolus vulgaris* L.) memiliki potensi dibudidayakan pada dataran rendah dengan kondisi suhu yang lebih tinggi. Pemberian naungan diharapkan dapat menurunkan suhu lingkungan tetapi informasi dampak morfo-anatomi pada daun buncis ternaungi masih terbatas. Tujuan penelitian adalah memperoleh informasi karakter daun buncis tegak sebagai respon adaptasi intensitas cahaya rendah. Lokasi Penelitian di Kebun Percobaan Pusat Kajian Hortikultura Tropika IPB, ketinggian lokasi 250 m dpl, dilaksanakan pada bulan Oktober 2019 sampai dengan Januari 2020. Desain percobaan Rancangan Petak Tersarang dua faktor empat ulangan. Faktor pertama net dengan intensitas menahan cahaya 25%, dan 50%, serta tanpa naungan (0%) sebagai kontrol. Faktor kedua yaitu buncis tegak varietas Balitsa 2, Balitsa 3, dan buncis rambat Lebat 3 sebagai pembanding. Hasil menunjukkan bahwa dengan menurunnya intensitas cahaya, maka luas daun meningkat, tebal daun dan tebal palisade menurun, jumlah stomata dan kerapatan stomata menurun. Hasil analisis pigmen menunjukkan daun buncis yang mendapat intensitas cahaya rendah cenderung beradaptasi untuk mengefisienkan penangkapan cahaya dengan meningkatkan jumlah klorofil *a*, klorofil *b*, total klorofil, dan menurunkan nisbah klorofil *a/b* daun. Sedangkan pembentukan antosianin di bawah naungan menurunkan kemampuan efisiensi penangkapan cahaya.

**Kata kunci:** Taraf naungan, morfo-anatomi daun, pigmen daun

### ABSTRACT

*French beans (Phaseolus vulgaris L.) has potential cultivated in the lowlands with higher temperature conditions. Shading is expected to lower the ambient temperature, but information on the morfo-anatomical impact on shaded bean leaves is still limited. The research objective was to obtain information on character leaves as a response adaptation at low light intensity. The research location was at the PKHT Experimental Garden, IPB, 250 m asl, from October 2019 to January 2020. Experimental design was a nested plot of two factors and four replications. The first factor is net with 25% and 50% light holding intensity, and without shading (0%) as a control. The second factor was french beans varieties Balitsa 2, Balitsa 3, and Lebat 3 as comparison. The results showed that with decreasing light intensity, leaf area increased, leaf thickness and palisade thickness decreased, number of stomata and stomata density decreased. Pigment analysis showed that French bean leaves received low light intensity tended to adapt to increase efficiency of light capture by increasing amount of chlorophyll *a*, chlorophyll *b*, total chlorophyll, and decreasing chlorophyll *a/b* ratio leaves. Meanwhile, formation of anthocyanins under shade reduces efficiency of light capture.*

**Keywords:** Shade level, leaf morfo-anatomy, leaf pigment

### PENDAHULUAN

Menurut data (Badan Pusat Statistik, 2021) terjadi peningkatan populasi penduduk sebesar 32.56 juta jiwa selama 10 tahun terakhir (2010-2020). Seiring bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia, maka kebutuhan komoditi hortikultura khususnya sayuran juga meningkat.

Kenyataannya, sebanyak 97.1% penduduk (kota dan desa) kurang mengonsumsi sayur dan buah serta konsumsinya masih rendah dalam konteks gizi seimbang menurut kelompok umur (Hermina dan Prihartini, 2014). Sebaliknya, lahan pertanian semakin sempit dan bergeser ke wilayah yang lebih jauh dari wilayah

konsumsinya karena adanya konversi lahan produktif menjadi lahan non pertanian menjadikan lahan sub optimal menjadi pilihan budidaya pertanian. Usaha intensifikasi dilakukan salah satunya dengan mengatur pola tanam dengan pola tanam tumpang sari. Menurut Sundari dan Purwanto (2014), tanaman sela akan terpengaruh oleh tanaman utama terutama pemanfaatan cahaya matahari sehingga mempengaruhi tampilan dan adaptasinya terhadap intensitas cahaya rendah.

Buncis memiliki tipe pertumbuhan tegak dan rambat. Kedua tipe tersebut berpengaruh juga pada waktu berbunga dan panen sehingga tingginya produksi juga berbeda. Tipe rambat memiliki waktu berbunga lebih lambat namun memiliki jumlah bunga lebih banyak karena memiliki cabang lebih banyak, selain itu bisa dipanen sampai dengan 20 kali. Sedangkan tipe tegak memiliki tinggi pertumbuhan terbatas, waktu berbunga lebih cepat, jumlah bunga terbatas, dan dapat dipanen sebanyak 4-5 kali (Djuariah et al., 2016). Produksi maksimal dari buncis tegak yaitu 20-24 kg. Buncis tegak berpotensi ditanam di dataran rendah tanpa lanjaran, dan berpotensi ditumpangsarikan dengan tanaman lain sehingga meningkatkan nilai ekonomi lahan (Tanjung et al., 2021). Saat ini belum banyak informasi terkait adaptasi tanaman buncis tegak yang di tanam di bawah naungan sebagai adaptasi tanaman terhadap intensitas cahaya rendah.

Pengaruh naungan terhadap tanaman dapat dilihat dari pertumbuhan, morfo-anatomi, dan produksinya. Sama halnya kedelai, tanaman buncis juga merupakan tanaman C3 yang membutuhkan intensitas cahaya tinggi sehingga pertumbuhannya di bawah naungan akan mempengaruhi pertumbuhan dan adaptasi morfo-anatominya terhadap perubahan intensitas cahaya yang diterima.

Tanaman yang teradaptasi pada intensitas cahaya rendah menunjukkan mekanisme penghindaran. Mekanisme penghindaran pada tanaman bertujuan untuk efisiensi penangkapan cahaya yang terkait dengan respon perubahan morfo-anatomi daun dimana terjadi penipisan daun (Handayani, 2012), peningkatan klorofil (Chairudin et al., 2015; Handayani, 2012), dan pengurangan pigmen non-fotosintetik (Levitt, 1980). Kemampuan tersebut diperoleh melalui

peningkatan luas daun sebagai cara mengurangi penggunaan metabolit serta mengurangi jumlah cahaya yang ditransmisikan dan yang direfleksikan. Kajian karakter daun buncis tegak di bawah naungan untuk mendapatkan informasi terkait adaptasinya terhadap intensitas cahaya rendah masih kurang mendapat perhatian sehingga masih perlu dipelajari lebih lanjut.

## METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Tajur 2, Pusat Kajian Hortikultura Tropika Institut Pertanian Bogor pada bulan Oktober 2019 sampai dengan Januari 2020, ketinggian tempat 250 m dpl. Analisis morfo-anatomi tanaman dilakukan di Laboratorium Mikroteknik Departemen AGH IPB. Analisis kandungan klorofil dilakukan di Laboratorium Pasca Panen, Biomassa dan fotometri Departemen AGH IPB. Analisis luas daun dilakukan secara destruktif dan menggunakan aplikasi *Image J*.

Faktor yang diuji terdiri dari dua factor. Factor pertama yaitu naungan dengan kapasitas menahan cahaya masuk sebesar 50%, 25%, dan 0% (tanpa naungan). Factor kedua adalah varietas buncis tegak yang terdiri dari V1 = Balitsa 2, V2 = Balitsa 3, dan V3 = Lebat 3 dengan tipe pertumbuhan rambat sebagai pembanding. Rancangan menggunakan petak tersarang (*nested*) dimana anak petak (varietas) tersarang pada petak utama (naungan). Masing-masing naungan terdiri dari 9 kombinasi perlakuan dengan empat kali ulangan sehingga terdapat 36 unit satuan percobaan. Pada tiap unit percobaan berupa bedengan berukuran 7.5 m<sup>2</sup>, pola tanam *double row*, dan jarak tanam 30 cm x 40 cm sehingga terdapat 30 tanaman dalam satu bedeng paranet yang digunakan yaitu paranet yang dapat menahan cahaya masuk kurang lebih sebesar 50% dan 25%. Rangka naungan dibuat dari bambu kemudian ditutup paranet hitam dengan dimensi rangka yaitu tinggi 2.3 m, panjang 20 m, dan lebar 5 m.

Morfo-anatomi yang diamati yaitu luas daun (total dan spesifik), ketebalan daun, panjang palisade, jumlah dan kerapatan stomata, serta kandungan pigmen daun. Data dianalisis menggunakan sidik ragam (uji F) pada taraf 5% dan uji lanjut menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*).

Analisis korelasi dilakukan untuk mengetahui hubungan antar peubah karakter morfologi daun.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Luas Daun

Naungan 25% dan 50% nyata meningkatkan luas daun spesifik masing-masing sebesar 19% kontrol dan 40% kontrol tetapi tidak mempengaruhi LDT (luas daun total) (**Tabel 1**). Kondisi ini diduga merupakan kemampuan adaptasi tanaman buncis terhadap naungan untuk menangkap cahaya lebih efisien. Varietas Lebat 3 memiliki luas daun total dan spesifik tertinggi, sedangkan Balitsa 3 dan Balitsa 2 secara statistik tidak berbeda nyata walaupun Balitsa 3 memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan Balitsa 2. Oleh karena itu, Balitsa 3 diduga memiliki potensi menangkap cahaya lebih besar dibandingkan dengan Balitsa 2. Menurut Levitt (1980), salah satu bentuk adaptasi tanaman pada kondisi defisit cahaya yaitu melalui mekanisme penghindaran (*avoidance*) yang berkaitan dengan respon perubahan anatomi dan morfologi daun untuk fotosintesis yang efisien. Mekanisme penghindaran dapat dicapai dengan meningkatkan efisiensi penangkapan cahaya dan meningkatkan kandungan pigmen kloroplas daun (Yang et al., 2020).

**Tabel 1.** Luas daun total (LDT) dan Luas daun spesifik (LDS) daun buncis tegak pada intensitas cahaya berbeda

Perlakuan	LDT (cm <sup>2</sup> ) ±SD	LDS (cm <sup>2</sup> ) ±SD
Taraf Naungan (%)		
0	2354.70±1298.23	237.14±58.11c
25	3274.20±2051.51	282.75±32.20b
50	2509.90±1559.85	331.26±52.22a
Prf>f	0.1255	<0.0001
Notasi	tn	**
Varietas		
Balitsa 2	1675.70±531.10b	247.66±48.97b
Balitsa 3	2123.40±487.36b	279.16±44.66b
Lebat 3	4339.70±1845.80a	324.34±65.87a
Prf>f	<0.0001	0.0002
Notasi	**	*

Keterangan: Angka pada kolom yang sama diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata.

LDS (luas daun spesifik) digunakan untuk menunjukkan indikasi kemampuan adaptasi tanaman dalam merespon intensitas cahaya rendah sebagai upaya meningkatkan efisiensi

penangkapan cahaya untuk fotosintesis (Chairudin et al., 2015). Peningkatan LDS menunjukkan bahwa daun tanaman menjadi lebih luas dan tipis. Daun yang lebih tipis memungkinkan klorofil terdistribusi secara merata, selain itu ukuran sel dan kloroplas menurun tetapi jumlah kloroplas dan ketebalan lapisan grana semakin meningkat yang mengakibatkan peningkatan produksi klorofil untuk mempertahankan proses fotosintesis yang optimal (Fan et al., 2019; Levitt, 1980; Wu et al., 2018).

### Tebal Daun dan Panjang Palisade

Naungan 25% dan 50% menyebabkan daun lebih tipis dan ukuran palisade lebih pendek (**Tabel 2**). Meskipun demikian, ketebalan daun dan ukuran palisade buncis tegak masih lebih besar dibandingkan buncis rambat. Penurunan ketebalan daun dan palisade merupakan respon tanaman pada kondisi intensitas yang cahaya rendah.

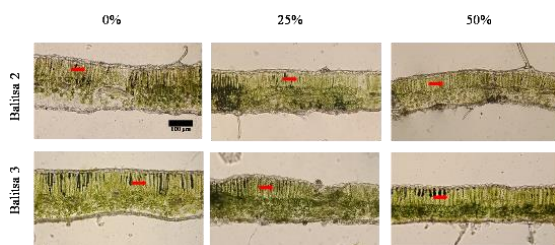
**Tabel 2.** Tebal daun dan panjang palisade beberapa varietas buncis pada intensitas cahaya berbeda

Perlakuan	Tebal daun (µm) ±SD	Panjang palisade (µm) ±SD
Taraf Naungan (%)		
0	693.21±104.69a	235.94±71.18a
25	6113.56±75.83b	211.48±47.37b
50	536.06±59.81c	182.49±31.17c
Prf>f	<0.0001	<0.0001
Notasi	**	**
Varietas		
Balitsa 2	668.64±111.55a	220.67±31.64b
Balitsa 3	627.83±92.82a	257.32±46.86a
Lebat 3	546.39±65.16b	151.91±19.99c
Prf>f	<0.0001	<0.0001
Notasi	**	**

Keterangan: Angka pada kolom yang sama diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut DMRT pada  $\alpha = 5\%$ , SD = Standar deviasi.

Bentuk daun yang lebih tipis, palisade lebih pendek, dengan bertambahnya luas daun adalah upaya daun menangkap cahaya lebih efisien karena pada profil daun tersebut kloroplas terkonsentrasi dan menyebar merata pada permukaan daun. Levitt (1980) menyatakan kondisi tersebut juga dapat menurunkan jumlah cahaya yang ditransmisikan untuk mempertahankan proses fotosintesis. Daun yang lebih luas dan lebih tipis dikarenakan

berkurangnya pembentukan sel, ukuran sel menurun, dan jarak antar sel menjadi lebih longgar (Fan et al., 2019; Wu et al., 2018) menyebabkan kloroplas terdistribusi secara merata (Muhuria, 2007). Penipisan daun juga menurunkan ukuran kloroplas tetapi jumlah kloroplas dan ketebalan grana semakin meningkat (Fan et al., 2019; Levitt, 1980), sehingga terjadi peningkatan produksi klorofil. Kondisi tersebut selanjutnya dimanfaatkan untuk meningkatkan kemampuan daun menghindari jumlah cahaya yang ditransmisikan sehingga fotosintesis tetap optimal (Chairudin et al., 2015; Fan et al., 2019; Levitt, 1980). Palisade daun buncis tegak disajikan pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Palisade daun buncis tegak

Berubahnya ukuran daun baik tebal, panjang palisade, dan luas daun merupakan respon tanaman pada kondisi intensitas cahaya rendah dan merupakan salah satu indikator tanaman toleran naungan. Kondisi ini didukung oleh laporan Feng et al. (2019) dimana komponen struktur daun merupakan sasaran utama cahaya dan dengan melakukan penyesuaian pada anatomi daun, tanaman dapat tampil lebih baik pada kondisi stress naungan. Laporan lain menyatakan bahwa penurunan yang tinggi pada tebal daun dengan cara mengurangi panjang palisade dan jumlah lapisan palisade terjadi pada kedelai genotipe toleran naungan (Feng et al., 2019; Handayani, 2012).

### Jumlah dan Kerapatan Stomata

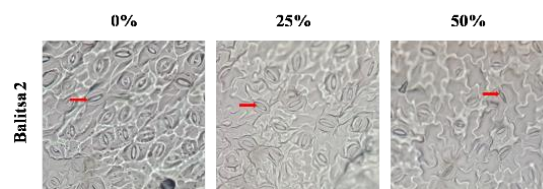
Naungan 50% signifikan menurunkan jumlah stomata sedangkan jumlah stomata naungan 25% sebanding dengan kondisi cahaya penuh. Jumlah dan kerapatan stomata per satuan luas menurun (**Tabel 3**) dengan bertambahnya ukuran luas daun (**Tabel 1**) pada intensitas cahaya rendah. Buncis ternaungi yang dapat mempertahankan kerapatan stomata sebanding dengan kondisi cahaya penuh diduga mampu mempertahankan pertukaran CO<sub>2</sub> di stomata. Menurut Li et al. (2014), menurunnya kerapatan

stomata di bawah naungan juga dapat menurunkan konduktansi stomata dan menyebabkan terbatasnya pertukaran CO<sub>2</sub> melalui stomata. Kerapatan stomata buncis tegak pada cahaya penuh dan di bawah naungan tersaji pada **Gambar 2**.

**Tabel 3.** Jumlah dan kerapatan stomata varietas buncis pada intensitas cahaya berbeda

Perlakuan	Jumlah stomata±SD	Kerapatan stomata (cm <sup>2</sup> ) ±SD
Taraf Naungan (%)		
0	91.20±32.13a	464.69±164.63a
25	81.19±25.26ab	413.73±128.70ab
50	78.97±25.31b	402.41±128.99b
Prf>f	0.0448	0.0448
Notasi	*	*
Varietas		
Balitsa 2	91.33±11.94b	465.39±60.86b
Balitsa 3	51.14±5.90c	260.59±30.07c
Lebat 3	108.89±18.04a	554.85±91.92a
Prf>f	<0.0001	<0.0001
Notasi	**	**

Keterangan: Angka pada kolom yang sama diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut DMRT pada  $\alpha = 5\%$ , SD = Standar deviasi.



**Gambar 2.** Kerapatan stomata buncis tegak pada cahaya penuh dan di bawah naungan

### Korelasi Karakter Morfologi Daun

Keeratan hubungan antara peubah karakter morfologi daun dilihat pada analisis korelasi (**Tabel 4**), menunjukkan bahwa tebal palisade berkorelasi positif dan sangat nyata ( $r=0.685$ ) dengan tebal daun dan berkorelasi negatif dan sangat nyata dengan LDT ( $r=-0.487$ ), LDS ( $r=-0.479$ ), kerapatan stomata ( $r=-0.672$ ), dan jumlah stomata ( $r=-0.672$ ).

Korelasi antar peubah karakter morfologi daun buncis di bawah naungan menunjukkan semakin tebal lapisan palisade maka daun menjadi lebih tebal, ukuran daun semakin sempit, jumlah stomata lebih sedikit dengan jarak stomata yang lebih rapat. Kerapatan stomata berkorelasi positif dan sangat nyata ( $r=1.000$ ) terhadap jumlah stomata yang

menunjukkan bahwa stomata menjadi lebih rapat dengan bertambahnya jumlah stomata daun.

### Kandungan Pigmen Daun

Naungan 50% menyebabkan peningkatan kandungan klorofil *a*, klorofil *b*, dan total

klorofil (**Tabel 5**). Kandungan pigmen daun pada naungan 25% tidak berbeda nyata dengan naungan 0%. Varietas Balitsa 2 memiliki kandungan klorofil *a*, klorofil *b*, nisbah *a/b*, dan klorofil total tertinggi, tetapi tidak berbeda nyata dengan varietas Lebat 3 pada klorofil *b* dan klorofil total.

**Tabel 4.** Koefisien korelasi antar peubah karakter morfologi daun buncis

Perlakuan	Tebal palisade	Tebal daun	LDT	LDS	Kerapatan stomata
Tebal daun	0.685**				
LDT	-0.487**	-0.435**			
LDS	-0.479**	-0.685**	0.527**		
Kerapatan stomata	-0.672**	-0.105	0.285	0.016	
Jumlah Stomata	-0.672**	-0.105	0.285	0.016	1.000**

Keterangan: \*, \*\*= berkorelasi nyata pada taraf 95% dan 99%

Fotosistem merupakan kompleks pemanen-sinar dimana pigmen-pigmen tersusun dan tertanam dalam membran tilakoid pada kloroplas. Fotosistem tersusun dari klorofil *a* sebagai pusat reaksi dan antenna yang terdiri dari kumpulan pigmen dan pigmen aksesori

(klorofil *b*, karoten) pada membran tilakoid yang menangkap dan mentransfer energi foton ke pusat reaksi (klorofil *a*). Dalam organisasi kompleks fotosistem, klorofil *b* berada pada bagian terluar sehingga menjadi pigmen pemanen cahaya yang penting.

**Tabel 5.** Kandungan klorofil daun buncis pada intensitas cahaya berbeda

Perlakuan	Klorofil <i>a</i> (mg.g <sup>-1</sup> )±SD	Klorofil <i>b</i> (mg.g <sup>-1</sup> ) ±SD	Nisbah <i>a/b</i> ±SD	Klorofil total (mg.g <sup>-1</sup> ) ±SD	Karotenoid (mg.g <sup>-1</sup> ) ±SD	Antosianin (mg.g <sup>-1</sup> ) ±SD
<b>Taraf Naungan (%)</b>						
0	1.65±0.25 b	0.56±0.10 b	2.97±0.14 a	2.20±0.35 b	0.50±0.08	0.05±0.01c
25	1.67±0.27 b	0.60±0.10 b	2.79±0.14 b	2.27±0.38 b	0.48±0.06	0.08±0.02b
50	1.83±0.15 a	0.69±0.07 a	2.65±0.11 c	2.51±0.21 a	0.50±0.05	0.11±0.02a
Prf>f	0.0088	<0.0001	<0.0001	0.0016	0.4088	<0.0001
Notasi	*	**	**	*	tn	**
<b>Varietas</b>						
Balitsa 2	1.89±0.16 a	0.66±0.07 a	2.87±0.16a	2.55±0.22 a	0.54±0.04a	0.08±0.03
Balitsa 3	1.51±0.20 c	0.52±0.09 b	2.90±0.15 a	2.03±0.29 b	0.45±0.04c	0.08±0.03
Lebat 3	1.74±0.20 b	0.66±0.08 a	2.66±0.14 b	2.40±0.28 a	0.49±0.06b	0.08±0.03
Prf>f	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.9881
Notasi	**	**	**	**	**	tn

Keterangan: Angka pada kolom yang sama diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut DMRT pada  $\alpha = 5\%$ , SD = Standar deviasi

Penurunan nisbah klorofil *a/b* menunjukkan adanya peningkatan klorofil *b* pada daun buncis naungan 25% dan 50%. Banyaknya produksi pigmen antenna menandakan tanaman mulai menyusun ulang komposisi pigmen-pigmen penangkap cahaya dan menyesuaikannya dengan rendahnya intensitas cahaya masuk. Menurut Fan et al. (2019), kondisi tersebut merupakan bentuk diferensiasi protein yang teridentifikasi di bawah naungan dan peningkatannya terlihat dari ekspresi protein pengikat klorofil *a/b* kompleks II pemanen cahaya (LHCII) yang berperan menangkap

energi cahaya serta dengan cepat mentransfer energi ke pusat reaksi. Beberapa laporan menyebutkan bahwa tanaman yang teradaptasi dengan lingkungan intensitas cahaya rendah mampu meningkatkan kandungan klorofil daun (Sulistiyowati et al., 2019) yaitu dengan meningkatkan klorofil *a*, *b*, dan total klorofil (Li et al., 2014; Sulistiyowati et al., 2019) dengan cara menurunkan ukuran kloroplas, meningkatkan jumlah kloroplas, tumpukan grana yang lebih banyak dan lebih luas (Fan et al., 2019; Handayani, 2012; Levitt, 1980; Wu et al., 2018). Peningkatan kandungan pigmen,

jumlah kloroplas, dan tumpukan grana menjadi faktor mekanisme penghindaran yang paling penting bagi tanaman pada intensitas cahaya rendah (Levitt, 1980) karena dapat mengurangi jumlah cahaya yang direfleksikan dan ditransmisikan sehingga daun dapat memanfaatkan spektrum cahaya lebih luas (Muhuria, 2007).

Karoten merupakan pigmen aksesori yang keberadaannya memperluas spektrum warna yang dapat menggerakkan fotosintesis. Diketahui bahwa Sekitar 50% energi cahaya yang diserap oleh karotenoid kemudian ditransfer langsung ke klorofil *b*, sedangkan sisanya ditransfer ke klorofil *a* (Croce et al., 2001). Balitsa 2 memiliki jumlah kandungan karotenoid tertinggi sehingga diduga lebih efisien menangkap cahaya dengan spektrum yang lebih luas. Kandungan karotenoid di bawah naungan juga terbukti meningkat dengan bertambahnya jumlah klorofil *b*, total klorofil, dan jumlah

kloroplas dalam daun (Handayani, 2012). Tingginya kandungan karotenoid dan klorofil dalam daun meningkatkan efisiensi penangkapan cahaya sebagai bentuk mekanisme penghindaran tanaman terhadap intensitas cahaya rendah (Fan et al., 2019). Sebaliknya, akumulasi antosianin menyebabkan daun menjadi kurang efisien menangkap cahaya karena antosianin bukanlah pigmen fotosintetik.

#### Analisis Korelasi Peubah Pigmen Daun

**Tabel 6** menunjukkan kandungan klorofil *a* dalam daun berkorelasi positif dan sangat nyata dengan kandungan klorofil *b* ( $r=0.933$ ), karoten ( $r=0.868$ ), total klorofil ( $r=0.994$ ), dan berkorelasi negatif dengan nisbah klorofil *a/b* ( $r=-0.363$ ). Kandungan klorofil *b* berkorelasi positif dan sangat nyata dengan kandungan antosianin ( $r=0.531$ ), karoten ( $r=0.693$ ), total klorofil ( $r=0.967$ ), dan korelasi negatif dengan nisbah klorofil *a/b* ( $r=-0.670$ ).

**Tabel 6.** Koefisien korelasi antar peubah pigmen daun buncis

Perlakuan	Klorofil <i>a</i>	Klorofil <i>b</i>	Antosianin	Karoten	Total klorofil
Klorofil <i>b</i>	0.933**				
Antosianin	0.310	0.531**			
Karoten	0.868**	0.693**	0.033		
Total klorofil	0.994**	0.967**	0.383*	0.827**	
Nisbah klorofil <i>a/b</i>	-0.363*	-0.670**	-0.742**	-0.035	-0.463**

Keterangan: \*, \*\*= berkorelasi nyata pada taraf 95% dan 99%

Kondisi naungan cenderung mendorong peningkatan kandungan klorofil untuk menangkap lebih banyak radiasi matahari terutama pigmen aksesori sehingga penangkapan cahaya lebih efisien. Akan tetapi, bertambahnya jumlah pigmen klorofil *b* juga diikuti peningkatan kandungan pigmen non-fotosintetik. Oleh karena itu, meningkatnya kandungan antosianin di bawah naungan menyebabkan nisbah klorofil *a/b* berkurang, sehingga tanaman menjadi kurang efisien dalam menangkap cahaya. Menurut (Levitt, 1980) akumulasi antosianin tinggi pada daun menyebabkan kurang efisien dalam penggunaan asimiliat dan penangkapan cahaya karena antosianin merupakan pigmen non-fotosintetik.

#### SIMPULAN

Tanaman buncis tegak yang di tanam dengan intensitas cahaya rendah menunjukkan perubahan morfo-anatomi daun sebagai bentuk adaptasi. Karakter morfo-anatomi yang

dijumpai yaitu lapisan palisade lebih pendek, daun menjadi lebih tipis, ukuran daun menjadi lebih luas, jarak stomata menjadi lebih longgar. Kandungan klorofil daun buncis di bawah naungan 50% berubah dimana terjadi peningkatan klorofil *a*, klorofil *b*, total klorofil, dan penurunan nisbah klorofil *a/b* untuk mengefisiensikan penangkapan cahaya. Sebaliknya, peningkatan antosianin menyebabkan menurunnya efisiensi penangkapan cahaya pada daun karena bukan bagian dari pigmen fotosintesis.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2021). *Hasil sensus penduduk 2020*. <https://www.bps.go.id/pressrelease/2021/01/21/1854/hasil-sensus-penduduk-2020.html>.
- Chairudin, Efendi, dan Sabaruddin. (2015). Dampak naungan terhadap perubahan karakter agronomi dan morfo-fisiologi daun pada tanaman kedelai [*Glycine max*

- (L.) Merrill]. *J. Floratek.*, 10, 26–35.
- Croce, R., Muller, M. G., Bassi, R., dan Holzwarth, A. R. (2001). Carotenoid-to-chlorophyll energy transfer in recombinant major light-harvesting complex (LHCII) of higher plants. I. Femtosecond transient absorption measurements. *Biophys J*, 80(2), 901–915.
- Djuariah, D., Rosliani, R., Kurniawan, H., dan Lukman, L. (2016). Seleksi dan adaptasi empat calon varietas unggul buncis tegak untuk dataran medium. *J Hort.*, 26(1), 49–58.  
<https://doi.org/10.21082/jhort.v26n1.2016.p49-58>
- Fan, Y., Chen, J., Wang, Z., Tan, T., Li, S., Li, J., Wang, B., Zhang, J., Cheng, Y., dan Wu, X. (2019). Soybean (*Glycine max* L. Merr.) seedlings response to shading: leaf structure, photosynthesis and proteomic analysis. *BMC Plant Biol*, 19(34), 1–12.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12870-019-1633-1>
- Feng, L., Raza, M. A., Z. Li, Y. C., Khalid, M. H. B., Du, J., Liu, W., Wu, X., Song, C., Yu, L., Zhang, Z., Yuan, S., Yang, W., dan Yang, F. (2019). The influence of light intensity and leaf movement on photosynthesis characteristics and carbon balance of soybean. *Front. Plant Sci.*, 9, 1–16.
- Handayani, T. (2012). *Respon aparatus fotosintetik tanaman kedelai terkait toleransi terhadap intensitas cahaya rendah*. Institut Pertanian Bogor.
- Hermina, dan Prihartini, S. (2014). Gambaran Konsumsi Sayur dan Buah Penduduk Indonesia dalam Konteks Gizi Seimbang: Analisis Lanjut Survei Konsumsi Makanan Individu (SKMI) 2014. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 44, 205–218.
- Levitt, J. (1980). *Response of Plants to Enviromental Stress*. Academic Press.
- Li, T., Liu, L. N., Jiang, C. D., Liu, Y. J., dan Shi, L. (2014). Effects of mutual shading on the regulation of photosynthesis in field-grown sorghum. *J. Photochem. Photobiol. B Biol.*, 137, 31–38.
- Muhuria, L. (2007). *Mekanisme fisiologi dan pewarisan sifat toleransi kedelai [Glycine max (L.) Merrill] terhadap intensitas cahaya rendah*. Institut Pertanian Bogor.
- Sulistiyowati, D., Chozin, M. A., Syukur, M., Melati, M., dan Guntoro, D. (2019). Respon karakter morfo-fisiologi genotipe tomat senang naungan pada intensitas cahaya rendah. *J Hort.*, 29(1), 23–32.  
<https://doi.org/10.21082/jhort.v29n1.2019.p22-32>
- Sundari, T., dan Purwantoro. (2014). Kesesuaian genotipe kedelai untuk tanaman sela di bawah tegakan pohon karet. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 33(1), 44–53.
- Tanjung, D. D., Purnamawati, H., dan Susila, A. D. (2021). Pertumbuhan dan Hasil Buncis Tegak di Bawah Naungan di Dataran Rendah. *J. Agron. Indonesia*, 49(2), 199–205.
- Wu, Y., Gong, W., Wang, Y., Yong, T., Yang, F., Liu, W., Wu, X., Du, J., Shu, K., dan Liu, J. (2018). Leaf area and photosynthesis of newly emerged trifoliolate leaves are regulated by mature leaves in soybean. *J Plant Res*.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10265-018-1027-8>.
- Yang, H., Dong, B., Wang, Y., Qiao, Y., Shi, C., Jin, L., dan Liu, M. (2020). Photosynthetic baseof reduced grain yield by shading stress during the early reproductive stage of twowheat cultivars. *Sci. Rep*, 10, 1–14.